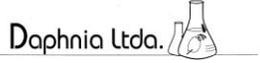


	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....		5
2. OBJETIVOS		7
3. MARCO TEÓRICO PARA LOS CONTAMINANTES ANALIZADOS		8
3.1 MATERIAL PARTICULADO		8
3.2 PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN SU FRACCIÓN RESPIRABLE-PM ₁₀		8
3.3 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO ₂)		9
3.4 ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO _x)		9
3.5 MONÓXIDO DE CARBONO (CO).....		10
3.6 HIDROCARBUROS TOTALES (HCT).....		10
3.7 OXIDANTES FOTOQUÍMICOS (OZONO- O ₃).....		10
3.8 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (VOC'S).....		11
3.9 VANADIO		12
4 MARCO LEGISLATIVO.....		17
4.1 NORMA NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTAL.....		17
4.2 CALCULO DE NORMAS LOCALES		18
5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SITIOS DE MUESTREO.....		21
6 METODOLOGÍA.....		26
6.1 DETERMINACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (PST Y PM ₁₀)		26
6.2 DETERMINACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE Y ÓXIDOS DE NITRÓGENO ..		26
6.3 DETERMINACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO.....		27
6.4 DETERMINACIÓN DE OZONO (O ₃).....		29
6.5 DETERMINACIÓN DE HIDROCARBUROS TOTALES EXPRESADOS COMO METANO		31
6.6 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES – VOC'S		33
6.7 VANADIO		33
7. RESULTADOS DEL MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE.		35
7.1 PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST).....		35
7.2 PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN SU FRACCIÓN RESPIRABLE PM ₁₀		36
7.3 ÓXIDOS DE NITRÓGENO.....		37
7.4 DIÓXIDO DE AZUFRE		39
7.5 MONÓXIDO DE CARBONO		40
7.6 OZONO (O ₃).....		42
7.7 HIDROCARBUROS TOTALES (HCT).....		44
7.8 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (VOC's).....		46

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

7.9 VANADIO	47
7.10 NÍQUEL	47
7.11 ÁCIDO SULFÚDRICO	48
7.12 AMONIACO	48

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1. Principales características y efectos sobre la salud de los contaminantes analizados	14
TABLA 4.1 Niveles Máximos Permisibles para contaminantes criterio Resolución 0601 de 2006 del MAVDT	17
TABLA 4.2 Resumen Normas Locales Refinería Cartagena, Bolívar.....	21
TABLA 5.1. Ubicación específica de la estaciones de monitoreo de Calidad de Aire. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.	23
TABLA 7.1 Valores de Partículas Suspendidas Totales (PST) frente a la Normatividad. Monitoreo de Calidad de Aire Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.....	35
TABLA 7.2. Valores de PM-10 frente a la Normatividad. Monitoreo de Calidad de Aire Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.	36
TABLA 7.3. Valores de NO _x frente a la Normatividad. Monitoreo de Calidad de Aire Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.	37
TABLA 7.4. Valores de Dióxido de Azufre frente a la Normatividad. Monitoreo de Calidad de Aire Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.	39
TABLA 7.5 Concentración de VOC'S. Monitoreo de aire. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008	46
TABLA 7.6 Valores de concentración de Vanadio. Monitoreo de Calidad de Aire Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.	47
TABLA 7.7 Valores de concentración de Níquel. Monitoreo de Calidad de Aire Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.	48
TABLA 7.8 Concentración de H ₂ S. Monitoreo de calidad de aire. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.....	48
TABLA 7.9 Concentración de NH ₃ . Monitoreo de calidad de aire. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.....	50

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 5.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire ambiental. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.	23
FIGURA 7.1. Concentración de Partículas Totales en Suspensión (PST) en los puntos de monitoreo y su comparación con los niveles máximos de inmisión. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.	36
FIGURA 7.2. Concentración de PM-10 en los puntos de monitoreo y su comparación con los niveles máximos de inmisión. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.	37
FIGURA 7.3. Concentración de NO _x en los puntos de monitoreo y su comparación con los niveles máximos de inmisión. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.	38
FIGURA 7.4. Concentración de Dióxido de Azufre (SO ₂) en los puntos de monitoreo y su comparación con los niveles máximos de inmisión. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.	40
FIGURA 7.5. Resultados de Concentración de Monóxido de Carbono (CO) registro en intervalos de ocho horas. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008...	41
FIGURA 7.6. Resultados de Concentración de Ozono (O ₃) registro continuo en ocho horas. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.	43
FIGURA 7.7. Concentración de Hidrocarburos Totales expresados como metano en tres horas. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.....	45

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

1. INTRODUCCIÓN.

El presente informe contiene los resultados y comentarios del monitoreo de Calidad de Aire y Ruido Ambiental realizado por Daphnia Ltda en la refinería de Cartagena, la cual está ubicada en complejo industrial de Mamonal.

De un lado, el monitoreo permite evaluar la calidad del aire actual en los predios donde se ubicará el proyecto en su área de influencia directa, y verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente establecida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Resolución 0601 de 2006.

Los trabajos de monitoreo de calidad de aire se efectuaron oficialmente durante diez (10) días continuos comprendidos entre el 27 de Mayo y el 06 de Junio de 2008.

En total se instalaron tres (3) estaciones de monitoreo ubicadas en lugares representativos sobre los predios de la refinería de Cartagena. Durante 10 días consecutivos, se llevaron a cabo mediciones continuas de 24 horas para los siguientes contaminantes criterio: partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 μm (PM_{10}), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) y Oxidantes fotoquímicos (O_3). Adicionalmente, se realizaron mediciones en los mismos tres puntos de monitoreo para otros contaminantes como: monóxido de carbono (CO), Hidrocarburos totales (HCT), Sulfuro de hidrógeno (H_2S), Amoniaco (NH_3), compuestos orgánicos volátiles (VOC`s) y los metales pesados: vanadio y níquel.

El monitoreo de Ruido Ambiental también se ejecutó en tres (3) puntos distribuidos igualmente en el área de influencia directa del proyecto. Lo anterior, con los objetivos principales de caracterizar los niveles de ruido ambiental generados por los procesos operativos desarrollados en la industria y realizar la comparación de los resultados con la normatividad ambiental vigente en el tema -Resolución 0627 de 2006 del MAVDT.

De otro lado, durante nueve días¹ comprendidos entre 12 y 21 de Junio de 2008 se efectuaron mediciones de ruido en un total de setecientos (700) puntos de monitoreo distribuidos al interior de las instalaciones de toda la refinería. Lo anterior, con el propósito de hacer una caracterización completa de los niveles de presión sonora diurnos de las instalaciones y detectar las áreas de mayor incidencia en la generación de ruido a través de la elaboración de un mapa de isófonas.

¹ Con excepción del 15 de junio

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

En todos los casos se siguieron en forma estricta los protocolos y normatividades consignadas en las Resoluciones 0601 del 4 de Abril de 2006 y 0627 del 7 de Abril de 2006, emitidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), las cuales regulan los temas de calidad de aire y la emisión de ruido ambiental, respectivamente.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

2. OBJETIVOS

- Analizar el comportamiento en los predios del proyecto de los contaminantes: partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 μm (PM-10), dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), Oxidantes fotoquímicos (O_3), Hidrocarburos totales (HCT), Sulfuro de Hidrógeno (H_2S), Amoniacó (NH_3), compuestos orgánicos volátiles (VOC`s) y los metales pesados vanadio y níquel.
- Estudiar el comportamiento de los niveles de Ruido Ambiental en el área de influencia directa del Terminal Portuario de la Refinería.
- Realizar mediciones de ruido tendientes a la caracterización de los niveles de presión sonora de la refinería y su puerto, y la elaboración de un mapa de isófonas.
- Comparar los resultados obtenidos a partir del trabajo de campo y de laboratorio con los valores permisibles establecidos en la legislación Colombiana (Resolución 0601 de 2006 del MAVDT para Calidad del Aire y Resolución 0627 de 2006 en el caso del Ruido Ambiental).

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

3. MARCO TEÓRICO PARA LOS CONTAMINANTES ANALIZADOS

3.1 MATERIAL PARTICULADO

Partículas Suspendidas Totales (PST)

La composición química del material particulado en suspensión varía mucho. Prácticamente, cualquier elemento o compuesto inorgánico, así como muchas sustancias orgánicas, pueden hallarse en forma de partículas, si se muestrean volúmenes de aire lo bastante grandes y se utilizan métodos analíticos suficientemente sensibles. La composición real depende mucho del origen de las partículas de polvo y suelo, las cuales contienen primariamente compuestos de calcio, aluminio y silicio, comunes en suelos y minerales. El humo procedente de la combustión del carbón, petróleo, madera y basuras contiene muchos compuestos orgánicos en forma de partículas

A este grupo de contaminantes corresponden una variada gama de neblinas, humos, emanaciones y polvos distribuidos en el aire. Las neblinas están compuestas por gotas de líquidos en suspensión, los humos usualmente consisten en partículas de hollín producidas por combustión, las emanaciones son vapores condensados de sustancias tanto orgánicas como metálicas, y los polvos resultan de la rotura mecánica de la materia sólida.

Entre otras razones, la contaminación del aire por partículas es de interés ambiental por:

Muchas partículas entran en el sistema respiratorio con mayor efectividad que contaminantes gaseosos como: CO, NO_x y SO_x. Algunas partículas se comportan sinérgicamente y aumentan los efectos tóxicos de otros contaminantes.

La contaminación por partículas aumenta la turbidez atmosférica y reduce la visibilidad.

3.2 PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN SU FRACCIÓN RESPIRABLE-PM₁₀

Las PM₁₀ son partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmósfera, cuyo diámetro va de 0,3 a 10 µm. Están constituidas por polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen. La fracción respirable de PST, conocida como PM₁₀, está constituida por aquellas partículas de diámetro inferior a 10 micras, que tienen la particularidad de penetrar en el aparato respiratorio hasta los alvéolos pulmonares.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

Las fuentes principales de PM₁₀, son la combustión industrial y doméstica del carbón, combustóleo y diesel; procesos industriales; incendios, erosión eólica y erupciones volcánicas.

Sus efectos principales sobre la salud están relacionados con la irritación de las vías respiratorias; su acumulación en los pulmones origina enfermedades como la silicosis y la asbestosis. Adicionalmente, agravan el asma y las enfermedades cardio-respiratorias. Pueden producir deterioro de los materiales para construcción y otras superficies y en la vegetación interfieren en la fotosíntesis. En materia atmosférica, disminuyen la visibilidad.

3.3 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

El dióxido de azufre (SO₂), se genera tanto en fuentes naturales, como en la combustión de compuestos ricos en azufre. Es hidrosoluble y al hidrolizarse da lugar a ácidos, lo que le confiere sus características potencialmente agresivas.

Se asocia con la humedad de las mucosas conjuntival y respiratoria, constituye un riesgo en la producción de irritación e inflamación aguda o crónica; suele asociarse también con las partículas suspendidas (PST) y da lugar a un riesgo superior, puesto que su acción es sinérgica².

Esta combinación, dióxido de azufre/partículas suspendidas totales (SO₂/PST), en condiciones favorables para su acumulación y permanencia en la atmósfera, ha sido la responsable de episodios poblacionales, así como del incremento de la morbilidad y la mortalidad en enfermos crónicos del corazón y vías respiratorias.

3.4 ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO_x)

Los NO_x se forman durante la combustión y son el producto de la oxidación de nitrógeno atmosférico, o bien de la oxidación del nitrógeno orgánico del combustible. En el primer caso, la producción de NO_x se favorece a medida que aumenta la temperatura.

Bajo condiciones ricas (de alta proporción de combustible respecto al aire), disminuyen los niveles de O₂ y la temperatura, por lo que la producción de NO_x también es baja. A medida que aumenta la relación aire-combustible, la temperatura aumenta y la producción de NO_x se incrementa hasta un máximo, a partir del cual tiende a reducirse la temperatura de la flama debido a la dilución con el exceso de aire y, por lo tanto, los niveles de NO_x disminuyen progresivamente.

² NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de azufre (SO₂).

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

3.5 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

El monóxido de carbono (CO), es un gas inodoro e incoloro que se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, en consecuencia, pueden verterlo al aire los vehículos automotores y la industria, aunque en menor escala; algunos procesos naturales son capaces de emitirlo, tales como los incendios forestales o los océanos como parte de las complejas reacciones que allí se desarrollan.

El efecto dañino potencial principal de este contaminante lo constituye su afinidad para combinarse con la hemoglobina dando lugar a una elevada formación de carboxihemoglobina que como consecuencia disminuye la cantidad de oxihemoglobina y por ende la entrega de oxígeno a los tejidos.

El riesgo de la exposición al CO varía desde el efecto de pequeñas cantidades atmosféricas en individuos que padecen deficiencias circulatorias (siendo particularmente susceptibles los enfermos con angina de pecho, así como aquellos con arterioesclerosis), hasta una intoxicación aguda por inhalación de grandes cantidades del contaminante en espacios cerrados y/o en un lapso de tiempo corto.

3.6 HIDROCARBUROS TOTALES (HCT)

La Resolución 1208 de 2003 del DAMA define los hidrocarburos totales como: "Todo compuesto orgánico que tenga a 293,5 K una presión de vapor de 0.01 KPa o más, o que tenga una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso". Algunas sustancias químicas que pueden encontrarse en los HCT incluyen hexano, combustibles de aviones de reacción, aceites minerales, benceno, tolueno, xilenos, naftalina, y fluoreno, como también otros productos de petróleo y componentes de gasolina. Sin embargo, es probable que muestras de HCT contengan solamente algunas, o una mezcla de estas sustancias químicas.

3.7 OXIDANTES FOTOQUÍMICOS (OZONO- O₃)

Compuestos gaseosos incoloros, producidos en presencia de luz solar. Oxidan materiales no inmediatamente oxidables por el oxígeno gaseoso. Sus fuentes principales son las reacciones atmosféricas de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno bajo la influencia de la luz solar.

El ozono es el principal componente del *smog* o niebla fotoquímica y causa efectos nocivos en seres humanos y plantas. La población de mayor riesgo a la contaminación por ozono son los enfermos y ancianos, así como los neonatos. Además, cuando se le compara con los otros contaminantes criterio, es el que más daña a las plantas.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

Las concentraciones de ozono están fuertemente afectadas por diversos factores meteorológicos, entre los cuales se destacan la velocidad del viento, la temperatura y, sobre todo, la intensidad de la radiación solar. Por esto, las máximas concentraciones deberían ocurrir en el período de verano, en aquellos lugares que estén a cierta distancia viento abajo de las fuentes emisoras de los contaminantes primarios que dan origen al ozono (óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles).

Los efectos principales sobre la salud, son la irritación de los ojos y del tracto respiratorio, agravando las enfermedades respiratorias y cardiovasculares. En cuanto al daño de materiales, deterioran el hule, los textiles y la pintura. Provocan lesiones en las hojas de la vegetación y limitan su crecimiento.

3.8 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (VOC'S)

Según las definiciones de la EPA en el Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos son compuestos orgánicos volátiles cualquier compuesto de carbón, excluyendo el monóxido de carbono, el dióxido de carbono, carbonatos, ácido carbónico y carbonato de amonio, los cuales participan en reacciones fotoquímicas atmosféricas. Presentan una alta presión de vapor en las condiciones normales lo que lo hace muy volátil y fácil de entrar a la atmósfera. Lo constituyen una amplia gama de moléculas a base de carbón como los aldehídos, cetonas e hidrocarburos.

El VOC más común es el metano. Las principales fuentes de metano atmosférico son los ecosistemas de tierras inundadas, los cultivos de arroz, rellenos sanitarios, quema de biomasa como la madera, etc. Existen además, fuentes artificiales de VOC como los thinners, solventes de lavandería y algunos constituyentes del petróleo como las gasolinas y el gas natural. Los árboles son además una importante fuente biológica de VOC pues liberan grandes cantidades de isopreno y terpenos.

La liberación de VOC's en el ambiente pueden alterar los suelos y aguas superficiales; los vapores de VOC's escapan al aire y contribuyen al calentamiento global. Los VOC's de hidrocarburos son también importantes contribuyentes del efecto de invernadero, puesto que reaccionan creando ozono a partir de los óxidos de nitrógeno en presencia de luz solar; los VOC's además prolongan la vida del metano en la atmósfera, aun cuando los efectos varían dependiendo a la calidad del aire local.

Los VOC's se dividen en dos categorías, los que contienen metanos y los que no, dentro de esta última, se encuentran los compuestos aromáticos como el benceno, xileno y tolueno clasificados como compuestos cancerígenos que pueden ocasionar leucemia durante prolongadas exposiciones.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

3.9 VANADIO

El Vanadio es un metal blando y dúctil, que ofrece bastante resistencia a los ácidos clorhídrico y sulfúrico. Generalmente es empleado en fábricas de cerámica y en la industria química en general.

Puede ocasionar una serie de efectos en la salud, tales como: daños cardiacos, vasculares y en el sistema nervioso, inflamación del estómago e intestinos, sangrado del riñón e hígado, irritación de la piel, temblores severos y parálisis.

3.10 SULFURO DE HIDRÓGENO³

El **sulfuro de hidrógeno** es un gas tóxico, inflamable, incoloro, con olor a huevo podrido y de sabor dulce. Este gas es más denso que el aire y arde con llama azul pálida. Es considerado tan tóxico como el HCN, sin embargo su olor tan desagradable permite que sea percibido a muy bajas concentraciones.

Inhalación: Los primeros síntomas de intoxicación, de manera general, son: náusea, vómito, diarrea, irritación de la piel, lagrimeo, falta de olfato, fotofobia y visión nublada. Los síntomas de una intoxicación aguda son: taquicardia o bradicardia, hipotensión, cianosis, palpitaciones, arritmia cardiaca. Además, puede presentarse respiración corta y rápida, edema bronquial o pulmonar, depresión pulmonar y parálisis respiratoria. Los efectos neurológicos en estos casos son irritabilidad, vértigo, cansancio, confusión, delirio, amnesia, dolor de cabeza y sudoración. Se presentan también calambres musculares, temblores, salivación excesiva, tos, convulsiones y coma.

Contacto con los ojos: Se produce irritación de la conjuntiva, provocando fotofobia, querconjuntivitis y vesiculación del epitelio de la córnea, aún a concentraciones de 20 ppm o más bajas, por algunas horas. Si la exposición es repetida se presentan adicionalmente, lagrimeo, dolor y visión nublada. Un envenenamiento crónico provoca hinchazón de la conjuntiva y los párpados.

Efectos crónicos: Las exposiciones severas que no resultan en muerte pueden causar síntomas a largo plazo tales como pérdida de la memoria, parálisis de músculos faciales, o daño del tejido

3.11 AMONIACO⁴

El amoníaco (NH₃) es un gas alcalino e incoloro, compuesto de nitrógeno e hidrógeno [NH] con un olor punzante característico, altamente soluble en agua,

³ AGA FANO S.A. Tarjeta de emergencia para el transporte de materiales "sulfuro de hidrógeno". Versión: 02. Fecha de aprobación: 31-10-03. Disponible en www.aga.com.co

⁴ Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA Región metropolitana de Chile. Disponible en: <http://www.conama.cl/rm/568/article-1195.html>

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

que se hace perceptible en concentraciones sobre las 50 partículas por millón (ppm).

A temperatura ambiente, el amoníaco puro (NH₃) condensa a -33° C en un líquido incoloro y fácilmente movable, y que a -78° C solidifica para dar cristales incoloros y transparentes.

Este elemento tiene características perjudiciales para la salud: la respiración de gases que contengan NH₃ puede producir, entre otras cosas, un aumento de la presión sanguínea, mientras que una exposición duradera puede causar la muerte. Lo mismo sucede con la disolución acuosa concentrada si se ingiere por error.

Efectos en la salud:

El amoníaco gaseoso es irritante de la piel, ojos y vías respiratorias. Por ingestión, provoca efectos corrosivos en boca, esófago y estómago. Los síntomas más frecuentes, bajo condiciones de concentración moderada, son: Sensación de quemazón en ojos, cavidades nasales y garganta -Dolor pulmonar -Cefalea -Náuseas -Lagrimo -Tos -Aumento de la función respiratoria.

3.12 NÍQUEL⁵

El níquel es un elemento natural. En su estado puro es un metal duro, blanco-plateado, que se usa para fabricar acero inoxidable y otras aleaciones de metales. Los efectos más comunes del níquel en personas que son sensibles a este elemento son efectos de la piel. Los trabajadores que respiraron grandes cantidades de compuestos de níquel desarrollan bronquitis crónica y cáncer del pulmón y de los senos nasales.

El efecto adverso más común de la exposición al níquel en seres humanos es una reacción alérgica. Aproximadamente entre un 10% y 15% de la población es sensible al níquel siendo la reacción más común el salpullido en el área de contacto.

Con menor frecuencia, algunas personas que son sensibles sufren ataques de asma luego de la exposición. Algunas personas sensibilizadas reaccionan cuando ingieren níquel en los alimentos o el agua o cuando respiran polvo que contiene la sustancia.

Algunas personas que trabajan en refinerías de níquel o plantas que procesan níquel han sufrido bronquitis crónica y alteraciones del pulmón. Estas personas

⁵ Adaptación de la información contenida en la ficha ToxFAQs Níquel (Ni) de la ATSDR "Agencia for Toxic Substances & Disease Registry". Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts15.html

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

inhalaron cantidades de níquel mucho más altas que los niveles que se encuentran normalmente en el ambiente. Algunos trabajadores que tomaron agua que contenía altos niveles de níquel sufrieron dolores de estómago y efectos adversos en la sangre y los riñones.

En ratas y ratones que respiraron compuestos de níquel se han observado daño de los pulmones y de la cavidad nasal. Comer o beber grandes cantidades de níquel ha producido enfermedad del pulmón en perros y ratas y ha afectado el estómago, la sangre, el hígado, los riñones y el sistema inmunitario en ratas y ratones, como también la reproducción y el desarrollo.

Finalmente, en la Tabla 3.1 se resumen las características más importantes de los contaminantes estudiados, incluyendo su descripción y sus posibles efectos sobre la salud humana.

TABLA 3.1. Principales características y efectos sobre la salud de los contaminantes analizados

CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN	ORÍGENES	EFFECTOS
Material Particulado	Variada gama de neblinas, humos, hollín y polvos distribuidos en el aire.	Chimeneas de Craqueo Catalítico, Motores diesel Centrales Termoeléctricas Industrias Tolvaneras Vías en construcción	-Lesiones pulmonares (daño sistema mucociliar) -Irritación ocular -Daño a los cultivos -Aumento de la turbidez atmosférica y reduce de la visibilidad -Tiñen edificios y monumentos.
Óxidos de Nitrógeno (NOx)	Varios compuestos gaseosos constituidos por nitrógeno y oxígeno	Hornos Industriales, Vehículos Automotores Centrales termoeléctricas	-Lesiones pulmonares - Forman lluvia ácida -Deterioro de edificios y monumento -Daño a los bosques -Contaminación fotoquímica.
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Gas incoloro, no inflamable y de olor sofocante. Condensa a -10°C y solidifica a -72°C. Es soluble en agua y en los solventes orgánicos.	Combustión del azufre contenido en los combustibles fósiles (petróleos combustibles, diesel, gasolina, petróleo, carbón, etc). Fundición de minerales que contienen azufre. Otros procesos industriales.	-Deterioro de los suelos y cursos de agua. -Daño y destrucción de la vegetación. -Irritación ocular por formación de ácido sulfuroso sobre las mucosas húmedas. -Inflamación de las vías respiratorias. -Problemas de asma y bronquitis crónica. -Colapso circulatorio -Alteraciones psíquicas.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN	ORÍGENES	EFFECTOS
Monóxido de Carbono (CO)	Gas sin olor ni color	Vehículos a gasolina Fogatas y quema de leña, cartón, etc.	-Dolores de cabeza, menor claridad mental -Lesiones cardiacas -Muerte
Ozono (O ₃)	Gas incoloro e irritante. Compuesto por tres átomos de oxígeno mas denso que el aire.	Mediante reacción química del NO ₂ y compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de luz solar	-Irritación ocular y tracto respiratorio. -Puede desencadenar reacciones asmáticas. -Graves efectos sobre el Sistema Nervioso Central. Da lugar a dolor de cabeza y alteración de la vigilancia y la actuación.
Hidrocarburos Totales (HTP)	Mezcla de productos químicos compuestos principalmente de Hidrógeno y Carbono	Los HTP al ser una mezcla de muchos compuestos diferentes, proviene de diferentes fuentes como Petróleo crudo, gasolineras, aceite derramado y sustancias químicas usadas en el hogar y en el trabajo.	Dependiendo del compuesto, los HTP pueden producir efectos diversos como: - Dolores de cabeza y mareo. - Neuropatía periferal - Afecciones en la Sangre. -Alteraciones del sistema inmunitario. - Alteraciones en los pulmones, piel y ojos.
Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC's)	Compuestos de carbón volátiles que reaccionan fotoquímicament e en la atmósfera	Solventes orgánicos, y algunos constituyentes del petróleo como la gasolina y el gas natural.	-Irritación ocular y tracto respiratorio. -Altamente cancerígenos durante prolongadas exposiciones, puede ocasionar leucemia.
Vanadio	El vanadio es un metal de transición blanco, dúctil y brillante, con alta resistencia a las bases, al ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) y al ácido clorhídrico (HCl).	Se obtiene de distintos minerales, así como de petróleos. También se puede obtener de la recuperación del óxido de vanadio (V) en polvos procedentes de procesos de combustión.	-Daños cardiacos, vasculares y en el Sistema Nervioso -Inflamación del estómago e intestinos. -Sangrado del riñón e hígado. -Irritación de la piel. -Temblores severos y parálisis.
Sulfuro de hidrógeno H ₂ S	Gas inflamable altamente tóxico y descolorido que tiene un olor similar a los huevos putrefactos.	El H ₂ S se forma naturalmente cuando las bacterias descomponen el material orgánico en ausencia del oxígeno. Esta formación puede ocurrir profundamente dentro de la tierra, por ejemplo en los volcanes y en las	- Irritación de los ojos, la nariz o la garganta - Exposiciones breves a concentraciones altas (mayores de 500 ppm) puede causar pérdida del conocimiento y posiblemente la muerte.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN	ORÍGENES	EFECTOS
		formaciones donde se encuentra el petróleo; o relativamente cerca de la superficie en pantanos, alcantarillas, pozos, y resortes calientes.	
Amoniaco (NH ₃)	Gas alcalino e incoloro, compuesto de nitrógeno e hidrógeno [NH] con un olor punzante característico, altamente soluble en agua	Muchas industrias y sectores productivos emiten amoniaco al aire, desde aquellas que usan métodos refrigerantes, hasta el ganado e incluso los animales domésticos (orines), pasando por la fabricación y uso de fertilizantes y la combustión de combustibles fósiles.	<ul style="list-style-type: none"> - Sensación de quemazón en ojos cavidades nasales y garganta - Dolor pulmonar - Cefalea - Náuseas - Lagrimeo (Tos) - Aumento de la función respiratoria.
Níquel (Ni)	Es un metal duro, blanco-plateado, que se usa para fabricar acero inoxidable y otras aleaciones de metales.	<p>Industria del acero principalmente</p> <p>Los compuestos de níquel se usan también en niquelado, para colorear cerámicas, para fabricar baterías y como catalizadores, entre otros usos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Salpullido - Asma - Bronquitis crónica - Alteración de pulmón - Cáncer de pulmón y de los senos nasales

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

4 MARCO LEGISLATIVO

4.1 NORMA NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTAL

La Resolución 0601 de 2006 del MAVDT establece los límites permisibles de contaminantes para condiciones de referencia de 25 °C de temperatura y 760 mm Hg de presión; valores que deben ser ajustados dependiendo de las características locales de la zona de estudio.

En la Tabla 4.1 se presentan los niveles máximos de Calidad de Aire Ambiental definidos por la Resolución 0601 de 2006.

TABLA 4.1 Niveles Máximos Permisibles para contaminantes analizados, Resolución 0601 de 2006 del MAVDT

NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES CRITERIO			
CONTAMINANTE	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
PST	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	Anual
		300	24 horas
PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	70	Anual
		150	24 horas
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	80	Anual
		250	24 horas
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	Anual
		150	24 horas
CO	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8,8 (10)	8 horas
		35 (40)	1 hora
O ₃	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,041 (80)	8 horas
		0,061 (120)	1 hora
NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES NO CONVENCIONALES			
CONTAMINANTE	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
HCT	mg/m^3	1,5	4 meses
Vanadio	mg/m^3	1	24 horas
SUSTANCIAS GENERADORES DE OLORES OFENSIVOS -UMBRALES			
CONTAMINANTE	UNIDAD	UMBRAL	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
H ₂ S	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,005 (7,0)	-
NH ₃	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,05 (14,5)	-

Nota: mg/m^3 o $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a las condiciones de referencia: 298,15 °K y 101,325 KPa (25°C y 760 mm Hg)

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

4.2 CALCULO DE NORMAS LOCALES

La Resolución 0601 de 2006 del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial reglamenta las Normas de Calidad del Aire y sus métodos de medición. Las normas sobre calidad de aire representan concentraciones medias, teniendo en cuenta condiciones de referencia para temperatura y presión, es decir, 25°C y 760 mm de mercurio, respectivamente.

El Anexo 01, numeral 6 y 7, de la Resolución mencionada, define la ecuación que permite expresar las normas sobre calidad del aire a las condiciones locales, esto es:

$$N.L = N.C.R \times \left[\left(\frac{PbL}{760} \right) \times \left(\frac{298^{\circ}K}{273 + T^{\circ}} \right) \right] \quad (1)$$

Donde:

- N.L = Norma Local
- N.C.R = Norma de calidad en condiciones de referencia
- P.b. L = Presión barométrica local (mm Hg)
- T L = Temperatura promedio ambiente local (°C)

Por su parte, para el cálculo de la presión atmosférica resulta aplicable la siguiente expresión⁶:

$$P = 101.3 \left(\frac{293 - 0.0065z}{293} \right)^{5.26} \quad (2)$$

Donde:

- P = Presión Atmosférica (KPa)
- Z = Elevación promedio (m)

A continuación, se presentan las normas de calidad de aire ajustadas a las condiciones locales de los predios del Puerto de la Refinería de Cartagena⁷.

⁶ FAO. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements -FAO Irrigation and drainage paper 56, Chapter 3: Meteorological Data. 1998

⁷ Para el cálculo de la presión barométrica local se consideró una elevación promedio de 10 msnm. De otro lado, el valor de la temperatura promedio fue tomado directamente EIA del Plan Maestro de la Refinería de Cartagena elaborado en el año 1997.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

Los cálculos se efectuaron a partir de la aplicación de las ecuaciones reseñadas anteriormente considerando una presión barométrica de 759,1 mm de Hg y una temperatura media anual de 27,9 °C.

Normas Locales para Partículas en Suspensión

Norma Anual en condiciones de referencia = 100 µg/ m³

Norma Diaria en condiciones de referencia = 300 µg/ m³

NLA = 98,92 µg/m³.

NLD = 296,76 µg/m³.

Normas Locales para Partículas Menores a 10 Micras

Norma Anual en condiciones de referencia = 70 µg/ m³

Norma Diaria en condiciones de referencia = 150 µg/ m³

NLA = 69,24 µg/m³.

NLD = 148,38 µg/m³.

Normas Locales para Óxidos de Azufre SO₂

Norma Anual en condiciones de referencia = 80 µg/ m³

Norma Diaria en condiciones de referencia = 250 µg/ m³

NLA = 79,14 µg/m³.

NLD = 247,30 µg/m³

Normas Locales para Óxidos de Nitrógeno NO₂

Norma Anual en condiciones de referencia = 100 µg/ m³

Norma Diaria en condiciones de referencia = 150 µg/ m³

NLA = 98,92 µg/m³.

NLD = 148,38 µg/m³

Normas Locales para Monóxido de Carbono CO

Norma para 8 Horas en condiciones de referencia = 8,8 p.p.m

Norma Horaria en condiciones de referencia = 35 p.p.m

NL8H = 8,71 p.p.m

NL1H = 34,62 p.p.m

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

Normas Locales para Ozono

Norma para 8 horas en condiciones de referencia = 0,041 ppm

Norma para 1 hora en condiciones de referencia = 0,061 ppm

NL8H = 0,041 ppm.

NL1H = 0,060 ppm.

Normas Locales para Vanadio

Norma para 24 horas en condiciones de referencia = 1 mg/ m³

NLD = 0,989 mg/m³

Normas Locales para Hidrocarburos Totales⁸

Norma para 3 horas en condiciones de referencia = 200 µg/ m³

NL3H = 197,8 µg/m³

Norma para 4 meses = 1,5 mg/m³

NL4M = 1,48 mg/m³

Normas Locales para Sulfuro de Hidrógeno H₂S

Umbral de olor en condiciones de referencia = 0,005 ppm (7,0 µg/m³)

Umbral de olor en condiciones locales = 0,0049 ppm (6,92 µg/m³)

Normas Locales para Amoniac NH₃

Umbral de olor en condiciones de referencia = 0,05 ppm (14,5 µg/m³)

Umbral de olor en condiciones locales = 0,049 ppm (14,34 µg/m³)

⁸ La Norma Nacional de Calidad de Aire -Resolución 0601 de 2006- establece un tiempo de exposición de 4 meses para el cálculo del nivel máximo permisible de hidrocarburos totales. Esta situación, hace que la comparación de los resultados obtenidos en el monitoreo (los cuales están dados en promedios de 3 horas) no sea del todo representativa. Por este motivo, se ha propuesto el uso de la norma para hidrocarburos totales definida en la Resolución 1208 de 2003 del DAMA (hoy Secretaria Distrital de Ambiente de la ciudad de Bogotá) ya que el tiempo de exposición es el mismo que el empleado para el monitoreo efectuado en la refinería de Cartagena, lo cual permite una evaluación más objetiva de los resultados obtenidos.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

TABLA 4.2 Resumen Normas Locales Refinería Cartagena, Bolívar.

Partículas en Suspensión PST		
Norma Anual en condiciones de referencia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	98,92
Norma Diaria en condiciones de referencia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	296,76
Partículas Menores a 10 Micras		
Norma Anual en condiciones de referencia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	69,24
Norma Diaria en condiciones de referencia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	148,38
Óxidos de Azufre SO₂		
Norma Anual en condiciones de referencia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	79,14
Norma Diaria en condiciones de referencia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	247,30
Óxidos de Nitrógeno NO_x		
Norma Anual en condiciones de referencia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	98,92
Norma Diaria en condiciones de referencia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	148,38
Monóxido de Carbono CO		
Concentración Máxima Horaria en 8 horas	ppm	8,71
Concentración Máxima en 1 hora	ppm	34,62
Ozono O₃		
Concentración Máxima Horaria en 8 horas	ppb	41
Concentración Máxima en 1 hora	ppb	60
Vanadio		
Concentración Máxima Horaria en 24 horas	mg/m^3	0,99
Hidrocarburos Totales (HCT)		
Concentración máxima en 4 meses	mg/m^3	1,48
Concentración máxima en 3 horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	197,8
Sulfuro de Hidrógeno H₂S		
Umbral de olor	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	6,92
Amoniaco NH₃		
Umbral de olor	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	14,34

4.3 DATOS METEOROLÓGICO DEL PERIODO DE MONITOREO

Gracias a la instalación de una estación automática se recolectó información sobre el comportamiento de los principales parámetros meteorológicos (precipitación, temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, entre otros) durante los diez días de monitoreo de calidad de aire comprendidos entre el 27 de Mayo y el 6 de Junio de 2008. En la Tabla 4.3 se presenta un resumen con los valores promedio diarios obtenidos durante este

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

periodo de tiempo y en el Anexo 01 puede consultarse el registro detallado de la información meteorológica arrojada por la estación.

TABLA 4.3. Condiciones meteorológicas Monitoreo de Calidad de Aire, en la Zona del Proyecto. Junio de 2008.

FECHA DE LA MEDICIÓN	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	DIRECCIÓN DEL VIENTO	PRESIÓN BAROMÉTRICA (mm Hg)	PRECIPITACIÓN (mm)
27/05/08	24,9	74,2	0,0	-	761,1	0,0
28/05/08	25,7	77,1	0,1	ENE	761,1	0,0
29/05/08	27,1	79,0	1,7	ENE	760,1	0,3
30/05/08	26,9	81,7	1,7	WSW	759,7	0,0
31/05/08	26,9	78,4	1,9	NNE	761,1	0,5
01/06/08	28,0	75,2	1,8	W	761,3	0,0
02/06/08	28,7	78,2	1,9	W	760,6	0,0
03/06/08	29,4	76,9	1,7	W	760,3	0,0
04/06/08	29,0	77,2	2,1	NNE	760,3	0,0
05/06/08	29,0	77,3	2,0	NNE	760,3	0,0
06/06/08	29,0	77,3	2,0	NNE	760,3	0,0

5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SITIOS DE MUESTREO

El muestreo se llevó a cabo en el área de influencia directa del Terminal Marítimo de la Refinería de Cartagena, la cual está ubicada en la zona industrial de Mamonal. Dentro de la industria, se ubicaron tres (3) puntos de monitoreo para la medición de los siguientes parámetros: partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 µm (PM-10), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), oxidantes fotoquímicos (O₃), hidrocarburos totales (HCT), sulfuro de hidrógeno (H₂S), amoníaco (NH₃), compuestos orgánicos volátiles (VOC`s) y los metales pesados vanadio y níquel. La ubicación exacta de estos puntos puede verse en la figura siguiente.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

Figura 5.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire ambiental. Refinería de Cartagena, Junio de 2008.



Fuente: Google Earth 2008

TABLA 5.1. Ubicación específica de la estaciones de monitoreo de Calidad de Aire. Puerto de Refinería de Cartagena, Junio de 2008.

ESTACIÓN DE MONITOREO CALIDAD DEL AIRE		COORDENADAS PLANAS (ORIGEN BOGOTÁ)	
		ESTE	NORTE
CA1	Detrás bodega DRI	844.238	1633.226
CA2	Separador API	843.561	1632.791
CA3	Patio de almacenamiento	844.108	1632.485

CA1 – Detrás bodega DRI

Estación de monitoreo ubicada al norte de la refinería, en las coordenadas planas: E 844.238 N 1.633.226; detrás de la bodega que se encuentra en la zona de contraincendios y el DRI (Departamento de responsabilidad integral). Al costado izquierdo del punto -tomando como referencia el norte- se encuentra la infantería de marina. Dadas la condiciones de localización en uno de los extremos de la refinería, la zona recibe la influencia indirecta de la vía principal Mamonal y de las industrias ubicadas al norte de la zona industrial del mismo nombre.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711



Foto 5.1 Ubicación estación de monitoreo CA1 (bodega DRI)

Punto CA2 – Separador API

Punto ubicado en las coordenadas planas: E 843.561 N 1632.79, a pocos metros del sitio donde el agua industrial de la refinería es descargada al mar – Separador API. Se utilizó una sección de andamios para elevar los equipos y una planta de generación eléctrica a 10 m de la estación de calidad del aire. En horas de la tarde, el viento proviene de la costa y por lo tanto las posibles fuentes de emisiones provienen del separador API y de las partículas suspendidas transportadas por el viento marino al pasar por el área de muelle junto con el material particulado generado por el tráfico de vehículos de la infantería de marina y del personal de seguridad de la refinería.



Foto 5.2 Ubicación estación de monitoreo CA2 (Separador API)

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

Punto CA3 – Patio de almacenamiento

El punto 3 se localizó en el parqueadero de asfalto, al lado del patio de almacenamiento, coordenadas planas: E 844.10 N 81632.485. Recibe la influencia de la vía principal a Pasacaballos, en la cual el flujo de vehículos es bastante regular a lo largo del día. Asimismo, otras fuentes probables de emisión que podrían tener incidencia sobre las mediciones son las generadas por la industria Abonos Colombianos S.A -que limita con los predios del Puerto por el costado suroccidental- y las provenientes de la planta de azufre, localizada a menos de 30 metros del punto de monitoreo.



Foto 5.3 Vista panorámica estación de monitoreo CA3



Foto 5.4 Cambio de filtro estación de monitoreo CA3

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

6 METODOLOGÍA.

6.1 DETERMINACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (PST Y PM₁₀)

Para el monitoreo de las partículas y la calibración de los equipos de muestreo de alto volumen se siguieron las recomendaciones de la Resolución No. 02308 de Febrero 24 de 1986 del Ministerio de Salud, así como las normas de la U.S. EPA contenidas en el 40 CFR Part 50, Appendix B, sobre Reference Method for the Determination of Suspended Particulate Matter in the Atmosphere (High Volume Method) y la Norma Técnica Colombiana NTC 3704 del ICONTEC.

El método consiste en hacer pasar una muestra de aire, succionada por un motor, a través de un filtro de fibra de vidrio, previamente secado y pesado, durante 24 horas con un caudal entre 40 y 60 pies cúbicos por minuto. Finalizado el tiempo de muestreo, el filtro se seca a 85°C por una hora en estufa, se lleva a temperatura ambiente en desecador de CaCO₃ y se pesa nuevamente. La diferencia de peso, es la masa (µg) neta, que dividida por el volumen de aire (m³) muestreado durante las 24 horas, determina la concentración de partículas suspendidas, expresadas µg/ m³.

Equipo

Se utilizaron equipos Hi Vol (Alto Volumen) para monitorear las PST; al inicio del muestreo, cada uno de los muestreadores de alto volumen fue calibrado mediante la utilización de un equipo marca Hi-Q Environmental Products Company, modelo HFC-XXC, el cual evita el uso de los platos perforados y manómetros de agua utilizados anteriormente.

Para el muestreo de partículas menores a 10 µm, se utilizan filtros de fibra de cuarzo y un cabezote marca Graseby Ardensen, cuya geometría de diseño, basándose en la inercia de las partículas de gran tamaño, impide que el elemento filtrante reciba material en suspensión con diámetro mayor de 10 µm.

Los equipos cuentan con un dispositivo por medio del cual se corrobora el tiempo de operación y el flujo al que trabajó durante el periodo de monitoreo. La operación de este dispositivo da como resultado cartas de flujo para cada estación las cuales se encuentran en el Anexo 03.

6.2 DETERMINACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE Y ÓXIDOS DE NITRÓGENO

Para el análisis de SO₂, NO_x se utilizó un equipo que opera mediante el sistema de burbujeo de la muestra en tubos lavadores, los cuales poseen soluciones absorbentes específicas para estos gases.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

El cálculo de la concentración en 24 horas se determina mediante el flujo de muestreo, tiempo de operación del muestreador, concentración de SO₂, NO_x en la muestra y la curva de calibración correspondiente. El flujo requerido de 0,2 L/min se logra mediante la utilización de orificios críticos, toda vez que la bomba mantenga un vacío mínimo de 500 mm de Hg.

En laboratorio se sigue el método de la Pararosanilina para el Dióxido de Azufre, el cual es absorbido en una solución de potasio o de tetracloromercurato de sodio (TCM). La muestra es acondicionada para evitar interferencias, en particular de metales y de agentes oxidantes, como ozono y óxidos de nitrógeno. La solución es tratada con formaldehído, ácido fosfórico y pararosanilina, a fin de mantener condiciones adecuadas de pH y de color. La concentración final se determina mediante colorímetro para lo cual se utiliza un espectrofotómetro marca Milton Roy 20D, a una longitud de onda a 548 nm, con un paso de luz de 1 cm.

Para los NO_x se aplica el método Griess-Saltzman modificado, en el cual se utiliza un reactivo para formar un colorante Azo; el color obtenido en la muestra es medido también en espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nm.

Calibración del Equipo

Los equipos de muestreo de gases deben ser calibrados para obtener un flujo que se ajuste a la tasa recomendada (entre 180 y 220 ml/min), a efecto de lograr muestras representativas.

El procedimiento consiste en conectar un dispositivo electrónico, al cual se conecta el tren de succión del equipo, y a través de una lectura digital se corrobora y gradúa el flujo de succión del equipo. En el Anexo 04 se encuentra el certificado de calibración de este equipo.

6.3 DETERMINACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO

El método de referencia para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente, es el de absorción infrarroja por medio de un fotómetro no dispersivo, EPA 40 CFR Pt. 50 App.C.

El método de referencia se basa en la capacidad que tiene el monóxido de carbono para absorber la energía de determinadas longitudes de onda y consiste en medir la radiación infrarroja absorbida por el monóxido de carbono mediante un fotómetro no dispersivo.

En este método la radiación infrarroja se hace pasar a través de una celda que contiene el gas de muestra que se desea analizar, y la absorción cuantitativa de energía por el CO es medida por un detector apropiado en un fotómetro no dispersivo.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

Para determinar la concentración de monóxido de carbono en la muestra conforme al método de referencia, se ajusta la sensibilidad del fotómetro a la capacidad de absorción de energía del monóxido de carbono, empleando monóxido de carbono patrón, ya sea en el detector o en una celdilla de filtración en el trayecto óptico, determinando así las longitudes de onda de interés.

La absorción registrada en el fotómetro es convertida en una señal eléctrica de salida, la cual tiene una correspondencia con la concentración de monóxido de carbono contenido en la muestra de aire.

Equipo Utilizado

Descripción: Para la evaluación de la concentración de Monóxido de Carbono (CO) se empleó el equipo: ANALIZADOR DE MONÓXIDO DE CARBONO AMBIENTAL (AMBIENT CO ANALYZER) MODEL 40. Marca Thermo Environmental Instruments Inc.

Método de Operación:

- Fotometría Infrarroja No Dispersiva

Especificaciones del Equipo:

- Método de análisis: Fotometría infrarroja no dispersiva
- Rangos de Medición: 0-1,2, 3, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 ppm
- Límite mínimo detectable: 0.10 ppm
- Precisión: +/- 0.1 ppm
- Tasa de flujo: 0.5-2 Litros/minuto
- Temperatura de operación: Preferiblemente debe operarse en el rango de 15 a 35°C (Puede ser operado de manera segura en el rango de 5 a 45°C)
- Requerimiento de energía: 105-125 VAC, 60 Hz
220-240 VAC, 50 Hz
100 Watts
- Dimensiones: Ancho 43.18 cm., Altura = 1.90 cm., Largo 58.42 cm.
- Peso: 20.41 Kg

Los analizadores de monóxido de carbono se calibran al iniciar su funcionamiento y cada tres meses con un procedimiento de puntos múltiples, el cual consiste en chequear con diferentes concentraciones de CO, incluida la concentración cero, una linealidad adecuada en la respuesta de los monitoreos y por lo tanto darle validez a la interpolación de valores en la operación normal del equipo.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

6.4 DETERMINACIÓN DE OZONO (O₃)

El método para determinar la concentración de ozono en aire ambiente, es el de fotometría de absorción ultravioleta y se basa en el principio fotométrico de la absorción de luz en el rango de la radiación ultravioleta por el ozono. Este método es equivalente al método de referencia, el cual es el de Quimioluminiscencia con etileno, EPA 40 CFR Pt. 50 App.D.

La concentración de ozono es determinada por atenuación de la radiación ultravioleta de 254 nm de longitud de onda al pasar por la celda de muestreo, llena con el aire en análisis.

Se emplean dos celdas, una con el gas de la muestra a analizar y otra con aire de referencia (el mismo aire a analizar se trata con un conversor selectivo que elimina sólo el ozono, por ejemplo, el ozono se convierte catalíticamente a oxígeno).

Los detectores miden la intensidad de la luz transmitida a través de cada celda. Hay otros compuestos que absorben la radiación ultravioleta de 254 nm, tal como SO₂, aromáticos, etc., que es corregida con la comparación con la celda de referencia donde se elimina el ozono.

El instrumento determina la concentración de ozono calculando la atenuación de la luz en las dos celdas. Hay un control continuo de cambios de temperatura y presión para corregir los cambios registrados de esos parámetros en el ambiente.

Equipo utilizado

Descripción:

El analizador de ozono modelo 49C es un equipo que utiliza la capacidad de absorción de luz UV por parte del O₃, para determinar la concentración de este contaminante en una muestra de aire. Este instrumento ha sido diseñado bajo los requerimientos de la EPA según lo establecido en el Código de Regulaciones Federales (CFR por sus siglas en inglés), título 40, parte 53.

Método de Operación:

El modelo 49C está basado en el principio de que las moléculas de ozono absorben luz UV a una longitud de onda de 254 nm. El grado en el cual la luz UV es absorbida esta directamente relacionado con la concentración de ozono, como se describe en la ley de Beer-Lambert:

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

$$\frac{I}{I_o} = e^{-KLC}$$

Donde:

K = Coeficiente de absorción molecular, 308 cm⁻¹ (a 0°C y 1 atm).

L = Longitud de la celda, 38 cm.

C = Concentración de ozono en partes por millón (ppm).

I = Intensidad de la luz ultravioleta de la muestra con ozono (Gas muestra)

I_o = Intensidad de la luz UV de la muestra sin ozono (Gas referencia)

La muestra es atraída hacia la unidad a través del puerto SAMPLE y es dividido en dos corrientes de flujo. Una de las corrientes fluye a través de un removedor de ozono para convertirse en el Gas referencia (I_o). Este gas fluye hasta la válvula solenoide de referencia. El Gas muestra (I) fluye directamente hasta la válvula solenoide de muestreo. Las válvulas solenoides alternan las corrientes de Gas referencia y muestra entre las celdas cada 10 segundos.

Las intensidades de luz UV en cada celda son medidas por dos detectores. El modelo 49C calcula la concentración de ozono para cada celda e ilustra la concentración promedio por la pantalla en el panel frontal, y al mismo tiempo transmite estos valores a través de las salidas análogas.

Especificaciones del Equipo:

- Rangos Preprogramados: 0-0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 ppm., 0-0.1, 0.2, 0.4, 1, 2, 4, 10, 20, 40, 100, 200, 400 mg/m³.
- Rangos Personalizados: 0-0.05 a 200 ppm.
0-0.1 a 400 mg/m³.
- Limite detectable más bajo: 1 parte por billón (ppb).
- Tiempo de respuesta: 20 segundos.
- Precisión: 1 ppb.
- Tasa de flujo de muestra: 1 – 3 litros/minuto.
- Temperatura de operación: 20 – 30°C (Puede ser operado de manera segura en el rango de 0 a 45°C).
- Requerimientos de energía: 90 – 110 VAC a 50/60 Hz
105 – 125 VAC a 50/60 Hz
210 – 250 VAC a 50/60 Hz
150 Watts.
- Dimensiones Físicas: Ancho = 42.55 cm, Alto = 21.89 cm, Largo = 58,42 cm.
- Peso: 15,88 kg.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

El procedimiento de calibración para el analizador de ozono esta establecido por la EPA en el Código de Regulaciones Federales (CFR por sus siglas en inglés), título 40, parte 50, apéndice D. Éste se basa en la evaluación fotométrica de concentraciones de ozono en un sistema de flujo dinámico. Para esto, se utiliza un sistema de calibración UV, el cual consiste en un generador de ozono, un fotómetro, y una fuente de aire Zero.

En primera instancia, se ajusta el cero utilizando la fuente de aire Zero e inhabilitando el generador de ozono. Se registra la lectura de aire zero en el equipo después de que ésta se estabilice. El siguiente paso consiste en alimentar el equipo con una concentración de ozono equivalente al 80% del valor superior del rango establecido (ej: 0.4 ó 0.8 ppm para los rangos de 0.5 y 1.0 ppm respectivamente). Se espera a que el equipo muestre una lectura estable de esta concentración de ozono y se registra en el equipo. Luego, se repite este procedimiento para al menos 5 diferentes concentraciones. Con estos valores, se traza una curva y se evalúa su linealidad.

6.5 DETERMINACIÓN DE HIDROCARBUROS TOTALES EXPRESADOS COMO METANO

En la determinación de Hidrocarburos Totales dados como Metano (HCT) se siguió el Método 25 A de La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA., el cual es exigido en el Artículo 13 de la Resolución 1208 del DAMA.

Este método es aplicable para la determinación de la concentración total de vapores orgánicos constituidos principalmente de alcanos, alkenos y/o arenos (hidrocarburos aromáticos). La concentración es expresada en términos de propano (o del gas orgánico de calibración apropiado) o en términos de carbono.

El principio del método consiste en extraer una muestra de gas de la fuente a través de una línea de muestra precalentada y un filtro de fibra de vidrio hasta llegar a un analizador de ionización de llama (FID). Los resultados son reportados como concentración en volumen equivalentes al gas de calibración o como carbonos equivalentes.

Equipo utilizado

Para la evaluación de Hidrocarburos Totales dados como Metano se empleó el equipo: HEATED HYDROCARBON ANALYZER MODEL 300 HFID "HEATED HYDROCARBON ANALYZER" marca California Analytical Instruments, Inc.

Descripción:

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

- El CAI Heated Total Hydrocarbon Analyzer modelo 300 HFID está diseñado para medir continuamente la concentración total de hidrocarburos en una muestra de gas, este contiene una bomba de muestreo interna precalentada y un horno precalentado con temperatura ajustable. Todos los componentes en contacto con la muestra son mantenidos a temperatura ajustable para prevenir la condensación.

Método de Operación:

- El Modelo 300 HFID usa un Detector de Ionización de Llama (FID) método para determinar la concentración de Hidrocarburos Totales en una muestra de gas. El analizador tiene un horno ajustable (60°C a 200°C) el cual contiene una bomba calentada y un quemador en el cual una pequeña llama es elevada y sostenida por flujos regulados de aire e hidrógeno puro o una mezcla de (40% de Hidrógeno – 60% de Helio). Cuando la muestra de gas es introducida al quemador, este es ionizado en la llama y el campo electrostático causa la carga de partículas (iones) que migran hacia los respectivos electrodos. La migración crea una pequeña corriente entre los electrodos. Esta corriente es medida por el electrómetro de precisión y es directamente proporcional a la concentración de Hidrocarburos en la muestra.

Especificaciones del Equipo:

- Método de análisis: Detector de Ionización de Llama (FID)
- Resolución: 0,01 ppm Carbón (bajo rango)
- Rata de flujo de muestreo: con bomba = 3,0 Litros/minuto, $\pm 1,5$ Litros/minuto.
- Filtro interno de muestreo: Reemplazable de 0,1 micrones
- Control de flujo: controlador electrónico de presión proporcional
- Requerimientos de combustible: (40% de Hidrógeno – 60% de Helio) (100 cc/min) o 100% de Hidrógeno (30 cc/min), presión de entrada de combustible 25 PSIG.
- Requerimientos de aire: menos de 1 ppm de carbono purificado o aire sintético (200 cc/min). presión de entrada de aire 25 PSIG.
- Temperatura ambiente: 5°C – 45°C
- Calentamiento: 1 hora.
- Peso: 50 lbs. (22 kg).

En la calibración del equipo analizador de Hidrocarburos Totales modelo 300 HFID se emplearon gases certificados suministrados por la empresa Cryogas:

- Propano = 25,0 ppm
- Aire zero = 0,0 ppm

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

6.6 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES – VOC´S

La muestra de aire ambiental del punto de interés, es capturada “in situ”, utilizando para ello una cápsula de carbón activado. La metodología estandarizada aplicada para el muestreo en campo y determinación de los VOC´s en laboratorio es la 18 de la EPA. El método es usado para determinar la concentración de compuestos orgánicos volátiles. Los siguientes compuestos pueden ser determinados por este método: Benceno, Etilbenceno, Tolueno, Xilenos, utilizando la técnica cromatografía de gases, detector FID, inyección directa.

El análisis en laboratorio se realiza inyectando una fracción de la muestra, al cromatógrafo de gases que mediante una columna cromatográfica y un programa de temperatura específico, separa los compuestos orgánicos que son determinados y cuantificados por un detector FID.

Equipo

- Bomba de gas

Para la captura del analito de interés en carbón activado se utilizó una bomba de muestreo marca Industrial Scientific Modelo SP 202 con capacidad de bombeo de 0.2 L/min.

- Cromatógrafo

Para el análisis en laboratorio se utilizó un cromatógrafo de gases VARIAN 3300 con detector FID.

6.7 VANADIO

Los filtros procedentes de los muestreadores de alto volumen son procesados mediante digestión ácida, para la solubilización de los metales capturados como material particulado en suspensión. Su determinación se realizó aplicando la técnica de Absorción Atómica siguiendo el método directo de llama de oxido nitroso-acetileno. Esta metodología es normalizada y específica para la obtención de la concentración de Vanadio, EPA 7910.

6.8 AMONIACO

Para la determinación de amoniaco se utilizó el equipo AMONIA METER/DATA LOGGER MODELO Z-800DL, el cual tiene las siguientes especificaciones técnicas:

- Nominal Range: 0-50 ppm
- Max Range: 200 ppm

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

- Resolution: 0.1 ppm
- Response Time: <180 sec.
- Baseline Range: 0 a 2 ppm
- Max. Zero Drift: 5 ppm
- Operating Temperature -25 a + 30°C
- Pressure Range Atm ±10%
- Relative Humidity Range: 15-90 % non-condensing
- Alarm Audible, 80dB

6.9 SULFURO DE HIDRÓGENO

Para la determinación de sulfuro de hidrógeno se utilizó el equipo DETECTOR PULSAR PLUS DE H₂S cuyas especificaciones se resumen a continuación:

- Rango: 200 ppm de H₂S
- Resolución: 1 ppm de H₂S
- Repetibilidad: +/- 2 ppm de H₂S o 10% de la lectura, lo que sea mayor
- Tiempo de Respuesta: 90% de la lectura final en 60 segundos (rango de temperatura normal).

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

7. RESULTADOS DEL MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE.

7.1 PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)

Los resultados promedio y las máximas diarias de material particulado, registrados para las seis estaciones de monitoreo, se resumen en la Tabla y Figura 7.1.

TABLA 7.1 Valores de Partículas Suspendidas Totales (PST) frente a la Normatividad. Monitoreo de Calidad de Aire Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.

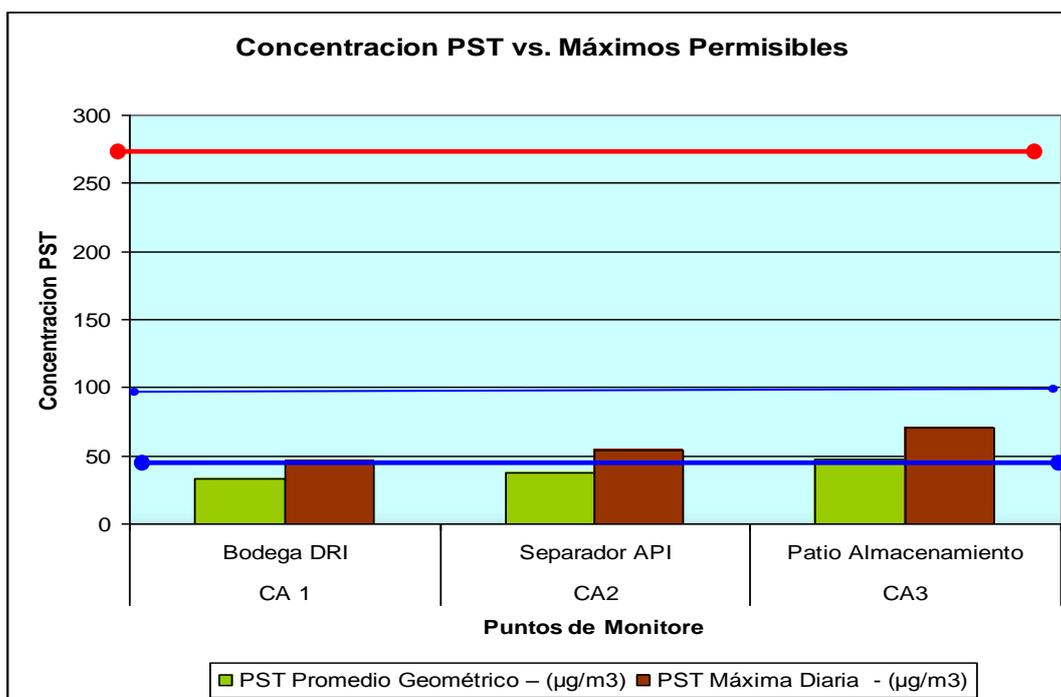
Parámetro	Punto de Monitoreo			Límites Máximos Permisibles Res 601/2006 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	CA 1 Bodega DRI	CA2 Separador API	CA3 Patio Almacenamiento	
PST Promedio Geométrico - ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	33.59	37.61	47.12	98.92
PST Máxima Diaria - ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	46.68	54.13	71.12	296.76

La Tabla 7.1 muestra que las concentraciones de PST, en todos los casos, se encuentran por debajo de los niveles máximos de inmisión anual y 24 horas definidos por la Resolución 0601 de 2006 del MAVDT. Asimismo, la Tabla en mención, permite apreciar que el punto que registra la mayor concentración de PST es el Patio de Almacenamiento, donde el promedio geométrico alcanzó una concentración de $47.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y la Máxima Diaria de $71.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$; concentraciones que no obstante, se encuentran sensiblemente por debajo de la Norma Local Anual y la Norma Local Máxima Diaria cuyos valores son de $98,92$ y $296,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Por otra parte, la Figura 7.1 presenta la comparación gráfica de las concentraciones obtenidas en cada una de las tres estaciones de monitoreo con las respectivas Normas Locales Ajustadas (Anual y Máxima Diaria). Una rápida observación de este gráfico, permite confirmar que en ninguno de los puntos de monitoreo las concentraciones obtenidas sobrepasan los niveles máximos de inmisión definidos por la normatividad vigente (líneas roja y azul según la Res 601/2006) y por lo tanto, puede concluirse que actualmente la calidad del aire local no presenta ninguna afectación directa asociada con la emisión de (PST) en el área de la refinería.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

FIGURA 7.1. Concentración de Partículas Totales en Suspensión (PST) en los puntos de monitoreo y su comparación con los niveles máximos de inmisión. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.



7.2 PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN SU FRACCIÓN RESPIRABLE PM₁₀

En la Tabla y Figura 7.2, se presentan los resultados de las concentraciones obtenidas para el promedio aritmético y la máxima diaria de material particulado menor de 10 micras (PM₁₀) en cada una de las tres (3) estaciones de monitoreo instaladas en el área de estudio.

TABLA 7.2. Valores de PM-10 frente a la Normatividad. Monitoreo de Calidad de Aire. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.

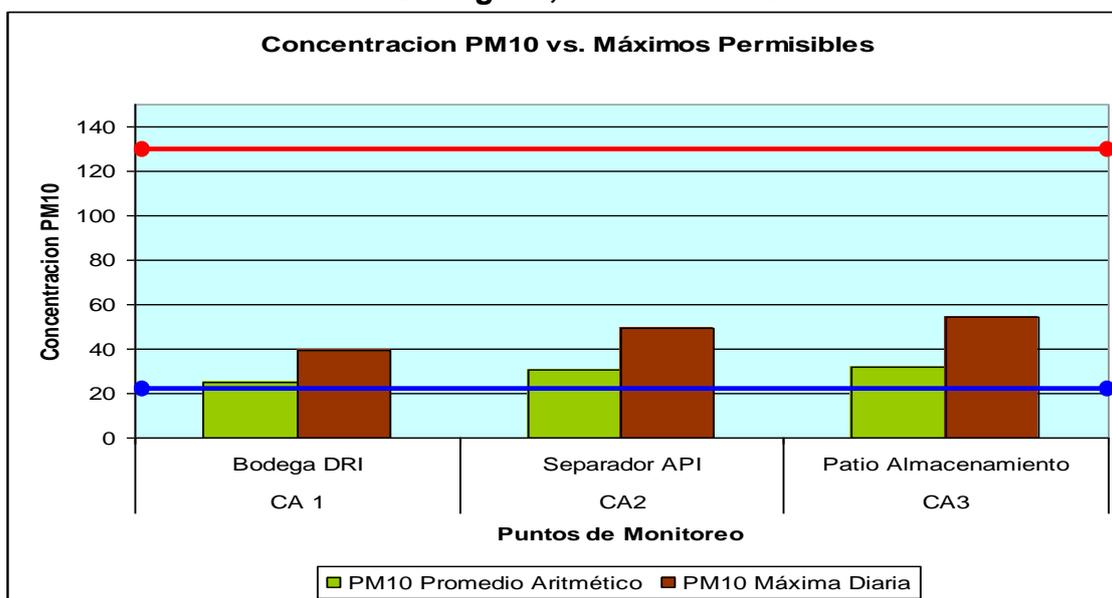
Parámetro	Punto de Monitoreo			Límites Máximos Permisibles Res. 601/2006 (µg/m ³)
	CA 1 Bodega DRI	CA2 Separador API	CA3 Patio Almacenamiento	
PM ₁₀ Promedio Aritmético (µg/m ³)	24.95	30.93	31.70	69.24
PM ₁₀ Máxima Diaria (µg/m ³)	39.58	49.39	54.32	148.38

La Tabla 7.2 permite apreciar los resultados del cálculo de la concentración de PM₁₀ en cada una de las seis estaciones de monitoreo ubicadas en el área de influencia del Puerto de la Refinería de Cartagena. Las concentraciones de PM₁₀, en todos los casos, se encuentran por debajo de los niveles máximos de

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

inmisión anual y 24 horas definidos por la Resolución 0601 de 2006 del MAVDT; sin embargo se puede apreciar que la mayor concentración de PM₁₀ se presentó en la patio de almacenamiento (Punto de CA N° 3), donde el promedio aritmético alcanzó una concentración de 31,7 µg/m³ y la Máxima Diaria de 54,32 µg/m³; registros que no obstante, se encuentran sensiblemente por debajo de la Norma Local Anual y la Norma Local Máxima Diaria respectivamente. Dicha Norma corresponde a 69.24 µg/m³ para el máximo anual, representado en la línea azul, y 148.38 µg/m³ para el promedio aritmético máximo anual permisible (línea roja).

FIGURA 7.2. Concentración de PM-10 en los puntos de monitoreo y su comparación con los niveles máximos de inmisión. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.



7.3 ÓXIDOS DE NITRÓGENO

En la Tabla 7.3, se puede observar el promedio aritmético y el nivel máximo diario de los Óxidos de Nitrógeno, detectados en las estaciones instaladas en el área de influencia del Puerto y la Refinería.

TABLA 7.3. Valores de NO₂ frente a la Normatividad. Monitoreo de Calidad de Aire Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.

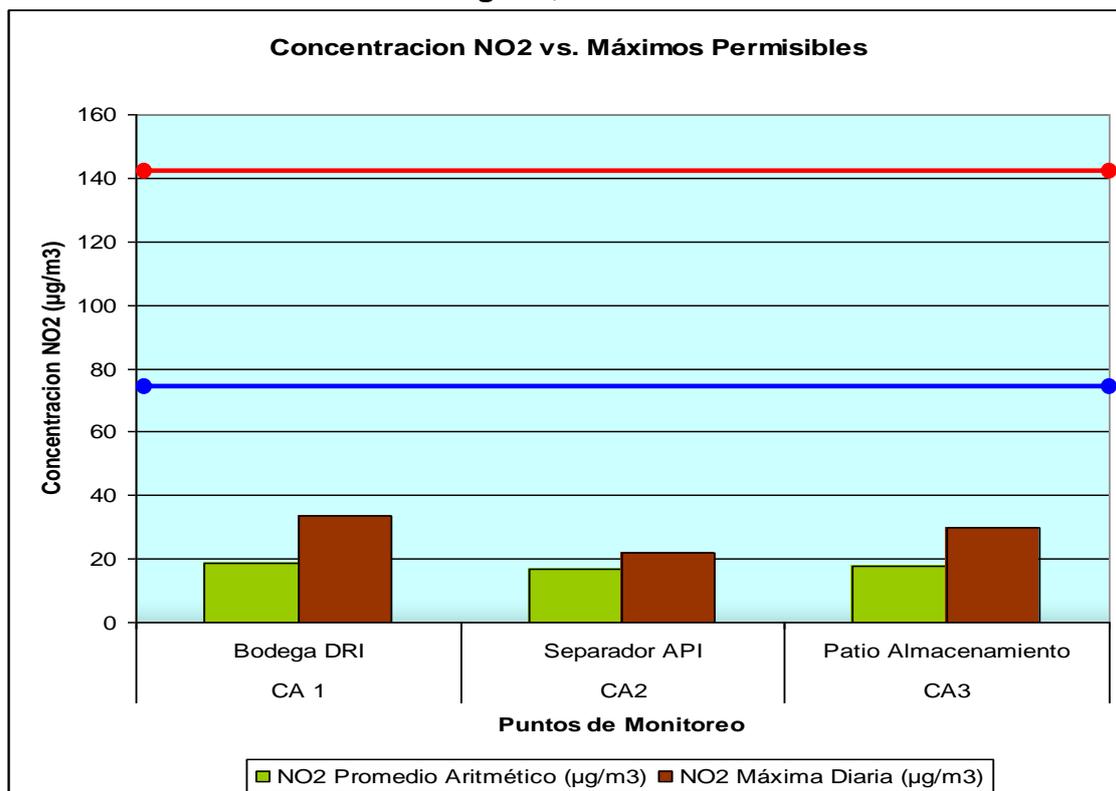
Parámetro	Punto de Monitoreo			Límites Máximos Permisibles Res. 601/2006 (µg/m ³)
	CA1 Bodega DRI	CA2 Separador API	CA3 Patio Almacenamiento	
NO ₂ Promedio Aritmético (µg/m ³)	18.83	16.85	17.54	98.92
NO ₂ Máxima Diaria (µg/m ³)	33.52	21.77	29.86	148.38

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

Los resultados de la determinación de Óxidos de Nitrógeno mediante el método de Griess-Saltzman se presentan en la Tabla 7.3, en la cual se aprecia que las concentraciones del promedio aritmético obtenidas en los tres puntos de monitoreo, se encuentran por debajo de los niveles máximos de inmisión anual y 24 horas definidos por la Resolución 0601 de 2006 del MAVDT. Cabe resaltar que la mayor concentración del contaminante en análisis se presentó en la Bodega DRI con un promedio aritmético de $18.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que en todo caso es inferior a la Norma Local Anual de $98,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones de Óxidos de Nitrógeno en 24 horas presentan un comportamiento similar al encontrado para el promedio aritmético con valores en el rango de $21.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Separador API) a $33.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bodega DRI) que cumplen, en todos los casos, con la Norma Local Máxima Diaria de $148,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

FIGURA 7.3. Concentración de NO₂ en los puntos de monitoreo y su comparación con los niveles máximos de inmisión. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.



Por otra parte, La Figura 7.3 permite verificar que existe un amplio cumplimiento de los niveles máximos permisibles de inmisión: Norma Local Anual (línea azul) y Norma Máxima Diaria (línea roja), en cada uno de los tres puntos de monitoreo ubicados dentro del área de influencia del PUerto. Por lo tanto, es posible concluir que actualmente no existe afectación de la calidad de

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

aire ambiental ni de la salud humana relacionada con la emisión de Óxidos de Nitrógeno debido a que en ningún caso fueron sobrepasadas las concentraciones máximas reglamentadas por la Resolución 0601 de 2006 del MAVDT.

7.4 DIÓXIDO DE AZUFRE

En la Tabla y Figura 7.4, se resumen los resultados de las concentraciones del promedio aritmético y la máxima diaria de Dióxido de Azufre (SO₂), determinadas en las estaciones de monitoreo seleccionadas en el área de influencia de la refinería.

TABLA 7.4. Valores de Dióxido de Azufre frente a la Normatividad. Monitoreo de Calidad de Aire refinería de Cartagena. Junio de 2008.

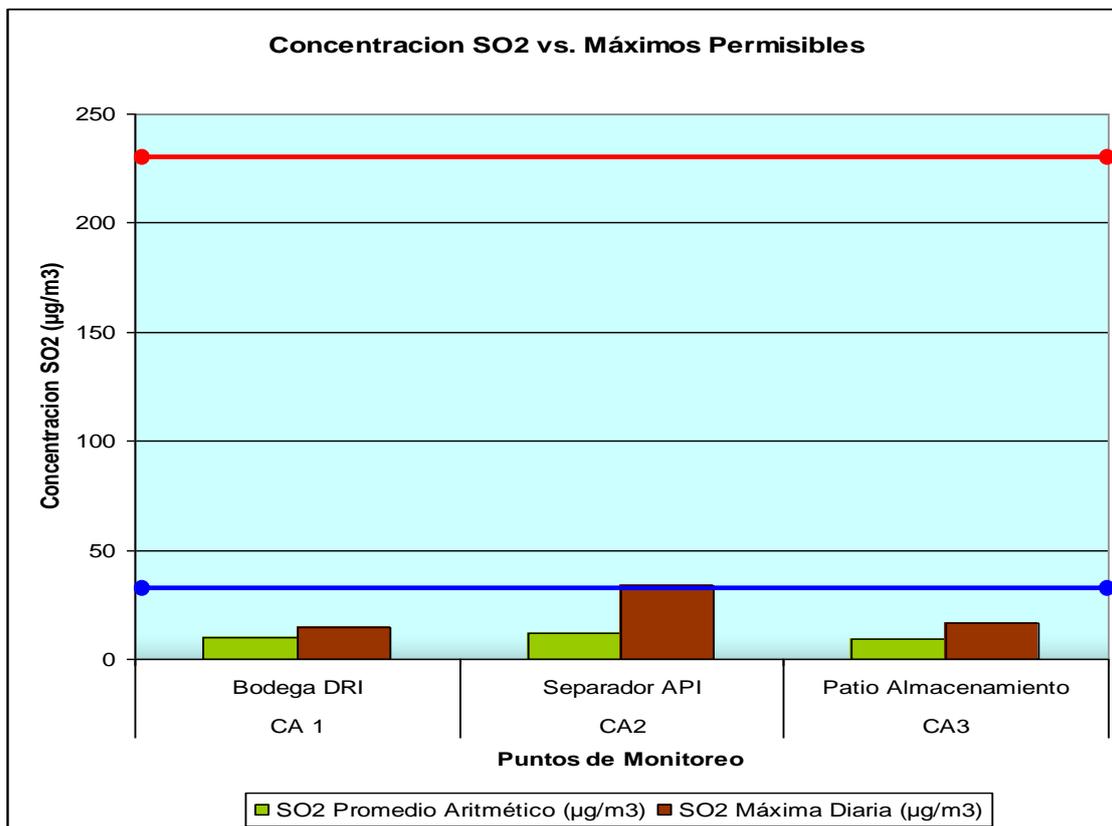
Parámetro	Punto de Monitoreo			Límites Máximos Permisibles Res 601/2006 (µg/m ³)
	CA1 Bodega DRI	CA2 Separador API	CA3 Patio Almacenamiento	
SO ₂ Promedio Aritmético (µg/m ³)	10.01	12.06	9.61	79.14
SO ₂ Máxima Diaria (µg/m ³)	14.63	34.10	16.74	247.3

En concordancia con la Tabla 7.4, se aprecia que los valores de la concentración anual –promedio aritmético– en los tres puntos de monitoreo analizados cumplen con lo establecido la Norma Local Anual ajustada, dado que, en todos los casos, los registros se sitúan por debajo de los 79,14 µg/m³. En general, el comportamiento detectado para el Dióxido de Azufre coincide con los bajos niveles de emisión de PST y PM₁₀ hallados para los mismos puntos, ya que estos dos contaminantes por lo general están asociados. En este orden de ideas, los resultados demuestran que actualmente existen buenos niveles de calidad de aire en la zona de estudio y en especial que no hay impactos negativos sobre recurso asociados con la emisión de SO₂.

Por otra parte, la Figura 7.4, muestra que las concentraciones máximas diarias de SO₂ están en todos los casos por debajo de los niveles máximos de inmisión definidos (línea azul y línea roja) por la Resolución 0601 de 2006.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

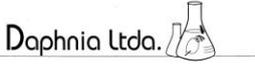
FIGURA 7.4. Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂) en los puntos de monitoreo y su comparación con los niveles máximos de inmición. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.



Finalmente, la Figura 7.4 permite verificar el amplio cumplimiento de la Norma Local Anual y la Norma Local Máxima Diaria en cada una de las tres estaciones de monitoreo de calidad de aire ubicadas en el área de influencia del puerto. Con base en ello, es posible concluir entonces que el recurso aire de la zona de estudio actualmente no presenta contaminación por Dióxido de Azufre (SO₂) ya que todos los resultados cumplen ampliamente con los estándares de emisión definidos en la Resolución 0601 de 2006 del MAVDT.

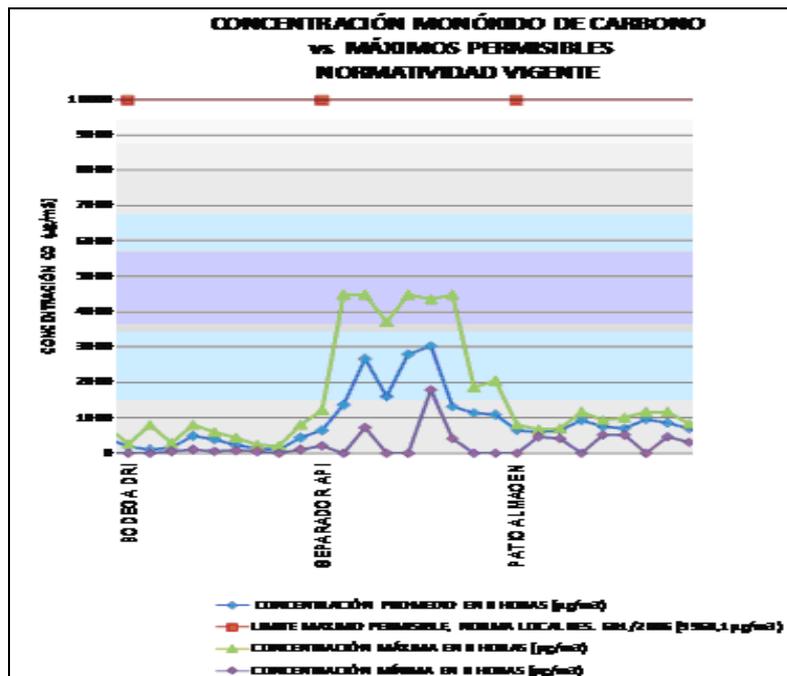
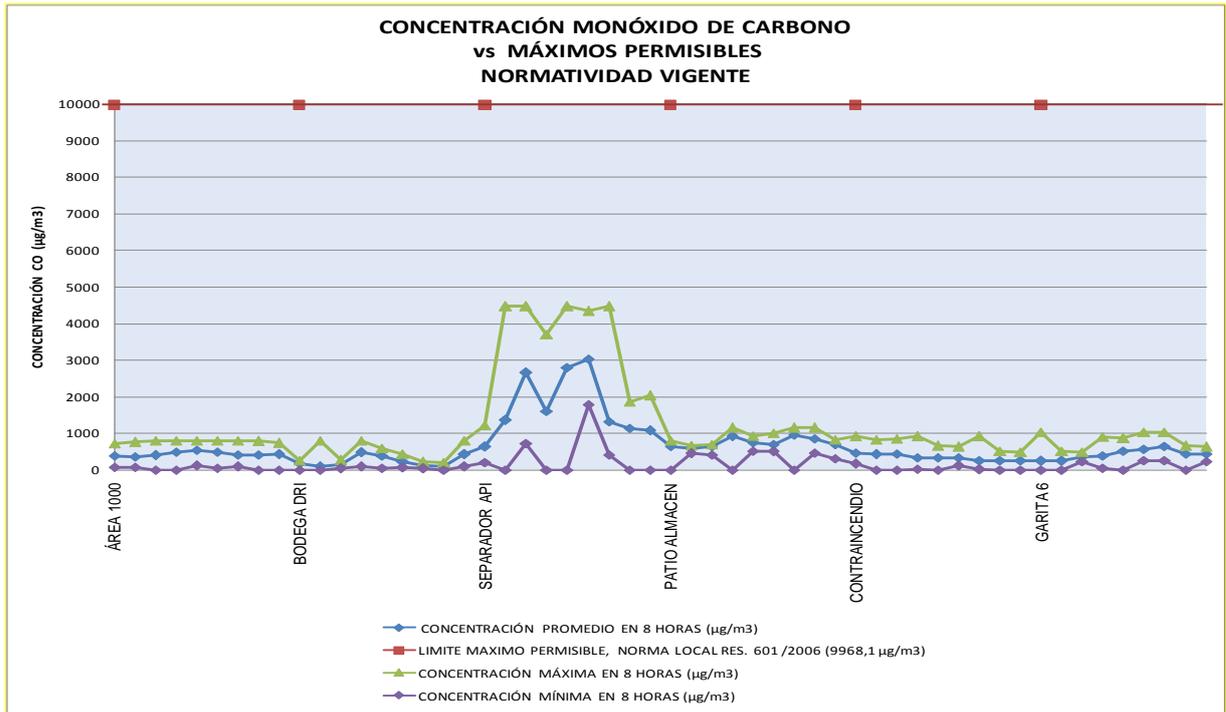
7.5 MONÓXIDO DE CARBONO

La Figura 7.5 presenta los resultados de la medición continua de la concentración de monóxido de carbono realizada durante tres días con intervalos de ocho horas en cada uno de los tres puntos de monitoreo ubicados en el área de influencia del Puerto de la refinería de Cartagena. Tal como lo muestra la figura en mención, las concentraciones promedio y máximas no sobrepasaron, en ningún caso, los niveles máximos de inmición (línea roja)

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	

definidos por la Resolución 0601 de 2006 del MAVDT verificándose, por lo tanto, el amplio cumplimiento de la normatividad vigente.

FIGURA 7.5. Resultados de Concentración de Monóxido de Carbono (CO) registro en intervalos de ocho horas. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.



	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

Tabla 7.5. Concentraciones máximas, mínimas y promedio para monóxido de carbono (CO) en ocho horas. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.

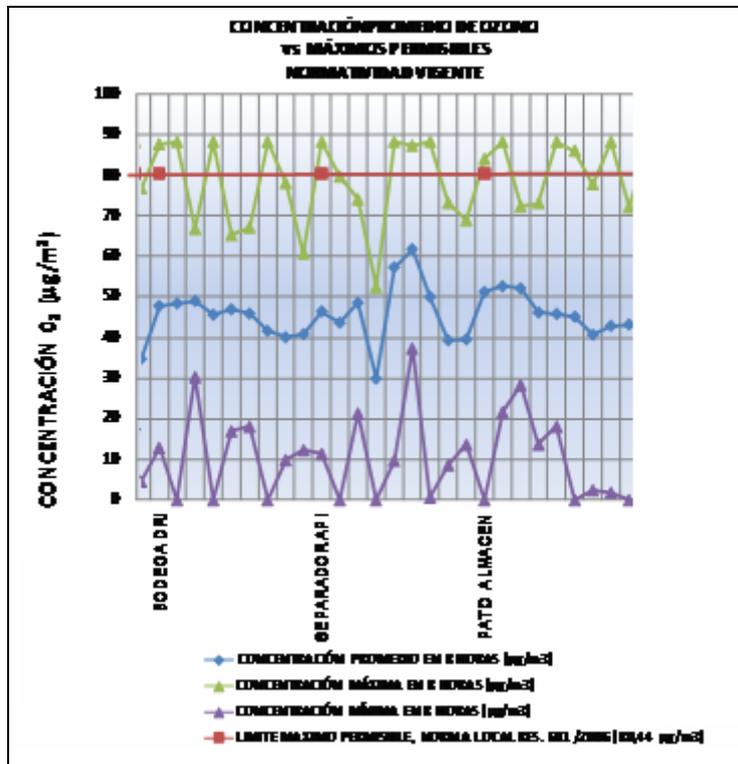
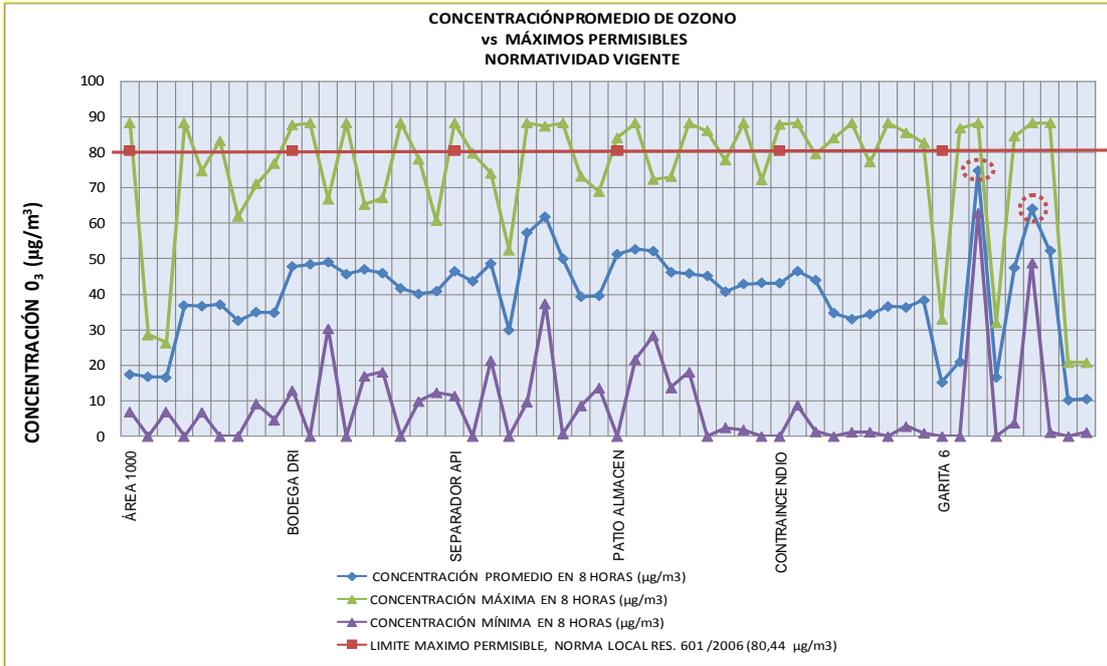
Punto de Monitoreo	Fecha (d/m/a hh:mm)	Parámetro Monóxido de Carbono			Límite Máximo Permissible Res. 6010/2006 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Concent. Promedio en 8 hrs	Concent. Máx en 8 hr	Concent. Mín en 8 hrs	
Bodega DRI	27/05/2008 16:00:00	176.60	252.10	0.00	9968.12
	28/05/2008 00:01:26	78.96	801.11	0.00	
	28/05/2008 08:02:51	148.97	262.12	33.60	
	28/05/2008 16:00:00	473.09	801.11	86.15	
	29/05/2008 00:01:26	382.82	594.13	39.92	
	29/05/2008 08:02:51	223.08	424.98	53.06	
	29/05/2008 16:05:00	117.27	216.32	32.08	
	30/05/2008 00:06:24	94.53	202.57	0.00	
Separador API	30/05/2008 08:07:49	420.02	801.11	85.24	9968.12
	07/06/2008 15:17:00	626.37	1217.30	202.88	
	07/06/2008 23:18:00	1357.57	4463.34	0.00	
	08/06/2008 08:18:51	2651.58	4463.34	710.11	
	08/06/2008 15:20:00	1602.92	3698.14	0.00	
	08/06/2008 23:21:00	2796.06	4463.34	0.00	
	09/06/2008 08:21:51	3030.64	4335.79	1785.31	
	09/06/2008 15:22:00	1322.69	4463.34	405.76	
Patio Almacén	09/06/2008 23:23:02	1130.11	1866.48	0.00	9968.12
	10/06/2008 08:23:55	1072.01	2028.81	0.00	
	31/05/2008 10:55:00	635.07	801.11	0.00	
	31/05/2008 18:56:26	581.25	663.15	443.37	
	01/06/2008 02:57:51	633.46	698.17	406.37	
	01/06/2008 11:00:00	913.42	1144.45	0.00	
	01/06/2008 19:01:24	745.92	923.60	502.66	
	02/06/2008 03:02:49	685.28	1001.69	495.47	
02/06/2008 11:00:00	943.80	1144.45	0.00		
02/06/2008 19:01:24	840.03	1143.86	451.24		
03/06/2008 03:02:49	691.62	828.18	304.39		

De otro lado, la Tabla 7.5 presenta de forma detallada las concentraciones promedio, máximas y mínimas obtenidas en los tres puntos de monitoreo ubicados en los predios del Puerto y la Refinería de Cartagena. La interpretación simultánea de esta Tabla y la Figura 7.5 permite comprobar el amplio cumplimiento de la norma de calidad de aire local $9968,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

7.6 OZONO (O_3)

La Figura 7.6 presenta los resultados de las mediciones continuas de ozono (O_3) realizadas durante tres días -con intervalos de ocho horas- en cada uno de los tres puntos de monitoreo de calidad de aire. Tal como lo muestra la figura en mención, las concentraciones promedio no sobrepasaron en ningún caso la norma local de 80,44 ppm definida por la Resolución 601 de 2006 del MAVDT, con lo cual se evidencia el amplio cumplimiento de la normatividad vigente.

FIGURA 7.6. Resultados de Concentración de Ozono (O₃) registro continuo en ocho horas. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.



	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	

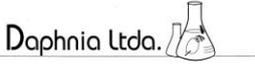
Asimismo, la Figura 7.6 permite apreciar que algunas concentraciones máximas de ozono en ocho horas sobrepasan el límite normativo, sin embargo, es importante anotar que dicho límite es comparable tan sólo con la concentración promedio y por lo tanto los resultados obtenidos cumplen con la normatividad vigente. De otro lado, no existe evidencia de una afectación directa de la salud humana o de la calidad del aire ambiental en esta zona específicamente.

Tabla 7.6. Concentraciones máximas, mínimas y promedio para Ozono (O₃) en ocho horas. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.

Punto de Monitoreo	Fecha (d/m/a hh:mm)	Parámetro Ozono (O ₃)			Límite Máximo Permissible Res 601/2006
		Concentr. Promedio en 8 horas	Concentración Máxima en 8 horas	Concentración Mínima en 8 horas	
Bodega DRI	27/05/2008 16:00:00	47.82	87.70	12.92	80.4
	28/05/2008 00:01:26	48.44	88.29	0.00	
	28/05/2008 08:02:51	49.03	66.75	30.34	
	28/05/2008 16:00:00	45.62	88.29	0.00	
	29/05/2008 00:01:26	46.99	65.27	16.98	
	29/05/2008 08:02:51	45.93	67.16	18.11	
	29/05/2008 16:05:00	41.64	88.29	0.00	
	30/05/2008 00:06:24	40.08	78.02	9.86	
Separador API	30/05/2008 08:07:49	40.85	60.77	12.32	80.4
	07/06/2008 15:17:00	46.45	88.29	11.39	
	07/06/2008 23:18:00	43.66	79.74	0.00	
	08/06/2008 08:18:51	48.61	74.04	21.36	
	08/06/2008 15:20:00	29.88	52.39	0.00	
	08/06/2008 23:21:00	57.34	88.29	9.70	
	09/06/2008 08:21:51	61.82	87.31	37.35	
	09/06/2008 15:22:00	50.02	88.29	0.72	
Patio Almacén	09/06/2008 23:23:02	39.31	73.21	8.61	80.4
	10/06/2008 08:23:55	39.56	68.91	13.64	
	31/05/2008 10:55:00	51.25	84.03	0.00	
	31/05/2008 18:56:26	52.64	88.29	21.63	
	01/06/2008 02:57:51	52.13	72.33	28.63	
	01/06/2008 11:00:00	46.17	73.14	13.67	
	01/06/2008 19:01:24	45.85	88.29	18.10	
	02/06/2008 03:02:49	45.15	86.07	0.00	
	02/06/2008 11:00:00	40.70	77.79	2.47	
	02/06/2008 19:01:24	42.88	88.29	1.85	
	03/06/2008 03:02:49	43.22	72.23	0.00	

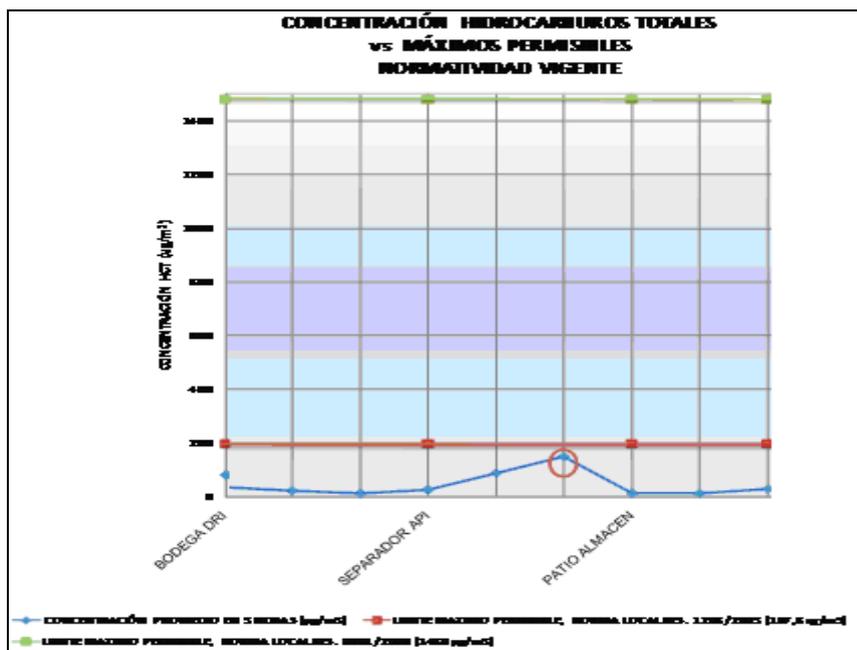
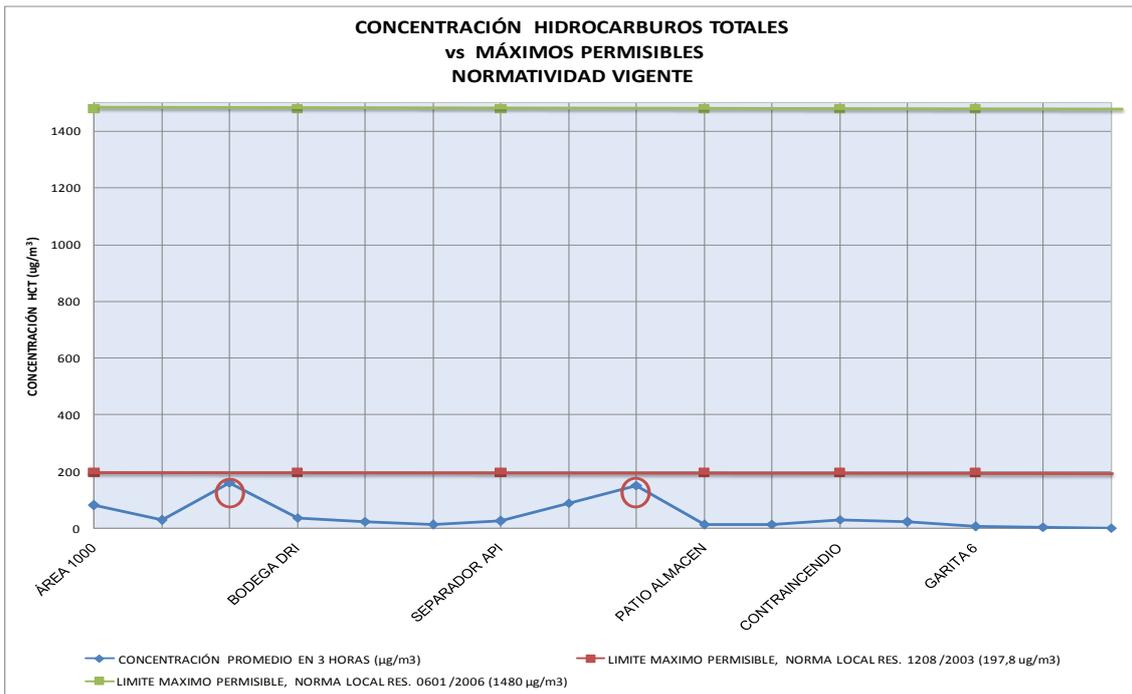
7.7 HIDROCARBUROS TOTALES (HCT)

La Figura 7.7 muestra las concentraciones de Hidrocarburos Totales en promedios de tres horas obtenidas en cada uno de los tres puntos de monitoreo de calidad de aire instalados al interior de los predios del Puerto. A la luz de esta gráfica, se aprecia que ninguno de los valores obtenidos supera el estándar máximo permisible de 197,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ definido por la Resolución 1203 del DAMA para un tiempo de exposición de tres horas. La concentración máxima del parámetro analizado (que se han resaltado en la figura con un círculo rojo) se presenta en el Separador API con un valor de 152,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

Asimismo, la Figura revela que los valores obtenidos cumplen ampliamente también con la norma local de 1480 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dada por la Resolución 0621 de 2006 del MAVDT.

FIGURA 7.7. Concentración de Hidrocarburos Totales expresados como metano en tres horas. Refinería de Cartagena. Junio de 2008.



	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

Los resultados obtenidos -que se presentan de forma detallada en la Tabla 7.7- permiten afirmar que en la actualidad no existe afectación directa de la calidad de aire ambiental en el área de la refinería relacionada con la emisión de Hidrocarburos Totales (HCT).

Tabla 7.7. Concentraciones promedio de Hidrocarburos Totales (HCT) en tres horas. Puerto de la Refinería de Cartagena, Junio de 2008.

Punto de Monitoreo	Fecha (d/m/a hh:mm)	Parámetro Hidrocarburos Totales Expresado como Metano		
		Concentr. Promedio en 3 Horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Límite Máximo Permissible, Norma Local Res. 1208/2003 ($197.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Límite Máximo Permissible, Norma Local Res. 0601/2006 ($1480 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Bodega DRI	30/05/2008 11:55:00	37.51	197.8	1480
	30/05/2008 14:26:00	23.81		
	10/06/2008 14:30:00	12.90		
Separador API	06/06/2008 11:00:00	26.30	197.8	1480
	06/06/2008 14:01:00	90.40		
	07/06/2008 08:30:00	152.60		
Patio Almacen	05/06/2008 09:48:00	12.93	197.8	1480
	05/06/2008 12:49:00	14.90		

7.8 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (VOC's)

En la Tabla 7.8, se pueden observar las concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles obtenidas mediante promedio aritmético en cada una de las tres estaciones de monitoreo⁹.

Las concentraciones de VOC's en cada una de las estaciones analizadas están por debajo del límite de detección de laboratorio apreciándose valores menores a $0,17 \text{ mg}/\text{m}^3$ en todos los casos. Estos resultados (sumados a los obtenidos para hidrocarburos totales) confirman que no existe ninguna alteración de la calidad de aire ambiental en el área de la refinería de Cartagena por causa de la emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles.

TABLA 7.8 Concentración de VOC'S. Monitoreo de aire. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008

CONCENTRACIÓN PARÁMETRO	ESTACIONES DE MONITOREO		
	CA1 BODEGA DRI	CA2 SEPARADOR API	CA3 PATIO ALMACÉN
VOC'S. Promedio Aritmético (mg/m^3)	<0,17	<0,17	<0,17

⁹ Para la determinación de VOC's se analizaron doce (12) muestras obtenidas durante dos diferentes días de monitoreo en cada de las seis estaciones instaladas dentro de la refinería.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

7.9 Vanadio

En la Tabla 7.9, se puede observar el promedio aritmético para Vanadio, detectado en cada una de las tres estaciones de monitoreo instaladas en la zona de influencia de la refinería de Cartagena¹⁰. La tabulación de los resultados de laboratorio, fechas, tiempos de muestreo y cálculos de los concentraciones promedio se representan en el Anexo 05.

A la luz de esta Tabla, se puede apreciar que las concentraciones de Vanadio en cada una de las estaciones de monitoreo son menores a 0,010 mg/L (límite de detección de laboratorio). Lo anterior, permite inferir que no existe alteración ninguna de la calidad del aire en la zona de la refinería de Cartagena atribuible a la presencia de éste metal pesado.

TABLA 7.9 Valores de concentración de Vanadio. Monitoreo de Calidad de Aire Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.

CONCENTRACIÓN PARÁMETRO	ESTACIONES DE MONITOREO		
	CA1 BODEGA DRI	CA2 SEPARADOR API	CA3 PATIO ALMACÉN
Vanadio promedio aritmético en 1 hora (mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010

7.10 NÍQUEL

En la Tabla 7.10, se pueden consultar los resultados del cálculo de la concentración Níquel en cada una de las tres estaciones de monitoreo instaladas en el área de influencia de la refinería de Cartagena.

A la luz de esta Tabla, se puede apreciar que las concentraciones de Níquel en cada una de las estaciones, arrojan datos por debajo del límite de detección de laboratorio, con valores menores a 0,02 mg/L. Lo anterior, permite inferir que no existe alteración ninguna de la calidad del aire en la zona de la refinería de Cartagena atribuible a la presencia de Níquel o sus compuestos.

¹⁰ En total se analizaron doce (12) muestras para la determinación de Vanadio: seis de ellas correspondientes a la medición realizada entre el 30 y el 31 de mayo de 2008 y las seis restantes provenientes de la medición efectuada entre el 4 y el 5 de junio de 2008.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

TABLA 7.10 Valores de concentración de Níquel. Monitoreo de Calidad de Aire Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008.

CONCENTRACIÓN PARÁMETRO	ESTACIONES DE MONITOREO		
	CA1 BODEGA DRI	CA2 SEPARADOR API	CA3 PATIO ALMACÉN
Níquel promedio aritmético en 1 hora (mg/L)	<0,02	<0,02	<0,02

7.11 sulfuro de hidrógeno

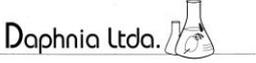
La Tabla 7.11 muestra que las concentraciones de sulfuro de hidrógeno (H₂S) obtenidas en cada uno de los puntos de monitoreo son inferiores a 1 p.p.m, sin embargo, dichas concentraciones superan de forma amplia el umbral de olor de 0,0049 ppm establecido por la Resolución 0601 de 2006, el cual es por demás bastante restrictivo.

TABLA 7.11 Concentración de H₂S. Monitoreo de calidad de aire. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008

CONCENTRACIÓN PARÁMETRO	ESTACIONES DE MONITOREO			UMBRAL DE OLOR RES. 0601 DE
	CA1 BODEGA DRI	CA2 SEPARADOR API	CA3 PATIO ALMACÉN	
Sulfuro de hidrógeno Promedio Aritmético en 1 horas (ppm)	<1	<1	<1	0.0049

7.12 AMONIACO

En la Tabla 7.12 se presentan los resultados del cálculo de las concentraciones de Amoniac (NH₃) mediante el promedio aritmético en cada una de las estaciones de monitoreo de calidad de aire descritas de forma detallada en el capítulo 5. Es importante desatacar que en la legislación colombiana aplicable, Resolución 0601 de 2006 del MAVDT, define un umbral de detección de olor para el amoniaco como sustancia generadora de olores ofensivos. En este sentido, la La Tabla permite apreciar la comparación de los resultados de la concentración de amoniaco en una hora con los umbrales de

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

olor definidos por la ATSDR¹¹ y la Resolución 0601 de 2006 del MAVDT en su artículo quinto. En primera medida, se aprecia que los valores obtenidos están ostensiblemente por debajo del intervalo límite de detección de olor definido por la agencia estadounidense ATSDR. Sin embargo, a la luz de la normatividad nacional el umbral de olor de 14,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se ve sobrepasado en todos los puntos de monitoreo de la Refinería. De lo anterior, se concluye que el umbral de detección de olor de la norma Colombiana es de 1200 a 2540 veces más alto que el de los Estados Unidos.

TABLA 7.12 Concentración de NH_3 y se comparación con los umbrales de olor. Monitoreo de calidad de aire. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008

CONCENTRACIÓN PARÁMETRO	ESTACIONES DE MONITOREO			UMBRAL DE OLOR ATSDR ¹²	UMBRAL DE OLOR RES. 0601 DE 2006 DEL MAVDT
	CA2 BODEGA DRI	CA3 SEPARADOR API	CA4 PATIO ALMACÉN		
Amoníaco NH_3 promedio aritmético en 1 hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22,70	37,83	204,31	(17381 - 36847)	14,34

De otro lado, la Tabla 7.13 presenta la comparación de los resultados obtenidos en la determinación de Amoníaco con la norma US EPA que constituye un importante referente sobre el nivel máximo de inmisión para este contaminante. Una rápida inspección de la Tabla permite apreciar que existen concentraciones por encima de los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el punto de calidad de aire CA3 donde se obtuvieron registros de 204,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Este resultado puede estar relacionado con la cercanía del punto de monitoreo a la industria ABOCOL S.A que constituye una de las fuentes más importantes de amoníaco en la zona puesto que esta sustancia es un insumo fundamental para la elaboración de abonos químicos.

¹¹ Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR, por sus siglas en inglés). Es una agencia del Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU. que tiene como propósito servir al público usando la mejor ciencia, tomando las acciones de salud pública que corresponden y proporcionando información de salud confiable, para prevenir exposiciones nocivas y enfermedades relacionadas a sustancias tóxicas.

	INFORME MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL TERMINAL PORTUARIO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA		Daphnia Ltda. 
	Departamento Técnico	Fecha: Abril/2009	Código: TB-05-711

TABLA 7.13 Comparación de las concentraciones de NH₃ con el estándar máximo permisible de la US EPA. Monitoreo de calidad de aire. Puerto de la Refinería de Cartagena. Junio de 2008

CONCENTRACIÓN PARÁMETRO	ESTACIONES DE MONITOREO			NIVEL DE MÁXIMO DE INMISIÓN US EPA
	CA1 BODEGA DRI	CA2 SEPARADOR API	CA3 PATIO ALMACÉN	
Amoníaco NH ₃ promedio aritmético en 1 hora (µg/m ³)	22,70	37,83	204,31	100

8. CONCLUSIONES

- En todas estaciones de monitoreo las concentraciones anuales y máximas diarias de los contaminantes criterio analizados: PST, PM₁₀, NO_x, SO₂, CO y O₃, se encuentran ostensiblemente por debajo de los estándares normativos establecidos por la Resolución 0601 de 2006 del MAVDT revelando que actualmente existen buenos niveles de calidad de aire ambiental en el área de influencia del Puerto de la refinería de Cartagena.
- Las concentraciones de compuestos orgánicos volátiles (VOC`s) y los metales pesados vanadio y níquel arrojaron valores por debajo de los límites de detección de laboratorio en cada uno de los tres puntos de monitoreo. Por lo tanto, es posible afirmar que actualmente no existe ninguna afectación de la calidad de aire ambiental de la operación de la refinería y su puerto, relacionada con la emisión de estos contaminantes.
- Se encontraron concentraciones de amoníaco NH₃ por encima de los 100 µg/m³ en los puntos correspondientes al patio de almacenamiento, ubicado en el costado sur de los predios del Puerto de la refinería y por lo tanto pueden recibir la influencia directa de la industria ABOCOL S.A.
- Las concentraciones de H₂S y NH₃ superan en todos los puntos los umbrales de olor establecidos por la Resolución 0601 de 2006 del MAVDT. No obstante, es importante destacar el hecho de que estos umbrales son singularmente restrictivos en comparación con otras normatividades internacionales.