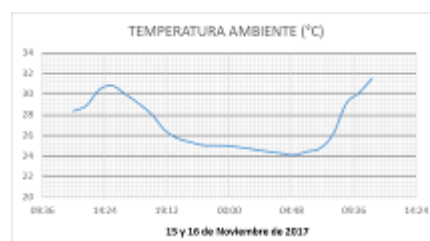


# MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE BLOQUE 43

**ORDEN DE SERVICIO No. 142059**

**REALIZADO PARA: PETROAMAZONAS E.P.**



**NOVIEMBRE, 2017**

**REALIZADO POR: Laboratorio AMBIGEST Cía. Ltda.**

COPYRIGHT, 2018

El Art. 11 de la Ley de Ingeniería establece que:

“Los documentos técnicos tales como planos, cálculos, especificaciones técnicas, dibujos, informes, memorias, peritazgos, avalúos, etc., y todos los demás trabajos de ingeniería son propiedad del ingeniero autor. Por consiguiente, cualquier persona natural o jurídica sólo podrá hacer uso de ellos con consentimiento del autor y habiendo adquirido sus derechos.”

La información, técnicas, procedimientos y contenido de este documento, han sido diseñados y desarrollados para el BLOQUE 43 operado por PETROAMAZONAS E.P. bajo la Orden de Servicio 142059, para el muestreo realizado entre Noviembre y Diciembre de 2017. Por lo tanto, los autores no se responsabilizan por el error, omisión o daños que pudiera ocasionar el uso de esta información en otro lugar y otras fechas que no sean los específicamente descritos.



Este documento o cualquier parte del mismo no pueden ser reproducidos en cualquier forma escrita sin permiso de PETROAMAZONAS E.P.

**Imágenes de la portada:** Monitoreo de Calidad del Aire en Bloque 43 y graficas del logging continuo.

## ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO .....	5
2. INTRODUCCIÓN .....	7
3. PERÍODO DE EVALUACIÓN .....	7
4. MARCO LEGAL .....	7
5. DATOS GENERALES.....	8
6. INFORMACIÓN DE LOS LABORATORIOS QUE REALIZAN LOS ANÁLISIS.....	8
6.1 AMBIGEST GESTIÓN AMBIENTAL CÍA. LTDA. ....	8
6.2 ALS ENVIRONMENTAL LABORATORIES.....	8
7. UBICACIÓN DE SITIOS DE MONITOREO .....	9
8. METODOLOGÍAS.....	12
8.1 METODOLOGÍA DE REFERENCIA PARA MUESTREO ACTIVO .....	12
8.2 MÉTODOS INTERNOS DE ANÁLISIS PARA EL MONITOREO ACTIVO .....	12
8.3 METODOLOGIA DE REFERENCIA PARA EL MUESTREO PASIVO.....	12
8.4 MÉTODOS DE ANALISIS PARA MONITOREO PASIVO.....	13
9. EQUIPOS UTILIZADOS.....	13
9.1 INSTRUMENTOS PARA ANÁLISIS POR MÉTODOS ACTIVOS.....	13
9.2 DISPOSITIVOS UTILIZADOS PARA EL MUESTREO PASIVO .....	14
9.3 EQUIPOS E INSTRUMENTOS PARA EL ANÁLISIS POR MUESTREO PASIVO.....	14
10. RESULTADOS.....	15
10.1 RESULTADOS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	15
10.2 FUENTES DE CONTAMINACIÓN IDENTIFICADAS DURANTE EL MONITOREO .....	18
11. CONCLUSIONES .....	19
12. RECOMENDACIONES .....	19

ANEXO 1: REPORTES DE ENSAYO POR AMBIGEST

ANEXO 2: FOTOGRAFIAS

ANEXO 3: CERTIFICADOS DE ACREDITACIÓN

ANEXO 4: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

ANEXO 5: REPORTES DE ANALISIS MUESTREO PASIVO DE BENCENO POR ALS ENVIRONMENTAL

**ACRÓNIMOS y ABREVIATURAS**

ALS	Australian Laboratory Services
AM	Acuerdo Ministerial
ANAB	ANSI-ASQ National Accreditation Board
CO	Monóxido de Carbono
EN	Norma Europea
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.
FFC	Fuente Fija de Combustión
µg	microgramos
NO <sub>2</sub>	Dióxido de Nitrógeno
PM <sub>10</sub>	Material Particulado menor a 10 micrómetros
PM <sub>2.5</sub>	Material Particulado menor a 2.5 micrómetros
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Azufre
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente del Ecuador

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

En este informe se presentan los resultados de los monitoreos de calidad de aire correspondientes al año 2017 realizados en los linderos de las Estaciones: Tiputini D y CPT pertenecientes al Bloque 43, operado por Petroamazonas EP. Las mediciones se realizaron con el uso de una estación automática de monitoreo de aire entre el 14 y 15 de Noviembre y del 27 al 28 de diciembre de 2017.

Los monitoreos tienen el siguiente alcance:

- **PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>**: monitoreo continuo (24 horas)
- **Monóxido de Carbono**: monitoreo continuo (24 horas)
- **SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y Ozono**: mediante muestreo pasivo
- **Benceno**: muestreo continuo pasivo
- **Material Participado Sedimentable**: muestreo de por 30 días.

No se realizó el muestreo y análisis de Cadmio y Mercurio, por tratarse de metales pesados no asociados a la actividad hidrocarburífera extractiva, tal como lo reconoce el Informe del Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) del 2004, en el que se reconoce que el Cadmio y Mercurio están asociados a actividades mineras, industria metalúrgica, reciclaje de baterías, termoeléctricas a carbón, industria cementera y la incineración de residuos.

Los sitios de medición se ubican en función de los vientos dominantes y tratando de encontrar la zona receptora denominada “vientos corriente abajo”, además siguiendo pedidos específicos y técnicamente adecuados sugeridos por personal de SSA.

Los muestreos fueron realizados cumpliendo los requerimientos de las Normas: ASTM 1357 (localización de sitios de monitoreo de calidad del aire) y EN 13528-1/2/3 (muestreo y análisis de muestras pasivas de aire). Estos procedimientos tienen que ver con las distancias mínimas que se debe cumplir para evitar las interferencias cruzadas, efectos barrera o falsos positivos.

Los métodos de análisis continuo que se utilizaron para el muestreo activo fueron: Monóxido de Carbono, Dióxido de Azufre, Ozono, Dióxido de Nitrógeno, Material Particulado Suspendido PM<sub>10</sub> y para Material Particulado Suspendido PM<sub>2.5</sub>, utilizando métodos electroquímicos y ópticos nefelométricos previamente contrastados con analizadores automáticos aprobados EPA de nuestras estaciones automáticas por más de un mes. Los métodos de referencia y equivalentes utilizados fueron: para Monóxido de Carbono RFCA 0981 054, Dióxido de Azufre EQSA-0486-060, Dióxido de Nitrógeno RFNA-1289-074, Ozono EQOA-0880-047, Material Particulado Suspendido PM<sub>10</sub> EQPM-0609-182 y para Material Particulado Suspendido PM<sub>2.5</sub> EQSA-0486-060, mismos que constan en la Lista de Métodos de Referencia y Designados de la EPA y publicados en la última revisión del 16 de Junio de 2017.

Las muestras pasivas de Benceno fueron codificadas, adjuntadas con un blanco,

aconditionadas, embaladas y finalmente enviadas a los Estados Unidos, para ser analizadas por el laboratorio ALS Environmental (posee acreditación ISO17025 y certificaciones de la AIHA).

Los resultados de monitoreo activo demuestran que las concentraciones de los contaminantes criterio tienen una oscilación la cual depende de las condiciones meteorológicas y de las actividades circundantes. Existe un rango donde las concentraciones son más probables.

Concentraciones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles diarios y por tanto anuales establecidos por la legislación nacional.

Los resultados de monitoreo activo con lecturas cada 5 minutos de Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Ozono (O<sub>3</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), demuestran que las concentraciones pueden variar a lo largo del día, pero los promedios del periodo se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles por la legislación nacional.

Los resultados del monitoreo pasivo del contaminante Benceno muestran que las concentraciones no sobrepasan los LMP del AM 097A.

De los resultados obtenidos se concluye que los días muestreados las operaciones que se desarrollan en las estaciones pertenecientes al Bloque 43, no producen afectación directa sobre la concentración de contaminantes criterio, ni del Benceno en los linderos.

## 2. INTRODUCCIÓN

PETROAMAZONAS E.P. siendo consciente de la importancia de preservar la salud de las personas y del medio ambiente circundante a sus operaciones petroleras y en estricto cumplimiento de la legislación ambiental vigente en nuestro país específicamente del Decreto Ejecutivo 1215 (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas del Ecuador), del Acuerdo Ministerial 061 (Reforma del Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente “TULSMA”) y del Acuerdo Ministerial 097-A (Anexo 4 “Norma de calidad de aire ambiente o nivel de inmisión”); y en cumplimiento con lo establecido en los planes de manejo ambiental y las resoluciones de las licencias ambientales aplicables para las estaciones pertenecientes al Bloque 43 ubicado en la provincia de Orellana, contrata al laboratorio Ambigest para realizar los Monitoreos Ambientales Internos de Calidad del Aire.

## 3. PERÍODO DE EVALUACIÓN

En este informe se presentan los resultados del monitoreo de la Calidad del Aire Ambiente en el área de Influencia directa de las Estaciones del Bloque 43. Este informe corresponde al monitoreo del 2017.

## 4. MARCO LEGAL

El pliego de contratación para este estudio refería como normativa legal de Calidad del Aire la publicada el 4 de Noviembre de 2015, en la edición especial del Registro Oficial 387 Acuerdo Ministerial 097-A mediante el cual se Reforma el Texto Unificado de Legislación Secundaria, entrando en vigencia los anexos 1, 2, 3, 4 y 5 del Libro VI del TULSMA. El numeral 4.1.4 de la referida Norma (AM 097-A) se establece que los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse en la determinación de la concentración de contaminantes, serán aquellos descritos en la Legislación Ambiental Federal de los Estados Unidos de América (Code of Federal Regulations), ASTM y Normas Europeas. En el Art. 4.1.4.1, específicamente en la tabla 2, se acepta el muestreo pasivo como método de análisis.

En la Tabla 1 se establecen los límites máximos permisibles de los contaminantes criterio:

**Tabla 1.** Norma de Calidad del Aire (AM 097-A), límites máximos permisibles.

Contaminante Criterio	Período de muestreo	Límite Máximo Permissible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
NO <sub>2</sub>	1 h	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2 x año)
	365 días	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO <sub>2</sub>	10 minutos	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	24 h	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	365 días	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 x año)
CO	8 h	10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 x año)
	1 h	30 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 x año)
Ozono	8 h	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 x año)
PM <sub>10</sub>	24 h	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	365 días	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 x año)
PM <sub>2.5</sub>	24 h	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	365 días	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 x año)
Benceno	365 días	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

## 5. DATOS GENERALES

<b>RAZÓN SOCIAL DE LA COMPAÑÍA</b>	PETROAMAZONAS E.P.
<b>DIRECCIÓN</b>	Av. 6 de Diciembre N34-290 y Gaspar Cañero. Edif. Villafuerte. Quito
<b>TELEFONO</b>	(593) 2-299-3700
<b>ADMINISTRADOR DEL CONTRATO</b>	Ing. Diego Chacón
<b>BLOQUE</b>	43
<b>PERSONA DE CONTACTO</b>	Ing. Xavier Caldearon / ing. Ricardo Benítez
<b>FECHA DE MONITOREO</b>	Noviembre a 31 Diciembre de 2017

## 6. INFORMACIÓN DE LOS LABORATORIOS QUE REALIZAN LOS ANÁLISIS

### 6.1 Ambigest Gestión Ambiental Cía. Ltda.

Ambigest es un laboratorio que cuenta con acreditación ISO 17025 otorgada por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano – SAE para calidad del Aire y Ruido desde el año 2009. Ambigest recoge las muestras pasivas de gases (Benceno) y el análisis continuo de calidad del aire con métodos activos (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>).

Número de registro SAE: **OAE LE 2C 06-002.**

Gerente General:	Dr. Ing. Ian Narváez
Director de Calidad:	Ing. Fausto Villavicencio
Gerente de Proyectos:	M.Sc. Jim Narváez
Informes y edición:	M.Sc. Carla Cárdenas M.Sc. Jim Narváez
Muestreo de Campo:	Ing. Ian Narvaez Tcnlg. Rene Quevedo Ing. Santiago Valencia Ing. José Pallango Ing. Andrés Gómez
Dirección comercial:	Arosemena Tola E14-126 y Guanguiltagua. Quito - Ec
Telefax:	02-2465.377
Web page:	<a href="http://www.ambigest-lab.com">www.ambigest-lab.com</a>

### 6.2 ALS Environmental Laboratories

ALS Environmental una compañía de los Estados Unidos que posee acreditación ISO 17025 y certificación de la AIHA para análisis de muestras para calidad del aire.

Los métodos analíticos que utilizan se basan en procedimientos establecidos e internacionalmente reconocidos como los publicados por la United States Environmental Protection Agency (USEPA) y la American Industrial Health Association (AIHA). Se encargan del análisis de muestras pasivas de gases (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y Benceno).

Número de registro ANAB: **ADE- 1420**



Vicepresidente área ambiental: Raj Naran  
Director de Laboratorio: Rig Bagan  
Jefe de Proyectos: Paul Pope  
Dirección: 960 W Levoy Drive Salt Lake City, Utah 84123, EE.UU.  
Telefax: (801) 266-7700  
Web page: [www.alsslc.com](http://www.alsslc.com)

## 7. UBICACIÓN DE SITIOS DE MONITOREO

La ubicación de los sitios de muestreo cumple los requerimientos del artículo 2.22 del Anexo del TULSMA, y adicionalmente cumple con los requerimientos de la ASTM 1739 y los numerales 6.3 y 7.2.2 del Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Volume II, publicado por la EPA.

Las ubicaciones se expresan en coordenadas UTM del WGS84 en la tabla siguiente. Se resalta que los sitios se hallan lo más próximos a los linderos y en zonas de vientos receptoras de los vientos dominantes.

**Tabla 2.** Localización de los puntos de muestreo de calidad de aire y ruido ambiente.

ESTACIONES	COORDENADAS UTM	
	E	N
TIPUTINI D	18M 436846	9908949
CPT	18M 436861	9906648

En las imágenes 1 a 2 se presentan las ubicaciones de todos los sitios de monitoreo.



**Imagen 1.** Localización de los puntos de monitoreo de Calidad de Aire en la Estación Tiputini D.



**Imagen 2.** Localización de los puntos de monitoreo de Calidad de Aire en la estación CPT



## 8. METODOLOGÍAS

### 8.1 METODOLOGÍA DE REFERENCIA PARA MUESTREO ACTIVO

Los parámetros que se determinaron en el monitoreo continuo activo fueron:

- Monóxido de Carbono CO
- Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>
- Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>
- Ozono O<sub>3</sub>
- Material Particulado Suspendido PM<sub>10</sub>
- Material Particulado Suspendido PM<sub>2.5</sub>
- PM sedimentable

La localización de los puntos de muestreo satisface los requisitos técnicos de los procedimientos que se indican en la tabla 3.

**Tabla 3.** Métodos de muestreo.

Contaminante Criterio	NÚMERO DE DESIGNACIÓN EPA o ASTM
CO	RFCA 0981 054
NO <sub>2</sub>	RFNA-1289-074
SO <sub>2</sub>	EQSA-0486-060
O <sub>3</sub>	EQOA-0880-047
PM <sub>2.5</sub>	EQPM 0609 182
PM <sub>10</sub>	EQPM 1090 079
PM sedimentable	ASTM 1739/98

### 8.2 MÉTODOS INTERNOS DE ANÁLISIS PARA EL MONITOREO ACTIVO

Ambigest es un laboratorio acreditado ISO 17025 con alcance para realizar el análisis de CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM suspendido (PM<sub>10</sub>, y PM<sub>2.5</sub>), PM sedimentable y Benceno. En la tabla 4 se presenta el método de referencia acreditado.

**Tabla 4.** Método de Análisis Estandarizado.

Contaminante Criterio	PROCEDIMIENTO INTERNO DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO AMBIGEST
CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>	PEE/LAG/05
PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub>	PEE/LAG/07
PM sedimentable	PEE/LAG/08

### 8.3 METODOLOGIA DE REFERENCIA PARA EL MUESTREO PASIVO

Por las características de logística, el muestreo de benceno se realizó mediante método pasivo y con la colaboración del laboratorio ALS de los EE.UU.

Los procedimientos utilizados para la preparación, instalación y exposición de los cartuchos pasivos cumplen los requisitos de la Norma EN 13528 1/2/3; la cual en sus tres capítulos establece los procedimientos de manipulación, preparación de cartuchos y reactivos, preparación de estándares, muestras blancas y replicas.

**Tabla 5. Métodos de muestreo pasivo.**

Contaminante	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO
Benceno	PEE-LAG/11 EN 13528 1/2/3

#### 8.4 MÉTODOS DE ANALISIS PARA MONITOREO PASIVO

El laboratorio ALS Environmental (EE.UU), ha sido contratado para la realización de los ensayos analíticos especializados de las muestras pasivas de Benceno mediante cromatografía de gases.

**Tabla 6. Métodos de Análisis Estandarizados.**

Contaminante Criterio	PROCEDIMIENTO DE ANALISIS
Benceno	NIOSH 1500 (3M 3500/3520 POVM)

### 9. EQUIPOS UTILIZADOS

#### 9.1 INSTRUMENTOS PARA ANÁLISIS POR MÉTODOS ACTIVOS

El muestreo activo se realiza mediante el uso de los equipos propiedad del laboratorio Ambigest; los detalles específicos de los mismos se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 7. Detalle de los instrumentos de lectura directa utilizados por Ambigest.**

Equipo	Parámetro Técnica de análisis	Método	Límite de Detección	Incertidumbre
Nombre: AQT 420 Marca: Vaisala serie: N3010005	Material Particulado PM10 y PM2.5	EMC IEC/EN 61326-1, IEC/EN61000-4-2/3/4/5/6, CISPR 22I GSM/UMTS FCC 47 parts 15 and 24, EN 301 511, EN 301 489-1/7, EN 60950-1:2006	<1 ug/m3 (promedio horario)	+/- 0.007mg/m3
Nombre: AQT 420 Marca: Vaisala serie: N3010005	CO, SO2,m NO2, O3	EMC IEC/EN 61326-1, IEC/EN61000-4-2/3/4/5/6, CISPR 22I GSM/UMTS FCC 47 parts 15 and 24, EN 301 511, EN 301 489-1/7, EN 60950-1:2006	0.1 ppm	+/-3%

Cabe señalar que el equipo AQT 420 Vaisala fue previamente contrastado con equipos automáticos bajo métodos de referencia y equivalentes EPA que se detallan en la Tabla 3, para ello se realizó un monitoreo en paralelo con una estación automática obteniéndose las curvas de tendencia. Los equipos utilizados son analizadores automáticos de la estación automática y se realizó la contrastación por el lapso de un mes, obteniéndose de

esta manera trazabilidad directa con nuestros estándares y equipos.

## 9.2 DISPOSITIVOS UTILIZADOS PARA EL MUESTREO PASIVO

Dada la naturaleza del monitoreo pasivo, para la realización de la captura de los contaminantes atmosféricos se requieren dispositivos especiales que cumplan los requerimientos de la Norma EN 13528 1/2/3. En la tabla 8 se detallan los dispositivos que se utilizan en el muestreo pasivo.

**Tabla 8.** Dispositivos utilizados para el muestreo pasivo.

Contaminante	Dispositivos utilizados en el muestreo pasivo	Modelo y serie	Designación
Benceno	Monitor de Vapores Orgánicos 3M, 3600	3M 3500, CV-00005-1728-0	NIOSH 1500

El cartucho de Benceno se recoge una vez transcurrido el periodo de exposición al aire ambiente que se investiga (muestreo continuo de 24 horas). Los captadores usados se trasvasan a envases inertes y se transportan al laboratorio para su preparación y trasvase a cápsulas herméticas con gas inerte, posteriormente se codifican y se envían a los Estados Unidos al Laboratorio ALS Environmental para el análisis especializado.

## 9.3 EQUIPOS E INSTRUMENTOS PARA EL ANÁLISIS POR MUESTREO PASIVO

Una vez terminado el correspondiente período de muestreo (24 horas), las muestras pasivas son recuperadas, codificadas, embaladas y transportadas hacia el laboratorio para su posterior procesamiento y análisis.

El Compuesto Orgánico Volátil Benceno que está adsorbido en el carbón activado del Monitor 3M, se extrae con disulfuro de carbono y se inyectan en un cromatógrafo de gases para finalmente medirse en un detector de llama.

## 10. RESULTADOS

### 10.1 RESULTADOS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Conforme al marco legal ambiental, para poder comparar los resultados con los LMP es necesario promediar todos los datos obtenidos y así generar un dato representativo. En la Tabla siguiente se presentan los resultados correspondientes a los monitoreos de calidad del aire de cada sitio.

Los informes de reporte de ensayo de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> y PM sedimentable se encuentran en el Anexo 1 del presente informe y los resultados del ensayo de Benceno en el Anexo 5.

Los resultados promedio obtenidos del monitoreo de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> y Benceno, se comparan con los valores máximos permisibles de la Norma de Calidad del Aire (AM 097-A), para 1 hora, 8 horas y 24 horas según corresponda.

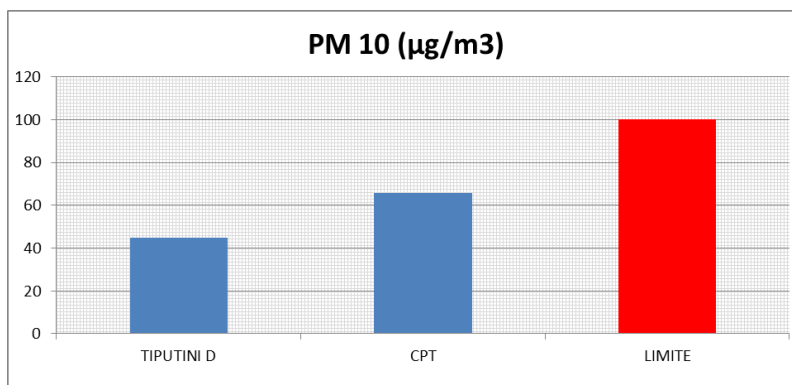
**Tabla 9.** Resultados de monitoreo de calidad del aire en el Bloque 43, corregidos a condiciones de referencia.

SITIO DE MONITOREO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	Benceno
	µg/m <sup>3</sup>						
<b>LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO</b>	<b>100 (24 h)</b>	<b>50 (24 h)</b>	<b>125 (24 h)</b>	<b>10000 (8 h)</b>	<b>100 (8 h)</b>	<b>200 (1 h)</b>	<b>5 (anual)</b>
TIPUTINI D	44.7	7.13	<11.0	301.5	< 8.2	<15.3	<1.8
CPT	65.82	10.68	< 10.9	209.4	42.0	<14.6	<1.8

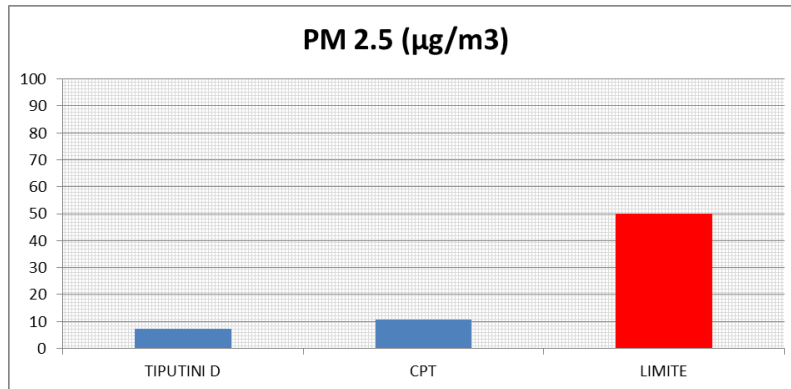
Cumplimiento ambiental: texto en letras color azul, Incumplimiento Ambiental: texto en letras rojo.

"<": valores por debajo del límite de detección o del límite de reporte

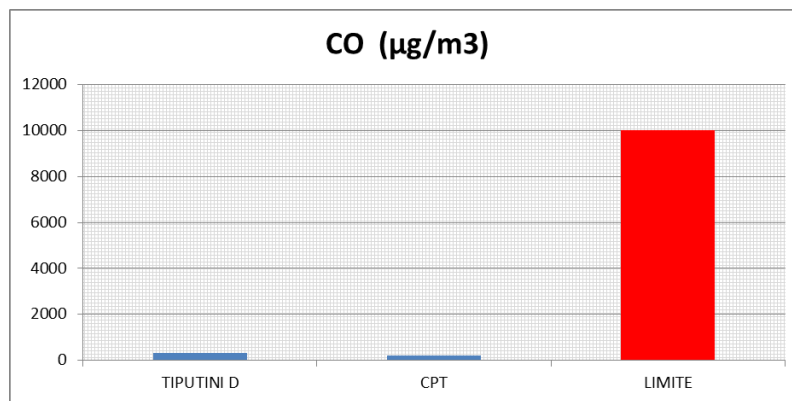
En las figuras 1 a 7 se presentan gráficas comparativas que ilustran el nivel de cumplimiento de los límites máximos permisibles para cada contaminante, obtenidos en cada sitio de monitoreo.



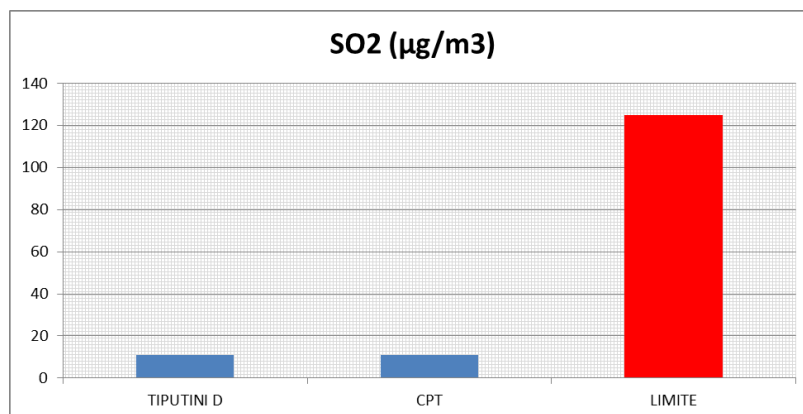
**Figura 1.** Concentración del PM10 respecto a los LMP de la normativa.



**Figura 2.** Concentración del PM2.5 respecto a la normativa.

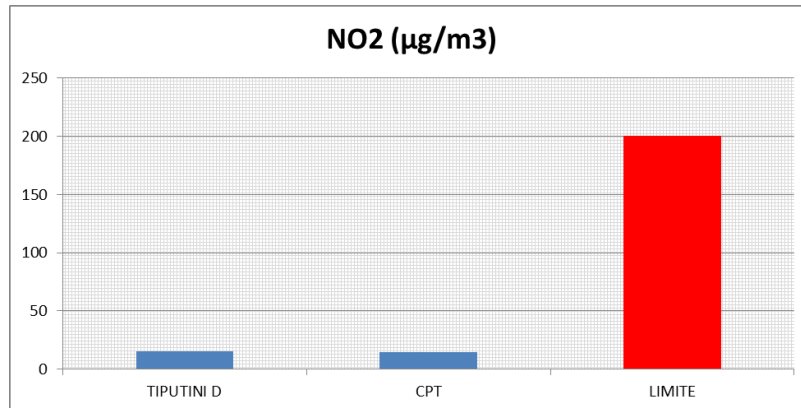


**Figura 3.** Porcentaje CO respecto a la normativa

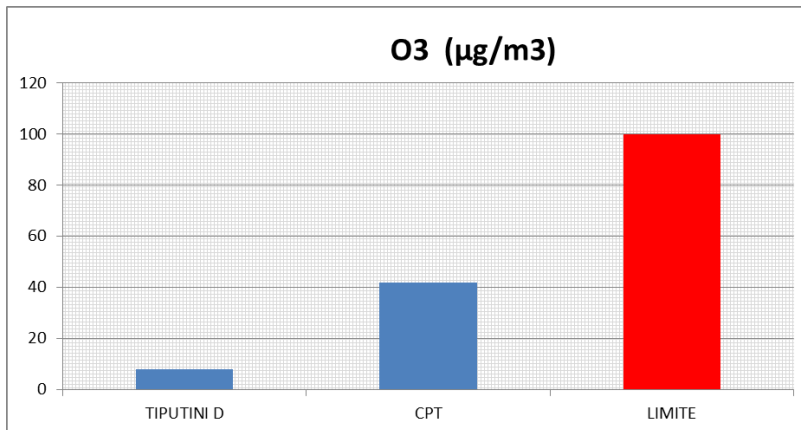




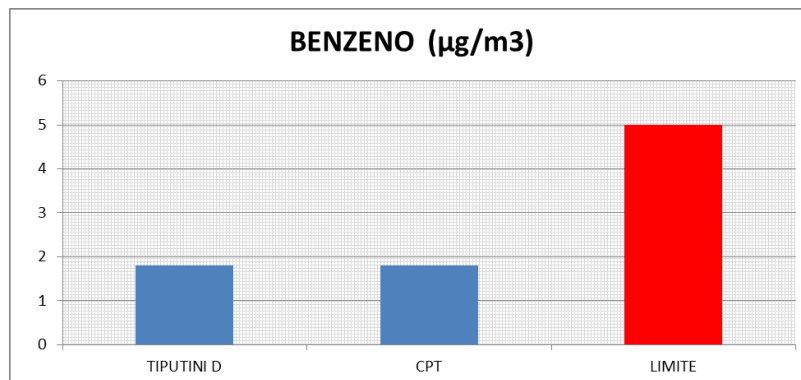
**Figura 4.** Concentración del SO2 respecto a la normativa.



**Figura 5.** Concentración del NO2 respecto a la normativa.



**Figura 6.** Concentración del Ozono respecto a la normativa.



**Figura 7.** Concentración del Benceno respecto a la normativa.

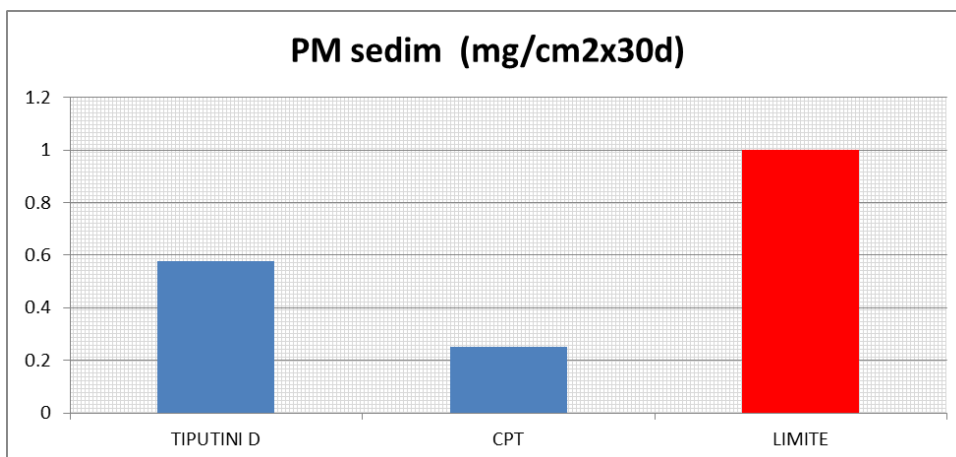


Figura 8. Concentración del PM sedimentable respecto a la normativa.

### 10.2 FUENTES DE CONTAMINACIÓN IDENTIFICADAS DURANTE EL MONITOREO

Según la teoría de dispersión atmosférica, la calidad del aire depende de varios parámetros y variables; sin embargo, un componente que tiene importancia y debe ser considerado en el muestreo son las fuentes de combustión fijas y móviles.

Para buscar una posible correlación entre las operaciones industriales y la calidad del aire, se presentan las fuentes de contaminación que se determinaron durante el monitoreo de calidad del aire:

SITIO MINITOREADO	FUENTES DE CONTAMINACION
TIPUTINI D	Motores de combustión interna, accesos y vías no asfaltadas
CPT	Motores de combustión interna, vías y accesos a la plataforma no asfaltado

## 11. CONCLUSIONES

Las concentraciones de material particulado suspendido  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  no sobrepasaron los LMP establecidos en la normativa ambiental en ninguno de los sitios monitoreados al interior del Bloque 43.

Las concentraciones del  $CO$ , se hallaron por debajo de los Límites Máximos Permitidos por el AM 097-A, por lo que no significan un riesgo a la población o al medio ambiente en general.

Las concentraciones del  $SO_2$ , se hallaron por debajo de los Límites Máximos Permitidos por el AM 097-A, por lo que no significan un riesgo a la población o al medio ambiente en general.

Las concentraciones del  $NO_2$ , se hallaron por debajo de los Límites Máximos Permitidos por el AM 097-A, por lo que no significan un riesgo a la población o al medio ambiente en general.

Las concentraciones del Ozono, se hallaron por debajo de los Límites Máximos Permitidos por el AM 097-A, por lo que no significan un riesgo a la población o al medio ambiente en general.

Las concentraciones del Benceno, se hallaron por debajo de los Límites Máximos Permitidos por el AM 097-A, por lo que no significan riesgo a la población o al medio ambiente en general.

Las concentraciones de PM sedimentable consideran todos los eventos sucedidos durante los 30 días de muestreo. Los resultados demuestran concentraciones debajo de los límites de la Norma.

## 12. RECOMENDACIONES

- Se recomienda establecer sitios de medición fijos y rotulados, para poder comparar las futuras campañas de monitoreo o auditorías de cumplimiento.
- Actualizar los mapas de las locaciones con énfasis en la linderación efectiva, para poder ubicar las estaciones y hacer las comparaciones con los criterios de la norma.
- Disponer de una estación meteorológica para tener un histórico de la conducta de la rosa de los vientos y determinar cuál es la dirección y más probable de la pluma de dispersión.