

INFORME TÉCNICO

ESTIMACIÓN DE EMISIONES EVAPORATIVAS DESDE ESTACIONES DE SERVICIO Y CENTROS DE GESTIÓN DE COMBUSTIBLES

Agosto 2005

Andrés Cepeda S. – UISEK, Ingeniería Ambiental
colinadeloscipreses@hotmail.com

Introducción

La Corporación por el Aire de Quito, CORPAIRE, actualmente está ejecutando la construcción del inventario de emisiones de fuentes de generación de contaminantes atmosféricos en el Distrito Metropolitano.

Entre las fuentes de interés se encuentran las de emisiones evaporativas, cuyo aporte no ha sido adecuadamente definido y constituye un déficit de información que debe ser resuelto para contar con elementos de juicio suficientes para el diseño de estrategias más adecuadas de mejoramiento de la calidad del aire ambiente.

Los contaminantes que integran las emisiones evaporativas consideradas en el actual inventario se refieren específicamente a vapores de compuestos orgánicos volátiles (COV's).

Los COV's son reconocidos como contaminantes por presentar efectos adversos sobre la salud de los seres vivos (OMS; 2000); de hecho, algunos de ellos son catalogados como cancerígenos (EPA; 2005). Adicionalmente, participan en reacciones fotoquímicas por lo cual son precursores de contaminantes secundarios; por ejemplo el ozono troposférico, que se forma tras la reacción química entre hidrocarburos (también conocidos como COV's) y dióxido de nitrógeno (NO_2) bajo la acción de la luz solar (US Comitee on Tropospheric Ozone Formation And Measurement; 1992); además, ese ozono también se reconoce como irritante de las mucosas en los seres vivos y es capaz de formar niebla fotoquímica.

El inventario propuesto supone una estimación de las emisiones evaporativas de COV's totales, lo que significa que las mencionadas emisiones no se categorizan de acuerdo a los familias de compuestos más específicas.

Las emisiones evaporativas estimadas en el presente inventario, provienen exclusivamente de combustibles obtenidos de la refinación del petróleo, esto es, gasolinas, destilados medios y aerocombustibles, gestionados en el DMQ y su área de influencia.

Las emisiones de COV's estimadas corresponden a las generadas en el área de trabajo del inventario de emisiones del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) durante el año 2003. Éstas, se han disgregado espacial y temporalmente y se resumen en la **tabla 5 y en el gráfico 7**. Las fuentes de emisión consideradas en el inventario de emisiones evaporativas se refieren a centros de gestión de combustibles.

Objetivos

El presente trabajo busca, entre otros, conseguir los siguientes objetivos:

Disponer de un inventario actualizado al año 2003, de las emisiones evaporativas provenientes de fuentes puntuales en el Distrito Metropolitano de Quito, así como la metodología validada para su elaboración y actualización.

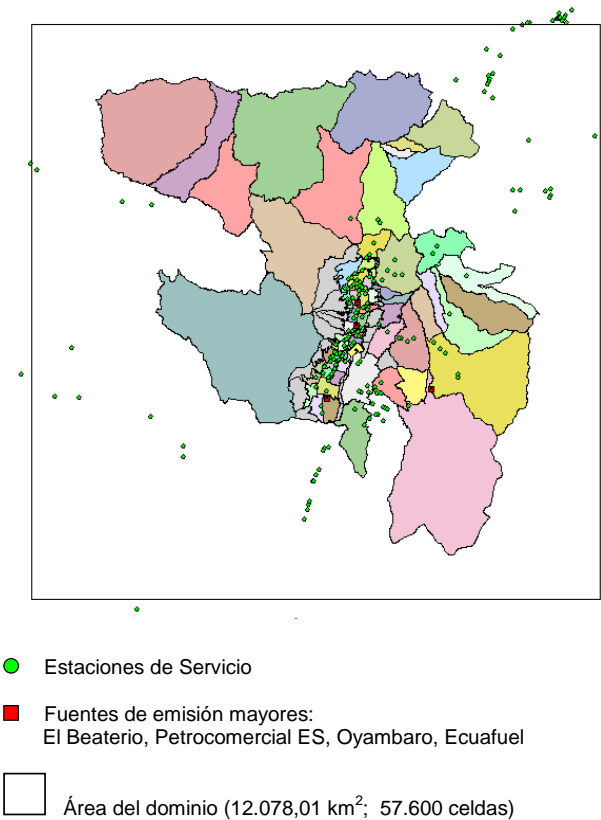
● Determinar una metodología para la determinación de emisiones evaporativas puntuales y de área en el Distrito Metropolitano de Quito. Que incluya la identificación de las fuentes evaporativas de emisión, tomando como año de referencia el 2003.

Determinar las emisiones evaporativas generales y específicas para el DMQ en el año 2003, y procesar la información temporal y espacialmente para que pueda ser incorporada en el inventario de emisiones del DMQ.

Área de estudio

El inventario de emisiones para el DMQ se desarrolla utilizando un dominio cuadrado de 1° (aproximadamente de 110 km en cada lado), dividido en 240 celdas cuadradas de 15" de lado (aproximadamente 458 m). En su centro se sitúa el límite urbano de Quito, a su vez, el dominio cuadrado encierra parroquias aledañas al DMQ, inclusive algunas pertenecientes a provincias vecinas. Los límites del dominio y su ubicación se pueden apreciar en la imagen 1.

Imagen 1. Ubicación de centros de gestión de combustibles dentro del área de estudio



Con formato: Título 3, Sangría:
Primera línea: 0,95 cm, Interlineado:
sencillo, Sin viñetas ni numeración,
Punto de tabulación: 1,27 cm, Lista
con tabulaciones

Con formato: Numeración y viñetas



Con formato: Fuente: 11 pto, Sin
Negrita

Con formato: Fuente: 11 pto, Sin
Negrita

Fuentes de emisión



Se han considerado todos los centros de gestión de combustibles reconocidos por la Dirección Nacional de Hidrocarburos (DNH) que estén ubicadas dentro del área de estudio. Esto es: estaciones de servicio, terminales de poliductos, y depósitos de combustible emplazados en el dominio de estudio. En el presente inventario, en total se incluyen 179 fuentes de emisión. En la imagen 1 se muestra la ubicación geográfica de las fuentes de emisión consideradas en el presente inventario.

Las actividades que se consideran generadoras de emisiones evaporativas en las fuentes de emisión identificadas son las relacionadas con:

-  Transferencia de productos de un recipiente a otro, y
-  Almacenamiento y respiración de tanques que contengan combustibles

Se han realizado inspecciones en campo de las fuentes incluidas en el inventario y en ninguna de ellas se han registrado sistemas de recuperación de vapores, aunque si se han podido constatar medidas de reducción de emisiones.

Tomando en cuenta que el inventario tendrá su aplicabilidad en temas de modelación de la calidad del aire y que se utilizará para definir lineamientos en torno a la gestión del recurso en el DMQ, para agilizar los cálculos de estimación de emisiones, se han categorizado las fuentes de emisión en:

-  Fuentes de emisión mayores
-  Fuentes de emisión menores

Fuentes de emisión menores son las que despacharon menos de 10'000.000 galones durante el año 2003, mientras que las mayores superaron esa cifra, es decir 10'000.001 galones y más.

A pesar de que todas se considerarán como fuentes puntuales, gracias a que se ha podido generar información para cada una particularmente, las fuentes menores recibirán una estimación de emisiones a menor detalle que las fuentes mayores; tomando en cuenta que en total son más de 170 fuentes menores y únicamente 4 mayores.

Estaciones de Servicio

Se han identificado 176 gasolineras incluso Petrocomercial ES, a pesar de que sus niveles de actividad resultan considerablemente más elevados que los de las demás estaciones de servicio en el área de estudio, se le aplica el mismo concepto.

En términos generales, una estación de servicio tiene destinado comercializar combustibles a los consumidores finales, para tal motivo, cuentan con depósitos subterráneos de almacenamiento: tanques horizontales. El despacho del producto a los vehículos clientes se hace por medio de un surtidor que succiona el combustible desde el tanque subterráneo para inyectarlo al del automóvil.

Todas las estaciones de servicio, excepto Petrocomercial ES, son fuentes menores.

Estación de servicio Petrocomercial

En este documento, así como en el inventario de emisiones evaporativas, se la llama Petrocomercial ES. Está ubicada en la intersección de las avenidas Eloy Alfaro y Amazonas. Representa la gasolinera de mayor flujo de comestibles en el DMQ, habiendo puesto en el mercado casi el 16% de la cantidad que despacho el terminal El Beaterio en todo el año 2003¹, mientras que la estación de servicio más sobresaliente, después de Petrocomercial ES despachó tan solo el 3% (ANETA), el resto manejan porcentajes alrededor del 1% del volumen total que ha entregado ese terminal a las estaciones de servicio consideradas en este inventario.

Comentario [A1]: Favor considerar si sería mejor ubicar este dato, su relación y su explicación en la parte introductoria de los procesos, donde se describe en términos generales la estación de servicio.

Por lo tanto, a Petrocomercial ES se la categoriza entre las fuentes de emisión mayores, debido a su manejo de altos volúmenes de combustible.

En promedio, el despacho de esta fuente de emisión bordea los 50.000 galones diarios. En lo que respecta a su perfil de actividad horaria, se

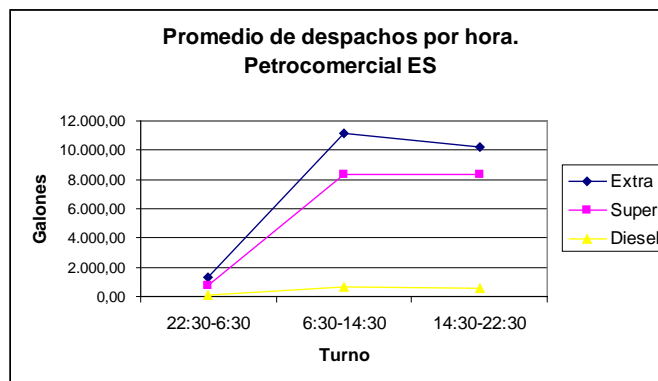


Gráfico 1. Volúmenes promedio de despacho octohorarios (por turnos). Petrocomercial ES

Terminal de Productos Limpios El Beaterio

Tiene como finalidad la recepción, almacenamiento y distribución a granel de combustibles productos de la refinación del petróleo. Las actividades de gestión de combustibles en éste terminal fluctúan alrededor de 1'150.000 galones diarios de combustible.

Dentro de las actividades generadoras de emisiones evaporativas están principalmente el almacenamiento y el despacho de los combustibles.

El almacenamiento se da en tanques verticales. Los denominados destilados medios: Diesel 1, Diesel Oil y Diesel Premium, al igual que los aerocombustibles (JET A1), gracias a su menor volatilidad (definida por presión de vapor Reid más baja), son

¹ En el 2003, el Terminal El Beaterio despachó un total de 98'994.751 galones de Diesel Premium, gasolina Extra y gasolina Super a comercializadoras (Petrocomercial, 2004). Petrocomercial ES, por si sola entregó a consumidores el 15.98% (15'820.776.1 galones en ese mismo año).

almacenados en tanques de techo fijo cónico; mientras que las gasolinas: Extra, Super y Nafta de bajo octanaje, se almacenan en tanques con techos flotantes externos, destinados a reducir las emisiones evaporativas, tomando en cuenta que esos productos resultan ser mucho más volátiles. En la imagen 2 se ilustra una parte del área de almacenamiento del terminal, donde se pueden visualizar tanques de techo fijo y otros de techo flotante.

El despacho de productos se da por medio de “brazos de carga” que son dispositivos que transfieren el combustible hacia el auto-tanque. El caudal que despacha cada brazo promedia alrededor de 380 gal/min, lo cual le permite surtir de combustible a un camión cisterna de una capacidad de 10.000 galones en más o menos 30 minutos. En la tabla 1 se presentan los volúmenes de cada producto despachados a lo largo de cada mes en el año 2003

Imagen 2. Zona de almacenamiento de productos limpios. Se distinguen tanques de techo fijo cónico (izq.) y tanques de techo flotante externo (der.)



Asimismo, en el campo fue posible levantar información acerca del perfil horario de actividad en el despacho del combustible, los resultados se presentan en el gráfico 1, y corresponden a las actividades del día viernes 17 de Junio del 2005, ese día las islas de despacho laboraron desde las 8h00 hasta las 15h00.

En el terminal de productos limpios El Beaterio, se han reconocido como fuentes de emisión cada uno de los tanques de almacenamiento, dándole especial interés al TB-1012, que almacena gasolina Super y tiene instalado un techo fijo. Estudios previos ya demuestran niveles de evaporación superiores desde ese mismo tanque (Bolaños; 2000).

Tabla 1. Despachos mensuales a autotankes. El Beaterio, en galones

	DIESEL OIL	DESTIL. 1	D. PREMIUM	G. EXTRA	G. SUPER	JET A1
Enero	10.030.424	242.120	806.808	10.734.971	3.204.691	1.801.415
Febrero	9.667.743	187.269	716.196	9.884.183	3.134.722	1.632.896
Marzo	11.057.245	188.116		10.108.851	3.219.105	1.686.573
Abril	11.505.303	189.672	39.716	9.993.041	3.392.322	1.468.535
Mayo	13.332.755	172.522		10.619.435	3.634.698	1.673.656
Junio	11.522.578	205.547		10.054.265	3.638.037	1.501.763
Julio	11.049.358	333.452	783.986	10.442.834	3.841.885	1.809.656
Agosto	11.713.874	230.351	267.322	10.081.788	3.447.507	1.743.539
Septiembre	12.368.149	238.457	132.080	10.192.987	3.458.289	1.727.018
Octubre	12.424.735	213.922		10.714.082	3.674.125	1.781.535
Noviembre	12.211.873	2.267.325		10.198.678	3.363.342	1.763.546
Diciembre	12.075.981	4.568.391		11.379.784	3.799.561	1.846.807
2003	138.960.018	9.037.144	2.746.108	124.404.899	41.808.284	20.436.939

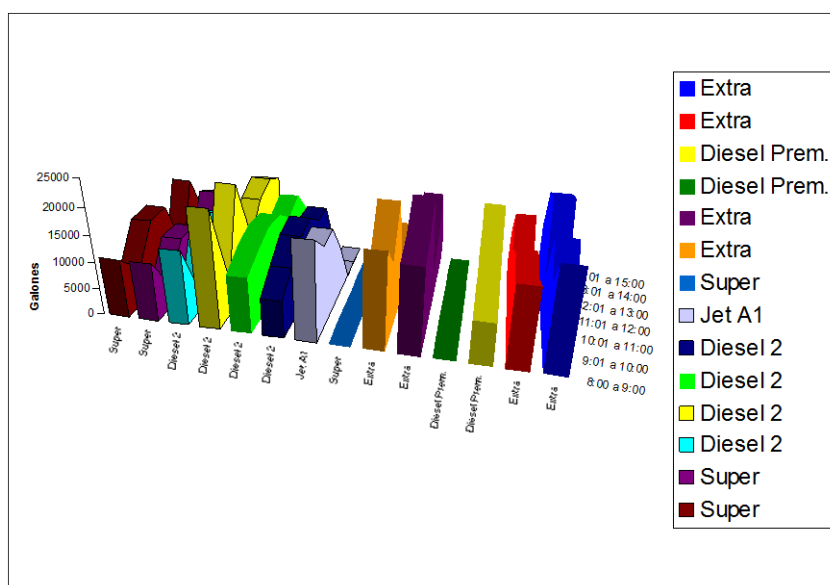


Gráfico 2. Perfiles horarios de despacho. Terminal El Beaterio, viernes 17/06/05

Terminal GLP Oyambaro

Este terminal es el encargado de recibir, almacenar y distribuir Gas Licuado de Petróleo (GLP). Debido a su nivel de actividad se lo ha considerado como una potencial fuente de emisión mayor. Sin embargo, se ha constatado que su capacidad de emisión es prácticamente nula, frente a las demás fuentes, puesto que al producto se le mantiene en un sistema cerrado que no permite salidas de vapores a la atmósfera (casi en la totalidad del tiempo de residencia del GLP en el Terminal)

Se asegura que es un sistema cerrado, especialmente debido a que las sobrepresiones en los tanques de almacenamiento son estabilizadas por medio de sistemas de licuefacción, y además gracias a que en esos mismos tanques no se

permiten salidas de GLP a la atmósfera, eso a través de medios de recuperación de vapores que los transfieren a los mencionados sistemas.

El único elemento que ha sido considerado generador de emisiones de COV's evaporativos es un tanque denominado vertical con techo fijo, identificado por el terminal como "SLOP" (véase imagen 3). Almacena mezclas entre GLP y Nafta base de bajo octano que llega en las interfases entre partidas en el poliducto desde refinería. En la tabla 2 se ven volúmenes de recepción y despacho de Nafta base para ese mismo tanque en el año 2004, revisando los totales anuales, se encuentra un diferencia de 775 galones, los cuales han sido acreditados por la administración del terminal, a ser perdidos debido, a más probablemente, evaporación

Tabla 2. Recepciones y despachos del tanque SLOP, galones de nafta base. Teminal GLP Oyambaro, año 2004. (Fuente de datos: Petrocomercial; 2005)

DIA	RECEPCIONES	DESPACHOS
	Interfase	Tanqueros
Enero	13.188	17.289
Febrero	16002	8076
Marzo	5.040	8.500
Abril	12276	8531
Mayo	11983	8616
Junio	13650	17159
Julio	11046	8014
Agosto	15918	16340
Septiembre	11844	15880
Octubre	14700	7581
Noviembre	13.230	16.874
Diciembre	10458	15700
Total	149.335	148.560



Imagen 3. Tanque SLOP (izq.), a la derecha se ven 2 de los 3 tanques esféricos de almacenamiento de GLP . Terminal GLP Oyambaro

Depósito de aerocombustibles Ecuafuel

Se encarga de distribuir aerocombustibles (JET A1 y AvGas 100/130) en el aeropuerto Mariscal Sucre, Quito. Para tal fin cuenta con 6 tanques de almacenamiento y 6 autotanques para la distribución a las aeronaves, a su vez, los camiones cisterna sirven de tanques de almacenamiento, al no estar en tránsito, puesto que se los mantiene llenos de combustible, el detalle de las facilidades de almacenamiento se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Tanquería disponible en Ecuafuel.

Tq #	Producto	Tipo	Techo	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Altura(cm)			Volumen (galones)	
						Total	Max Llenado	Llenado Real Promedio	Operativo	Diseño
1	JET A1	Vert.	Fijo cónico	611,2	-	587,5	548,5	274,3	42796,0	45528,8
2	JET A1	Vert.	Fijo cónico	611,2	-	587,5	548,5	274,3	42766,0	45528,8
3	JET A	Vert.	Fijo cónico	611,2	-	587,5	548,5	548,5	42761,0	45528,8
4	AVGAS 100/130	Horiz.	-	213,9	798,2	221,0	213,0	106,5	7577,2	7577,2
5	AVGAS 100/130	Horiz.	-	272,0	672,0	277,0	271,0	203,3	10315,4	10315,4
6	JET A1	Vert.	Fijo cónico	916,1	-	893,5	871,0	653,3	148987,0	155579,4
	JET A1	Autotanque								10000,0
	JET A1	Autotanque								10000,0
	JET A1	Autotanque								10000,0
	JET A1	Autotanque								10000,0
	JET A1	Autotanque								8000,0
	AVGAS 100/130	Autotanque								5000,0

En Ecuafuel se manejan entre 70.000 y 90.000 galones diarios de JET A1, su actividad en el despacho se ve definida por el tráfico aéreo, por la demanda. Mientras tanto, es notoria la diferencia que existe entre las cantidades de despacho de Jet A1 y AvGas, véase gráficos 3 y 4. Se resume que la gasolina de aviación (AvGas 100/130) ha tenido un volumen de despacho que no alcanza ni al 1% de lo que se ha despachado de JET A1².

La respiración de tanques de almacenamiento ha sido identificada como la fuente de emisión de COV's evaporativos más significativa, debido a la carencia de sistemas de recuperación de vapores, a la conexión directa de la superficie del líquido con la atmósfera mediante válvulas de venteo de los techos de los tanques, y gracias a que el sistema se mantiene cerrado durante la transferencia de combustible desde el tanque de almacenamiento hacia el depósito de combustible en la aeronave.

Marco Metodológico

La estimación de emisiones se desarrolló mediante el uso de factores de emisión sugeridos por la bibliografía y otros generados mediante modelación matemática.

Los factores de emisión han sido aplicados a todas las fuentes en estudio; particularmente, a las fuentes mayores se les han asignado factores de emisión específicos generados mediante la modelación matemática, esto concretamente para los tanques de almacenamiento de combustible identificados en cada una de las fuentes.

² 0.79%, 139.378 galones de AVGAS, frente a 17'689.896 gal de JET A1 despachados en el 2003.

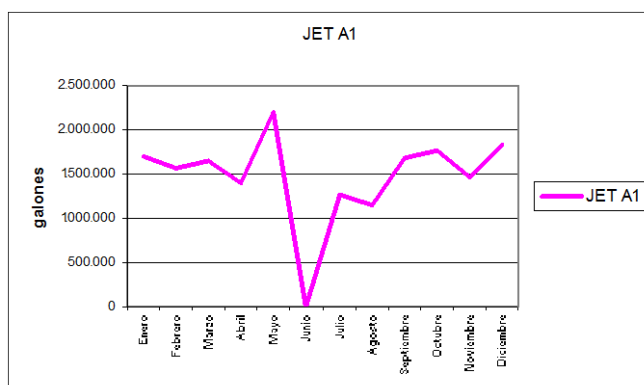


Gráfico 3. Despachos mensuales JET A1. Ecuafuel (fuente: Petrocomercial, 2005)

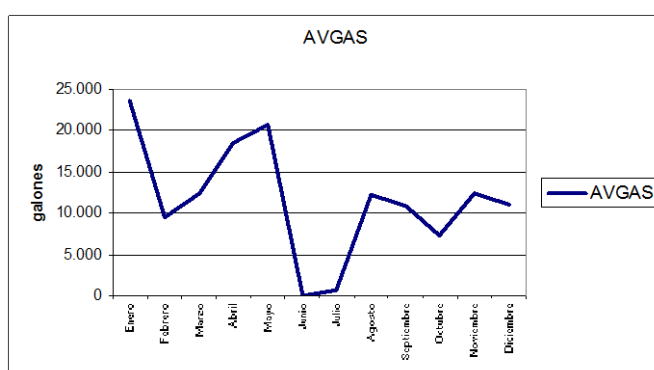


Gráfico 4. Despachos mensuales AvGas 100/130. Ecuafuel (fuente: Petrocomercial, 2005)

Indicadores de actividad

Para la estimación de emisiones fue necesario definir indicadores de actividad. En el caso de emisiones evaporativas consideradas para centros de gestión de combustibles, se toma como indicador de actividad al volumen de producto (según el caso correspondiente) despachado; es decir, el volumen de combustible que ha salido desde el sistema. Los indicadores de actividad han sido medidos y presentados *galones*, siendo esa unidad la más utilizada para la medición de volúmenes en cada una de las fuentes.

Factores de emisión

Los factores de emisión (FE) han sido tomados de la sección 5.2 del AP-42 publicado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y adaptados al caso de Quito. Se utilizan factores de emisión aplicables a actividades de gestión de combustibles en terminales y estaciones de servicio, cada producto tiene un factor de emisión individual que considera sus características y nivel de control de emisiones. véase tabla 4.

Cada factor de emisión da como resultado la cantidad de COV's evaporativos en kilogramos, al relacionarse con indicadores de actividad presentados en galones. Por ejemplo, para el caso de las gasolinas, se han relacionado factores de emisión para gasolina con *presión de vapor Reid* (PVR) de 7.5 psi, según los expertos, es el nivel más común para Quito, la EPA presenta FE para gasolinas con PVR = 10 psi (25% más volátil que en Quito)

Tabla 4. Factores de Emisión empleados en el inventario de emisiones evaporativas de COV's en el DMQ.

FUENTE DE EMISIÓN	FE (kg/1000 gal)
Terminal (El Beaterio)	
Despachos a autotanques*:	
Gasolinas	5,4431
Diesel (1,2,Premium)	0,0136
Jet A1	0,0181
Estaciones de Servicio	10,9769
Recarga de tanques*	5,2163
Almacenamiento en tanques subterráneos	0,4536
Despacho a vehículos**	4,9895
Derrames	0,3175




Modificado de: tablas 5.2-5 y 5.2-7, sección 5.2, AP-42, EPA, 2005 (Air Chief 12).

* Transferencia de producto por salpicadura y sin recuperación de vapores

** Despacho sin sistemas de recuperación de vapores

Modelación Matemática

Para el caso de tanques de almacenamiento, las emisiones fueron estimadas utilizando el modelo TANKS, presentado por la EPA. El TANKS es un software en el que han sido programadas ecuaciones y bases de datos³ que modelan la producción de COV's evaporativos desde tanques de almacenamiento, las emisiones según el TANKS están regidas por 3 grupos de variables:

-  Diseño, dimensiones y estado del tanque
-  Meteorología del sitio en que está ubicado el Tanque
-  Producto almacenado

La estimación de emisiones ha sido generada mediante el uso del programa en mención. Sin embargo, para facilitar la modelación de las emisiones en futuras versiones del inventario, se han deducido factores de emisión para tanques que contengan gasolinas.

³ El TANKS ha sido programado con los criterios establecidos en la sección 7 del AP-42

Para tanques horizontales subterráneos, no se requiere de información meteorológica, puesto que se considera al suelo como un aislante que neutraliza del paso de calor al tanque; entonces, la ecuación 1 presenta el modelo de emisión anual para un tanque de esas características que almacene Gasolina de 7 psi de PVR como promedio. El producto representan toneladas de COV's anuales.

$$L_t = \frac{0.0397 (32.079 * L * D * H_{lx} + Q)}{2204.6226} \quad (1)^4$$

Donde:

L_t = emisiones totales, t/a

L = longitud del tanque, ft

D = diametro actual de tanque, ft

Q = Despacho promedio de producto, bbl/a

H_{lx} = Máximo nivel de llenado, ft

En cambio los tanques de techo flotante reciben una incidencia directa de la meteorología involucrada en la zona, influye mucho el viento, en el sentido en que ventile la parte abierta del tanque, sobre el techo. Los valores considerados para la obtención del modelo descrito en la ecuación 2, se rigen a los tanques de techo flotante inspeccionados en el Terminal El Beaterio, siendo la única fuente que se ha encontrado que tiene instalada infraestructura de ese tipo.

$$L_t = \frac{\frac{452.2 * (2574.2244 * V + D * V^{1.5})}{\left(1 + \left[\frac{1-3.5}{Pa}\right]^{0.5}\right)^2 * Pa} + \frac{0.0396 * Q}{D}}{2204.6226} \quad (2)^5$$

Donde:

L_t = emisiones totales, t/a

V = velocidad del viento ambiental promedio, mph

P_a = presión atmosférica, psia

Q = Despacho promedio de producto, bbl/a

D = diámetro del tanque, ft

⁴ Modelo aplicable a emisiones desde tanques subterráneos de almacenamiento de combustible, que contengan Gasolinas de presión de vapor Reid de 7 psi.

⁵ Aplicable para tanques de almacenamiento con techos flotantes externos, de cubierta soldada, sellado primario y que contengan gasolinas (PVR 7).

Inventario de emisiones evaporativas

Inventario de emisiones evaporativas anuales y mensuales

El inventario de Emisiones Evaporativas de COV's calculadas utilizando la metodología indicada se resume en la tabla 13-1, donde se muestra la participación de cada fuente, mediante la ilustración de la cantidad de COV's emitidos por ella durante cada mes del año 2003. Así mismo, el gráfico 13-1 pone en comparación los niveles mensuales de emisión con el respectivo aporte de cada una de las fuentes.

En cambio, en la tabla 13-2 se aprecian las emisiones anuales calculadas mediante la metodología indicada y producidas por cada una de las fuentes en estudio así como los porcentajes representativos de cada una de ellas frente al acumulado de todas las fuentes juntas.

Tabla 5. Emisiones Evaporativas Mensuales. DMQ

Fuente	Productos	Emisiones Evaporativas (t COV's)											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gasolineras	Gasolina (Extra y Super)	123,2	112,9	112,7	111,8	115,9	114,6	110,9	99,0	101,6	108,2	104,6	105,2
Beaterio	Gasolina (Extra y Super), Diesel (1, 2, Premium), JET A1	96,0	88,9	89,2	95,8	93,9	93,8	93,2	154,7	92,6	96,2	89,7	93,7
Petrocom ES	Gasolina (Extra y Super)	10,3	11,9	11,1	13,0	13,6	12,8	14,1	14,4	14,5	15,6	15,1	16,6
Total		229,5	213,7	213,0	220,6	223,4	221,1	218,2	268,0	208,7	220,0	209,5	215,5

Tabla 6. Emisiones evaporativas anuales de COV's . Fuentes Estacionarias, DMQ

Fuente	Productos	Emisiones	
		(t COV's)	%
Gasolineras	Gasolina (Extra y Super)	1.320,68	50,72
Beaterio	Gasolina (Extra y Super), Diesel (1, 2, Premium), JET A1	1.120,35	43,02
Petrocom ES	Gasolina (Extra y Super)	158,51	6,09
Oyambaro	Nafta Base y GLP	1,26	0,05
Ecuafuel	Aerocombustibles (Jet A1 y AvGas 100/130)	3,28	0,13
Total		2.604,08	100,00

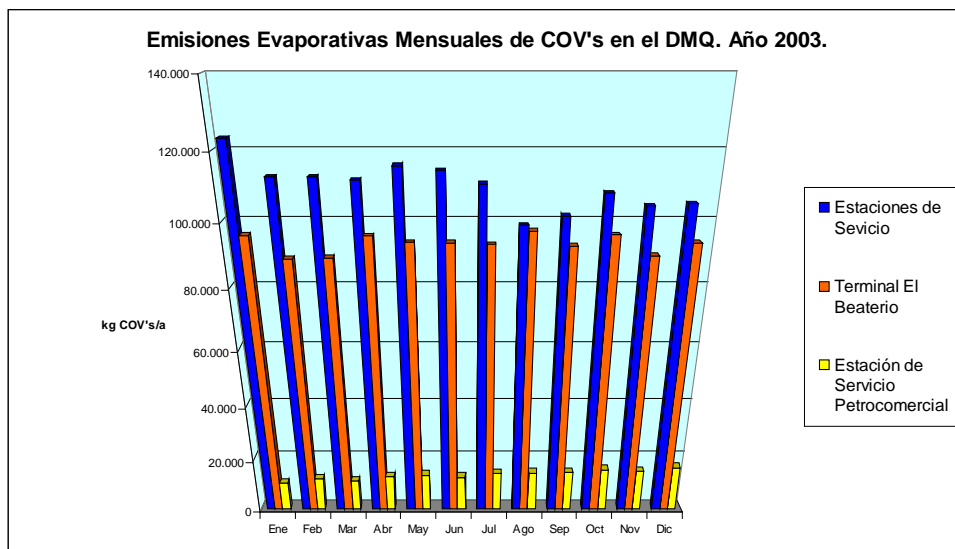


Gráfico 5. Emisiones Evaporativas Mensuales DMQ. Año 2003

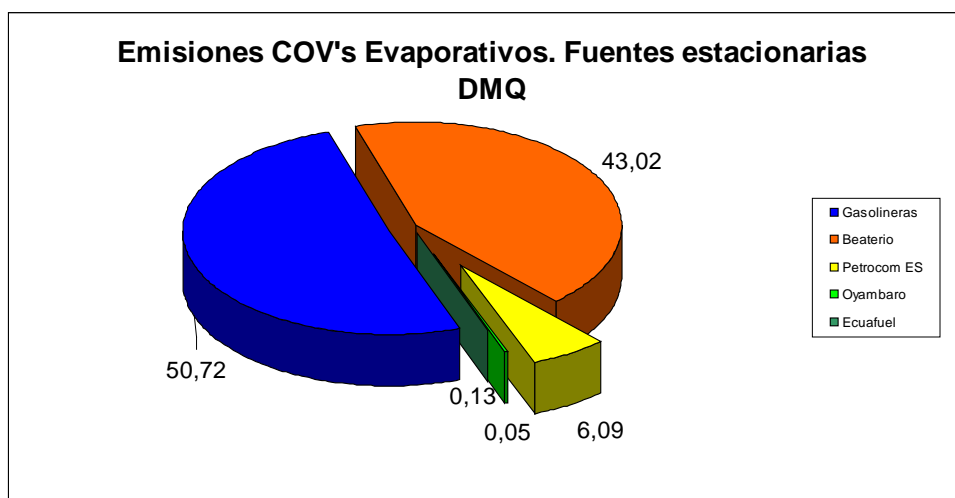


Gráfico 6. Emisiones evaporativas anuales de COV's en el DMQ. Año 2003.

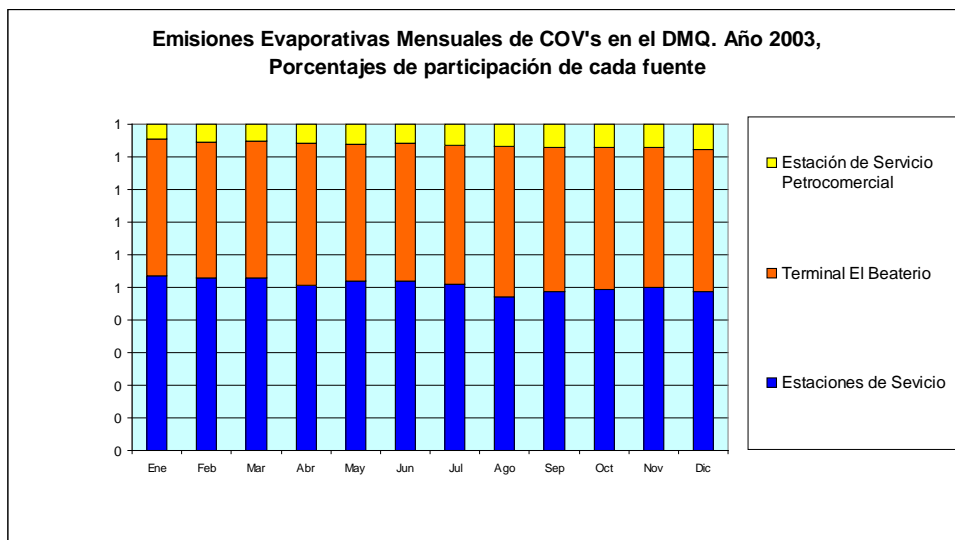


Gráfico 7. Emisiones evaporativas Mensuales en el DMQ, año 2003. Participación de cada fuente.

- En el año 2003, las emisiones evaporativas de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) desde centros de gestión de combustibles que funcionan en le área de trabajo (DMQ y su área de influencia) definida para el presente inventario ascendieron a un total de 2'604.079,41 kilogramos, 2.604,079 toneladas.
- Desde las 175 estaciones de servicio se han producido 1572.89 toneladas de COV's evaporativos. Representando un 54.89% de las emisiones evaporativas totales del DMQ.
- El Terminal de productos limpios El Beaterio ha generado un total de 1129.68 toneladas de COV's evaporativos. Siendo este el 34.42% del total.
- Por su parte, la estación de servicio Petrocomercial ha emitido 158 toneladas de COV's, el 5.53%
- Asimismo, encontramos que en Oyambaro y en Ecuafuel se produjeron 1.26 toneladas y 3.28 toneladas respectivamente, entre esas 2 fuentes suman el 0.14% del total de las emisiones de COV's evaporativos en el DMQ.
- En lo que respecta a las emisiones mensuales, se puede observar que la máxima cantidad de COV's se ha producido en el mes de Agosto, sumando un total de 292.29 toneladas en todo el DMQ y su área de influencia.
- En contraparte, se puede notar que en el mes de Marzo se registran 223.51 toneladas de COV's, la menor cantidad mensual de todo el año.

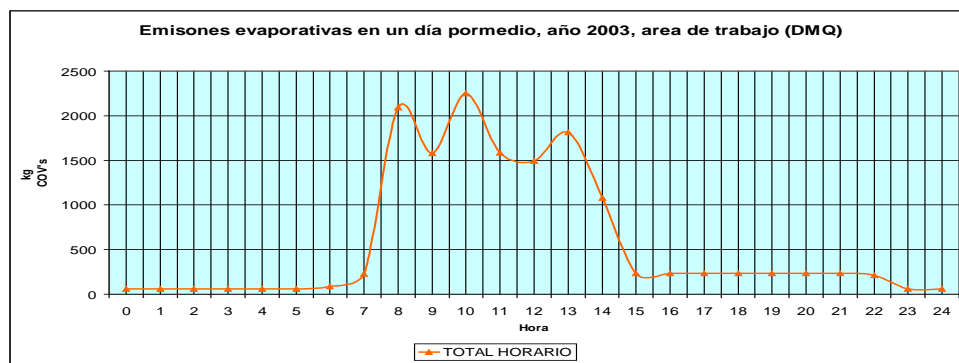
Inventario de emisiones horarias, para un día promedio

En el caso del inventario de emisiones horarias se ha considerado las actividades promedio diarias tomando en cuenta la actividad de todo el año 2003, esto da como resultado un escenario que se interpreta como un día promedio del año. En

esta sección se consideran las emisiones producidas por evaporación de gasolinas⁶ y productos limpios de mayor peso molecular (Diesel y JET A1)⁷

Los gráficos 8 y 9 sintetizan los resultados de las estimaciones de emisiones evaporativas de COV's generadas en un día promedio, los valores de emisiones horarias acumuladas (área de trabajo, DMQ) y parciales (por cada fuente de emisión) se encuentran resumidos en la tabla 7.

Gráfico 8. Emisiones evaporativas diarias en el área de trabajo (DMQ) año 2003



Fuente: Tabla 7

Elaboración Andrés Cepeda

Resultados

- ✚ En total, en el día promedio se estima que se han producido 14549.11 kilogramos de COV's por evaporación desde combustibles (gasolinas, diesel y JET A1) en el área de trabajo (DMQ).
- De éste total diario:
 - ✚ Las estaciones de servicio (gasolineras) aportan 3829.08 Kg de COV's, el 26.3%.
 - ✚ El Terminal El Beaterio contribuye con 10277.67 Kg de COV's evaporativos, el 70.6%.
 - ✚ Mientras que la estación de servicio Petrocomercial participa con 442.37 Kg de COV's, el 3%.
 - ✚ Además, se puede apreciar que las horas de mayor producción de COV's se encuentran en el rango comprendido entre las 7 y las 14 horas, considerándose que en éste rango de tiempo se identificó actividad en el Terminal El Beaterio, según la metodología aplicada al presente estudio.
 - ✚ Los niveles de actividad presentados en esta parte del inventario (*emisiones horarias de un día promedio*) se mantienen relacionados a los indicadores de actividad por medio de los factores de emisión, esto para cada una de las fuentes; es por ello que se identifican niveles

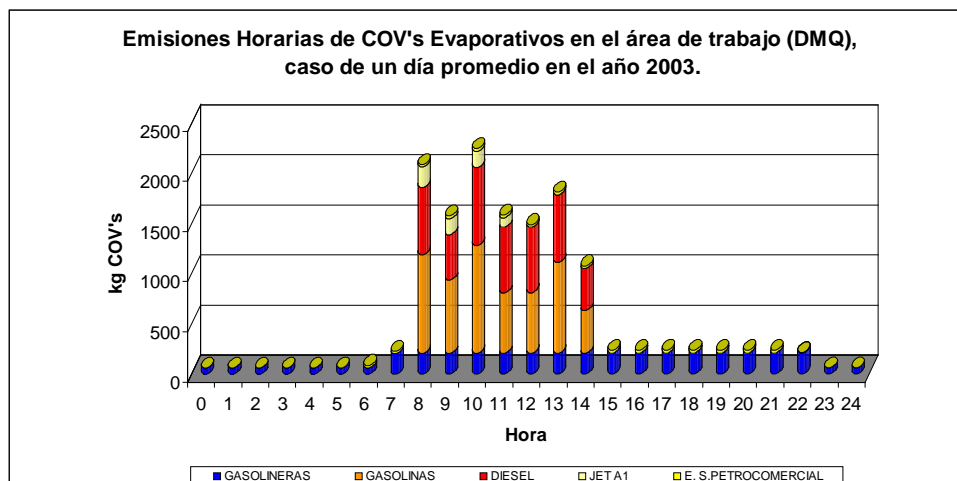
⁶ Para las estaciones de servicio (incluida Petrocomercial ES), se consideran emisiones evaporativas generadas únicamente desde gasolinas

⁷ Únicamente emisiones de Diesel y JET A1 producto de las entregas a autotanques por medio de los brazos de despacho del Terminal El Beaterio, y por respiración de tanques de almacenamiento.

estables y bajos de emisión en los lapsos de 0 a 5 horas y de 15 a 21 horas.

- ✚ En el Terminal el Beaterio no se encuentran valores de emisión en los lapsos de 0 a 7 y de 14 a 23 debido a que las emisiones en esta parte del inventario únicamente han sido estimadas para las actividades de despacho de combustibles a autotankers, debido a la falta de información.
- ✚ Las emisiones evaporativas de las estaciones de servicio, incluida Petrocomercial ES permanecen constantes durante lapsos de 8 horas continuas debido a que la información de indicadores de actividad disponible se limita a turnos octonarios en las estaciones de servicio⁸ que han sido estudiadas para definir los perfiles horarios.
- ✚ En cuanto al aporte de COV's por los productos, se puede reconocer que las gasolinas presentan mayor cantidad de evaporaciones, aportando un 66.1% del total de emisiones generadas en el *día promedio* en área de estudio (DMQ).

Gráfico 9. Emisiones evaporativas diarias en el área de trabajo (DMQ) año 2003*



Fuente: Tabla 7

Elaboración Andrés Cepeda

* Valores identificados como Gasolinas, Diesel y JET A1, representan emisiones evaporativas desde esos mismos productos gestionados en el Terminal El Beaterio.

⁸ Inclúyase aquí a algunas de las estaciones de servicio privadas que operan en el DMQ y a Petrocomercial ES.

Tabla 7. Emisiones horarias parciales y totales de COV's evaporativos en el área de trabajo (DMQ)

EMISIONES HORARIAS PROMEDIO EN EL AREA DE TABAJO (kg de COV's) *													
Fuente de Emisión	DETALLE	H O R A											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
EESS	GASOLINAS	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	203,33	203,33	203,33	203,33	203,33
EL BEATERIO	GASOLINAS	-	-	-	-	-	-	-	-	985,50	733,65	1.076,39	603,89
	DIESEL	-	-	-	-	-	-	-	-	673,43	454,43	776,90	657,00
	JET A1	-	-	-	-	-	-	-	-	202,58	159,87	164,25	95,27
E. S. PETROCOM.	GASOLINAS	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	26,69	26,69	26,69	26,69	26,69	26,69
TOTAL HORARIO		62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	86,0	230,0	2.091,5	1.578,0	2.247,6	1.586,2
Fuente de Emisión	DETALLE	H O R A											
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
EESS	GASOLINAS	203,33	203,33	203,33	208,60	208,60	208,60	208,60	208,60	208,60	208,60	208,60	59,29
EL BEATERIO	GASOLINAS	608,27	911,59	428,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DIESEL	652,07	673,43	421,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	JET A1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E. S. PETROCOM.	GASOLINAS	26,69	26,69	25,38	25,38	25,38	25,38	25,38	25,38	25,38	25,38	2,87	2,87
TOTAL HORARIO		1.490,4	1.815,0	1.077,9	234,0	234,0	234,0	234,0	234,0	234,0	234,0	211,5	62,2

Elaboración: Andrés Cepeda St.

* Emisiones de un día considerado como promedio del año 2003, calculadas mediante la metodología indicada.

Discusión

Inventario Anual

Comparando los porcentajes de aporte de las emisiones evaporativas entre el Terminal Beaterio y las estaciones de servicio (incluida Petrocomercial ES) tenemos que el primero aporta el 43.23%, mientras que las gasolineras el 50.53%. En el contexto de que aproximadamente la misma cantidad⁹ de combustible es despachada en el Terminal y posteriormente en las estaciones de servicio, se puede identificar que las diferencias en evaporaciones son marcadas. Esto se debe a las medidas de control de emisiones evaporativas que se emplean por separado en cada una de las fuentes. Así, tenemos que en el Terminal el Beaterio existen instalados tanques de techo flotante para el almacenamiento de productos de mayor volatilidad¹⁰, en contraparte, las estaciones de servicio mantiene válvulas de venteo que permiten la libre salida de COV's desde tanques subterráneos. No obstante, las prácticas de despacho en ambos casos no incluyen metodologías destinadas a recuperación de vapores, razón por la cual se entiende que ambos porcentajes no se alejan mucho el uno del otro.

Por otro lado, se debe tomar en cuenta que el aporte de estaciones de servicio proviene desde 176 fuentes, mientras que el Beaterio se considera como una sola. La distribución espacial de las emisiones evaporativas es muy distinta en el caso del Terminal de productos limpios en comparación con las gasolineras.

Se debe reconocer que las estaciones de servicio se encuentran ubicadas a lo largo de vías de tránsito vehicular, en donde se cree que existe alto aporte de NOx. Estos factores pueden eventualmente promover la producción de Ozono en esas áreas.

Como se ha reconocido, los aportes mas altos de COV's se presentan en Agosto, lo cual puede ser interpretado como un fenómeno producto de la incidencia de factores meteorológicos, puesto que en no se encuentran variaciones importantes en los indicadores de actividad; sin embargo, el parámetro meteorológico con mayor variación reconocido representa la velocidad del viento. Adicionalmente, las emisiones de mayor proporción reconocidas en esta época del año son determinadas por la respiración de los tanques en el Terminal el Beaterio (véase tabla 12-1),

Inventario para un día promedio

Las horas de mayor producción de COV's evaporativos se ven influenciadas directamente por actividades realizadas en el Terminal El Beaterio.

Los datos mostrados para este inventario diario se encuentran sujetos a discusión debido a que se han promediado de acuerdo a actividades de algunas de las fuentes y se han extrapolado para las demás, por lo tanto, no son la representación más acertada de la realidad, aunque sirven como línea base para conocer el estado estimado de la generación de COV's por evaporación de combustibles en el DMQ.

⁹ Alrededor del 1% (v/v) es evaporado en las prácticas de manipuleo de combustibles en el transporte de combustible desde la salida del brazo de despacho en el terminal hasta la estación de servicio. (NOBOA, 2000)

¹⁰ No para todo el volumen del acumulado de éstos productos. Un tanque de techo fijo almacena gasolina SUPER, el TB – 1012.

Especificación

Asimismo, en la sección 5.2 del AP-42, la EPA sugiere que la presencia de contaminantes peligrosos del aire en los vapores de gasolinas se presentará de acuerdo a los porcentajes descritos en la tabla 5.

Tabla 8. Especificación de COV's evaporativos de gasolinas según la EPA

COV	%
2,2,4-Trimetilpentano	0,8
Benceno	0,9
Etil-Benceno	0,1
Hexano	1,6
Tolueno	1,3
Xyleno	0,5

Fuente: EPA, 1999

Adaptado: Andrés Cepeda

Incertidumbre

Las fuentes de alimentación de información tomadas en el inventario propuesto si bien es cierto son oficiales, requieren ser sustentadas. La información que presenta incertidumbre respecto a las fuentes de emisión se basa esencialmente en lo concerniente a los indicadores de actividad. Con respecto a los factores de emisión, la confiabilidad en los resultados obtenidos queda relegada a la aplicabilidad de esos FE en el caso de Quito.

Existen otros insumos de información que juegan un rol importante en la estimación de las emisiones evaporativas. Por ejemplo, la información meteorológica; en la que se ha obtenido se han encontrado errores en datos de parámetros que influyen¹¹ de manera importante el mecanismo de emisión de COV's evaporativos.

Calificación del Inventario

Componentes del inventario de emisiones

En primer lugar, se definen los 3 componentes del inventario (tabla 1-2), que representan a las fuentes que mayor cantidad de emisiones evaporativas de COV's presentan. Así, se han obviado, en esta calificación el Terminal de GLP Oyambaro y el depósito de aerocombustibles Ecuafuel, debido a que su participación en el aporte de emisiones evaporativas en este inventario es altamente reducido¹².

¹¹ nótese el caso de la velocidad del viento en la estación Izobamba para agosto del 2003, ascendía a 5.6 m/s, cuando el promedio demostró ser 1.6 m/s. Esta diferencia causó una elevación considerable en emisiones desde los tanques de techo flotante en el Terminal EL Beaterio.

¹² Sumadas las emisiones de esas 2 fuentes, representan menos del 0.2% del total de las emisiones estimado para el DMQ. Ver [tabla 111](#)

Tabla 9. Descripción de componentes del inventario de emisiones evaporativas del DMQ

Componente	Descripción
1 Gasolineras	Estaciones de servicio desplegadas a lo largo del área de trabajo. Estimadas emisiones evaporativas desde las gasolinas.
2 Terminal El Beaterio	Terminal de productos limpios, donde se gestionan derivados de petróleo a granel. Principales actividades son el almacenamiento y la distribución de combustibles.
3 Petrocom ES	Estación de servicio ubicada dentro del límite urbano de Quito. Su nivel de actividad sobresale considerablemente del resto de gasolineras

Calificación de la Información de Actividad

En este término, se considera como información de actividad principalmente a los indicadores de actividad (despachos de combustible), su confiabilidad y nivel de detalle. Por otro lado, se califica la forma en que se ha obtenido, y como se ha empleado en la estimación de emisiones, la tecnología de las instalaciones, operaciones de gestión de combustibles, medidas de reducción de emisiones evaporativas, estado de infraestructuras, disposición de facilidades de gestión. La calificación se desarrolla para la calidad de información de cada uno de los componentes del inventario, considerándose que no se han empleado las mismas fuentes de información para la estimación de las emisiones de cada fuente. En la construcción del presente inventario se ha reconocido que los mencionados factores son relevantes en cuanto a la producción de COV's evaporativos en las fuentes estudiadas, su calificación se presenta en la tabla 7.

Cabe destacar que no se considera la forma en que es presentada la información, puesto que en el caso de las estaciones de servicio, la DNH ha proporcionado los datos de actividad de las estaciones de servicio en papel impreso; mientras que para las fuentes manejadas por Petrocomercial, esta empresa las proporcionó en formato digital, lo cual supone una elevada ventaja.

Tabla 10. Calidad de la información de actividad

Componente	Calidad	Discusión
1 Gasolineras	D	Los indicadores de actividad para cada estación de servicio del área de trabajo han sido extrapolados desde un grupo representativo de gasolineras. Los indicadores de actividad detallados (mes, día, hora) han sido obtenidos mediante extrapolación de datos anuales. La estimación de los despachos de gasolinas de cada una de las fuentes ha sido fundamentada por información oficial. Se consideran niveles tecnológicos de operación semejantes para todas las gasolineras evaluadas (incluso Petrocom ES), inspección en campo ha sido muy limitada, pero consideraciones han sido tomadas tras consultas a expertos. La desagregación permite conocer las emisiones georeferenciadas para cada una de las fuentes.
2 Terminal El Beaterio	B	Las inspecciones de campo del Terminal El Beaterio permitieron obtener información de alto grado de calidad y especificidad. Sin embargo, para los cálculos horarios ha sido necesario adoptar un perfil de un día al azar. Adicionalmente, ha faltado constatar la información de muy alto nivel de detalle de diseño de cada uno de los tanques de almacenamiento. El levantamiento de información en campo da un fuerte sustento a este componente del inventario.
3 Petrocom ES	B	Las inspecciones de campo dieron como resultado levantamiento de información relevante para la estimación de emisiones. Se consideran indicadores de actividad octohorarios para 2 meses representativos y datos de despacho diario de cada uno de los combustibles de manera diaria en todo el año.

Calificación de los factores de emisión

Tabla 11. Calidad de los factores de emisión

Componente	Calidad	Discusión
1 Gasolineras	C	Se utilizan factores de emisión tomados de la literatura que corresponden a otros países o regiones, esos FE fueron adaptados a las condiciones de Quito y a las necesidades del inventario. Los factores de emisión empleados pueden ser fácilmente manipulados para obtener mayor afinamiento. Las condiciones originales empleadas, son las establecidas por la EPA. La alta generalidad asumida para los factores de emisión empleados les da una calidad promedio, lo cual genera una incertidumbre todavía tolerable.
2 Terminal El Beaterio	B	Se utilizan factores de emisión tomados de la literatura que corresponden a otros países o regiones, esos FE fueron adaptados a las condiciones de Quito y a las necesidades del inventario. Los factores de emisión empleados pueden ser fácilmente manipulados para obtener mayor afinamiento. Las condiciones originales empleadas, son las establecidas por la EPA. Además se acude a FE generados mediante un programa de modelación que presenta una alta especificidad de insumos requeridos para su funcionamiento. La combinación de factores de emisión obtenidos de la bibliografía con los generados en el proceso de estimación de emisiones, provee una calidad superior al promedio, lo cual reduce la incertidumbre en éste componente.
3 Petrocom ES	B	Se utilizan factores de emisión tomados de la literatura que corresponden a otros países o regiones, esos FE fueron adaptados a las condiciones de Quito y a las necesidades del inventario. Los factores de emisión empleados pueden ser fácilmente manipulados para obtener mayor afinamiento. Las condiciones originales empleadas, son las establecidas por la EPA. Además se acude a FE generados mediante un programa de modelación que presenta una alta especificidad de insumos requeridos para su funcionamiento. La combinación de factores de emisión obtenidos de la bibliografía con los generados en el proceso de estimación de emisiones, provee una calidad superior al promedio, lo cual reduce la incertidumbre en éste componente.

Calificación combinada

Finalmente la combinación de las calificaciones de la información de actividad mas la de los FE representa la calidad del inventario en ese componente. Las matrices de calificación combinadas correspondientes a cada uno de los componentes se presentan en las **tablas 1-5, 1-6 y 1-7**, mientras tanto en **la tabla 1-8** se muestran las calificaciones y emisiones evaporativas de COV's de cada componente.

Tabla 12. Matriz de combinación actividad – factor de emisión: Gasolineras

ACTIVIDAD	FACTOR DE EMISION				
	A	B	C	D	E
A	A	A	B	C	C
B	A	B	B	C	D
C	B	B	C	C	D
D	C	C	C	D	D
E	C	D	D	D	E

Tabla 13. Matriz de combinación actividad – factor de emisión: El Beaterio

ACTIVIDAD	FACTOR DE EMISION				
	A	B	C	D	E
A	A	A	B	C	C
B	A	B	B	C	D
C	B	B	C	C	D
D	C	C	C	D	D
E	C	D	D	D	E

Tabla 14. Matriz de combinación actividad – factor de emisión: Petrocom ES

ACTIVIDAD	FACTOR DE EMISION				
	A	B	C	D	E
A	A	A	B	C	C
B	A	B	B	C	D
C	B	B	C	C	D
D	C	C	C	D	D
E	C	D	D	D	E

Tabla 15. Calidad del Inventario

No.	Componente	Calificación	Emisiones 2003	
			(t COV's)	%
1	Gasolineras	C	1.320,68	50,53
2	El Beaterio	B	1.129,68	43,23
3	Petrocom ES	B	158,51	6,07
Total			2.613,41	99,83

Conclusiones

En relación a los datos presentados en la **tabla 1-8**, se lee lo siguiente:

- ✚ El componente #1 aporta un 50.53% de las emisiones y tiene una calidad media (calificación C).
- ✚ El componente #2 genera el 43.23% de las emisiones, su calidad es alta (calificación B).
- ✚ El componente #3 genera el 6.07% de las emisiones, su calidad es alta (calificación B).

De la **tabla 1-8** también se puede notar las gasolineras presentan el nivel más alto emisiones de COV's evaporativos, y a su vez el grado de incertidumbre más alto debido a que su calificación es la más baja de los 3 componentes (calificación B). Se considera que esta calificación se muestra más baja debido a que la obtención de los indicadores de actividad se puede mejorar, para que se pueda apegar más a la realidad: además de que los factores de emisión han sido adaptados al caso local a partir de lo encontrado en la bibliografía.

Asimismo, es importante anotar que las calificaciones dadas a los componentes 2 y 3 (calificación B, para ambos) representan un nivel de incertidumbre más bien reducido. Sin embargo la calidad de los factores de emisión para estas fuentes puede ser mejorada, puesto que, como en el caso del componente 1, los factores de emisión han sido obtenidos de la bibliografía y luego se los ha adaptado al caso del DMQ, lo cual no les permite ser considerados como factores de emisión locales que reproduzcan a cabalidad las condiciones en que ocurren los fenómenos de evaporación en las fuentes evaluadas en el presente inventario.

En términos generales, la calidad de información obtenida puede ser elevada para reducir la incertidumbre considerablemente. Especialmente afinando los factores de emisión y corroborando la autenticidad de la información de las actividades.

Las emisiones producidas por los combustibles de pesos moleculares mayores (combustibles pesados: Diesel – Destilado 1, Diesel 2, Diesel Premium) intervienen de una manera en extremo limitada, en comparación con el total de emisiones obtenidas, razón por la cual se determina que los combustibles volátiles son las gasolinas: Extra, Super, la nafta de bajo octanaje (Nafta Base) y la gasolina de aviación (AvGas 100/130). Principalmente Extra y Super debido a su alta demanda en el mercado.

Las prácticas de manipulación de los combustibles en el DMQ son los principales causantes de emisiones evaporativas de COV's en el inventario actual. Aquí se considera la falta de sistemas de recuperación de vapores COV's en las actividades de transferencia de productos limpios.

La implementación de tanques de almacenamiento de techo flotante representa un aporte significativo a la reducción de emisiones evaporativas.

Las emisiones evaporativas consideradas en el presente inventario son originadas desde las siguientes actividades:

- ✚ Transferencia¹³ de combustibles desde un recipiente a otro, por ejemplo desde un tanque subterráneo de almacenamiento hacia el tanque de combustible de un vehículo
- ✚ Respiración de tanques de almacenamiento.

El fenómeno de emisiones evaporativas varía de acuerdo a los siguientes parámetros¹⁴.

- ✚ Presión de vapor del combustible
- ✚ Características de Almacenamiento
- ✚ Meteorología: Temperaturas media, máxima y mínima, presión atmosférica, velocidad del viento, radiación solar.

Las estaciones de servicio han despachado el 95.7% del volumen que han adquirido en el Terminal El Beaterio a lo largo de todo el año 2003. Sin embargo, en el año 2003, han emitido una cantidad de COV's que representa el 130.9% de la que emitió el terminal de productos limpios en ese mismo año. Lo cual sucede debido a que en las estaciones de servicio nunca ocurre carga sumergida durante las transferencias de combustible. En cambio, en el terminal El Beaterio, casi al final de la carga de cada banquero, el brazo de despacho queda sumergido en el combustible reduciéndose las emisiones evaporativas

Durante el día, se reconoce que los indicadores de actividad son mas elevados en el transcurso de las horas con radiación solar, lo cual promueve la evaporación. Sin embargo se requiere de un estudio futuro para conocer la incidencia concreta de este parámetro meteorológico.

¹³ Inclúyase la transferencia de combustibles en todas las fuentes y las correspondientes actividades descritas en el capítulo *FUENTES DE EMISIÓN*.

¹⁴ Parámetros que tengan incidencia directa sobre el producto volátil. Por ejemplo, la meteorología aplicable a la zona en que esté emplazada la fuente en estudio.

La metodología de cálculo se puede considerar bastante apropiada y fácil de usar; sin embargo, requiere que los factores de emisión sean afinados para reproducir mejor los fenómenos ocurridos en Quito. Adicionalmente, la metodología propuesta en éste trabajo, no ha sido sustentada empíricamente, por lo que sería de gran ayuda confirmar los resultados con monitoreos.

Las emisiones estimadas en el presente estudio, suponen un primer acercamiento a la cantidad de COV's producidos en Quito, no se han podido constatar resultados de estudios previos de éste tipo para el área de estudio. Asimismo, de las empresas consultadas, ninguna pudo dar razón de las emisiones evaporativas que se producen en sus respectivas instalaciones.

Como se ha podido constatar, la cantidad de COV's emitidos a la atmósfera alcanza mas de 2 kilotoneladas anuales, las afectaciones a la salud de personas expuestas directamente a emisiones evaporativas deben ser estudiadas particularmente. Por otro lado, es necesario definir la incidencia de las emisiones presentadas en este inventario, frente a la formación de smog fotoquímico, el O₃ troposférico, deberá ser estimado a través de investigaciones posteriores.

La alta cantidad de emisiones evaporativas generadas en cada una de las fuentes puede repercutir sobre la reducción en términos de seguridad de obreros involucrados en la gestión de combustibles, en las instalaciones de cada fuente estudiada e inclusive sobre el medio circundante, reconózcase la alta explosividad que permite la salida incontrolada de COV's evaporativos, y el requerimiento constante de control sobre la práctica de medidas de seguridad frente a este riesgo.

El aporte que presenta el inventario expuesto, se define en tal magnitud como sea representativo en el inventario de emisiones del DMQ y de tal forma que permita establecer medidas para el mejoramiento de la calidad del aire. Además, la generación de factores de emisión facilitará la modelación de la calidad del aire en el caso de que las fuentes presentadas sean incluidas en esa actividad.

Recomendaciones

En términos generales, es posible minimizar las emisiones evaporativas de COV's en Quito, y en más de un 90%¹⁵. Pero debido a que las medidas que se puedan aplicar, podrían resultar altamente costosas, en términos económicos) los esfuerzos de minimización de emisiones deben estar enfocados para obtener paulatinamente:

- ✚ La reducción de turbulencias en el flujo del combustibles durante la transferencia
- ✚ La recuperación de vapores desplazados durante las transferencias

¹⁵ Según la EPA y Noboa, la recuperación de vapores en estaciones de servicio y terminales tiene una eficiencia superior al 90%.

- ✚ Mantenimiento preventivo de equipos de monitoreo y gestión de combustibles
- ✚ Seguimiento de las actividades desarrolladas
- ✚ Implantación de metodologías de reducción de emisiones alternativas a las explicada en este estudio
- ✚

Ahora, la aplicabilidad de la recuperación de vapores en las fuentes está sujeta a la existencia de instalaciones capaces de procesarlos nuevamente a gasolinas u otro tipo de productos útiles. Por lo tanto, la recuperación de vapores únicamente es efectiva si se los puede reutilizar los vapores recuperados; por ello, se ha dará un grado de importancia mayor a la reducción de turbulencias en el flujo durante la transferencia.

Prácticamente todas las operaciones de transferencia ocurren por salpicadura (imagen 17-1), mientras que en el terminal El Beaterio, se puede creer que al final de la carga a los tanqueros, el brazo de despacho queda sumergido en el combustible, produciéndose la carga subsuperficial (imagen 17-2). Pero el nivel óptimo de transferencia de productos se enmarca en la carga de fondo (imagen 17-3). En este estudio se recomienda tomar las medidas necesarias para establecer al menos operaciones de transferencia por carga sumergida.

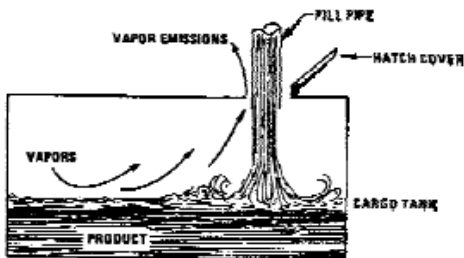


Imagen 17-2. Carga por salpicadura

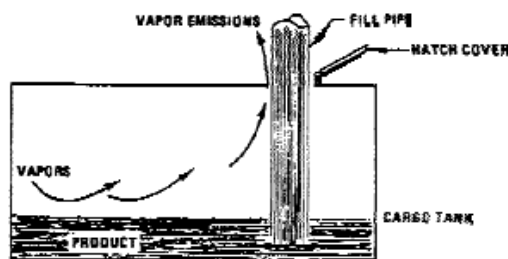


Imagen 17-1. Carga sumergida

Específicamente, se proponen las siguientes medidas para cada una de las fuentes.

Estaciones de Servicio

Para la reducción de aporte de COV's desde las estaciones de servicio se recomienda la recuperación controlada de las emisiones evaporativas a través de la implementación de sistemas de recuperación de vapores que prevén recuperar los vapores producidos por la transferencia de productos. Esto es sistemas de balance de vapores de estación 1 y estación 2 (Bolaños; 2001).

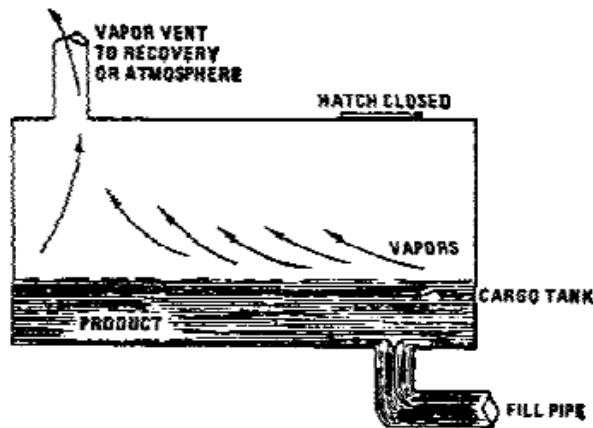


Imagen 17-3. Carga de fondo.

- **Fase Uno:** Recuperación de vapores producidos en la transferencia desde el tanque cisterna hacia el tanque subterráneo de almacenamiento. Los vapores recogidos en el tanque subterráneo son llevados al depósito del camión.
- **Fase Dos:** Recuperación de vapores desde el despacho a vehículos. Los vapores son succionados desde el interior del tanque de combustible del automotor por medio de un dispositivo instalado en la *pistola* de despacho; de ahí, los vapores son llevados hacia el tanque subterráneo de combustible.

En las imágenes 15-1 y 15-2 Se ilustran diseños posibles de sistemas de control balanceado de recuperación de vapores en una estación de servicio.

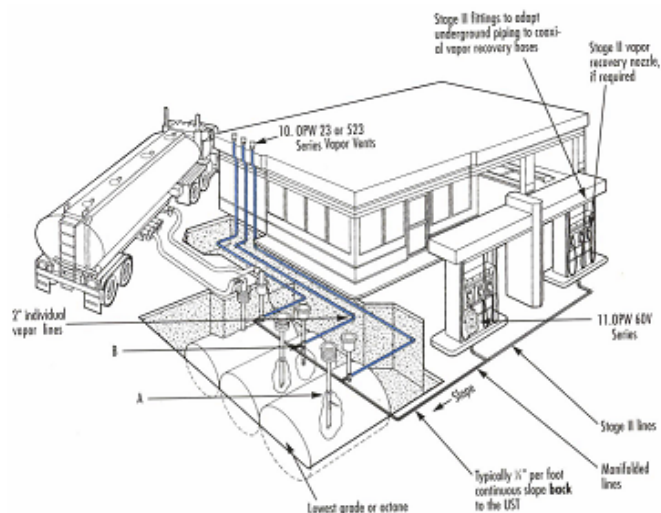


Imagen 17-4. Sistema de recuperación de vapores balanceado. Fase 1 (OPW;1997)

Adicional a la recuperación de emisiones se recomienda la verificación de las presiones de trabajo de las válvulas de venteo. Específicamente que cumplan al menos con las características sugeridas en el ANSI # 150, como lo establecido en el Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE) mediante Decreto Ejecutivo N° 2982 (registro oficial N° 766, Agosto/1995).

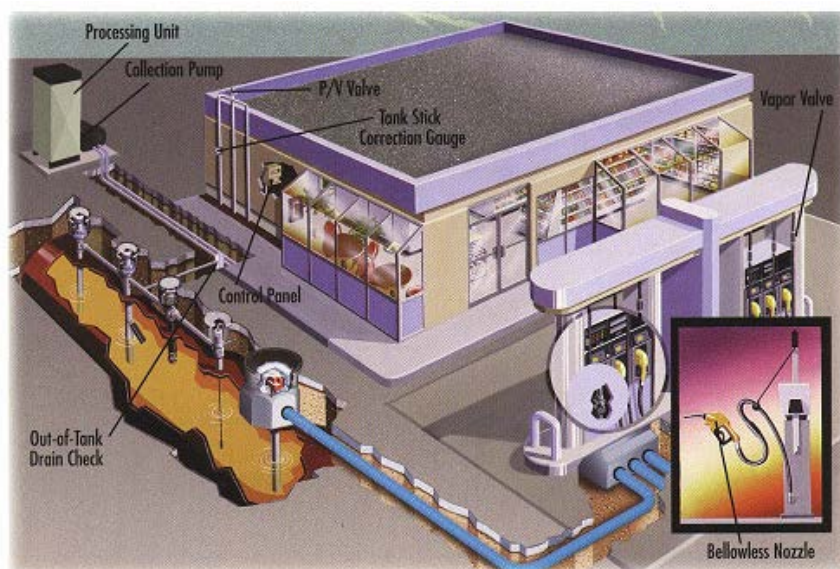


Imagen 17-5. Sistema de recuperación de vapores balanceado. Fase 2 (OPW;1997)

Al menos hasta que se tomen medidas de control de emisiones, se recomienda, por principio de precaución, la utilización de EPP por parte de los operadores de las distintas facilidades de gestión de combustibles considerando su exposición de 8 horas diarias, como mínimo.

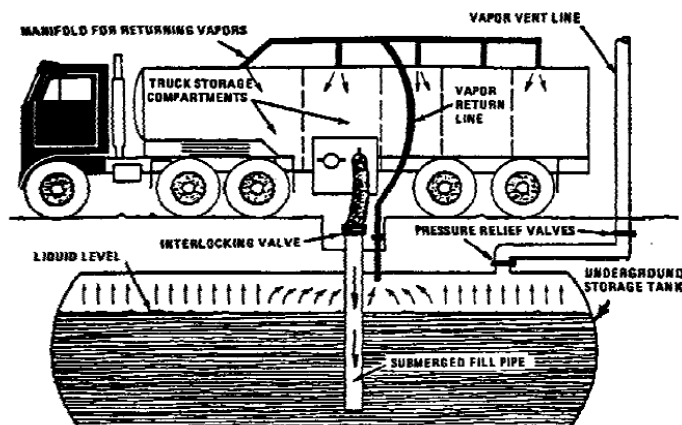


Imagen 17-6. Esquema de recuperación de vapores Fase 1 en una estación de servicio. (EPA, 1995)

Terminal de Productos Limpios El Beaterio.

En las islas de despacho, se deben desarrollar medidas necesarias para la carga ventral de los autotanques, esto es para garantizar transferencia de fondo, minimizando salpicadura en el interior del compartimiento de alojamiento de combustible (BOLAÑOS; 2001). De no ser accesible emplear esta técnica, temporalmente se puede implementar la carga sumergida (subsuperficial) que resulta más económica.

El tanque TB - 1012, o cualquiera otro destinado al almacenamiento de gasolina SUPER, debe tener techo flotante, al menos externo¹⁶, para reducir las evaporaciones por respiración. No obstante, si se mantiene el producto almacenado en un tanque con techo fijo, se sugiere tomar las medidas citadas en el párrafo siguiente.


Para tanques con techo fijo se deberá mantener cerrada herméticamente la boca de acceso para aforos manuales, para tal fin, se deberán registrar los monitoreos (fiscalización) de acuerdo a los resultados presentados por los sistemas de seguimiento automático (radares, sensores y sistemas de control computacional). Si se decide mantener los aforos manuales como procedimiento para la fiscalización de los tanques, se deberán mantener cerrados los accesos antes y después de los monitoreos, además los operadores responsables tendrán que contar con EPP adecuado para reducir la dosis de COV's que reciban por inhalación. Finalmente, habrá que garantizar mantenimiento preventivo (y correctivo, de ser el caso) de las válvulas de alivio de presión, llamadas también chimeneas, para que ellas sean las únicas encargadas de liberar vapores a la atmósfera.

Para los tanques de techo flotante, se propone implementar sellados de tipo secundario (sellos tipo zapata) y reducir espacios de vapor entre sello tipo delta de neopreno y producto almacenado; esto, aplicando medidas de diseño como: cambio de sello de sección triangular por uno de sección rectangular, o bien ubicando su vértice en contacto con el líquido; estas medidas deberán ser tomadas con el fin de minimizar evaporaciones que pasan entre el sello y la pared del tanque¹⁷.

Por último, se recomiendan medidas de mantenimiento preventivo de las cubiertas de los tanques de almacenamiento con la finalidad de evitar corrosión de materiales, fallas en soldaduras y reducción de resistencia al intercambio de calor entre el interior y el exterior del tanque.

Terminal GLP Oyambaro

A pesar de que esta fuente genera un nivel de COV's evaporativos relativamente reducido, se ha reconocido que existen medidas que se pueden emplear para minimizarlas aún más. Específicamente, las medidas deberán aplicarse al tanque SLOP V8. Estas incluyen:

-  Cambio de diseño de tanque a tanque tipo techo flotante, puesto que almacena productos volátiles.

¹⁶ Siendo la medida mas favorable diseñar un techo de flotante interno.

¹⁷ Medidas destinadas a garantizar que el sello descance directamente sobre el líquido, de forma de minimizar los posibles espacio vacío que eventualmente permitieran la formación de vapores.

- ✚ De no tomarse la medida anterior deberá mantenerse la boca de aforo manual herméticamente cerrada y permitir salidas de vapores controlados a través de la chimenea instalada en el techo del tanque.
- ✚ No descuidar medidas de control en el resto de actividades de gestión de GLP, medidas que se encontraron adecuadas para mantener niveles bajos de emisión.

Depósito de aerocombustibles Ecuafuel

A pesar de que se ha identificado que las emisiones producidas desde los aerocombustibles son reducidas, en el presente informe se recomiendan medidas con el afán de reducir esas emisiones aún más.

Los tanques verticales de almacenamiento de JET A1 deberán liberar vapores únicamente a través de sus chimeneas de alivio de presión, los cuellos de ganso y accesos de aforo manual se tendrán que abrir en casos extraordinarios.

Mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones de gestión de aerocombustibles deberán aplicarse para reducir derrames y desgaste de materiales.