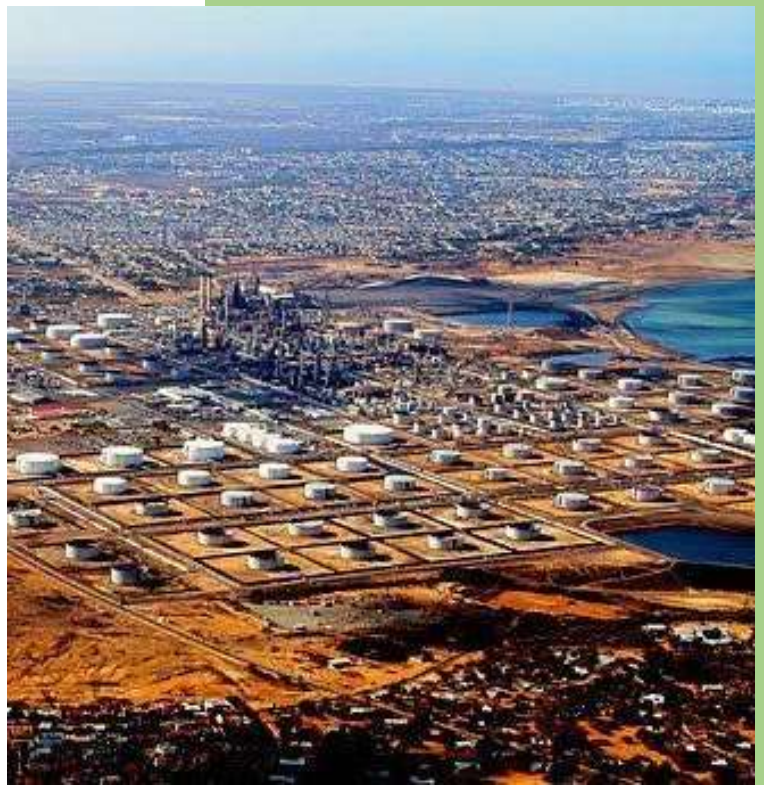


2020

INVENTARIO DE EMISIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs) PRODUCIDOS POR EL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS EN LA ESTACIÓN ESMERALDAS DEL POLIDUCTO E-SD-Q. AÑO BASE 2020.



Cecilia Demera – EP PETROECUADOR SOTE
Mishell Tapia – EP PETROECUADOR POT NORTE
Leonardo Soto – CICAM EPN

Abril 2021

INVENTARIO DE EMISIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs) PRODUCIDOS POR EL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS EN LA ESTACIÓN ESMERALDAS DEL POLIDUCTO E-SD-Q. AÑO BASE 2020.

Cecilia Demera – EP PETROECUADOR SOTE
Mishell Tapia – EP PETROECUADOR POT NORTE
Leonardo Soto – CICAM EPN

23.04.2021

Diagnóstico general y planteamiento del tema escogido

Los procesos o actividades que liberan contaminantes gaseosos o particulados a la atmósfera son fuentes de emisión para la formación de contaminantes del aire. Estas fuentes pueden ser de origen natural (volcanes, nubes de polvo, incendios forestales no provocados entre otros) y origen antropogénico (provocado por actividades humanas como industria, vehículos, canteras, construcción entre otros).

Existen estudios que demuestran que las concentraciones de COVs son mayores cerca de complejos petroquímicos que en áreas residenciales o urbanas (Cetin, Odabasi, & Seyfioglu, 2003) (Tiwari, Hanai, & Masunaga, 2010), a la industria petroquímica se le considera como uno de los principales contribuyentes a la emisión de COVs (Song, y otros, 2008) (Leuchner & Rappenglück, 2010).

En la ciudad de Esmeraldas la Empresa Pública Petroecuador mantiene instalaciones dedicadas a la refinación, transporte, almacenamiento y despacho de hidrocarburos, siendo parte de su cadena de valor el Terminal de Poliductos Esmeraldas – Santo Domingo – Quito – Macuñ perteneciente a la Subgerencia de Poliductos y Terminales, Gerencia de Transporte, donde se almacena y despacha Jet Fuel, Gasolina Súper, Diesel 2, Gasolina Extra, Diesel Premium, constituyéndose en una fuente fija de emisión de contaminantes a la atmósfera.

La Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión Libro VI Anexo 4 considera como Contaminante Peligroso del aire a los Compuestos Orgánicos Volátiles; compuestos presentes en los derivados de hidrocarburos almacenados en los tanques del Terminal Poliductos Esmeraldas – Santo Domingo – Quito – Macul (E-SD-Q-M).

Considerando que una fuente de emisiones de COVs son los tanques de almacenamiento de combustibles por fugas y filtraciones en tanques del Poliducto de productos limpios E-SD-Q-M, es necesario establecer una metodología de inventario de COVs, este método podría extenderse a otras estaciones de almacenamiento de hidrocarburos.

Objetivos

El objetivo general de esta propuesta es elaborar un inventario de emisiones de COVs para el patio de tanques de almacenamiento de productos limpios de la Estación Cabeceira Esmeraldas del Poliducto E-SD-Q-M que permita estimar las pérdidas de producto y los posibles efectos sobre la calidad del aire en las áreas vecinales.

Los objetivos específicos son:

- Determinar la composición de los gases en los tanques de almacenamiento a través de un muestreo y medición por cromatografía de gases y espectrometría de masas, lo cual permitirá establecer una línea base para las estimaciones
- Estimar las emisiones de COVs desde los tanques de almacenamiento de productos limpios de la estación de bombeo del poliducto Esmeraldas a través del programa USEPA TANKS 4.0.9d y la documentación de las ecuaciones de la Guía de Factores de Emisión y Cuantificación USEPA sección AP-42.
- Estimar las concentraciones máximas y los receptores más importantes en el área de estudio a través de una simulación de la dispersión de contaminantes COVs a través del modelo AERMOD en el año 2020, para identificar posibles zonas de afectación.
- Socializar los resultados del proyecto con las partes interesadas, a fin de promover acciones para la mejora de la calidad del aire en Esmeraldas y reducir las pérdidas de combustible en las áreas de almacenamiento de combustible.

Descripción de la metodología y recursos requeridos

La propuesta se ejecutará bajo un proyecto de titulación con Universidades o Escuelas Politécnicas. La medición de vapores podría realizarse en la EPN, la cual cuenta con los equipos necesarios para la validación del método propuesto. Los recursos económicos podrían ser provistos por EP Petroecuador, Municipio o estar auspiciado por la Universidad. Los componentes técnicos de muestreo, medición y simulación se ejecutarán en cooperación entre la Universidad, EP Petroecuador y el Municipio de Esmeraldas.

1. Determinación de la composición de los gases en los tanques de almacenamiento

Se tomará como referencia el método EPA TO-15A: Determinación de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) en aire colectado. Este método proporciona procedimientos detallado para recolección mediante adsorción activa en tubos multilecho, preparación y análisis de muestra por la técnica de desorción térmica acoplada a cromatografía de gases y detección por espectrometría de masas (DT-CG-EM) (EPA, Method TO-15A).

Se realizará la validación del método de ensayo.

La disposición final de los residuos del material utilizado para la preparación de la muestra y análisis se realizará como tóxico peligroso.

2. Estimación las emisiones de COVs a través de las ecuaciones modelo USEPA TANKS Emissions Estimación Software 4.0.9D (EPA, TANKS).

Se instalará el software TANKS 4.0.9D de la USEPA, disponible en <https://www3.epa.gov/ttnchie1/software/tanks/> bajo un sistema operativo Windows 7.

Los datos de entrada serán:

- Composición del combustible: Se conseguirá la caracterización de los combustibles producido por la REE, con el apoyo de la Petroecuador EP y Comercio Internacional. También, se empleará información de MSDS de los productos.
- Datos meteorológicos: En cuanto que no se dispone de una estación meteorológica en el sitio de estudio, la meteorología de superficie se obtendrá de la estación del Aeropuerto Esmeraldas. Otra alternativa para los datos de meteorología serán los sets de FNLs de UCAR disponibles en <https://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/>. Estos últimos datos serán pre-procesados para obtener los datos en la capa de superficie (NCEP, FNL).

Los parámetros de meteorología son: viento, temperatura de bulbo seco y radiación

- Detalles de construcción: Se describirá el tipo de tanque, techo y pintura. A continuación, la Tabla No. 1 muestra el inventario de tanques en la Estación Esmeraldas.

	TIE-01	TIE-02	TIE-03	TIE-04	TIE-05	TIE-06	TIE-07	TIE-08	TIE-09	TIE-10	101	102
PRODUCTO	JET FUEL	G. SUPER	G. SUPER	G. SUPER	DIESEL 2	DIESEL 2	G. EXTRA	G. SUPER	PREMIUM	PREMIUM	DIESEL 2	ALIVIO
ALTURA REFERENCIAL (M-CM-MM)	14-67-9	16-52-7	14-87-7	16-61-7	14-70-3	13-04-9	14-87-3	14-88-1	13-09-0	13-05-5	07-53-8	07-54-3
TPO DE TECHO	FIJO	FLUTAN	FLUTAN	FLUTAN	FIJO	FIJO	FLUTAN	FLUTAN	FIJO	FIJO	FIJO	FIJO
ALTURA MAX. OPER (M-CM-MM)	13-60-0	13-00-0	11-00-0	12-80-0	13-50-0	12-00-0	11-00-0	11-00-0	12-00-0	12-00-0	07-00-0	07-00-0
CAPACIDAD MAX. OPER BLS	55.552	31.471	25.730	99.000	16.300	26.889	54.278	54.787	56.693	56.772	1.448	1.447
CAPACIDAD MINIMA OPER BLS A 1 METRO	3.838	2.380	2.337	7.345	1.287	2.173	4.679	4.738	4.445	4.442	207	0
DIAMETRO APROXIMADO METROS	28.359	22.247	21.357	39.441	15.906	21.315	30.459	30.459	30.464	30.460	6.467	6.465

Tabla No. 1 Detalle de los tanques del patio de almacenamiento Poliducto E-SD-Q (EP Petroecuador).

- Ingreso de datos: Luego de instalar el programa se procede al registrar los datos para cada tanque. Para aquellos parámetros que no estén especificados, se empleará los valores por defecto del programa, previo a un análisis de su pertinencia a las condiciones operativas. Entre los datos se encuentran aquellos de tipo químico, meteorológico, factor de ajuste, sellos, juntas o cubiertas, y perfiles.

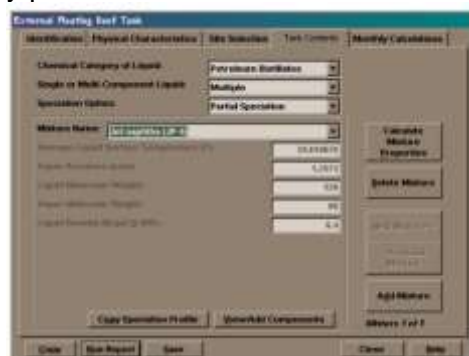


Figura No. 2 Pantalla de ingreso de contenidos en tanque (EPA)

- Ejecución del programa y generación del reporte: Se ejecutará los cálculos y se especificará las condiciones de reporte como período, nivel de detalle, tanque (s).
3. Estimación de las concentraciones máximas y receptores más relevantes en el área de estudio a través de la simulación de dispersión de contaminantes COVs con el modelo AERMOD

AERMOD es un modelo estacionario gaussiano que caracteriza la dispersión de contaminantes del aire desde fuentes fijas de emisión elaborado por Agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA, AERMOD). Este modelo se ha empleado ampliamente en la simulación de dispersión de contaminantes PM, NO_x, SO_x y CO desde chimeneas industriales, chimeneas de calefacción urbana, carreteras y lotes de parqueadero. Se ha aplicado también a la dispersión de compuestos orgánicos volátiles desde instalaciones petroleras. Saikomol et. al (2019) estimó la extensión y magnitud de la contaminación por pentano liberado debido a pérdidas fugitivas en la operación de tanques de almacenamiento de una refinería.

Se procederá de la siguiente manera:

- Se establecerá el dominio de simulación como 4 km x 4 km. Se tomará en consideración la ubicación de las fuentes de emisión y los principales receptores.

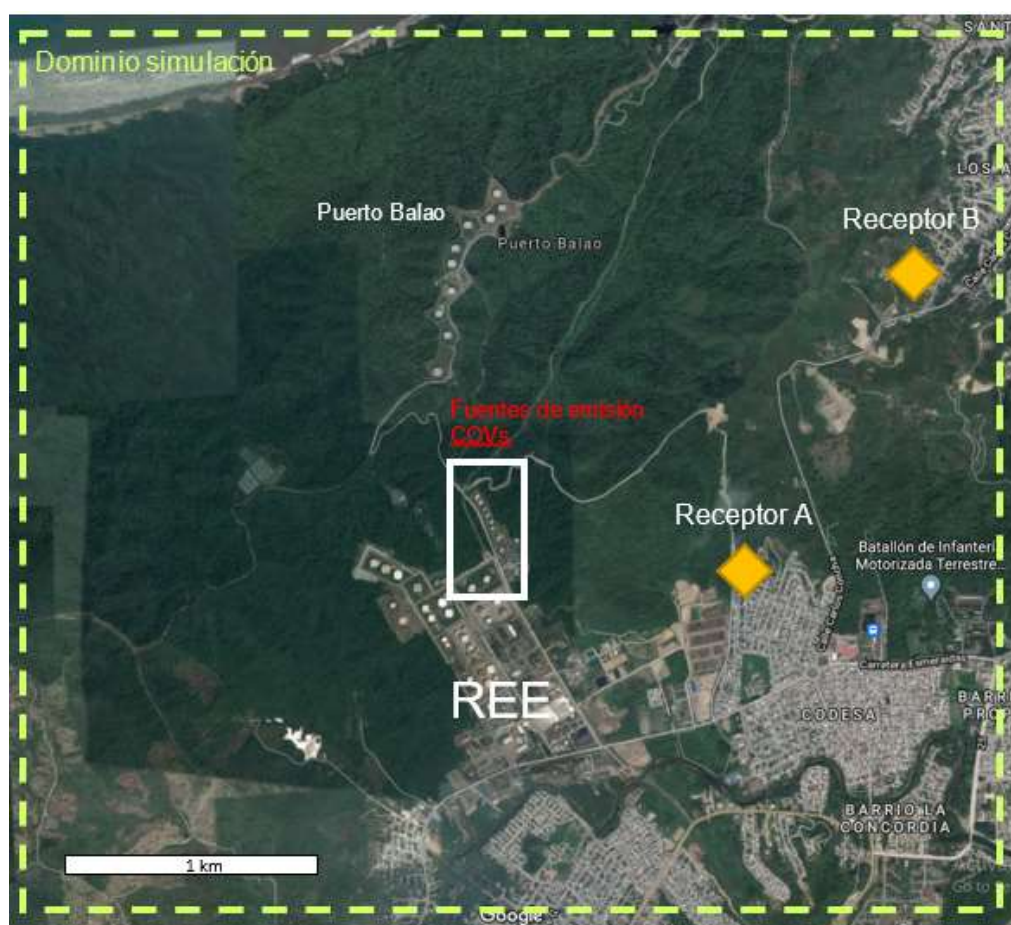


Figura No. 2. Dominio de simulación de la dispersión

- A partir de las mediciones de gases de la muestra de tanques de almacenamiento, se establecerá aquel que fuera el predominante, según el flujo neto de emisión. El flujo neto de emisión será calculado para una base anual de las estimaciones y tomará en consideración la concentración del COV en la muestra y el número de tanques.
- Se definirá las condiciones de elevación, tipo de suelo y meteorología.

El modelo de elevación de terreno se obtendrá del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM3) disponible en <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>. El pre procesamiento se realizará con AERMAP.

El tipo de suelo se establecerá según las características que prevalecen en la zona y según las recomendaciones de la documentación de AERMOD. Se establecerá al menos sectores de 45° y dos estaciones del año, con características de superficie definidas de distancia de rugosidad, índice de Bowen y albedo.

Las condiciones meteorológicas se obtendrán a partir de los resultados del modelo WRF para el año 2020. Se operará con al menos 10 capas verticales, se tomará como condiciones iniciales y de capa lateral las disponibles de NCEP FNL de la Global Data Assimilation System (GDAS) del National Center for Atmospheric Research (NCAR), datos generados por el modelo global del National Center for Environmental Prediction, EEUU (NCEP) de la University Corporation for Atmospheric Research (UCAR) cada 6 horas, disponible en <http://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/index.html#sfol-fw>. Los resultados de WRF se procesarán a través del programa Mesoscale Model Interface (MMIF).

- Se ejecutará el modelo AERMOD para período horario y promedio anual. El promedio horario permitirá estimar la máxima concentración a la que se podría alcanzar en el peor escenario. El promedio anual podría ser comparado con los estudios de toxicidad, por ejemplo, el Provisional Peer Reviewed Toxicity Value (PPRTV) de EPA.

4. Socializar los resultados del proyecto

Se presentará un informe final del proyecto el cual contendrá al menos: título, antecedentes, objetivos, metodología, resultados, conclusiones. Se anexará el inventario de emisiones y el mapa de contorno de la dispersión de COVs.

El evento de presentación se realizará en las instalaciones del Municipio y transmitido vía web.

Resultados esperados

- Inventario de emisiones de COVs desde tanques de almacenamiento

Este inventario consistirá en el flujo de emisión por cada COV y por tanque, que permitirá estimar el nivel de emisión de estos contaminantes en el sitio de estudio. Con ello, se espera promover acciones correctivas para la mejora de las operaciones en la Estación del Poliducto de Esmeraldas, a fin de mejorar la productividad de las operaciones y reducir su efecto sobre el medioambiente y la comunidad.

- Caracterización química de los vapores de los tanques de almacenamiento

La caracterización de los vapores permitirá identificar las fuentes significativas de emisión de COVs de cada producto almacenado. Esta información permitirá conocer los compuestos que efectivamente se liberan al aire. Esto constituiría un aporte a la información sobre la composición de los vapores.

- Mapa de contorno de concentraciones de COVs

Mapa de contorno con las concentraciones máximas horarias y anuales simuladas a través de AERMOD para los COVs emitidos desde los tanques de almacenamiento de productos limpios. Con este mapa se podría identificar zonas de afectación por COVs.

La aplicación de modelos de dispersión y de calidad del aire para la gestión ambiental en las ciudades del Ecuador es limitado. La utilización de AERMOD podría ampliar las herramientas disponibles para el monitoreo y predicción de la contaminación; y, en especial, estimar las concentraciones máximas de COVs en instalaciones petroleras y áreas circundantes, lo cual sería un apoyo para en la toma de decisiones. Cabe notar que el modelo AERMOD no considera las propiedades físicas y químicas particulares de los COVs – p.e. reacciones y generación de ozono–, por lo que las concentraciones máximas resultantes constituirían una sobrestimación al valor real.

Roles y responsabilidades

Tabla No. 2. Roles y responsabilidades

Actor	Rol	Responsabilidades
EP Petroecuador	Organizador del proyecto	Coordinar el equipo de trabajo Proveer la información de los tanques de almacenamiento. Facilitar la ejecución de proyectos de titulación
Municipio de Esmeraldas	Colaborador Control	Comunicación con las partes interesadas Difundir los resultados Control ambiental
Universidad	Colaborador técnico	Establecer un proyecto de titulación. Medición de COVs en vapores. Construcción del mapa de dispersión de COVs. Apoyar en las actividades de carácter técnico del proyecto. Disponer bajo un trabajo de titulación la estimación de emisiones de COVs y la simulación de la dispersión. Difundir resultados.
Comunidad	Receptor	Ejercer la participación ciudadana y control social

Cronograma

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Acuerdos y planificación												
Recopilación de la información de tanques y combustible												
Validación del método de ensayo												
Muestreo y caracterización de vapores por GC-MS												
Estimación de emisión en USEPA TANKS												
Simulación AERMOD												

Presentación de resultados												
----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Bibliografía

EPA AERMOD. Air Quality Dispersion Modeling -Preferred and Recommended Models <https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models> Revisado el 20 de abril de 2021

EPA Method TO-15A. Determination of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Air Collected in Specially. Disponible en https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NERL&dirEntryId=348850 Revisado el 22 de abril de 2021

EPA TANKS. Emissions Estimation Software, Version 4.09D. Disponible en: <https://www3.epa.gov/ttnchie1/software/tanks/> Revisado el 20 de abril de 2021

Ministerio de Ambiente (2014) Inventario Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire, de los cantones de Ambato, Riobamba, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro. Proyecto Calidad del Aire III Año Base 2010. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/Libro-Resumen-Inventario-13-02-2014-prensa.pdf> Revisado el 20 de abril de 2021

NCEP FNL. Operational Model Global Tropospheric Analyses. Disponible en <https://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/> Revisado el 22 de abril de 2021

Saikomol, S., Thepanondh, S., & Laowagul, W. (2019). Emission losses and dispersion of volatile organic compounds from tank farm of petroleum refinery complex. *Journal of environmental health science & engineering*, 17(2), 561–570. <https://doi.org/10.1007/s40201-019-00370-1>