



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

FACULTAD DE ARTES LIBERALES Y EDUCACIÓN

ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES

**DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE
HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN QUE SE PRESENTA COMO
REQUISITO PREVIO A OPTAR EL GRADO DE INGENIERO EN
GESTIÓN AMBIENTAL**

MARÍA VICTORIA VACA MOLINA

EVELYNG KATHERINE ASTUDILLO SANCHEZ

SAMBORONDÓN, SEPTIEMBRE, 2015

APROBACIÓN TUTOR

Por medio de la presente hago constar que he guiado y leído el trabajo de investigación que tiene como título **DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL** que como requisito para la obtención del título de Ingeniería en Gestión Ambiental, ha realizado **María Victoria Vaca Molina**, portadora de la cédula de identidad 095041375-7 y código estudiantil UEES 2010110062. En virtud de ello, comunico que el trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para su presentación.

Evelyng K. Astudillo

Docente de la Escuela de Ciencias Ambientales

UEES

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

**Diagnóstico de la gestión de derrames de hidrocarburos en gasolineras de la
ciudad de Guayaquil**

María Vaca Molina

marivivaca@uees.edu.ec,

Facultad de Artes Liberales y Educación, Escuela de Ciencias Ambientales,
Edificio F, Universidad Espíritu Santo, Km. 2.5 Vía Puntilla Samborondón.

Resumen

La comercialización de combustibles es una actividad económica fundamental en Ecuador y uno de sus principales riesgos ambientales el derrame de combustibles en el subsuelo. Los combustibles están formados por una variedad de compuestos químicos considerados carcinogénicos y con la capacidad de penetrar en suelo, agua y atmósfera. El objetivo del estudio fue realizar un diagnóstico de la situación actual de las gasolineras en Guayaquil y las medidas de seguridad para prevenir y detectar derrames de combustibles. Mediante la inspección de 43 gasolineras en Guayaquil, se determinaron las características más comunes y sus medidas de seguridad. Mediante entrevistas, cuatro expertos manifestaron causas y procedimientos en caso de derrames, criterios prioritarios para la elección de alternativas de remediación y el tipo de tecnología más utilizada. Se encontró que las gasolineras almacenan un promedio de 36514 galones de combustible y que cuentan con herramientas necesarias para prevenir y detectar derrames. Sin embargo, estas pueden no ser utilizadas efectivamente y permitir la ocurrencia de un derrame. Se encontró que los criterios eficacia y tiempo son prioritarios al momento de elegir una tecnología de remediación y que los métodos más utilizados son los físico químicos.

Palabras claves: Contaminación del suelo, hidrocarburos, restauración, derrames, gasolinera

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Abstract

The marketing of fuels is a key economic activity in Ecuador and one of its main risks is the spilling of fuels into the ground. Fuels are formed by a variety of chemical compounds considered carcinogenic and capable of penetrating soil, water and atmosphere. The aim of the study was to conduct a diagnosis of the current situation of the gas stations in Guayaquil and security measures to prevent and detect oil spills. By the inspection of 43 stations in Guayaquil, the most common features and their security measures they were determined. Through interviews, four experts expressed causes and procedures in case of spills, priority criteria for selecting remedial alternatives and most used type of technology. It was found that gas stations stored an average of 36514 gallons of fuel and have the necessary tools to prevent and detect spills. However, these could not be used effectively and allow the occurrence of a spill. It was found that efficiency and time are priority criteria when choosing a remediation technology and that the most used methods are physical-chemical.

Keywords: Soil contamination, hydrocarbons, restoration, spills, service station.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Introducción

Una de las características del mundo actual y globalizado es que las personas necesitan movilizarse continuamente para cumplir con sus actividades diarias; es por eso que se han desarrollado continuamente métodos de transporte cada vez más rápidos y seguros. La gasolinera cumple con la función de abastecer de combustible a los diferentes tipos de transporte terrestre (Cerón, 2010).

La comercialización de combustibles es un tema sensible en Ecuador ya que muchas de las gasolineras han operado sin cumplir ciertas normas técnicas de funcionamiento, especialmente normas ambientales y de seguridad. Debido a esto, uno de los riesgos inminentes dentro de las gasolineras en nuestro país es el derrame de hidrocarburos (Córtazar, 2013).

Los derrames de hidrocarburos son fuentes de contaminación de suelos y aguas debido a que producen perturbaciones en los ecosistemas mediante la afectación de sus estructuras y sus procesos biológicos. La problemática se origina en la composición química del petróleo, misma que produce daño a plantas, animales, humanos e incluso a microorganismos (Zamora, Ramos, y Arias, 2012).

Una de las posibles causas que provocan derrames de combustibles en las gasolineras es la falta de renovación en tecnologías de seguridad ya que muchas de las gasolineras existen desde antes de 1995 por lo que no se han modernizado de acuerdo a los nuevos sistemas de seguridad (La Hora, 2012). Países como Chile, Estados Unidos, México, Colombia y en Europa no son ajenos a los inconvenientes generados por la contaminación de suelos con hidrocarburos (López, Santana, Rodríguez, y Mesa, s.f.). En la mayoría de los casos, para la

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

remediación de suelos se ha apuntado mayormente al uso de tratamientos biológicos (Lucas, Vazquez, Lo Balbo, y Mac Cormack, s.f.).

Sin embargo, el comportamiento de un contaminante en el subsuelo, así como la efectividad de una tecnología de remediación, están determinados por una variedad de factores que interactúan de manera compleja y que dependen de las características propias del contaminante así como de las del suelo.

Considerando el desarrollo de las actividades hidrocarburíferas en nuestro país, es importante tomar en cuenta el riesgo inminente que significan actividades aparentemente sencillas como las de almacenamiento y comercialización de combustibles. Este trabajo pretende realizar un diagnóstico de la situación actual de las gasolineras en la ciudad de Guayaquil, incluyendo las medidas de seguridad para prevención y detección de derrames, y las posibles estrategias de remediación a utilizarse. Además, sirve como punto de partida para investigaciones más a fondo de las medidas de seguridad para el control de la contaminación ambiental asociado al funcionamiento de las gasolineras.

Marco teórico

Extracción y comercialización de combustibles

La Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador, EP PETROECUADOR, creada mediante Decreto Ejecutivo 315 del 14 de abril de 2010, es la empresa encargada de la producción de derivados de petróleo para la comercialización interna y exportación. En el año 2013 generó ventas de 16,334.49 millones de dólares, colocándola en la posición número uno de las mayores empresas del país (Revista Vistazo, 2013).

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Los principales derivados que se toman en cuenta son Gasolinas que incluyen a las gasolinas super, extra y ecopais; además de diésel, fuel oíl, jet fuel, gas licuado del petróleo (GLP) (Dirección de análisis estadístico y/o indicadores, 2015). El proceso de comercialización de derivados comprende las siguientes fases: transporte, almacenamiento, abastecimiento, distribución y venta al usuario. La EP PETROECUADOR, se encarga desde la primera fase hasta la distribución a diferentes comercializadoras que venden el producto a los clientes finales (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero , 2014).

Luego del proceso de refinación, los derivados de petróleo son transportados hasta centros de distribución o terminales para su posterior almacenamiento y venta (por mayor). Una vez se encuentran almacenados en tanques elaborados de acuerdo a especificaciones de seguridad, los vehículos (auto-tanques) ingresan a las terminales, cargan el combustible y lo transportan a las instalaciones del cliente para descargarlo en sus tanques. Estos clientes son regularmente gasolineras, que a su vez, venderán los combustibles al consumidor final (venta al por menor) (Ministerio del Ambiente, 2011).

Los establecimientos mediante los cuales las comercializadoras realizan la venta de combustibles son llamados gasolineras; mientras que son llamados estaciones de servicio cuando, además de la venta de gasolina, venden lubricantes y se permite efectuar ligeras reparaciones en los vehículos (Real Academia Española, 2012).

Los derivados de petróleo mayormente comercializados por gasolineras son súper, extra, ecopais y diésel. La comercialización de estos productos se refiere a todas las actividades destinadas al suministro de los mismos al

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

consumidor final. En estas actividades se incluyen tanto a distribuidores mayoristas como minoristas, encontrándose las gasolineras en este último grupo.

En el cantón Guayaquil existen 115 gasolineras que pertenecen a 10 comercializadoras distintas. Las 3 comercializadoras más grandes son: PRIMAX COMERCIAL DEL ECUADOR S.A. que responde a la marca “Primax”, EXXONMOBIL ECUADOR CIA. LTDA. que responde a la marca “Mobil” y LUTEXSA INDUSTRIAL COMERCIAL COMPAÑÍA LIMITADA que responde a la marca “Terpel” con 33%, 16% y 15% de la comercialización de combustibles respectivamente (Segura, comunicación personal, 2015).

Descripción de las partes de las gasolineras

Las partes principales para la comercialización de combustibles en una gasolinera son los tanques de almacenamiento de gasolinas, medidores de flujo y dispensadores. Los tanques de almacenamiento son depósitos bajo tierra que sirven para contener la gasolina descargada por los autotanques. Los medidores de flujo sirven para medir el total de combustible que se introduce en el vehículo a través de una computadora instalada en el dispensador que muestra la cantidad medida en litros. El dispensador, o también llamado bomba de combustible o surtidor, es la herramienta utilizada para poner el combustible en el vehículo, para aquello, cuentan con una manguera. Las mangueras suelen contar con un sistema que detecta cuando el tanque del vehículo ha sido llenado y detiene el suministro de combustible (Petróleos de Venezuela, S.A. [PDVSA], 2012).

Adicionalmente, las gasolineras cuentan con otras herramientas de seguridad como las señaladas en la figura 1.

Entre los más importantes están los siguientes:

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

- Marquesina: Cubierta ubicada sobre los dispensadores para protegerlos de la lluvia y sol.
- Bombas sumergibles: Equipo electromecánico de impulsión sumergido en el líquido almacenado en el tanque.
- Tuberías de venteo: Sistema diseñado para prevenir la formación de vacío o presión interna como consecuencia de llenados, vaciados o cambios de temperatura
- Pozos de monitoreo: Pozos diseñados para monitorear el estado de las aguas subterráneas.
- Canaletas perimetrales: Conductos superficiales que llevan el agua contaminada con hidrocarburos hacia un sistema de tratamiento.

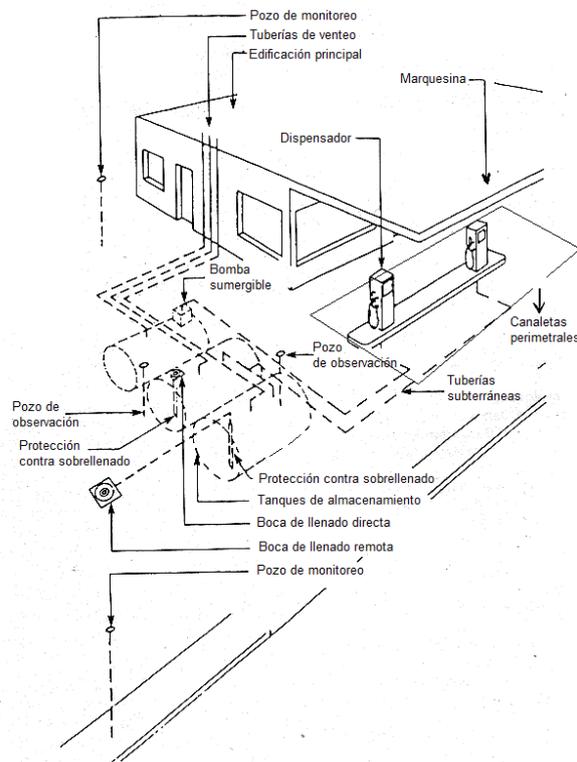


Figura 1. Esquema de las partes fundamentales una gasolinera común

Fuente: Adaptado de: NSW Environment Protection Authority [EPA]. (28 de Junio de 2013).

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Descripción de la operación de las gasolineras

Recepción del producto

El encargado de la gasolinera controla la circulación interna de vehículos y otorga preferencia vial al autotank mientras se estaciona en la zona de descarga. La descarga de combustibles se realiza desde los autotank hacia los tanques subterráneos de almacenamiento de la gasolinera. El combustible se descarga a través de mangueras flexibles con acoples herméticos hasta las bocas de llenado de los tanques. Las bocas de llenado de combustible están pintadas de acuerdo al combustible que se almacena. Las operaciones de descarga se realizan desde el autotank directamente hacia los tanques de almacenamiento por gravedad.

Suministro de combustibles

El suministro de combustibles a los clientes se lo hace desde los surtidores electrónicos operados por los despachadores. Los surtidores tienen un sistema automático para el control de llenado que evita que se produzcan derrames de combustible. También disponen de una válvula de impacto que suspende el despacho cuando se ha producido un choque contra el surtidor.

Los surtidores poseen además una válvula de cierre en la tubería que suspende el servicio si se detecta una temperatura superior a los 80°C o cuando se produce un impacto.

Para el despacho de combustibles se siguen ciertas reglas de seguridad, por ejemplo, se despacha únicamente a automotores que tengan su motor y aire acondicionado apagados y a vehículos de transporte público sin pasajeros. Es prohibido fumar en la estación o utilizar cualquier elemento que produzca chispa (Productos y Servicios Industriales C. LTDA., 2013).

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Normativa ambiental

La normativa ambiental nacional que regula las operaciones hidrocarburíferas, incluyendo la operación de gasolineras, es el Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE), expedido mediante el Decreto Ejecutivo No. 1215, Registro Oficial No 265 del 13 de febrero 2001. Este reglamento cuenta con disposiciones generales para todas las operaciones hidrocarburíferas y específicas para cada actividad. La operación de las gasolineras estarían reguladas de manera específica por el capítulo X: Comercialización y venta de derivados de petróleo producidos en el país e importados. En este capítulo se indican disposiciones de seguridad tales como:

“Los tanques para almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables deben ser tanques horizontales, cilíndricos, atmosféricos, para instalación subterránea, con doble pared, provistos de un sistema de monitoreo intersticial de fugas, fabricados bajo estándares UL 58 y UL 1746.

Las líneas de venteo serán de 2 pulgadas de diámetro, cuya boca de descarga deberá estar a una altura no menos de 4 metros sobre el nivel de piso y estará provisto de una campana de venteo para evitar el ingreso de aguas lluvias al tanque de almacenamiento

En los surtidores que funcionan con bomba sumergible, deberá instalarse una válvula de emergencia, la cual deberá cerrarse automáticamente en el caso de que el surtidor sufra un golpe o volcamiento.

En las gasolineras no será permitido fumar ni hacer fuego, ni arrojar desperdicios; y deberá contarse con la señalización correspondiente;

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Junto a las bocas de descarga se instalará una toma a tierra, a la cual será conectado el autotank previo al trasvase del combustible, para eliminar la transmisión de la energía estática;”

Para los programas de remediación se establecen criterios de remediación específicos. Los límites permisibles a aplicarse en un proyecto determinado dependerán del uso posterior a darse al suelo remediado. En la tabla #1 se detallan los mismos.

El monitoreo consistirá de una caracterización inicial del sitio y/o material a remediarse, un monitoreo de por lo menos un muestreo con los respectivos análisis cada seis meses y una caracterización final una vez concluidos los trabajos. Dependiendo de la tecnología de remediación aplicada, la frecuencia del monitoreo puede ser mayor.

Tabla #1: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las gasolineras

Parámetro	Expresado en	Unidad	Uso agrícola	Uso industrial	Ecosistemas sensibles
Hidrocarburos totales	TPH	mg/kg	<2500	<4000	<1000
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	C	mg/kg	<2	<5	<1
Cadmio	Cd	mg/kg	<2	<10	<1
Níquel	Ni	mg/kg	<50	<100	<40
Plomo	Pb	mg/kg	<100	<500	<80

Fuente: Decreto Ejecutivo 1215. (02 de Febrero de 2001). Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador. Quito, Ecuador.

Derrames de hidrocarburos

A pesar de las medidas de seguridad establecidas para la operación de las gasolineras, la posibilidad de que se produzca un derrame al suelo sigue estando presente. De acuerdo al informe del Instituto Americano de Petróleo, la fase de almacenamiento y consumo de combustibles es la segunda fase que más genera

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

derrames con un 39,58%, siendo superado por la fase de transporte con un 49,16% (American Petroleum Institute, 2009).

Cuando se sospecha sobre la posibilidad de un derrame de hidrocarburos, se deben realizar evaluaciones ambientales en el sitio para valorar el potencial de contaminación. La evaluación ambiental de sitios Fase I, representa una averiguación inicial que se limita a la investigación de registros históricos, escritos o electrónicos. De esta manera, se reúnen datos previos, actuales y, en caso de que aplique, futuros, de usos de la propiedad y su área de influencia y condiciones ambientales. Esta fase de evaluación es de gran importancia ya que es el punto de partida para las demás investigaciones para el diseño del futuro plan de remediación (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA], 1996).

Una vez que se han identificado las condiciones ambientales del sitio, se procede a realizar una investigación más profunda, denominada evaluación ambiental del sitio Fase II. El objetivo de esta fase es confirmar la existencia de la contaminación y determinar su naturaleza y alcance. Para aquello, puede ser necesario realizar análisis de suelos, gases, aguas subterráneas y superficiales y sondear las posibles vías de migración de los contaminantes (EPA, 1996).

Descripción de derrames de derivados de petróleo

Tanto el petróleo como sus derivados están formados por una variedad de compuestos químicos. Estos compuestos incluyen hidrocarburos alifáticos, que son prácticamente insolubles en agua; hidrocarburos aromáticos, que son muy solubles en agua; naftenos, que son poco solubles en agua, e hidrocarburos aromáticos poli-cíclicos que tienen una pobre solubilidad en agua. Además de los

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

compuestos orgánicos mencionados, los derivados de petróleo también contienen oxígeno, azufre, nitrógeno, metales y otros elementos. La típica composición del petróleo está conformada por 57 a 63 vol.% de hidrocarburos alifáticos, 3.5 a 7.5 vol.% de naftenos y de 30 a 38 vol.% de hidrocarburos aromáticos (Borowiec, Hoffman, Huculak, y Rogowski, 2008). Entre los hidrocarburos aromáticos presentes en los derivados de petróleo están benceno, tolueno y xileno, clasificados como los componentes más tóxicos del petróleo. Debido a su alta solubilidad en agua, se disuelven en la misma y penetran con facilidad hacia aguas subterráneas. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos son considerados carcinogénicos; penetran en el suelo, agua y atmosfera y se acumulan en el tejido adiposo de seres vivos.

Los hidrocarburos alifáticos y naftenos se evaporan hacia la atmosfera, donde generan riesgo de explosión y de incendio si superan las concentraciones límites. Los naftenos en su mayor parte contaminan tanto suelos como aguas subterráneas, se evapora en el aire contenido en el suelo (Borowiec et al., 2008).

Cuando combustibles se derraman en el suelo, una migración del contaminante vertical ocurre debido a las fuerzas capilares y gravitacionales. La fuerza de capilaridad también es responsable por la migración lateral (Konečný, Boháček, Müller, Kovářová, y Sedláčková, 2003).

La migración de los contaminantes en el suelo depende de una variedad de factores, entre los cuales tenemos: la concentración de los productos de petróleo, clima y varios parámetros del suelo como tipo, capacidad de absorción, pH, contenido de fases líquida, gaseosa y sólida. En el caso de suelos húmedos, cuando dominan temperaturas altas, los contaminantes de petróleo son

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

biodegradados rápidamente, se evaporan, se mineralizan y se humidifican. En temperaturas bajas, los procesos de biodegradación son más lentos y la reducción de la concentración de contaminantes se daría principalmente por el proceso de difusión y de remojo en el suelo. Suelos arenosos tienen una alta permeabilidad, lo cual favorece la separación de fases de los productos de petróleo y la migración de gases hacia la superficie (Borowiec et al., 2008).

Descripción del sitio

El cantón Guayaquil ocupa 482016,83 ha de superficie intervenida (MAGAP, 2011). Guayaquil es uno de los cantones más importantes en Ecuador ya que sus actividades productivas representan más del 20% de la economía de todo el país. Es una de las más grandes áreas urbanas y está sumamente industrializada. Está ubicado en la zona estuarina de la parte baja y margen derecho del Río Guayas. De manera general, la estratigrafía del suelo consiste de profundos sedimentos blandos sobre rocas duras del periodo Cretácico. Estos sedimentos delta-estuarinos se depositaron durante un ambiente salobre y son inusualmente débiles y altamente compresibles. El grosor de este sedimento varía en distintas partes de la ciudad entre 15 y 60 metros. Debido a su proximidad con el río tiene un nivel freático muy alto (Vera-Grunauer, y otros, 2006).

Por sector se tiene que el centro de la ciudad tiene un suelo blando y de arcilla blanca. En el norte y sur de la ciudad el suelo es más duro y se asienta en su mayor parte sobre rocas sedimentarias y calizas (El Universo, 2010).

Según el sistema americano de Clasificación de Suelos denominado "Soil Taxonomy, USDA, 1975", los suelos predominantes en la zona costera húmeda sur, que incluye al cantón Guayaquil, son inceptisoles (Ministerio de Agricultura,

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2002) y molisoles (Ibáñez, 2008). Tanto los inceptisoles como molisoles son suelos derivados de materiales de naturaleza volcánica y sedimentaria. Son superficiales a moderadamente profundos y de topografía plana a quebrada (Department of Sustainable Development (DSD) , s.f.)

Son llamados suelos inmaduros porque son jóvenes y con escasa expresión morfológica. La textura de estos suelos puede ser predominantemente limo-arcillosos en la superficie y totalmente arcillosos en profundidad. Tienen buen drenaje (Torres y Zuluaga, 2009).

Perspectivas para el tratamiento

Los suelos contaminados pueden ser remediados mediante distintos métodos. La remediación de un sitio usualmente incluye el tratamiento tanto del suelo como el del agua subterránea contaminada (Gente y Lausdei, 2012). Existen tres estrategias principales que pueden ser utilizadas individualmente o en conjunto para remediar la mayoría de sitios contaminados:

Destrucción o alteración de contaminantes mediante la alteración de su estructura química, pueden dividirse en métodos térmicos, biológicos, o químicos. Pueden ser aplicados in situ o ex situ.

Extracción o separación de contaminantes que incluye: desorción térmica, lavado de suelos, extracción con disolvente y la extracción del vapor del suelo y tratamiento de las aguas subterráneas por separación de fases, adsorción con carbón, separación por aire, intercambio iónico, o cualquier combinación de las mencionadas anteriormente.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Inmovilización de contaminantes que incluye: la estabilización, solidificación y tecnologías de contención como colocar rellenos de seguridad o muros.

Existen tres tipos de técnicas de alteración y separación de contaminantes, térmicas, físico-químicas y biológicas

Entre las térmicas se destacan: la desorción térmica y la incineración. La desorción térmica consiste en calentar el suelo contaminado con contaminantes orgánicos con el fin de vaporizarlos y separarlos del suelo. Posteriormente los contaminantes deben ser dirigidos hacia un sistema de tratamiento de gases. Se aplica para separación de compuestos orgánicos de desechos así como para suelos contaminados con creosota e hidrocarburos. Se la considera una técnica de corto a largo plazo y tiene un costo aproximado de 350 USD/ton. La presencia de cloro en el contaminante es una limitación para el desarrollo de esta técnica ya que puede afectar la volatilización de algunos metales como el plomo. No es efectiva en zonas saturadas, suelos muy compactos o con permeabilidad variable. Además, producen emisiones gaseosas. En la incineración se utilizan altas temperaturas de operación que van desde los 870 a los 1200 °C para volatilizar y quemar compuestos orgánicos en presencia de oxígeno. La efectividad de remoción y destrucción adecuada excede el 99%. Sin embargo, los gases de combustión generalmente requieren de tratamiento. Se la considera una técnica de corto a largo plazo y tiene un costo entre 200 y 1000 USD/ton. Metales pesados pueden producir cenizas que requieren estabilización o podrían reaccionar con otros compuestos formando compuestos más volátiles y tóxicos.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Entre las físico-químicas se destacan la fase de extracción de fase dual y oxidación química in situ. La extracción de fase dual emplea un sistema de alto vacío para eliminar varias combinaciones de las aguas subterráneas contaminadas, productos derivados del petróleo en fase separada y vapores de hidrocarburos del subsuelo. Los vapores y líquidos extraídos son tratados y eliminados por medio del sistema de alto vacío. Es usada a menudo para remediar sitios contaminados por derrames o fugas de COV y algunas gasolinas. Además facilita la inducción de procesos de bio remediación. Puede tardar desde días a años dependiendo de la cantidad de combustible y puede costar 80 USD/ton. El aire y líquido deben ser tratados o dispuestos. La oxidación química in situ consiste en la oxidación de los compuestos de hidrocarburos clorados por otro agente químico activo. Ataca principalmente a compuestos inorgánicos. Puede ser utilizado con menos eficiencia para COV no halogenados, gasolinas y pesticidas. Se la considera una técnica de corto a mediano plazo y tiene un costo entre 190 y 600 USD/m³. Puede ocurrir una oxidación incompleta o formación de compuestos intermediarios. La presencia de aceites y grasas disminuye la eficiencia.

Entre las biológicas se destacan la bioaumentación y la atenuación natural. La bioaumentación consiste en la adición de microorganismos vivos para degradar o transformar compuestos orgánicos tóxicos a otros menos tóxicos o inocuos. Ha sido utilizada con éxito para tratar suelos, lodos y sedimentos contaminados con hidrocarburos del petróleo. Puede tardar varios meses o años y tiene un costo aproximado de 100 USD/ton. Antes de llevar a cabo el proceso de remediación, deben realizarse cultivos de enriquecimiento, aislar microorganismos capaces de metabolizar el contaminante y cultivarlos hasta obtener grandes cantidades de

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

biomasa. La atenuación natural consiste en procesos físicos, químicos y biológicos no aumentados que actúan para limitar la migración y reducir la concentración de contaminantes en el subsuelo. Es utilizada cuando es técnicamente inviable limpiar un sitio afectado por hidrocarburos hasta los límites máximos permisibles establecidos en la normal. Es una técnica a largo plazo y de bajo costo. Una de sus desventajas es el riesgo potencial que corren los receptores durante el tiempo que dura la atenuación.

Cuando el uso de una tecnología no logra la restauración del sitio deseada, es posible que deba recurrir a un tren de tratamiento. El tren de tratamiento se refiere al uso de dos o más tecnologías juntas que actúan como procesos integrados o se combinan en secuencia (Volke y Velasco, 2002).

Metodología

El área seleccionada para el estudio se delimitó dentro del perímetro urbano del cantón Guayaquil. Los datos fueron colectados entre junio y julio del 2015.

La investigación fue de tipo exploratoria – descriptiva debido a que el problema de estudio no ha sido abordado en investigaciones previas de acuerdo a la revisión de la literatura local, y se especificaron características del objeto de estudio. La investigación fue de tipo transversal debido a que los datos fueron tomados de manera puntual en las unidades de muestreo. El diseño de investigación fue no experimental debido a que se realizó la observación del objeto de estudio en su contexto natural para su posterior análisis. El enfoque de la investigación fue mixto porque se utilizó la recolección de datos con y sin medición numérica para resolver la pregunta de investigación.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

La población fue el total de gasolineras dentro del perímetro urbano N=115 y el tamaño de la muestra utilizada fue de 43 gasolineras correspondiente al 37% del total. La gasolinera resultó ser la unidad de muestreo donde se registraron las siguientes variables:

- Combustibles comercializados
- Número de marquesinas
- Número de islas de despacho
- Número de tanques de almacenamiento
- Capacidad total de almacenamiento
- Presencia de canaletas perimetrales en la marquesina y en el área de tanques
- Presencia de señalética de seguridad en área de tanques
- Presencia de pozos de monitoreo de aguas subterráneas.

Para la obtención de datos del enfoque cualitativo se utilizó la técnica de entrevistas a expertos. Se eligieron 4 individuos expertos de cada sector social del objeto de estudio: servidor público de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH), consultor ambiental de proyectos de remediación, gerente de una gasolinera, jefe de control y seguimiento ambiental del Gobierno Provincial del Guayas (GPG). Las preguntas de las entrevistas fueron específicas para cada actor social de acuerdo a la función que desarrollan. En el apéndice 1 se encuentran las fichas de preguntas de cada entrevista.

Análisis de los datos

Para el análisis de los datos cuantitativos se utilizaron tablas de frecuencia, medidas de tendencia central: moda y mediana, medidas de dispersión: desviación

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

estándar, e histogramas para la presentación de datos y distribuciones de frecuencias. El análisis de los datos cualitativos consistió en la agrupación de respuestas comunes.

Resultados y discusión

Se realizaron observaciones de 43 gasolineras de la ciudad Guayaquil. Se evidenció que las mismas están ubicadas en las avenidas principales de la ciudad la mayor parte del tiempo. Además, se concentran en el sector noreste de la ciudad como se puede observar en la figura 2 a continuación.

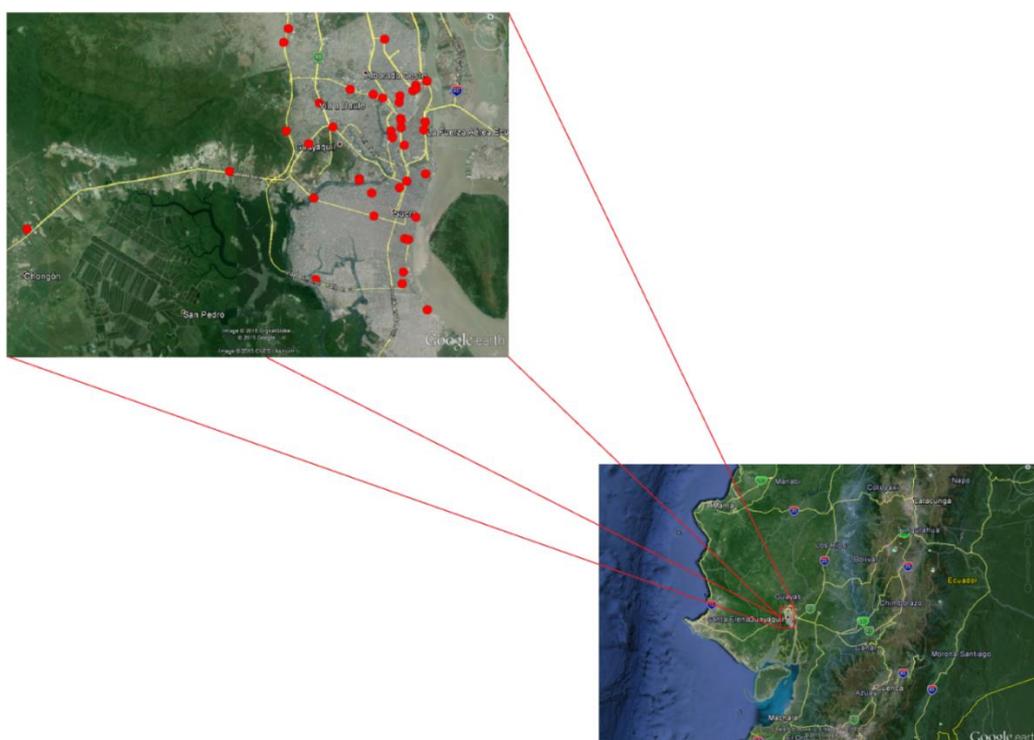


Figura 2. Mapa de ubicación de las gasolineras muestreadas en el cantón Guayaquil

Los resultados de las inspecciones realizadas a las tres comercializadoras de combustibles más grandes de Guayaquil: Primax, Mobil y Terpel indican que los tipos de combustibles de mayor presencia en las gasolineras son ecopaís, super y diésel, como se puede observar en la figura 3A. Esto se debe a que el parque

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

automotor de la zona urbana consume fundamentalmente estos combustibles (Kogan, 2015). El combustible menos ofertado es el GLP debido a que solo debe ser despachado a automóviles que cuenten con el sistema apropiado para su funcionamiento y la oferta de estos sistemas es muy limitada actualmente y es únicamente para taxis. (Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica ANDES, 2014).

Las marquesinas que son utilizadas para proteger los surtidores de la influencia de la lluvia y sol normalmente se encontraron a razón de una por gasolinera. La moda de la cantidad de surtidores por gasolinera es cuatro, y en su generalidad uno corresponde al expendio de diésel y el resto son surtidores que combinan el despacho de super y ecopaís, ver figura 3B.

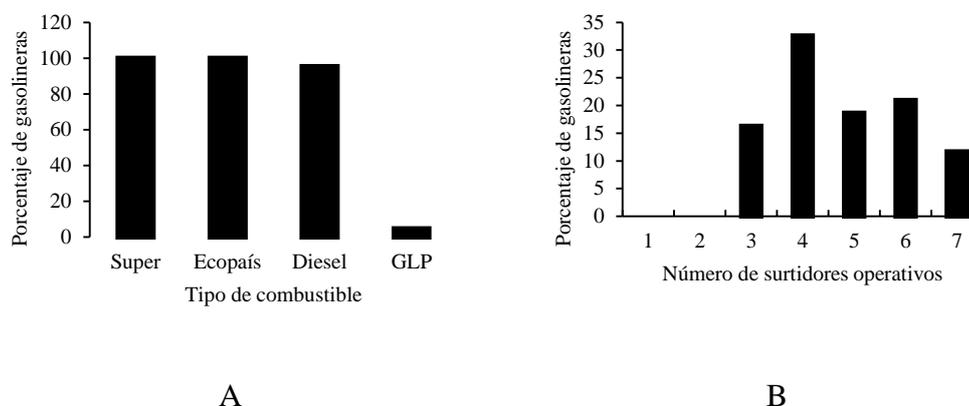


Figura 3. Tipos de combustibles y número de surtidores en gasolineras en Guayaquil, (A) Combustibles comercializados, (B) Número de dispensadores de combustible.

Los números de tanques más comunes son tres y cuatro, con una capacidad que va desde 7000 a 12000 galones por tanque, ver figura 4A. La capacidad total de almacenamiento de combustible por gasolinera está entre 10000 y 60000 galones. La moda de la capacidad total de almacenamiento cae en el rango de

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

40000 a 50000, ver figura 4B. La capacidad de almacenamiento promedio es 36514 galones, con una desviación estándar de 12352 galones.

El 100% y 95% de las gasolineras cuentan con canaletas perimetrales superficiales en el área de surtidores y en el área de tanques respectivamente. Por lo tanto se concluye que se cuentan con las herramientas para conducir aguas contaminadas con hidrocarburos hacia un sistema de tratamiento.

En el área de tanques el 88% de las gasolineras cuentan con señalética de seguridad que indica las recomendaciones al momento de descargar combustibles en los tanques subterráneos. La señalética de seguridad propone medidas para prevenir accidentes que afectarían la salud de personas y la calidad del ambiente.

El 100% de las gasolineras cuentan con pozos de monitoreo de aguas subterráneas. Los pozos de monitoreo son una importante herramienta que permite a los trabajadores de las gasolineras verificar la presencia de derrames de combustibles en el subsuelo.

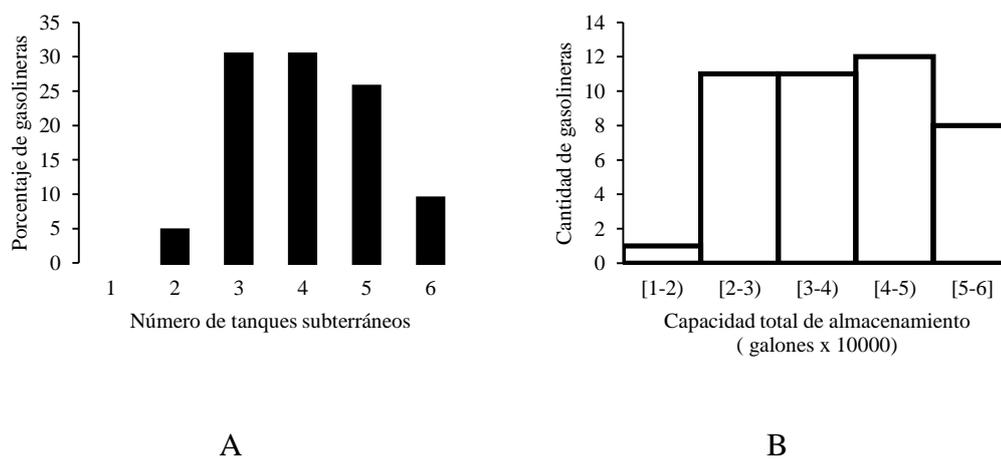


Figura 4. (A) Número de tanques subterráneos, (B) Capacidad total de almacenamiento en galones

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Como resultados de las entrevistas a expertos se obtuvo que, considerando que los tanques de almacenamiento de combustibles se encuentran enterrados, no se puede detectar un derrame a simple vista. Cuando ha ocurrido un derrame una de las posibles evidencias es problemas de olores en los sectores cercanos a la estación (Segura, comunicación personal, 2015). Además, todas las gasolineras deben tener obligatoriamente pozos de monitoreo que sirven para verificar la presencia de combustibles en aguas subterráneas (Torres, comunicación personal, 2015). Adicionalmente, existen sistemas de medición automática y detección de fugas como la consola *Veeder Root*. De esta manera, se monitorean constantemente los niveles de combustibles en los tanques y se los compara con las ventas. El sistema arroja una alarma en caso de pérdidas repentinas (Mendoza, comunicación personal, 2015). Otro método para determinar si se pudo haber incurrido en un derrame, es la revisión de los estudios de mantenimiento de los tanques. En los mismos, se puede evidenciar si es que hay fisuras o perforaciones en los tanques que conllevarían a un derrame (Erazo, comunicación personal, 2015).

No existe un volumen específico que determine si un derrame es significativo o meritorio de intervención. Incluso cantidades mínimas, como un litro de combustible en el suelo, deben ser contenidos. Sin embargo, cuando ocurren derrames los volúmenes suficientemente grandes como para afectar grandes zonas e incluso aguas subterráneas. Es mediante una evaluación ambiental que se debe determinar la magnitud y forma de la mancha (Erazo, comunicación personal, 2015).

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Entre los principales factores que pueden ocasionar un derrame en el suelo, están los años de servicio de los tanques y la calidad de los materiales de los mismos (Mendoza, comunicación personal, 2015). Se conoce que muchas de las gasolineras en Ecuador existen desde antes de 1995 (La Hora, 2012). En Estados Unidos, un estimado de un millón de tanques subterráneos tienen más de 16 años y se estima que alrededor del 25% del total de tanques estarían filtrando, (Ministerio de Energía y Minas, s.f.)

Al ocasionarse un derrame y al momento de decidirse por una tecnología de remediación, una de las prioridades para los gerentes de las gasolineras es que no se destruya la infraestructura en la que ellos han invertido y que todo plan se desarrolle con el menor impacto posible sobre su construcción. Utilizando una tecnología adecuada, es posible lograr una restauración completa del sitio y definitivamente llegar a los niveles máximos permisibles que disponen las autoridades competentes (Torres, comunicación personal, 2015).

Las metodologías más utilizadas son las físico químicas como reposición del suelo, extracción del suelo y descontaminación, o se entrega el suelo contaminado a un gestor para su tratamiento o disposición final. Estos métodos pueden ser utilizados en conjunto con la inoculación de bacterias que degradan el combustible restante (Erazo, comunicación personal, 2015).

Los expertos entrevistados coincidieron en que los criterios más importantes para elegir una técnica de remediación son el tiempo y la eficacia, así como las características propias del sitio. La opinión de los expertos es concordante con lo indicado por Volke y Velasco en el libro Tecnologías de remediación para suelos contaminados (2002).

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Conclusión y recomendaciones

Los actores sociales relacionados con la actividad de comercialización de combustibles, que incluyen a las gasolineras y sus representantes, las autoridades competentes y consultores ambientales, cuentan con herramientas y procedimientos establecidos para la gestión y control de derrames de hidrocarburos.

Las gasolineras de la ciudad Guayaquil se ubican en las avenidas principales y cuentan en su mayoría con una sola marquesina que protege entre 4 y 6 surtidores de combustible. De aquello podemos concluir que las gasolineras en Guayaquil son generalmente medianas.

En promedio se almacenan aproximadamente 36514 galones de combustible por gasolinera y están distribuidos en su mayor parte de 3 a 5 tanques de almacenamiento. Un galón de petróleo o sus derivados puede contaminar un millón de galones de agua. Una pequeña fisura en cada tanque puede derramar más de 400 galones de combustible al año (Sierra Club, s.f.). Con esta consideración, podemos relacionar la magnitud de un posible derrame en los tanques de las gasolineras en Guayaquil.

Afortunadamente, se encontró que las gasolineras en Guayaquil cuentan con herramientas para prevenir y detectar derrames de combustibles en la superficie, tales como canaletas perimetrales; y en el subsuelo, tales como: señalética de seguridad, mantenimiento de los tanques de almacenamiento, pozos de monitoreo y sistemas de detección de fugas.

A pesar de tener estas herramientas, los derrames de combustibles en el subsuelo ocurren y necesitan ser remediados. Una de las preocupaciones de los

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

gerentes de las gasolineras es el daño en la infraestructura que la ejecución de un plan de remediación supone. En general, se encontró que los criterios más importantes al momento de elegir una técnica de remediación son: eficacia y tiempo. Otras variables como: estructura geológica del suelo, planos *as built*, puntos de afectación peligrosos alrededor de la gasolinera, cantidad y tiempo del derrame también son importantes pero muy específicas de cada sitio.

Considerando el alto nivel freático del cantón Guayaquil, se prevé que se la remediación debe ser tanto del suelo como del agua subterránea. Los métodos más utilizados en estos casos son los físico químicos, que incluyen la extracción física del suelo y agua contaminada y su posterior tratamiento.

Es importante recalcar que métodos físicos-químicos podrían verse limitados en caso de que existan tuberías pasando por el área contaminada. Es posible en estos casos se deba recurrir a un tren de tratamiento. En otras investigaciones como la realizada por Suresh y Jawitz, se indica que para tratar sitios contaminados existe una necesidad de integrar tecnologías para llegar un tratamiento con una alta razón efectividad/costo (2002).

Investigaciones que demuestren la efectividad del uso combinado de ciertas tecnologías de remediación serían beneficiosas en el ámbito de contaminación del suelo por derrames de hidrocarburos. Además, como continuación de este trabajo, sería conveniente verificar hasta qué punto las herramientas para el control de derrames en las gasolineras de Guayaquil son efectivas para prevenir o detectar los mismos.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Bibliografía

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (1996). Evaluación de Sitios. En *Rutas a Tecnologías para la Investigación y Limpieza de Terrenos Contaminados* (págs. 21-34). Washington DC.
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (1996). Investigación de sitios. En *Rutas a tecnologías para la investigación y limpieza de terrenos contaminados* (págs. 35-52). Washington DC.
- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero . (11 de Agosto de 2014). Comercialización de derivados. Guayaquil.
- Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica ANDES. (1 de Enero de 2014). Taxistas del sur ecuatoriano proponen cambiar su combustible por gas natural.
- American Petroleum Institute. (2009). *Analysis of U.S. Oil Spillage*. New York: Environmental Research Consulting.
- Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación. Para administración, economías humanas y ciencias sociales*. México: Pearson Educación .
- Borowiec, M., Hoffman, K., Huculak, M., Rogowski, S., & Hoffman, J. (2008). Effect of petrol stations on the contamination of the soil environment. *Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej*, 62-68.
- Cerón Hidalgo, H. G. (2010). *Estudio para la implementación de una estación de servicio en la ciudad de Sangolquí*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército (ESPE).
- Córtazar, J. L. (26 de Agosto de 2013). De la extinción de gasolineras al control de los subsidios. (D. E. Telégrafo, Entrevistador)
- Decreto Ejecutivo 1215. (02 de Febrero de 2001). *Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Department of Sustainable Development (DSD) . (s.f.). *Organization of American States*. Obtenido de Clasificación taxonómica de los suelos identificados: <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea30s/ch026.htm>
- Dirección de análisis estadístico y/o indicadores. (2015). *Compendio de indicadores de resultado de los sectores estratégicos*. Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos.
- El Universo. (22 de Agosto de 2010). Suelo de Guayaquil incrementa su vulnerabilidad ante un sismo. *El Universo*.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

- Eraza, J. C. (Julio de 2015). Manejo de estaciones de servicio. (M. V. Vaca, Entrevistador)
- Gente, V., & Lausdei, D. (2012). A Matrix Based Approach for Modelling of Treatment Processes for Contaminated Groundwater . *Separating Pro-Environment*, 123-138.
- Heinemann, K. (2003). Introducción a la metodología de la investigación empírica. En *Técnicas de recopilación de datos* (págs. 126-130). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Hernández Sampieri, R. (2010). *Metodología de la investigación* . México D.F.: McGraw-Hill.
- Ibáñez, J. J. (2 de Marzo de 2008). *Fundación para el Conocimiento Madrimasd*. Recuperado el 25 de Agosto de 2015, de Suelos de Perú y Ecuador: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/03/02/85725>
- Kogan, E. (13 de Julio de 2015). Vale la pena considerar un auto diésel. *La Opinión*.
- Konečný, F., Boháček, Z., Müller, P., Kovářová, M., & Sedláčková, I. (2003). Contamination of soils and groundwater by petroleum hydrocarbons and volatile organic compounds – Case study: ELSLAV BRN. *Bulletin of Geosciences*, 225-239.
- La Hora. (16 de Octubre de 2012). Gasolineras: Riesgo está bajo tierra. *La Hora*.
- López, F., Santana, K., Rodríguez, M., & Mesa, D. (s.f.). Estudio de caso: remediación de suelos contaminados por hidrocarburos volátiles en una estación de servicio en Bogotá D.C. *Entérese*, 17-23.
- Lucas, R., Vazquez, S., Lo Balbo, A., & Mac Cormack, W. (s.f.). Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos utilizando bacterias antárticas sicrotolerantes.
- MAGAP. (2011). *Memoria Técnica: Evaluación de tierras por su capacidad de uso*. Guayaquil.
- Mendoza, A. (Agosto de 2015). Medidas de seguridad de gasolineras. (M. V. Vaca, Entrevistador)
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2002). *Mapa de Suelos del Ecuador - Taxonomía*.
- Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Guía Ambiental Para el Manejo de Tanques de Almacenamiento Enterrados*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador*.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

- NSW Environment Protection Authority (EPA). (28 de Junio de 2013). *Service station sites: assessment & remediation*. Obtenido de <http://www.epa.nsw.gov.au/mao/servicestation.htm>
- Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA). (25 de Noviembre de 2012). Aprendamos de Petróleo: Estación de Servicio. *Ciudad Caracas*.
- Productos y Servicios Industriales C. LTDA. (Mayo de 2013). *Gobierno Provincial del Guayas*. Recuperado el Agosto de 2015, de Estudio de Impacto Ambiental Ex-Post Estación de Servicio Eloy Alfaro Durán: <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2013/2013-agosto/EIA%20Ex-Post%20ELOY%20ALFARO%20DURAN.pdf>
- Real Academia Española. (2012). *Diccionario de la lengua española*.
- Revista Vistazo. (2013). 500 Mayores empresas del Ecuador. *Vistazo*.
- Segura, D. (18 de agosto de 2015). Manejo de estaciones de servicio en Guayaquil. (M. V. Vaca, Entrevistador)
- Sierra Club. (s.f.). *Leaking Underground Storage Tanks: A Threat to Public Health & Environment*. San Francisco.
- Suresh, P., Jawitz, J., Enfield, C., Falta, R., Annable, M., & Lynn, A. (2002). Technology integration for contaminated site remediation: clean-up goals and performance criteria . *Groundwater Quality: Natural and Enhanced Restoration of Groundwater Pollution* , 571-578.
- Torres Delgado, K., & Zuluaga Montoya, T. (2009). *Bioremediación de suelos contaminados por hidrocarburos*. 2009: Universidad Nacional de Colombia.
- Torres, F. (agosto de 2015). Planes de Remediación. (M. V. Vaca, Entrevistador)
- Van Wezel, A. (2007). *Social cost-benefit analysis of the soil remediation operation in the Netherlands*. Holanda: The Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Vera-Grunauer, X., Bray, J., Pestana, J., Kayen, R., Tandazo, E., Ramirez, J., y otros. (2006). Site characterization and seismic zonation of Guayaquil City, Ecuador. *Proceedings of the 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering* .
- Volke Sepulveda, T., & Velasco, J. A. (2002). *Tecnologías de remediación para suelos contaminados*. Mexico: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).
- Yépez, F. (18 de Febrero de 2013). *Economía Random*. Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de El subsidio más grande del Ecuador no es para los más pobres: <https://economiarandom.wordpress.com/2013/02/18/el-subsidio-mas-grande-del-ecuador-no-es-para-los-mas-pobres/>

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Zamora, A., Ramos, J., & Arias, M. (2012). Efecto de la contaminación por hidrocarburos sobre algunas propiedades químicas y biológicas de un suelo de sabana. *Bioagro*, 5-12.

Apéndices

Apéndice 1. Entrevistas

Nombre:	Ing. Químico Dennys Segura
Profesión/Cargo:	Servidor Público de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero Guayas
Tema:	Manejo de estaciones de servicio en Guayaquil

1. ¿De qué se encarga el departamento en el que usted trabaja?
2. ¿Cómo funciona la comercialización de combustibles en Ecuador?
3. ¿Qué métodos utilizan para el control y monitoreo de las estaciones de servicio? ¿Auditorías, inspecciones in situ, vigilancia ciudadana, otros mecanismos?
4. ¿Cuentan con una base de datos de todas las estaciones de servicio de la ciudad? ¿Cuántas son?
5. ¿Cómo detectan que una estación de servicio ha ocasionado un derrame de combustibles en el suelo?
6. A partir de qué volumen consideran un derrame significativo y meritorio del desarrollo de un plan de remediación?
7. ¿Qué solicitan a las estaciones de servicio cuando se ha detectado un derrame?
8. ¿Qué consecuencias, con respecto a sanciones o procesos administrativos, tienen para los representantes de las estaciones de servicio estos tipos de contaminación?
9. ¿Cuáles son las técnicas de remediación más utilizadas en Guayaquil?
10. ¿Qué criterios, en orden de prioridad, considera usted son más importantes para la selección de una técnica/tecnología de remediación?

**DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE
HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL**

Nombre:	Ing. Francisco Torres
Profesión/Cargo:	Consultor Ambiental
Tema:	Ejecuciones de planes de restauración de suelos contaminados con hidrocarburos producto de derrames en estaciones de servicio

- 1. ¿Cuánto tiempo de experiencia tiene desarrollando y ejecutando planes de remediación?**
- 2. ¿Cómo podría el personal de la eds detectar derrames de combustible en el subsuelo?**
- 3. Entre los planes de remediación que usted ejecuta, ¿qué tan comunes son las remediaciones de suelos contaminados con hidrocarburos en estaciones de servicio?**
- 4. ¿Qué es lo más importante para sus clientes al momento de decidirse por una tecnología de restauración?**
- 5. ¿Cuál es la tecnología o técnica más utilizada para remediación de suelos contaminados con hidrocarburos en estaciones de servicio?**
- 6. En promedio, ¿cuánto dura esa técnica de remediación del sitio contaminado?**
- 7. Considerando la utilización de la tecnología y el tiempo indicado en las preguntas anteriores, ¿se puede lograr una restauración completa del sitio?**
- 8. ¿Existe un porcentaje o nivel de restauración que solicitan las autoridades competentes?**
- 9. ¿Cuáles son las dificultades que suelen presentarse durante la ejecución de los trabajos?**
- 10. ¿Qué criterios, en orden de prioridad, usted considera son más importantes para la selección de variables para elegir una técnica de remediación?**

**DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE
HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL**

Nombre:	Andrés Mendoza
Profesión/Cargo:	Gerente de la gasolinera FAE I
Tema:	Medidas de seguridad en gasolineras

- 1. ¿Qué funciones son asignadas a usted con el cargo de gerente?**
- 2. ¿Cuánto tiempo lleva siendo administrador de estaciones de servicio?**
- 3. ¿Conoce sobre la normativa ambiental vigente en la que se enmarca la actividad de las estaciones de servicio?**
- 4. ¿Cuáles son los principales factores que usted cree que provocan un derrame de hidrocarburos en las estaciones de servicio?**
- 5. ¿En qué fase de la operación de la eds usted cree que existe mayor riesgo de derrames?**
- 6. ¿Qué medidas de seguridad toman para prevenir la ocurrencia de derrames?**
- 7. ¿De qué maneras detectarían la ocurrencia de un derrame?**
- 8. En caso de ocurrirse un derrame, ¿Cuál es el proceder inmediato?**
- 9. ¿Qué criterios, en orden de prioridad, usted considera son más importantes para la para elegir una técnica/metodología de remediación?**
- 10. ¿Considera Ud. que sería posible evitar en un 100% los derrames?**

**DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE
HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL**

Nombre:	Ing. Juan Carlos Erazo
Profesión/Cargo:	Dirección de Gestión Ambiental del Gobierno Provincial del Guayas
Tema:	Manejo de estaciones de servicio en Guayaquil

- 1. ¿De qué se encarga el departamento en el que usted trabaja?**
- 2. ¿Qué métodos utilizan para el control y monitoreo de las estaciones de servicio? ¿Auditorías, inspecciones in situ, vigilancia ciudadana, otros mecanismos?**
- 3. ¿Cuentan con una base de datos de todas las estaciones de servicio bajo su jurisdicción? ¿Cuántas son?**
- 4. ¿Cómo detectan que una estación de servicio ha ocasionado un derrame de combustibles en el suelo?**
- 5. A partir de qué volumen consideran un derrame significativo y meritorio del desarrollo de un plan de remediación?**
- 6. ¿Sucede que las estaciones de servicio alertan a ustedes sobre la ocurrencia de un derrame antes de que se les realice una inspección?**
- 7. ¿Qué solicitan a las estaciones de servicio cuando se ha detectado un derrame?**
- 8. ¿Qué consecuencias, con respecto a sanciones o procesos administrativos, tienen para los representantes de las estaciones de servicio estos tipos de contaminación?**
- 9. ¿Cuáles son las técnicas de remediación más utilizadas?**

**DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE
HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL**

10. ¿Qué criterios, en orden de prioridad, considera usted son más importantes para la selección de una técnica/tecnología de remediación?

Apéndice 2. Modelo de ficha de observación

N°	Comercializadora	Combustibles comercializados				Número de marquesinas	Número de surtidores operativos	Número de tanques de almacenamiento de combustibles líquidos	Capacidad total de almacenamiento de combustibles líquidos en galones	Presencia de canaletas perimetrales		Señalética de seguridad en el área de tanques	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas
		Diesel	Super	Ecopaís	GLP					Marquesina	Área de tanques		

Apéndice 3. Tabla de datos obtenidos durante el muestreo

Aspecto	Característica/Rango	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Combustibles comercializados	Super	43	100,00%
	Ecopaís	43	100,00%
	Diesel	41	95,35%
	GLP	2	4,65%
Número de marquesinas	1	40	93,02%
	2	3	6,98%
Número de surtidores operativos	3	7	16,28%
	4	14	32,56%
	5	8	18,60%
	6	9	20,93%
	7	5	11,63%
# de tanques de combustibles líquidos	2	2	4,65%
	3	13	30,23%
	4	13	30,23%
	5	11	25,58%
	6	4	9,30%
Capacidad total de almacenamiento	[10000-20000)	1	2,33%
	[20000-30000)	11	25,58%
	[30000-40000)	11	25,58%
	[40000-50000)	12	27,91%
	[50000-60000]	8	18,60%
Canaletas perimetrales en el área de surtidores	Presentes	43	100,00%
	No presentes	0	0,00%
Canaletas perimetrales en el área de tanques	Presentes	41	95,35%
	No presentes	2	4,65%

**DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE DERRAMES DE
HIDROCARBUROS EN GASOLINERAS DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL**

Señalética de seguridad	Sí	38	88,37%
	No	5	11,63%
Presencia de pozos de monitoreo	Sí	43	100,00%
	No	0	0,00%