

Evaluación del impacto ambiental por presencia de hidrocarburos en el fundo Los Clavelitos

Omer E. Vílchez-Fernández
Mayda Ulloa-Carcasés

Resumen

A través del método de los criterios relevantes integrados de Buroz se identificaron los elementos que generan el impacto ambiental en el fundo Los Clavelitos, Venezuela, debido a la presencia de hidrocarburos en forma de emanaciones naturales (menes). Los componentes que se afectan en el medio físico son: suelo, agua, aire, y en el biológico, la flora y la fauna. Se realizaron pruebas de laboratorio sobre las muestras de agua y suelo, las que indicaron en su mayoría que los parámetros analizados se encontraban dentro del rango permisible por la normativa venezolana. El componente más afectado del medio físico es el aire, con un valor de impacto ambiental de 5,7 y probabilidad de ocurrencia moderada; para el medio biológico el factor fauna tuvo un impacto ambiental de 6,2, con una probabilidad de ocurrencia alta. Se propone un sistema de medidas mitigantes y correctivas considerando todos los impactos encontrados..

Palabras clave: impacto ambiental; criterios relevantes integrados; menes; hidrocarburos.

Environmental impact assessment due to presence of hydrocarbons in the state farm Los Clavelitos.

Abstract

The presence of hydrocarbons in the State Farm Los Clavelitos has a negative impact on the environment. For that reason, the elements contributing to this effect are identified and evaluated by applying the Buroz Integrated Relevant Criteria method. It was demonstrated that the presence of hydrocarbons in the state farm is owed to natural emissions known as Menes. The elements that are affected in the physical environment are the soil, the water and the air and in the biological environment are the flora and fauna. Lab test works were performed which included testing samples of water and soil. The test results showed that most of the parameters tested were within the permissible limits established by the Venezuelan regulations. According to the method applied, the most impacted components were those of the physical environment in the air factor with an environmental impact value of 5,7 with a moderate probability of occurrence while the environmental impact value for the biological environment in the fauna factor was 6,2 with a high probability of occurrence. Finally, it is proposed to implement a group of corrective and remediating measures taking into account the impacts identified.

Keywords: environmental impact; relevant integrated criteria; seepages; hydrocarbons.

1. INTRODUCCIÓN

Los hidrocarburos son compuestos químico-orgánicos que resultan de la combinación del carbono (C) con el hidrógeno (H), abarcan los estados: gaseosos, líquidos, semisólidos y sólidos, como aparecen en la superficie terrestre, o gaseosos y líquidos en las formaciones geológicas en el subsuelo.

El origen del hidrocarburo radica en la existencia de una cuenca sedimentaria donde exista la posibilidad de acumulación de sedimentos. La roca madre en una cuenca sedimentaria es la responsable de la generación del hidrocarburo. Una vez formado migra por el subsuelo a través de rocas permeables y porosas, así como también por la acción de factores estructurales (fallas, diaclasas, pliegues, etc.), hasta conseguir en su trayecto rocas impermeables o arreglos estructurales que permitan el entrapamiento del mismo. De esta manera se constituye tanto la roca almacén, donde se acumulan los hidrocarburos que se extraen comercialmente (también conocida como yacimiento petrolífero) y la roca sello, secuencia litológica de porosidad y permeabilidad reducidas, la cual sirve como sello a la migración del hidrocarburo y soporta la constitución de una trampa petrolífera.

Los menes, nombre dado en Venezuela por los incas Copey, son emanaciones naturales de hidrocarburos, las cuales afloran a la superficie por medio de fracturas (fallas y diaclasas). Estos dieron origen a los nombres de campos petroleros como Mene Grande, en el estado Zulia y Mene Mauroa, en el estado Falcón. Los romanos los llamaron *Lacus Asphaltus*, los egipcios *mumiya* (árabe), los persas le decían *mum*; los indios precolombinos mexicanos los llamaban *chapapoter* (y de allí *chapapote*) y los colonos de los Estados Unidos hoy los denominan *seepages*.

Puede decirse que, en mayor o menor escala, en muy variados sitios de la Tierra existen emanaciones o rezumaderos que atrajeron la atención de los exploradores en busca de posibles acumulaciones petrolíferas comerciales. Los recientes adelantos científicos tecnológicos empleados en exploraciones costa afuera han permitido detectar emanaciones petrolíferas en el fondo de los mares. Tal es el caso de hallazgos hechos frente a las costas de California en el océano Pacífico y en las de Louisiana y Texas en el golfo de México (Barberii 1998).

En la región de Casigua El Cubo, específicamente en el campo Las Cruces, existen yacimientos de petróleo y, por ende, numerosos pozos, algunos de ellos depletados con el pasar del tiempo, lo cual ha traído

como consecuencia su abandono. En dicho campo se han realizado algunos estudios geológicos que tuvieron como finalidad la búsqueda de hidrocarburos lo cual ha permitido obtener información sobre el mismo, tal como: estratigrafía de la zona, corte geológico, mapa estructural.

La zona presenta una geología compleja. El campo Las Cruces es un domo fallado alargado en dirección NE-SO sobre el corrimiento de tarra. El corrimiento determina tres unidades tectónicas. Se aprecia un sistema de fallas inversas transversales, de rumbo noreste-suroeste y buzamiento oeste con desplazamientos de 100 hasta 1 000 pies (PDVSA-Intevep 1997).

La problemática planteada en esta investigación radica en que existe presencia de hidrocarburos en el fundo Los Clavelitos que genera un impacto ambiental. Se encuentra ubicado al suroeste del lago de Maracaibo, en el municipio de Jesús María Semprún del estado Zulia, específicamente en la capital Casigua El Cubo; posee una extensión de 50 ha (Figura 1).

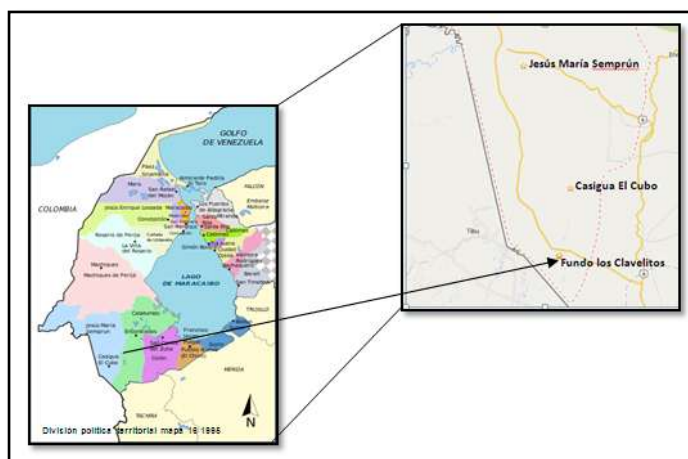


Figura 1. Localización del fundo Los Clavelitos.

El fundo se encuentra dentro del campo petrolero denominado Las Cruces. Las posibles causas de la presencia de hidrocarburo en la zona son pozos petroleros abandonados, específicamente el T-194, T-219 y el T-184, la estación de flujo Concordia, así como también afloramientos naturales de hidrocarburos (menes). Esto trae como consecuencia la afectación de la flora, fauna, aire, suelos y cauces de agua, por lo que se desea conocer el impacto ambiental, así como también los factores que lo generan, para de esta manera proponer medidas que permitan mitigar la contaminación.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto ambiental por presencia de hidrocarburos en el fundo Los Clavelitos.

Es de mencionar que en la actualidad no se conocen estudios previos realizados sobre la contaminación e impacto ambiental generados por la presencia de menes en Venezuela, así como referencias del mismo en otras partes del mundo; solo han sido estudiados desde el punto de vista de la geoquímica, lo cual permite determinar, a través de la distribución de biomarcadores, el origen de la roca madre que los generó. De allí la importancia de llevar a cabo dicha investigación, pues constituye un aporte significativo en el conocimiento de las acciones mitigantes y correctivas que se pueden aplicar para minimizar la contaminación que ellos generan.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para esta investigación se consideraron algunas disposiciones establecidas por el estado venezolano en materia ambiental, tales como el Decreto 883 (1995) y el Decreto 2635 (1998), recogidos en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999).

Existen diversos métodos de evaluación de impacto ambiental, los métodos y técnicas usualmente aceptadas están destinados a medir tanto los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales (Espinoza 2001).

La utilización de métodos para identificar las modificaciones en el medio es una tarea relativamente fácil. Pero otra cosa es la calificación de esas modificaciones: todos los aspectos y parámetros pueden medirse, la dificultad está en valorarlos (Espinoza 2001).

La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse (Espinoza 2001).

Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada. A continuación se resumen los principales métodos para la evaluación de impactos ambientales (Tabla 1).

Tabla 1. Principales métodos para la evaluación de impactos ambientales

Reuniones de expertos. Solamente a considerar cuando se trata de estudiar un impacto muy concreto y circunscrito
Lista de Chequeo "check lists". Son listas exhaustivas que permiten identificar rápidamente los impactos
Matrices simples de causa-efecto. Son matrices limitadas a relacionar la variable ambiental afectada y la acción humana que la provoca
Grafos y diagramas de flujo. Tratan de determinar las cadenas de impactos primarios y secundarios con todas las interacciones existentes y sirven para definir tipos de impactos esperados
Cartografía ambiental o superposición de mapas (overlay). Se construyen una serie de mapas representando las características ambientales que se consideren influyentes
Redes. Son diagramas de flujo ampliados a los impactos primarios, secundarios y terciarios
Sistemas de Información Geográficos. Son paquetes computacionales muy elaborados, que se apoyan en la definición de sistemas
Matrices. Consisten en tablas de doble entrada, con las características y elementos ambientales y con las acciones previstas del proyecto
Criterios relevantes integrados. El método consiste en asignar valores a los efectos adversos relevantes de acuerdo a los criterios de probabilidad, intensidad, duración, extensión y reversibilidad del efecto, para obtener un valor de impacto ambiental por efecto y la jerarquización de los mismos

Fuente: Espinoza 2001, modificada por Vílchez 2013.

Como se aprecia en la Tabla 1 existe una amplia variedad de métodos que permiten la evaluación de impacto ambiental en una determina área o actividad. La selección del método apropiado es un punto crucial en los resultados de la evaluación. No es posible establecer una fórmula única para emplear un método en particular en una evaluación de impacto ambiental, por lo tanto, ningún método por sí solo puede ser utilizado para satisfacer la gran variedad y tipos de actividades que intervienen en un estudio de impacto ambiental, por lo tanto la clave está en seleccionar adecuadamente el método más apropiado de acuerdo a las necesidades de cada estudio.

En el presente estudio se aplicará el método de los criterios relevantes integrados (CRI), formulado por Buroz (1998). Consiste en establecer la identificación del impacto a estudiar, con sus indicadores ponderados y su respectiva tabla de valoración para dichos indicadores, para posteriormente aplicar una serie de medidas de prevención, mitigación o de corrección. Se decidió utilizar dicho método que fue aplicado con anterioridad por PDVSA en pozos petroleros abandonados o desincorporados por derrames de hidrocarburos debido a filtraciones de los revestidores.

Las etapas metodológicas que componen esta investigación se muestran en la Figura 2.

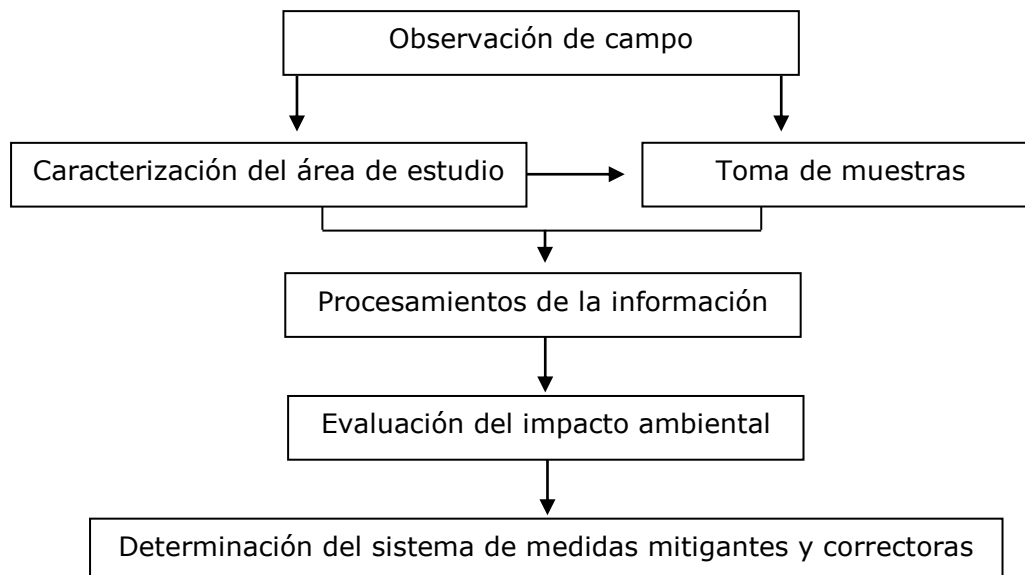


Figura 2. Etapas metodológicas de la investigación.

El método a utilizar para la evaluación de los impactos ambientales, denominado *criterios relevantes integrados* (Buroz 1998), está basado en un análisis multicriterio, partiendo de la idea de que un impacto ambiental se puede estimar a partir de la discusión y análisis de criterios con valoración ambiental, los cuales se seleccionan dependiendo de la naturaleza del proyecto.

Identificación de los impactos: Para identificar los impactos que están operando o interactuando sobre el área previamente seleccionada es requisito indispensable conocer las diferentes actividades que se generan durante la ejecución del proyecto y las cuales producen efectos sobre el medio físico y biológico.

Se mantiene un orden consecutivo según el medio afectado.

Medio Físico MF - 01, Medio Biológico MB - 01

Los indicadores del impacto que utiliza el método son:

- **Intensidad (I):** Cuantificación de la fuerza, peso o rigor con que se manifiesta el proceso o impacto puesto en marcha.
- **Extensión (E):** Influencia espacial o superficie afectada por la acción antrópica. Es decir, medida del ámbito espacial o superficie donde ocurre la afectación.

- **Duración (D):** Lapso o tiempo que dura la perturbación. Período durante el cual se sienten las repercusiones del proyecto o número de años que dura la acción que genera el impacto.
- **Reversibilidad (Rv):** La posibilidad o dificultad para retornar a la situación actual.
- **Riesgo (Ri):** Probabilidad de que el efecto ocurra.

La escala de valores para todos los indicadores estará comprendida entre 1 y 10.

Valor de impacto ambiental (VIA): Este método considera que el VIA es generado por una acción y es producto de las siguientes variables que se muestran en la Figura 3.

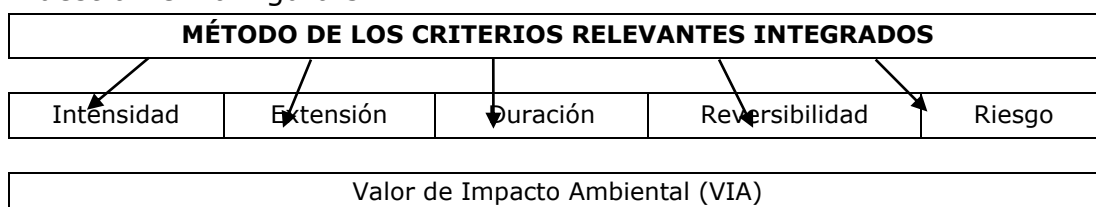


Figura 3. Diagrama del VIA. Fuente: Buroz (1998).

En la Tabla 2 se muestra la clasificación de los impactos según su valor.

Tabla 2. Escala de clasificación de impactos

Valor	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgo
6-10	Alta	Generalizada > 75 %	Larga (>5años)	Irreversible (baja capacidad o irrecuperable)	Alto (>50 %)
3-5	Media	Local o extensiva 10 % - 75 %	Media (2>5 años)	Medianamente reversible de 11 a 20 años, largo plazo	Medio (10 a 50 %)
1-2	Baja	Puntual < 10 %	Corta (<2 años)	Reversible (a corto plazo <de 10 años	Bajo (<10 %)

Fuente: Buroz (1998).

Posterior a la asignación de valores para cada una de las variables antes descritas se procede a introducir esos datos en la siguiente fórmula, para asignarle una categoría:

$$VIA = I \times Wi + E \times We + D \times Wd + Rv \times WRv + Ri \times WRi \quad (1)$$

Donde:

I = Intensidad

E = Extensión

D = Duración

Rv = Reversibilidad

Ri = Riesgo

Wi = Peso con que se pondera la intensidad

We = Peso con que se pondera la extensión

Wd = Peso con que se pondera la duración

WRv = Peso con que se pondera la reversibilidad

WRi = Peso con que se pondera el riesgo.

Ponderación de los indicadores de impacto: La prueba del método en numerosos proyectos indicó la necesidad de diferenciar el peso de cada indicador. Los diferentes análisis indicaron que los mejores resultados se obtenían con la ponderación mostrada en la Tabla 3.

Tabla 3. Criterios de evaluación y peso asignado

Indicador	Peso (%)
Intensidad	30
Extensión	20
Duración	10
Reversibilidad	20
Riesgo	20

Fuente: Buroz (1998).

Jerarquización de impacto ambiental: Una vez que se han aplicado las metodologías pertinentes para identificar los impactos ambientales los ordenamos de mayor a menor valor, con el fin de establecer prioridades en cuanto a las propuestas y ejecución de medidas (Tabla 4).

Tabla 4. Jerarquización de impactos

Categoría	Ocurrencia	Valor de VIA
I	Muy alta	VIA >8
II	Alta	6 < VIA ≤ 8
III	Moderada	4 < VIA ≤ 6
IV	Baja	VIA ≤ 4

Fuente: Buroz 1998.

Aplicación de medidas ambientales de prevención, mitigación o corrección.

- Categoría I. Probabilidad de ocurrencia muy alta. $VIA \geq 8$. Máxima atención. Medidas preventivas para evitar su manifestación.
- Categoría II. Probabilidad de ocurrencia alta. $6 < VIA < 8$. Medidas mitigantes o correctivas (preferiblemente estas últimas). Normalmente exigen monitoreo o seguimiento.
- Categoría III. Probabilidad de ocurrencia moderada. $4 < VIA < 6$. Medidas preventivas, que pueden sustituirse por mitigantes, correctivas o compensatorias cuando el impacto se produzca, si aquellas resultaran costosas.
- Categoría IV. Probabilidad de ocurrencia baja o media. $VIA \leq 4$. No se aplican medidas, a menos que se trate de áreas críticas o de medidas muy económicas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de la aplicación del método CRI las muestras de agua, suelo y mene, tomadas durante la visita de campo al fundo Los Clavelitos, se enviaron al Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas (INZIT), donde fueron analizadas con la finalidad de valorar algunos indicadores de estos medios afectados.

Se identificaron los impactos de los medios afectados tanto del físico como del biológico, tal como se muestra en Tabla 5.

Tabla 5. Impactos de medios afectados

Medio físico-natural
MF-01 Afectación de suelos por presencia de hidrocarburos provenientes de menes
MF-02 Afectación de cauces (afluentes) de agua por presencia de hidrocarburos provenientes de menes
MF-03 Afectación del aire por presencia de hidrocarburos provenientes de menes
Medio biológico
MB-01 Afectación de la flora (cobertura vegetal) por presencia de hidrocarburos provenientes de menes
MB-02 Alteración del hábitat para la fauna (migración y muerte) por presencia de hidrocarburos provenientes de menes

Luego de identificar los impactos se procedió a valorar cada uno de ellos teniendo en consideración los análisis arrojados por el INZIT, así como

también el criterio de expertos. Los resultados de la jerarquización de los impactos se presentan a continuación: en la Tabla 6 los correspondientes al medio físico y en la Tabla 7 al medio biológico.

Tabla 6. Jerarquización de los impactos sobre el medio físico

Medio afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Suelo	4	4	10	5	8	5,6	III
Cauces de agua	2	4	10	5	4	4,2	III
Aire	3	4	10	5	10	5,7	III

Tabla 7. Jerarquización de los impactos sobre el medio biológico

Medio afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Flora	1	4	10	4	8	4,5	III
Fauna	6	4	10	5	8	6,2	II

Para clasificar el hidrocarburo presente en el fundo Los Clavelitos se realizó un análisis de saturados, aromáticos, resinas y asfáltenos (SARA), a las muestras de menes M01 y M02, obteniéndose los valores mostrados en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados análisis SARA

Muestra	% Saturados	% Aromáticos	% Resinas	% Asfáltenos
Mene 01	26,47	23,53	39,78	10,22
Mene 02	26,67	30,00	27,23	16,10

4. DISCUSIÓN

Siguiendo las etapas metodológicas planteadas y su relación con los objetivos de la investigación, con el propósito de identificar los principales elementos causales que generan la presencia de hidrocarburos en el fundo Los Clavelitos, se realizaron dos visitas de campo al fundo Los Clavelitos, con la presencia del propietario del mismo y de un equipo multidisciplinario conformado por el Ing. Luis Duarte, miembro de la gerencia de ambiente de PDVSA y técnicos de INZIT, los días 31 de julio y 1 de agosto de 2013. En dicha visita se comprobó que los pozos petroleros que se encuentran dentro del fundo, el T-194, T-219, T-184 y la estación de flujo Concordia, se hallaban desincorporados de producción

y no presentaban derrames, por lo que se descartó que estos fueran los causantes de la presencia de hidrocarburos. Es de señalar que durante todo el recorrido se pudo visualizar presencia de hidrocarburos por donde no existían ningún tipo de tuberías, estas fluían naturalmente (Menes), siendo las más notorias dos manchas de aproximadamente 4,5 ha.

En relación a la caracterización del área de estudio podemos decir que el fundo Los Clavelitos se encuentra dentro del campo petrolero conocido como Las Cruces, el cual presenta una estructura tectónica compleja, con fallas convergentes y fallas inversas transversales, lo cual pudiera explicar la presencia de los menes en diversas áreas, ya que las fallas son la principal vía por donde el hidrocarburo migra a la superficie.

Los resultados de los análisis de la composición físico-química de las muestras de suelo obtenidas en el fundo Los Clavelitos y su posterior comparación con la normativa ambiental venezolana (decreto 2635 artículo 50) arrojaron que para la muestra de suelo 1 solamente el parámetro aceites y grasas no cumple con la normativa legal vigente. Cabe destacar que esta muestra fue tomada cercana a los menes lo cual pudiera explicar el porqué está fuera del rango de la normativa. Para la muestra de suelo 2 indicaron que todos los parámetros cumplen con la normativa legal vigente.

Al realizar la comparación de los límites permisibles de las muestras de agua con la normativa ambiental venezolana (decreto 883 artículo 10) dio como resultado para muestras de agua de mene que los parámetros: aceites minerales e hidrocarburos, aceites y grasas, sólidos suspendidos y sólidos flotantes no cumplen. Para la muestra de agua de caño 1 los parámetros: sólidos flotantes, pH, bacterias coliformes totales no cumplen. Los resultados obtenidos para muestra de agua de caño 2 indicaron que los parámetros: nitritos + nitratos, sólidos flotantes, coliformes totales no cumplen con la normativa legal vigente.

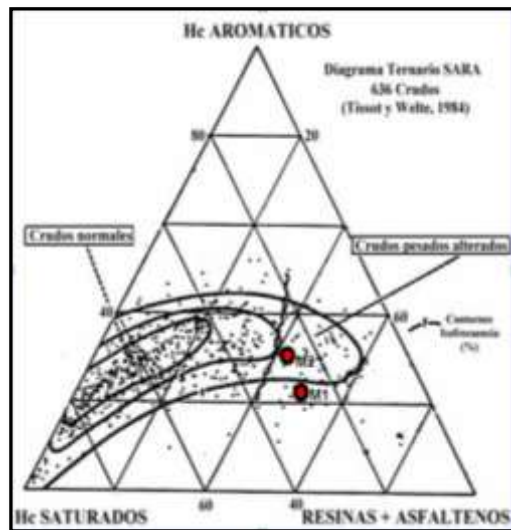


Figura 4. Diagrama ternario SARA realizado a muestras M1 y M2.

La clasificación del hidrocarburo presente en el fondo Los Clavelitos se obtuvo con los resultados del análisis SARA realizado a las muestras de menes M1 y M2 y a través del diagrama ternario de Tissot y Welte (1984). Este dio como resultado que los hidrocarburos presentes son pesados alterados o biodegradados, con valores de resinas más alfértenos entre 43,33 % y 50 % en peso, tal como se muestra en la Figura 4.

La evaluación final sobre cada uno de los medios afectados arrojó los siguientes resultados:

Suelo

Este impacto se clasifica como de categoría III, posee una probabilidad de ocurrencia moderada. Se recomienda como medida mitigante realizar una barrera (muro de contención de tierra) alrededor de los menes M1 y M2 con la finalidad de retener el hidrocarburo y minimizar su avance, así como también realizar perforaciones de pozos petroleros para aliviar las presiones del yacimiento y de esta manera disminuir el caudal de salida del mene y minimizar su afectación al suelo.

Agua

Este impacto se clasifica como de categoría III, la probabilidad de ocurrencia es moderada. Como medida mitigante se recomienda colocar una barrera tipo cortina, las mismas se utilizan para bajas profundidades en los cauces de agua afectados, con la finalidad de retener el hidrocarburo y de esta manera minimizar la contaminación aguas abajo.

Aire

Este impacto se clasifica como de categoría III, la probabilidad de ocurrencia es moderada. Como medida correctiva se recomienda la perforación de pozos petroleros cerca de los menes M1 y M2, con la finalidad de disminuir el caudal de descarga de estos a la superficie y, por consiguiente, la liberación a la atmósfera de los hidrocarburos volátiles.

Flora

Este impacto se clasifica como de categoría III, la probabilidad de ocurrencia es moderada. Como medida mitigante o correctiva se recomienda la perforación de pozos petroleros cercanos a los menes M1 y M2 para de esta manera disminuir su presencia, así como también colocar muros de contención de tierra alrededor de los mismos con la finalidad de contener su avance y confinarlo a la hora de un incendio. En los cauces de agua se recomienda colocar las barreras tipo cortina para así evitar la impregnación y posterior sequía de la vegetación, tanto de la zona de los suelos como la acuática del fundo Los Clavelitos.

Fauna

Este impacto se clasifica como de categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta; se recomienda la máxima atención para este medio afectado. En la visita a la zona de estudio se evidenció poca presencia de animales en los suelos, árboles y en los cauces de agua, se consiguieron restos de animales en los menes M1 y M2. Se recomienda como medida correctiva la perforación de pozos petroleros cercanos a los menes M1 y M2 para de esta manera disminuir el brote de estos; barreras de tierra cercadas alrededor de los menes M1 y M2 para evitar que los animales queden atrapados en ellos, así como también barreras tipo cortina cercadas. Cabe destacar que la fauna es el medio más afectado.

Por último, se elaboró una tabla resumen del método CRI en la cual se ordenaron los impactos del medio físico y biológico de mayor a menor, en función del valor obtenido del VIA, con la finalidad de proponer que se ejecuten las medidas mitigantes y correctivas priorizando el orden que ellas presentan, tal y como lo establece el método (Tabla 9).

Tabla 9. Resumen del método

Código	Nombre del impacto	Descripción	Medio afectado	VIA	Probabilidad de ocurrencia	Medidas a aplicar				
Componente medio físico-natural										
MF-03	Afectación del aire por presencia de hidrocarburos provenientes de menes	La liberación de los hidrocarburos volátiles provenientes de los menes M1 y M2, principalmente, afecta la calidad del aire y, por ende, la flora y fauna del fundo Los Clavelitos	Aire	5,7	Moderada	Correctivas: Perforación de pozos petroleros cerca de los menes M1 y M2				
MF-01	Afectación de suelos por presencia de hidrocarburos provenientes de menes	Los menes afectan la capa superficial de los suelos del fundo Los Clavelitos compactándolos, reducen el espacio poroso, la composición, producen cambios de la geomorfología y también alteran el paisaje. Cabe destacar que los suelos son de gran importancia tanto para el desarrollo de la flora como para la diversidad de fauna de la zona	Suelo	5,6	Moderada	Mitigante: Muro de contención de tierra Correctiva: Perforación de pozos de petróleo				
MF-02	Afectación del agua de los cauces (afluentes) por presencia de hidrocarburos provenientes de menes	Las emanaciones de hidrocarburos provenientes de los menes M1 y M2 afectan los cauces de agua del fundo Los Clavelitos, alteran la composición físico-química de los mismos. Estos cauces son de gran importancia tanto para las plantas acuáticas y peces como para la diversidad de fauna de la zona	Agua	4,2	Moderada	Mitigante: Se recomienda colocar una barrera tipo cortina				
Componente medio biológico										
MB-02	Alteración del hábitat para la fauna (migración y muerte) por presencia de hidrocarburos provenientes de menes	La fauna que habita en el fundo Los Clavelitos se afecta por impregnación de hidrocarburos y también por la evaporación de los componentes volátiles de los mismos, lo que trae como consecuencia la migración y muerte de las especies que habitan en la zona, en la misma existen una gran diversidad como se muestra a continuación: Principales representantes de la fauna en el fundo Los Clavelitos	Fauna	6,4	Alta	Correctiva: Perforación de pozos petroleros cerca de los menes M1 y M2 Mitigante : Barreras de tierra cercadas alrededor de los menes M1 y M2				
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Nombre común</th> <th style="text-align: left;">Nombre científico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Chiguire o</td> <td><i>Hydrochanis</i></td> </tr> </tbody> </table>	Nombre común	Nombre científico	Chiguire o	<i>Hydrochanis</i>				
Nombre común	Nombre científico									
Chiguire o	<i>Hydrochanis</i>									

		Piropiro <i>esthmius</i> Rabipelados <i>Didelfus</i> Lapa <i>Agotipaca</i> Cunaguaro <i>Felis</i> <i>perdatis</i> Picure <i>Desaprocta</i> <i>aguti</i>				
(Cont...)						
Código	Nombre del impacto	Descripción	Medio afectado	VIA	Probabilidad de ocurrencia	Medidas a aplicar
		Vaca <i>Bos primegenius taurus</i> Morrocoy <i>Geochelone carbonara</i> Baba <i>Caimán cocodrilus</i> Iguana <i>Iguana</i> Dormilona <i>Epicrates concharia</i> Mono de noche <i>Actus trivigatus</i> Oso melero <i>Tamandúa mexicana</i> Oso frontino <i>Tremaretos ornatus</i>				Mitigante: Barreras tipo cortina cercadas
MB-01	Afectación de la flora (cobertura vegetal) por presencia de hidrocarburos provenientes de menes	La vegetación del fundo Los Clavelitos son principalmente las que se muestran: Nombre común Nombre científico Pasto guinea <i>Panicum máximum</i> Palo maría <i>Triplaris caracasana</i> Escobilla <i>Scoparia dulcis</i> Yagrumo <i>Cecropia peltata</i> Pega pega <i>Desmodium spp</i> Helechos <i>Pteridium spp</i> Palma curuba <i>Attalea butyracea</i> Lengua de suegra <i>Dieffenbachia spp</i> Pira <i>Amaranthus</i> Mocote <i>Cassia alata</i> Junco de agua <i>Cyperus ligularis</i> Rabo de zorro <i>Setaria geliculata</i> Estoraque <i>Vernonia brasiliana</i> Estas son afectadas por infiltración de los suelos y por	Flora	4,5	Moderada	Mitigante: Muros de contención de tierra Mitigante: Barreras tipo cortina

		impregnación de hidrocarburos provenientes de los menes M1 y M2, principalmente, lo que trae como consecuencia su deterioro y sequía				
--	--	--	--	--	--	--

5. CONCLUSIONES

Los principales elementos causales que generan la presencia de hidrocarburos en el fundo Los Clavelitos son los menes.

Los resultados del análisis SARA y el diagrama de Tissot y Welte (1984) permitieron determinar que el hidrocarburo de los menes del fundo Los Clavelitos son crudos pesados alterados.

Los resultados de los análisis de las muestras de agua y suelo y su comparación con la normativa venezolana permitieron fundamentar la evaluación del impacto ambiental sobre los factores agua, suelo y flora.

La aplicación del método CRI arrojó que los impactos MF-03 (aire) y MB-02 (fauna) poseen un VIA de 5,7 y 6,2, respectivamente, por lo que presentan una mayor probabilidad de ocurrencia.

El sistema de medidas propuestas permitirá mitigar y corregir los impactos ambientales presentes en el fundo Los Clavelitos.

6. REFERENCIAS

- ACOSTA, C. & OJEDA, C. 2005: Bases geológicas de la problemática ambiental de la región zuliana. Maracaibo, Venezuela.
- BARBERII, E. 1998: *El pozo ilustrado*, PDVSA. Editorial del Centro Internacional de Educación y Desarrollo (FONCIED), Caracas, 669 p.
- BUROZ, E. 1998: *La gestión ambiental: marco de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental*. Fundación Polar, Caracas, ISBN 980-6397-51-7, 376 p.
- DECRETO Nº. 2635. 1998: Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos. *Gaceta Oficial Extraordinaria* Nº 5245, Venezuela, 91 p.
- DECRETO Nº. 883. 1995: Normas para la clasificación y control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o afluentes líquidos. *Gaceta Oficial Extraordinaria* Nº 5021, Venezuela, 39 p.
- ESPINOZA, G. 2001: *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Informe técnico. Banco interamericano de desarrollo, Centro de estudios para el desarrollo, Santiago de Chile, 187 p.

- PDVSA-INTEVEP. 1997: Código geológico de Venezuela. Campos petrolíferos de Venezuela. Consulta: 8 marzo 2013. Disponible en: <http://www.pdvsa.com/lexico/camposp/cp002.htm>.
- TISSOT, B. P. & WELTE, D. H. 1984: *Petroleum Formation and Occurrence*. Second. Project copy. La Habra California, 699 p.
- VENEZUELA. 1999: Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, 154 p.

Omer E. Vilchez-Fernández omervilchez@hotmail.com

Ingeniero de Petróleo. Profesor Instructor, Departamento de Hidrocarburos.
Universidad Bolivariana de Venezuela, Zulia, Venezuela.

Mayda Ulloa-Carcasés mulloac@ismm.edu.cu

Doctora en Ciencias Económicas. Profesora Titular, Departamento de Minas.
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.