

Evaluación de impacto socioambiental, por derrame de petróleo de un ducto en Comalcalco, Tabasco

Yuliana Pérez Muñoz, Sughey López Martínez*, Ana Rosa Rodríguez Luna,
Sebastián Alberto Ramos Arcos

Cuerpo Académico de Investigación Socioambiental para la Sustentabilidad,
División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco,

Villahermosa, C.P. 86150, Tab., México

*sughey.lopez@ujat.mx

Resumen

Las grandes industrias han hecho uso desmedido de los hidrocarburos de petróleo (HP). El manejo, distribución y transporte origina derrames de HP, siendo una de las principales fuentes de contaminación afectando al agua, aire, suelo y ocasionando pérdida de biodiversidad. Esto trae consecuencias en los ámbitos social, económico y de salud de poblaciones dedicadas a la ganadería, debido a que los compuestos del hidrocarburo son tóxicos, principalmente mutagénicos y carcinogénicos. La problemática se aborda desde una perspectiva global de accidentes en ductos, después se especifica el entorno de la industria de poliductos de Pemex-Refinación. El objetivo es realizar una evaluación de impacto socioambiental en la rancharía Lázaro Cárdenas 1ra. Sección de Comalcalco, Tabasco por derrame de hidrocarburos, a través de matrices ambientales y encuestas semiestructuradas con el fin de identificar los impactos socioambientales, mediante análisis cualitativos y cuantitativos. Los resultados se dividieron en datos generales, socioeconómicos y socioambientales.

Palabras claves: Petróleo, contaminación, socioambiental, socioeconómico

Abstract

Large industries have made excessive use of petroleum hydrocarbons (HP). The management, distribution and transport causes spills of HP, being one of the main sources of pollution affecting water, air, soil and causing loss of biodiversity. This brings consequences in the social, economic and health fields of populations dedicated to livestock, because the hydrocarbon compounds are toxic, mainly mutagenic and carcinogenic. The problem is approached from a global perspective of pipeline accidents, then the environment of the Pemex-Refining pipeline industry is specified. The objective is to carry out a socio-environmental impact assessment at the rancharia Lazaro Cardenas First Section of Comalcalco, Tabasco due to oil spills, through environmental matrices and semi-structured surveys in order to identify socio-environmental impacts, through qualitative and quantitative analyzes. The results were divided into general, socio-economic and socio environmental data.

Keywords: Oil, pollution, socio-environmental, socioeconomic

1. Introducción

La falta de compromiso y conciencia de la ciudadanía ha llevado al uso desmedido de los hidrocarburos de petróleo (HP). Su manejo, distribución y transporte origina derrames, siendo son una de las principales fuentes de contaminación e impactos ambientales, ya que contiene compuestos químicos tóxicos que ocasionan daños a plantas, animales y humanos [1]. El impacto ambiental se refleja en el agua, aire, suelo y en la pérdida de la biodiversidad [2]. El vertido de hidrocarburos ya sea por el manejo o la distribución ocasiona efectos negativos al ecosistema ya que sufren procesos de transformación, degradación y cambio de fase, los cuales involucran principalmente la volatilización, disolución, emulsión y sedimentación de los mismos [3].

Afectando la fertilidad de los suelos, el crecimiento de las plantas, así como la existencia y sobrevivencia de los animales que se alimentan de éstas [4]. Esto atrayendo consecuencias en el ámbito social, incluyendo salud y economía de las poblaciones dedicadas a la ganadería, debido a que los efectos de los compuestos del hidrocarburo son tóxicos para la población, principalmente mutagénicos y carcinogénicos. Los principales efectos por el consumo accidental de hidrocarburos sobre la salud de la población humana se encuentran el vómito, depresión del sistema nervioso central, daños hepáticos y cáncer; altas concentraciones (10 ml/kg corporal) de los hidrocarburos pueden causar la muerte [5].

Los estudios de evaluación de impacto social buscan crear un proceso de participación y debate, en donde se facilite la discusión grupal en torno al futuro deseado de la comunidad. De manera que, con la información recabada, se pueda hacer una negociación más justa con los desarrolladores de los proyectos; mejorar el entendimiento de la comunidad sobre los efectos o consecuencias que podrían experimentar de llevarse a cabo un programa, plan o proyecto; identificar las necesidades y aspiraciones de la comunidad [6]. Con 101 derrames registrados durante el periodo comprendido del 2010-2016, Tabasco ocupa el tercer lugar en este tipo de incidencias, siendo el primer lugar Guanajuato y Puebla el segundo, donde las afectaciones terrestres han sido de hasta 376 mil 299 m² al año [7].

La contaminación del suelo y el agua ha ido en aumento como resultado de malas prácticas en la explotación, refinación, distribución, mantenimiento y almacenamiento de petróleo crudo y sus derivados [8]. La tendencia del aumento en los impactos acontece principalmente en las zonas rurales, teniendo mayor efecto en las poblaciones dedicadas a la agricultura [9]. Generalmente, a esto le acompaña el rezago socioeconómico, la pobreza alimentaria y la marginación, comunes entre las poblaciones rurales agrícolas [10].

Como es el caso de la ranchería Lázaro Cárdenas Primera Sección, donde las actividades principales de la población son la pesca, la agricultura y la ganadería, dando así, un mayor uso al suelo, y siendo afectados debido al gran impacto negativo del derrame de hidrocarburos, al mismo tiempo ignorando el gran daño que este causa tanto al medio ambiente, como a toda la población, debido a que esto ha ocurrido en un área de influencia directa, la preocupación surge debido a las alteraciones e impactos ocasionados en las distintas áreas, principalmente a la salud, alterando la calidad de vida de los habitantes de la localidad, por lo que la evaluación pretende dar una advertencia temprana a los impactos que se han ocasionado.

1.1 Composición de los hidrocarburos

El crudo de petróleo se caracteriza por ser un líquido viscoso, negro y con composición química compleja que puede contener miles de compuestos pertenecientes a la familia de los hidrocarburos [11]. Los

hidrocarburos son compuestos orgánicos formados por átomos de carbono e hidrogeno, la mayoría se extrae de combustibles fósiles [12]. La composición elemental del crudo de petróleo está en función de la abundancia de los compuestos tipo hidrocarburo: carbono (84-87%), hidrogeno (11-14%), azufre (0-8%), oxígeno y nitrógeno (0-4%), y metales como el níquel y el vanadio [11].

Los hidrocarburos del petróleo y sus derivados pueden penetrar en el mar en forma de crudos (no refinados), con una gran cantidad de compuestos insolubles. Los petróleos refinados, gasolinas y otros combustibles fósiles, tienen un alto contenido de compuestos solubles que pueden dispersarse a grandes distancias por las corrientes oceánicas [13].

1.2 Impacto del Petróleo en el Medio Ambiente y en la población

Al hablar del impacto ambiental que produce la extracción, refinamiento, distribución del petróleo, no solo existe la contaminación del subsuelo; [14] concluyó que los contaminantes pueden ser de distintas naturalezas, entre los cuales tenemos a los químicos que se utilizan para facilitar la extracción, el ruido generado por las detonaciones y el funcionamiento de la maquinaria y la lumínica generada por la quema de gas. Un ejemplo específico en el caso del país, africano de Angola, donde se estima que por cada millón de toneladas de crudo embarcadas se vierte una tonelada al mar.

Los vertidos de los buques petroleros son solo la punta del iceberg, dada la magnitud de la catástrofe y en gran medida por su impacto mediático. Pero la mayor parte del petróleo derramado se produce en operaciones diarias de limpieza de tanques de los buques, de refinerías o de plataformas petrolíferas, limpieza de tuberías de conducción y transporte, o por hundimiento de barcos de menor calado o simplemente en casos de maquinarias que se deshacen de sus residuos contaminantes, afectando directamente a amplias zonas de la costa angoleña, como por ejemplo, la Bahía de Luanda, comunidades de pescadores de varias entidades quienes han disminuido sus capturas debido a la mortalidad directa de los peces y al deterioro de las condiciones ambientales de la zona [15].

Entre los más graves desastres ambientales que atentan contra la biodiversidad se encuentran los derrames de petróleo en ríos, mares y océanos [16].

1.3 Evaluación de Impacto Ambiental y Social

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes medio, derivados de un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales. Por lo que el término "impacto" necesariamente no implica negatividad, ya que estos pueden ser positivos [17].

Existen muchos estudios de impactos ambientales y sociales derivados de accidentes de hidrocarburos, como menciona [18], quien realizó un estudio del riesgo en ductos de transporte de gasolinas y diésel en México, donde señala la problemática desde una perspectiva global de accidentes en ductos, haciendo hincapié en los Estados Unidos de América y en México, después abarca el entorno que vive actualmente la industria de poliductos de Pemex-Refinación. De acuerdo con los resultados, concluye que el factor de

riesgo con mayor probabilidad de ocurrencia en poliductos es debido a daños por terceras partes, seguido de los daños originados por corrosión.

En otro estudio mencionan los posibles impactos en la salud debido a la exposición y extracción de petróleo, teniendo como consecuencia padecimientos como cáncer, daño hepático, inmunodeficiencia y síntomas neurológicos. También se identificaron impactos adversos en la calidad del suelo, aire y agua en las regiones de perforación petrolera. Una mejor caracterización de las exposiciones asociadas con la extracción de petróleo será fundamental para determinar la gama completa de riesgos para la salud de las comunidades que viven cerca de la extracción de petróleo [19].

Por lo que, el objetivo de este trabajo es realizar una evaluación socioambiental en la ranhería Lázaro Cárdenas 1ra. Sección de Comalcalco, Tabasco. Debido al derrame de hidrocarburos que ahí han ocurrido. La evaluación se realizará mediante matrices ambientales y encuestas semiestructuradas. De esta manera proponer estrategias que ayuden a minimizar los impactos negativos en la población y su entorno.

2. Metodología experimental

2.1 Área de Estudio

El estudio se realizó en la ranhería Lázaro Cárdenas 1ra. Sección, del municipio de Comalcalco, Tabasco, con coordenadas de latitud 18.322012 (E), y longitud -93.435347(S). El área que se pretende analizar tiene con una superficie de 157.80 m² aproximadamente.

Los suelos que predominan en el área de estudio se caracterizan por ser de origen fluvial y altos contenidos de arcillas, los cuales están influenciados por el agua. Las especies de flora más aprovechadas como cultivos son: cacao, coco, pimienta, naranja, limón, papaya y mango [20]. Mientras que la fauna silvestre está constituida principalmente por tlacuaches, ardillas, conejos y tuzas; con escasa presencia del mono araña y el saraguato, garzas, zopilotes, zanates, patos y pijijes.

2.2 Materiales y métodos

Para llevar a cabo este trabajo, se realizó un diagrama de la descripción de las fases como se muestra en la Figura 1.

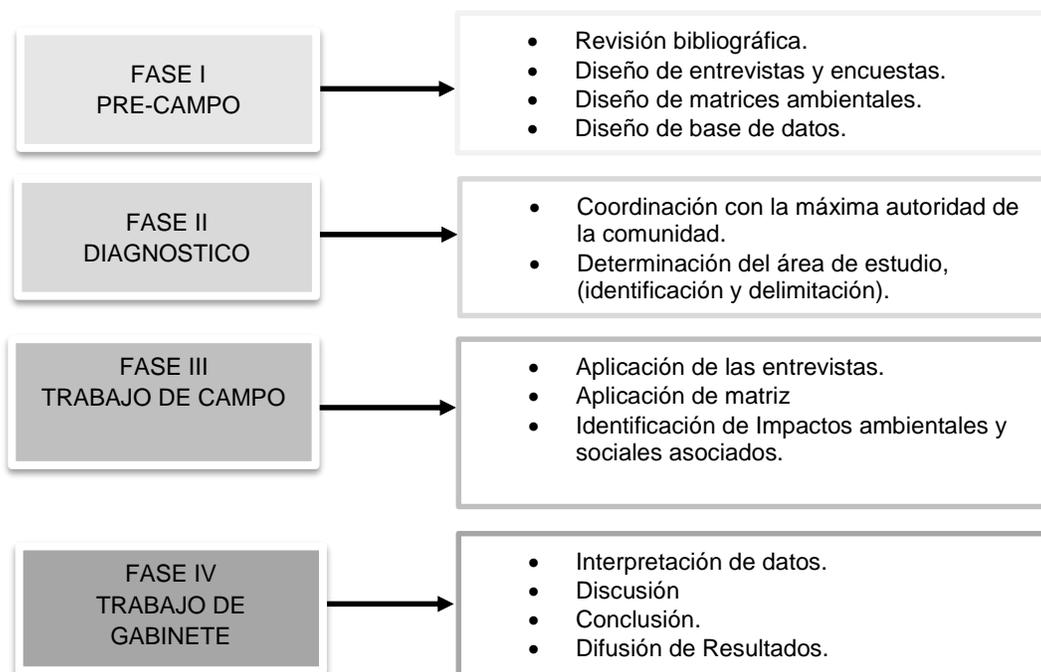


Fig. 1. Diagrama de metodología.

2.2.1 Fase I Pre-Campo

Se hizo una recopilación de literatura mediante artículos, capítulos de libros y documentos, diversas fuentes asociados al tema de evaluación social y ambiental, así como los impactos generados a causa de esta, consultado estudios internacionales, nacionales, estatales y locales.

Se diseñó una encuesta retomando algunos factores del estudio de [21], quien menciona el diseño de un cuestionario sobre cultura ambiental [21]. La encuesta contó de cinco secciones: 1) Datos generales (origen, nivel socioeconómico, edad, género); 2) Actitudes (predisposición para responder ante los problemas ambientales); 3) Intenciones de comportamiento (frecuencia con las que realizan acciones ambientales); 4) Conocimientos ambientales (conceptos ecológicos básicos y conocimiento de la problemática ambiental) y 5) Importancia de la educación para el desarrollo sustentable (calidad de la educación ambiental y su importancia para la sociedad). Y de 30 reactivos en los cuales se evaluaría el perfil económico, social y ambiental, aplicada al 10% de la población de la comunidad analizada, afirmando el anonimato de los encuestados, esto mediante datos de la fuente de Información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía [22].

Se diseñó la matriz ambiental, modificada en base a la matriz de Leopold, y a los criterios ambientales de la hoja de [23] (Procedimiento operativo para identificar, evaluar y jerarquizar los aspectos ambientales generados en las operaciones de PEMEX, perforación y servicios). A través de una matriz de causa–efecto se logra ponderar el impacto de las acciones sobre el medio ambiente y así medir su calidad. Estas mediciones se establecen como parámetros por medio de los cuales se puede manejar e interpretar el impacto o efecto.

Deben ser índices cuantificables o valorativos [24] para saber en qué rango, mediante valores, se encuentra el impacto ambiental generado de la problemática del derrame de hidrocarburos en la comunidad; a su vez se diseñó una base de datos que nos permitiera ver que parte de la población está enterado del impacto y su consecuencia.

Se hizo un análisis exhaustivo de bases de datos tales como ScienceDirect, Google Académico, Scielo, Scopus, Springer, Thompson, Wile, Nature, Pubmed y Biblioteca Virtual.

2.2.2 Fase II Diagnostico

Se llevó a cabo una reunión con el delegado de la comunidad, para explicarle el objetivo del estudio que se realizaría en dicho sitio, a su vez, de qué manera se interaccionaría con la población. Se hizo la identificación y delimitación del área de estudio en la zona conurbada conocida como ranchería Lázaro Cárdenas del municipio de Comalcalco, Tabasco.

Para la delimitación se tomaron en cuenta ciertos criterios para asegurar que la muestra ha sido adecuadamente escogida. Para ello existen tres grandes dimensiones a lo largo del proceso de extracción de muestras para tener en cuenta: el tiempo, las personas y el contexto [25].

2.2.3 Fase III Trabajo en Campo

Se aplicaron encuestas con el fin de obtener la identificación de los impactos socios ambientales, [19], se evaluaron las actitudes de las comunidades rurales hacia la perforación petrolera y las actividades de extracción, mediante entrevistas y cuestionarios diseñados para contextualizar las experiencias y preocupaciones de los residentes locales. Mediante el muestreo no probabilístico, en donde se debió encuestar a 100 personas, solo se encuestaron a 90 personas debido al criterio expuesto por [25]. El cual comenta que para el tamaño de la muestra no hay criterios ni reglas firmemente establecidas, determinándose en base a las necesidades de información, por ello, uno de los principios que guía el muestreo es la saturación de datos, esto es, hasta el punto en que ya no se obtiene nueva información y ésta comienza a ser redundante.

Se aplicó la matriz conformada por los siguientes criterios: A) Cantidad, B) Severidad, C) Duración del impacto, D) Frecuencia, E) Partes interesadas y F) Sensibilidad; asignando un valor en una escala de evaluación del 1 al 5, donde "1" representaba un impacto bajo o nulo y "5" el impacto considerado alto. Esto permitió cuantificar el grado de valor del impacto ambiental, en la zona del derrame, así como los impactos ambientales que estos valores pueden llegar a causar.

2.2.4 Fase IV Trabajo de Gabinete

En esta fase se realiza el análisis de los resultados tanto sociales como ambientales, obtenidos del trabajo en campo.

3. Resultados experimentales

3.1 Datos generales

De 90 encuestas aplicadas, se obtuvo que, del total de las personas entrevistadas, el 66% son del sexo masculino y el 34% son del sexo femenino. Por otra parte, el 37% del total de ambos sexos se encuentran entre 46 a más años; el 25% de 36 a 45 años; el 24% de 15 a 25 años y el 14% de 26 a 35 años. En cuanto al número de personas que conforman el hogar donde se realizó la encuesta, los datos se observan en la Figura 2, donde el 41% se conforma por cuatro personas, mientras que el 16%, representa más de cuatro personas.

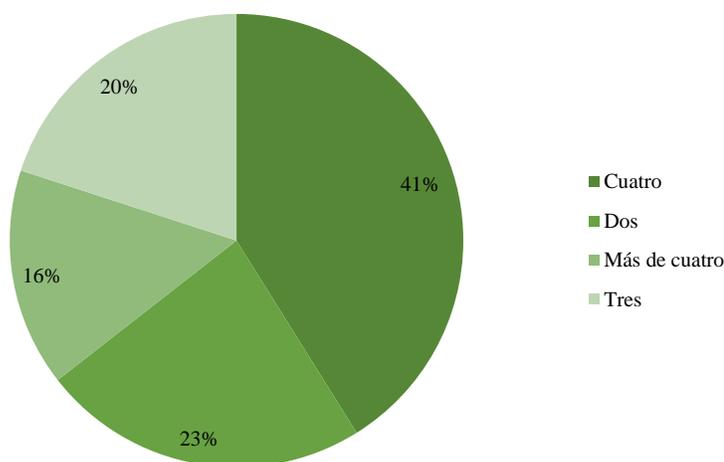


Fig. 2. Número de personas que conforman los hogares en la Ranchería Lázaro Cárdenas 1ra. sección

En la tabla 1, se muestra el grado de estudio que forma parte de los datos generales de las encuestas. El 25% de los entrevistados no tienen estudios; el 9% tienen preparatoria completa; el 7% preparatoria incompleta; el 14% primaria completa; el 8% primaria incompleta; el 29% tienen secundaria completa, 3% secundaria incompleta, 2% tienen licenciatura completa y el 3% licenciatura incompleta.

¿Cuál fue el último grado de estudios?	Hombre	Mujer	Total, general
Licenciatura Completa	1	-	1
Licenciatura Incompleta	2	2	4
No estudio	15	5	20
Preparatoria completa	5	10	15
Preparatoria Incompleta	4	1	5
Primaria Completa	8	-	8
Primaria Incompleta	5	-	5
Secundaria Completa	17	13	30
Secundaria Incompleta	2	-	2
Total, general	59	31	90

Tabla 1. Grado de estudio de los entrevistados en la Ranchería Lázaro Cárdenas 1ra. Sección.

Así mismo, el 69% de los entrevistados residen en la localidad desde hace 33 años a más, además, el 100% de estas personas son originarios de esta localidad. En cuanto al número de personas que conforman el hogar, el porcentaje más alto fue de 41% que representa el total de cuatro personas, un tamaño promedio de los hogares de acuerdo con el informe Anual Sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social Comalcalco, Tabasco en el cual mencionan que el tamaño promedio de los hogares es de cuatro integrantes por familia.

La comunidad entrevistada se encuentra en una edad adulta (46 a más) según el criterio que se estableció, sin embargo, criterios de [22] mencionan que los entrevistados se encuentran en un rango de edad de 15-64 años, siendo la etapa de juventud y vida adulta. Con respecto a la escolaridad o el último grado de estudio, los resultados muestran que existe un porcentaje del 25% que no cuenta con ningún estudio, mientras, el 29% representa las personas que terminaron la escuela básica (secundaria).

El informe Anual Sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social Comalcalco, Tabasco mencionan que el 44.7% de la población tiene educación básica incompleta, mientras que el 7.6% son analfabetos. Sin embargo, esto puede deberse a que la condición de rezago educativo afectó. En efecto el menor crecimiento de las economías se considera también como un costo social del bajo nivel educacional que produce el abandono de la escuela durante los primeros años del ciclo escolar [26].

3.2 Datos socioeconómicos

En cuanto a los servicios con los que cuenta la comunidad se obtuvo que el 72% de los entrevistados cuentan con servicios médicos (clínicas, dispensario, seguro), escuela, alumbrado, pavimento y tiendas, mientras que el 28% no cuenta sólo con el alumbrado. Otros datos descritos en esta sección se pueden observar en la Figura 3, en la cual resalta que el 81% de los entrevistados cuenta con agua potable, luz eléctrica y gas, así como que el 5% de los encuestados cuentan con drenaje y solamente el 1% con internet. De las actividades principales donde la comunidad obtiene su fuente de ingresos son la pesca y la agricultura, con un valor de 68% de los entrevistados un 32% solo se dedica a la pesca.

Otra de las actividades que destacaban en esta localidad, son la ganadería, pesca, agricultura y explotación petrolera que representan el 74%, por otra parte, el 26% nunca se han dedicado a la ganadería.

Sin embargo los entrevistados comentaron que sus recursos de dichas actividades han disminuido, coincidiendo con lo que [19] mencionaron, que la agricultura y la pesca son sectores vulnerables a la contaminación ambiental relacionada con la extracción de petróleo porque están estrechamente relacionados con nuestros ecosistemas.

Por otro lado, las viviendas de la zona están conformadas de la siguiente manera: el 57% tiene una vivienda de madera con piso de cemento mientras que el 43% cuenta con vivienda de material con techo de lámina y piso de cemento. Sin embargo, el informe Anual Sobre La Situación de Pobreza y Rezago Social Comalcalco, Tabasco, menciona que las viviendas con piso de tierra ocupan el 8.9% en la comunidad, pudiendo deberse a la falta de recursos económicos en los habitantes. De acuerdo con lo anterior, el impacto biológico en estos sectores puede resultar no solo en una disminución económica, sino también en un impacto más directo en su bienestar [19].

■ Tipo de vivienda, Servicios con los que cuenta su vivienda y Actividades de donde obtienen sus fuentes de ingresos

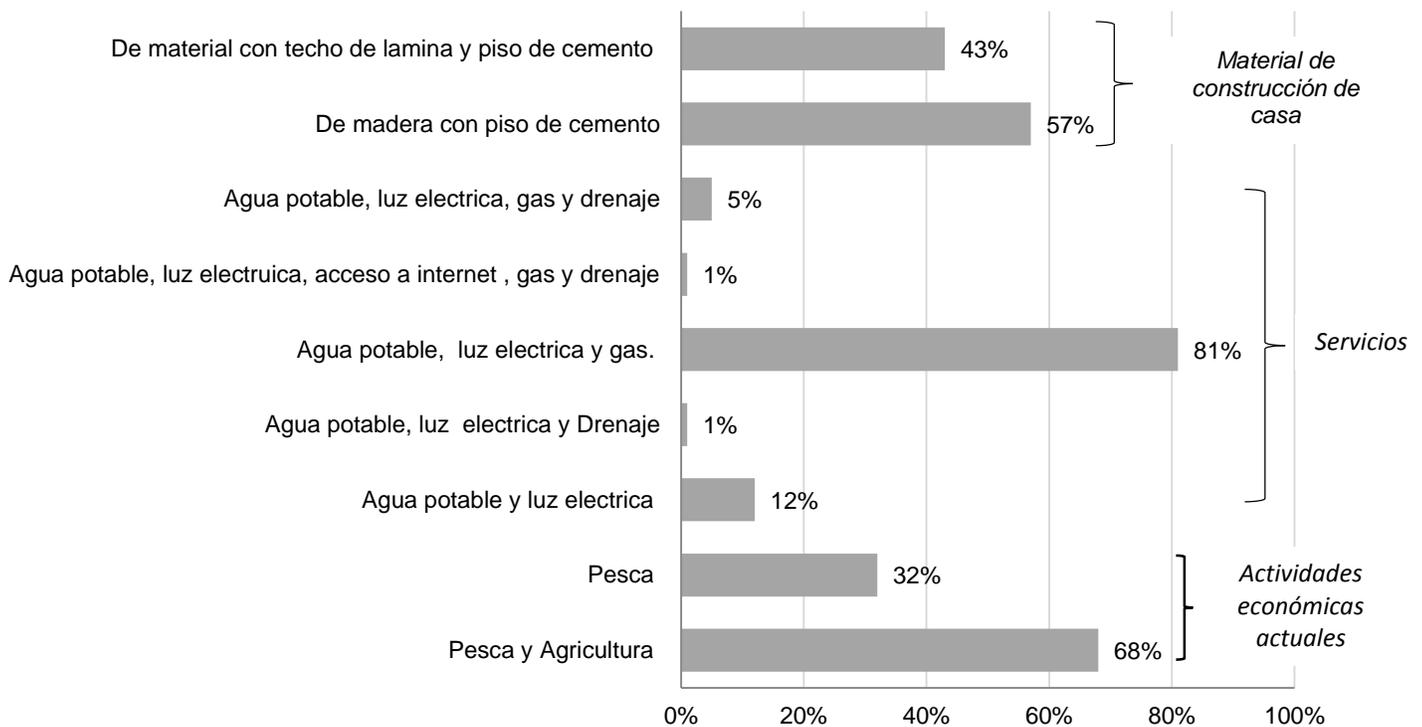


Fig. 3. Servicios con los que cuentan las viviendas en la ranchería Lázaro Cárdenas 1ra. sección.

En cuanto al consumo de agua por la comunidad, el 67% de los entrevistados consume el agua de la llave especificando que la hierven para así poder tomarla y muchos ponen tela en la llave como filtro debido a que la calidad del agua no es tan buena, en cambio, el 20% consumen agua de garrafón y el 13% consumen agua de pozo, de la cual algunos especificaron hervirla y otros no. [19] mencionan que un grupo de

estudios evaluó la presencia de contaminantes químicos en las fuentes de agua potable cerca de los campos petroleros, con las aguas superficiales como la principal fuente de agua potable para estas comunidades rurales, y se encontró altos niveles dichos compuestos, por lo que puede ser la razón de que el agua de la comunidad sea de mala calidad.

En esta localidad no cuentan con camión recolector de residuos debido a que es una zona conurbada, el 100% de los entrevistados han comentado que realizan la quema de sus residuos como solución a la falta del recolector de residuos, y de acuerdo con [27], uno de los problemas de contaminación más importantes es el causado por la ineficiente gestión de la basura por parte de las administraciones. Debido a estas causas es que tienen que quemar la basura en la comunidad.

De la población encuestada, el 72% representa el mayor porcentaje en cuanto a los servicios con los que la comunidad cuenta, como servicios médicos, escuela, alumbrado, pavimento y tiendas. Por otra parte, Pemex menciona que su finalidad es estar en armonía con la comunidad y el medio ambiente, sin embargo, existen algunas desventajas en cuanto a las instalaciones, pero también los habitantes cuentan con los servicios anteriores debido a que Pemex les prevé de algunas de estas.

Con respecto a los servicios que cuenta en las viviendas, el porcentaje mayor de los entrevistados (81%) cuentan con agua potable, luz eléctrica y gas. En el informe Anual Sobre La Situación de Pobreza y Rezago Social Comalcalco, Tabasco indicaron que el porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 55.7% a nivel municipal, debido a que el 4.4% de viviendas no disponen de drenaje, sin embargo, la comunidad cuenta con los principales servicios. Entre la misma población afectada se cooperan para hacer evaluación de impacto ambiental, esto a causa de que las que realiza Pemex siempre resultan negativos en cuanto a los daños, o que no encuentran contaminantes en el suelo. Algunos de los entrevistados comentaron que Pemex no les apoya en nada, solo les perjudica en sus cultivos y en sus actividades.

3.3 Datos socioambientales

Las encuestas aplicadas dieron comienzo a los entrevistados para expresar sus experiencias durante 40 años que Pemex se instaló en su comunidad, colocando líneas, en casi toda la comunidad. A su vez se obtuvo que el 80% de la comunidad vive cerca de pozos, el 19% vive cerca de ductos y pozos y el 1% está cerca de ductos, siendo la distancia de 500 a 1000 metros aproximadamente. Los datos obtenidos se observan en la Figura 4.

El 98% ha dicho que ha vivido algún desastre o explosión causada por las instalaciones de Pemex; solo un 2% dijo que no han vivido ningún desastre derivado a las instalaciones de Pemex; el 12% dijo que en cada explosión hay derrame de hidrocarburos y el 86% mencionó que las explosiones son causa de la falta de mantenimiento de las líneas. La comunidad cree que las siguientes variables son donde se han presentado mayores daños: El 96% manifiesta que el aire, cuerpos de agua, suelos y cultivos han sido dañados debido a los contaminantes que se riegan de la explosión; el 1% cree que al igual que lo mencionado anterior

debería agregársele la vivienda, justificando que en cada explosión causa aberturas en las paredes y daños al suelo; y el 3% afirma que los daños solo son presenciados en suelos y cultivos.

Otro problema que mencionaron (46%) fueron las enfermedades asociadas a las actividades que realiza Pemex, causado principalmente por los tóxicos liberados en cada explosión al ambiente. Las enfermedades mencionadas más comunes a causas de estos daños son afecciones respiratorias, de la piel y de la vista, así como el 40% menciona además de las enfermedades anteriores, también padecimientos intestinales.

Debido a estas consecuencias se les preguntó si han recibido algún beneficio o indemnización de las afectaciones derivadas de las instalaciones de Pemex, a lo cual se obtuvo que el 66% si recibe un apoyo anual por daños a sus terrenos, mientras que el 34% dijo que no reciben ningún apoyo a pesar de que han sido dañados por las instalaciones de Pemex.

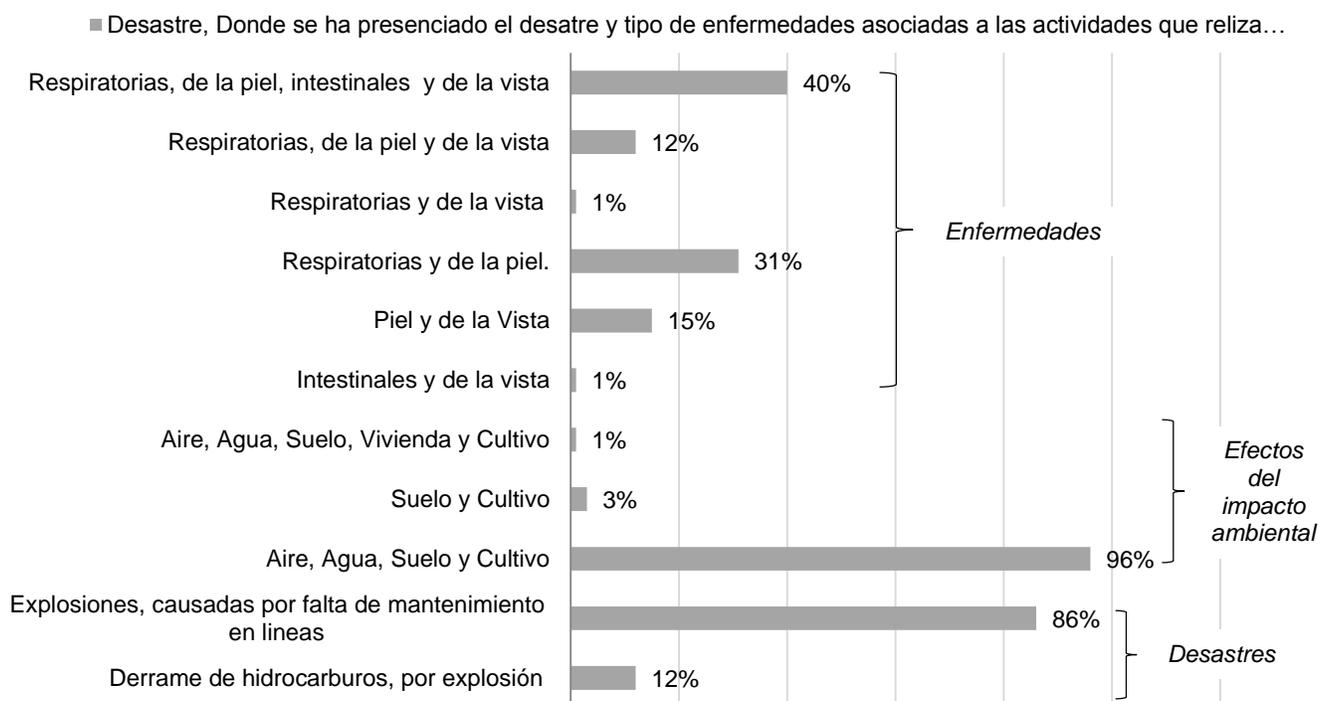


Fig. 4. Desastres, efectos y enfermedades causadas por las instalaciones de Pemex.

El 100% de los entrevistados señalaron que la comunidad no cuenta con seguridad. Solo las instalaciones de Pemex tienen seguridad privada, así mismo dijeron que el encargado de reportar los impactos generados por las instalaciones de Pemex es el comisario ejidal. Un 44% de la zona menciona que no saben nada respecto a la reforma energética, mientras que el 56% mencionan que, si han escuchado hablar de ella y que solo les afectó. Por otro lado, el 51% cree que algunos de los impactos generados por las instalaciones de Pemex han sido causa de la reforma energética. El 83% menciona que no han tenido ningún beneficio de la reforma energética, mientras que el 8% menciona que sí, referente al techado de las primarias, y el 9% hace mención del pavimento.

El 80% de los entrevistados han contestado que conviven cerca de pozos, lo cual significa que están expuestos a cualquier evento que pueda ocasionarse en las instalaciones de Pemex. [28] mencionaron que las instalaciones poseen riesgos inherentes de fuga de petróleo, diesel y gasolina por roturas de los ductos. Mientras que el 98% han vivido un desastre o explosión por las instalaciones de Pemex, de acuerdo con un estudio por [29], indicaron que la transportación del petróleo crudo y productos refinados en busques, tanques y tuberías, tienen implícita la posibilidad de derrames que pueden contaminar suelo, agua y atmosfera.

En cuanto al lugar donde se han presenciado este tipo de desastres, el 96% hace mención que, en aire, agua, suelos y cultivos. En México existen extensas áreas de suelos contaminados por hidrocarburos, los cuales son alterados en sus características fisicoquímicas y biológicas, con lo que afectan el ámbito social [28]. Respecto al tipo de afectaciones a la salud humana asociadas a las actividades realizadas por Pemex, las enfermedades respiratorias, de la piel y de la vista representan el porcentaje más relevante con un 46%.

Como un dato interesante, [19] identificó una prevalencia elevada de enfermedad reumática, lupus, síntomas neurológicos y respiratorios, y problemas cardiovasculares, en comparación con una comunidad más "lejana" de los pozos petroleros en Ecuador, donde identificó una mayor prevalencia de hongos en la piel, irritación nasal y en la garganta. Mientras que en zonas rurales de Nigeria encontró tasas significativamente más altas de síntomas neurológicos, que incluyen dolor de cabeza, mareos, irritación de los ojos y la piel. Corroborando así que las instalaciones de Pemex son un factor que generan enfermedades.

Por otro lado, un 66% de los entrevistados en la comunidad han mencionado recibir un apoyo por la paraestatal de Pemex, específicamente una indemnización a los daños causados en sus cultivos y viviendas. A su vez, mencionan que el olor fuerte que produce el derrame de hidrocarburos les causa daños en la garganta. De acuerdo a [19], las tierras contaminadas pueden afectar la salud humana a través de la ingestión directa, los cultivos, el contacto dérmico, la inhalación en interiores y exteriores de partículas del suelo y/o la migración a aguas subterráneas, con los trabajadores de campo y las comunidades cercanas en mayor riesgo de exposición.

La Tabla 2 presenta algunos efectos, exposiciones y enfermedades causadas por derrames de hidrocarburos, estos en diferentes países y de diferentes autores, coinciden con algunos datos recabados de los entrevistados como en la exposición que estos mencionan aire, suelo y agua.

Autor (es)	Año	País	Exposición	Recomendaciones	Calidad
<i>Macey et al.</i>	2014	Estados Unidos	Aire	Los COV se presentan cerca de los sitios de perforación de petróleo / gas en niveles superiores a las pautas federales, preocupados por la salud de los residentes y los trabajadores	Bueno
<i>Novikova et al.</i>	2014	República de Tatarstán	Aire	Correlación significativa entre los contaminantes en el aire ambiente y el número de enfermedades encontradas en la población expuesta, lo que sugiere efectos retardados y acumulativos de la exposición	Pobre
<i>Hrichi et al.</i>	2013	Túnez	Residuos de perforación	Niveles medios de radio de los campos petroleros por encima de los estándares de seguridad máximos	Justa
<i>Fu et al.</i>	2014	China	Suelo	El cadmio es el metal pesado más común, fácil de cambiar, móvil y potencialmente dañino que se encuentra en suelos contaminados con petróleo.	Bueno
<i>Wang et al.</i>	2015	China	Suelo	Concentraciones variables de HAP carcinogénicos en el suelo de campos petrolíferos, bajo riesgo de cáncer	Justa
<i>Ajayi y dique</i>	2016	Nigeria	Suelo	Mayor riesgo de exposición a la radiación cerca de la exploración activa de petróleo crudo, pero los niveles se encuentran dentro de los límites permisibles	Justa
<i>Asia et al.</i>	2007	Nigeria	Suelo y Agua	Altos niveles de metales pesados detectados en muestras de suelo y agua, algunos por encima de los niveles naturales	Justa
<i>Cozzarelli et al.</i>	2017	Estados Unidos	Agua	Contaminación persistente por derrame de aguas residuales de petróleo / gas a pesar de los esfuerzos de remediación	Bueno

Tabla 2. Comparación de exposiciones de diferentes autores, obtenido del estudio de Impact of upstream oil extraction and environmental public health: A review of the evidence.

3.4 Datos ambientales

De acuerdo con las modificaciones de la matriz de Leopold y de los criterios ambientales de la hoja de [23] (Procedimiento operativo para identificar, evaluar y jerarquizar los aspectos ambientales generados en las operaciones de PEMEX, perforación y servicios), analizados en el sitio del derrame, se obtuvieron los datos que a continuación se identificaran y jerarquizaran.

3.4.1 Identificación de impactos ambientales

El derrame de petróleo sucedió hace un año aproximadamente. Según el encargado de restaurar el sitio contaminado, éste, fue causado por vandalismo, los cuales fracturaron una línea de 6 pulgadas de diámetro la cual transportaba petróleo, por lo cual fue un oleoducto el que explotó provocando el

derrame, liberando tóxicos al aire, al suelo y al agua. En la Tabla 3 se muestran algunos de los impactos ambientales que se observaron en el sitio a causa de algunas de las actividades generadas en el sitio del derrame.

ACTIVIDADES (Aspectos)	IMPACTOS
Derrame de Hidrocarburos	Contaminación de suelo, agua, Fauna Terrestre, Flora Terrestre y Generación de empleo.
Eventos potenciales que involucren fugas, derrames, fuegos y explosiones.	Riesgo de daño al medio ambiente como consecuencia de diferentes escenarios de riesgo (incendios, explosiones, inundaciones, vertidos accidentales, terremotos).
Emisiones a la atmosfera de gases de combustión de hidrocarburos (gases, efecto invernadero: N ₂ O, SO ₂ y CO ₂).	Incremento a la concentración de Gases de Efecto Invernadero que inciden en el calentamiento global y cambio climático, impactos respiratorios en residentes locales, lluvia acida de aguas superficiales).
Generación de residuos peligrosos.	Contaminación de suelo y agua.
Recortes impregnados base agua/aceite.	Contaminación de suelo y agua.
Ruidos.	Afectación a los trabajadores y personas residentes de la zona, afectación a la fauna.

Tabla 3. Identificación de los impactos ambientales asociados al derrame de petróleo en la Ranchería Lázaro Cárdenas 1ra. Sección.

En la zona conurbada conocida como Ranchería Lázaro Cárdenas 1ra. Sección, el encargado de la restauración del sitio mencionó que se hizo un muestreo de suelo y agua desde el inicio del derrame y que hacen muestreos en determinados tiempos, y de acuerdo con los resultados van disminuyendo el grado de contaminación. Esto lo harán durante el tiempo que restauren el sitio, al cual rellenaran con suelo nuevo para compensar el suelo que están extrayendo impregnado de petróleo, a su vez, comentó que la restauración del sitio se ha suspendido por cuestiones de cambio climático, lo cual ocasiona que el petróleo derramado se expanda más. Para evitar parte de la expansión, los trabajadores del sitio hicieron una delimitación acordonando con barreras que flotan para no contaminar más.

El trabajo que están haciendo en la actualidad es manualmente, solo usan maquinaria para extraer el suelo desechado del sitio debido a que es una zona con muchas líneas y no pueden meter maquinaria ya que podrían causar otra explosión. Una situación similar, es mostrada por [30], mencionando que, en la Sonda de Campeche, se derraman (y/o fugan) hidrocarburos. Algunos impactos se pueden ver en la Figura 5, estos emiten a la atmósfera gases de efecto invernadero (CO₂). Entre los contaminantes con mayor potencial de impacto están los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), los compuestos orgánicos volátiles (COV), y los hidrocarburos totales del petróleo (HTP).

Los primeros tienen alto potencial carcinogénico, mutagénico y teratogénico en organismos acuáticos, los segundos contribuyen al efecto invernadero y están involucrados en la formación directa de ozono sobre

el nivel del suelo e indirectamente de la lluvia ácida, además de que algunos compuestos individuales son tóxicos, carcinogénicos, mutagénicos o bioacumulativos.

Los cultivos han sido dañados debido a los contaminantes que se riegan de la explosión, ocasionándoles pérdida de producción en sus cultivos de cacao y coco, así como erosionando el suelo. Algunos de los entrevistados han comentado que el suelo se cubre hasta 20 cm de aceite denso, por lo cual dañan toda vegetación que esté en el sitio, incluso en algunos casos llegando a dejar el suelo infértil, mientras que, los pequeños arroyos que pasan entre los cultivos o terrenos de los dañados igual sufren de daños, optando por dejar de usar el agua para riego o para que tomen sus animales.

De acuerdo con los autores anteriores, se puede resaltar que el impacto debido a la emisión de gases a la atmosfera puede generar en la comunidad lluvia ácida, trayendo grandes consecuencias en suelo y plantas. A su vez, el derrame de hidrocarburos también puede emitir salinidad aun afectando más al suelo, es por lo cual dijeron que sus suelos están infértiles y ya no sirven para la siembra.

IMPACTO DE LA INDUSTRIA PETROLERA POR LA ACTIVIDAD DE EXPLOTACIÓN Y PRODUCCIÓN EN LA REGIÓN MARINA NOROESTE DE LA SONDA DE CAMPECHE

Instalación/operación causante	Acción contaminante	Contaminantes emitidos*	
Pozos petroleros	Derrames de crudo y agua de producción	HAP, COV, HTP y salinidad	
Estaciones de rebombeo	Escape de diesel y gas	SOx, NOx, CO, VOC, H ₂ S, CO ₂ , HC y partículas	
Quemadores	Quema de gas	H ₂ S, CO ₂ , HC y partículas	
Tráfico marino	Combustión interna	HC, SOx, Nox, CO ₂	
Ductos	Derrame de petróleo crudo	HAP, COV, HTP y salinidad	
Impacto			
Medio receptor	Grupos biológicos afectados	Efecto sobre los grupos biológicos	Intensidad impacto
Medio marino	Sedimento	Mortalidad y bioacumulación	Baja a media
	Bentos	Bioacumulación	Bajo riesgo potencial
	Camarón	Tasa fotosíntesis	Baja
	Fitoplancton	Reproducción, reducción biomasa	Toxicidad baja, largo plazo
	Zooplancton	Mortalidad	Reducción 4 órdenes magnitud
	Ictioplancton	Mortalidad	Baja
Atmósfera	n.e.	n.e.	n.e.

Fig. 5. Desastres, efectos y obtenida de PEMEX 202.

En relación con lo anterior descrito, la salinidad es un problema que tiene efectos negativos sobre el suelo, como la disminución de la actividad biológica, la reducción en la disponibilidad de nutrientes genera cambios en la estructura, provoca la degradación y la desertificación de las tierras, lo que es limitante para el desarrollo de los cultivos [31]. A su vez, disminuyen la posibilidad de vida de peces, lo que aumentará la desnutrición de la población de la zona.

3.5 Jerarquización de los Impactos Ambientales mediante a la matriz de Leopold modificada en base a los criterios de la hoja de Pemex

En este apartado se mostrarán los impactos ambientales evaluados mediante criterios ambientales de la hoja de Pemex [23], obtenidos en el sitio del derrame, a continuación, se describe cada uno de los criterios ambientales.

Las tierras contaminadas pueden afectar la salud humana a través de la ingestión directa, los cultivos, el contacto dérmico, la inhalación en interiores y exteriores de partículas del suelo y/o la migración a aguas subterráneas [19]. En base a la hoja de procedimientos de Pemex [23], la jerarquización de los impactos ambientales significativos, se determina ordenando de mayor a menor su valor de significancia, la finalidad de la jerarquización es para determinar planes de acción y/o medidas de mitigación o prevención para la minimización del impacto ambiental detectado.

En materia de prevención y control de la contaminación del suelo y subsuelo. En la actualidad existen normas que señalan los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para su restauración (NOM-EM-138-ECOL-2002). Así como, planes de contingencia a fin de responder a una emergencia en el suministro de agua, generada por un evento de contaminación y saneamiento de acuíferos contaminados a niveles de concentración acordes con la norma oficial de agua potable NOM-127-SSA1-1994 (2000).

3.6 Diagrama del Árbol

En el diagrama del árbol de problemas (Figura 6) se observan algunas de las problemáticas anteriores y algunas posibles soluciones para el derrame de petróleo en Comalcalco, Tabasco. El diagrama de árbol se inicia con el problema central descrito en el tronco del árbol, que en este caso es “impactos socioambientales por derrame de petróleo y aceites de un ducto de Comalcalco”. En las raíces se describen las posibles causas que generan este problema, y en las hojas se describen los efectos que presentan.

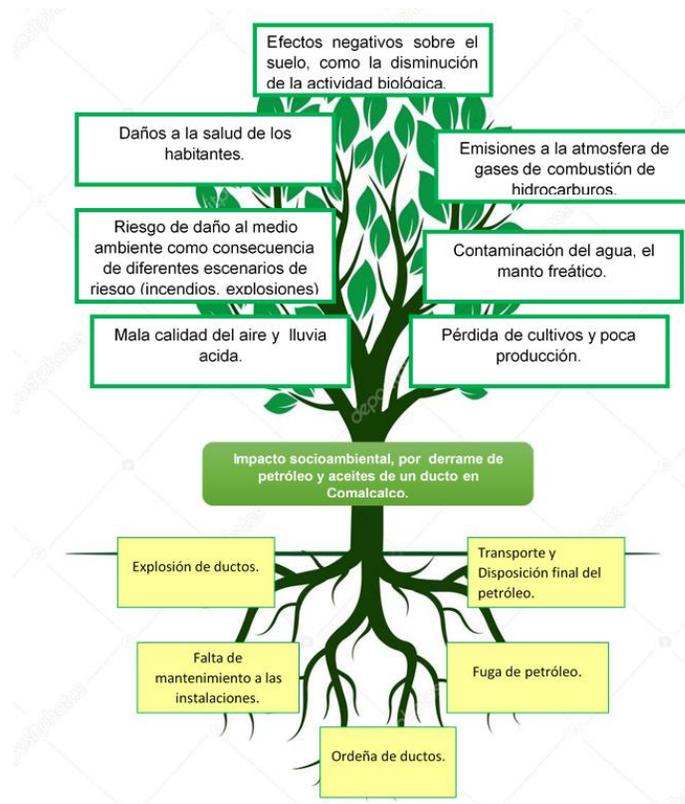


Fig. 6. Diagrama del árbol de problemas.

3.7 Estrategias propuestas que ayuden a minimizar los impactos negativos en la población y el medio ambiente

De acuerdo con el árbol de problemas se pueden proponer lo siguiente:

- Informar a la población sobre los daños que esta problemática tiene, capacitarlos en cuestión de materia ambiental, seguridad de prevención ante una fuga de hidrocarburos (simulacros), educación ambiental y concientizarlos de todos los efectos que alteran el entorno tanto social, económico y ambiental.
- Remediar el sitio con trabajo manual debido a que la maquinaria podría causar nuevamente un daño severo a la población, así como al suelo.
- Adquirir un compromiso con las instalaciones de Pemex en cuanto a la salud, a la seguridad de la comunidad, el impacto de la seguridad ambiental y la seguridad alimentaria es decir que hagan responsable de sus actos y daños.
- Mostrar los daños que causaran el sembrar en un sitio contaminado o cercano al derrame.
- Instruir respecto a la normatividad que se puede aplicar ante un desastre de derrame de hidrocarburos.

4. Conclusiones

Se realizó una evaluación de impacto socio ambiental en la zona conurbada conocida como ranchería Lázaro Cárdenas primera Sección de Comalcalco, por derrame de hidrocarburos, mediante matrices ambientales, y encuestas semiestructuradas. Esto mediante tres objetivos específicos que constaron de lo siguiente:

- Se identificó y se analizó a la población cercana al sitio del desastre los impactos sociales y económicos, mediante una encuesta semiestructurada, la cual fue aplicada durante dos semanas en la zona conurbada conocida como ranchería Lázaro Cárdenas 1ra. Sección.
- Se jerarquizaron los impactos ambientales generados por derrame de hidrocarburos, estos en base a las actividades e impactos que causaron. También mediante un diagrama, usando las matrices ambientales. La matriz usada fue modificada en base a los criterios ambientales de la hoja de procedimientos de PEMEX, 2017. Se clasificaron los criterios que se pudieron destacar en el sitio del derrame, estos respecto a una escala de valores.
- Se propusieron estrategias que ayuden a minimizar los impactos negativos en la población cercana al sitio del derrame, así como al entorno social, económico y ambiental. Se diseñó un árbol de problemas con la problemática central, los efectos y las causas de dicho problema.

Este trabajo nos demuestra que el vivir en una comunidad cercana a las instalaciones de pozos, ductos y/o baterías de PEMEX traen muchas consecuencias a la comunidad en general, dando auge a muchos impactos, sociales, económicos y ambientales. La exposición a las actividades petroleras y los derrames de hidrocarburos reflejan gran impacto, del cual los residentes de la comunidad no tienen claro las consecuencias que se desbordan de un problema así, lo único que les interesa es que paguen sus daños a sus afectaciones. En el sitio donde surge el derrame tiene una superficie de 10,000 m² aproximadamente, por lo que es una gran cantidad de suelo que está contaminada, y que se extrae a diario. Además, las cuestiones climatológicas han causado que el agua de lluvia quede encharcada en el sitio, causando más daño ya que el suelo está impregnado de petróleo y aceites.

Además, es importante mencionar que la falta de conciencia ecológica y del medio en el que viven no les hace ver más allá, en donde poco a poco se está destruyendo a sí misma la comunidad, por lo que se requiere implementar actividades que le ayuden a hacer conciencia y a su vez adquieran una educación

ambiental para aprender a valorar los recursos naturales y de esta manera no permitir el daño ecológico por personas externas a su comunidad.

6. Referencias

- [1] Vasudevan, N.; Rajaram, P. Bioremediation of oil sludge-contaminated soil. *Environment International*, vol. 26, no 5-6, 2001, p. 409-411.
- [3] Madigan, M. T., J. M. Martinko, y J. Parker, Brock: *Biología de los Microorganismos*. Octava Edición. Prentice Hall. Madrid, 1999.
- [4] LaGrega, M. D.; Buckingham, P. L.; Evans, J. C., *Hazard waste management*, 2nd edn. McGraw-Hall. Inc., New York, 2001.
- [5] Infante, C. "Biorremediación de derrames de hidrocarburo en ambientes naturales." *Memorias del IV Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente realizado en Caracas, Venezuela*. 1998.
- [6] Albert, L.A. *Toxicología Ambiental*. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Editorial Limusa, S.A.-Grupo Noriega Editores. México, D.F. México, 2002.
- [8] Vanclay, Frank. Conceptualising social impacts. *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 22, no 3, 2002, p. 183-211.
- [9] Olán, F. (2016). Tabasco, tercer lugar en derrames. En línea <<http://www.tabascohoy.com/nota/330479>> Recuperado el 14/01/19.
- [10] Iturbe, R., Flores, C., Castro, A., & Torres, L. G. Sub-soil contamination due to oil spills in zones surrounding oil pipeline-pump stations and oil pipeline right-of-ways in Southwest-Mexico. *Environmental monitoring and assessment*, 133(1-3), 2007, p. 387-398.
- [11] Dettmer, Jorge G. Educación y desastres: reflexiones sobre el caso de México. *Red Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. Vol. 32, No. 2, 2002.
- [12] Piñeiro, Diego, E. Población y trabajadores en el contexto de transformaciones agrarias. In: Giarraca, N. (comp) *¿Una nueva ruralidad en América Latina?*, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Buenos Aires, Argentina. 2001, 200 p.
- [17] Viñas Canals, M. *Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos: caracterización microbiológica, química y ecotoxicológica*. Universitat de Barcelona, 2005.
- [16] Flores Puente, M. A., Torras Ortiz, S., & Téllez Gutiérrez, R. Medidas de mitigación para uso de suelos contaminados por derrames de hidrocarburos en infraestructura de transporte terrestre. *Publicación técnica*, (257), 2004.
- [19] IMO, *Manual sobre la contaminación ocasionada por hidrocarburos*. Parte IV Lucha contra los derrames de hidrocarburos, 1991, 216 p.
- [21] Bravo, E. *Impacto de la Explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad*. Fundación Regional de Asesoría en Derechos Humanos, 2007. En línea: http://www.inredh.org/archivos/documentos_ambiental/impactos_explotacion_petrolera_esp.pdf Recuperado el 05/02/19.
- [22] Rodríguez, J. L. G., Rodríguez, F. J. G., Gutiérrez, C. C., & Major, S. A. Petróleo, pobreza y medio ambiente en Angola. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (64), 2014, p. 101-126.
- [23] Thomas H. Suchanek. Oil Impacts on Marine Invertebrate Populations and Communities. *American Zoologist*. 33(6), 1993, p. 510-523.
- [25] Fernández-Vitora, C., & Ruberto, M. I. A. R. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi, 2002.

- [30] Olivera Villaseñor, R. E., & Rodríguez Castellanos, A. Estudio del riesgo en ductos de transporte de gasolinas y diesel en México. *Científica*, 9(4), 2005.
- [31] Johnston, J. E., Lim, E., & Roh, H. Impact of upstream oil extraction and environmental public health: A review of the evidence. *Science of The Total Environment*, 2018.
- [32] Ambiental, M. D. I., & Acuicola, S. P. S. Ría. Cocohital, Comalcalco, Tab.
- [33] Sosa, S. B., Isaac-Márquez, R., Eastmond, A., Ayala, M. E., & Arteaga, M. A. Educación superior y cultura ambiental en el sureste de México. *Universidad y ciencia*, 26(1), 2010, p. 33-49.
- [36] INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Principales resultados del Censo de Población y Vivienda, México, 2010.
- [37] PEMEX. Procedimiento operativo para identificar, evaluar y jerarquizar los aspectos ambientales generados en las operaciones de PEMEX, Perforación y servicios, México, 2017.
- [38] Dellavedova, M. Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental, La Plata, 2011.
- [39] Blanco, M. C. M. C., & Castro, A. B. S. El muestreo en la investigación cualitativa, 27, 2007.
- [43] Espíndola, E., & León, A. La deserción escolar en América Latina: un tema prioritario para la agenda regional, *Revista Iberoamericana de educación*, 30(3), 2002.
- [44] Luna Lara, M. G. Factores involucrados en el manejo de la basura doméstica por parte del ciudadano, *Universitat de Barcelona*, 2003.
- [46] Brito, O. O., Lema, I. I., & García, A. G. La restauración de suelos contaminados con hidrocarburos en México, *Gaceta ecológica*, (69), 2003, p. 83-92.
- [48] Cavazos-Arroyo, J., Pérez-Armendáriz, B., & Mauricio-Gutiérrez, A. Afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas de Acatzingo, Puebla, México, *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 11(4), 2014, p. 539-550.
- [57] García-Cuéllar, J. Á., Arreguín-Sánchez, F., Hernández Vázquez, S., & Lluch-Cota, D. B. Impacto ecológico de la industria petrolera en la Sonda de Campeche, México, tras tres décadas de actividad: una revisión, *Interciencia*, 29(6), 2004, p. 311-319.
- [59] Zúñiga Escobar, O., Osorio Saravia, J. C., Cuero Guependo, R., & Peña Ospina, J. A. Evaluación de tecnologías para la recuperación de suelos degradados por salinidad, *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 64(1), 2011.
- [60] Norma Oficial Mexicana, et al. NOM-EM-138-ECOL-2002. Que establece los límites permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración, 2002.
- [61] Mexicana, N. O. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización: México, Secretaría de Salud, publicado en el Diario Oficial de la Federación el, 2000.