



Agricultura, Sociedad y Desarrollo

ISSN: 1870-5472

asyd@colpos.mx

Colegio de Postgraduados

México

Cavazos-Arroyo, Judith; Pérez-Armendáriz, Beatriz; Mauricio-Gutiérrez, Amparo  
AFECTACIONES Y CONSECUENCIAS DE LOS DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN SUELOS  
AGRÍCOLAS DE ACATZINGO, PUEBLA, MÉXICO

Agricultura, Sociedad y Desarrollo, vol. 11, núm. 4, octubre-diciembre, 2014, pp. 539-550

Colegio de Postgraduados

Texcoco, Estado de México, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360535327006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# AFECTACIONES Y CONSECUENCIAS DE LOS DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN SUELOS AGRÍCOLAS DE ACATZINGO, PUEBLA, MÉXICO

## IMPACTS AND CONSEQUENCES FROM HYDROCARBON SPILLS ON AGRICULTURAL SOILS IN ACATZINGO, PUEBLA, MÉXICO

Judith Cavazos-Arroyo, Beatriz Pérez-Armendáriz\*, Amparo Mauricio-Gutiérrez

Centro Interdisciplinario de Posgrados. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.  
21 Sur 1103. Barrio Santiago. Puebla, Puebla, México. 72410. (judith.cavazos@upaep.mx)  
(beatriz.perez@upaep.mx) (amparo.mauricio@upaep.mx)

### RESUMEN

En México existen extensas áreas de suelos contaminados por hidrocarburos, debido a las tareas de exploración, refinación, falta de mantenimiento y robo de combustible. Los suelos contaminados son alterados en sus características físico-químicas y biológicas, con lo que afectan el ámbito social. En el estado de Puebla existen gasoductos que atraviesan localidades; entre ellas se encuentra Acatzingo, donde se han detectado varios derrames. La presente investigación tuvo como objetivo explorar las afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos recientes en Acatzingo y sus alrededores, desde la perspectiva de los campesinos. Se realizó una investigación cualitativa con un diseño transversal con nueve informantes, dos comisarios ejidales y seis ejidatarios; todos ellos con suelos afectados por derrames. Se definieron categorías apriorísticas y emergentes. Los entrevistados mencionaron que se ha incrementado la frecuencia de derrames debido al robo de combustible, ocasionando daños humanos, al patrimonio y ecológicos; asimismo, los productores no cuentan con la información necesaria sobre medidas de seguridad preventiva o reactiva, y no hay ningún tipo de organización entre ellos que les permitiera tener una atención de especialistas para enfrentar una eventualidad de manera más segura, por lo que es importante la creación de una cultura de la seguridad y la integración de redes para localidades que están ubicadas cerca de los gasoductos.

**Palabras clave:** campesinos, impacto ambiental, organización de redes, responsabilidad social, salud.

### ABSTRACT

In México there are extensive areas of soils contaminated by hydrocarbons, due to the tasks of exploration and refining, and from lack of maintenance and fuel theft. The contaminated soils are altered in their physical-chemical and biological characteristics, and the social scope is also affected as a result. In the state of Puebla there are gas pipelines that run through localities, among them Acatzingo, where several spills have been detected. This study had the objective of exploring the impacts and consequences of recent hydrocarbon spills in Acatzingo and its surroundings, from the perspective of the peasants. Qualitative research was performed with a transversal design with nine informants, two *ejido* commissioners and six *ejidatarios*; all of them with soils affected by spills. Aprioristic and emerging categories were defined. Those interviewed mentioned that there has been an increase in the frequency of the spills due to fuel theft, causing human, patrimonial and ecologic damages; likewise, the producers do not have the information necessary regarding the preventive or reactive security measures, and there is no manner of organization among them that would allow them to have attention from specialists to face a contingency in a safer way, so that the creation of a safety culture is important, as well as the integration of networks for localities that are located near gas pipelines.

**Key words:** peasants, environmental impact, network organization, social responsibility, health.

### INTRODUCTION

Consumption of fossil fuels by contemporary societies has turned out to be harmful from the ecologic standpoint; it has caused

\* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: enero, 2014. Aprobado: noviembre, 2014.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 11: 539-550. 2014.

## INTRODUCCIÓN

El consumo de las sociedades contemporáneas de los combustibles fósiles ha resultado perjudicial desde el punto de vista ecológico, ha provocado atraso en materia tecnológica, además de que es económicamente costoso y con muchas prácticas innecesarias, lo que implica un desafío y una oportunidad para mejorar y limpiar el camino hacia la eficiencia energética (Woynillowicz *et al.*, 2005). Las afectaciones en el suelo van desde la exploración y explotación de pozos petroleros hasta la ocurrencia de siniestros, los cuales pueden suceder en cualquier parte del ecosistema, terrestre o acuático, que dan por resultado daños ecológicos, causando efectos nocivos en la flora y fauna. Una afectación importante sucede cuando estos siniestros dañan suelos agrícolas, provocando un perjuicio económico y social debido a la inutilización de estos suelos para la producción de cultivos o ganadería (Infante, 1998).

Por un lado, la contaminación del suelo por hidrocarburos afecta la flora, fauna y microorganismos del suelo (Madigan *et al.*, 1999), la fertilidad de los suelos, el crecimiento de las plantas, así como la existencia y sobrevivencia de los animales que se alimentan de éstas (Infante, 1998). Además, también puede haber una afectación en el ámbito social que incluye los sistemas de producción, la salud, la economía y las formas de vida de las poblaciones, debido a los efectos de estos compuestos, los cuales son tóxicos para los humanos (mutagénicos y carcinogénicos) y para los seres vivos en sus diversas formas (microflora, mesofauna y fauna).

En México existen extensas áreas contaminadas con hidrocarburos procesados del petróleo, debido principalmente a derrames, así como a las actividades propias de la industria petrolera. Se estima que en los últimos 20 años han provocado pérdidas por más de 50 mil millones de dólares, con mayor impacto en el aspecto ambiental y agrícola (Navarro Machado, 2009). Este tipo de compuestos se acumulan en ecosistemas marinos y terrestres, siendo responsables del deterioro de algunos suelos contaminados. La contaminación del suelo y el agua ha venido en aumento como resultado de las malas prácticas en la explotación, refinación, distribución, mantenimiento y almacenamiento de petróleo crudo y sus derivados (Iturbe *et al.*, 2007).

La tendencia de este tipo de desastres acontece principalmente en las zonas rurales, teniendo mayor

backwardness in technological terms, in addition to being economically expensive and with many unnecessary practices, which implies a challenge and an opportunity to improve and pave the way towards energetic efficiency (Woynillowicz *et al.*, 2005). Soil impacts range from the exploration and exploitation of oil wells to the occurrence of disasters, which can happen in any part of the ecosystem, land or water, with the result of ecologic damage, causing injurious effects on the flora and the fauna. An important impact occurs when these disasters damage agricultural soils, provoking economic and social harm due to the disablement of these soils for the production of crops or livestock (Infante, 1998).

On the one hand, soil contamination by hydrocarbons affects flora, fauna and soil microorganisms (Madigan *et al.*, 1999), soil fertility, plant growth, and the existence and survival of animals that feed from these (Infante, 1998). In addition, there can also be an impact on the social sphere, including production systems, health, economy and the populations' lifestyle, due to the effects from these compounds, which are toxic to humans (mutagenic and carcinogenic) and for living beings in their various forms (microflora, mesofauna and fauna).

In México there are extensive areas contaminated with hydrocarbons processed from oil, due mainly to spills, as well as to activities characteristic of the oil industry. It is estimated that in the last 20 years these have caused losses of over 50 billion dollars, with a greater impact in the environmental and agricultural aspect (Navarro, 2009). This type of compounds is accumulated in sea and land ecosystems, being responsible for the deterioration of some contaminated soils. Soil and water contamination has been increasing as the result of malpractices in exploitation, refining, distribution, maintenance and crude oil storage and of its byproducts (Iturbe *et al.*, 2007).

The tendency of this type of disaster is to occur primarily in rural zones, having a greater effect on populations devoted to agriculture (Dettmer, 2002). In general, this is accompanied by socioeconomic backwardness, alimentary poverty and marginalization, common among agricultural rural populations (Piñeiro, 2001).

According to the National Hydrocarbon Commission; from 2006 to 2012, Puebla was the

efecto en las poblaciones dedicadas a la agricultura (Dettmer, 2002). Generalmente, a esto le acompaña el rezago socioeconómico, la pobreza alimentaria y la marginación, comunes entre las poblaciones rurales agrícolas (Piñeiro, 2001).

De acuerdo con la Comisión Nacional de Hidrocarburos, de 2006 hasta 2012, Puebla es el cuarto estado con mayor número de derrames de petróleo a nivel nacional, con un total de 6.91 de billones de barriles de petróleo derramados (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2013). Se estima que 42 % del total de las emergencias ambientales entre 1993 y 2002 estuvieron relacionadas con siniestros por escapes de hidrocarburos (Sarmiento *et al.*, 2003). En el estado existen gasoductos que atraviesan más de 25 localidades, lo que las hace vulnerables a derrames o a algún tipo de explosión (Cuanalo y Melgarejo, 2002); en 2010 se aprobó la construcción de un gasoducto más, que atravesaría el sur de Puebla para abastecer Atlixco y varios municipios de Morelos, y que actualmente se encuentra en funcionamiento (Diario Oficial de la Federación, 2010). Uno de los siniestros con mayor difusión ocurrió el 16 de enero de 2002 en Acatzingo, Puebla (localizado al sur de la autopista Puebla-Orizaba), debido a una fuga de petróleo crudo, involucrando víctimas humanas. En esta región, año con año se han detectado otros derrames que han llegado a afectar la vida humana, así como cultivos, sistemas de riego, suelos, animales y medio ambiente. En algunas ocasiones, Petróleos Mexicanos (Pemex) ha subcontratado a compañías especializadas en biorremediación para restaurar y recuperar los suelos; la compañía indemniza a los campesinos, se detiene el derrame y no se determina el daño ecológico en las áreas afectadas a través del tiempo. La mayoría de las investigaciones sobre los derrames de hidrocarburos en México son de tipo técnico (físico-químicos y biológicos); sin embargo, se realizan pocos trabajos sobre las afectaciones sociales y económicas. Así, la presente investigación tuvo como objetivo explorar las afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos recientes en la zona estudiada (Acatzingo y sus alrededores) desde la perspectiva de los campesinos.

### CULTURA DE SEGURIDAD

Rao (2007) considera que la cultura de seguridad es producto de valores individuales y grupales, actitudes, competencias y patrones de comportamiento que involucran el compromiso con los dominios de la salud

fourth state with highest number of oil spills in the country, with a total of 6.91 trillion of barrels of oil spilled (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2013). It is estimated that 42 % of the total environmental emergencies between 1993 and 2002 were related to disasters from hydrocarbon leaks (Sarmiento *et al.*, 2003). In the state there are gas pipelines that go through more than 25 localities, making them vulnerable to disasters or to some type of explosion (Cuanalo and Melgarejo, 2002); in 2010, the construction of one more pipeline was approved, which would cross southern Puebla to supply Atlixco and several municipalities in Morelos, and which is currently functioning (Diario Oficial de la Federación, 2010). One of the disasters with greatest diffusion happened on January 16, 2002, in Acatzingo, Puebla (located south of the Puebla-Orizaba highway), due to a leak of crude oil, and involving human victims. In this region, other spills have been detected year after year, which have affected human lives, as well as crops, irrigation systems, soils, animals and the environment. On some occasions, Petróleos Mexicanos (Pemex) has subcontracted companies specialized in bioremediation, to restore and recuperate the soils; the company compensates the peasants, the spill is stopped and the ecologic damage of the areas affected throughout time is not determined. Most of the research around the hydrocarbon spills in México are technical (physical-chemical and biological); however, there are few studies performed about the social and economic impacts. Thus, this study had the objective of exploring the impacts and consequences of recent hydrocarbon spills in the study area (Acatzingo and its surroundings) from the perspective of peasants.

### CULTURE OF SAFETY

Rao (2007) considers that the culture of safety is a product of individual and group values, attitudes, competencies and behavior patterns that involve the commitment with the areas of health and security. Davies (2013) links human safety with culture, from four aspects: the impact of environmental security, health, personal, and food safety. In general, errors in this matter can be due to deficiencies in the systems themselves, failures in the normalization, use of obsolete technologies, pressures on organizations' cost reductions, or else, because of human factors

y la seguridad. Davies (2013) vincula la seguridad humana con la cultura desde cuatro aspectos: el impacto de la seguridad ambiental, la seguridad de la salud, la personal y la alimentaria. Generalmente, los errores en esta materia pueden deberse a deficiencias de los propios sistemas, fallas en la normalización, uso de tecnologías obsoletas, presiones sobre recortes de costos de las organizaciones, o bien, a factores humanos, como falta de conocimientos o habilidades y desajuste a las normas y códigos de conducta o expectativas del grupo (Rao, 2007; Bozeman, 2011).

Los errores y desastres se definen como un tipo de inconformidad en la rutina que se desvían sustancialmente de la normativa, vinculados a la inseguridad; éstos pueden provocar daños sociales tangibles directos como pérdidas de vidas, lesiones, consecuencias psicológicas, daños a la propiedad y maltrato por parte de un agente de control social en un tiempo y lugar determinados. Puede ser que éstos se consideren como una anomalía atípica de un proyecto de múltiples facetas; sin embargo, en muchas organizaciones estos aspectos son un telón de fondo de sus ambientes, estructuras y procesos, que muchas veces no están identificadas (Vaughan, 1999). Cuando un accidente se define como un desastre, tiene tal intensidad que puede llegar a dañar el tejido de la vida social, involucrando altos costos económicos, ecológicos y sociales.

La identificación de problemas de seguridad no es lo mismo que su resolución, por lo que la solución de los mismos requiere la atención de aspectos tanto preventivos como correctivos, teniendo en cuenta las diferencias de poder entre las fuerzas gubernamentales y de servicios públicos, las comunitarias y las particulares (Howell, 2012). En la práctica la cultura de seguridad no solamente afecta cómo los miembros de un grupo se relacionan entre sí, sino también la forma en cómo éstos se relacionan con personas y organismos externos al grupo; por ejemplo, la relación entre los miembros afectados por derrames de hidrocarburos y su relación y gestión con la empresa dueña de los ductos, las autoridades reguladoras y de inspección de la seguridad. En este sentido se forma un capital social que implica, desde la propuesta de Putnam (1995), el valor colectivo de todas las redes sociales y la propensión que surge de estas redes a hacer algo por los otros. Construir redes sociales requiere tiempo y recursos; además, las relaciones de intercambio dentro y entre los grupos no están exentas de tensiones y pruebas (Mazzucato y Niemeijer, 2000).

such as lack of knowledge or abilities and lack of compliance of norms and codes of conduct or group expectations (Rao, 2007; Bozeman, 2011).

The errors and disasters are defined as a type of nonconformity in the routine that strays substantially from the norms linked to insecurity; these can cause direct tangible social damages such as loss of lives, injuries, psychological consequences, damage to properties and maltreatment by an agent of social control in a specific time and place. It can be that these are considered as an atypical anomaly of a multiple-facet project; however, in many organizations these aspects are the backdrop for their environments, structures and processes, which many times are not identified (Vaughan, 1999). When an accident is defined as a disaster, it has such intensity that it can damage the fabric of social life, involving high economic, ecologic and social costs.

Identifying safety problems is not the same as solving them, so that their solution requires the attention to aspects that are both preventive and corrective, taking into account the differences in power between government forces and public, community and private services (Howell, 2012). In practice, the culture of safety not only affects how the members of a group relate to each other, but also the way in which these relate to people and organizations that are outside the group; for example, the relationship between members affected by hydrocarbon spills and their relation and negotiation with the company that owns the ducts, the regulating authorities and of safety inspection. In this sense, a social capital is formed that implies, from Putnam's (1995) proposal, the collective value of all the social networks and the propensity that arises from these networks to do something for others. Building social networks requires time and resources; in addition, the exchange relationships within and between groups are not free from tensions and trials (Mazzucato and Niemeijer, 2000).

## DESCRIPTIVE AND METHODOLOGICAL CHAPTER

A qualitative research with transversal design was performed, since the information was obtained during a single moment in time. In-depth interviews were carried out, based on the perceptions of nine key informants, two *ejido* commissioners and seven



## CAPÍTULO DESCRIPTIVO Y METODOLÓGICO

Se realizó una investigación cualitativa y con un diseño transversal, dado que la información se obtuvo en un solo momento en el tiempo. Se desarrollaron entrevistas a profundidad basadas en las percepciones de nueve informantes clave, dos comisarios ejidales y siete ejidatarios, cuyos suelos se han visto afectados por derrames, y/o bien, en cuyas tierras pasan ductos de hidrocarburos.

Con base en la información recolectada se distinguieron los temas centrales y se definieron categorías *a priori* y emergentes, obteniéndose referenciales significativos a partir de la propia indagación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis de los datos, se identificaron cinco categorías sobre la situación que los ejidatarios viven en su interacción con los derrames de hidrocarburos a sus terrenos de cultivo: Riesgos, Adjudicación de Responsabilidades, Efectos de los daños, Cultura de seguridad y Organización de redes.

### Riesgos

Cada cien o doscientos metros hay un poste que indica que en ese lugar pasan ductos de hidrocarburos. Se sabe que hay que mantener cierta distancia, que está prohibido sembrar en ese lugar y que el tractor no debe acercarse a esa zona porque “pegará” con los ductos, y que si estos se rompen afectarán el suelo y la cosecha. Los entrevistados recuerdan 2002 como uno de los años con mayores derrames de hidrocarburos en la zona; sin embargo, mencionan que la frecuencia de los mismos se ha incrementado en años recientes. En los últimos meses se han reportado varios robos de combustible, percibiéndose el área como una zona de riesgo. Al respecto, uno de los entrevistados menciona:

“Tengo unos terrenos donde pasan dos líneas de petróleo; no siembro ahí porque corro riesgos de que se rompa el tubo y las cosechas no se dan bien por donde éstos pasan. Además, hay cuatro líneas de torres y esto sí me afecta porque no es una tierra productiva”. (E1:2)

*ejidatarios*, whose soils have been impacted by spills, and/or whose lands are crossed by gas pipelines.

Based on the information collected, the central themes were detected and *a priori* and emerging categories were defined, obtaining significant references from the research itself.

## RESULTS AND DISCUSSION

From the data analysis, five categories were identified from the situation that the *ejidatarios* experience in their interaction with the hydrocarbon spills on their cultivation lands: Risks, Allocation of Responsibilities, Effects from Damages, and Safety Culture and Network Organization.

### Risks

Every hundred or two hundred meters there is a post that indicates that hydrocarbon ducts pass through that place. It is known that some distance should be kept from these, that it is forbidden to sow in that place, and that the tractor should not approach this zone because it could “hit” the ducts and if they break they would impact the soil and the harvest. The interviewees remember 2002 as one of the years with most hydrocarbon spills in the zone; however, they mention that their frequency has increased in recent years. In recent months several fuel thefts have been reported, and the area is seen as a high-risk zone. In this regard, one of those interviewed mentions:

“I have some plots where two of the oil lines pass through; I don’t cultivate there because I have the risk of breaking a pipe and the harvests are not good where they cross. Also, there are four lines of towers and this does affect me because it is not productive land”. (E1:2)

In addition to the risks of spills, the damages provoked by the hydrocarbon volatiles were mentioned; in 2002, the soils north of Acatzingo were not affected because the ducts do not pass through there, but the odor was very strong. In 2012 there was a gas leak; as soon as the smell was perceived, everybody ran away. Regarding this, some *ejidatarios* mentioned:

Además de los riesgos del derrame, se mencionaron los daños provocados por los volátiles de hidrocarburos; en 2002, los suelos al norte de Acatzingo no se afectaron porque por ahí no pasan ductos, pero el olor era muy fuerte. En 2012 hubo una fuga de gas; en cuanto se percibió el olor, todos salieron corriendo. Al respecto, algunos ejidatarios comentaron:

“Sentimos inseguridad porque no hace mucho que esto pasó. y consideramos que sí hay consecuencias, ya que son perceptibles”. (E1:2)

“Lo que más afecta es el olor; no sabemos si la gripe o la tos se deben a lo que está en el ambiente”. (E3:1).

En el Cuadro 1 se presenta un concentrado de los tipos de riesgo percibidos por los entrevistados, así como las acciones realizadas y las afectaciones.

Se observa que existe falta de entrenamiento para enfrentar una contingencia ambiental. La mayor parte asume que hay algún tipo de riesgo, pero no se identifican acciones que resguarden la integridad; por tanto, se sugiere que se formule un plan de contingencia ambiental para enfrentar los riesgos que se tienen a causa de los derrames (Environmental Protection Agency, 2010).

### Adjudicación de responsabilidades

Generalmente nadie asume la responsabilidad de un derrame de hidrocarburos. Los entrevistados coinciden en que es difícil identificar cuándo está ocurriendo un robo, debido a que normalmente se suele ver a personas de Pemex trabajando en los ductos y los derrames ocurren porque quienes se roban

“We feel insecure because it has not been long since this happened and we consider that there are consequences that are perceptible now”. (E1:2)

“The odor impacts the most; we don't know if the cold or cough can be due to what's in the environment”. (E3:1).

Table 1 presents a concentrate of the types of risks perceived by the interviewees, as well as the actions performed and the impacts.

It is observed that there is a lack of training to face an environmental contingency. Most people assume that there is a type of risk, but no actions were identified to protect their integrity; therefore, it is suggested that an environmental contingency plan be formulated, in order to face the risks there are as a result of spills (Environmental Protection Agency, 2010).

### Allocation of Responsibilities

Generally, no one assumes the responsibility for a hydrocarbon spill. Those interviewed agree that it is difficult to identify when a theft is happening, because it is common to see people from Pemex working at the ducts and the spills occur because those who steal the hydrocarbon do not close them or do it incorrectly. Therefore, the *ejidatarios* maintain that the workers cannot be distinguished from those who are not; in fact, they mention feeling fearful of being blamed by the federal authorities of violating the ducts. When a theft is identified, an *ejidatario* must report it immediately with the *ejido* commissioner, who in turn will alert other authorities. Personnel

**Cuadro 1. Riesgos percibidos por los entrevistados.**

**Table 1. Risks perceived by those interviewed.**

Tipo de riesgo percibido	Número de entrevistados que lo mencionan	Acciones	Afectaciones percibidas
Ruptura accidental	3	realizadas por los ejidatarios	Siembra (fr=3) Esterilidad del suelo (fr=2)
Robos	7	Evitar la siembra sobre y cerca del ducto (fr*=3) Aviso al comisario ejidal (fr=1) Ninguna acción (fr=6)	Derrame por semanas o meses (fr=2) Contaminación de canales de agua (fr=4) Esterilidad del suelo (fr=6)
Volátiles	3	Ninguna acción (fr=3)	Molestias respiratorias (fr=3)

\*fr=Frecuencia de respuestas. ♦ \*fr=Frequency of responses.

Fuente: elaboración propia con datos de las entrevistas a informantes clave. ♦ Source: authors' elaboration with data from interviews with key informants.

el hidrocarburo no los cierran o lo hacen incorrectamente. Por tanto, los ejidatarios sostienen que no distinguen a los trabajadores de los que no lo son; incluso, manifiestan sentir temor de ser culpados por las autoridades federales de la violación de los ductos. Al identificarse un robo, un ejidatario debe denunciar inmediatamente con el comisario ejidal, quien a su vez avisa a otras autoridades. Personal de Pemex, policía federal y judicial acuden al lugar de los hechos y cercan el área, para dar inicio a los trabajos tanto de investigación como de detección de daños. Esta interacción genera tensiones que desincentivan la denuncia y genera desconfianza con las autoridades y el personal de Pemex. Estos aspectos pueden generar desinterés, prefiriéndose ignorar el derrame, por lo que pueden pasar varias semanas o meses hasta que alguna autoridad o personal de Pemex detecta la fuga. Algunos comentan:

“Pasa con frecuencia, pero puede suceder que cuando hay un robo pasen uno, dos o tres días sin denuncia... ¿es raro, no? En un lugar pasaron como dos o tres meses, hasta que se dieron cuenta; entonces, no hay interés, ni llamadas, ni nada”. (E9:4)

“Culpan al dueño de ser cómplice; por ejemplo, si se deja de ir dos semanas al campo y de pronto se ve a unas personas trabajando, uno puede pensar que son de Pemex, cuando en realidad no se sabe si están robando”. (E3:2)

“Se ubicó una toma clandestina a la altura de la autopista Puebla-Orizaba en el kilómetro 180, pasando el municipio de Acatzingo, casi llegando a la entrada para Quecholac. En esta toma se extrajo combustible... gasolina. Durante aproximadamente quince días hubo robo; los campesinos piensan que los trabajadores de Pemex están involucrados, ya que a veces traen uniforme o camionetas parecidas o simplemente piensan que los ductos están en mantenimiento”. (E4:2)

“Nosotros pensamos que es gente de Pemex porque, por ejemplo, quién aparte de ellos va a saber cómo se perfora un tubo en frío. Quién sabe cómo taladrar un pozo. Ayer, cuando regresaba de Puebla, como a la una de la tarde vi una camioneta que andaba por mi terreno. Parecía que era de las de Pemex, pero no estoy seguro”. (E7:2)

Cuando un ejidatario es afectado, espera que Pemex restituya el daño a través de un proceso de

from Pemex and the federal and judicial police go to the place of the event and close off the area, to begin with the works both of research and of damage detection. This interaction generates tensions that discourage the denunciation and generate mistrust towards the authorities and the Pemex staff. These aspects can cause a lack of interest, a preference for disregarding the spill, so that several weeks or months can go by until an authority or staff member from Pemex detects the leak. Some mention the following:

“It happens often, but it can be that when there is a theft one, two or three days can go by without a report... that is odd, isn't it? In a location two or three months went by, until they realized it; so, there is no interest, no calls, nothing”. (E9:4)

“They blame the owner of being an accomplice; for example, if he ceases to go for two weeks to the field and suddenly some people are seen working there, one can think that they are from Pemex, when in truth you can't know if they are stealing”. (E3:2)

“A clandestine tap was located at Km. 180 of the Puebla-Orizaba highway, beyond the municipality of Acatzingo, almost at the entrance to Quecholac. At this tap, fuel was extracted... gasoline. During approximately fifteen days there was theft; the peasants think that the Pemex workers are involved, since they sometimes wear the uniform or similar trucks, or they simply think that the ducts are under maintenance”. (E4:2)

“We think that it is people from Pemex because, for example, who besides them can know how to drill a pipe in the cold. Who can know how to drill a well? Yesterday, when I was returning from Puebla, at around one in the afternoon, I saw a van that was on my land. It seemed like it was one from Pemex, but I'm not sure”. (E7:2)

When an *ejidatario* is affected, he expects for Pemex to restore for the damage through a process of bioremediation of the soil and the compensation for his harvests. However, experience has taught them that the company's personnel generally does a survey and when asked about the compensation they say that in a few weeks the payment will be made, but several complain that the money never reaches them and that there is no guarantee of payment; also, the



biorremediación del suelo y la indemnización de sus cosechas. Sin embargo, la experiencia les ha enseñado que generalmente el personal de la compañía hace un levantamiento y ante la pregunta de la indemnización mencionan que en unas semanas se les realizará un pago, pero varios se quejan de que el dinero no llega y que no hay garantía de pago; asimismo, prevalece el temor de que el gobierno les expropie los terrenos por donde pasan los ductos.

### Efectos de los daños

Los daños que los derrames han ocasionado pueden clasificarse básicamente en tres: humanos, al patrimonio, y ecológicos. Los daños humanos han involucrado principalmente intoxicaciones; sin embargo, en la memoria colectiva aún se recuerda el derrame y la explosión de 2002, en el que una niña murió en el hospital afectada por los niveles de intoxicación. Los daños patrimoniales han involucrado la pérdida de casas, aunque en ese caso Pemex realizó la reubicación de las familias a un terreno propiedad de la empresa hasta la actualidad, conduciendo al mismo tiempo a la destrucción de la infraestructura dañada por la explosión. También, cada vez que existe un derrame de hidrocarburos se provoca la afectación al suelo, muchas veces fértil y sembrado, propiedad de algún ejidatario. Finalmente, los daños ecológicos implican afectaciones al suelo, a los cultivos y al agua. Algunos terrenos han pasado por un proceso de biorremediación por empresas contratadas por Pemex, volviendo a ser productivos después de muchos meses; sin embargo, otros quedan inhabilitados, abandonados o fungiendo como basureros. Además de las afectaciones al suelo, los derrames de hidrocarburo afectan a los cultivos; la mayoría de ellos son comestibles. Durante el trabajo de campo se pudo observar un derrame de gasolina a plantas de nopal y las afectaciones que producen. Por otro lado, el agua que corre en los canales son aguas negras que suelen ser utilizadas para riego, por lo que su contaminación afecta a la producción. Por lo anteriormente expuesto es necesario implementar un modelo de simulación que identifique las áreas ambientalmente sensibles que podrían ser influenciados por un derrame de petróleo y permitan conducir estrategias de respuesta de planificación y protección al medio ambiente, salud y economía de la región (Silla y Xiong, 2013).

“Hace dos meses, en otro ejido que pertenece a la propiedad de San Simón de Bravo, del municipio

fear prevails about the government expropriating the lands which the pipelines cross over.

### Effects from damages

The damages that the spills have caused can be classified basically into three: human, patrimonial and ecologic. The human damages have involved primarily intoxications; however, in the collective memory the spill and explosion from 2002, when a girl died in the hospital from the levels of intoxication, is still remembered. The patrimonial damages have involved the loss of homes, although in this case Pemex carried out the relocation of the families to company's property until today, leading at the same time to the destruction of the infrastructure damaged by the explosion. Also, each time there is a hydrocarbon spill the soil is impacted, which is many times fertile and cultivated, property of an *ejidatario*. Finally, the ecologic damages imply impacts to the soil, the crops and the water. Some lands have undergone a bioremediation process by companies hired by Pemex, and they are productive again after many months; however, others are left barren, abandoned or serving as dumps. In addition to the impacts on the soil, the hydrocarbon spills affect crops; most of them edible. During the field work a gasoline spill on *nopal* plants and the impacts it caused could be observed. On the other hand, the water that runs through the canals is raw sewage that tends to be used for irrigation, so that their contamination impacts production. Because of this, it is necessary to implement a simulation model that identifies the environmentally sensitive areas that could be influenced by an oil spill and which will allow to implement response strategies for planning and protection of the environment, health and economy in the region (Silla and Xiong, 2013).

“Two months ago, in another *ejido* that belongs to the property of San Simón de Bravo, municipality of Quecholac, a spill of crude oil was recorded, which reached the raw sewage canals that go all the way to Tecamachalco. The oil was leaking for half a day..., the people in the zone use raw sewage to cultivate maize, bean, alfalfa...flowers”. (E4:3).

“One year ago, a clandestine tap was located in the lands that belong to a man...where only the

de Quecholac, se registró derrame de petróleo crudo, el cual llegó hasta los canales de aguas negras que van hasta Tecamachalco. El petróleo se derramó durante medio día..., las personas de la zona utilizan las aguas negras para cultivar: maíz, frijol, alfalfa...flores". (E4:3).

"Hace un año, en los terrenos de un señor, se localizó una toma clandestina...en donde solo la fuga de combustible...era gasolina, afectó el área donde se perforó el tubo. Afortunadamente para él, la mayor parte cayó a una zanja, por lo que solo una pequeña área del campo de cultivo se vio afectada...siguió cultivando lo mismo...se cultivan hortalizas todo el año". (E3:3)

"Se dieron cuenta porque empezó a oler mucho, se veía una pista...empezó a haber humo, nos dimos cuenta por el olor. Como la carga del agua azteca está muy cerca, se fue para allá, hacia el barranco, y contaminó el agua, pero es un problema porque muchos regamos con esa agua, la utilizamos para el riego de maíz, frijol, alfalfa y flores. Algunas personas nos enfermamos y a lo mejor fue por eso, pero nosotros no lo tomamos en cuenta. Ellos solamente vinieron a preguntarnos si habíamos visto algo, pero nosotros qué vamos a saber. (E7:4).

"La mayor pérdida es que deja el terreno tan estéril que ya de plano no sirve ya para nada". (E8:3).

Las afectaciones al medio ambiente y a la salud humana de los derrames de hidrocarburos (gasolina, diésel o petróleo crudo) han sido ampliamente reportadas (Cuadro 2); si bien los ejidatarios entrevistados no son expertos en términos técnicos, sus percepciones coinciden con los daños descritos por las referencias técnicas.

### Cultura de seguridad y organización de redes

Entre los entrevistados, todos indicaron que nadie posee información sobre medidas de seguridad preventiva o reactiva ante una fuga de hidrocarburos. La mayoría mencionó el desconocimiento personal, de la autoridad ejidal y de la comunidad en general, actuando como una barrera para tener suficiente conocimiento sobre el manejo del riesgo y las afectaciones de los derrames. El riesgo se percibe como "un problema de todos" que debe atender el comisariado y la comunidad.

Entre los entrevistados no se presentaron indicios sobre la existencia de algún tipo de organización, ni

oil leak...it was gasoline, impacted the area where the pipe was punctured. Fortunately for him, most of it fell into a trench, so only a small area of the cultivation field was affected...he continued to cultivate the same...he cultivates vegetables throughout the year". (E3:3)

"They realized because there was a strong odor, a clue could be seen...there began to be smoke, we realized because of the smell. Since the Aztec water load is quite nearby, it went to that side, towards the ravine, and it contaminated the water; but it is a problem because many of us irrigate with that water, we use it to irrigate maize, bean, alfalfa and flowers. Some of us got sick and maybe it was because of that, but we didn't take it into account. They only came to ask us if we had seen anything, but what can we know?" (E7:4).

"The greatest loss is that it leaves the land so barren that it is no longer of any use". (E8:3).

The impacts on the environment and human health from hydrocarbon spills (gasoline, diesel or crude oil) have been widely reported (Table 2); although the *ejidatarios* interviewed are no experts in technical terms, their perceptions agree with the damages described by the technical references.

### Safety Culture and Network Organization

Among those interviewed, everybody indicated that no one has information about preventive or reactive safety measures in face of a hydrocarbon leak. Most mentioned the lack of personal knowledge, of the *ejido* authority and of the community in general, acting as a barrier to gain sufficient knowledge about management of the risks and impacts from the spills. The risk is perceived as "everybody's problem" that should be addressed by the commissioners and the community.

Among those interviewed there was no indication about the existence of any type of organization, neither among the *ejidatarios* nor among the members of the community. One of the *ejidatarios* mentioned that when the community is called to meetings to discuss and organize community work, there is usually only a third of those invited in attendance. The disorganization and disarticulation weaken the possibility to develop community strategies in programs for risk prevention (Bhattamishra and

**Cuadro 2. Afectaciones a la salud y al medio ambiente provocadas por los derrames de hidrocarburos.**  
**Table 2. Impacts to the health and environment provoked by hydrocarbon spills.**

Afectaciones	Descripción de la afectación	Referencia
Daños en el medio ambiente	Los hidrocarburos de mediano y alto peso molecular, entre ellos los poliaromáticos, tienen una naturaleza química hidrofóbica, y son adsorbidos en suelos y sedimentos, lo que asegura su permanencia en estos lugares por periodos largos.	Stanley <i>et al.</i> (2000)
Daños a la salud	Los compuestos poliaromáticos presentes en el diésel y en el petróleo crudo se consideran potencialmente carcinogénicos para una amplia variedad de organismos entre los que se encuentran los mamíferos superiores.	Agencia de Protección Ambiental (2010)
Daños a suelos agrícolas por hidrocarburos.	Limitan la permeabilidad del suelo, por tanto se vuelve un suelo infértil.	Agencia de Protección Ambiental (2010)
Daños a la salud	La exposición oral a diferentes mezclas de compuestos poliaromáticos se considera causa de muerte en animales marinos.	Stanley <i>et al.</i> (2000)
Resistencia a la biodegradación	La combinación de baja solubilidad y la región “bahía” de la estructura molecular del benzo(a)pireno y del benzo(a)antraceno, los hace no biodegradables y tóxicos.	Crawford y Crawford (1998)

Fuente: elaboración propia con datos de los autores. ♦ Source: author's elaboration with their own data.

entre los ejidatarios ni entre los miembros de la comunidad. Uno de los ejidatarios comentó que cuando la comunidad es convocada a reuniones para dialogar y organizar trabajo comunitario, solamente suele asistir un tercio de los convocados. La desorganización y la desarticulación debilitan la posibilidad de desarrollar estrategias comunitarias en programas de previsión al riesgo (Bhattamishra y Barrett, 2010). Asimismo, la preocupación primordial no es la seguridad, sino el tema económico. Saber que puede haber una fuga y provocar daños al suelo que se cultiva se relaciona con la preocupación de si les será restituído el perjuicio con la recuperación económica y la necesidad de mantener la propiedad del terreno que se trabaja.

“Pues me gustaría una asesoría para saber qué hacer...es un problema de todos y debemos saber sobre ello, pero entonces hay que involucrar al comisariado y ver si algunos de la comunidad asisten porque, aunque tengamos que ir, casi siempre no asiste ni la tercera parte”. (E6:3).

“Estamos como a 300 metros de los ductos y si hay una fuga, ¿quién nos garantiza que van a pagarnos?, ¿y si de un momento a otro nos quieren quitar nuestro terreno porque está por donde pasa el ducto?”.

La afectación de los suelos agrícolas por los derrames petroleros de productos del petróleo parece solamente atraer la atención de las autoridades locales

Barrett, 2010). Likewise, the primordial worry is not safety, but rather the economic issue. Knowing there can be a leak that causes damage to the soil that is cultivated is related to the worry of whether the damage will be restored with an economic compensation, and the need to retain the ownership of the land that is being worked.

“Well, I would like some advice to know what to do...it is everybody's problem and we should all know about it, but then we have to get the commissioners involved and see if some people from the community attend; because even if we have to go, there is almost always not even a third of the people.” (E6:3).

“We are about 300 meters away from the ducts and if there is a leak, who is to guarantee that they are going to pay us? And, what if from one moment to another they want to take our land from us because it is where the duct crosses over?”

The impacts on agricultural soils from spills of oil products seem to only attract the attention of the local and national authorities when they have the consequence of human losses; otherwise, the peasants affected and their cultivation soils are ignored. As consumer of products derived from oil, in general, the Mexican society has the responsibility of generating sustainable solutions for the recuperation

y nacionales cuando trae consecuencia de pérdidas humanas; de otra manera, los campesinos afectados y sus suelos de cultivo son ignorados. Como consumidora de los productos derivados del petróleo, en general la sociedad mexicana tiene la responsabilidad de generar soluciones sustentables para la recuperación de los suelos agrícolas, la economía de los ejidatarios y disminuir los riesgos de salud pública.

Si bien es cierto que Pemex tiene una atención importante al cuidado de los ductos, además de generar mecanismos de indemnización para los ejidatarios cuando sus suelos resultan afectados, el esfuerzo aún es insuficiente ya que existe un riesgo latente debido principalmente al uso de ductos obsoletos, la falta de análisis de funcionalidad y modos de falla, así como la modernización de su sistema (Hernández, 2013; Huerta, 2014). Hace falta un programa de atención a siniestros, coordinado con protección civil, que incluya un entrenamiento a las poblaciones más susceptibles, así como contar con un laboratorio al servicio de especialistas que muestreen el suelo y los cultivos para determinar los riesgos a la salud por su consumo; debido a que existe el riesgo de contaminación en alimentos y a la constante exposición a volátiles de hidrocarburos que pueden desencadenar daños a la población (Beck *et al.*, 1996; Kacálková y Tlustos, 2001).

Como resultado de la ausencia de una organización comunitaria en redes, las poblaciones afectadas no cuentan con la atención de especialistas, médicos, ingenieros en riesgo, entre otros, en los que pudieran enfrentar un siniestro de manera más segura. La organización social puede ir más allá de las actividades usuales en las poblaciones rurales, extendiéndose hacia la construcción de una red de conocimiento y solidaridad sostenida por el desarrollo de competencias y actividades en materias de seguridad, salud, respuesta social, legal y ecológica (Howell, 2012); frente a los cada vez más comunes accidentes y posibles desastres relacionados con los derrames de hidrocarburos en los suelos agrícolas de la región estudiada.

## CONCLUSIONES

Esta investigación da a conocer las percepciones de ejidatarios y comisarios ejidales de la zona de Acatzingo, Puebla sobre las afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en sus suelos. Se requiere de la creación de una cultura de la seguridad y la

de agricultural soils, the economy of *ejidatarios*, and to decrease the risks to public health.

Although it is true that Pemex has an important attention to the care of the ducts, in addition to generating compensation mechanisms for *ejidatarios* when their soils are impacted, the effort is still insufficient since there is a latent risk due primarily to the use of obsolete ducts, the lack of functionality analyses and failure modes, as well as the modernization of the system (Hernández, 2013; Huerta, 2014). There is need for a program for disaster attention, coordinated with civil protection, that includes training for the most susceptible populations, as well as having a lab at the service of specialists who can sample the soil and the crops to determine the health risks over their consumption, because there is the risk of contamination in food and the constant exposure to hydrocarbon volatiles that can cause damages to the population (Beck *et al.*, 1996; Kacálková and Tlustos, 2001).

As a result of the absence of a community organization into networks, the populations impacted do not have the attention of specialists, doctors and risk engineers, among others, who could help face a disaster in a safer manner. The social organization could go beyond the usual activities in rural populations, extending towards the construction of a network of knowledge and solidarity sustained by the development of competencies and activities in matters of safety, health, and social, legal and ecological response (Howell, 2012), in face of the increasingly more common accidents and possible disasters related to the hydrocarbon spills on agricultural soils in the region studied.

## CONCLUSIONS

This research describes the perceptions from *ejidatarios* and *ejido* commissioners in the zone of Acatzingo, Puebla, regarding the impacts and consequences of hydrocarbon spills on their soils. Developing a culture of safety and integrating networks that benefit the communities located near the gas pipelines is required.

- End of the English version -

integración de redes en beneficio de las comunidades ubicadas cerca de los gasoductos.

## LITERATURA CITADA

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América. 2010. Anexo A. Guía de contaminantes y tecnologías. [Consulta 19-11-2014] Disponible en [http://www.epa.gov/superfund/action/spanish/pdfs/esp\\_roadmap\\_sec7.pdf](http://www.epa.gov/superfund/action/spanish/pdfs/esp_roadmap_sec7.pdf)
- Beck, Angus J., David Johnson, L. Jones, and C. Kevin. 1996. The form and bioavailability of non-ionic organic chemicals in sewage sludge-amended agricultural soils. *Science of the Total Environment*. Vol. 185, No. 1-3, June 1996.
- Bhattachishra, Ruchira, and Christopher Barret. 2010. Community-Based Risk Management Arrangements: A Review. *World Development*. Vol. 28, No. 7, July 2010.
- Bozeman, Barry. 2011. The 2010 BP Gulf of Mexico oil spill: Implications for theory of organizational disaster. *Technology in Society*. Vol. 33, No. 3-4, August-November 2011.
- CNH (Comisión Nacional de Hidrocarburos). 2012. Reporte de derrames y fugas 200-2012. [consulta 5-06-2013]. Disponible en [http://www.cnh.gob.mx/\\_docs/ReporteCrudoFugas/Reporte\\_Derrames\\_y\\_Fugas\\_2000\\_2012.pdf](http://www.cnh.gob.mx/_docs/ReporteCrudoFugas/Reporte_Derrames_y_Fugas_2000_2012.pdf).
- CNH (Comisión Nacional de Hidrocarburos). 2013. Reporte de derrames de petróleo crudo al segundo semestre del 2013. [consulta 19-11-2014]. Disponible en [http://www.cnh.gob.mx/\\_docs/reportes\\_de\\_fugas\\_y\\_derrames\\_II\\_2013.pdf](http://www.cnh.gob.mx/_docs/reportes_de_fugas_y_derrames_II_2013.pdf).
- Crawford R., and D. Crawford. 1998. Bioremediation: principles and applications. Reprinted. Cambridge University Press. U.K. pp: 206-260.
- Cuanalo, Campos Oscar A., y Guillermo Melgarejo Palafox. 2002. Inestabilidad de laderas en la Sierra Norte y Nororiental del estado de Puebla. *Elementos. Ciencia y Cultura*. Vol. 9, No. 47, Septiembre-Noviembre 2002.
- Davies, Matt. 2013. Human security, culture and globalization. Transculturality, creative practice or oeuvre? Kamal, Mustapha y Pasha, Kamal (eds). In: *Globalization, Difference, and Human Security*. NY: Routledge. pp: 51-63.
- Dettmer, Jorge G. 2002. Educación y desastres: reflexiones sobre el caso de México. *Red Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. Vol. 32, No. 2, Abril-Mayo-Junio 2002.
- Diario Oficial de la Federación. 27-04-2010. Resolución por la que la comisión reguladora de energía determina la zona geográfica de Morelos para fines de distribución de gas natural. [Consulta 19-11-2014] Disponible en [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5140740&fecha=27/04/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5140740&fecha=27/04/2010).
- Environmental Protection Agency. 2010. National Oil and Hazardous Substances Pollution Contingency Plan 40 CFR 300, Subpart J. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- Hernández, María A. 2013. Mayor peligro por ductos obsoletos reconoce PEMEX. *Diario Presente*. [consulta 18-11-2014]. Disponible en <http://www.diariopresente.com.mx/section/principal/97789/mayor-peligro-ductos-obsoletos-reconoce-pemex/>.
- Howell, Jordan P. 2012. Risk society without reflexive modernization? The case from northwestern Michigan. *Tehnology in Society*. Vol. 34, No. 3, August 2012.
- Huerta, María G. 2014. PEMEX y PETROBRAS: Historias de gestión petrolera con rumbos diferentes. *Gestión y Estrategia*. No. 45, enero-junio 2014.
- Infante, C. 1998. Biorremediación de derrames de hidrocarburos en ambientes naturales. *Memorias del IV Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente*. Caracas, Venezuela, Diciembre de 1997, colección simposio, volumen II. P 325-328. Compilador Roger Carrillo Castellanos. Editorial Equinoccio, Ediciones de la universidad Simón Bolívar, Caracas.
- Iturbe, Flores Rosario, Alejandrina Carlos Castro, y G. Torres Luis. 2007. 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 Assess*, Vol. 133, 2007.
- Kacálková, Lada, y Pavel Tlustos. 2011. The uptake of persistent organic pollutants by plants. *Central European Journal of Biology*. Vol. 6, No. 2, April 2011.
- Madigan, M. T., J. M. Martinko, y J. Parker. 1999. *Brock: Biología de los Microorganismos*. Prentice Hall. Octava Edición. 1064 p.
- Mazzucato, Valentina, y David Niemeijer. 2000. The cultural Economy of Soil and water conservation: Market principles and social in eastern Burkina Faso. *Development and Change*. Vol. 31, No. 4, September 2000.
- Navarro Machado, Víctor R. 2009. Los desastres en su interacción con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *MediSur, revista electrónica*. Vol. 4, No. 2, 2009.
- Piñero, Diego, E. 2001. 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. 200 p.
- Putnam, Robert D. 1995. Bowling Alone: America's Declining Social Capital. *Journal of Democracy*. Vol. 6, No. 1, 1995.
- Rao, Suman. 2007. Safety culture and accident analysis -A socio-management approach based on organizational safety social capital. *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 142, No. 3, April 2007.
- Sarmiento, Torres Ma. del Rocío, Enrique Espinoza Ortíz, y José Álvarez Rosas. 2003. Emergencias ambientales asociadas a sustancias químicas en México. *Gaceta Ecológica, Instituto Nacional de Ecología*. No. 066, Enero-Marzo 2003.
- Silla, Lamine, y Dequi Xiong. 2013. Guinean environmental impact potential risks assessment of oil spills simulation. *Ocean Engineering*. Vol. 66, July 2013.
- Stanley, Grant A., Britz Margaret, L. Boonchan Sudarat, and Juhasz Albert. 2000. Detoxification of soils containing high molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons by gram-negative bacteria and bacterial-fungal cocultures. In: Wise, Donald L., Trantolo Debra, J. Cichon, Edard J., Inyang, Hilary, I., y Stottmeister, Ulrich (eds). *Biorremediation of Contaminated Soils*. New York: Marcel Dekker. pp: 409-443.
- Vaughan, Diane. 1999. The Dark side of organizations: Mistake, Misconduct and Disaster. *Annual Review of Sociology*. Vol. 25, August 1999.
- Woyntonowicz, Dan, Chris Severson-Baker, and Marlo Raynolds. 2005. *Oil Sands Fever. The Environmental Implications of Canada's Oil Sands Rush*. Canada: The Pembina Institute.