

## **Sustentabilidad y petróleo**

**(Sustainability and oil)**

**M.H. Baii, A. Guillén. J.L. Abreu**

**UANL, San Nicolás, N.L., México, 664561**

**Resumen.** Petróleo constituye uno de las fuentes más relevantes la de energía durante casi un siglo y medio y también funciona como el motor para el desarrollo durante la época industrial. Se describe y explora algunos aspectos de índole ambiental, económica y social del petróleo en relación con la sustentabilidad.

**Palabras clave:** Ambiente, economía, desarrollo, petróleo, social

**Abstract.** Oil constitutes one of the most relevant source of energy during the past one and a half century, it also acts as the engine for progress during the industria era. Some environmental, economical and social aspects of the oil in terms of sustainability are described and explored.

**Keywords:** Economy, environment, oil, progress, social

### **Introducción**

El petróleo, llamado por algunos metafóricamente “el oro negro”, es un hidrocarburo cuya composición se explicara más adelante que se encuentra en el subsuelo, el petróleo tiene muchos usos diferentes, el principal y más importante es la producción de combustibles, todo lo que sea impulsado por gasolina, automóviles, aviones, barcos, etc... además de industrias generadoras de energía; es por esto que se dice que el petróleo mueve al mundo, pues tiene un papel muy importante en la industria, y por consecuencia también en la economía y finanzas del mundo, todos los países necesitan petróleo para lograr un desarrollo óptimo, pues si bien el uso principal es la producción de combustibles no es el único, muchos productos de la vida diaria están compuestos por petróleo, desde vestimenta hasta maquillaje, utensilios de cocina, escolares, neumáticos de los coches, calzado, en fin, encontraremos petróleo en la composición de muchísimas cosas, otra razón para considerarlo un recurso de vital importancia a nivel mundial. Es esta una de las razones por las que los niveles de petróleo en los yacimientos donde se encuentran están en constante observación, pues se tiene la creencia que a mayor nivel de petróleo el país será un país más rico, tan fuerte es la creencia que a lo largo del tiempo ha sido inclusive motivo de guerras entre países.

Ahora bien, el petróleo tiene muchas áreas para explorar, además del impacto económico, un tema de vital importancia es el impacto ambiental que genera la extracción y la refinación de este hidrocarburo, pues muchas veces perdemos de vista lo elemental del medio ambiente, y del planeta donde vivimos, no nos detenemos a reflexionar el daño que estamos causando al estar cegados por los intereses económicos.

¿Es relevante el petróleo al hablar del desarrollo sustentable?, para dar contestación a la pregunta primero habrá que definir que es la sustentabilidad o el desarrollo sustentable, de manera general “El desarrollo sustentable hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer las oportunidades y los recursos para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras” (Calvente, 2007) este concepto tiene dos componente primordiales el ético por un lado, pues hace conciencia y reflexión al hablar de generaciones futuras, y el ecológico por lo que hace a la naturaleza (2.-Ramírez, A; Sánchez, J; García, A, 2004) pues al hablar de recursos, tenemos que mencionar forzosamente al medio ambiente, que es en donde se encuentran todos los recursos que el hombre necesita para subsistir, siendo el petróleo un recurso del que dependemos en el día a día, es evidente la relación que existe entre el petróleo y el desarrollo sustentable, dicha relación la encontramos evidenciada en los impactos que se mencionaban anteriormente tanto el social, como el económico, y principalmente el impacto ambiental.

Posteriormente, se abordará el tema del impacto ambiental y económico que causa el petróleo.

En un primero punto, se analizarán el impacto medioambiental que los derrames de petróleo ocasiona en el los océanos, donde además de acabar con miles de especies marinas (algunas de ellas protegidas como en peligro de extinción), también conlleva un impacto negativo en la salud de las personas que viven o trabajan cerca de donde ha ocurrido algún derrame, como ocurrió en 1989 en Alaska, cuando la embarcación el *Exxon Valdez* encalló en el arrecife Bligh en Prince William Sound, Alaska y producto de ello, se derramaron 10,8 millones de galones de petróleo (de un total de carga de 53 millones) en el medio marino.

Luego, en diverso apartado se hará una breve semblanza acerca del impacto económico que ha provocado la caída mundial de los precios del petróleo en México, ya que en los últimos meses, pasando de niveles cercanos a los 110 dólares por barril en junio de 2014 —en el caso del crudo WTI— a niveles por debajo de 50 dólares por barril actualmente. En mi opinión, existen dos razones que han llevado a este descenso:

1. Por el lado de la oferta, el gran incremento de la producción de petróleo en Estados Unidos, en los últimos siete años, donde se producían poco más de

cinco millones de barriles diarios (mbd) en 2005, y a finales del año pasado ya se producían cerca de 9 mbd.

2. Por el lado de la demanda, la fuerte desaceleración económica que ha registrado China, cuyas tasas de crecimiento en la actualidad oscilan alrededor de 7%, mientras que se ubicaban por arriba de 10% algunos años atrás.

De esta manera, vemos cómo el petróleo puede tener impactos ambientales, sociales, económicos e incluso políticos, en todos estos casos, tanto positivos como negativos.

## **1. El Petróleo**

### **1.1. Marco Conceptual**

Para entender mejor todo el panorama del petróleo y su papel en el desarrollo sustentable y el impacto ambiental que genera hay que comenzar por conocer el petróleo.

Petróleo, del latín *petra* y *óleum*, piedra y aceite son los dos términos que encontramos en la etimología de la palabra petróleo, el petróleo es un líquido viscoso de color verde, amarillo, marrón o negro, y que está constituido por diferentes hidrocarburos, es decir, por compuestos formados por átomos de carbono e hidrógeno en cantidades variables. No se han encontrado nunca dos yacimientos petrolíferos que tengan exactamente la misma composición, ya que, junto con hidrocarburos, hay a menudo otros compuestos oxigenados, nitrogenados y otros compuestos orgánicos con elementos como el azufre, el níquel o el vanadio. (Iñesta, J; García, 2002). El perfil químico más general del petróleo se conforma por un 1 átomo de carbono unido a 4 átomos de hidrógeno (metano). Todas las demás variedades de hidrocarburos de petróleo se forman a partir de esta molécula. Los hidrocarburos que tienen hasta 4 átomos de carbono suelen ser gases; si tienen entre 5 y 19, son generalmente líquidos, y cuanto tienen 20 o más, son sólidos (4.- Kraus)

### **1.2. Antecedentes del Petróleo**

El Petróleo se conoce desde la prehistoria. La Biblia lo menciona como betún, o como asfalto. Por ejemplo vemos que en el Génesis, capítulo 11 versículo 3, se dice que el asfalto se usó para pegar los ladrillos de la torre de Babel. También los indígenas de la época precolombiana en América conocían y usaban el petróleo, que les servía de impermeabilizante para embarcaciones. Durante varios siglos los chinos utilizaron el gas del petróleo para la cocción de alimentos.

Sin embargo, antes de la segunda mitad del siglo XVIII las aplicaciones que se le daban al petróleo eran muy pocas. Fue el coronel Edwin L. Drake quien perforó el

primer pozo petrolero del mundo en 1859, en Estados Unidos, logrando extraer petróleo de una profundidad de 21 metros. También fue Drake quien ayudó a crear un mercado para el petróleo al lograr separar la kerosina del mismo. Este producto sustituyó al aceite de ballena empleado en aquella época como combustible en las lámparas, cuyo consumo estaba provocando la desaparición de estos animales.

Pero no fue sino hasta 1895, con la aparición de los primeros automóviles, que se necesitó la gasolina, ese nuevo combustible que en los años posteriores se consumiría en grandes cantidades. En vísperas de la primera Guerra Mundial, antes de 1914, ya existían en el mundo más de un millón de vehículos que usaban gasolina. En efecto, la verdadera proliferación de automóviles se inició cuando Henry Ford lanzó en 1922 su famoso modelo "T". Ese año había 18 millones de automóviles; para 1938 el número subió a 40 millones, en 1956 a 100 millones, y a más de 170 millones para 1964. Actualmente es muy difícil estimar con exactitud cuántos cientos de millones de vehículos de gasolina existen en el mundo. (Chow, S, 1987)

### **1.3. Tipos de Crudo**

Los crudos de petróleo son mezclas complejas que contienen muchos compuestos de hidrocarburos diferentes, cuyo aspecto y composición es distinto de unos yacimientos a otros, se clasifican en parafínicos, nafténicos, aromáticos o mixtos mediante análisis relativamente simples, de acuerdo con la proporción predominante de moléculas de hidrocarburos similares. Los crudos de base mixta tienen cantidades variables de cada tipo de hidrocarburo. Uno de los métodos de análisis (el del Departamento de Minas de Estados Unidos) se basa en la destilación, y otro (el del factor "K" de la UOP) en la densidad y en los puntos de ebullición. Para determinar el valor del crudo (es decir, su rendimiento y la calidad de sus productos útiles) y los parámetros de procesado, se llevan a cabo análisis más completos. Los crudos de petróleo suelen agruparse por su estructura de rendimiento, y entre sus productos, el preferido es la gasolina de alto octanaje. Los crudos utilizados como materia prima en las refinerías suelen consistir en mezclas de dos o más crudos diferentes. (4.- Kraus)

### **1.4. Dónde se encuentran los principales yacimientos petrolíferos en el mundo**

La mayoría de los yacimientos petrolíferos se concentra en el oriente medio, que es precisamente donde se encuentra el yacimiento más grande del mundo ubicado en, Arabia Saudí que como país produce 11,730,000 barriles por día, en segundo lugar se encuentra Estados Unidos con una producción de 11,110,000 , el tercer país es Rusia con 10,440,000 barriles por día, en cuarto lugar se encuentra China con 4,155,000 barriles por día, en quinta posición se encuentra Canadá con una producción de 3,856,000 barriles por día, en sexto lugar los Irán produciendo 3,594,000 barriles por día, en séptima posición se encuentra Emiratos Árabes Unidos con una producción de 3,212,000, en octavo lugar se encuentra Irak con 2,987,000, en Noveno lugar esta

México con una producción de 2,936,000 barriles diarios, en el décimo lugar esta Kuwait con 2,797,000 (Muciño, 2014)

### **1.5. Extracción del Petróleo**

Antes de iniciar el proceso de extracción, las compañías petroleras deben saber si las leyes en vigor les permiten perforar y han de evaluar el impacto ambiental de sus operaciones, y todo esto les lleva años. Una vez obtenido el permiso, empieza el trabajo. Existen diversos procedimientos, pero, en esencia, se trata de perforar hasta llegar al lugar inmediatamente anterior al yacimiento de petróleo. Luego, se reviste el agujero hecho con la barrena con una tubería cementada para fortalecer su estructura. Más adelante hay que efectuar varios orificios a la tubería cementada para permitir la entrada del petróleo, y rematar el pozo con un sistema de válvulas de seguridad denominado «árbol de Navidad». El paso final en algunos casos consiste en fracturar la capa de roca productora con ácido o arena a presión, de modo que el petróleo fluya más fácilmente.

En ocasiones, las prospecciones que se encargan de localizar el petróleo dan con cuantiosas reservas petrolíferas situadas bajo el lecho de los océanos. Para extraer ese petróleo, es necesario construir en alta mar unas estructuras flotantes que permiten perforar las capas de roca del fondo del océano. Tras ser procesado en la plataforma, el petróleo llega a tierra por medio de tanqueros. Las plataformas petrolíferas tienen un tamaño colosal. Muchas se sustentan en pilares que tienen cientos de metros de altura. La plataforma petrolífera Petronius, en el golfo de México, es una de las estructuras más grandes del mundo, con una altura total de 610 m desde el lecho marino. Las plataformas son increíblemente robustas, pues deben soportar vientos huracanados y olas gigantescas. (Society of Petroleum Engineers, 2013).

### **1.6. Usos y Derivados Del Petróleo**

El petróleo no es solo una fuente de energía, es también una materia prima de primer orden. Su rica mezcla de hidrocarburos puede transformarse para obtener sustancias muy útiles tales como los productos petroquímicos. El procesamiento suele alterar los hidrocarburos de tal modo que es difícil advertir que el producto final procede, en realidad, del petróleo. De este modo se fabrica una amplia gama de materiales y objetos, como, por ejemplo, plásticos, perfumes o sábanas. Usamos muchos derivados del petróleo como alternativas sintéticas a los materiales naturales y, así, utilizamos la goma sintética en lugar de la natural, o el detergente en lugar del jabón. Además, el petróleo nos proporciona materiales únicos, como el nailon. Los plásticos desempeñan un papel fundamental en nuestro mundo. Llegan a nuestras casas de maneras y formas muy diversas, ya sea como recipientes para mantener los alimentos frescos o como mandos del televisor. Una vez caliente, el plástico puede adoptar casi cualquier forma. Esto se debe a las moléculas que lo forman, los polímeros, que son larguísimas cadenas de átomos. Algunos polímeros plásticos son naturales,

como el cuerno o el ámbar. Sin embargo, la mayoría de los polímeros de nuestros días son de origen artificial, y además proceden del petróleo y del gas natural. Los científicos han aprendido a emplear los hidrocarburos del petróleo para crear una gran variedad de polímeros, tanto para fabricar plástico como para producir fibras sintéticas y otros materiales. (Society of Petroleum Engineers, 2013).

## 1.7. Impacto Ambiental

Antes de entrar a hablar del concepto de Impacto Ambiental, es menester hacer una breve acotación, respecto al concepto puro de impacto y luego adentrarnos en el de Impacto ambiental.

El término impacto, de acuerdo con el *Diccionario de uso del español* (1988) proviene de la voz “*impactus*”, del latín tardío y significa, en su tercera acepción, “impresión o efecto muy intensos dejados en alguien o en algo por cualquier acción o suceso”.

El *Diccionario de la Real Academia Española* (1992) consigna una cuarta definición del vocablo, asociada a la cuestión ambiental, que dice “...conjunto de posibles efectos negativos sobre el medio ambiente de una modificación del entorno natural como consecuencia de obras u otras actividades”.

Así, el término “impacto”, como expresión del efecto de una acción, se comenzó a utilizar en las investigaciones y otros trabajos sobre el medio ambiente. Se puede citar, a modo de ilustración, la definición de impacto ambiental que ofrece *Lago* (1997), donde plantea que “... se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable en el medio o algunos de los componentes del medio.” Y, más adelante, afirma que: “El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro como habría evolucionado sin la realización del proyecto, es decir, la alteración neta -positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano- resultante de una actuación”.

Más tarde, la utilización del término impacto se amplió y fue objeto de múltiples definiciones en la literatura referida a los problemas sociales, entre las que destacan:

- Según una definición dada en un documento consultado en el Ministerio de Asuntos Exteriores de España (2001), el impacto se refiere a “los efectos que la intervención planteada tiene sobre la comunidad en general”.

- “El impacto social se refiere al cambio efectuado en la sociedad debido al producto de las investigaciones” Fernández (2000).

Como hemos venido observando el petróleo tiene muchos enfoques desde donde estudiarlo, desde su composición química hasta la geografía de su ubicación, sus usos y derivados, son muy extensos, así como los tipos que hay, ahora por lo que hace al impacto ambiental que produce la extracción del petróleo, así como la disposición de enseres que están compuestos de petróleo, pues el impacto en el medio ambiente, se puede estudiar desde estas dos perspectivas, la destrucción de los ecosistemas, por ejemplo en el caso de los derrames de petróleo en el mar, o la deforestación por la perforación de pozos terrestres, por otra parte, los productos que se encuentran compuestos por petróleo, por ejemplo las botellas y los envases de plástico, las bolsas de plástico les toma años degradarse, por lo cual si no se sigue un adecuado proceso de reciclaje o reutilización de estos objetos, pueden contaminar el ecosistema, y llegar a causar un daño irreparable en el mismo, solamente durante la perforación se producen los siguientes impactos: deforestación, pérdida de la biodiversidad, erosión del suelo, interrupción de flujos de agua, uso de recursos naturales (flora y fauna) y generación de desechos domésticos por parte de los trabajadores petroleros, generación de residuos contaminantes provenientes de los corte y lodos de perforación, ruido y vibraciones, lo que puede producir impacto en el comportamiento en la fauna, desplazamiento de fauna e interrupción permanente de corredores, interrupción de vías de drenaje naturales, y contaminación por el ruido generado (Bravo, 2007)

## **2. Desarrollo sustentable**

Como se mencionó en la introducción el desarrollo sustentable es la capacidad de un sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer las oportunidades y los recursos para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras, los autores acuerdan que el carácter más importante de la definición de desarrollo sustentable es el ambiental o ecológico, pues satisfacer las “necesidades” que hace mención el concepto forzosamente tendrá un impacto en el medio ambiente, ya que en él es donde se encuentran los “recursos” que también hace mención la definición, Calavante (2007) explica que un proceso es sostenible cuando ha desarrollado la capacidad para producir indefinidamente a un ritmo en el cual no agota los recursos que utiliza y que necesita para funcionar y no produce más contaminantes de los que puede absorber su entorno; la cuestión aquí sería, ¿todos los procesos que involucran el aprovechamiento de recursos naturales pueden transformarse en procesos sostenibles? ¿Pueden los procesos de extracción y refinación de hidrocarburos ser procesos sostenibles?

## 2.1. Sustentabilidad y Petróleo

Si bien el impacto ambiental que genera la empresa petrolera en el planeta es muy importante, como se explicó anteriormente, desde el punto de vista del desarrollo sustentable el impacto ambiental es solamente un enfoque, pues hablar de desarrollo sustentable es hablar también de impacto social, político y/o económico. Pérez, J, (2012) explica la sustentabilidad desde el punto de vista corporativo, en un contexto petrolero, significa que las rentas obtenidas de la explotación de hidrocarburos se inviertan contemplando ambos horizontes con el fin de mantener un capital total constante, y asegurar que las generaciones futuras no paguen costos insuperables de degradación y agotamiento de un recurso no renovable.

En este sentido, el mercado valora de forma creciente las prácticas de sustentabilidad corporativa, aunque no se reflejen en forma directa en los estados financieros de las empresas. Así, la aplicación de mejores prácticas en materia de seguridad, salud ocupacional y protección ambiental, por ejemplo, pueden traducirse en una reducción significativa de costos operativos y de capital para las petroleras.

Por lo que hace al enfoque socio-económico, los altos precios del petróleo son los principales responsables del estancamiento de la economía global ya que el sistema económico dominante se ha basado en energía barata y en cantidades continuamente crecientes. Por otro lado el crecimiento continuo del sistema financiero internacional en los últimos 25 años se ha basado en el endeudamiento de los gobiernos, las empresas y los individuos. No existen soluciones mágicas a este problema. Pero un primer paso es reconocerlo y dejar de apostarle a recursos caros, sucios y de corto plazo como el petróleo no convencional en lugar de soluciones de largo alcance como las fuentes renovables. En cambio deberíamos tratar de usar de manera más inteligente las reservas de petróleo que quedan en el mundo dejando de estimular el consumismo para redirigir la economía hacia las necesidades esenciales (educación, salud, seguridad alimentaria, protección del medio ambiente) e instrumentar la transición hacia una sociedad post-petrolera que debe necesariamente sujetarse a la menor disponibilidad energética que provén las energías renovables. (Ferrari, L, 2012)

Este enfoque es muy difícil aplicar una sola política de manera global, pues cada país, tiene una diferente riqueza de recursos naturales, así como diferente cultura e incluso las creencias podrían llegar a afectar, lo cual es un reto para las corporaciones internacionales que tienen presencia en varios países, pues tienen que desarrollar y aplicar programas y/o políticas que beneficien a la sociedad del país donde se encuentren explotando y tratando yacimientos petrolíferos, ¿de que beneficios podemos hablar en este punto? Pueden ir desde oportunidades laborales para los nacionales del país, aportar a la educación; un ejemplo en el caso de México, PEMEX otorga donaciones tanto en dinero como en especie (asfalto y combustibles) a personas morales que estén dentro del marco legal, cuyo propósito sea apoyar el desarrollo de las personas, las comunidades y la sociedad.

No hay que olvidar en ningún momento que todo lo relativo al desarrollo socio-económico de la sustentabilidad, deberá de guardar una armonía con el enfoque ambiental de la sustentabilidad, es decir todo programa y/o política que se quiera aplicar para contribuir con la sociedad de un país, debe de generar también un aporte ambiental, para que poder decir que se está cumpliendo con un desarrollo sustentable, esto por una parte, y por otra tener en cuenta que los recursos que se dispongan en el presente no comprometan el futuro de las generaciones

## **2.2. Antecedentes sobre Sustentabilidad**

En la década de los años sesenta se empezaron a difundir en Europa diversos llamados de atención acerca de los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente. En Suecia y Dinamarca se intentó predecir qué repercusiones sobre los ecosistemas podría tener el desarrollo de algunos proyectos productivos. También en Estados Unidos se dejaron oír voces de inquietud por daños que causaban proyectos productivos en el ambiente, al grado que gobernó y empresas privadas se vieron obligados a invertir tiempo, atención y recursos económicos para buscar las formas de prevenir y contrarrestara esos efectos.

Los gastos para limpiar los sitios contaminados, la imagen negativa de las empresas contaminantes ante la opinión pública, el boicot a sus productos y los posibles cierres de las plantas que provocaban perjuicios ambientales, constituyeron un alto costo para las empresas, circunstancia que las impulso a buscar mecanismos que les permitieran conocer con anticipación los efectos de los proyectos productivos sobre el ambiente.

En respuesta a estas inquietudes, a principios de los años setenta se desarrolló en Estados Unidos de América el procedimiento de evaluación del impacto ambiental (environmental impact assessment) que fue introducido en el marco legal por medio de la Ley Nacional de Política Ambiental (National Environmental Policy Act) promulgada en 1970. Desde entonces, la evaluación del impacto ambiental cuyo objetivo primordial fue desde un inicio disminuir los costos derivados de la contaminación que genere un proyecto, fue adoptada en la práctica y/o incorporada a la legislación ambiental de numerosos países. (SEMARNAT, 2012)

Si bien el desarrollo sustentable también cuenta con un carácter socioeconómico, desde finales del siglo XIX los países que hoy llamamos “en vías de desarrollo” han seguido políticas diversas para lograr el tan soñado progreso. En la primera mitad del siglo XX, pasada la crisis de la década de los treinta, el principal indicador era el nivel de producción, y dado el bajo precio de sus productos de exportación (en su gran mayoría recursos naturales) así como la escasa producción industrial, los países se vieron en la necesidad de fomentar el desarrollo de la industria nacional. El resultado en la mayoría de los países latinoamericanos, incluyendo a México, fue un periodo de expansión económica que duró aproximadamente tres décadas, y en el caso de México,

se logró un crecimiento económico memorable de alrededor de 6% al año en el periodo de 1940 a 1970; lo importante de esto es que no hay que desatender el carácter ambiental del país, por atender exclusivamente lo que hace a la economía, el crecimiento económico no implica necesariamente un deterioro ambiental, sino que ciertos patrones de consumo así como procesos productivos que aportan al crecimiento económico, pueden impactar negativamente el medio ambiente; evitar esto se puede lograr si los gobiernos de los países hacen su aportación, por medio de legislación y políticas públicas a fomentar el equilibrio entre una efectiva producción industrial y un cuidado del medio ambiente, pues de nada nos serviría, ser un país en pleno desarrollo y bien posicionado económicamente, si no contamos también medidas que nos ayuden a preservar el medio ambiente. (Konrad Adenauer, 2013)

### **2.3. Enfoques de la Sustentabilidad**

Como se ha venido mencionado, si del concepto de desarrollo sustentable se desprende que la característica más importante de la sustentabilidad es el medio ambiente, o la preservación del medio ambiente, sin embargo, también es muy importante no perder de vista que se tiene que buscar ante todo un equilibrio, entre el aprovechamiento de los recursos naturales, buscar una constante mejora de la situación económica como país, así como también desarrollar el aspecto social y cultural de las poblaciones; de ahí que algunos autores les llamen enfoques, otros los utilizan como medidas de la sustentabilidad, otros como meras características ó elementos, nosotros vamos a llamarles enfoques, los cuales en algún punto de su descripción se va a encontrar un elemento que lo relacione con la característica principal de la sustentabilidad: el medio ambiente.

#### **Enfoque Económico**

Un punto de partida al hablar de desarrollo económico es la revolución industrial, pues es en ese momento precisamente cuando los países desarrollados tuvieron un boom en la producción de bienes y el desarrollo de la industria lo cual resulto en a hacer más cómoda la vida para el ser humano, mismos países han venido marcando la pauta desde entonces a todos los demás países están en vía de desarrollo y que aspiran a formar parte de los países desarrollados, eliminar la pobreza y contar con mejores condiciones de vida en lo general, sin embargo en esta lucha por conseguir ese optimo estado de comodidad y de seguridad económica se ha dejado de lado, un factor importante el medio ambiente, pues no hay que olvidar que ultimadamente los bienes y servicios que nos brindan riqueza y bienestar provienen de la naturaleza. Por un largo periodo de tiempo bajo este esquema de producción, comercialización y comodidad para las personas se dio prioridad al lado económico, en virtud de la ganancia monetaria que este esquema ha venido dando a los participantes del mismo, sin embargo nadie se puso a considerar que todo lo que se ha producido, proviene de recursos naturales, que han sido modificados por diversos procesos (mecánicos, químicos, biológicos, térmicos, tecnológicos, etc.) pero siempre a partir de los bienes que la naturaleza nos otorga y,

¿Cómo se obtienen de la naturaleza? ¿Quién ha podido establecer un estándar de precios tanto sobre los bienes mismos, como sobre los beneficios que estos bienes nos otorgan? Los problemas a los que nos enfrentamos son amplios y complejos y es exponencial. (Quintana, D; Díaz, O; Salinas, G; Casas, M; Huitron, J; Beltrán, R; Guerrero, E. ,2011)

### **Enfoque Social**

Esta característica hace referencia a que tenemos que crear una conciencia social acerca de la inequitativa repartición de la riqueza a nivel mundial, pues si bien el medio ambiente no tiene dueño, sin embargo es explotado para beneficio de solo unos cuantos. Es necesario reflexionar y tomar conciencia de la necesidad implementar acciones de cambio en nuestra vida tanto a nivel personal, familiar como laboral, empresarial e industrial, para detener, prevenir y remediar el deterioro provocado a la naturaleza. (Quintana, D; Díaz, O; Salinas, G; Casas, M; Huitron, J; Beltrán, R; Guerrero, E. ,2011)

### **Enfoque Político**

El enfoque político se encarga de los temas regulatorios por una parte al interior de los países, y por otra de las relaciones internacionales entre los países, pues es importante que para que los pueblos obedezcan y acaten las políticas públicas que establecen sus gobiernos, estos tienen la responsabilidad de dar confianza a sus ciudadanos, el pueblo debe confiar en su gobierno, ya que principalmente debe existir armonía al interior de un estado, para posteriormente poder celebrar tratados y mantener relaciones de coordinación con otros países en materia de sustentabilidad y cuidado de medio ambiente, y así que el beneficio sea global y no para unos cuantos. Una gran dificultad, al celebrar estos convenios multilaterales, está en que los estándares ambientales son muy distintos para los diversos grados de desarrollo de cada país que, además hacen un uso muy diverso de sus recursos naturales. (Quintana, D; Díaz, O; Salinas, G; Casas, M; Huitron, J; Beltrán, R; Guerrero, E., 2011).

### **Enfoque ambiental**

Es del que más hemos venido hablando, el que más mencionan los autores y se relaciona con todos los demás, todos los recursos que nos brindan bienestar, que activan el aparato industrial, que generan riqueza, que están regulados en las leyes y/o convenios internacionales se encuentran en la naturaleza, algunos más limitados o escasos que otros. En este sentido lo que se busca es preservar las condiciones de la tierra defender los bosques cuidar la permanencia de las distintas especies, conservar buenas condiciones del aire proteger las fuentes de suministro de agua, lograr un control de la urbanización y otra serie de factores relacionados con el medio ambiente que en su conjunto nos proporcionan las condiciones necesarias para una vida digna y sobre todo cuidar de que estas condiciones se mantengan en el futuro, y así poder garantizar la

sustentabilidad, y asegurar un futuro. (Quintana, D; Díaz, O; Salinas, G; Casas, M; Huitron, J; Beltrán, R; Guerrero, E., 2011).

#### **2.4. Impacto del Petróleo en el Medio Ambiente**

Hoy en día los combustibles fósiles siguen siendo el motor principal de los países, si bien nos estamos encaminando hacia una despetrolización de las economías, queda un largo camino por recorrer en materia de fuentes alternas de energía, además de que el costo de la tecnología para generar estas energías alternas o energías limpias, (eólica, fotovoltaica, etc...) es demasiado alto, por lo tanto no está al alcance de todos los países.

Es por esta razón que es muy importante tomar en cuenta el costo ambiental que cada una de las fuentes de energía implica, al desarrollar una política de desarrollo sustentable; así como recordar que el costo ambiental lleva también un implícito un costo en el bienestar humano.

Entonces el petróleo al ser un recurso no renovable, pero de tanta importancia, nos hace poner una balanza como menciona Monroy (2015) siempre se ha encontrado una dualidad cuando analizamos la relación costo-beneficio existente entre los ingresos por exploración y explotación de petróleo, versus el costo ambiental que esto significa. Los impactos al medio ambiente y a la diversidad, son el resultado de las devastadoras actividades petrolíferas, que ocasionan daños irreparables al producir contaminación y deforestación desmesurada.

Al hablar del impacto ambiental que produce la extracción, refinamiento, distribución del petróleo, no solo existe la contaminación del subsuelo; en mayo de 2007, Elizabeth Bravo 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. Por su parte la deforestación se produce por la tala de árboles para la implementación de infraestructura, construcción de campamentos y carreteras, además de las carreteras que promueven la colonización y el deterioro del medio ambiente (afectación en la flora, fauna y en la calidad de vida de las tribus indígenas que por lo general habitan en las zonas objeto de explotación). Además no nos olvidemos de las plataformas petroleras que se encuentran en mar, por tomar 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. Una gran cantidad de ese petróleo es derramado o vertido en diferentes tareas. 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 afecta 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. (Rodríguez, J. L. G., Rodríguez, F. J. G., Gutiérrez, C. C., & Major, S. A. 2014).

Entre los más graves desastres ambientales que atentan contra la biodiversidad se encuentran los derrames de petróleo en ríos, mares y océanos. La contaminación por petróleo crudo o refinado es generada accidental o deliberadamente: Se estima que 3 mil 800 millones de litros entran cada año a los océanos como resultado de las actividades humanas, de éstos, sólo ocho por ciento se debe a fuentes naturales; por lo menos 22 por ciento a descargas operacionales intencionales de los barcos, 12 por ciento por derrames de buques y otro 36 por ciento por las descargas de aguas residuales, Thomas (1993).

La forma en que el petróleo derramado afecta a la fauna es variada y compleja. Existe una amplia gama de respuestas de los organismos marinos ante el petróleo, esto debido a la gran diversidad de los mismos. La mortalidad puede presentarse por intoxicación crónica. Los datos acumulados a lo largo de varios derrames de petróleo han mostrado que en el mejor de los casos sólo un cuarto de las aves contaminadas llegan a tierra vivas o muertas. El resto desaparece en el mar o se hunden porque no pueden volar. El petróleo o cualquier tipo de hidrocarburos, crudo o refinado, daña los ecosistemas marinos produciendo uno o varios de los siguientes efectos:

### **Efectos sobre ecosistemas**

- Muerte de los organismos por asfixia.
- Destrucción de los organismos jóvenes o recién nacidos.
- Disminución de la resistencia o aumento de infecciones en las especies, especialmente aves, por absorción de ciertas cantidades sub-letales de petróleo.
- Efectos negativos sobre la reproducción y propagación a la fauna y flora marina.
- Destrucción de las fuentes alimenticias de las especies superiores.
- Incorporación de carcinógenos en la cadena alimentaria.

Lo cierto es que sea cual sea la forma en que se produce la contaminación, a la larga se ve afectado todo el ecosistema, e incluso se afirma puede llegar al hombre a través de la cadena alimenticia.

### **Efectos lumínicos**

- La falta o disminución de la entrada de luz en el mar a causa de manchas de petróleo imposibilita o reduce el área donde es posible la fotosíntesis y, por tanto el desarrollo de plantas verdes.
- 80 por ciento de la actividad fotosintética y de la absorción de energía solar se produce en los 10 primeros metros de la superficie marina. Ello indica la importancia de la entrada de la luz (ese 20 por ciento restante) para mantener las comunidades fotosintéticas de los fondos marinos.
- La falta o disminución de plantas fotosintéticas reduce el aporte de oxígeno y alimento al ecosistema.
- La pérdida de extensión en la distribución de algas y otras plantas acuáticas limita las zonas que proporcionan cobijo a miles de especies marinas.
- Según Thomas (1993), el fitoplancton es a su vez el alimento del zooplanctón (que además de microorganismos está formado por larvas de peces, moluscos, crustáceos, etcétera). Sin fitoplanctón, el zooplancton muere y con él se interrumpe el crecimiento de un importante número de especies, al tiempo que se deja sin alimento a un gran número de animales marinos.

### **Efectos tóxicos**

- Las aves que quedan impregnadas de petróleo pierden o ven reducida su capacidad de aislarse del agua pudiendo morir por hipotermia. Al intentar limpiarse el plumaje con el pico ingieren grandes cantidades de hidrocarburos por lo que se envenenan.
- Muerte de los organismos por envenenamiento, sea por absorción, o por contacto.
- Muerte por exposición a los componentes tóxicos del petróleo solubles en agua.
- Tras desaparecer el petróleo de la superficie, el agua presenta una falsa apariencia "limpia" dado que queda cristalina por la muerte del fitoplancton y fauna marina que "enturbia" el agua.

- Los mamíferos marinos pueden sufrir el taponamiento de sus vías respiratorias o daños en el tracto respiratorio y su mucosa por efecto de los contaminantes químicos. También ingieren grandes cantidades de hidrocarburos por alimentarse de animales contaminados.
- Jewtt (2002), señala que los quimiorreceptores de muchas especies marinas detectan el petróleo en el agua y les hacen variar sus migraciones y movimientos con lo que determinadas especies desaparecen o no se acercan al lugar.
- El petróleo se deposita sobre los fondos marinos matando o provocando efectos subletales sobre miles de animales y plantas vitales para el ecosistema.
- Los mejillones y otros moluscos que se adhieren a rocas u objetos pierden su capacidad de adhesión y caen al fondo, perdiendo su capacidad de alimentarse.

## **2.5. Duración de los impactos del petróleo en el ecosistema.**

Los impactos del crudo tienen un efecto de décadas. Un año después del derrame del Prestige la degradación del hidrocarburo fue muy baja, propiciando la contaminación de las costas.

Después de 10 años del derrame del Exxon Valdez (en Alaska) se demostró que, los peces y mejillones que se distribuían cerca de este derrame todavía estaban expuestos a hidrocarburos residuales en el ambiente Jewett (2002). Otro estudio realizado 17 años después detectó contaminación residual proveniente del mismo incidente, Apraiz (2009).

## **2.6. Efectos del petróleo sobre la salud humana**

El petróleo o sus componentes pueden entrar en contacto con el cuerpo humano a través de tres rutas: i) la absorción por la piel; ii) la ingestión de comida y bebida y, iii) la inhalación a través de la respiración. Los habitantes de las áreas de actividad petrolera se enfrentan con una potencial exposición a cualquiera de las tres rutas.

La exposición al petróleo no está limitada al área cercana a la contaminación. Cuando el petróleo contamina el medio ambiente, los componentes más pesados tienden a depositarse en los sedimentos desde donde pueden contaminar repetidamente las fuentes de agua o ser consumidos por organismos que pueden entrar en la cadena alimenticia del hombre.

Componentes del petróleo más ligeros pueden evaporarse en cuestión de horas y ser depositados a gran distancia de su lugar de producción a través del aire o del agua, Centro de Derechos Económicos y Sociales (1994).

El petróleo crudo es una compleja mezcla de químicos, compuesta principalmente de hidrocarburos parafénicos, cicloparafénicos, nafténicos y aromáticos, y partículas de otros elementos, incluyendo varios metales.

Los efectos en el hombre ante una exposición aguda al crudo son principalmente transitorios y de corta duración a menos que las concentraciones de los compuestos sean inusualmente altas. Tales exposiciones irritan la piel, causan comezón o irritación de los ojos ante un contacto accidental o por la exposición a sus vapores, y pueden producir náusea, vértigo, dolores de cabeza o mareos en una exposición prolongada o repetida a bajas concentraciones de sus compuestos volátiles, Rodríguez MA (1991).

### **3. Casos de impactos ambientales negativos a causa del petróleo**

A continuación, se citan los 10 casos de derrame de petróleo más grande en la historia, según un reporte elaborado por la revista *La Jornada Ecológica*, editada por la Universidad Nacional Autónoma de México en agosto de 2010.

#### ***Amoco Cádiz***

El *Amoco Cádiz* era un petrolero construido en 1974 en los astilleros de Puerto Real (Cádiz) con bandera de Liberia, y un peso DWT de 234 mil toneladas, perteneciente a la compañía norteamericana Amoco Transport, filial de la Standard Oil. Provocó una catástrofe ecológica frente a las costas de Bretaña al accidentarse el 16 de marzo de 1978, cuando el temporal causó daños considerables en el buque, que terminó por romperse en dos mitades.

Por su magnitud, la marea negra fue un precedente a los provocados años más tarde por los barcos *Exxon Valdez*, en Alaska, *Erika*, de nuevo en Bretaña, o el *Prestige*, en España. Toda la carga del *Amoco Cádiz* (68,7 millones de galones de petróleo) se derramó en el mar, contaminando unos 340 kilómetros de costa de Bretaña.

#### **Derrames en el Golfo Árabe**

Con la Guerra del Golfo, que comenzó a fines de enero de 1991, el ejército iraquí destruyó petroleros, terminales petroleras y pozos de petróleo en Kuwait, causando la liberación de unos 900 millones de barriles de petróleo. Este ha sido el mayor derrame de petróleo en la historia.

### ***Argo Merchant***

El 15 de diciembre de 1976, el *Argo Merchant* encalló sobre el cordón pesquero (Bancos de Nantucket), 29 millas náuticas al sureste de la isla de Nantucket, Massachusetts, en medio de fuertes vientos y olas de tres metros. Seis días después, el buque se partió y derramó toda su carga: 7,7 millones de galones de petróleo.

### ***Bouchard 155***

El 10 de agosto de 1993, tres barcos chocaron en la bahía de Tampa, Florida: la barcaza *Bouchard 155*, el carguero *Balsa 37*, y el barco *Ocean 255*. El *Bouchard 155* derramó alrededor de 336 mil galones de fuel oil núm. 6 en la bahía de Tampa.

### ***Cibro Savannah***

El 6 de marzo de 1990, el *Cibro Savannah* explotó y se incendió mientras salía del muelle en las instalaciones de Citgo en Linden, Nueva Jersey. Cerca de 127 mil galones de petróleo “desaparecieron” tras el incidente. Nadie sabe cuánto petróleo fue quemado y cuánto vertido en el medio ambiente.

### ***Burmah Agate***

El 1 de noviembre de 1979, el *Burmah Agate* chocó con el carguero *Mimosa* al sureste de Galveston en la entrada del Golfo de México. La colisión provocó una explosión y un incendio en el *Burmah Agate* que ardió hasta el 8 de enero 1980. Se estima que 2,6 millones de galones de petróleo fueron liberados en el medio ambiente, y otros 7,8 millones fueron consumidos por el fuego.

### ***Exxon Valdez***

El 24 de marzo de 1989, el *Exxon Valdez* encalló en el arrecife Bligh en Prince William Sound, Alaska. El buque viajaba fuera de las rutas de envío normal en un intento por evitar congelarse. Se derramaron 10,8 millones de galones de petróleo (de un total de carga de 53 millones) en el medio marino, También se afectaron más de mil 100 kilómetros de costa no continua de Alaska. Agencias estatales y federales continúan supervisando los efectos de este vertido, que figura como el mayor derrame de petróleo en la historia de los Estados Unidos.

### ***Ixtoc I***

El pozo de exploración a 2 millas de profundidad, Ixtoc I, explotó el 3 de junio de 1979 en la Bahía de Campeche, frente a Ciudad del Carmen, México. Para cuando el pozo fue controlado, en marzo de 1980, se estima que 140 millones de galones de petróleo se habían derramado en la bahía. El derrame de Ixtoc I es actualmente número dos en la lista de los mayores derrames de petróleo de todos los tiempos.

### ***Júpiter***

El 16 de septiembre de 1990, el buque tanque *Júpiter* fue a descargar gasolina en una refinería en el río Saginaw, cerca de Bay City, Michigan, cuando se produjo un incendio a bordo del buque y explotó.

### ***Megaborg***

Este barco cisterna liberó 5,1 millones de galones de petróleo como resultado de un accidente de alijo y el posterior incendio. El incidente ocurrió 60 millas náuticas al sur-sureste de Galveston, Texas, el 8 de junio 1990.

## **4. Caso de impacto económico del petróleo en México**

Los precios del petróleo han experimentado una caída significativa en los últimos meses, pasando de niveles cercanos a los 110 dólares por barril en junio de 2014 —en el caso del crudo WTI— a niveles por debajo de 50 dólares por barril actualmente. En mi opinión, existen dos razones que han llevado a este descenso:

3. Por el lado de la oferta, el gran incremento de la producción de petróleo en Estados Unidos, en los últimos siete años, donde se producían poco más de cinco millones de barriles diarios (mbd) en 2005, y a finales del año pasado ya se producían cerca de 9 mbd.
4. Por el lado de la demanda, la fuerte desaceleración económica que ha registrado China, cuyas tasas de crecimiento en la actualidad oscilan alrededor de 7%, mientras que se ubicaban por arriba de 10% algunos años atrás.

Hacia adelante, desafortunadamente, parece que los bajos precios del petróleo, no aumentarán (por lo menos de manera pronta), debido principalmente a que estas dos características están lejos de cambiar en el corto plazo.

Ahora bien, vale preguntarse ¿cómo afecta esto a la economía mexicana? Ésta ya no está fundamentada en la producción petrolera. La producción de petróleo crudo y productos relacionados con el mismo representa menos de 10% del PIB (INEGI, 2016), y las exportaciones de petróleo crudo representan únicamente 13% de las exportaciones

totales. (INEGI, 2016). No obstante lo anterior, los menores precios sí plantean riesgos a la baja, particularmente en las finanzas públicas, donde la dependencia de los ingresos fiscales petroleros se encuentra actualmente cerca de 35% (INEGI, 2016). Sin embargo, el impacto de los menores precios del petróleo en las finanzas públicas está limitado, debido a una serie de mecanismos de absorción de choques y ciertas características con las que ahora cuenta la economía mexicana:

1. Programa de coberturas del gobierno. Por más de 10 años, el gobierno mexicano ha comprado coberturas para proteger los ingresos petroleros del país. En este contexto, para el año fiscal 2015 el gobierno cubrió los ingresos relacionados con el petróleo en su totalidad en 79 dólares por barril (INEGI, 2016), por lo que en este año no se tendrán que instrumentar ajustes al gasto público si los precios del petróleo continúan en niveles bajos.
2. El régimen de tipo de cambio de libre flotación. Históricamente se ha observado que la relación peso-dólar y los precios del petróleo tienen una correlación negativa. Los precios del petróleo normalmente caen, al mismo tiempo que la divisa mexicana se deprecia frente al dólar (BANCO DE MÉXICO, 2016). En este contexto, dado que los ingresos del gobierno que recibe de las exportaciones petroleras son expresados en pesos, una depreciación del peso ayuda a compensar parcialmente la caída en los precios del petróleo. En este contexto, si los precios del petróleo bajos “llegaron para quedarse”, es muy probable que el tipo de cambio continúe experimentando alta volatilidad.
3. Políticas domésticas en México sobre el precio de las gasolinas. Debido a la alta y positiva correlación entre los precios del petróleo y de la gasolina, los precios domésticos actuales de ésta se encuentran por arriba de los precios internacionales, por lo que el gobierno está recibiendo mayores ingresos de la venta local de gasolina, lo que ayuda a atenuar el impacto de la caída de los precios del petróleo, tanto fiscalmente como desde un punto de vista de la balanza comercial, donde no necesariamente crece el déficit.

En resumen, en el corto plazo el impacto de los precios del petróleo se ha observado en la reacción del tipo de cambio. En lo demás, la economía mexicana está “blindada”. No obstante, en el mediano plazo una reducción “permanente” en los

precios del petróleo podría llegar a tener un impacto negativo en los incentivos para invertir en los proyectos que están a punto de ser abiertos, producto de la reciente reforma energética.

## **Conclusiones**

Hoy en día las empresas dedicadas a la industria del petróleo ya sea extracción, refinamiento, tienen una mayor conciencia en cuanto al impacto ambiental que generan sus actividades, algo preocupante es que muchas veces la mayor parte de la utilidad económica que se genera de la actividad petrolera no se queda en el país de donde se extrae, por ejemplo el caso de Angola que se mencionó anteriormente, pues muchas veces no cuentan con sistemas políticos, económicos, así como el capital para desarrollar la cadena de producción del petróleo, que va desde la exploración hasta la venta de sus derivados, por lo tanto desde el punto de vista del medio ambiente, existe una tendencia de estos corporativos petroleros por, primeramente reconocer que existe un daño tanto al medio ambiente, que en algunos casos llega inclusive a afectar la salud de las personas que viven en estas comunidades, y en un segundo momento además de reconocer el impacto desfavorable que causan con sus prácticas, introducir sistemas de gestión ambiental que ayuden poco a poco a frenar estos daños que se causan al medio ambiente, para finalmente en algún futuro ojala no muy lejano se pueda mitigar el daño a los ecosistemas antes de que se convierta en un irreversible.

El darle mayor importancia a los estudios de impacto ambiental principalmente, y también a los estudios de impacto económico, y social ayudan a que la explotación de la industria petrolera se desarrolle en un clima de sustentabilidad, el punto de vista de la sustentabilidad corporativa que, es muy importante, pues a final de cuentas son las empresas quienes tienen el capital, y son las corporaciones quienes a final de cuentas tienen la capacidad de crear empresas sustentables, el objetivo de la sustentabilidad corporativa es crear valor a largo plazo, no sólo para la empresa, sino también para sus diferentes grupos de interés: empleados, clientes, inversionistas y las comunidades donde la empresa opera.

Los activos intangibles otorgan la mayor parte del valor a una empresa y gran parte de ellos pueden ser medidos por medio de indicadores de sustentabilidad, que integran no sólo la dimensión económica, sino también la ambiental y social. (Pérez, J. 2013)

Por ultimo Figarella, M (2006) hace una reflexión acerca del desarrollo sostenible, y sostiene que un fin primordial de este debe ser la erradicación de la pobreza, en el momento en el que en los estados exista una equitativa distribución de la riqueza, así como un medio ambiente óptimo y no contaminado habremos alcanzado un desarrollo sustentable, colocando a la gente como centro de desempeño, con privilegio

del alcance de las metas sociales frente a las metas económicas. Es un objetivo difícil más no imposible, lo cual se va a ir logrando en la medida que los estados comiencen a implementar una transición energética hacia el uso de las energías limpias y renovables.

### **Bibliografía consultada**

- Calvente, A. (2007). *El concepto moderno de sustentabilidad*. Marzo 27, 2016, de Universidad Abierta Interamericana Centro de Altos Estudios Globales Sitio web: <http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/sde/uais-sds-100-002%20-%20sustentabilidad.pdf>.
- Ramírez, A; Sánchez, J; García, A. (Julio-Diciembre 2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del centro de Investigación Universidad La Salle*, vol. 6, pp 55-59.
- Iñesta, J; García, P. (2002). *El Petróleo el recorrido de la energía*. Madrid: Comunidad de Madrid.
- Kraus, R. 2002. *Petróleo: Prospección y Perforación*. En Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo (3, 75.1-75.15) Ginebra: OIT.
- Chow, S. (1987). *Petroquímica y Sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Muciño, F. (2014). *Los Países más ricos en "oro negro"*. Marzo 27, 2016, de Forbes México Sitio web: <http://www.forbes.com.mx/los-paises-mas-ricos-en-oro-negro/>.
- Society of Petroleum Engineers. (2013). *Petróleo y Gas Natural*. Nueva York: DK Publishing, Inc.
- Bravo, E. (2007). *Impacto de la Explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad*. Marzo 27, 2016, de Fundación Regional de Asesoría en Derechos Humanos Sitio web: [http://www.inredh.org/archivos/documentos\\_ambiental/impactos\\_explotacion\\_petrolera\\_esp.pdf](http://www.inredh.org/archivos/documentos_ambiental/impactos_explotacion_petrolera_esp.pdf).
- INE & SEMARNAT. (2012). *La Evaluación del Impacto Ambiental*. México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Adenaeur, K.. (2013). *El Desafío del Desarrollo Sustentable en América Latina*. Rio de Janeiro: Konrad Adenaeur Stiftung.
- Quintana, D; Díaz, O; Salinas, G; Casas, M; Huitron, J; Beltrán, R; Guerrero, E. (2011). *Desarrollo Sustentable en el Contexto Actual*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Pedraza, M. M. (2015). La crisis petrolera y su impacto en los tres principales países productores. *Revista Análisis Internacional*, 6(1), 113-123.
- Rodríguez, J. L. G., Rodríguez, F. J. G., Gutiérrez, C. C., & Major, S. A. (2014). Petróleo, pobreza y medio ambiente en Angola. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (64), 101-126.

- Alfaro, J; Limón, B; Martínez, G; Tijerina, G. (2009). *Ambiente y Sustentabilidad Por una educación ambiental*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León
- Plitt, L. (2010). ¿Cuál es el verdadero impacto de un derrame de petróleo?. Marzo 29, 2016, de BBC Mundo Sitio web: [http://www.bbc.com/mundo/internacional/2010/04/100428\\_derrame\\_petroleo\\_claves\\_lp.shtml](http://www.bbc.com/mundo/internacional/2010/04/100428_derrame_petroleo_claves_lp.shtml).
- Pérez, J. (2012). Sustentabilidad Petrolera a nivel corporativo. Marzo 29, 2016, de energía a debate Sitio web: <http://energiaadebate.com/sustentabilidad-petrolera-a-nivel-corporativo/>.
- Ferrari, L. (2013). *Energía finita en un planeta finito*. Marzo 29, 2016, de Universidad Nacional Autónoma de México Sitio web: <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num9/art30/>.
- Figarella, M. E. (2006) ¿Podrá ser el petróleo la base del desarrollo sostenible en Venezuela? (tesis de maestría). Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
- Moliner, M. Diccionario de uso del español. Madrid: Gredos; 1988.
- Real Academia de la Lengua Española. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española. 21 ed. Madrid: Espasa Calpe; 1992.
- Lago Pérez L. Metodología general para la evaluación de impacto ambiental de proyectos. 1997. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos14/elimpacto-ambiental/elimpacto-ambiental.shtml#glo> [Consultado: 13 de noviembre del 2006].
- España, Ministerio de Asuntos Exteriores, Secretaría de Estado para la Cooperación Internacional y para Iberoamérica. Metodología de evaluación de la Cooperación Española. 2001. Disponible en: <http://www.mae.es/NR/rdonlyres/9C92457B-BF3D-4A6A-AD9D-D4DB9965B94F/0/MetodologiadeevaluaciónIcompleto.pdf> [Consultado: 3 de diciembre del 2006].
- Fernández Polcuch E. La medición del impacto social de la ciencia y la tecnología. 2000. Disponible en: <http://www.redhucyt.oas.org/ricyt/interior/biblioteca/polcuch.pdf> [Consulta do: 9 de noviembre del 2006].
- Thomas H. Suchanek. Oil Impacts on Marine Invertebrate Populations and Communities. *American Zoologist* 1993 33(6):510-523; doi:10.1093/icb/33.6.510.
- Jewett S.C., Dean T.A., Woodin B.R., Hoberg M.K., Stegeman J.J. Exposure to hydrocarbons 10 years after the Exxon Valdez oil spill: Evidence from cytochrome P4501A expression and biliary FACs in nearshore demersal fishes (2002) *Marine Environmental Research*, 54 (1), pp. 21-48.
- Apraiz I, Leoni G, David L, Persson JO, Cristobal S (2009) Proteomic Analysis of Mussels Exposed to Fresh and Weathered Prestige's Oil. *J Proteomics Bioinform* 2: 255-261. doi:10.4172/jpb.1000084.
- Centro de Derechos Económicos y Sociales (CDES). Violaciones de derechos en la Amazonía Ecuatoriana. *Hombre y Ambiente* 30. Abya-Yala, Quito 1994.

Rodríguez MA, Martínez MC, Martínez-Ruiz D, Paz-Giménez M, Menéndez M, Repetto M. Death following crude oil aspiration. *Journal of Forensic Science* 1991; 36 (4): 1240-1245.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), consultado en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=23824>.

Banco de México (BM), consultado en <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadroAnalitico&idCuadro=CA188&sector=1&locale=es>.