

**IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR VERTIMIENTOS DE
HIDROCARBUROS EN LA ZONA COSTERA DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

ANA ESTEFANI CORTÉS DE LA CRUZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN ANDRÉS DE TUMACO**

2018

**IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR VERTIMIENTOS DE
HIDROCARBUROS EN LA ZONA COSTERA DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

ANA ESTEFANI CORTÉS DE LA CRUZ

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroforestal -
Modalidad Monografía

ASESOR

M.Sc. JAVIER CEBALLOS FREIRE

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

INGENIERÍA AGROFORESTAL

SAN ANDRÉS DE TUMACO

2018

Contenido

	pág.
Introducción	12
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo general	13
1.2 Objetivos específicos	13
2. Marco Teórico	14
2.1 Marco conceptual	14
2.1.1 Hidrocarburos	14
2.1.1.1 Descomposición de los hidrocarburos	15
2.1.1.2 Manejo de hidrocarburos	16
2.1.1.3 Impactos ecológicos del hidrocarburo	18
2.1.1.4 Contaminación de la bahía por hidrocarburos	20
2.1.2 El petróleo	22
2.1.2.1 Biodegradación del petróleo	24
2.1.2.2 Petróleo e impacto ambiental	25
2.1.2.3 ¿Cuánto duran los impactos del petróleo en el ecosistema?	28
2.1.2.4 Efectos del petróleo sobre la salud humana	29
2.1.3 Vertimientos	32
2.1.4 Medio ambiente	36
2.1.4.1 ¿Qué es el impacto ambiental?.	37
2.1.4.2 ¿Qué es la evaluación de impacto ambiental?	37
2.1.4.3 Metodología para evaluar el impacto ambiental	38

2.1.4.4 ¿Qué se entiende por riesgo ambiental y social?	43
2.1.4.5 Metodologías utilizadas para la evaluación del riesgo	44
2.1.4.5.1 Aspectos a considerar en la selección de metodologías	45
2.1.5 Algunos elementos que causan contaminación	45
2.1.6 El manglar	49
2.1.7 Problemas ambientales o tensiones	50
2.1.8 Actividades realizadas lejos de la zona costera	50
2.2 Marco contextual	51
2.2.1 Municipio de San Andrés de Tumaco	51
2.2.2 Condiciones climáticas	53
2.2.3 Descripción y características de la población	56
2.2.4 Economía	57
2.2.5 Oceanografía	59
2.3 Antecedentes	61
2.3.1 Derrames de petróleo en el Pacífico colombiano	61
2.4 Marco normativo	67
3. Metodología	75
3.1 Proceso metodológico	75
4. Resultados y discusión	77
4.1 Impactos ambientales en la zona de derrame de hidrocarburos en la costa del Departamento de Nariño	77
4.2 Propuesta de mitigación, restauración o compensación que permitan ayudar a disminuir estos impactos generados en la zona costera del Departamento de Nariño	81

4.2.1 Metodologías usuales en la evaluación de impactos ambientales	83
4.2.2 Manejo ambiental que se le debe dar al medio físico biótico y social afectado	85
4.2.3 Indicadores para el control y seguimiento de los avances realizados en zonas de derrame.	88
5. Conclusiones	95
Referencias bibliográficas	101

Lista de figuras

	pág.
Figura 1. Contaminación de los manglares por hidrocarburos	29
Figura 2. Contaminación de especies marinas por hidrocarburos	32
Figura 3. Mapa Político de Nariño	52
Figura 4. Mapa de la zona urbana del municipio de Tumaco	52
Figura 5. Situación de riesgo por vertimientos de petróleo en los manglares	55
Figura 6. Proceso de hidrocarburos en el medio marino	77
Figura 7. Derrame de crudo	90
Figura 8. Acumulación de petróleo en zona rural de Tumaco	92

Lista de cuadros

	pág.
Cuadro 1. Clasificación geomorfológica	54
Cuadro 2. Caracterización de la población por sexo y edad	56
Cuadro 3. Normas que regulan la prevención de la contaminación	67
Cuadro 4. Impactos ambientales en la zona de derrame de hidrocarburos	77
Cuadro 5. Impactos ambientales más importantes en la zona del derrame de hidrocarburos	80
Cuadro 6. Propuesta de mitigación, restauración o compensación	81
Cuadro 7. Metodologías usuales en la evaluación de impactos ambientales	83
Cuadro 8. Manejo ambiental que se le debe dar a los medios afectados	85
Cuadro 9. Indicadores para control y actuación	88

Glosario

Amenaza: peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

Análisis y evaluación del riesgo: implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación.

Biodegradación: el derrame se elimina en última instancia cuando el petróleo se biodegrada. Los microbios que degradan el petróleo están presentes de forma natural en el entorno. El ritmo al cual los organismos degradan el petróleo depende de las propiedades del agua y del petróleo y de la actividad microbiana. Este proceso se prolonga durante escalas temporales de semanas a años.

Disolución: La disolución comienza inmediatamente y suele continuar durante el proceso de envejecimiento. La pérdida de productos de petróleo debido a la disolución es pequeña en comparación con otros procesos de envejecimiento. De hecho, en la columna de agua se disuelve

menos del 0.1% (petróleos muy pesados) o un 2% (gasolina). Sin embargo, los componentes del petróleo que se disuelven en la columna de agua son a menudo más tóxicos para el entorno.

Dispersión: las olas rompientes pueden dispersar pequeñas gotas de petróleo en la columna de agua. Si las gotas son lo suficientemente pequeñas (diámetros de menos de 50-70 micras), la turbulencia natural del agua impedirá que vuelvan a emerger, de la misma manera que las turbulencias del aire mantienen en suspensión las partículas de polvo. Las partículas más pequeñas que permanecen en la columna de agua se consideran dispersadas. La dispersión puede ser un mecanismo para eliminar el petróleo de la superficie del mar. La cantidad dispersada depende de las propiedades del petróleo (viscosidad y tensión superficial, en particular) y de las condiciones del mar. Los productos de petróleo de baja viscosidad, como gasolina y queroseno, tienen más tendencia a dispersarse en el mar debido al oleaje que los petróleos altamente viscosos como los crudos IFO 380 u Oficina pesado. Por tanto, las fracciones de gasolina o queroseno dispersas en mar gruesa pueden ser relativamente importantes. Un posible tratamiento de los derrames de petróleo consiste en rociar la mancha con dispersantes químicos. Los dispersantes químicos favorecen la dispersión natural disminuyendo la tensión superficial. En esta guía no se analiza el movimiento del petróleo por debajo de la superficie debido a las dificultades inherentes al desarrollo de análisis de trayectoria para petróleos dispersados.

Emulsificación: es probable que muchos crudos y algunos productos refinados alcancen durante su envejecimiento un punto en el que gotas de agua se mezclen con el petróleo, formando una emulsión de agua en petróleo o “mousse”. La capacidad de formar una emulsión dependerá de las condiciones del mar y de las propiedades químicas del petróleo. Por ejemplo, petróleos de alto contenido en ceras y asfalto, como el crudo Prudhoe Bay se emulsionan con facilidad en

presencia de oleaje rompiente. Una vez emulsionado, la viscosidad del petróleo puede aumentar de forma espectacular.

En general, los petróleos deben experimentar un cierto grado de envejecimiento antes de formar una emulsión. Aunque el inicio de la emulsificación puede retrasarse durante unos días, la emulsificación en sí puede completarse en unas horas. La emulsión puede contener de un 70 a un 90% de agua, por lo que el volumen combinado de petróleo y agua puede ser mucho mayor que el volumen del derrame original. Las emulsiones se clasifican a menudo con base a su estabilidad. En las emulsiones inestables, el agua y el petróleo se separan con facilidad en condiciones calmadas y temperaturas cálidas. En las emulsiones estables, el agua permanece en el petróleo durante semanas o meses.

Evaporación: la evaporación es uno de los mecanismos más importantes en la eliminación del petróleo. La cantidad evaporada depende principalmente de las propiedades del petróleo, la velocidad de los vientos y de la temperatura del agua. Generalmente, los productos refinados ligeros, como gasolina o combustible de aviación, se evaporan más rápidamente que productos más pesados como crudos pesados. Desde la mesa, puede observar que la mayor parte de la gasolina se evapora en el curso de unas pocas horas. Lago medio pesado y Prudhoe Bay son más persistentes en el entorno y poseen ritmos de evaporación más lentos, 38% y 28% respectivamente. Es de esperar que tras 120 horas gran parte del producto permanezca sobre la superficie del agua.

Fotooxidación: la luz solar altera las características físicas y químicas del petróleo derramado. Este proceso se limita a la superficie del petróleo, pudiendo resultar en una “piel” delgada y costrosa sobre manchas y bolas de alquitrán. Esta formación de “piel” limita la evaporación ya que los componentes más ligeros del petróleo no pueden difundirse a través de la

superficie de la mancha. La foto-oxidación puede incrementar la facilidad de emulsificación y se considera un proceso de envejecimiento a largo plazo con una duración de semanas a meses.

Sedimentación: la sedimentación se define como la adhesión de petróleo a partículas sólidas en la columna de agua. El petróleo puede adsorberse a sedimentos en la columna de agua para acabar depositándose en sedimentos del fondo. Aguas turbulentas con una alta carga de sedimentos ($\sim 500 \text{ g/m}^3$), como las de un río de caudal rápido y turbio, pueden transportar el petróleo a través de la columna de agua en cuestión de horas tras el vertido inicial. Aguas con menor carga de sedimentos ($< 5 \text{ g/m}^3$), como las de mar abierto, permiten al petróleo permanecer en la superficie durante más tiempo (semanas), extendiendo la mancha por un área más grande.

Introducción

La zona costera del Departamento de Nariño, se ha visto enfrentada a episodios de contaminación por hidrocarburos, los cuales afectan gravemente los ecosistemas de manglar generando impactos ambientales, algunas veces irreversibles sobre alguno de los componentes de este.

Debido a la importancia del manglar tanto a nivel ecológico, como para la comunidad que habita las zonas costeras y que extrae parte de su alimento de este ecosistema, se hace necesario conocer a fondo la dinámica del manglar para proponer acciones tendientes a disminuir, controlar o mitigar los impactos que pueda causar un derrame de hidrocarburos en estas áreas.

Para este fin se ha realizado la identificación y evaluación tanto cuantitativa como cualitativa, de los impactos ambientales que generaría un derrame de hidrocarburos sobre el área costera, por medio de la metodología de Calificación Ecológica. Así mismo se realizó la jerarquización de los impactos y se determinaron los principales programas que se deberían diseñar para atender los diferentes impactos.

Así este documento será una herramienta más para el control y manejo de los derrames de hidrocarburos en las zonas de manglar, específicamente el estero, ya que brinda diferentes herramientas y técnicas para la atención del derrame en cuanto a los daños que pueda generar sobre el ecosistema.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Identificar los impactos ambientales causados por derrames de hidrocarburos producto de los atentados e incidentes al Oleoducto Trasandino en zona costera del Departamento de Nariño.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar los impactos ambientales más importantes en la zona costera del Departamento de Nariño.
- Realizar una propuesta de mitigación y restauración de los ecosistemas afectados

Palabras claves

Impactos ambientales, vertimientos, hidrocarburos.

2. Marco Teórico

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Hidrocarburos. Son todos aquellos compuestos que resultan de la combinación de los elementos químicos carbono e hidrógeno. Los hidrocarburos surgen en la naturaleza y por ende son los principales compuestos de la química orgánica, siendo sus máximos representantes el petróleo (hidrocarburo en estado líquido) y el gas natural (hidrocarburo en estado gaseoso).

Estos compuestos se producen durante millones de años en la profundidad de la tierra y son provenientes de la descomposición de plantas y animales de épocas antiguas.

La mayoría de los hidrocarburos que se encuentran en nuestro planeta ocurren naturalmente en el petróleo crudo, donde la materia orgánica descompuesta proporcionó una abundancia de carbono e hidrógeno, los que pudieron catenarse para formar cadenas aparentemente ilimitadas.

Por otro lado, los hidrocarburos pueden salir al exterior (desde el interior de la tierra) de manera natural o a través de la explotación o perforación de sus yacimientos. Con el pasar de los años y con el surgimiento de la revolución industrial, los hidrocarburos tomaron muchísima importancia para el desarrollo económico, dado que una vez procesados, los mismos pueden dar origen a una gran cantidad de productos que son utilizados en la cotidianidad.

Por ejemplo, pueden ser transformados en combustibles para generar energía y/o tener un uso industrial, para la fabricación de diversos productos como asfalto, plásticos, cosméticos, lubricantes de vehículos, entre otros. Incluso, el gas en su forma natural es utilizado en el día a día de los seres humanos, para la utilización de las cocinas y así preparar alimentos.

Pero, a pesar de que los hidrocarburos se presentan como muy positivos, también tienen sus efectos negativos sobre el medio ambiente y los humanos. Los mismos pueden ocasionar

afecciones respiratorias, llegando a generar intoxicaciones graves. Además, en el caso del petróleo si éste es derramado por algún transporte marítimo o al ser explotado, al entrar en contacto con el agua produce la contaminación la misma (Pérez y Gardey, 2012)

2.1.1.1 Descomposición de los hidrocarburos. Las bacterias y hongos oxidadores de hidrocarburos son los principales agentes de la descomposición del petróleo y de sus derivados. Se ha demostrado que una gran variedad de bacterias (incluyendo cianobacterias), varios mohos y levaduras, así como determinadas algas verdes pueden oxidar dichas sustancias. Sin embargo, en ecosistemas acuáticos, las bacterias y las levaduras son los degradadores predominantes de hidrocarburos. Es muy frecuente la contaminación a pequeña escala por petróleo en ecosistemas acuáticos y terrestres debido a actividades humanas y a otras naturales. Por tanto, no es de extrañar que existan diversas comunidades microbianas capaces de utilizar hidrocarburos como donadores de electrones. El metano, el hidrocarburo más sencillo, es degradado por un grupo especializado de bacterias, las bacterias metanotróficas; pero estos microorganismos no oxidan hidrocarburos de mayor número de átomos de carbono.

Los microorganismos oxidadores de hidrocarburos desarrollan rápidamente sobre la superficie del petróleo. No obstante, los hidrocarburos alifáticos no son fermentables. Por tanto, para que se produzca una oxidación significativa de los hidrocarburos es necesaria la presencia de O_2 ; si el petróleo va a parar a sedimentos anóxicos, su descomposición será muy lenta y puede permanecer en el mismo lugar durante muchos años (los depósitos naturales de petróleo en ambientes anóxicos tienen millones de años de antigüedad).

Incluso en ambientes óxidos, los microorganismos oxidadores de hidrocarburos pueden actuar sólo si otras condiciones ambientales, como temperatura, pH y concentración de nutrientes inorgánicos, son las adecuadas. Dado que el petróleo es insoluble en agua y menos denso, flota y

forma manchas en su superficie. Las bacterias oxidadoras de hidrocarburos pueden atacar las gotículas insolubles de petróleo y a menudo pueden verse en grandes cantidades. La acción de dichas bacterias lleva a la descomposición del petróleo y a la dispersión de las gotículas.

2.1.1.2 Manejo de hidrocarburos. Entre las recomendaciones de la Defensoría para frenar la contaminación por derrames de petróleo y contrarrestar sus efectos, están:

- Investigar posibles efectos de hidrocarburos en el hombre, ya que muchos pescadores pueden estar ingiriendo pescado contaminado.
- Aplicar las tecnologías desarrolladas por el Instituto Colombiano de Petróleo para descontaminar las zonas afectadas. Según la Defensoría esta tecnología de punta no se usa sino en casos excepcionales.
- Desarrollar acciones preventivas, de seguimiento continuo y correctivo en las áreas críticas (básicamente cuencas de los ríos Magdalena, Arauca y Catatumbo, lo mismo que en las costas Pacífica y Atlántica). Hacer estudios detallados de suelos, agua, flora y fauna en esos ecosistemas.
- Revisar y adecuar los planes de mitigación establecida y por establecer para atender a las comunidades que se vean afectadas, no solo por la construcción de nuevos oleoductos sino por su operación.
- Invertir el dinero que la industria petrolera invierte en seguridad en programas que mejoren la calidad de vida de las comunidades y que subsanen el impacto social, ambiental y económico sobre estas.
- Crear un fondo estatal que se nutra con impuestos a la industria petrolera (por ejemplo, por barril producido) para fortalecer la capacidad de prevención, reacción y recuperación frente a las voladuras de oleoductos.

- Hacer un gran debate nacional sobre la seguridad de las instalaciones petroleras.
- Dar un manejo diferente a la contratación para la descontaminación (según la entidad el sistema mediante el cual la compañía petrolera contrata a un particular que a su vez contrata a personas de la comunidad no ha sido eficaz).
- Incluir en el manejo de cifras de la industria petrolera indicadores ambientales y socioeconómicos relacionados con las voladuras.
- Establecer la obligatoriedad de reportar cada vertimiento o derrame de hidrocarburo en forma inmediata. (Jiménez, 2006)

Las autoridades ambientales, le hacen seguimiento a los efectos de las voladuras. El Ministerio del Medio Ambiente, dijo que sí hay un permanente monitoreo; las voladuras sobrepasan a veces las capacidades pero hay plena conciencia de la necesidad de mejorar con el seguimiento a cada una de ellas. En muy corto tiempo ha habido un sinnúmero de voladuras. Se ha venido trabajando con Ecopetrol para pulir las medidas preventivas y analizar la reacción del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y de Ecopetrol para prevenir impactos.

Así mismo, reconoció que se ha apoyado en la mitigación de impactos de voladuras de petróleo y otras actividades, como la emergencia del río San Jorge. Sobre la necesidad de hacer estudios sobre los efectos del petróleo en los ecosistemas y el hombre, se dieron instrucciones a las entidades de investigación para que hagan un análisis más cuidadoso y conjuntamente con Ecopetrol se están revisando los planes de mitigación.

Con respecto al fondo propuesto por la Defensoría, hay mil ideas y todas se pueden trabajar. Ahora hay una dificultad por escasez de recursos y eso sería como un nuevo impuesto a las petroleras. Se deben dar mayores herramientas a corporaciones y oficinas de atención de

desastres. Con mayor presencia de las petroleras en inversión social en sus áreas de influencia, así se maximizaría la presencia de la sociedad en proteger los oleoductos.

2.1.1.3 Impactos ecológicos del hidrocarburo. Según IPIECA (2004), Asociación mundial del sector del petróleo y el gas, especializada en cuestiones medioambientales y sociales, el impacto ecológico inicial del hidrocarburo en el medio ambiente puede variar de mínimo, como un petróleo ligero en mar abierto, a significativo, como un crudo en el rico ecosistema de un manglar. Los factores que se deben considerar al evaluar los impactos ecológicos incluyen los siguientes:

- **Tipo de hidrocarburos:** es más probable que los hidrocarburos ligeros provoquen efectos tóxicos severos localizados a corto plazo. Los hidrocarburos pesados son generalmente menos tóxicos, pero pueden contaminar superficies de vastas áreas debido a su mayor persistencia y potencial de sofocación.

- **Carga de hidrocarburos:** los depósitos densos de hidrocarburos en las playas son propensos a asfixiar plantas y animales, y algunos tipos de hidrocarburos pueden formar placas persistentes de asfalto.

- **Factores geográficos:** es posible que el daño sea mayor en aguas someras, de baja energía y en costas protegidas, debido a que estas áreas generalmente tienen alta productividad y prolongados calendarios de limpieza natural.

- **Clima:** la velocidad del viento y la temperatura del agua afectan los cambios en la evaporación y la viscosidad del hidrocarburo y, a su vez, en su dispersabilidad y toxicidad.

- **Factores biológicos:** diferentes especies tienen diferentes niveles de sensibilidad, por ejemplo, muchas algas de la costa son relativamente tolerantes a los hidrocarburos, mientras que los manglares son especialmente sensibles.

- **Factores temporales:** la sensibilidad de las plantas y animales puede variar de acuerdo con la estación. Muchas especies de animales tienen períodos de apareamiento estacionales y son más sensibles a los hidrocarburos en etapas tempranas de la vida (por ejemplo, cuando son huevos o larvas, o huevos de aves y polluelos anidando). Los tiempos de recuperación de los ecosistemas pueden variar desde unos cuantos días hasta muchos años, y pueden no correlacionarse directamente con los calendarios; en algunos casos, la recuperación puede progresar incluso en la presencia de residuos de hidrocarburos.

De manera contraria, una zona de costa se puede dejar viéndose limpia, pero tener recursos biológicos reducidos debido a que el derrame de un producto ligero, ha causado efectos rápidos y tóxicos antes de evaporarse. En tal caso, el tiempo de recuperación será determinado por la tasa de migración desde las zonas no afectadas, el reclutamiento natural, el establecimiento y el crecimiento naturales.

Las formas en que el hidrocarburo puede afectar a diversos recursos medioambientales y ecológicos, y los factores que pueden influir en estos impactos, se describen en la Guía de buenas prácticas sobre ecología marina de IPIECA-IOGP (IPIECA-IOGP, 2015) y costas (IPIECA-IOGP, 2015a) y en el informe de IOGP-IPIECA JIP titulado Oil spill risk assessment and response planning for offshore installations, publicado en respuesta al impacto del Macondo en el Golfo de México en 2010 (IPIECA-IOGP, 2013).

- **Otros impactos ecológicos del hidrocarburo:** en jurisdicciones que toman en cuenta los impactos socioeconómicos, los factores que se deben considerar incluyen los siguientes:

- **Pérdida de la pesca comercial debido al riesgo de contaminar las embarcaciones y el equipo o el producto de la pesca:** los peces y mariscos se pueden contaminar y considerarse inadecuados para la venta si las sustancias derivadas de los hidrocarburos que son absorbidas por

los tejidos, les imparten olores y sabores desagradables. Se pueden decretar zonas de exclusión para la pesca hasta que las especies estén libres de contaminación. Es posible que los peces y mariscos cultivados en granjas, se tengan que eliminar si no alcanzan el mercado en el tiempo adecuado debido a la contaminación.

- Instalaciones de descanso y turísticas, incluidas las zonas de playas y parques costeros:

las marinas y embarcaderos ofrecen instalaciones para el uso de embarcaciones de recreo, y algunas actividades de pesca atienden el comercio turístico. Los hidrocarburos pueden ocasionar que estos recursos sean temporalmente inutilizables. Las marinas y los sitios basados en tierra podrían tener importancia cultural o histórica y se pueden ver afectados de diversas maneras. Estos sitios incluyen estructuras, monumentos y artefactos históricos. Si bien el derrame de hidrocarburos por sí mismo puede contaminar físicamente estos sitios y provocar daños, los impactos más significativos a menudo surgen de la alteración durante una respuesta.

- Instalaciones que dependen de tomas de agua: muchas industrias usan tomas de agua para enfriamiento u otros fines; algunos países dependen de entradas de agua para sus plantas de desalinación. Si se introducen hidrocarburos en esta toma de agua, pueden provocarse impactos negativos graves. Se puede minimizar la probabilidad de dichos impactos al colocar barreras alrededor de las tomas para evitar el hidrocarburo o diseñando tomas para operación submarina. Se ofrece orientación adicional acerca de los efectos socioeconómicos de los derrames de hidrocarburos en la Guía de buenas prácticas de IPIECA-IOGP para la evaluación y la compensación económica para derrames de hidrocarburos en el mar.(Ibid., IPIECA,2004)

2.1.1.4 Contaminación de la bahía de Tumaco por Hidrocarburos. Las características físicas y químicas del petróleo empiezan a modificarse casi en el mismo instante en que se produce su derrame en el medio marino, debido a fenómenos de evaporación, dispersión,

emulsificación, disolución, oxidación, sedimentación y biodegradación. Todos estos procesos interaccionan unos con los otros y se les denomina colectivamente envejecimiento del petróleo.

La contaminación marina relacionada con sustancias derivadas del petróleo no tiene origen exclusivo en las actividades petroleras, existe un aporte masivo y continuo que proviene de labores diversas, tales como: la pesca; el transporte marítimo y de cabotaje; las operaciones de limpieza de buques y los expendios de combustible a embarcaciones pequeñas, cuyo suministro se realiza a través de mangueras, sin llave de cierre al final; el vertimiento de los residuos del cambio de aceite y las latas de lubricante en lanchas, y el descargue de sentinas de los buques pequeños directamente al agua.

Dos puertos petroleros determinan la contaminación por hidrocarburos en el Pacífico colombiano, las zonas involucradas son Buenaventura, con actividades de importación de derivados del petróleo, donde se movilizan cerca de 50000 Ton de gasolina e hidrocarburos aromáticos, mensualmente; y Tumaco, donde se almacenan crudos procedentes de los yacimientos de Orito, en el interior del país, y de Ecuador. Sin embargo, la mayor carga proviene de las embarcaciones pesqueras, industriales y artesanales, que registran vertimientos diarios tanto de lavado de sentina como de la misma carga de combustible, lo cual constituye un factor crónico, exento de control y que cada vez se hace más evidente.

En estudios realizados por el CCCP y otras instituciones como la Universidad del Valle, se han encontrado niveles que no exceden los valores de referencia establecidos por la NOAA (1990); sin embargo, representan un problema de contaminación importante por su cronicidad, para toda la región.

“La dinámica oceánica proporciona un mecanismo de transporte para estas sustancias que se vuelve crítico en eventos extremos como los derrames. Tal es el caso

observado en el sector Vaquería de la bahía de Tumaco, donde, por efecto de las corrientes, el crudo procedente de un derrame acaecido el 3 de julio de 1998 en Esmeraldas, Ecuador, desplazó la mancha hacia este sector de la costa nariñense, registrando concentraciones de 3.69 $\mu\text{g/g}$, los cuales estuvieron muy próximos al valor de 3.9 $\mu\text{g/g}$ definido por la NOAA como ‘concentración alta’ para sedimentos.”(Tejada y Otros, 2003, p. 67-68).

2.1.2 El petróleo. El petróleo es una mezcla de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos insolubles en agua. También es conocido como oro negro, petróleo crudo o simplemente crudo. Aunque se desconocen los procesos químicos involucrados en su formación, se puede decir que se produce en el interior de la tierra, por transformación de la materia orgánica acumulada en sedimentos del pasado geológico y puede acumularse en trampas geológicas naturales, de donde se extrae mediante la perforación de pozos.

En condiciones normales de presión y temperatura, es un líquido bituminoso que puede presentar gran variación en diversos parámetros como olor y viscosidad (desde amarillentos y poco viscosos como la gasolina hasta líquidos negros, tan viscosos que apenas fluyen), densidad, capacidad calorífica, etc. Estas variaciones se deben a la diversidad de concentraciones de los hidrocarburos que componen la mezcla, esto hace que el petróleo de cada pozo o fuente sea distinto de otro.

Es un recurso no renovable y actualmente también es la principal fuente de energía y materia prima para la generación de una gran variedad de derivados, entre los que se incluyen la mayoría de los plásticos. El petróleo líquido puede presentarse asociado a capas de gas natural, en yacimientos que han estado enterrados durante millones de años, cubiertos por los estratos superiores de la corteza terrestre.

Debido a la importancia fundamental como materia prima, la venta del petróleo y sus derivados es un pilar fundamental del mercado mundial y la política exterior de varios países.

El petróleo es un líquido oleoso bituminoso (color oscuro) de origen natural compuesto por diferentes sustancias orgánicas (es una mezcla de hidrocarburos, aunque también suelen contener unos pocos compuestos de azufre y de oxígeno). También recibe los nombres de petróleo crudo, crudo petrolífero o simplemente "crudo". Aunque se trata de un líquido aceitoso de color oscuro, es considerado una roca sedimentaria. En una mezcla muy compleja de composición variable, de hidrocarburos, de muchos puntos de ebullición y estados sólido, líquido y gaseoso, que se disuelven unos en otros, para formar una solución de viscosidad variable.

En el petróleo natural, además de hidrocarburos, existen otros productos derivados de la clorofila y algunos elementos. Como consecuencia de la naturaleza de los compuestos orgánicos que lo forman, el petróleo presenta polarización rotatoria, lo cual revela claramente que se trata de un compuesto de origen orgánico, formado a partir de restos, animales y vegetales.

La composición química del petróleo es muy variable, hasta el punto de que los cuatro tipos fundamentales de hidrocarburos: parafinas (hidrocarburos saturados), olefinas (hidrocarburos insaturados), naftenos (hidrocarburos cíclicos saturados o cicloalcanos), e hidrocarburos aromáticos, no solamente son diferentes de un yacimiento a otro, sino también las diversas sustancias que es preciso eliminar más o menos completamente: gas, azufre (que junto con el sulfhídrico, mercaptanos y tioalcoholes pueden alcanzar un 3%), agua más o menos salada, compuestos oxigenados y nitrogenados, indicios o vestigios de metales etc. (Cruz, 2009)

El petróleo es de origen fósil, fruto de la transformación de materia orgánica procedente de zooplanton y algas que depositados en grandes cantidades en fondos de mares, o zonas

lacustres del pasado geológico, fueron posteriormente enterrados bajo pesadas capas de sedimentos.

Se originaron a partir de restos de plantas y microorganismos enterrados durante millones de años y sujetos a distintos procesos físicos y químicos. La transformación química (craqueo natural) debida al calor y a la presión, durante la diagénesis produce, en sucesivas etapas, desde betún a hidrocarburos cada vez más ligeros (líquidos y gaseosos). Estos productos ascienden hacia la superficie, por su menor densidad, gracias a la porosidad de las rocas sedimentarias. Cuando se dan las circunstancias geológicas que impiden dicho ascenso (trampas petrolíferas como rocas impermeables, estructuras anticlinales, etc.) se forman entonces los yacimientos petrolíferos (Cruz, et al, 2009).

2.1.2.1 Biodegradación del petróleo. La descomposición microbiana del petróleo y de sus derivados es de considerable importancia económica y ambiental. El petróleo es una rica fuente de materia orgánica, y los hidrocarburos que contiene son fácilmente atacables por diferentes microorganismos en condiciones aeróbicas. No resulta extraño, por tanto, que en contacto con el aire y la humedad sea atacado por los microorganismos. En determinadas circunstancias, como el almacenado en grandes tanques, el crecimiento microbiano no es deseable. Sin embargo, en otras situaciones, como cuando se produce algún vertido de petróleo, su utilización por los microorganismos es deseable e incluso puede ser estimulada añadiéndole nutrientes inorgánicos. El término biorremediación hace referencia a la eliminación del petróleo o de otros contaminantes mediante el uso de microorganismos. La importancia de la biorremediación para eliminar los vertidos de petróleo ha sido ampliamente demostrada en los últimos años en varios casos en que se produjeron vertidos considerables de crudo al mar (Cañaverl, 2015).

2.1.2.2 Petróleo e impacto ambiental. Para INVEMAR el petróleo natural, mejor conocido como petróleo crudo, es una mezcla compleja de miles de diferentes moléculas, que varía en composición en las diferentes partes del mundo y depende de la edad y las condiciones de su formación. El principal componente del petróleo son los **hidrocarburos**, que son moléculas compuestas de carbono e hidrógeno principalmente. Algunos petróleos crudos tienen hasta un 98% de hidrocarburos. Otros de los componentes son: azufre, nitrógeno, níquel, hierro, vanadio y oxígeno. El petróleo refinado son las fracciones que se obtienen al calentar el petróleo crudo.

Según IARC, 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 hidrocarburos del petróleo de mayor interés toxicológico son los compuestos volátiles orgánicos (principalmente benceno, tolueno y xileno) y los hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP). (IARC, 1989)

Desde el inicio de la actividad petrolera el medio, en el que ésta se ha desarrollado, se ha visto afectado por numerosas intervenciones que han dañado severamente el ambiente circundante. Las huellas más evidentes, las cuales podemos encontrar en todos los lugares del planeta en donde se ha explotado, frecuentemente han sido ocasionadas por accidentes en tanques de almacenamiento, en oleoductos o con los llamados super petroleros. Sin embargo los accidentes, aun siendo los acontecimientos que suelen alcanzar mayor notoriedad ante la opinión pública, no son las únicas fuentes de contaminación o degradación del medio, ni siquiera las más importantes.

Todas las actividades que están envueltas en la exploración y explotación del petróleo provocan impactos potencialmente negativos sobre el medio ambiente y sobre las personas que lo usan o que están en contacto con él. En ocasiones las operaciones normales de trabajo en una

explotación petrolera, tienen consecuencias muy perjudiciales, sus efectos son a mayor largo plazo y la magnitud que las catástrofes accidentales que puedan suceder (Invemar, 2004).

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% a descargas operacionales intencionales de los barcos, 12% ciento por derrames de buques y otro 36% por las descargas de aguas residuales. (Suchanek, 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:

- 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 fóticos: 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% 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. Estos lugares son utilizados por larvas de los peces como zonas de alimento mientras son adultos.
- El fitoplancton es a su vez el alimento del zooplanctón (que además de microorganismos está formado por larvas de peces, moluscos, crustáceos, etc.). 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: entre los efectos tóxicos que produce un derrame de petróleo, están:

- 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.
- 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.
- Las algas de los fondos y las orillas quedan cubiertas por una fina película aceitosa que dificulta la fotosíntesis y la reproducción.
- Los efectos subletales sobre los animales marinos pueden abarcar deformaciones, pérdida de fertilidad, reducción del nivel de eclosión de huevos, alteraciones en su comportamiento y gran cantidad de efectos derivados de la toxicidad del vertido.
- 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.

2.1.2.3 ¿Cuánto duran 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 Valdéz se demostró que, los peces, moluscos, bivalvos de los manglares y mejillones que se distribuían cerca de este derrame, todavía estaban expuestos a hidrocarburos residuales en el ambiente (Jewett y Otros, 2002).

Figura 1. Contaminación de los manglares por hidrocarburos



Fuente: CCCP 2017

Otro estudio realizado 17 años después detectó contaminación residual proveniente del mismo incidente (Apraiz, 2009).

2.1.2.4 Efectos del petróleo sobre la salud humana. Según el Centro de Derechos Económicos y Sociales (CDES), 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 (CDES, 1994).

Lo anterior deja claro, según Campbell y otros, que 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. (Campbell y Otros, 1993).

Así mismo, hay daños a la salud humana, porque la inhalación de aceites minerales puede llegar a causar una neumonía lipoidea y la muerte. (Rodríguez y Otros, 1991).

También, para Rodríguez y otros, es de particular preocupación, la exposición al benceno, tolueno y xileno. Altas concentraciones de benceno causan síntomas neurotóxicos y una prolongada exposición a niveles tóxicos puede causar lesión de la médula ósea con pancitopenia persistente. La pancitopenia es una enfermedad médica en la que hay una reducción en el número de glóbulos rojos, glóbulos blancos de la sangre, así como plaquetas. (Mc. Michael, 1988, pp. 3-18). El benceno es también una bien conocida causa de leucemia y probablemente de otros tumores hematológicos (Wong, 1987).

“Al igual que en el caso de otras mareas negras, los estudios que valoraron efectos sobre la salud de la exposición al hidrocarburo del Prestige se realizaron en la fase aguda y muestran fundamentalmente síntomas neurovegetativos, irritativos de piel y mucosas y respiratorios. Lo más destacable es el aumento de daño en el ADN. Los derrames de petróleo causan un gran impacto ambiental, provocando la muerte de las especies más sensibles (productores primarios). Sin embargo, el área afectada a lo largo del tiempo se recupera de forma natural. Este proceso puede tomar desde unas cuantas semanas, para las zonas de acantilados, donde la acción de las olas favorece la desaparición del contaminante, hasta varios años, como ocurre en fondos blandos donde el crudo persiste y es fuertemente retenido por el sedimento.”(The International Tankers Owners Pollution Federation Ltda. 1987).

Como lo dicho anteriormente, el petróleo en el mar no se le atribuye solamente a los vertidos accidentales, que sólo responden al 10% del petróleo total. Existen otras fuentes que juntas atribuyen mucho más; como por ejemplo la filtración natural, las refinerías de petróleo situadas en la costa o por los desechos de millones de barcos que recorren diariamente los mares y que no tuvieron accidentes de ningún tipo. El petróleo vertido en el medio marino provoca lo que se conoce como "marea negra", que es una masa espesa que flota en la superficie del agua. Esta masa, una vez en el agua, se degrada por procesos físicos, químicos y biológicos. La evaporación se produce rápidamente, los compuestos volátiles se evaporan en unas 24 horas (Wong, 1988).

Las manchas de petróleo ligero pueden perder hasta un 50% en cuestión de horas. Las fracciones remanentes del petróleo, es decir las más pesadas, se dispersan en el agua en forma de pequeñas gotas, que terminan siendo descompuestas por bacterias y otros microorganismos. La velocidad a la que se producen los procesos mencionados arriba dependerá del clima, el estado

del mar y el tipo de petróleo. La contaminación también puede ser muy perjudicial para la economía del lugar. Por ejemplo las playas contaminadas por petróleo causan serios problemas económicos a los habitantes de las costas porque pierden ingresos por la actividad pesquera y la turística, y además requieren de al menos un año para su recuperación, cuando tienen corrientes y olas fuertes, pero las playas que no tienen estas características tardan varios años en recuperarse. (Austin y Otros, 1988).

Figura 2. Contaminación de especies marinas por derrame de petróleo crudo



Fuente: CCCP 2017

2.1.3 Vertimientos. (Derrame) Principalmente en petróleos, es la descarga de cualquier cantidad de material o sustancias ofensivas a la salud pública.

Según un reciente informe de la Defensoría, el petróleo derramado en Colombia es 11 veces más que el que se derramó en 1989 en la tragedia del buque petrolero Exxon Valdez, en Alaska, considerada el mayor incidente de contaminación por petróleo en el mundo y cuyo impacto ambiental aún no ha sido superado.

Aunque también ha habido derrames accidentales de petróleo en el país, la mayoría corresponde a las voladuras de oleoductos por parte de la guerrilla. El impacto de las voladuras entre 1986 y 1996 fue de 636 en total. Según la Defensoría, en los principales oleoductos del país

el mayor número de voladuras son hechas por el ELN, seguido por las FARC, grupos desconocidos y la coordinadora guerrillera Simón Bolívar.

De acuerdo con Marco Tulio Restrepo, coordinador de seguridad de Ecopetrol, de cada 100 barriles de crudo, derramado como consecuencia de los atentados solamente se recuperan entre 25 y 30.

Sólo en el caso del oleoducto Caño Limón - Coveñas hoy hay regados aproximadamente 1.000.000 de barriles que están contaminando terrenos, ríos, ciénagas y humedales. Algunos casos, aunque en Colombia se conoce poco sobre las consecuencias que esto tiene para la vida del hombre, la fauna y la flora, estas son incalculables.

Existen diversos ejemplos de vertimientos con las debidas consecuencias: el de la quebrada La Gritona, en el municipio de Cubará, Boyacá, donde en octubre del año pasado, la Defensoría comprobó la contaminación de sus aguas. El crudo derramado allí en septiembre, por una voladura del oleoducto Caño Limón - Coveñas, puso en peligro a los habitantes del pueblo, (el agua de la quebrada surte al acueducto de la vereda Bojabá). Además el terreno arenoso hizo que el crudo se infiltrara y llegara hasta las aguas subterráneas. Para huir del petróleo que baja por la quebrada, los peces de esta se concentraron en la bocatoma que lleva el agua al acueducto. La Defensoría comentó que se asume que se presentará una mortalidad alta de peces, debido a que el crudo seguía bajando.

En la Quebrada El Carmen, en Norte de Santander, pasados cuatro meses después de la voladura del oleoducto Caño Limón - Coveñas que produjo un derrame de petróleo en junio de 1996, todavía se encontraban manchas de petróleo en la superficie.

En el caso de Desolación negra, gran parte de las actividades de exploración, producción y transporte de hidrocarburos se hace en zonas frágiles y de abundante biodiversidad (variedad de

especies animales y vegetales), como el piedemonte de la cordillera Oriental y la cuenca del río Magdalena.

Muchas de las personas que habitan estas regiones viven directamente de sus recursos naturales. Cuando ocurre un derrame de petróleo los animales mueren. Para descontaminar el sitio es necesario remover la vegetación y la parte del suelo que entró en contacto con el petróleo, que es generalmente la parte orgánica (donde se encuentran los microorganismos que fertilizan el suelo).

Las personas que vivían de la caza, la pesca o la agricultura se quedan sin su principal sustento y tienen que abandonar la tierra para sobrevivir. Esto ocurrió cerca a la quebrada La Escuela, en Antioquia, donde en 1992 se presentó un derrame de petróleo. Hoy la zona de la quebrada está totalmente contaminada y abandonada.

En términos generales, dice la Defensoría, no se hace seguimiento de los problemas de contaminación. Incluso meses después de algunas voladuras, en las épocas de lluvia el petróleo supuestamente controlado vuelve a salir a la superficie.

En su informe, la Defensoría recalca que las actividades bélicas que en el Derecho Internacional Humanitario, se prohíbe combatir empleando métodos que atenten contra el medio ambiente y la población civil, como la voladura de oleoductos, y hace un llamado para que la guerrilla cese las voladuras de oleoductos: una importante contribución para la paz del país sería el cese inmediato de la voladura de oleoductos como un acto unilateral.

Según la Defensoría el Ministerio del Medio Ambiente y las corporaciones no han asumido posición alguna frente a estos graves impactos generados por la voladura de oleoductos... no realizan ningún tipo de investigación, monitoreo, seguimiento, ni actúan para buscar la

recuperación de los suelos, fauna y vegetación... no realizan inventarios de recursos ambientales afectados, ni planes para su recuperación (Cruz, 2009).

Además afirmó que la industria petrolera no ha hecho seguimiento de los daños ocasionados por los derrames de petróleo ocasionados por las voladuras de oleoductos, ni ha adelantado actividades de recuperación, salvo casos excepcionales. Según la entidad, por ejemplo, la avanzada tecnología de descontaminación desarrollada por el Instituto Colombiano de Petróleo (ICP) no se aplica en los sitios donde ha habido derrames, con excepción de la Ciénaga de Zapatosa.

Posición de la industria Alejandro Martínez, presidente de la Asociación Colombiana de Petróleo, gremio que agrupa a la industria petrolera en Colombia, rechazó la propuesta de la Defensoría de desplazar los costos en seguridad a costos en inversión social. Eso parte de la premisa falsa de que la seguridad y la atención a los derrames, son excluyentes, pero en realidad traería más atentados dijo.

Sobre la creación del fondo afirmó: Eso sería más impuestos para el tema del medio ambiente. El sector ya está pagando una plata para eso con su contribución al Fondo Nacional de Regalías. Parte de los recursos de ese fondo deben destinarse a proyectos ambientales. Allí está la plata, el problema no es de dinero, sino de gestión.

En el caso de los vertimientos en Tumaco, con respecto a la afirmación de la Defensoría según la cual la industria petrolera no hace seguimiento a los derrames: Bajo la coordinación de la Dirección General Marítima de la Armada Nacional (Dimar) y la Oficina de Atención de Desastres se trabajó por más de un año con Ecopetrol en un Plan Nacional de contingencias por derrames de petróleo. Este año, ya se entró en la fase de implementación. El Plan unifica las competencias de todas las entidades.

Así mismo afirmó, que el ICP ha venido desarrollando actividades de descontaminación, en la medida de sus posibilidades físicas, pero los resultados no se obtienen de un día para otro y no puede hacerlo en todo el país. El primer paso del convenio de producción limpia que se firmó con el Ministerio del Medio Ambiente, es hacer un análisis de todas las evaluaciones ambientales para detectar los problemas críticos y diseñar un plan para atender las prioridades.

2.1.4 Medio ambiente. La comunidad de Tumaco, históricamente ha vivido un proceso caracterizado por frecuentes e intensos cambios en la fisonomía económica, política y social de la región a partir de la intervención de agentes externos, nacionales e internacionales, interesados en la explotación de sus recursos.

En esa historia de permanencia territorial, sus prácticas culturales tradicionales expresan la relación que mantienen esos diversos grupos humanos con su entorno. Las prácticas tradicionales de producción han permitido a los pobladores negros enfrentarse a las condiciones cambiantes del medio con cierto éxito, quizás porque se desarrollaron en condiciones en las cuales no estaba presente un marcado interés por la acumulación, lo cual permitía un ahorro ecosistémico acorde con las condiciones de un medio pobre desde el punto de vista agropecuario, favorecido además con un prolijo calendario de festividades.

La movilidad constituye una de las características más importantes de las comunidades y poblaciones costeras del Pacífico. Caseríos enteros mantienen una conformación adulta de sus poblaciones; los jóvenes emigran con mucha facilidad hacia los centros urbanos, atraídos por nuevas oportunidades laborales y/o de estudio. (Sánchez, 1998)

De otra parte, numerosos grupos de pobladores negros y mestizos vienen siendo desplazados de sus comunidades de origen a causa de violencia política y social que se libra en las zonas rurales de nuestro país.

2.1.4.1 ¿Qué es el impacto ambiental?. Según Cabrera, podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Sin embargo, aclara además, que debe quedar explícito, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Las acciones humanas afectan de manera ostensible a multitud de ecosistemas, modificando con ello la evolución natural del planeta (Cabrera Luna, 1996).

2.1.4.2 ¿Qué es la Evaluación de Impacto Ambiental?. Según el IDEAM, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento jurídico-técnico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado; así como la prevención, corrección y valoración de los mismos. Todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones públicas competentes. (Ideam, 2015).

La Asociación mundial del sector del petróleo y el gas especializada en cuestiones medioambientales y sociales –IPIECA-, (2004) desde otra definición la considera como el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad, causa sobre el medio ambiente.

Los proyectos sujetos a EIA pueden ser, por ejemplo, la construcción de una represa hidroeléctrica, un puente o una fábrica; la irrigación de un gran valle; el desarrollo de una zona portuaria; el establecimiento de un área protegida o la construcción de un nuevo complejo de viviendas.

El informe de la EIA identifica los problemas ambientales potenciales y las medidas para reducir los efectos ambientales adversos del proyecto. Los objetivos generales de la EIA son dos:

- Proveer a los niveles decisores, información sobre los efectos ambientales del proyecto propuesto, para evaluar las distintas opciones sobre su ejecución.
- Producir, en la medida de lo posible, proyectos adecuados ambientalmente.

2.1.4.3 Metodología para evaluar el impacto ambiental. La metodología respecto de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) depende directamente del tipo de proyecto sobre el que se va a aplicar, de las características ambientales del lugar de implantación del proyecto y de la intensidad y extensión de los posibles impactos generados. Existiendo una serie de lineamientos básicos, una Evaluación de Impacto Ambiental suele girar en torno a las siguientes tres etapas:

- La primera consiste en predecir e identificar las alteraciones producidas por el proyecto, incluso identificar la relación causal de cada posible alteración, el análisis de los objetivos y acciones susceptibles de producir impacto, así como la definición de diagnóstico del entorno. Este diagnóstico comprende la visualización de elementos capaces de ser modificados, el inventario de estos elementos y la valoración del inventario.
- La segunda etapa consiste en la identificación y predicción de los impactos ambientales. Si existe más de una alternativa de proyecto, se deberá hacer la valoración de impactos para cada una de ellas, lo que posteriormente hará posible una comparación de dichas alternativas, así como la selección de la más adecuada. En esta etapa se predice o calcula la magnitud de los Indicadores de Impacto.
- La última etapa comprenderá la interpretación de los IA y la selección de medidas correctivas y de mitigación, la definición de impactos residuales después de aplicar esas medidas, el

programa de vigilancia y control de alteraciones y, en caso de que sean necesarios, los estudios complementarios así como el plan de abandono y recuperación. (Ipieca, 2004)

Por lo tanto, puede decirse que para evaluar los impactos ambientales que puedan afectar un entorno, existen varias metodologías que conllevan a obtener resultados en tiempo real del daño que pueda ocasionar un proyecto con sus actividades. Sin embargo muchas de estas metodologías están enmarcadas para proyectos específicos, por lo cual se debe estudiar detalladamente la que aplique y mejor se ajuste a los requerimientos del estudio que se esté realizando, y en caso de que no cubra todas sus necesidades se debe crear una nueva metodología que cumplan con las expectativas deseadas. A continuación se hace una breve descripción de los métodos más comunes utilizados para la evaluación de impactos ambientales de un proyecto, y de los parámetros para la selección de la metodología más adecuada.

- **Metodologías más utilizadas en la Evaluación de Impacto Ambiental – EIA:** Algunas de las principales metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales aplicables al presente estudio, son:
- **Metodologías AD HOC (Panel de Expertos):** La metodología AD HOC brinda criterios para la evaluación de impactos ambientales, ya que su técnica consiste principalmente en la consulta a expertos para:
 - Identificar impactos de acuerdo al área de conocimiento del experto, y las influencias que puedan tener estos impactos sobre el ambiente.
 - Fijar las medidas correctivas al punto anterior.
 - Dar asesoría en la implementación de procedimientos de seguimiento y control a los impactos generados por un proyecto. Esta metodología depende principalmente del grado de conocimiento, experiencia y disponibilidad de los expertos que participen en la consulta.

Una de las desventajas de este método es que los equipos de expertos deben ser formados para cada proyecto en específico, por lo cual se deben formar equipos para cada una de las áreas que se desean evaluar (Conesa, 2015, p. 27). Su ventaja es que se trata de métodos fáciles y rápidos de llevar a campo, y sobre todo, la adaptabilidad que se le da a las necesidades del proyecto (Mijangos y López, 2015).

- **Método de Leopold:** la metodología de Leopold se trata de una matriz que presenta en las columnas de la tabla las acciones del proyecto y, en las filas los factores del medio en estudio y las características de la zona. Esta matriz es uno de los métodos más utilizados en los EIA, generalmente en cualquier tipo de proyecto. Está limitada a un listado de 100 acciones que pueden causar impacto al ambiente representadas por columnas y 88 características y condiciones ambientales representadas por filas, lo que significa un total de 8.800 posibles interacciones, aunque en la práctica no todas son consideradas.

La evaluación con esta metodología permite analizar los impactos con la utilización de una escala numérica, compara alternativas, identifica las acciones de un proyecto que causen impactos en el entorno de menor o mayor importancia y magnitud. Su desventaja principal es que su evaluación es subjetiva y además no considera los impactos indirectos de un proyecto.

Las principales características de este método son las siguientes:

- Identificación de las acciones de un proyecto que impactan los componentes del medio ambiental afectado.
- Evaluación de la magnitud del impacto, en una escala de 1 a 10, siendo el signo (+) un impacto positivo y el signo (-) un impacto negativo.

- Evaluación subjetiva de la importancia o intensidad del impacto, en una escala de 1 a 10.

Ambos valores se colocan en las casillas correspondientes, en la parte superior izquierda o inferior derecha respectivamente.

- La matriz de Leopold, es un método económico que permite identificar los posibles impactos de un proyecto a partir de una visión de todas las interacciones posibles con los factores del medio ambiente. Estas matrices son de utilidad para la comunicación de los impactos detectados.

Esta metodología tiene numerosas ventajas, sin embargo no se evita la subjetividad a la hora de evaluar impactos con este método ya que no permite visualizar las interacciones de un factor afectado sobre otros factores. (Mijangos y López, 2015)

- **Métodos Cartográficos:** Según Conesa, este método se trata de la elaboración de mapas con la ayuda de superposición de transparencias, los cuales muestran los impactos obtenidos previamente de un método matricial y de acuerdo al color de la zona se evidencia la severidad de los impactos que no son deseables en un proyecto. “Para esto se utilizan fotografías aéreas de la zona, la opinión de expertos, inspecciones visuales del terreno, topografía de la zona, estudios realizados anteriormente, herramientas computacionales como el SIG, SIGOT, Google Maps, etc.”(p. 24)

“Los métodos cartográficos son utilizados principalmente cuando se desea obtener el nivel de impacto de un proyecto con relación a la afectación de infraestructura existente, actividad socioeconómica, indicadores de salud, y otros factores que no se puedan medir solamente por métodos matriciales.” (Op. Cit. Mijangos)

- **Listados de Chequeo:** las listas de chequeo deben contener las condiciones físicas, químicas, biológicas y factores culturales que se desean evaluar en un entorno, y consisten en una

lista de factores ambientales que son potencialmente afectados por la acción del hombre. En estas se pueden identificar las posibles consecuencias de las acciones propuestas, sin que se deje por fuera información relevante e importante para la evaluación de impactos. Las listas de chequeo más utilizadas son los listados simples que contienen solo una lista de factores; listados descriptivos que brindan información sobre los factores evaluados como por ejemplo posibles medidas de mitigación a los impactos presentados; y los cuestionarios que se trata de un conjunto de preguntas sobre las categorías de los factores ambientales que analizándolas se obtiene una idea cualitativa de la importancia de un impacto ya sea negativo o positivo.

Las ventajas de utilizar listas de chequeo es que es uno de los primeros pasos para formular un Estudio de Impacto Ambiental-EIA, además asegura que ningún factor relevante quede por fuera de estudio o sea omitido en su análisis. Sus principales desventajas consisten en que son métodos rígidos, no idéntica impactos indirectos en el entorno, no se puede establecer un orden de importancia de los impactos detectados, no ofrece información sobre localización del impacto y no se establece un indicador de ocurrencia del impacto, entre otras. (CONESA, Op. cit., p. 24).

- **Diagramas de Flujo:** Los Diagramas de Flujo son utilizados para establecer relaciones de causa entre la acción propuesta y el entorno afectado. Su principal ventaja es que se trata de un método fácil de construir, sin embargo no facilita la cuantificación de impactos y se limitan a mostrar las relaciones causa-efecto. “Los diagramas de flujo no se deben usar como una única alternativa para evaluar los impactos de un proyecto, éstas deben complementar otra metodología ya sea matricial o cuantitativa” (Migangos, Op. cit., 2015).

- **Redes:** La metodología de redes se trata de una ampliación de los diagramas de flujo incorporando evaluación de impactos de un proyecto a largo plazo. “Los componentes ambientales se interconectan y los impactos se ordenan por jerarquía. Esta metodología se utiliza

para identificar impactos indirectos sobre el medio y para identificar interacciones en proyectos complejos. Su principal desventaja es que no proporcionan criterios para decidir la importancia de los impactos” (Migangos, Op. cit., 2015).

- **Método de Batelle:** esta metodología es utilizada generalmente para evaluar los impactos en proyectos de recursos hídricos, aunque recientemente también se ha ido ampliando su aplicabilidad para utilizarla en otros proyectos. Se trata de una lista de verificación con escalas de evaluación numérica que contempla la descripción de los factores ambientales, la ponderación valórica de cada aspecto y la asignación de unidades de importancia. La metodología tiene 4 niveles de evaluación:

- General: que evalúa las categorías ambientales,
- Intermedio: evaluando componentes ambientales,
- Específico evaluando parámetros ambientales y
- Muy específicos que ya se trata de las medidas ambientales.

Las ventajas de esta metodología son principalmente que los resultados obtenidos son cuantitativos y pueden compararse con los de otros proyectos, induce a la toma de decisión, y se puede apreciar la degradación del medio como resultado del proyecto. Sus desventajas resumen que los índices de calidad ambiental son los desarrollados para proyectos hidráulicos y requiere adaptabilidad para otro tipo de proyectos; adicionalmente, “la lista de indicadores es limitada y no toma en cuenta las relaciones entre componentes ambientales y las interacciones causa-efecto, por lo que se puede concluir que esta metodología es rígida”. (Migangos, et al, 2015).

2.1.4.4 ¿Qué se entiende por riesgo ambiental y social?. De acuerdo con lo establecido en la Ley No. 1523 del 24 de abril de 2012 - Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, el riesgo corresponde a los daños que podrían ocasionarse por eventos peligrosos, ya sea por causas

naturales, intervención del hombre en el medio ambiente, factores tecnológicos o biosanitarios en un determinado tiempo, y que además puedan afectar al medio ambiente y al ser humano directa y/o indirectamente.

Esto significa que “el riesgo social y ambiental depende de las condiciones del entorno que rodean al ser humano. La contaminación ambiental, las condiciones económicas, la falta de acceso a la educación, la problemática social, el desarrollo de la industria y la política son algunas de las circunstancias que pueden generar riesgo” (Congreso de Colombia, 2012).

Los riesgos ambientales y sociales son todos aquellos factores que puedan causar impactos negativos en hábitats naturales, representar desplazamiento de comunidades, impacto en los derechos humanos, “producir grandes cantidades de gases de efecto invernadero, afectar negativamente los derechos, tierras, recursos y territorios de pueblos indígenas, entre otros.”(PNUD, 2015).

Los riesgos ambientales y sociales son todos aquellos factores que puedan causar impactos negativos en hábitats naturales, representar desplazamiento de comunidades, impacto en los derechos humanos, “producir grandes cantidades de gases de efecto invernadero, afectar negativamente los derechos, tierras, recursos y territorios de pueblos indígenas, entre otros”. (PNUD, 2015).

2.1.4.5 Metodologías utilizadas para la evaluación del riesgo. Para evaluar los impactos ambientales que puedan afectar un entorno, existen varias metodologías que conllevan a obtener resultados en tiempo real del daño que pueda ocasionar un proyecto con sus actividades. Sin embargo, muchas de estas metodologías están enmarcadas para proyectos específicos, por lo cual se debe estudiar detalladamente la que aplique y mejor se ajuste a los requerimientos del estudio

que se esté realizando, y en caso de que no cubra todas sus necesidades se debe crear una nueva metodología que cumplan con las expectativas deseadas.

2.1.4.5.1 Aspectos a considerar en la selección de metodologías. Las metodologías de evaluación de Impactos Ambientales - EIA - deben ser generales y adecuadas al proyecto que se esté estudiando, con el fin de identificar y valorar los impactos ambientales generados en un entorno, ya sean positivos o negativos sobre una serie de actividades generadas por la acción del hombre en una zona determinada. Se debe considerar además, que las metodologías pueden aplicar a diferentes etapas de los Estudios de Impacto Ambiental. El primer paso para establecer una metodología es identificar la zona de estudio y tener una idea de la magnitud del impacto que se podría generar, lo cual permitirá tener un punto de inicio para determinar los factores más afectados. “Cualquiera de los métodos que se vayan a aplicar, o incluso la creación de una nueva metodología, debe incluir en su objetivo principal la atención de los factores ambientales y sociales, para observar detalladamente las evoluciones que tengan dichos factores con la ejecución del proyecto, y de esta forma actuar de forma inmediata sobre aquellos factores que no se tuvieron en cuenta inicialmente al realizar el estudio” (Conesa, 1993)

2.1.5 Algunos elementos que causan contaminación. En la naturaleza existen algunos elementos que debido a su estructura o en combinación con otros en forma de compuestos, son perjudiciales al hombre, ya que son agentes contaminadores del medio ambiente; en especial del aire, agua y suelo, o bien, porque ocasionan daños irreversibles al ser humano, como la muerte. Algunos de estos elementos son:

Aluminio (Al): es un metal ligero, resistente a la corrosión y al impacto, se puede laminar e hilar, por lo que se le emplea en construcción, en partes de vehículos, de aviones y en artículos domésticos. Se le extrae de la bauxita.

Antimonio (Sb) y textiles: se emplea en aleaciones, metal de imprenta, baterías, cerámica. El principal daño que provoca es el envenenamiento por ingestión o inhalación de vapores, principalmente por un gas llamado estibina SbH_3 .

Arsénico (As) medicamentos y vidrio: se emplea en venenos para hormigas, insecticidas, pinturas, vidrio: se emplea en venenos para hormigas, insecticidas, pinturas. Es uno de los elementos más venenosos que hay, así como todos los compuestos.

Azufre (S): no metal, sólido, de color amarillo, se encuentra en yacimientos volcánicos y aguas sulfuradas. Se emplea en la elaboración de fertilizantes, medicamentos, insecticidas, productos químicos y petroquímicos.

Principalmente son óxidos SO_2 y SO_3 contaminan el aire y con agua, producen la **lluvia ácida**. Sustancias tales como derivados clorados de azufre, sulfatos y ácidos, son corrosivos. El gas H_2S es sumamente tóxico y contamina el aire. El azufre es empleado en algunos medicamentos para la piel.

Bromo (Br): Sus vapores contaminan el aire, además sus compuestos derivados son lacrimógenos y venenosos.

Cadmio (Cd): Metal tóxico que se origina en la refinación del zinc; también proviene de operaciones de electro deposición y por tanto contamina el aire y el agua. Contenido en algunos fertilizantes, contamina el suelo.

Cloro (Cl): sus vapores contaminan el aire y son corrosivos, se le emplea en forma de cloratos para blanquear la ropa, para lavados bucales y fabricación de cerillos. Los cloratos son solubles en agua y la contaminan, además de formar mezclas explosivas con compuestos orgánicos. Los vapores de compuestos orgánicos clorados como insecticidas, anestésicos y solventes dañan el hígado y el cerebro. Algunos medicamentos que contienen cloro afectan el Sistema nervioso.

Cobalto (Co): es un metal de color blanco que se emplea en la elaboración de aceros especiales debido a su alta resistencia al calor, corrosión y fricción. Se emplea en herramientas mecánicas de alta velocidad, imanes y motores. En forma de polvo se emplea como pigmento azul para el vidrio. Es catalizador.

Cobre (Cu): es un metal de color rojo que se carbonata al aire húmedo y se pone verde, conocido desde la antigüedad. Se emplea principalmente como conductor eléctrico, también para hacer monedas y en aleaciones como el latón y el bronce.

Cromo (Cr): el cromo y sus compuestos son perjudiciales al organismo, pues destruyen todas las células. Se le emplea en síntesis orgánicas y en la industria del acero. Cualquier cromato soluble contamina el agua.

Flúor (F): este no metal está contenido en la fluorita CaF_2 en forma de vetas encajonadas en calizas. La fluorita se emplea como fundente en hornos metalúrgicos. Para obtener HF , NH_4F y grabar el vidrio; también en la industria química, cerámica y potabilización del agua.

Fósforo (P): elemento no metálico que se encuentra en la roca fosfórica que contiene P_2O_5 , en la fosforita $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Los huesos y dientes contienen este elemento. Tiene aplicaciones para la elaboración de detergentes, plásticos, lacas, pinturas, alimentos para ganado y aves.

Hierro (Fe): metal dúctil, maleable de color gris negruzco, se oxida al contacto con el aire húmedo. Se extrae de minerales como la hematina, limonita, pirita, magnetita y siderita. Se le emplea en la industria, arte y medicina. Para fabricar acero, cemento, fundiciones de metales no ferrosos nuestra sangre lo contiene en la hemoglobina.

Magnesio (Mn): se emplea en la manufactura de acero y de pilas secas. La inhalación de polvos y humos conteniendo magnesio causa envenenamiento. También contamina el agua y atrofia el cerebro.

Mercurio (Hg): Metal líquido a temperatura ambiente, de color blanco, brillante, resistente a la corrosión y buen conductor eléctrico. Se le emplea en la fabricación de instrumentos de precisión, baterías, termómetros, barómetros, amalgamas dentales, sosa cáustica, medicamentos, insecticidas y funguicidas y bactericidas. Se le obtiene principalmente del cinabrio que contiene HgS.

Se utiliza en termómetros y por ser buen conductor eléctrico se emplea en aparatos de este tipo, así como en iluminación, pinturas, fungicidas, catalizadores, amalgamas dentales, plaguicidas, etc., pero contamina el agua, el aire y causa envenenamiento. Las algas lo absorben, luego los peces y finalmente el hombre. Los granos o semillas lo retienen y finalmente el hombre los come.

Oro (Au): metal de color amarillo, inalterable, dúctil, brillante, por sus propiedades y su rareza, le hace ser excepcional y de gran valor. Es el patrón monetario internacional. En la naturaleza, se encuentra asociado al platino, a la plata y telurio en unos casos. Sus aleaciones se emplean en joyería y ornamentos, piezas dentales, equipos científicos de laboratorio. Recientemente se ha sustituido sus usos en joyería por el iridio y el rutenio, en piezas dentales por platino y paladio.

Plata (Ag): metal de color blanco, su uso principal ha sido en la acuñación de monedas y manufacturas de vajillas y joyas. Se emplea en fotografía, aparatos eléctricos, aleaciones, soldaduras.

Plomo (Pb): el plomo es un metal blando, de bajo punto de fusión, bajo límite elástico, resistente a la corrosión, se le obtiene del sulfuro llamado galena PbS. Se usa en acumuladores, pigmentos de pinturas, linotipos, soldaduras e investigaciones atómicas.

El plomo se acumula en el cuerpo conforme se inhala del aire o se ingiere con los alimentos y el agua. La mayor parte del plomo que contamina el aire proviene de las gasolinas para automóviles, pues se le agrega para proporcionarle propiedades antidetonantes. También se le emplea en pinturas, como metal de imprenta, soldaduras y acumuladores. Por su uso el organismo se afecta de saturnismo. Sus sales, como el acetato, son venenosas. Existen otros elementos que de alguna forma contaminan el agua, el aire y el suelo tales como: talio, zinc, selenio, oxígeno de nitrógeno, berilio, cobalto y sobre todo gran cantidad de compuestos que tienen carbono (Orgánicos). Otros productos que se pueden recuperar de los minerales que lo contiene son: cadmio, cobre, oro, plata, bismuto, 2arsénico, telurio y antimonio.

Uranio (U): Utilizado como combustible nuclear, es un elemento raro en la naturaleza y nunca se presenta en estado libre. Existen 150 minerales que lo contienen.

2.1.6 El manglar. Los manglares son asociaciones vegetales costeras de los trópicos y subtrópicos conformadas por árboles (mangles) de hasta 40 y 50 m de altura y 1 m de diámetro, los cuales forman una faja que penetra hacia tierra firme. Esta formación vegetal permanece la mayor parte del tiempo anegada y se encuentra atravesada por canales de aguas salobres. Los árboles de mangle comparten características morfológicas y fisiológicas que los distinguen de otras especies, a saber: marcada tolerancia al agua salada y salobre; adaptaciones para deshacerse de excesos de sal, para ocupar sustratos inestables e intercambiar gases en sustratos anaeróbicos, además de embriones capaces de flotar que se dispersan transportados por el agua (Prahl et al., 1990).

“En la costa Pacífica el manglar ocupa una extensión estimada en 292.724 Has, distribuidas en una franja casi continua y de ancho variable, que se extiende desde el río Mataje, en la frontera con Ecuador, hasta Cabo Corrientes en el Chocó y de ahí

hasta Punta Arditá. La franja se interrumpe por la presencia de acantilados rocosos. En el Departamento de Nariño se encuentra la mayor cobertura de manglar, en cuanto a superficie se refiere, no sólo al litoral Pacífico sino al territorio nacional, con un área aproximada de 135400 Has. Este ecosistema se ubica en una franja continua desde la bocana del río Iscuandé hasta la desembocadura del Río Mataje” (Inderena, 1976).

Las especies que forman los manglares del Pacífico colombiano pertenecen a cinco familias: Rhizophoraceae (*Rizophara mangle*, *R. harrisonii* y *R. racemosa*); Avicenniaceae (*Avicennia germinans*, *A. tonduzii*); Combretaceae (*Laguncularia racemosa*, *Connocarpus erectus*); Theaceae (*Pelliciera rhizophorae*) y Caesalpinaceae (*Mora megistosperma*). Éstas se distribuyen dependiendo de las características del entorno, tales como: amplitud y rango de protección de las mareas, composición del suelo, oferta de agua dulce, protección de la acción directa del oleaje y del acarreo de arena, flujo de nutrientes, microtopografía y clima, entre otros (Leyva, 1998).

2.1.7 Problemas ambientales o tensiones. Algunas actividades humanas no extractivas pueden alterar las condiciones propias para la sobrevivencia de los manglares, con detrimento de las poblaciones animales asociadas. Tal es el caso de la obstrucción de las entradas de aguas dulce por construcciones; el aumento en la sedimentación; la alteración del régimen de salinidad; la introducción de contaminantes químicos y orgánicos. Estas actividades pueden clasificarse en dos grupos de acuerdo con su localización:

2.1.8 Actividades realizadas lejos de la zona costera.

- a. La deforestación de las laderas o zonas de colinas en la cuenca de los principales ríos. La extracción de gravas para carreteras.
- b. Perturbaciones originadas en la zona costera

- c. La tala y destrucción de zonas de manglares.
- d. La generación y presencia de asentamientos humanos que producen modificaciones importantes a la zona costera, como cambios de sustratos, alteraciones de hábitats y aportes de contaminación; principalmente, residuos orgánicos que caen al mar.
- e. Las actividades portuarias, como embarque y desembarque de productos, llenado de tanques reservorios de combustibles y realización de dragados periódicos.
- f. Los diversos tipos de contaminación, como la materia orgánica acumulada en cantidades considerables; plaguicidas liberados a la atmósfera; detergentes; sustancias químicas industriales.

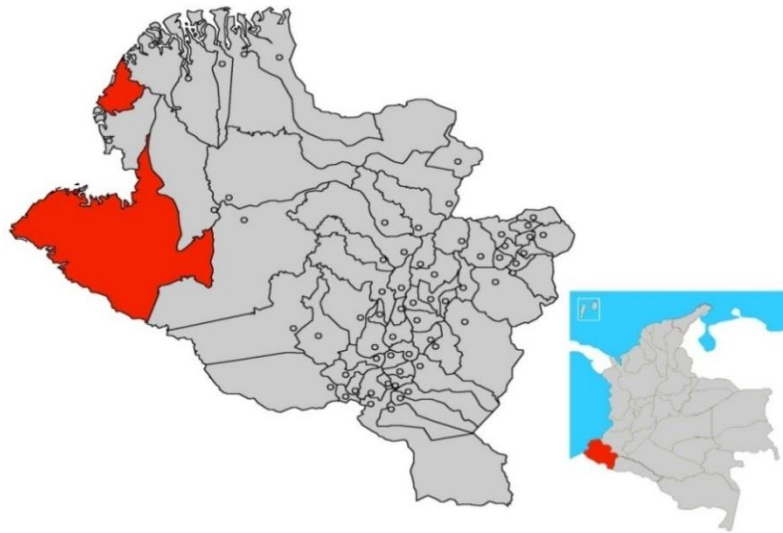
2.2 Marco contextual

2.2.1 Municipio de San Andrés de Tumaco, delimitación del Área geográfica. El municipio de San Andrés de Tumaco está situado geográficamente en el Departamento de Nariño, al suroccidente de Colombia, (Ver figuras 3 y 4) Sur de la costa pacífica colombiana, tiene frontera con la República del Ecuador:

La zona urbana (1450 Ha) de Tumaco está comprendida por la Isla El Morro (450 Ha), las islas Viciosa-Tumaco (250 Ha) y parte continental (800 Ha.). La zona suburbana (1250 Ha) llega hasta el estero de Aguas claras.

La ciudad de Tumaco es el centro de desarrollo más importante del área costera de Nariño, con una población de 80.000 habitantes de los cuales el 90% está asentado en la isla de Tumaco. Está conectada con la Ciudad de Pasto con una vía pavimentada en su totalidad (300 kms) y por vía aérea con Cali, Bogotá y otras ciudades del País. Por vía marítima con Buenaventura, y otros pueblos del litoral "Pacífico y con el Ecuador con el puerto de Esmeraldas.

Figura 3. Mapa Político de Nariño



Fuente: Plan de Etnodesarrollo Nariño 2015-2018

Figura 4. Mapa de la zona urbana del Municipio de Tumaco



Fuente: Tumaco, DIMAR 2016

San Andrés de Tumaco se conecta con el interior del departamento y el país a través de la troncal Tumaco-Pasto, es puerto marítimo con diferentes usos, el cual sirve para prestar servicios de cabotaje regional e internacional, principalmente en la exportación de petróleo y aceite de palma, cuenta con un aeropuerto con rutas directas a la ciudad de Cali y Bogotá, tiene

conectividad marítima y fluvial hacia diferentes veredas, a los municipios de la eco región del Pacífico nariñense, otros departamentos nacionales y lugares internacionales.

San Andrés de Tumaco, es una zona especial ambiental, donde confluyen variables naturales, gran biodiversidad, características físicas: terrestres, oceánicas y meteorológicas particulares y con una influencia humana y socioeconómica específicas, que la hacen un área de interés científico y con un futuro de desarrollo agro-industrial prometedor. Estos factores se ven opacados con las amenazas y riesgos tanto naturales, como antropogénicos presentes en el contexto general del desarrollo de la zona.

2.2.2 Condiciones Climáticas. San Andrés de Tumaco, se caracteriza por tener un clima tropical húmedo con una temperatura ambiente promedio de 28°C. Está en una de las regiones más lluviosas del mundo, fue azotada por un terremoto- maremoto el 12 de diciembre de 1979.

San Andrés de Tumaco, es considerado el segundo puerto sobre las costas del Pacífico en Colombia después del puerto de Buenaventura. El transporte marítimo es más bien usado para desplazarse hacia municipios vecinos en la línea costera tales como Francisco Pizarro o Bocas de Satinga.

La zona costera de San Andrés de Tumaco se encuentra expuesta a amenazas de tipo natural como los movimientos sísmicos, el Tsunami, la erosión y El Niño, y de tipo antropogénico como la contaminación marina, la alta densificación de viviendas, la calidad y condiciones de vida de los habitantes situados en zonas de alto riesgo.

San Andrés de Tumaco se clasifica como una zona de mediana a alta vulnerabilidad por los siguientes factores:

- La fragilidad de su sistema natural: conformación geológica del suelo, el régimen de mareas, la baja altura topográfica sobre el nivel del mar.

- La densificación poblacional sobre las zonas de alto riesgo.
- La inadecuada construcción sobre terrenos inestables, el tipo material y condiciones técnicas estructurales de las viviendas.
- El bajo nivel educativo y bajos ingresos, la falta de presencia del estado con planes de desarrollo y manejo ambiental.
- Carencia de medidas estructurales de protección de costas. - Inapropiado diseño de construcción del puente El Pindo (Vía de comunicación entre el sector insular y el continente).

Los mayores riesgos a los que se expone Tumaco, van dirigidos hacia la vida de los habitantes, hacia sus estructuras físicas, hacia la biota marina y la economía de la población.

Las zonas de más alto riesgo se localizan en las Islas de Bocagrande, Tumaco - Viciosa, sector Noroccidental desde el barrio Bajito - Tumac hasta el puente El Pindo, Isla El Morro; sector Nordeste y Suroeste, barrios Exporcol y El Morrito, y playas de Salahonda, San Juan de la Costa y Pasacaballos.

Debido a la alta vulnerabilidad de la zona urbana insular de Tumaco y teniendo en cuenta su mayor riesgo, sísmico-Tsunami, se ha recomendado dentro de los planes de desarrollo, proyectar el crecimiento urbano hacia el sector continental, con las correspondientes adecuaciones del terreno para disminuir el riesgo de inundación de las zonas supermareales, así como promover el desarrollo (Mejorar condiciones y calidad de vida) de Tumaco y su población como estrategia para mitigación y prevención de desastres.

Cuadro 1. Clasificación geomorfológica

Unidad	Longitud (Kms)	Porcentaje
Geomorfológica		%

Depósitos arenosos	92.87	52.6
* Manglares	31.34	17.8
Relieve Costero	14.06	8
rocoso	38.2	21.6
Bocanas		
Total	176.47	100%

Figura 5. Situación de riesgo por vertimientos de petróleo en los manglares



Fuente: este estudio 2017

La zona costera adyacente a San Andrés de Tumaco está delimitada al Sur por Cabo Manglares, Islas de Bocagrande, Vaquería, La Viciosa Tumaco, El Morro, sector continental hasta el estero de aguas claras (área suburbana del Municipio de Tumaco), la Ensenada de Tumaco hasta el brazo norte del delta del río Patía en la bocana de Pasacaballos.

Su litoral abarca una longitud de línea de costa de 166.7 Kms., incluyendo el litoral insular (Tumaco, Viciosa y el Morro), donde desembocan 8 ríos, en 27 bocanas, siendo los deltas de mayor importancia los del río Mira y Patía. (Montagut y Cabrera, 2016)

La línea de costa está distribuida así desde el punto de vista geomorfológico: Una longitud de manglar que se encuentra sobre la línea de costa más próxima al nivel medio del mar; posterior a las áreas de depósitos arenosos, se encuentran grandes zonas de bosques de manglar, que cubren

aproximadamente el 70 % del litoral en las zonas de dominio intermareal y supramareal.

2.2.3 Descripción y Características de la Población. De acuerdo con las proyecciones estimadas del DANE, en sus 3.778 kilómetros cuadrados, en Tumaco habita una población total para el año 2012 de 187.084 personas, lo que representa una participación en el total departamental del 11%. Esta población está asentada de la siguiente manera:

Cabecera Municipal: 102.495 hab.

Población rural: 84.589 hab.

Cuadro 2. Caracterización de la población por sexo y edad

Rango de edad	Total	Total Hombres	Total Mujeres
0-4	24.348	12.468	11.880
5-9	23.782	12.014	11.768
10-14	20.947	10.572	10.375
15-19	19.440	10.012	9.428
20-24	17.261	8.800	8.461
25-29	15.681	7.828	7.853
30-34	14.210	7.035	7.175
35-39	11.272	5.510	5.762
40-44	9.498	4.659	4.839
45-49	7.965	3.975	3.990
50-54	6.335	2.075	3.260
55-59	4.813	2.307	2.506

60-64	3.668	1.807	1.861
65-69	2.625	1.303	1.322
70-74	2.022	967	1.055
75-79	1.644	757	887
80-mas	1.573	693	880
TOTAL	187.084	93.782	93.302

Fuente: Proyecto población – Tumaco. – DANE 2012

2.2.4 Economía. Uno de los principales renglones de la economía de la región además de la pesca artesanal, la cual genera ingresos en la población; es el cultivo del camarón que es uno de sus fuertes.

Así mismo el cultivo del cacao, el cual es muy aprovechado entre la población campesina y fuente de grandes ingresos para sus cultivadores; la tagua, también conocida como nuez de marfil o marfil vegetal, es la semilla de la palma *Phytelephas macrocarpa* y su producción aunque ya casi en decadencia en el municipio, sigue siendo alta.

La palma africana, sembrada y cosechada en la zona rural y posteriormente, la comercialización del aceite crudo de palma, siguen siendo las principales actividades económicas. Existen en Tumaco cerca de 35.000 hectáreas sembradas de palma africana) y plantas extractoras de aceite, las cuales representan una fuente importante de generación de empleo para la región.

A su vez, el Turismo ha ganado importantes lugares en la economía del municipio, las playas de El Morro, Bocagrande y El Bajito, cada día atraen a más visitantes nacionales y extranjeros.

Tumaco es también el principal puerto petrolero colombiano sobre el Océano Pacífico, y el

segundo a nivel nacional, después de Coveñas. En años recientes, el oleoducto y el puerto, han servido para transportar y exportar petróleo ecuatoriano, situación que se ve reflejada en el movimiento de su comercio exterior.

El sistema de producción tradicional es multiactivo, una misma familia puede hacer varias actividades: desarrolla faenas de producción agrícola y ocasionalmente, extrae madera, pesca, caza y recolecta productos, para obtener los alimentos y otros bienes de uso. De igual manera, está determinado por el entorno, desarrollando procesos productivos, sociales y ambientales establecidos en las fincas. El sistema productivo de mayor importancia es la agricultura, por ser la que más mano de obra ocupa y de igual manera, genera el mayor porcentaje de los ingresos y alimentos. Entre los principales productos se cuentan el cacao y la palma de aceite, pero también se cultiva el plátano, caña, maíz, arroz, yuca, chiro y otros productos como algunas frutas: naranjas, zapote, chontaduro, limón, etc., básicas dentro de la subsistencia. (Plan De Desarrollo 2015-2018 “Unidad por Tumaco, Progreso para todos)

La actividad pecuaria es también complementaria, las pocas especies menores como las gallinas y cerdos que crían en algunas familias, no suplen la demanda familiar; se puede afirmar que hay un déficit de producción pecuaria para la seguridad alimentaria. La ganadería es una actividad que ejecutan unas pocas familias y empresarios privados, por tanto, no es generalizada.

Sin embargo, al tiempo en el que se mejoró en ciertas materias relacionadas con la oferta de ciertos servicios, tales como comunicación o energía eléctrica en algunos casos, paradójicamente los procesos de mercado y competencia indujeron a un proceso de empobrecimiento de las familias agrarias, evidenciando la dificultad para acceder a los conocimientos tecnológicos y en la pérdida de competitividad cada vez mayor de los productos de sus cultivos. Esta situación despejó el camino para la incursión de los cultivos ilícitos.

En las dos últimas décadas del presente siglo, creció la burbuja de la economía ilícita y en los primeros años del siglo XXI dejó de ser auto-sostenible, dejando aún más pobreza y con ella la generación de violencia, que antes era ajena al territorio. La región se caracteriza por una fuerte desaceleración de la economía agraria, manifestada en la reducción de ingresos, la aceleración del desempleo, el crecimiento del desplazamiento forzoso, el incremento demográfico y la infestación progresiva por plagas, enfermedades y pesticidas arrojados sobre los agro ecosistemas.

En la actualidad se siguen implementando actividades productivas de palma africana, plátano, borojó y otras estrategias económicas, como el cacao bajo el esquema de sistema agroforestal, explotación pecuaria a pequeña escala, especies menores, piscicultura y ganadería, que no tienen en cuenta la fragilidad ambiental de la región y la situación económica, social y cultural de los pobladores.

Esta situación se ha tornado más compleja en los últimos años, a partir del fortalecimiento de actividades mineras de pequeña y mediana escala, el desarrollo de proyectos industriales, el desarrollo de grandes obras de infraestructura, la aparición y fortalecimiento del narcotráfico y la expansión del conflicto armado como limitantes importantes para el desarrollo sostenible. (Plan de Desarrollo 2015-2018 “Unidad por Tumaco, Progreso para todos)

2.2.5 Oceanografía. La zona costera está influenciada por el sistema de corrientes oceánicas provenientes del cuadrante SO-O, correspondientes al brazo norte de la Contracorriente Ecuatorial (CCE), la cual se convierte en la corriente de Colombia, y corre en dirección Norte. Sobre la Ensenada la corriente de marea es la prevaleciente, la cual tiene una tendencia Norte y es regida por el flujo (dirección NE) y reflujo (Dirección SO), esta se impone sobre la corriente geográfica por su mayor intensidad.

Las masas de agua superficiales se desplazan hacia el NE, siendo luego desviadas hacia el NO, por acción de la corriente de la masa de marea, para luego encontrarse con la CCE y desplazarse hacia el N.

En cuanto a las mareas, el régimen es de tipo semidiurno, con alternancia de 2 pleamares y 2 bajamares en períodos de 6 horas. El rango de mareas para la Ensenada de Tumaco es del orden de 3.5 metros, presentándose las máximas de 4 a 4.5 metros en los meses de septiembre y en la presencia de eventos "El Niño".

El flujo de mareas regula la circulación interna de la Ensenada siendo de mayor intensidad las de reflujo (Marea saliente) con un promedio de 0.8 m/sg y de 0.4 M/sg. para el flujo. En el área de cargue del terminal, las corrientes de reflujo (marea saliente) se desplazan hacia el SO, y en el flujo (Marea entrante), hacia el NE - E, interior de la Ensenada.

La Ensenada recibe oleajes de mar abierto, provenientes de NO y SO, los que están asociados al régimen de vientos Alisios y oestes del área. La abertura de la boca de la Ensenada (27.5 kms.) y las aguas someras generan oleajes menores, cambiando en algunos sectores su dirección de propagación por efectos de difracción, tal como sucede en la franja de bajos frente a las islas de Tumaco y el Morro donde el oleaje toma una dirección SE y a la refracción en la cual las crestas de oleaje se identifican con las isóbatas. La altura del oleaje promedio no excede a un metro.

En eventos extremos se pueden presentar alturas de ola mayores, tal como es el caso de los Tsunamis generados por maremotos, los cuales han azotado en varias ocasiones la zona costera de San Andrés de Tumaco. En el presente siglo se pueden citar de 1906, 1958 y 1979.

La dirección de propagación del oleaje, se desplaza hacia el Nordeste, este al llegar a las aguas someras y a la Costa, sufre procesos de refracción y difracción; modificando sus características originales, incidiendo sobre la playa con diferentes tipos de ángulo. Por lo tanto, la corriente

reflejada de la playa choca con la proveniente de la zona de rompientes; generando una resultante al Nordeste y paralela a la línea de Costa, la cual transportará los sedimentos en suspensión presentes (Tránsito litoral), y de acuerdo con las características del sector, generará procesos de erosión o sedimentación. (CCCP, 1997).

2.3 Antecedentes

Sobre el tema se han realizado diversos estudios e investigaciones en la zona de Tumaco, entre ellos, merece relacionarse el trabajo: “Estudio de impacto ambiental generado por un derrame de hidrocarburos sobre una zona estuarina, aledaña al terminal de Ecopetrol en Tumaco”, por Diana Lucía Jiménez Buitrago, en el año 2006. En este estudio, se realizó la identificación de impactos generados por componente para elaborar la matriz de impactos, utilizando la metodología de Calificación Ecológica para realizar la calificación de los impactos; se realizó la jerarquización de impactos tanto por indicador ambiental impactado como por actividad impactante.

Este estudio de impacto permitió identificar y evaluar los impactos que se han generado sobre el estero El Pajal, debido al derrame de hidrocarburos, igualmente, se han realizado los planes de manejo ambiental del medio físico, biótico, social y planes de contingencias, donde se proponen actividades para manejar y controlar los impactos, así como su monitoreo y seguimiento. Estos planes están conformados por diferentes programas que controlan impactos específicos.

De igual manera, se han generado estudios de impacto ambiental a partir de eventos y episodios de derrame de hidrocarburos, como los siguientes:

2.3.1 Derrames de petróleo en el Pacífico colombiano. Los derrames de petróleo causan un gran impacto ambiental, provocando la muerte de las especies más sensibles (productores primarios). Sin embargo, el área afectada a lo largo del tiempo se recupera de forma natural. Este proceso puede tomar desde unas cuantas semanas, para las zonas de acantilados, donde la acción

de las olas favorece la desaparición del contaminante, hasta varios años, como ocurre en fondos blandos donde el crudo persiste y es fuertemente retenido por el sedimento. (The International Tankers Owners Pollution Federation Ltda., 1987).

El mar y las costas del Pacífico colombiano, han sido afectados por derrames de petróleo como consecuencia de varios siniestros marítimos. En 1975 de forma accidental se vertieron 2404 barriles de petróleo a la bahía de Buenaventura como consecuencia, de un derrame que no fue publicado. (ECOPETROL, 2000).

En la bahía de Tumaco han ocurrido varios derrames de crudo que han afectado los diferentes elementos que conforman su ecosistema. Cada accidente se ha presentado por diversas causas, pero al final el resultado ha sido el mismo: “Derrame de petróleo crudo sobre las aguas de la bahía”. A continuación, se presentan los casos más importantes y recientes de derrames que han ocurrido:

- **Caso B/T Saint Peter, 1976:** El incidente que marcó el inicio de estas actividades de monitoreo y vigilancia de la contaminación de hidrocarburos en el Pacífico colombiano está dado por el siniestro ocurrido en 1976 con el hundimiento del petrolero Saint Peter, de bandera liberiana, ocurrido el 4 de febrero de 1976. Este buque transportaba 33000 Tn de crudo y 300 Tn de Bunker Oil. De acuerdo con los estudios efectuados por instituciones del Estado y la FAO, el impacto de la contaminación afectó un área de 1300 Km², equivalente al 10% del Pacífico colombiano. Con esta experiencia se determinó que no existían los medios, tanto en recurso humano como tecnológico, planes de contingencia, ni reservas para atender este tipo de emergencias. A raíz de este siniestro, el gobierno nacional crea en febrero de 1984 el CCCP, Centro Control de Contaminación del Pacífico, a través de DIMAR,

otorgándole, entre otras funciones, la vigilancia de la contaminación por hidrocarburos en la costa Pacífica.

- **Caso B/T Daedalus, 1996:** Veinte años más tarde, el 26 de febrero de 1996, ocurre otro accidente marítimo en la bahía de Tumaco durante la maniobra de cargue del petrolero griego Daedalus. Cerca de 1500 barriles de crudo fueron vertidos al mar en el Terminal Convencional Multiboyas de ECOPETROL, ocasionado por la ruptura de la tubería submarina principal. (CCCP, 1996).

El mayor impacto se ocasionó sobre un área de 3 kms. de longitud por 100 m de ancho de la playa de Salahonda, 20 Km. al Norte de Tumaco. Un factor que evitó que se produjera un impacto más negativo fue el cambio de la dirección de las corrientes durante el cambio de la marea, de alta a baja, modificando la ruta de desplazamiento de la mancha de crudo, haciendo que ésta se alejara de la bahía. Por esta razón cierta cantidad arribó a la costa y el resto continuó su destino hacia mar abierto. Así mismo, se evitó el impacto sobre el bosque de manglar que se encuentra en algunas zonas del borde costero de la bahía.

Después de este incidente se detectó una disminución temporal de algunos productores primarios en el área de influencia y desplazamiento del crudo. Para verificación de campo se tomaron tres puntos como El Viudo, otro en un sitio intermedio entre El Viudo y Salahonda, y el tercero propiamente en Salahonda. El muestreo se realizó por tres meses consecutivos, a partir del día del derrame, y se encontró ausencia total de estos organismos fitoplanctónicos.

- **Caso derrame de Esmeraldas, Ecuador, 1998:** El 6 de julio de 1998 se evidencia una mancha de crudo de un área aproximada de 45 kms. de largo y 50 m de ancho, comprendida desde Cabo Manglares hasta Bocagrande. Se encuentra que parte de este crudo había penetrado en zonas de manglar e infiltrado en la arena lo que dificultó su detección en las playas. Esta

mancha venía desplazándose a causa de las corrientes desde el 3 de julio, cuando ocurrió el siniestro en Ecuador. Se calculó que en este incidente el derrame fue de alrededor 18000 barriles de petróleo en la zona continental del sector de Winchele, ubicada a 15 km del puerto de Esmeraldas. El crudo llegó al Océano Pacífico a través del río Esmeraldas; una vez allí y por la dinámica oceánica del área, el crudo fue transportado por la corriente costera del Perú y, posteriormente, por la corriente de Colombia, las cuales se proyectan con componente sur-norte, paralelas a la costa colombiana. Al llegar a la costa nariñense cierta cantidad del crudo se depositó en las playas de Bocagrande y Salahonda (CCCP 1998). Tras este incidente se tomaron muestras en cuatro puntos, desde el amarradero de ECOPETROL hasta Vaquería. El análisis determinó que el efecto del derrame tuvo acción temporal y directa sobre las especies productoras, 32 autótrofas, lo que se evidenció por una baja productividad referida al componente fitoplanctónico y la ausencia total de zooplancton. Es decir que influyó sobre los dos primeros niveles de la cadena trófica (CCCP, 1998), influencia que también fue percibida en el derrame de 1996.

- **Caso derrame en el Río Rosario, 2000:** Año y medio más tarde, el 18 de febrero de 2000, por manipulación de la válvula de drenaje en la estación reductora La Guayacana, en el km 226 del oleoducto Trasandino ocurrió el derrame de 3500 barriles de crudo, que se extendió de 40 a 50 Km. A lo largo del río Rosario, amenazando con llegar al Océano Pacífico a través de la bahía de Tumaco. Dado que la mancha corría río abajo, ésta se contuvo en tres puntos antes de llegar a la bahía usando barreras de contención. Además, las condiciones de marea facilitaron el control de la mancha debido al contraflujo que ésta genera en el drenaje hacia la desembocadura en la bocana del río Rosario. A causa de estas fluctuaciones de nivel del río Rosario, las riberas y vegetación aledañas presentaron impregnación de crudo en alturas que oscilaron entre los 2 y 3

m. Este río se constituye en la principal fuente de abastecimiento para las comunidades ribereñas, pero la contaminación de sus aguas impidió que se utilizaran para consumo humano. Se estableció una estación de monitoreo en la desembocadura del río Rosario para medir los niveles de hidrocarburos y detectar el ingreso de éstos en la bahía.

“Los sedimentos muestreados en la desembocadura del río Rosario, entre febrero y agosto del año 2000, presentaron niveles tan altos como 20.14 µg/g, muy por encima del nivel crítico establecido por la NOAA, 3.9 µg/g; con un descenso en la concentración hasta de 0.954 µg/g al cabo de tres meses. Se determinó así que, debido a la contención y recuperación oportuna de la mancha, sumado a las condiciones del área no se alcanzó a tener una influencia notoria dentro del ecosistema de la bahía por efecto de los HATs” (DIMAR, 2001).

Debido a estos incidentes y a la actividad portuaria mencionada anteriormente, que tiene lugar en Tumaco, se considera necesario continuar el monitoreo y vigilancia de los niveles de hidrocarburos en la bahía en diferentes matrices. Los hidrocarburos en el medio marino afectan al plancton por contacto directo en la capa superficial del agua. Este efecto no suele ser muy drástico, puesto que estos organismos se reproducen muy rápidamente, tal como se observó durante el seguimiento de abundancias realizado tras el derrame del 26 de febrero de 1996, donde las comunidades planctónicas tardaron de dos a tres semanas en recuperarse.

El análisis realizado sobre estos organismos evidenció su desaparición casi total en los puntos de muestreo, afectándose, por tanto, la productividad durante los primeros días del derrame y los efectos observados sobre el fitoplancton mostraron el proceso de lisis celular, mientras que sobre el zooplancton se presentó el efecto contrario o crenación.

En relación con lo anterior se considera que los primeros días después de un derrame son críticos. Para este caso en particular los valores de Hidrocarburos Disueltos y Dispersos (HDD), alcanzaron un valor de 38.3 µg/L, superando los 10 µg/L, establecidos por la UNESCO. Diez días después del derrame, los niveles de los HDD se clasificaron dentro de las ‘concentraciones normales’, puesto que los valores detectados fueron similares a los obtenidos en monitoreos de años anteriores por el CCCP (0.27 µg/L en promedio) y las comunidades biológicas mostraron hidrocarburos del petróleo que se pierden de los buques o de los sistemas de reabastecimiento de combustibles y, finalmente, algunos metales pesados, resultantes del manejo de productos químicos. (Canter, 1996)

Desde el punto de vista del impacto al ecosistema, son los derrames accidentales de hidrocarburos los que producen los efectos más nocivos, debido al daño inmediato que producen al manglar y la biota asociada. Entre los efectos observados en las comunidades de manglar, como consecuencias de derrames de petróleo, se anotan los siguientes:

- Acumulación de petróleo en las raíces y troncos del mangle, ocasionando la muerte de invertebrados, tortugas y peces.
- Defoliación de las hojas que fueron cubiertas por petróleo.
- Efectos agudos y crónicos en la fauna bentónica intermareal. (IPIECA-IMO-IOGP, 2012).

Otro hecho relevante, fue el ocurrido el 26 de Febrero de 1996, en el Terminal Marítimo petrolero de San Andrés de Tumaco, Puerto localizado en la Costa Pacífica de Colombia, donde se presentó vertimiento accidental al mar, de cerca de 1500 barriles de petróleo crudo, durante maniobra de cargue al tanquero "Daedalus", ocasionado por la ruptura de la tubería submarina principal. Este siniestro generó la necesidad de poner en ejecución el Plan de Contingencia de la Empresa Colombiana de Petróleos - ECOPETROL, a nivel local inicialmente, y luego a nivel

nacional, debido a la magnitud del derrame, el cual alcanzó a afectar las playas de la isla Cascajal y de Salahonda, 20 kilómetros al Norte de Tumaco.

La Armada Nacional - Dirección General Marítima, a través de la Capitanía del Puerto y el Centro de Control de Contaminación del Pacífico, tomó parte activa en el desarrollo del Plan de Contingencia, permitiendo predecir con exactitud el desplazamiento de la mancha de hidrocarburo y mitigar las consecuencias del derrame. Las actividades incluyeron inspecciones visuales y seguimiento de la mancha desde naves marítimas y aéreas, instalación del Centro de operaciones para control del Plan, visitas y reconocimiento a las áreas afectadas, análisis químico y biológico de muestras de agua, recolectadas en los lugares afectados, implementación de un plan de monitoreo de contaminación durante un año a partir de la fecha del accidente, en la Ensenada de Tumaco, atención y respuesta a las entidades a nivel nacional.

2.4 Marco normativo

Cuadro 3. Normas que regulan la prevención de la contaminación

LEY, NORMA	
O DECRETO	DESCRIPCIÓN
Decreto 1875 de 1979	Por el cual se dictan normas sobre la prevención de la contaminación del medio marino y otras disposiciones. Establece la definición de contaminación marina y de contaminante, además explica que se entiende por daños generados por la contaminación a: “las pérdidas o perjuicios causados por los efectos y consecuencias de la acción de la contaminación e incluyen los costos de las medidas preventivas y las pérdidas o perjuicios causados por tales medidas”.
Legislación ambiental nacional relacionada con la prevención de la contaminación marina	
Delitos contra el medio ambiente	
Ley 491 de enero 13/99,	El que ilícitamente contamine la atmósfera, el suelo, el subsuelo, las aguas o demás recursos naturales y pueda producir daños a los recursos fáunicos, forestales, florísticos o hidrobiológicos,

Art. 247.	o a los ecosistemas naturales incurrirá 40 en prisión de dos a ocho años y multa de 150 a 500 salarios mínimos legales vigentes. La pena se incrementará en una tercera parte cuando la conducta descrita en este artículo altere de modo peligroso las aguas destinadas al uso o consumo humano”
Decreto 1594 de 1986:	Mediante el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI, parte III, Libro II y el Título III de la parte III, Libro I del Decreto 2811 de 1974, en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. El Artículo 87 prohíbe el vertimiento de residuos líquidos no tratados, provenientes de artefactos navales en aguas dulces o marinas. En el Artículo 88 se establece la obligatoriedad para los puertos de contar con sistemas de recepción y manejo de dichos líquidos. En el párrafo del Artículo 95 se establece que las aguas de lavado de embarcaciones deben ser dispuestas de acuerdo con lo establecido en el Artículo 88.
Constitución Política de Colombia de 1991:	La Constitución Política de Colombia ha sido señalada como una de las más avanzadas del mundo por sobre la relación entre medio ambiente y desarrollo, y la incorporación del desarrollo sostenible como una de las metas fundamentales de la sociedad. Relacionado con la protección del ambiente el Artículo 81 prohíbe “la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares; así como la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos”. Se incluye, igualmente, la planificación en el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la noción de desarrollo sostenible, y contempla el 6 Decreto utilizado en informes y documentos elaborados por personal del CCCP en Tumaco Nariño. Cooperación en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas. El Artículo 58 consagra que “La propiedad es una función social que implica obligaciones; como tal, le es inherente una función ecológica”. De otro lado, la Constitución prevé mecanismos para asegurar esos derechos e intereses colectivos, a través de la ley que regula las acciones populares. En el Artículo 79, después de establecer el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano, se expresa que “La ley garantizará la participación de la comunidad en las

decisiones que puedan afectarle”. En este mismo artículo se señala la responsabilidad que tiene el Estado de ofrecer educación para el logro de esta participación y, en general, para alcanzar todos los fines propuestos en materia ambiental, con lo cual se reconoce que sólo mediante una clara conciencia los ciudadanos actuarán en pro de la conservación.

En el Artículo 277 se habla de “Defender los derechos colectivos, en especial el ambiente”. Al establecerse el derecho colectivo a un ambiente sano, la acción popular se prevé como uno de los instrumentos jurídicos para su defensa. Así, el Artículo 279 consagra que “El Defensor del Pueblo, como parte integrante del Ministerio Público, deberá interponer acciones populares en asuntos relacionados con la defensa del derecho a un ambiente sano”.

El Artículo 215 señala la posibilidad de la declaratoria del Estado de Emergencia por hechos que perturben gravemente el orden ecológico, “... Por su parte, corresponde al Contralor General de la República exigir informes sobre su gestión fiscal a los empleados oficiales y personas o entidades públicas o privadas que administren bienes de la Nación y presentar un informe sobre el Estado de los recursos naturales y del ambiente” (Artículo 268, Numerales 4 y 7).

Ley 99 de 1993 Por la cual se crea este Ministerio, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

– Ministerio del Medio Ambiente: El Artículo 5 consagra las funciones del Ministerio del Medio Ambiente contempladas en 45 numerales y seis párrafos. En el Numeral 24 se le asigna la función de “Regular la conservación, preservación, uso y manejo del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, en las zonas marinas y costeras; coordinar las actividades de las entidades encargadas de la investigación, protección y manejo del medio marino, de sus recursos vivos, las costas y playas; asimismo, regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales”.

Con base en lo anterior, a la DIMAR, en su calidad de autoridad marítima nacional, que le corresponde dentro de sus funciones la conservación, preservación y protección del medio marino, desarrolla actividades al respecto en coordinación y bajo los parámetros y regulaciones

expedidas para tal fin por el Ministerio del Ambiente.

Decreto 2190 Este decreto ordena la elaboración del Plan Nacional de Contingencia Contra Derrames de
(Diciembre 14 Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en Aguas Marinas, Fluviales y Lacustres, PNC.
de 1995): Desarrolla normas como: la Ley 46 de 1988, que creó la Oficina Nacional para la Prevención y
Atención de Desastres y su Decreto Reglamentario 919 de 1989; la Ley 99 de 1993, la cual en su
Artículo 1, Numeral 9 consagra: “La prevención y atención de desastres es materia de interés
colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de
obligatorio cumplimiento”, y la Directiva Presidencial N° 33 de 1991, que hace referencia al
“Componente de emergencias en los planes de desarrollo locales y regionales”. En desarrollo de
este Decreto se ha formulado un plan que fue aprobado por el Gobierno Nacional mediante el
Decreto 321 del 17 de febrero de 1999.

Decreto No. Que tiene por objeto establecer los requisitos, obligaciones y el régimen sancionatorio,
4299 de aplicables a los agentes de la cadena de distribución de combustibles líquidos derivados del
noviembre 25 petróleo, excepto GLP (gas licuado del petróleo), señalados en el Artículo 61 de la Ley 812 de
de 2005, 2003, con el fin de resguardar a las personas, los bienes y preservar el medio ambiente.

Decreto 1056 Llamado también (Código de petróleos), en el Artículo 58 señala que la refinación del
de 1953 petróleo es libre dentro del territorio nacional; en consecuencia, las personas interesadas en
adelantar dicha actividad deben cumplir con las condiciones y requisitos que la normatividad
aplicable establece para el efecto.

De igual manera, en virtud del artículo 212 del Código de petróleos, el transporte y
distribución de petróleos y sus derivados constituyen un servicio público, razón por la cual las
personas o entidades dedicadas a esas actividades deberán ejercerlos de conformidad con los
reglamentos que dicte el Gobierno, en guarda de los intereses generales.

Ley 39 de 1987 "Por la cual se dictan disposiciones sobre la distribución del petróleo y sus derivados". En los
Artículos 1° y 8° plantea que la distribución de los combustibles líquidos derivados del petróleo
es un servicio público y el Gobierno tiene la facultad para determinar las normas sobre calidad,
medida y control de los combustibles y las sanciones a que haya lugar para los distribuidores que

no la observen.

Ley 26 de 1989 "Por medio de la cual se adiciona la Ley 39 de 1987 y se dictan otras disposiciones, reglamenta la distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo", establece el marco sancionatorio que puede aplicar el Ministerio de Minas y Energía a los establecimientos de distribución de combustibles que infrinjan las normas sobre el funcionamiento de dicho servicio o las órdenes del mismo Ministerio.

Decreto 70 de "Por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Minas y Energía", establece que esta
2001 Entidad debe adoptar los reglamentos y hacer cumplir las disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias relacionadas con la exploración, explotación, transporte, refinación, distribución, procesamiento, beneficio, comercialización y exportación de recursos naturales no renovables, así como ejercer el control y vigilancia técnica sobre la distribución de los combustibles líquidos derivados del petróleo en su cadena de refinación, importación, almacenamiento, manejo, transporte y distribución en el territorio nacional.

Ley 812 de "Por la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006, hacia un Estado
2003 Comunitario", en el Artículo 61 determina solamente como agentes de la cadena de distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, con la excepción del gas licuado del petróleo, al refinador, importador, almacenador, distribuidor mayorista, transportador, distribuidor minorista y al gran consumidor.

Sentencia C- La Corte Constitucional, señala en esta sentencia que la reglamentación de la distribución de
512 del 9 de combustibles líquidos derivados del petróleo implica disponer de un conocimiento especializado
octubre de 1997 y técnico, dados los altos riesgos que lleva consigo el manejo de la distribución de los combustibles derivados del petróleo, encontrando ajustado a la Constitución que sea la ley la que establezca los lineamientos generales sobre este asunto, pero que corresponda al Presidente, a través de la dependencia competente y conocedora del asunto, clasificar y reglamentar en detalle lo pertinente a tal distribución.

Por lo tanto, se hace necesario establecer los requisitos, obligaciones y el régimen sancionatorio, aplicables a los agentes de la cadena de distribución de combustibles líquidos

derivados del petróleo, excepto GLP, señalados en el Artículo 61 de la Ley 812 de 2003.

**Legislación internacional adoptada por Colombia relacionada
con la prevención de la contaminación marina**

Protocolo 1976 Convenio Internacional sobre Responsabilidad por Daños Causados por la Contaminación de las
'CLC 69/76', Aguas del Mar por Hidrocarburos 1969 y su Convenio firmado el 29 de noviembre de 1969 y
(Ley 55 de entra en vigor el 19 de junio de 1975. El Protocolo fue firmado el 19 de noviembre de 1976 y
1989) entró en vigor en abril de 1981.

El depósito de instrumentos de ratificación por Colombia ante la Organización Marítima Internacional tuvo lugar el 24 de julio de 1990. El instrumento es llevado en Colombia por la DIMAR y tiene como objetivo señalar la responsabilidad civil del propietario del buque o de la carga, por los daños causados por la contaminación resultante de un siniestro.

(Ley 7, Firmado en Quito el 9 de Agosto de 1979, este convenio propende entre otros objetivos por
Febrero 4 de asegurar, mediante el ejercicio de soberanía y jurisdicción en la zona marítima de 200 millas, el
1980) derecho a disponer de los recursos naturales del mar, su suelo y subsuelo y garantizar a sus
pueblos las condiciones necesarias de subsistencia y los medios para su desarrollo económico y
social.

(Ley 45 de Acuerdo sobre la Cooperación Regional para el Combate Contra la Contaminación del Pacífico
1985) Sudeste por Hidrocarburos y otras **Sustancias Nocivas en Casos de Emergencia**, Fue aprobado
en Lima, en noviembre de 1981 y entró en vigencia el 14 de julio de 1986, fecha en la cual inició
vigencia en Colombia. Se deposita el instrumento de ratificación ante la CPPS el 6 de agosto de
1985. Tiene por objeto proteger en los países costeros el ecosistema marino de la contaminación
por hidrocarburos y otras sustancias nocivas en caso de emergencia.

(Ley 45 de **Protocolo Complementario del Acuerdo sobre la Cooperación Regional para el Combate
1985) Quito, contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y Otras Sustancias
julio 22 de Nocivas, en Caso de Emergencia.**
1983. Colombia suscribió el protocolo en Quito el 22 de julio de 1983. Su propósito es complementar
el acuerdo sobre la cooperación regional contra la contaminación del Pacífico Sudeste por

	hidrocarburos y otras sustancias nocivas, precisando los mecanismos necesarios de cooperación que operarán cuando se presente un derrame que supere la capacidad individual de un país para contrarrestarlo; asimismo, hace referencia a los planes de emergencia que cada país debe establecer.
(Ley 45 de 1985). Quito, julio 22 de 1983,	Protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación Marina Proveniente de Fuentes Terrestres. Entró en vigor el 23 de septiembre de 1986 y desde esa misma fecha está vigente en Colombia. Tiene como objeto prevenir, reducir y controlar la contaminación del área causada por las descargas de ríos, emisarios, depósitos costeros o cualquier otra fuente terrestre situada dentro del Pacífico Sudeste.
(Ley 45/85)	Convenio para la Protección del Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste, Aprobado el 12 de noviembre de 1981 en Lima, Colombia suscribió el convenio el mismo año, efectuando el depósito del instrumento de ratificación ante la CPPS el 6 de agosto de 1985. Entró en vigencia el 19 de mayo de 1986 y forma el marco jurídico internacional de las actividades que se realizan dentro del Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste que involucra a Colombia, Chile, Ecuador, Panamá y Perú. El objetivo de éste es proteger el medio marino y la zona costera del Pacífico Sudeste, dentro de las zonas marinas de soberanía y jurisdicción hasta las 200 millas de las partes contratantes y más allá de dicha zona en alta mar, hasta una distancia en que la contaminación de ésta pueda afectar a aquella.
(Ley 12 de 1992) Paipa, Colombia 1989	Protocolo para la Conservación y la Administración de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas del Pacífico Sudeste., Éste tiene por objeto la creación de zonas costeras y marinas protegidas y asegurar la conservación de su flora y la fauna silvestre. Dispone además, prevenir, reducir y controlar la contaminación, realizando evaluaciones de las repercusiones sobre el medio ambiente de todos los proyectos que puedan tener efectos perjudiciales.
MARPOL 73/78, (Ley 12 del 19 de enero de 1981)	Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación del Mar por Buques Este convenio fue firmado en Londres el 2 de noviembre de 1973 y su protocolo el 17 de febrero de 1978 en la misma ciudad. En la actualidad cuenta con plena vigencia y es función de la DIMAR velar por su estricto cumplimiento. Uno de los mayores obstáculos en la aplicación del MARPOL es el

desconocimiento de su contenido por parte de administradores marítimos, armadores, oficiales mercantes, oficiales navales y, en general, de la mayoría de las gentes de mar.

3. Metodología

3.1 Proceso metodológico

Para el desarrollo de la presente monografía, se empleó la metodología descriptiva con un enfoque cualitativo planteada por Sampieri (2014), ajustada para el análisis de los impactos ambientales causados por derrames de hidrocarburos en la zona costera del Departamento de Nariño; dentro de este contexto, y para un mejor desarrollo se adaptaron a las siguientes etapas generales dando desarrollo a los objetivos específicos planteados:

- 1. Recolección de información primaria:** Para esto fue necesario realizar visitas previas a la División marítima y Portuaria de Tumaco, DIMAR Tumaco, con el fin de revisar, procesos, actas, proyectos, exploración de documentos acerca de los procedimientos y protocolos de actuación ante diversos episodios de derrame de hidrocarburos en la costa de Nariño, para recolectar la información requerida.
- 2. Revisión de información secundaria:** El análisis de información secundaria, fue basado en las consultas de documentos e investigaciones realizadas por las diferentes entidades de la zona, mostrando que tienen en sus misiones y visiones la protección del medio ambiente, sobre todo, las relacionadas con el mar y sus recursos.
- 3. Recopilación:** consistente en la búsqueda y consulta de bibliografía académica e institucional, referente a artículos, proyectos, y estudios de casos, para determinar los impactos ambientales causados por derrames de hidrocarburos en la zona costera del Departamento de Nariño.
- 4. Análisis crítico:** consistente en establecer la relación conceptual y analizar su pertinencia de estos procesos en la realidad del municipio de Tumaco.

5. **Elaboración del documento:** consistente en la síntesis y representación del análisis en el documento, así como la elaboración de posibles propuestas de mejoramiento.
6. **Formulación de indicadores:** con base a la revisión de la metodología propuesta por el Plan de Desarrollo municipal *TUMACO nuestra PAZión 2016 -2019*.

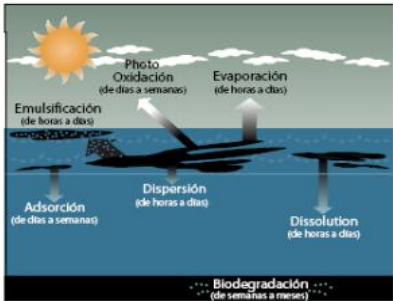
4. Resultados y discusión

4.1 Impactos ambientales en la zona de derrame de hidrocarburos en la costa del Departamento de Nariño.

Cuadro 4. Impactos ambientales en la zona de derrame de hidrocarburos

TIPO DE AFECTACIÓN		IMPACTO AMBIENTAL
Destrucción de manglares	de	Las características físicas y químicas del petróleo empiezan a modificarse casi en el mismo instante en que se produce su derrame en el medio marino, debido a fenómenos de evaporación, dispersión, emulsificación, disolución, oxidación, sedimentación y biodegradación. Todos estos procesos interaccionan unos con los otros y se les denomina colectivamente envejecimiento del petróleo. La siguiente gráfica describe algunos de estos procesos de envejecimiento y sus escalas temporales, importantes para las respuestas de emergencia.

Figura 6. Procesos del hidrocarburo en el medio marino



Fuente: NOAA, 2001.

Otra forma de afectación es el gran impacto ecológico en el medio ambiente, sobre todo, por la falta de tecnología a la hora de realizar este tipo de trabajos. A pesar de los beneficios económicos que pueda generar esta actividad, los riesgos ambientales siempre van a ser mayores frente a una ganancia monetaria.

Otra forma es la acumulación de petróleo en las raíces y troncos del mangle, ocasionando la muerte de invertebrados, tortugas y peces.

Afectación de la fauna marítima o de río 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. Entre ellos: mortandad masiva de aves, peces, mamíferos e Invertebrados marinos. Algunos componentes tienden a solubilizarse y otros a oxidarse, conformando bolas de alquitrán, que según reportes causan daños importantes y mortalidad de las comunidades afectadas.

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:

- Muerte de los organismos por asfixia.
- Destrucción de los organismos jóvenes o recién nacidos.
- Muerte de peces, moluscos y aves por impregnación de crudo.
- 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.

De igual manera, se encontró por monitoreos realizados en años anteriores, principalmente en el derrame ocurrido sobre un estero en el año 2004, una disminución notoria de la fauna característica de este tipo de ecosistemas, como son peces, moluscos, crustáceos y una serie de microorganismos (Jiménez, 2006).

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, que puede llegar al hombre a través de la cadena alimenticia.

Con la investigación de Gil, las comunidades empezaron desde entonces a considerar vedas, como las del camarón, para proteger las especies más pequeñas, que son atrapadas sin llegar a su edad madura; también construyeron un ‘piangüímetro’ para determinar cuándo pueden ser capturadas para su consumo y cómo pueden construir encerramientos para proteger los bancos de subespecies únicas en esta cuenca.

Afectación de afluentes de agua potable	- Contaminación de las aguas en playas y en balnearios turísticos: enfermedades gastrointestinales, malos olores y deterioro paisajístico. - Contaminación de ríos que abastecen las bocatomas de los acueductos.
Afectación de especies agrícolas	La introducción de algún tipo de hidrocarburo al medio, produce pérdidas y disminución de algunas de las especies que habitan el ecosistema, es también importante tener en cuenta la cantidad de petróleo derramado, ya que de esto depende la dispersión de la mancha y la cantidad de especies e individuos que pueda afectar.
Afectación de especies forestales	Igualmente se encontró que la vegetación del área compuesta principalmente por mangle rojo, se vería afectada por el cubrimiento de las raíces, así mismo las algas que la habitan mueren al contacto con el hidrocarburo, sin embargo el grado de afectación de la vegetación depende directamente del estado de la marea ya que si la marea está alta la cobertura de las plantas con petróleo será mayor.
Afectación del paisaje	El paisaje, que para el caso del mar y las costas es un paisaje fluviomarino, es un componente que se ve altamente afectado ya que visualmente los derrames de hidrocarburos son eventos impactantes y que dependen de la magnitud y extensión de la mancha de hidrocarburo; la vegetación predominante en estas áreas es el manglar, ya que este tipo de vegetación es tolerante a las condiciones físicas y biológicas a las que se ve enfrentado debido a la acción de la marea y la ubicación geográfica donde se encuentran.
Afectación del suelo	• Acumulación de petróleo en las raíces y troncos del mangle, ocasionando la muerte de invertebrados, tortugas y peces. • Defoliación de las hojas que fueron cubiertas por petróleo. • Efectos agudos y crónicos en la fauna bentónica intermareal (IPIECA, 2003).

-
- Deterioro creciente de los sistemas estuarinos y lagunares costeros: contaminación, eutroficación, muerte o destrucción masiva de manglares y disminución y cambio en la calidad de la pesca.
 - Deterioro creciente de las praderas de fanerógamas marinas, pérdida de cobertura y desaparición completa en ciertas áreas.
 - Erosión y cambios drásticos en la dinámica y geomorfología de costas por el impacto de acciones antropogénicas.
-

Cuadro 5. Impactos ambientales más importantes en la zona del derrame de hidrocarburos

TIPO DE ENFOQUE	IMPACTOS
ENFOQUES SOCIALES	La forma en que se produce la contaminación, a la larga afecta todo el ecosistema, e incluso puede llegar al hombre a través de la cadena alimenticia, generando enfermedades gastrointestinales y cambios de domicilios que dan lugar a desplazamientos y generación de nuevos asentamientos sociales.
ENFOQUES AMBIENTALES	Entre los efectos observados en las comunidades de manglar, como consecuencias de derrames de petróleo, se anotan los siguientes: • Defoliación de las hojas que fueron cubiertas por petróleo. • Efectos agudos y crónicos en la fauna bentónica intermareal (IPIECA, 2003). De los monitoreos de hidrocarburos realizados por el CCCP desde 1986 hasta la fecha, y del INVEMAR durante los últimos 4 años, se encontró que en promedio las concentraciones aumentan progresivamente desde aguas 0.25 ug/l, sedimentos 1.18 ug/g hasta organismos (Bivalvos) 7.45 ug/g (Calero y Casanova, 1997; Invemar, 2002). Siendo las concentraciones más elevadas, detectadas después del derrame de crudo de Petroecuador y del derrame en el terminal de ECOPETROL en Tumaco en 1996.
ENFOQUES CULTURALES	La introducción de algún tipo de hidrocarburo al medio, produce pérdidas y disminución de algunas de las especies que habitan el ecosistema, generando

disminución o desaparición de ellas, lo que a la larga cambian los hábitos alimenticios, las prácticas culturales

ENFOQUES ECONÓMICOS

El petróleo o cualquier tipo de hidrocarburos, crudo o refinado, que daña los ecosistemas marinos produce deterioros en la economía, como son:

- La muerte de múltiples especies, útiles para el consumo humano.
- Muerte de los organismos por asfixia.
- Destrucción de los organismos jóvenes o recién nacidos.
- Muerte de peces, moluscos y aves por impregnación de crudo.
- 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.

ENFOQUES PRODUCTIVOS

- Disminución general de importantes recursos pesqueros en muchos ecosistemas. Lo que disminuye la producción en épocas de desove, menguando así, la posibilidad de crecimiento de bivalvos, moluscos, crustáceos y peces.

4.2 Propuesta de mitigación, restauración o compensación que permitan ayudar a disminuir estos impactos generados en la zona costera del departamento de Nariño

Cuadro 6. Propuesta de mitigación, restauración o compensación

TIPO DE	PROPUESTA	IMPACTO ESPERADO
PROPUESTA		
RESTAURACIÓN	- Realizar vedas, como	Productivo: proteger las especies más pequeñas,

	las del camarón.	que son atrapadas sin llegar a su edad madura, para evitar frenar y/o disminuir la calidad de la producción.
	- Construcción de un ‘piangüímetro’.	Productivo - Ambiental: determinar cuándo pueden ser capturadas las pianguas, para su consumo y cómo pueden construir encerramientos para proteger los bancos de subespecies, únicas en esta cuenca.
MITIGACIÓN/	-Diagnóstico actualizado sobre las fuentes de contaminación.	Mantener un diagnóstico actualizado sobre las fuentes de contaminación que impactan las zonas costeras, así como sobre la calidad de las aguas, sedimentos y organismos marinos y costeros.
COMPENSACIÓN ECONÓMICA	-Generar créditos blandos a pescadores afectados, con posibilidades de pago a largo plazo	Dotar de nuevas herramientas de trabajo y fuentes de ingreso a las comunidades afectadas, tendientes a la recuperación económica y del ecosistema.
ECONÓMICA Y AMBIENTAL	Disminuir los costos de erradicación del crudo vertido, añadiendo nutrientes inorgánicos, como fósforo o nitrógeno, a las zonas afectadas por mareas negras,	- El petróleo que alcanza los sedimentos es degradado muy lentamente, y puede causar un impacto significativo a largo plazo en la pesca y en otras actividades que dependen de aguas no contaminadas. Además, el coste de las operaciones de limpieza puede ser escalofriante. se puede acelerar de manera significativa el proceso de biorremediación. Para ello, es necesario combinar los esfuerzos humanos y de

		los microbios para llevar a cabo una eliminación satisfactoria en un espacio de tiempo razonable.
AMBIENTAL	Degradación biológica del petróleo derramado por medio de microorganismos (pseudomonas, varias corinebacterias y microbacterias, incluso algunas levaduras)	Recuperación de las zonas afectadas. En la eliminación de vertidos de petróleo, los microorganismos actúan oxidando el petróleo a CO ₂ . Cuando se producen grandes vertidos, las fracciones de hidrocarburos volátiles se evaporan rápidamente, quedando los componentes aromáticos y alifáticos de cadena larga para que sean eliminados por los organismos. En los vertidos en los que se han llevado a cabo estudios se ha visto que las bacterias oxidadoras de hidrocarburos han aumentado su número de 103 a 106 veces poco tiempo después de producirse el vertido.

4.2.1 Metodologías usuales en la evaluación de impactos ambientales. Se refieren a los modelos y procedimientos utilizados en la identificación y valoración de los impactos, que un derrame de hidrocarburos puede generar o produce sobre el entorno donde se realiza. Entre ellos, son de gran importancia:

Cuadro 7. Metodologías usuales en la evaluación de impactos ambientales

AUTOR/AÑO	MÉTODOS	CARACTERÍSTICAS
Ortega y Rodríguez (1.997)	Sorensen, Bereano, Banco Mundial, Leopold, Holmes, Universidad de	-Señalan la existencia de una lista de modelos que generalmente llevan el nombre del autor o institución que los creó y empleó. -Son métodos habituales para la identificación de impactos a las categorías denominadas: listas de revisión, matrices causa – efecto,

	Georgia, Hill	–	matrices de interacción, diagramas de redes y métodos ad hoc.
	Schetter, Fisher	–	- Para la valoración de impactos citan como métodos directos de
	Davies y Battelle	–	valoración las escalas cuantitativas y cualitativas y, como métodos
	Columbus.		indirectos la valoración por desagregación en componentes y el
			valor ambiental agregado; métodos que pueden apoyarse en
			técnicas auxiliares como paneles de expertos o la técnica Delphi.
			-Permiten una valoración cualitativa que utilizan por ejemplo una
			matriz causa – efecto y/o una valoración cuantitativa mediante
			análisis multicriterio y emplean para ello una matriz de Leopold o
			el método Battelle.
Esteban	(1.984)	Sistemas de redes y	Métodos más usuales tenidos en cuenta en las evaluaciones de
citada por	Conesa	gráficos, a los	impacto ambiental.
(1.997)		sistemas	
		cartográficos y a los	
		análisis de sistemas.	
Ortega y Rodríguez		Matrices causa –	Para los sistemas cartográficos señalan la superposición de
(1.997)		efecto, listas de	transparencias, modelo de Mc Harg, modelo de Tricart y modelo
		chequeo.	de Falque y; en los análisis de sistemas traen a colación en primer
			lugar métodos basados en indicadores, índices e integración de
			evaluación como son el de Holmes, el de la Universidad de
			Georgia y el de Hill Schechter.
Ministerio de Medio		Listas de chequeo, las	Son metodologías de identificación de impactos y valoración de
Ambiente de España		matrices (causa –	componentes. En la valoración de impactos por elementos y la
(1.996)		efecto e interacción	evaluación de impactos globales.
		de componentes), las	
		redes de	
		interconexión y los	

	métodos ad hoc.	
Para Canter (1.998),		No hay una metodología universal que se pueda aplicar a todo tipo de derrame de hidrocarburo.
Warner y Bromley (1.974)	Procedimientos ad hoc, técnicas de superposición, listas de control, matrices de interacción y diagramas de redes.	Son métodos de valoración de impacto. Las matrices de interacción (causa – efecto) pueden ser simples o por etapas; las listas de control simples o descriptivas y; los diagramas de redes que integran causa y consecuencias a través de interrelaciones, presentan una variante denominada dígrafo (gráfico directo). La técnica de superposición (transparencias), útil en la selección de alternativas, hoy día son ampliamente empleados los sistemas de información geográfica, como también, que en los procedimientos ad hoc son adaptadas muchas metodologías a las necesidades específicas de cada caso. La utilización de superposición cartográfica en la definición de áreas de influencia; de matrices actividad – actividad en el proceso de valorar un derrame y; un método ad hoc apoyado en matrices causa – efecto y matrices de decisión, para valorar cualitativa y cuantitativamente el impacto ambiental del evento.

4.2.2 Manejo ambiental que se le debe dar al medio físico, biótico y social afectado.

Cuadro 8. Manejo ambiental que se le debe dar a los medios afectados

MEDIOS		MANEJO AMBIENTAL
Manejo del medio físico		-Identificar causas/consecuencias del derrame de hidrocarburos, que genera una perturbación (alteración) positiva o negativa a los componentes del medio ambiente y cuyo impacto se comprende mediante la valoración de la afectación. -Valorar la alteración de la percepción del paisaje, este se puede abordar de dos maneras: en primer lugar, mediante la concepción de paisaje total, que identifica el paisaje con el medio y;

en segundo lugar por el paisaje visual, dominado por la estética o por la apreciación de dicho paisaje dentro del territorio.

-La cualificación y cuantificación de las modificaciones de los componentes del paisaje (físico, biótico y estructuras construidas), es preferible interpretarlas a la luz de un significado ecológico – visual (percepción articulada de lo total y lo visual), observando las afectaciones sobre sus configuraciones espaciales, a saber: manchas, corredores y matriz (MMAE, 1.996).

-Tener en cuenta los aspectos técnicos a considerar en la alteración de componentes del territorio, porque al hablar del territorio es válido aclarar que en esta dimensión espacial, nos referimos al uso actual y ocupación del territorio por actividades humanas y por las infraestructuras y estructuras civiles que en el mismo se instalen o se puedan construir.

-Analizar, las afectaciones positivas y/o negativas sobre las tierras en agricultura, en bosques, en pastos y en otros usos o en áreas residenciales, dotacionales, comerciales, industriales, comerciales, etc. Así mismo y de acuerdo a MOPTMA (1.995) en el área de influencia del derrame de hidrocarburos, igualmente es posible afectar las viviendas y construcciones civiles donde se prestan servicios públicos y sociales, las estructuras de apoyo a la producción económica, la malla vial y las redes de servicios públicos domiciliarios.

Consideraciones Tomando información de Vásquez (2.001), la materia tiene un curso cíclico en la biosfera, a tener en donde los elementos químicos después de la fotosíntesis - quimiosíntesis permanecen de cuenta en la manera orgánica en la biota viva (poza de intercambio), para luego ser descompuestos por alteración del organismos reductores, volviendo los elementos químicos a forma inorgánica (poza de ciclo de la depósito) y liberando energía que en forma de calor sale del ecosistema.

materia y del -En el suelo y en el agua, tener cuidado con las propiedades físicas y químicas que incidan en medio biótico. la variación de la presencia de: organismos sin núcleo celular, bacterias y actinomicetos que actúan en la fijación biológica del nitrógeno; de bacterias y hongos que participan en la amonificación y de las bacterias que contribuyen en la etapa de nitrificación o en la etapa de desnitrificación.

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.

Efectos fóticos: 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% 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. Estos lugares son utilizados por larvas de los peces como zonas de alimento mientras son subadultos.
- El fitoplancton es a su vez el alimento del zooplancton (que además de microorganismos está formado por larvas de peces, moluscos, crustáceos, etc.). Sin fitoplancton, 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.

Aspectos técnicos a considerar en la alteración de componentes de la dimensión	- Considerar la afectación de elementos relevantes de la población, del empleo, de la salud, de la educación, de la recreación y de la vivienda de interés social; según variables consideradas por Gutiérrez (1.986). De tal manera que en lo demográfico se deben atender las afectaciones favorables o desfavorables, relacionadas con total de habitantes y su distribución urbana - rural, crecimiento, género, número de familias, cantidad de personas por familia, migraciones, distribución etárea de la población.
---	--

social.	- Del empleo: vislumbrar cambios en la fuerza de trabajo, población económicamente activa, empleo remunerado, desempleo, salario, población vinculada con subsectores productivos que sufren afectación por el derrame y los ingresos económicos dejados de percibir o alterados. - En el subsector de la salud: la variación en la morbilidad, natalidad, mortalidad, clase y cantidad de profesionales y funcionarios, dotación de los centros de prestación de servicios y calidad de la atención prestada, conviene ponerle atención, ya que la ingesta de alimentos contaminados puede agravar la situación. Así mismo, es posible la perturbación en el subsector educativo en lo que atañe a la escolaridad, alfabetismo, alumnos por nivel y grado educativo, clase y número de docentes y administrativos, dotación de centros educativos y calidad de la educación ofrecida, en los centros educativos del área de influencia del derrame. Situación similar es de esperar, para la afectación de aspectos relacionados con la recreación de la población y con la existencia o propuestas de actuación pertinentes con unidades de vivienda de carácter social o prioritario. De estas importa conocer además cantidad de personas por vivienda, viviendas conectadas con servicios públicos domiciliarios que se ven afectadas por el evento de derrame.
----------------	--

4.2.3 Indicadores para el control y seguimiento de los avances realizados en zonas de derrame. Ante los derrames de hidrocarburos, las unidades de la Dirección General Marítima: CCCP y Capitanía de Puerto, en Tumaco, han tenido en cuenta, los siguientes indicadores de actuación:

Cuadro 9. Indicadores para control y actuación

OPCIONES	INDICADORES DE ACTUACIÓN
1. Actuación coordinada	Con ECOPETROL en la activación del Plan de Contingencia y monitoreos posteriores, reaccionando positiva y rápidamente con los medios disponibles hasta lograr superar la emergencia.

2. Diagnóstico de los daños ocasionados En los derrames de hidrocarburos, presentados, se observó que el derrame de crudo incrementó fuertemente por un espacio de tiempo corto, las concentraciones de hidrocarburos aromáticos en aguas de la ensenada de Tumaco. Se presentó un efecto nocivo a nivel de productores primarios en el área de influencia y desplazamiento del crudo, lo cual afectó a las especies en general, pues constituyen la base de la red trófica en el mar.

En los eventos presentados, no existe indicio de que el derrame haya afectado otras áreas tales como los parques Naturales Nacionales de Sanquianga e Isla Gorgona.

De igual manera, se hace necesario el análisis minucioso de los diversos casos de derrame de hidrocarburos para obtener enseñanzas, la revisión de los planes de contingencia y la realización de estudios profundos en el área de dinámica oceánica. Por ejemplo, en los ocurridos en los últimos años, los costos generales de la emergencia, sin cuantificar el daño ecológico, en dos casos, se evaluaron en 1'000.000.000.00 de pesos colombianos (Aproximadamente 1'000.000.00 de dólares).

De otro lado, según el Ministerio de Ambiente, el atentado que las Farc realizó contra el Oleoducto Transandino, en el Sur de Colombia, causó el derrame de 410.000 galones de crudo es el que más daños ambientales y sociales ha causado en los últimos 10 años. Además dicha afectación fue catalogada, por el Ministro Gabriel Vallejo como una tragedia incalculable, “el peor daño ambiental y social de los últimos 10 años”.

A su vez, Ecopetrol señaló que el hecho se realizó en momentos en que el oleoducto estaba operando y que la acción de las Farc produjo la ruptura de la tubería y el derrame de crudo en la quebrada Pianulpí, que surte al Río Güísa, y éste a su vez al Río Mira que alimenta el acueducto de Tumaco, ubicado en el Departamento de Nariño. El Ministro Vallejo enfatizó que con estos atentados "una vez más los afectados son las clases menos protegidas y vulnerables y por supuesto los pescadores de la zona". Así mismo, aseguró que este ataque dejó sin agua a más de 160.000 personas de la zona. Adicionalmente, el Ministerio señaló que para ir solucionando el problema del agua, a Tumaco se le suministraría este líquido en camiones cisterna. Las autoridades también realizaron la perforación de dos pozos subterráneos para extraer y procesar agua. Para tratar de superar las emergencias, Estados

Unidos y Ecuador también brindaron a Colombia apoyo técnico.

El Oleoducto, de poco más de 305 kilómetros de longitud, transporta crudo que se extrae de yacimientos en la región vecina del Putumayo y tienen como destino Tumaco, puerto sobre las costas del Océano Pacífico, con los atentados por las Farc, se causó un grave daño ambiental en su escalada terrorista contra la infraestructura petrolera y energética. (Ver figura 7).

De acuerdo con ello, las entidades explicaron que el área de bosques de manglar de la zona centro y sur del municipio de Tumaco, que corresponde a 76 mil hectáreas bien conservadas, se vieron afectadas por el derrame de crudo a la altura de la zona costera en La Coba siendo ésta un área de bosques de manglar y pozas de reproducción de peces.

Figura 7. Derrame de crudo



Fuente: Archivos de Ecopetrol

Adicionalmente, efectuaron la evaluación de las zonas afectadas por el impacto ambiental, donde realizan capturas de pesca selectivas con espineles y redes agalleras de entre 3 y medio y 7 pulgadas de ojo de malla, de acuerdo a los datos suministrados por el Consejo Comunitario de Bajo Mira y Frontera.

En este evento, concluyeron que en el área afectada por el derrame de crudo, existen 364 mujeres dedicadas a la extracción de piangua, con una captura media diaria de 107 unidades por faena, que les generan ingresos diarios de \$14.980 y 473 pescadores artesanales, los cuales extraen un promedio de 35 toneladas por mes de pesca blanca de alto valor comercial (pargos, chernas y merluzas). Así las cosas, dieron la orden de que se acompañe a estas poblaciones

afectadas constantemente en el proceso de recuperación y que las necesidades de ellos sean atendidas en el menor tiempo posible, además como dijo el Ministro: “es lamentable ver como estos atentados afectan a la población más vulnerable en especial a nuestros pescadores”.

Adicionalmente, las comunidades de piangüeras afectadas por la presencia de crudo son Papayal, Colombia Grande, El Rompido, Boca Grande y Bajito Vaquería, la zona fronteriza y la urbana de Tumaco, que igualmente afectará la extracción e ingresos de 150 familias de piangüeras y 104 familias de pescadores artesanales que extraen pesca blanca de alto valor comercial.

Aseguraron además, que se vió afectada la camaronicultura la cual se encuentra en un programa de reactivación a través del Contrato Plan Nariño, al tiempo que resaltó que en 2014 esta recuperación representó una producción de 420 toneladas destinadas al consumo interno y dando empleo e ingresos a 750 mujeres cabeza de familia. Posteriormente, las instituciones se desplazaron a la zona afectada y se concertaron los “Mecanismos Estratégicos para Mitigación de Daños Causados por Derrame de Crudo” en Tumaco.

3. Acciones

Específicamente, se afrontó la emergencia por seguridad alimentaria de comunidades de pescadores artesanales y piangüeras afectadas, a través del suministro de mercados básicos y provisión de empleos de medio tiempo por período de cuatro meses, para limpieza del crudo derramado, que serían gestionados a través del DPS.

Así mismo, se hizo la articulación con el “Comité Local de Prevención y Atención de Desastres” CLOPAD, de Tumaco para atención a las piangüeras y pescadores del área afectada y definir los compromisos a corto, mediano y largo plazo; adicionalmente, monitoreo biológico-pesquero, análisis y seguimiento de AUNAP al área afectada.

De igual manera, y para el tema de camaronicultura, indicaron que funcionarios de la AUNAP se reunieron con el director del Centro Control Contaminación del Pacífico (Cccp) y Capitán de Puerto (Dimar), para conjuntamente con productores y consejos comunitarios diseñar e implementar los mecanismos de monitoreo de hidrocarburos en áreas de producción y calidad de agua en zonas de camaronicultura afectadas.

Allí también se acordó adelantar el levantamiento de “Línea Base de Censo de Pescadores,

Concheras y Acuicultores Afectados”, desarrollar alternativas económicas e integración para las zonas más afectadas por la contaminación y fortalecimiento de la AUNAP en Tumaco. (Ver figura 3).

Por otro lado, según el ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Luis Gilberto Murillo, en el acto de lanzamiento del proyecto BanCO2, en la capital del Departamento de Nariño, estos derrames de crudo han costado cerca de 5 mil millones de pesos para realizar la evaluación de los impactos causados en Tumaco y así poder recuperar este ecosistema tan importante para el Pacífico colombiano, al respecto anunció: "Vamos a priorizar varias cosas con el director de Corponariño, Fernando Burbano, la primera de ellas es la evaluación de los daños que se han causado en Tumaco por derrames de petróleo debido a ataques a la infraestructura y al mismo tiempo poder establecer un plan de recuperación".

Figura 8. Acumulación de petróleo en zona rural de Tumaco



Fuente: archivos de ECOPETROL

Explicó además que el costo de los daños ambientales para el país asciende a 7,1 billones de pesos al año, por eso dentro de la agenda positiva de emprendimientos y negocios verdes también se anunció la bolsa del clima en Colombia, frente a lo cual expresó: "Vamos a tener el primer mercado de carbono", dijo el Ministro y destacó que el Departamento de Nariño ya tiene su plan de adaptación al cambio climático.

Así mismo, el derrame de petróleo en tres ríos que bañan la zona Pacífica nariñense llevó a la declaración de la emergencia sanitaria y ambiental en Tumaco. Desde el 22 de marzo de 2015 se comenzaron a evidenciar manchas de petróleo, en grandes cantidades, en los cauces y orillas de los ríos Mira, Caunapí y El Rosario, ante lo cual el Ministro de Ambiente, expresó:

“lo cual pone en alto riesgo no solo a las comunidades ribereñas que aprovechan y consumen el agua de las mencionadas fuentes hídricas, sino también a la población del perímetro urbano de Tumaco, ya que como es sabido por todos, la planta de tratamiento del acueducto se abastece del Río Mira”.

En su momento, el mandatario local Víctor Gallo, expresó que, pese a los esfuerzos que hicieron las comunidades afectadas por recolectar el crudo derramado sobre los ríos, no pudo evacuarse en su totalidad: “No ha podido ser recogido, representando un peligro latente para la salud de los pobladores y las especies animales y vegetales”. El Alcalde exhortó tanto a Ecopetrol como a la Corporación Autónoma Regional de Nariño (Corponariño) a que de manera conjunta y coordinada ayuden en la solución de este problema. Expresó además, que como no existen acueductos en varias veredas del municipio, se hace necesario, la contratación de bienes y servicios y de obras públicas, indispensables para lograr conjurar la situación excepcional.

Así mismo, el coordinador de Gestión del Riesgo y Desastres de Tumaco, Roberto Cuero, dijo que las primeras acciones adelantadas consisten en la construcción de un pozo profundo como fuente alternativa de la planta de tratamiento del acueducto en Tumaco, así como la construcción de pozos profundos como fuentes alternativas de abastecimiento de agua en las veredas aledañas. Por eso: “La Secretaría municipal de Salud gestionó ante los organismos de investigación, la realización de un estudio respecto de los daños que sobre la salud y el ambiente pueda causar el efecto del crudo derramado sobre los ríos”, Cuero, agregó que será necesario adelantar acciones de promoción y prevención para fomentar un ambiente sano, a través del control adecuado en el manejo de residuos de crudo en la zona.

Otro hecho, fue el ocurrido a mediados de marzo de 2016, cuando las Farc atentaron contra el oleoducto Transandino, por los lados de los corregimiento de Llorente y La Guayacana, zona rural de Tumaco, y parte de ese crudo terminó en el lecho de los ríos aledaños. A este evento se suma que continúa el ‘ordeño’ del oleoducto, fugas que también terminan por contaminar las aguas. El presidente del Comité de Agua Potable y Saneamiento Básico del Bajo Mira, Luis Donald Rodríguez, quien alertó sobre esta situación, dijo que los pobladores

se encontraban angustiados y desesperados: “La gente está consumiendo agua a sabiendas de que se va a enfermar o se va a morir”, advirtió el líder comunitario.

Lo anterior, lleva a plantear otro aspecto de la afectación de los derrames de hidrocarburos: la contaminación con tóxicos ambientales. Estas son las sustancias introducidas en el medio ambiente que causan un efecto en los seres vivos y en el medio ambiente, o que si bien no causan un efecto directo tienen la capacidad potencial de causarlo. Ésta es la mejor y más amplia definición de lo que es un tóxico ambiental. Cuando se habla de tóxicos ambientales se suele imaginar humos y gases, es la imagen más típica que todos tenemos de un tóxico ambiental. Pero la realidad es que los tóxicos ambientales se pueden encontrar en las aguas y la tierra ya sea o no de cultivo. Muchos de ellos tienen la característica de su alta permanencia o persistencia y de transmitirse a través de la cadena trófica hasta llegar a nosotros. También en algunos casos tienen carácter acumulativo.

5. Conclusiones

Entre los más graves desastres ambientales que atentan contra la biodiversidad de esta zona de Nariño, se encuentran los derrames de petróleo en los ríos y en el Océano Pacífico. Y el impacto ambiental que se genera, demanda de una metodología específica para la recopilación de información.

La exploración y explotación de hidrocarburos, no solo en Colombia sino en diferentes partes del mundo, refleja un gran impacto ecológico en el medio ambiente, sobre todo por la falta de tecnología a la hora de realizar este tipo trabajos. A pesar de los beneficios económicos que pueda generar esta actividad en un país, los riesgos ambientales siempre van a ser mayores frente a una ganancia monetaria.

En la zona costera de Nariño, el oleoducto, de poco más de 305 kilómetros de longitud, transporta crudo que se extrae de yacimientos en la región vecina del Putumayo, y que tienen como destino Tumaco, puerto sobre las costas del Océano Pacífico, ha sufrido múltiples atentados por las FARC, al dinamitar la infraestructura petrolera y energética, causando grave daño ambiental en la región de Tumaco.

Tumaco es uno de los puertos más grandes del País, y por supuesto por las actividades portuarias y petroleras es un área de alto riesgo a la contaminación, por la ubicación de un Terminal petrolero y el constante movimiento de hidrocarburos en la zona, que han provocado en varias ocasiones derrames que han afectado gravemente el ecosistema. Es así, que se ha visto en la necesidad de crear soluciones a los diferentes eventos de contaminación en la zona costera del departamento de Nariño.

Entre los efectos observados en las comunidades de manglar, como consecuencias de derrames de petróleo, se anotan los siguientes:

- Acumulación de petróleo en las raíces y troncos del mangle, ocasionando la muerte de invertebrados, tortugas y peces.
- Defoliación de las hojas que fueron cubiertas por petróleo.
- Efectos agudos y crónicos en la fauna bentónica intermareal.

De otra parte, las características físicas y químicas del petróleo empiezan a modificarse casi en el mismo instante en que se produce su derrame en el medio marino, debido a fenómenos de evaporación, dispersión, emulsificación, disolución, oxidación, sedimentación y biodegradación. Todos estos procesos interaccionan unos con los otros y se les denomina colectivamente envejecimiento del petróleo. Entre los Procesos de intemperización y escalas de tiempo para la respuesta de emergencias ante un derrame de crudo, se encuentran: la evaporación, la dispersión, la disolución, la emulsificación, Sedimentación, Fotooxidación y biodegradación.

En la descomposición de los hidrocarburos, las bacterias y hongos oxidadores son los principales agentes de la descomposición del petróleo y de sus derivados.

Entre las metodologías usuales en la evaluación de impactos ambientales, existe una lista de modelos que generalmente llevan el nombre del autor o institución que los creó y empleó, tales como: Sorensen, Bereano, Banco Mundial, Leopold, Holmes, Universidad de Georgia, Hill – Schetter, Fisher – Davies y Battelle – Columbus, que utilizan métodos habituales para la identificación de impactos a las categorías denominadas: listas de revisión, matrices causa – efecto, matrices de interacción, diagramas de redes y métodos ad hoc. Para la valoración de impactos citan como métodos directos de valoración las escalas cuantitativas y cualitativas y, como métodos indirectos la valoración por desagregación en componentes y el valor ambiental agregado; métodos que pueden apoyarse en técnicas auxiliares como paneles de expertos o la técnica Delphi.

Los métodos antes relacionados permiten una valoración cualitativa que utilizan por ejemplo una matriz causa – efecto y/o una valoración cuantitativa mediante análisis multicriterio y emplean para ello, una matriz de Leopold o el método Battelle. Por otro lado, otros autores resaltan como métodos más usuales tenidos en cuenta en las evaluaciones de impacto ambiental, a los sistemas de redes y gráficos, a los sistemas cartográficos y a los análisis de sistemas.

El manejo ambiental que se le debe dar al medio físico, biótico y social afectado, genera una perturbación (alteración) positiva o negativa a los componentes del medio ambiente y cuyo impacto, se comprende mediante la valoración de la afectación. En el suelo y en el agua es de tener cuidado con las propiedades físicas y químicas que incidan en la variación de la presencia de organismos, porque 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.

El petróleo o cualquier tipo de hidrocarburos, crudo o refinado, daña los ecosistemas marinos produciendo uno o varios de los siguientes efectos: 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, entre otros. 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 que puede llegar al hombre a través de la cadena alimenticia.

Los aspectos técnicos a considerar en la alteración de componentes de la dimensión social, en el área de influencia de un derrame de hidrocarburos, parte de considerar la afectación de

elementos relevantes de la población, del empleo, de la salud, de la educación, de la recreación y de la vivienda de interés social; con las categorías y subcategorías que cada aspecto conlleva.

En Tumaco, existen diversos indicadores para el control y seguimiento de los avances realizados en zonas de derrame, entre ellos: la actuación coordinada con ECOPETROL en la activación del Plan de Contingencia y monitoreos posteriores, reaccionando positiva y rápidamente con los medios disponibles hasta lograr superar la emergencia.

Posteriormente, se realiza el diagnóstico de los daños ocasionados, para valorar el efecto nocivo a nivel de productores primarios en el área de influencia y desplazamiento del crudo y la afectación a las especies en general, pues constituyen la base de la red trófica en el mar.

De igual manera, se hace necesario el análisis minucioso de los diversos casos de derrame de hidrocarburos para obtener enseñanzas, la revisión de los planes de contingencia y la realización de estudios profundos en el área de dinámica oceánica. Las autoridades también han previsto la perforación de pozos subterráneos para extraer y procesar agua. Para tratar de superar las emergencias, es necesario el apoyo de otros países, sobre todo, en apoyo técnico.

En los eventos de derrame de hidrocarburos ocurridos en Tumaco, ha habido múltiples afectaciones: el área de bosques de manglar de la zona centro y sur del municipio de Tumaco, que corresponde a 76 mil hectáreas bien conservadas, se vieron afectadas por el derrame de crudo a la altura de la zona costera en La Coba siendo ésta un área de bosques de manglar y pozas de reproducción de peces. Al efectuar la evaluación de las zonas afectadas por el impacto ambiental, donde realizan capturas de pesca selectivas, se encontró que la población más vulnerable son las mujeres dedicadas a la extracción de piangua, y los pescadores artesanales, los cuales sufren detrimentos en sus ingresos y por ende en sus condiciones de vida, salud y educación. De igual manera, se vió afectada la camaronicultura.

Los eventos anteriores, motivaron la concertación de los “Mecanismos Estratégicos para Mitigación de daños Causados por Derrame de Crudo” en Tumaco, que desarrolló entre otras, las siguientes acciones: se afrontó la emergencia por seguridad alimentaria de comunidades de pescadores artesanales y piangüeras afectadas, a través del suministro de mercados básicos y provisión de empleos de medio tiempo por período de cuatro meses, para limpieza del crudo derramado. Así mismo, se hizo la articulación con el “Comité Local de Prevención y Atención de Desastres” CLOPAD de Tumaco para atención a las piangüeras y pescadores del área afectada y definir los compromisos a corto, mediano y largo plazo; adicionalmente, monitoreo biológico-pesquero, análisis y seguimiento de AUNAP al área afectada. Para el tema de camaronicultura, en reunión con el director del Centro Control de Contaminación del Pacífico (CCCP) y Capitanía de Puerto (Dimar), conjuntamente con productores y consejos comunitarios se diseñaron e implementaron los mecanismos de monitoreo de hidrocarburos en áreas de producción y calidad de agua en zonas de camaronicultura afectadas.

Allí también se acordó adelantar el levantamiento de “Línea Base de Censo de Pescadores, Concheras y Acuicultores Afectados”, desarrollar alternativas económicas e integración para las zonas más afectadas por la contaminación, fortalecimiento de la AUNAP en Tumaco, el lanzamiento del proyecto BanCO2, para tener el primer mercado de carbono, en un plan de adaptación al cambio climático.

Así mismo, el derrame de petróleo en tres ríos que bañan la zona Pacífica nariñense llevó a la declaración de la emergencia sanitaria y ambiental en Tumaco. Desde que se evidenciaron manchas de petróleo, en grandes cantidades, en los cauces y orillas de los ríos Mira, Caunapí y El Rosario, se puso en alto riesgo no solo a las comunidades ribereñas que aprovechan y consumen el agua de las mencionadas fuentes hídricas, sino también a la población del perímetro urbano de

Tumaco, ya que como es sabido por todos, la planta de tratamiento del acueducto se abastece del río Mira. En su momento, el mandatario local dijo que, pese a los esfuerzos que hicieron las comunidades afectadas por recolectar el crudo derramado sobre los ríos, no pudo evacuarse en su totalidad.

Referencias Bibliográficas

- Apraiz, I., Leoni, G., David, L., Persson, Jo., Cristóbal, S. (2009). Análisis Proteómico de Mejillones Expuestos al Aceite de Prestigio Fresco y Resistido. *J Proteomics Bioinform* 2: 255-261. doi: 10.4172 / jpb.1000084
- Austin H., Delzell E., Cole P. (1988). Benzene y leucemia. Una revisión de la literatura y una evaluación de riesgos. *American Journal of Epidemiology*; 127: 419-439.
- Austin H., Delzell E., Cole P. (1988). Otros elementos que causan impactos ambientales. 439 – 441
- Cabrera, L. E. E. (1996). Condiciones hidrológicas y biológicas en el Pacífico colombiano y en la ensenada de Tumaco durante el período de 1996. Tumaco: CCCP. 167 p.
- Campbell, D., Cox, D., Crum, J., Foster, K., Christie, P. (1993). Efectos iniciales de la puesta a tierra del petrolero Braer en la salud en Shetland. *British Medical Journal*. 307: pp. 1251-1255.
- Canter, L. (1996). Manual de Evaluación de Impacto ambiental: Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. Segunda edición. Madrid: Mc. Graw Hill. 835 p.

Cañaveral, J. (2015). Explotación petrolera vs medio ambiente ¿Cómo lograr el equilibrio? [en línea]. Bogotá: Radio Nacional de Colombia [citado 15 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.radionacional.co/noticia/explotacion-petrolera-vs-medio-ambiente-como-lograr-el-equilibrio>>

CENTRO CONTROL DE CONTAMINACIÓN DEL PACÍFICO (1966). Indicadores de Contaminación de la Bahía de Tumaco. Tumaco.

CENTRO DE DERECHOS ECONÓMICOS Y SOCIALES (CDES), (1994). Violaciones de derechos en la Amazonía Ecuatoriana. Hombre y Ambiente 30. Abya-Yala, Quito.

COLOMBIA. CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1523 (24, abril 2012). Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Bogotá, No. 48411. p. 1.

Conesa, V. (1993). Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 2 ed. Madrid: Mundi-Prensa, p. 23.

Cruz S., N. (2009). “Riqueza petrolera hasta 2080. El Universal.

DIMAR. (2001). Centro Control de Contaminación del Pacífico. Tumaco.

Hayes RB; Yin SN, Dosemeci M, et al. (1997). El benceno y la incidencia relacionada con la dosis de neoplasmas hematológicos en China. Revista del Instituto Nacional del Cáncer; 89: 1065-1071.

IARC. (1989). Monografías de la IARC sobre la evaluación del riesgo carcinogénico de los productos químicos para el hombre: exposiciones ocupacionales a la refinación de petróleo; petróleo crudo y mayores combustibles de petróleo. Volumen 45. IARC, Lyon.

IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. (2015). Uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar en Colombia. Bogotá, Colombia. Disponible en Internet.
<URL:http://www.ideam.gov.co/apcaa/img_upload/467567db4678d7b443628f8bc215f32d/Estrategia_Manglar.pdf

INVEMAR. (2004). Informe del Estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia. Capítulo 3. Bogotá, Colombia. Disponible en Internet:
<URL:http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/EAMC_2004/01M

IPIECA, International Petroleum Industry Environmental Conservation Association. (2004). Impactos biológicos de la contaminación por hidrocarburos: Manglares 2004. Volumen IV. [En línea]. Londres: IPIECA. Disponible en Internet:

<URL

:http://www.ipieca.org/downloads/oil_spill/oilspill_reports/Spanish/Vol_4_Mangroves_Span_final_1663.85KB.pdf>

IPIECA-IMO-IOPC. (2012). Mapeo de sensibilidad para la respuesta al derrame de petróleo. Serie de guías de buenas prácticas de IPIECA-IOPC, Proyecto de industria conjunta de respuesta ante derrames de hidrocarburos (OSR-JIP). Informe IOPC 477. <http://oilspillresponseproject.org>.

Jewett, S.C., Dean, T.A., Woodin, B.R., Hoberg, M.K., Stegeman, J.J. (2002). Exposición a hidrocarburos 10 años después del derrame de petróleo de Exxon Valdez: evidencia del citocromo. Expresión de P4501A y FAC biliares en peces demersales cercanos a la costa. Marine Environmental Research 54. pp. 21-48.

Jiménez, D.L. (2006). Estudio de Impacto Ambiental generado por un Derrame de Hidrocarburos sobre una zona estuarina, aledaña al terminal de ecopetrol en Tumaco. Bogotá, D. C.

Mc Michael, A.J. (1988). Carcinogénesis de benceno, tolueno y xileno: evidencia epidemiológica y experimental. IARC Scientific Publications 85: 3-18.

Mijangos, O. y López, J. (2015). Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales [en línea]. Juárez: Revista Temas de Ciencia y Tecnología [citado 5 septiembre, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.research>

gate.net/publication/264407862_Metodologas_para_la_identificacin_y_valoracin
_de_impactos_ambientales>

Montagut C., E. A. y Cabrera L. E. E. Situación de riesgo en la Ensenada de Tumaco

Pérez Porto, J. y Gardey, A. (2012). Definición de hidrocarburos
<https://definicion.de/hidrocarburos/>

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. (2015).
Procedimiento de Diagnóstico Social y Ambiental [en línea]. New York: PNUD [citado 2
noviembre, 2015]. Disponible en Internet: <URL:
[http://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/Social-and-Environmental-
Policies-and-Procedures/UNDP-Social-Environmental-Screening-Procedure-SPANISH-
January2015.pdf.pdf](http://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/Social-and-Environmental-Policies-and-Procedures/UNDP-Social-Environmental-Screening-Procedure-SPANISH-January2015.pdf.pdf)>.

Rodríguez, G; J. P. Z; Isidro, I. (2007). La exposición a las mareas negras y sus efectos en la
salud. Revisiones. Volumen 43, Número 11, Noviembre 2007.

Savitz DA, Andrews KW. (1997). Revisión de evidencia epidemiológica sobre cánceres benceno
y linfático y hematopoyético. American Journal of Industrial Medicine; 31: 287-295.

Suchanek, Thomas H. (2003). Impactos del petróleo en las poblaciones y comunidades de
invertebrados marinos. American Zoologist. 510 - 523; doi: 10.1093 / icb / 33.6.510.

Tejada, C., L. Castro, A. Navarrete, T. Cardona, L. Otero, F. Afanador, A. Mogollón y W. Pedroza. (2003). /Panorama de la Contaminación Marina del Pacífico Colombiano. Centro Control Contaminación del Pacífico Colombiano. Serie Publicaciones Especiales Vol. 3, San Andrés de Tumaco: Ed. Dimar. P. 67 – 68.

The Internactional Tankes Owners Pollution Federation Ltda., 1987.

Wong O. (1987). Un estudio de mortalidad en toda la industria de trabajadores químicos expuestos ocupacionalmente al benceno. I. Resultados generales. British Journal of Industrial Medicine; 44: 365-381.