

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE
APLICACIÓN DEL PRODUCTO “IVEY ECOACTIVE PLUS” PARA LA
REMEDIACIÓN DE LOS DERRAMES DE PETRÓLEO CRUDO EN EL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA - COLOMBIA.

LUIS RAMIRO MORA CHAPARRO
OMAR FERNEY ARIAS FIGUEROA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA

2019

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE
APLICACIÓN DEL PRODUCTO “IVEY ECOACTIVE PLUS” PARA LA
REMEDIACIÓN DE LOS DERRAMES DE PETRÓLEO CRUDO EN EL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA - COLOMBIA.

LUIS RAMIRO MORA CHAPARRO
OMAR FERNEY ARIAS FIGUEROA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Petróleos

Director
OSCAR VANEGAS ANGRITA
Ingeniero de petróleos

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA

2019

DEDICATORIA

Dedico este triunfo a DIOS, porque toda la gloria y honra sea para ti, por darme la sabiduría y fortaleza a cada momento para salir adelante.

A mi mamá Gloria, por todos tus sacrificios y apoyo incondicional, por tus consejos y ese gran amor brindado, ahora puedo decirte que este gran logro te pertenece más que a nadie. Te amo mamá

A mi papá Sean Mora, por tus consejos y apoyo en cada momento, por sacarme siempre una sonrisa con tu gran carisma, eres mi ejemplo a seguir y este logro también es tuyo. Te amo papá

A mi papá Freddy, mi tío Saín, mis hermanos Mario, Jaicela y Juan David que siempre estuvieron para mí, dándome su apoyo y siempre animándome para salir adelante, que fortuna contar con cada uno de ustedes.

A mi hijo Sergio Luis, por ser ese motor que impulso mi vida y mi amor Sandy, por tu apoyo incondicional y aliento a seguir adelante de la mano de nuestro hijo.

A mis tíos Gabriel y Beatriz, mi primo Luis Gabriel, mis primas Yesika y Belkis, por acogerme con gran cariño en su hogar y hacerme sentir un hijo y hermano, los llevare siempre en el corazón.

A todos mis amigos que encontré durante este proceso y que aportaron un grano de arena, por compartir parte de su vida conmigo, con sus consejos, amabilidad y muchas aventuras.

Luis Ramiro Mora

Esta tesis la dedico Dios todo poderoso por darme salud, sabiduría y entendimiento para salir adelante y no desfallecer a pesar de las adversidades.

A mis queridos padres Davis y Betty quienes con sus consejos, comprensión, sacrificios y apoyo económico hicieron posible el alcance de este gran sueño. Los quiero mucho

A mis hermanos, que su apoyo y cariño me han acompañado en los momentos más importantes de mi vida.

A Mayerly, por ser alguien muy especial en mi vida quien con su amor e apoyo incondicional ha estado conmigo en las buenas y las malas, motivándome y acampándome para cumplir esta meta.

A mi hija Allison Valeria, fuente de inspiración para seguir luchando ser cada día mejor.

A mi asesor por el tiempo dedicado y paciencia en la elaboración de este documento.

A toda mi familia, quienes desinteresadamente me ayudaron a culminar mi carrera profesional. Este logro también es de ustedes.

Omar Ferney Arias Figueroa

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos la Fortaleza y sabiduría para llevar a cabo la realización de nuestra carrera universitaria.

A la Universidad Industrial de Santander por darnos la oportunidad de pertenecer a esta prestigiosa institución de la cual nos sentimos orgullosos y formarnos como profesionales.

A nuestro director de tesis, el ingeniero de petróleos Oscar Vanegas Angarita por su acompañamiento y búsqueda de recursos para ejecución del proyecto.

A la empresa Propeincol y su personal por brindarnos su apoyo para la ejecución del proyecto.

A los profesores que estuvieron involucrados como calificadores, dándonos sus observaciones constructivas.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. JUSTIFICACION.....	21
2. OBJETIVOS.....	22
2.1 OBJETIVO GENERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	22
3. INICIO DEL PETRÓLEO EN COLOMBIA Y SU PRODUCCIÓN HASTA EL DESCUBRIMIENTO DE CAÑO-LIMÓN.....	23
3.1 ARAUCA Y EL PETRÓLEO	24
3.1.1 Ubicación geográfica del departamento de Arauca.	24
3.1.2 Fisiografía del departamento de Arauca.	24
3.1.3 Hidrografía del departamento de Arauca.	24
3.1.4 Actividades económicas de Arauca.	25
3.1.5 Importancia de Arauca en el sector de hidrocarburos para Colombia	25
3.1.6 Áreas de producción y exploración de hidrocarburos en Arauca.	26
3.1.7 Infraestructura de transporte de petróleo en Arauca.....	26
3.2 DERRAMES DE CRUDO.....	30
3.2.1 Derrame de crudo por fallas en control de presión de yacimiento.	31
3.2.2 Transportes de hidrocarburos	31
3.2.2.1 Derrames de crudos en transporte por deterioro de los oleoductos.	32
3.2.2.2 Derrames de crudo en transporte por fallas en válvulas de oleoductos.....	32
3.2.2.3 Derrames de crudo en transporte por voladuras de oleoductos.	32
3.2.2.4 Derrame de crudo en transporte por carreteras.....	33
4. DIAGNOSTICO IMPACTO AMBIENTAL	34

4.1	IMPACTOS AMBIENTALES POR HIDROCARBUROS EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	34
4.1.1	Impacto socio-ambiental contra resguardo indígena U'WA.	36
4.1.2	ELN como autor material de atentados a infraestructura de transporte del petróleo.....	37
4.2	IDENTIFICACIÓN Y DIAGNOSTICO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS EN ARAUCA.....	38
4.2.1	Identificación de los impactos ambientales.	39
4.2.2	Otros impactos ambientales.....	41
4.2.3	Diagnóstico de los impactos ambientales.	42
5.	ELABORACIÓN EXPERIMENTAL DEL MODELO PARA LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO IVEY ECOACTIVE PLUS	45
5.1	DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS A UTILIZAR	45
5.2	UBICACIÓN DEL TERRENO CONTAMINADO PARA ELABORACIÓN DE LA PRUEBA	46
5.3	MUESTREO DEL SUELO.....	48
5.4	PREPARACIÓN DE LA MUESTRA COMPUESTA PARA ANÁLISIS TPH “TOTAL PETROLEUM HYDROCARBON”	51
5.5	MONTAJE DEL MODELO EXPERIMENTAL N° 1.....	51
5.5.1	Materiales	51
5.5.2	Desarrollo del montaje experimental.....	52
5.5.2.1	Calculo de la concentración y cantidades de los productos IVEY a utilizar para la remediación.	52
5.5.3	Aireación de las muestras.....	54
5.5.4	Toma de muestras para análisis en laboratorio y resultados.	55
5.6	TRATAMIENTO BIOLÓGICO PARA LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS IMPACTADOS CON HIDROCARBUROS	56
5.6.1	Aplicación de carga bacteriana para agilizar proceso de biorremediación. ..	58
5.7	MONTAJE EXPERIMENTAL N° 2	59

5.7.1 Desarrollo del montaje experimental N° 2.....	60
5.7.2 Calculo de la concentración y cantidades de los productos IVEY y carga bacteriana a utilizar para la remediación.	60
5.7.3 Aireación de las muestras.....	63
5.7.4 Toma de muestras para análisis en laboratorio y resultados.	63
5.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	65
5.8.1 Efectividad en la aplicación de IVEY ECOACTIVE PLUS frente a los demás productos utilizados.	65
Tabla 8. Efectividad de los productos utilizados en un tiempo de 21 días	66
5.9 VALORACIÓN DEL MERCADO Y COSTO DEL IVEY ECOACTIVE PLUS	67
 6. DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN INTEGRADO QUE DEBE IMPLEMENTARSE EN LA APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS IVEY.....	68
6.1 NORMAS ISO (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN)	68
6.2 PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO EN LA APLICACIÓN DEL IVEY ECOACTIVE PLUS	69
6.3 DESARROLLO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA APLICACIÓN DE IVEY ECOACTIVE PLUS.....	69
6.4 CICLO PHVA PARA LA MEJORA CONTINUA EN EL MANEJO DEL MANUAL INTEGRAL.....	70
6.5 PROCESOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS PARA SU MEJORAMIENTO CONTINUO.....	71
 7. CONCLUSIONES	73
 8. RECOMENDACIONES.....	76
 BIBLIOGRAFIA	77
 ANEXOS.....	81

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Hidrografía de Arauca.....	25
Figura 2. Oleoductos Caño-Limón y Bicentenario.....	29
Figura 3. Conexión oleoductos Caño Limón-Coveñas, Bicentenario, Araguaey y Orensa.....	29
Figura 4. Medición tomadas con GPSmap 62st.....	47
Figura 5. Terreno de la finca intervenido con un derrame de crudo.....	48
Figura 6. Toma de muestras	50
Figura 7. Muestras de suelo antes de la aplicación del producto.....	52
Figura 8. Muestras de suelo después de la aplicación de los productos IVEY ..	54
Figura 9. Aireación de las muestras.....	54
Figura 10. Muestras de suelos para la aplicación de la carga bacteriana y productos IVEY	60
Figura 11. Muestras de suelo después de la aplicación de los productos IVEY ..	62
Figura 12. Muestras de suelos con aplicación de los productos BIOTEC, BIORREM 745 Y POWER MAX ENZY-BACTER	63
Figura 13. Diagrama general de los procesos en apoyo a la gestión integral.....	72

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Grafica 1. Historial de producción en Colombia hasta el descubrimiento de Caño-Limón (Miles de bpd).	23
Grafica 2. Producción de hidrocarburos en Colombia (Miles de bopd)	26
Grafica 3. Ataques al oleoducto Bicentenario desde su inicio de operación hasta 2018.....	28
Grafica 4. Ataques a la infraestructura petrolera en Arauca (1986-2018)	35
Grafica 5. Ataques a la infraestructura petrolera a nivel nacional y en Arauca .	35
Grafica 6. Actividades y monitoreo durante el periodo de prueba.....	55
Grafica 7. Resultados de la aplicación.	55
Grafica 8. Resultados de la aplicación N°2 incorporando carga bacteriana con la adición de lixiviados.	64
Grafica 9. Resultados de la aplicación N°2 incorporando carga bacteriana con la adición de carga ruminal.....	64
Grafica 10. Resultados de la aplicación N°2 aplicando otros productos IVEY con alta carga bacteriana interna sin inclusión de lixiviados y carga ruminal	65

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Listado de impactos ambientales identificados.	40
Tabla 2. Impactos ambientales en la realización del control de la contingencia ...	41
Tabla 3. Coordenadas de localización del predio, Mediciones tomadas con GPSmap 62st.....	47
Tabla 4. Puntos de muestreo y profundidades.....	49
Tabla 5. Datos de masa y volúmenes de las muestras y de los productos IVEY para su aplicación.	53
Tabla 6. Datos de masa y volúmenes de las muestras y de los productos IVEY y carga bacteriana utilizados	61
Tabla 7. Datos de masa y volúmenes de las muestras y de los productos BIOTEC, BIORREM 745 Y POWER MAX ENZY-BACTER para su aplicación.....	62
Tabla 8. Efectividad de los productos utilizados en un tiempo de 21 días	66

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Áreas en producción y exploración.....	81
Anexo B. Territorio U'WA, y sus límites con oleoducto Caño-Limón y bloque petroleros.....	85
Anexo C. Ficha técnica Ivey Ecoactive Plus.....	86
Anexo D. Ficha técnica Ivey Enzymatic Pro	87
Anexo E. Ficha técnica Ivey Enzymatic Pro Max	88
Anexo F. Entrevista con el propietario de la finca	89
Anexo G. Resultado de laboratorio (TPH muestras sin tratar).....	90
Anexo H. Primer resultado de laboratorio.....	91
Anexo I. Fichas técnicas Biotec, Biorrem 745 y Power Max	92
Anexo J. Resultados de laboratorio N°2	95
Anexo K. Manual Integrado de Gestión en la Aplicación del producto IVEY ECOACTIVE PLUS.....	96

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE APLICACIÓN DEL PRODUCTO “IVEY ECOACTIVE PLUS” PARA LA REMEDIACIÓN DE LOS DERRAMES DE PETRÓLEO CRUDO EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA – COLOMBIA.*

AUTORES: LUIS RAMIRO MORA CHAPARRO
OMAR FERNEY ARIAS FIGUEROA**

PALABRAS CLAVES: Total petroleum hydrocarbon, IVEY ECOACTIVE PLUS

DESCRIPCION:

La industria del petróleo ha generado diversos impactos ambientales, entre los más importantes se encuentra el derrame de crudo en las fuentes hídricas y la superficie del suelo, desde el inicio de la explotación de petróleo en Arauca, se han venido presentando diversos problemas ambientales asociados a estos hechos.

Aunque los derrames debido a errores en los procedimientos operarios han sido en una pequeña proporción, los grandes derrames se han generado debido a violación de la integridad de los oleoductos Bicentenario y Caño Limón que se encargan de transportar el crudo hasta su destino final, en el puerto Coveñas en el departamento de sucre. Sin embargo aunque los derrames generados han sido en un gran porcentaje a hechos de agresión a la integridad de los oleoductos “Caño Limón y Bicentenario” que recorren gran parte del departamento de Arauca.

Por tal motivo, es necesidad aportar desde la academia soluciones ambientales las cuales estén asociadas a este tipo de hechos, ya que también hacen parte de la exploración petrolera. La obligación de proteger la integridad del planeta es un suceso que nos concierne a todos, por esto, este trabajo se da la tarea de hacer una investigación de una posible solución a los derrames de crudos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director: Oscar Vanegas Angrita, Ingeniero de petróleos.

ABSTRACT

TITLE: STUDY OF FEASIBILITY AND STANDARDIZATION OF THE PROCESSES OF APPLICATION OF THE PRODUCT " IVEY ECOACTIVE PLUS " FOR THE REMEDIATION OF THE OIL SPILLS RAW IN THE DEPARTMENT OF ARAUCA - COLOMBIA.*

AUTHORS: LUIS RAMIRO MORA CHAPARRO
OMAR FERNEY ARIAS FIGUEROA**

KEYWORDS: Total petroleum hydrocarbon, IVEY ECOACTIVE PLUS

DESCRIPTION:

The oil industry has generated several environmental impacts, among the most important is the spill of oil in the water sources and the surface of the soil, since the beginning of oil exploitation in Arauca, several environmental problems have been presented these facts.

Although the spills due to errors in the operating procedures have been in a small proportion, the large spills have been generated due to violation of the integrity of the Bicentenario and Caño-Limón pipelines that are responsible for transporting the crude oil to its final destination, in the Coveñas port in the Sucre department. However, although the spills generated have been in a large percentage to acts of aggression to the integrity of the pipelines "Caño Limón and Bicentenario" that cover much of the department of Arauca.

For this reason, it is necessary to provide from the academy environmental solutions, which are associated with this type of events, since they are also part of oil exploration. The obligation to protect the integrity of the planet is an event that concerns us all; therefore, this work is given the task of doing an investigation of a possible solution to oil spills.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ciencias Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director: Oscar Vanegas Angrita, Ingeniero de petróleos.

INTRODUCCIÓN

El petróleo desde su descubrimiento se ha convertido en la fuente energética más importante de todo el mundo, gracias a este recurso no renovable el planeta se ha visto envuelto en un desarrollo tecnológico a pasos agigantados, además ha contribuido a la prevención de la extinción de las ballenas del cual se extraía el aceite, fuente de iluminación como principal combustible.

Además de facilitar la calidad humana del planeta, este representa en gran porcentaje las actividades del ser humano, reconociendo el combustible para el movimiento de maquinarias el más visual en el ser humano, pero contribuye también hasta la fabricación de infinitos elementos relacionados con las diferentes ingenierías, elementos tecnológicos de la medicina, y elementos del diario vivir.

Sin embargo, la explotación petrolera en las últimas décadas está siendo muy cuestionada debido a la gran exposición de carbono a la atmosfera y el contacto directo con la biodiversidad. Los derrames de crudo han presentado el mayor cambio y desaparición de ecosistemas, alterando y afectando el medio ambiente.

Los impactos ambientales involucra toda la cadena productiva de los hidrocarburos, tales como Upstream, Midstream y Downstreams, que conducen inevitablemente al deterioro gradual del ambiente. Entre el aspecto más importante de impactos ambientales tenemos los derrames de crudo mediante su transporte a través de oleoductos, Una técnica utilizada en todos los países productores de petróleo pero que en nuestro país se convierte en un blanco fácil para propósitos de los grupos al margen de la ley. De esta manera, se ven afectados los ecosistemas donde se derrama el crudo por miles de barriles en las superficie terrestre, fuente de agua y demás. Aunque estos hechos son ajenos a la industria, estos como propietarios de sus productos tienen la responsabilidad de revertir los sucesos causados, de una

forma directa, controlando la exposición del crudo a los ecosistemas, así como remediar y optimizar los impactos a un mínimo como sea posible.

En el departamento de Arauca se encuentran dos oleoductos de gran magnitud que atraviesan gran parte de su territorio y que se ven afectados por los hechos mencionados, el oleoducto caño limón uno de los más importantes de Colombia nace en este departamento y recibe en la estación Banadia el crudo proveniente del oleoducto Bicentenario quien nace en el departamento de Casanare y gran parte de su longitud atraviesa el territorio Araucano.

En el presente trabajo se busca como alternativa a una solución para la biorremediación del suelo con la utilización de un producto cuyo efecto es estimular los microorganismos locales presentes en el ecosistema para que sean ellos mismo quienes se encarguen de desintegrar y devorar las cadenas de carbonos que contienen los hidrocarburos. La estimación de los resultados con las pruebas pueden ejercer criterio para abordar un proceso de gran biorremediación en territorios que se han generado derrames y, que donde los procesos que se han realizado las empresas responsables del crudo no han surtido el éxito esperado, en Colombia existe una gran biodiversidad, y es responsabilidad de todos contribuir al buen manejo de nuestros territorios para que sean propicios para todo tipo de actividad sin impactar el medio ambiente.

Es por ello, que, en Colombia las empresas interesadas en la exploración y explotación deben someterse a la ley 99 de 1993 en el título VIII. De las licencias ambientales. La ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje requerirán de una Licencia Ambiental, la cual es una autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario

de la licencia de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada.

1. JUSTIFICACION

En los últimos años, en Colombia, se ha venido cuestionando a la industria petrolera por los múltiples impactos ambientales que genera el derrame de petróleo en su etapa de transporte; muchas veces por actos subversivos o externos a la industria, como es el caso de la voladura de los oleoductos Caño Limón – Coveñas y Bicentenario en el departamento de Arauca.

Al mismo tiempo, aparecen en el mercado muchos productos, de diferente tipo, que ofrecen remediar los impactos que se generan con los hidrocarburos generados. Así, Es un deber de la academia, propender por la evaluación de calidad y verificación de la eficiencia y eficacia de dichos productos, en pro de garantizarle a la industria petrolera, al país en general y al medio ambiente, un diagnóstico y una clasificación de calidad y confiabilidad de los mismos.

Por ello, nuestro trabajo a desempeñar se enfoca en un producto se conoce en el mercado como “IVEY ECOACTIVE PLUS”. Se mantendrá en incógnita su composición química por los derechos industriales y de propiedad intelectual que tiene el fabricante.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Estandarizar los procesos de gestión integrado o de calidad, para la óptima aplicación y usos del producto “IVEY ECOACTIVE PLUS”, en la remediación de suelos y cuerpos de agua contaminados por el derrame de petróleo crudo en el departamento de Arauca – Colombia.

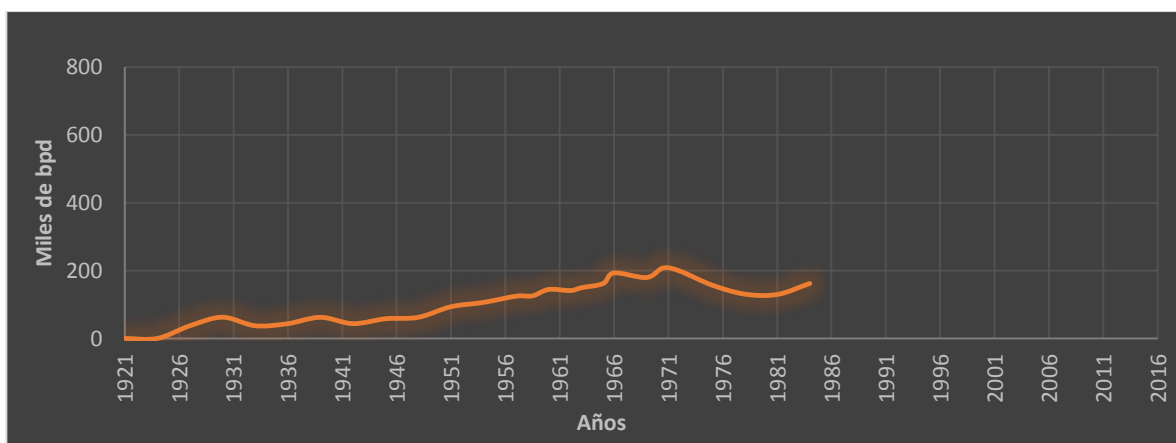
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Diagnóstico de los impactos generados por el petróleo crudo al entrar en contacto con las fuentes hídricas y los suelos del departamento de Arauca.
2. Elaboración experimental del modelo, en tiempos, concentración y cantidades, de aplicación del producto “IVEY ECOACTIVE PLUS” para la óptima remediación o restauración del cuerpo de agua o terreno contaminado, según las condiciones de geográficas, eco sistémicas y grado de contaminación.
3. Diseño y estandarización de los procesos de gestión integrado que deben implementarse en la aplicación del producto “IVEY ECOACTIVE PLUS” para la remediación de los diferentes impactos generados por el derrame de petróleo en el departamento de Arauca.

3. INICIO DEL PETRÓLEO EN COLOMBIA Y SU PRODUCCIÓN HASTA EL DESCUBRIMIENTO DE CAÑO-LIMÓN

La industria de hidrocarburos en Colombia tiene su origen a principios del siglo XX con la concesión de dos campos petrolíferos a treinta años, por entonces el presidente de la época. para el año 1927 el país estaba posicionado como el octavo productor del mundo, pero a balance internacional durante el 70% del siglo pasado no paso de ser una producción modesta en relación al orden internacional, pero eso sí, en orden creciente llegando hasta los 80 millones de barriles, posteriormente empezó su declinación, hasta un nivel de 51,8 millones en 1982, esto dado a la progresiva caída de las reservas del estado colombiano, teniendo así, que cubrir el déficit de producción doméstica con importaciones crecientes. 6,7 millones de barriles en 1976 y 7,3 millones en 1982, con un pico de 9,4 millones en 1977.¹

Grafica 1. Historial de producción en Colombia hasta el descubrimiento de Caño-Limón (Miles de bpd).



Fuente: SARMIENTO ANZOLA Libardo: con base en series históricas provenientes de Occidental de Colombia, Ecopetrol y ANH.

¹ SARMIENTO ANZOLA, Libardo. Fin de un ciclo histórico y transición incierta. 2015

3.1 ARAUCA Y EL PETRÓLEO

3.1.1 Ubicación geográfica del departamento de Arauca. El departamento de Arauca está ubicado en el extremo norte de la región de la Orinoquía con una superficie de 23.818 km², Limita al norte y al oriente con Venezuela, estando en el norte separado del país vecino por el río Arauca, al sur con Meta y Casanare y al occidente con Boyacá. La cuenca del río Orinoco, donde se encuentra ubicada Arauca, se destaca por sus recursos hídricos, su importancia geográfica y estratégica en términos de comunicación y transporte nacional e internacional, además de la diversidad de sus ecosistemas.²

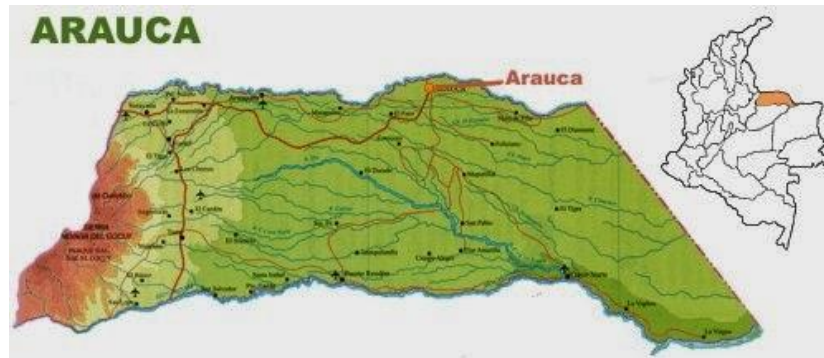
3.1.2 Fisiografía del departamento de Arauca. El relieve del departamento de Arauca, está constituido por tres conjuntos morfológicos; la cordillera oriental, el piedemonte y la llanura aluvial. La cordillera oriental se encuentra al occidente del departamento donde se encuentre la importante sierra nevada del Cocuy, el área del piedemonte comprende una cubierta vegetación de sabana y bosque ecuatorial y, por último, la llanura aluvial que comprende la mayoría del territorio y es cubierta por vegetación de sabana inundable y por bosque de galería en las vegas de los ríos y caños.²

3.1.3 Hidrografía del departamento de Arauca. La red hidrográfica con la que cuenta Arauca corre en dirección occidente-orienté hacia el Orinoco a través de los ríos Arauca, Casanare, Tocoragua, Tame, Cravo Norte, Ele, Lipa, San Miguel y Cinaruco. Además cuenta con número quebradas y lagunas. La importante oferta hídrica existente en el departamento ha permitido el abastecimiento de agua a sus siete municipios.³

² (FIP, UNSAID, ORGANIZACION INTERNACIONAL PARA LAS MIGRACIONES, 2014)

³ *Ibíd.*

Figura 1. Hidrografía de Arauca



Fuente: tomada de KENII. Departamento de Arauca [en línea]. 2014. Disponible en <http://kcminformandote.blogspot.com/2014/11/departamento-de-arauca.html>

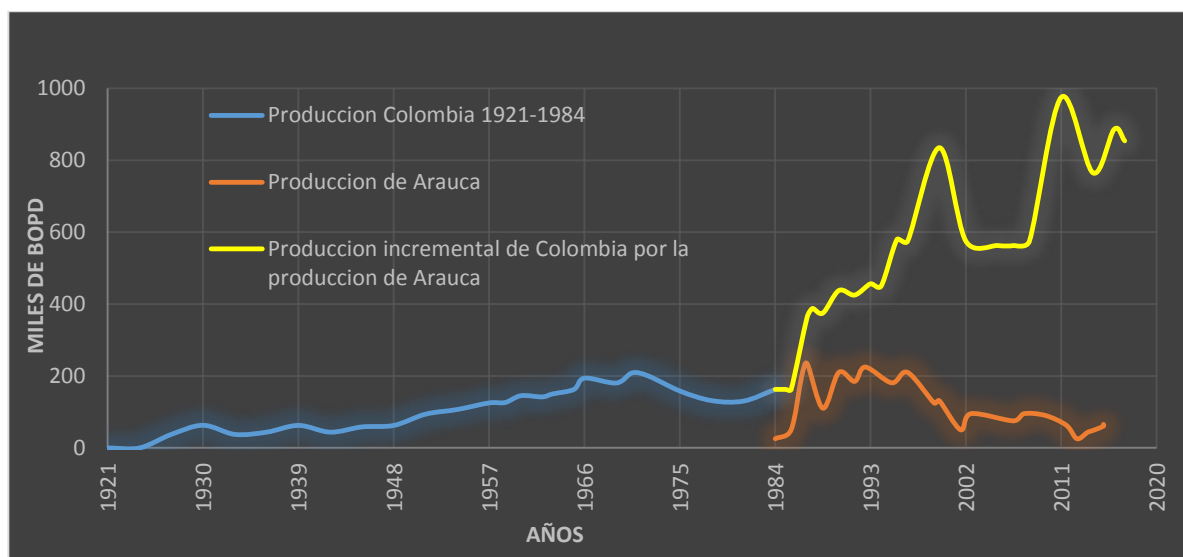
3.1.4 Actividades económicas de Arauca. Las actividades económicas con mayor participación en el PIB departamental en 2012 fueron la extracción de petróleo y gas con 53,3%, la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca completan el 46,7% restante.⁴

3.1.5 Importancia de Arauca en el sector de hidrocarburos para Colombia La explotación petrolera en Arauca se inicia en 1959 con la perforación del pozo la Heliera 1 en Puerto Rondón y el pozo Tame 1 por la Socony-Mobil y la Shell en 1960. En 1980, Intercol perfora los pozos Arauca 1 y 2 en Saravena. En 1981 Ecopetrol perfora el pozo Río Ele. Las anteriores perforaciones tuvieron una producción modesta. Sin embargo, la importancia de Arauca con la explotación petrolera se extiende desde 1983, cuando en la cuenca Llanos Norte fue descubierto el Campo Caño Limón de magnitud gigantesco por Occidental de Colombia Inc. El cual fue el más importante en la historia colombiana hasta ese entonces, con reservas de 1,2 billones de barriles. Un hallazgo importante para el país ya que 3 años después se logró la autosuficiencia petrolera, y así, Permite a Colombia dejar de ser un importador de petróleo y convertirse en exportador.⁵

⁴ Estudios económicos - Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Plan de Desarrollo Turístico de Arauca. 2012

⁵ AGUILAR, G., et al. Petróleo y desarrollo. 1998.

Grafica 2. Producción de hidrocarburos en Colombia (Miles de bopd)
1921-2017



Fuente: SARMIENTO ANZOLA Libardo: con base en series históricas provenientes de Occidental de Colombia, Ecopetrol y ANH

3.1.6 Áreas de producción y exploración de hidrocarburos en Arauca.

Actualmente Arauca, tiene 6 bloque activos en el área de producción manejada por diferentes operadoras, tiene una producción superior a los 50 mil barriles diarios, los cuales son transportados por atreves del oleoductos Caño-Limón – Coveñas. Además, Arauca tiene la mayoría de su territorio cuadrículado para exploración por lo que a futuro se espera tener una extensión en la producción cercana a 300 mil barriles diarios.⁶ (En anexo A). Podemos apreciar las áreas actuales de producción y exploración en el departamento de Arauca.

3.1.7 Infraestructura de transporte de petróleo en Arauca.

Arauca desde el descubrimiento del campo Caño Limón se mantuvo en la cima como el departamento con más producción de crudo en Colombia durante varios años, desarrollo una infraestructura muy acorde a su necesidad, tal caso, el oleoducto

⁶ Emisora la vos del Cinaruco. Presidente USO-ARAUCA. "Arauca Postpetrolera es una posibilidad lejana". 2017. Disponible en: <https://lavozdelcinaruco.com/16969-arauca-postpetrolera-es-una-posibilidad-lejana-presidente-de-la-uso--arauca>.

Caño Limón-Coveñas, uno de los más extensos e importantes del país, nace en este territorio. Con una extensión de 773,94 kilómetros, atraviesa 33 municipios, 253 veredas en los departamentos de Arauca, Boyacá, Norte de Santander, Cesar, Magdalena, Bolívar y Sucre.⁷

En el departamento de Arauca en el año 1985, se construye el oleoducto Caño Limón-Coveñas, exactamente en la vereda la Osa del municipio de Arauquita y en la rivera del río Arauca, atravesando los municipios de Arauquita y Saravena. El cual se hizo necesario construir debido a la gran reserva del campo Caño-Limón que para entonces se estimaba en 50 millones de barriles pero a medida que se fue dando la llamada "producción temprana", el campo mostró sus verdaderas dimensiones de gigante. De hecho, Caño Limón es el líder en Colombia con unas reservas de 1.800 millones de barriles.⁸

El territorio Araucano también tiene presencia del oleoducto Bicentenario de Colombia S.A.S. el cual fue construido el 18 de agosto de 2010 por siete compañías de la industria petrolera, convocados por Ecopetrol como socios estratégicos para la construcción y operación de un sistema de transporte que incidiera en el desarrollo nacional entre los departamentos de Casanare y Arauca. El proyecto culminó su construcción en el 2013, con una longitud de 230 kilómetros, el cual conecta la estación Araguaneý en Casanare y en travesía por diferentes municipios de este departamento, entrando por el norte de Arauca y atravesando los municipios, Tame, Fortul y Saravena donde se ubica la estación Banadia, donde es re-bombado al oleoducto Caño-Limón para su destino final en Coveñas.⁹ Sin embargo, por las constantes arremetidas que se han presentado contra el oleoducto Caño Limón-Coveñas, se ha optado por transportar el crudo a través de la conexión

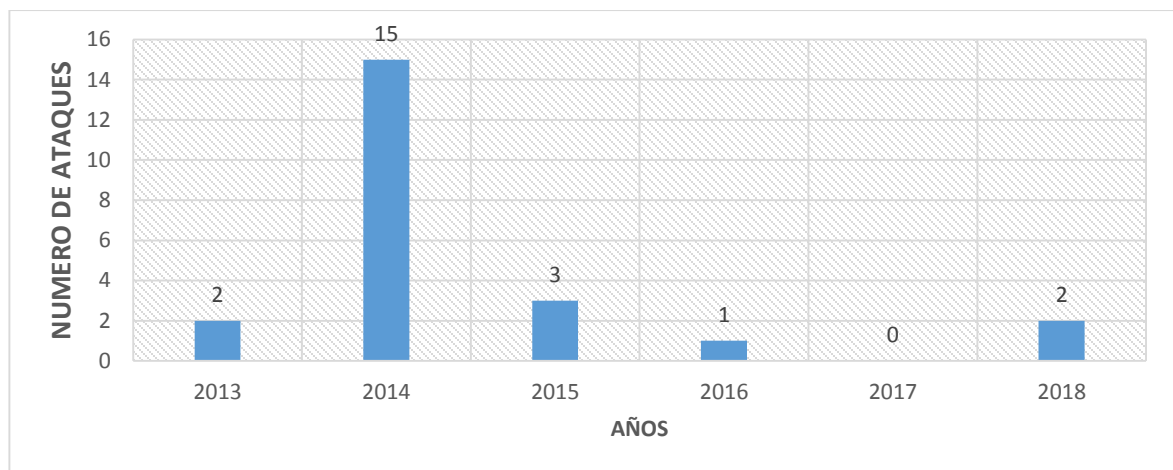
⁷ ECOPETROL. El Oleoducto Caño Limón-Coveñas cumplió 30 años. [Base de datos en línea]. Diciembre 11 de 2015. Boletín de prensa ECOPETROL. Disponible en: <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/Boletines%202015/Boletines%202015/Oleoducto-Cano-Limon-Covenas-cumplio-30-anos>

⁸ ECOPETROL. Carta petrolera. La marca de Caño-Limón. 2013. edición No. 106 [agosto-octubre de 2003]. Disponible en: <https://www.ecopetrol.com.co/especiales/carta/actualidad.htm>

⁹ OLEODUCTO BICENTENARIO DE COLOMBIA S.A.S. Quienes somos. [en línea] Disponible en: <http://www.bicentenario.com.co/index.php/quienes-somos-2>

de oleoductos como el Bicentenario, Araguaey y Ocesa quien finalmente tiene como destino la estación Coveñas.¹⁰ Aunque esta fase del oleoducto no está exenta de atentados en infraestructura, estos tienen una menor frecuencia y su actividad de transporte esta generalmente activa.

Grafica 3. Ataques al oleoducto Bicentenario desde su inicio de operación hasta 2018



Fuente: Estadísticas de atentados contra infraestructura petrolera en Colombia. Informe anual de sostenibilidad cenit

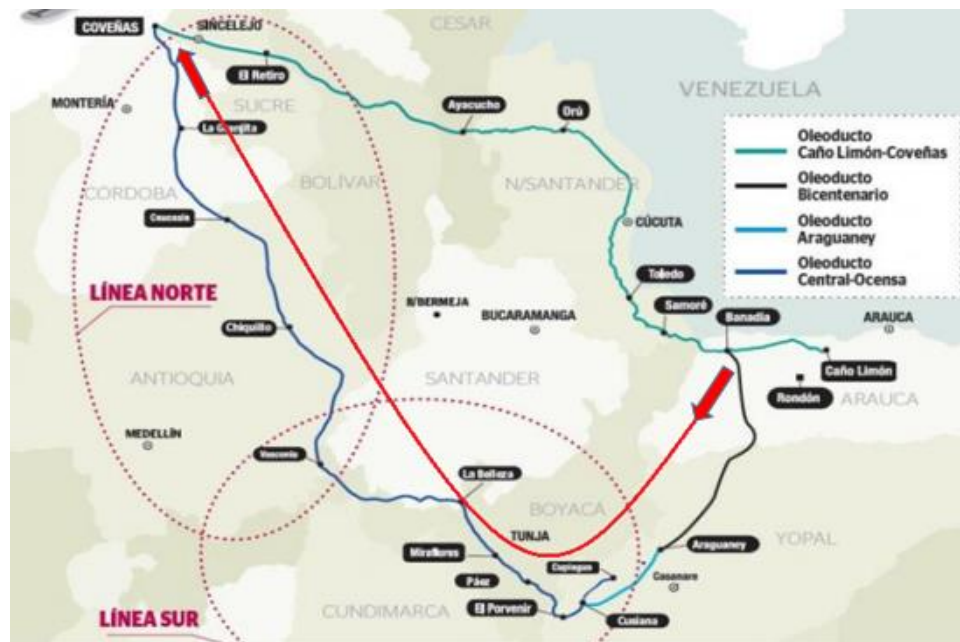
¹⁰ (Porafolio, 2017)

Figura 2. Oleoductos Caño-Limón y Bicentenario.



Fuente: BICENTENARIO S.A.S. mapa del recorrido del oleoducto.

Figura 3. Conexión oleoductos Caño Limón-Coveñas, Bicentenario, Araguaey y Ocesa.



Fuente: Ecopetrol-Ocesa.

3.2 DERRAMES DE CRUDO

Un derrame de petróleo es un vertido de este hidrocarburo que se produce debido a un accidente o práctica inadecuada que contamina el medio ambiente, Estos derrames afectan todo el ecosistema donde se produce el evento a lo cual perjudica catastróficamente la fauna, flora, fuentes hídricas y comunidades.

Aunque la industria petrolera desde su origen viene mejorando sus prácticas operacionales e implementando avances tecnológicos con el fin de hacer de la actividad siempre más eficiente y segura. Con el pasar de los años y los nuevos descubrimientos petroleros se ha optado por hacer una infraestructura petrolera con el fin de movilizar los crudos desde los campos de extracción hasta refinerías y puertos de embarcación para su exportación.

Colombia no es la excepción al desarrollo del sector petrolero y su infraestructura empieza a crecer con su descubrimiento en el Infantas hace 100 años. En 1921, comenzó la operación de la refinería en Barrancabermeja. El primer oleoducto que se construyó por la empresa Andian National Corporation para llevar el crudo hasta Mamonal cerca de Cartagena, es cuando entonces en 1926, se realiza la primera exportación de crudo a Estados Unidos.¹¹

Aunque la industria petrolera en Colombia ha traído desarrollo desde sus inicios, también hay que enfatizar que las consecuencias ambientales que ha conllevado. Cabe destacar que los impactos ambientales que mayor registro tiene son los derrames de petróleo sobre la superficie vegetal y fuentes hídricas por diferentes motivos como lo son:

¹¹ AHUMADA ROJAS, Omar .G Los 2000 barriles que transformaron la economía y vida de un país. [Base de datos en línea]. Mayo 05 de 2018. El Tiempo. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/como-fue-el-inicio-de-la-industria-petrolera-en-colombia-213738>

3.2.1 Derrame de crudo por fallas en control de presión de yacimiento. Las formaciones a una profundidad dada en la tierra están expuestas a un esfuerzo vertical, a esfuerzos horizontales compresivos (generalmente anisótropicos) y a la presión de poro. Cuando un pozo es perforado, la roca que lo rodea debe soportar la carga que antes era soportada por la roca removida. Si la roca tiene un comportamiento elástico lineal, se generará una concentración de esfuerzos alrededor del pozo. Si la roca es lo suficientemente débil, esa concentración de esfuerzos podría ocasionar una falla del hueco. Dicha falla del hueco puede ser mitigada seleccionando un peso de lodo adecuado para perforar cada formación.¹²

Por consiguiente a esto, al incurrir en errores en el cálculo de la presión de colapso, es decir, la presión que ejerce el yacimiento hacia la tubería de revestimiento. Y se utiliza una contrapresión menor a la requerida realmente por parte del lodo de perforación para controlar la diferencia de presiones. Se puede presentar un evento conocido como estallido de pozo, reventón o “patada de pozo”.

3.2.2 Transportes de hidrocarburos. El principal accionar para transporte de hidrocarburos es el uso de los oleoductos, el cual transportan miles de barriles ya sea hasta refinerías o a centros portuarios para su eventual exportación.

En Colombia se ejerce una normatividad para el transporte de hidrocarburos por oleoductos: Según el Ministerio de Minas y Energía, en ejercicio de las facultades legales, en especial las que le confiere el Decreto **070** de 2001, considera en virtud del artículo **212** del Decreto-ley 1056 de 1953 (Código de Petróleos), el transporte de petróleo constituye un servicio público, razón por la cual las personas o entidades dedicadas a esas actividades deberán ejercerlo de conformidad con las reglamentaciones que dicte el Gobierno, en guarda de los intereses generales. Y, según los artículos **45 a 57** y **189 a 209** del Código de Petróleos, establecen los

¹² PÁRAMO SEPULVEDA, Liliana Marcela, et al. Análisis geomecánico y de estabilidad para el pozo# 3 del campo caso estudio. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín.

requisitos, procedimientos y obligaciones para llevar a cabo la actividad de transporte de crudos por oleoductos.¹³

3.2.2.1 Derrames de crudos en transporte por deterioro de los oleoductos. El hecho de que los hidrocarburos son transportado por oleoductos y que estos puedan carecer de mantenimientos, se pueden presentar fallas en su estructura por corrosión o malas técnicas, presentando así deterioros y posteriormente rompimiento de la tubería ocasionando derrame de hidrocarburo. Aunque no es un hecho prevalente en Colombia, no se descarta que pueda ocurrir.

3.2.2.2 Derrames de crudo en transporte por fallas en válvulas de oleoductos. Las válvulas en los oleoductos son ubicadas en diferentes puntos estratégicos para controlar el flujo de crudo a través de los ductos, estas dispositivos también hacen parte de del oleoducto y por ende deben soportar las regulaciones de control y calidad de operación que decreta el código de ingeniero de petróleo como se mencionó anteriormente.

Las válvulas ejercen una función en los ductos, es por esto que su correcto accionar en la operación debe ser eficiente y coordinado con el completo funcionamiento del oleoducto, es por esto que una falla operacional de esta herramienta puede causar desastres ambientales por deliberación de crudo a la corteza terrestre o al sistema fluvial por donde esté ubicada la válvula.

3.2.2.3 Derrames de crudo en transporte por voladuras de oleoductos. Las voladuras de oleoductos es principalmente el atentado contra la integridad de su infraestructura, y es un hecho en el cual Colombia está muy “familiarizado”, por la ola de conflicto armado que ha llevado lo largo de sus años y que se ha manifestado como protestas y beneficios económicos propios de los grupos subversivos,

¹³ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, RESOLUCIÓN 18 -1258 DE 2010

afectando principalmente los ecosistemas ya que el crudo entra en contacto directamente a estos y en grandes cantidades.

3.2.2.4 Derrame de crudo en transporte por carreteras. Además de oleoductos, otro tipo de transporte de hidrocarburos el cual hace referencia al transporte es a través de carro-tanques por carreteras nacionales para su disposición final.

En ocasiones han ocurrido hechos como accidentes de tráfico, ocasionando contingencia por derrames e incendios. Y en un segundo lugar, este medio de transporte no lo hace inmune a violación de la integridad por medio de ataques al servicio de los grupos al margen de la ley.

4. DIAGNOSTICO IMPACTO AMBIENTAL

Las empresas responsables de la producción de hidrocarburos en Colombia, deben contar con un Sistema de Gestión Ambiental mediante el cual identifiquen, evalúen, prevengan, controlen, mitiguen y compensen los impactos derivados de sus actividades durante toda su cadena productiva, siguiendo las leyes que otorga el gobierno colombiano.

Sin embargo, el diagnóstico del impacto se relacionó y se interpretó con los sucesos efectuados al generar el transporte de hidrocarburos, que generalmente se hace a través de los oleoductos presentes en el departamento de Arauca, como lo son: Caño-Limón y Bicentenario.

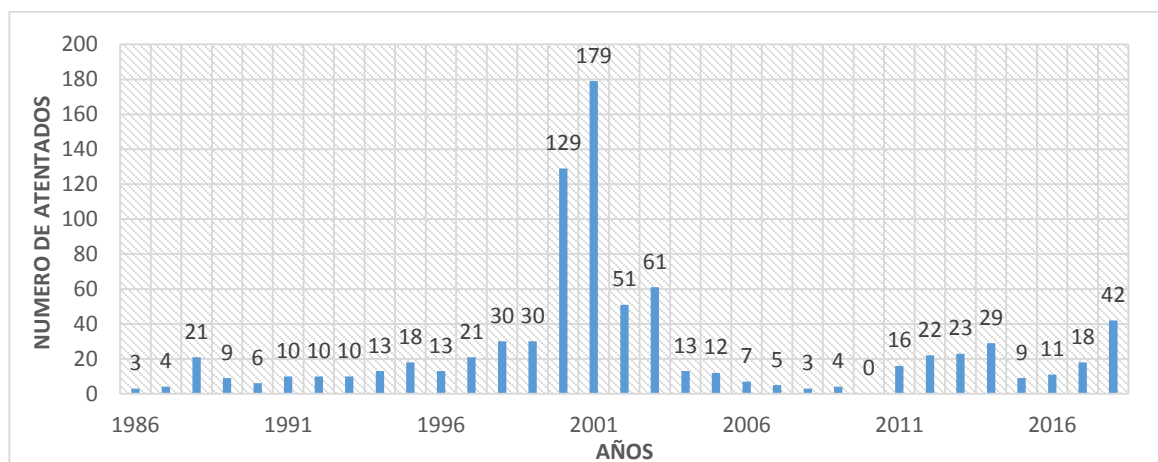
4.1 IMPACTOS AMBIENTALES POR HIDROCARBUROS EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Desde mediados de la década de los 80, se han generado impactos ambientales en una escala media-alta, debido a los trabajos operacionales que se pusieron en marcha para la extracción, almacenamiento y finalmente transporte del petróleo. Aunque los impactos más relevantes que ha generado la industria de hidrocarburos en este territorio ha sido debido a los derrames de crudos por voladuras en las líneas de transporte de crudo; en su mayoría generados por la guerra que vive el país con grupos armados, Principalmente con el ELN.

Los derrames de crudo han sido de forma permanente en el departamento y el impacto ambiental que se genera debido a esta situación ha incluido la contaminación de fuentes hídricas, suelos, fauna y flora y cambios drásticos al

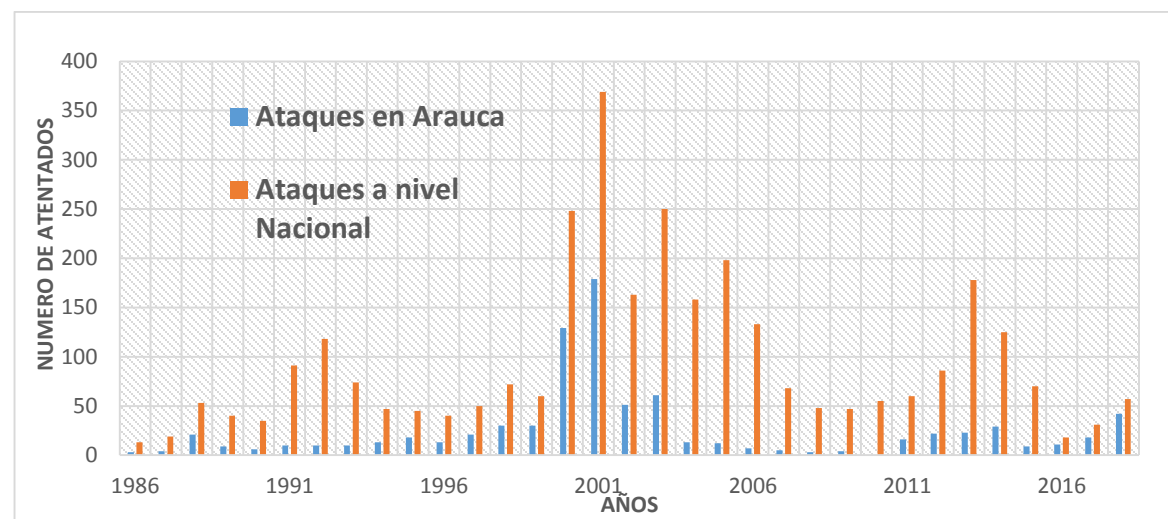
paisaje¹⁴. Asimismo, afectando parte del resguardo indígena U'WA que hace parte de territorio Araucano y ha generado un impacto socio-ambiental.

Grafica 4. Ataques a la infraestructura petrolera en Arauca (1986-2018)



Fuente: ATAQUES A LA INFRAESTRUCTURA EN ARAUCA. Área Dinámicas del Conflicto y Negociaciones de Paz

Grafica 5. Ataques a la infraestructura petrolera a nivel nacional y en Arauca



Fuente: Boletín Agora Consultorías. Elaboró: Acipet

¹⁴ VELÁSQUEZ ARIAS, Johana Andrea. Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. RIAA, 2017, vol. 8, no 1, p. 151-167.

El departamento de Arauca ha sufrido la mayor parte de las consecuencias por voladuras de oleoductos. Siendo Caño Limón- Coveñas el más intervenido con más de 800 voladuras y una cantidad superior a 1.85 millones de barriles

4.1.1 Impacto socio-ambiental contra resguardo indígena U'WA. El pueblo indígena U'WA, habita desde sus orígenes en el Oriente de Colombia, lugar donde ha podido mantener su cultura y su lengua, donde sus prácticas culturales preservan la armonía entre la selva, la huerta, los seres humanos y los espíritus.¹⁵

Considera esta comunidad, que una de las cosas de mayor valor es la tierra, y su posición ha sido no aceptar la exploración, ni la explotación de los recursos naturales en su territorio sagrado. Es por esto, que se desata un conflicto contra las petroleras por la otorgación de licencias ambientales a los bloques Samoré y Gibraltar dentro del territorio U'WA, lo que es para esta comunidad la violación de los derechos de su pueblo, ya que los U'WA han mantenido el sostenimiento de su ambiente y la explotación del recurso de sus tierras significaría acabar con todo el conocimiento y la práctica desarrollados por ellos en sus ecosistemas.¹⁶

Aunque estos bloques están ubicados entre los departamentos de Norte de Santander y Boyacá tienen interconexión con el departamento de Arauca a través del territorio U'WA, y para la comunidad en general afecta el equilibrio de todo el espacio de la madre tierra de la cual ellos recibieron para protegerla y vivir en armonía.¹⁷

Así mismo, el oleoducto Caño-Limón tiene recorrido por los límites al Norte del resguardo territorial U'WA (ver anexo B), y ha sido blanco de tiro por el ELN, proporcionado así contingencias dentro de su territorio superficial y afectando sus

¹⁵ RODRÍGUEZ, GLORIA AMPARO RODRÍGUEZ GLORIA. Los U'WA, un pueblo que se niega a dejar de resistir. En Como el agua y el aceite. Conflictos socioambientales por la extracción petrolera. 2017. p. 172-187.

¹⁶ Ibid.

¹⁷ (Durán López. G, 2015)

cuerpos de agua que llevan sus escorrentías hasta los llanos del territorio Araucano. Además de esto proporciona la incursión de estos subversivos y compañías a mitigar los impactos ambientales que ocurren, dentro de su resguardo, por lo que la comunidad denuncia como los factores más preocupantes relativos al mantenimiento del equilibrio natural.¹⁵

4.1.2 ELN como autor material de atentados a infraestructura de transporte del petróleo. En los primeros años de la década de los sesenta, surgió uno de los primeros movimiento populares que se organizaron en el área urbana, el llamado “frente unido el pueblo” liderado por el padre Camilo Torres. La FUP y las repúblicas independientes fueron objetos de amenazas, hecho por el cual el sacerdote revolucionario tomo la decisión de retirarse al campo y unirse a un grupo que dio origen al Ejército de Liberación Nacional, ELN.¹⁸

En Colombia, la relación entre petróleo y grupos armados ilegales se ha presentado desde los años setenta, década donde se inició el proceso de desarrollo guerrillero en el país. Durante estos años, varias empresas del sector petrolero empezaron a ser víctimas de extorsión por parte de los grupos guerrilleros, principalmente del ELN. Buscaban financiar su lucha revolucionaria y articular su discurso ideológico a las realidades de los territorios donde se estaban consolidando. Así mismo, este grupo revolucionario busca fortalecerse económicamente, de forma sociopolítica y militar.¹⁹

Económicamente, los ataques contra la infraestructura tienen un innegable interés en la obtención de recursos. Ejemplo de esto es la extorsión, por medio de la cual los actores ilegales tienen un marcado interés en presionar a las compañías, contratistas y terceros asociados. Los atentados en contra de la infraestructura son,

¹⁸ DURAN LÓPEZ, Geovanny. Conflicto socio-ambiental en el territorio U'wa: un análisis del conflicto entre indígenas y estado colombiano en torno al desarrollo, el medio ambiente y la cultura [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. 2015, p. 146

¹⁹ PARA LA PAZ, Fundación Ideas. El ELN y la industria petrolera: Ataques a la infraestructura en Arauca. Área Dinámicas del Conflicto y Negociaciones de Paz, abril, 2015.

entonces, “la estrategia que complementa, o mejor el ‘castigo’ al no pago de las cuotas extorsivas”. Sociopolíticamente, el ELN necesita para sobrevivir ser percibido (y tratado) como un personaje por una audiencia relevante; entre más importante la audiencia mucho mejor, por ende, esta guerrilla ha utilizado la voladura sistemática de oleoductos como una forma de conseguir audiencia. Y finalmente, ven en estos atentados una forma de mostrar fortalecimiento militar, con lo que pretenden mostrar que tienen capacidad de afectar este región de la economía.¹⁷

4.2 IDENTIFICACIÓN Y DIAGNOSTICO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS EN ARAUCA

La evaluación del impacto ambiental, surge como una herramienta preventiva que, apoyada por la institucionalidad acorde a las necesidades que se tengan, fortalece la toma de decisiones a nivel de políticas, planes, programas y proyectos, incorporando nuevas variables para considerar en el desarrollo de los mismos.²⁰

La Evaluación del Impacto Ambiental surge además, como una herramienta preventiva, buscando la forma de evitar o minimizar los efectos ambientales producto de cualquier actividad sobre el medio natural.

Así mismo, en el departamento de Arauca, por autores se realiza una identificación y evaluación de los impactos ambientales producidos por los derrames de crudo, teniendo en cuenta lo siguiente:

Los hidrocarburos en el suelo: afectan la fertilidad a través de varios mecanismos como lo es la toxicidad directa a los organismos en el suelo el cual son variables. Reducción en la retención de humedad ya que los hidrocarburos son esencialmente

²⁰ MAZA, Carmen Luz. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS FORESTALES. 2007

no polares o tienen una polaridad muy baja, y cuando estos cubren la superficie del suelo interrumpen la interacción electrostática entre la superficie de las partículas del suelo y el agua, reduciendo así su capacidad de retención de agua. La compactación, porque al ocurrir un derrame de petróleo en un suelo mineral, inmediatamente disminuye la densidad aparente del suelo debido al incremento de carbono orgánico en el suelo. Y en algunos casos se generan cambios en pH y salinidad.²¹

Los hidrocarburos en las fuentes hídricas: el territorio araucano se destaca por tener una riqueza en hidrología, decenas de ríos importantes y cientos de quebradas que abastecen el consumo de la región, y que en situaciones se han visto afectadas por los derrames de crudo. Las fuentes hídricas tienen una variedad de recursos y comunidades acuáticas, el cual se ven afectadas, ya que los hidrocarburos tienden a flotar debido a la diferencia de densidad que presentan con respecto al agua, bloqueando de esta manera la penetración de la luz y el intercambio de gases²². Favoreciendo la solubilización de materiales que afectan a las distintas poblaciones como el plancton o los micro invertebrados que viven en el fondo de ríos.²³

4.2.1 Identificación de los impactos ambientales. Como se puede apreciar la fauna y flora se ven afectados directamente por los derrames de crudo, como consecuencia general. Un departamento donde su sistema económico también se ve reflejado en la agricultura, ganadería pesca y otros, también entran en la problemática de impacto aunque este de tipo económico-social.

²¹ ADAMS, Randy H.; ZAVALA-CRUZ, Joel; MORALES-GARCÍA, Fernando. Concentración residual de hidrocarburos en suelo del trópico. II: afectación a la fertilidad y su recuperación. Interciencia, 2008, vol. 33, no 7, p. 483-489.

²² VELÁSQUEZ ARIAS, Johana Andrea. Óp. Cit.

²³ ADAMS, Randy H.; ZAVALA-CRUZ, Joel; MORALES-GARCÍA, Fernando. Op. Cit.

Tabla 1. Listado de impactos ambientales identificados.

Componente Ambiental	Elemento	Impacto Ambiental	Actividad
Hidrosférico	Calidad del agua	Contaminación de los cuerpos hídricos	Derrames de crudos generados durante la actividad de extracción de hidrocarburos y principalmente durante el transporte a través de los oleoductos Caño-Limón y Bicentenario que entran en contactos con las fuentes hídricas presentes en el departamento de Arauca
	Uso del recurso hídrico	Disminución del recurso, por toxicidad	
Atmosférico	Calidad del aire	Contaminación del aire por emisiones atmosféricas y material particulado	Derrames de crudos generados durante la actividad de extracción de hidrocarburos y principalmente durante el transporte a través de los oleoductos Caño-Limón y Bicentenario
		Contaminación atmosférica por generación de vapores volátiles	
	Olores ofensivos	Contaminación del aire por generación de olores	
Edafológico	Calidad del suelo	Cambios de PH y salinidad del suelo	Contacto del hidrocarburo con el suelo durante la cadena de extracción del hidrocarburo, y que se ve de forma desproporcionada durante los derrames que se producen en el transporte de hidrocarburos
		Reducción en la retención de humedad	
		Compactación de los suelos	
Biótico	Flora y Fauna	Disminución de la densidad poblacional de las especies nativas	Contacto del hidrocarburo con el suelo y fuentes hídricas durante la cadena de extracción del hidrocarburo y su transporte
		Destrucción de hábitats	
		Pérdida de biodiversidad	
		perdida de vegetación	
Antropogénico	Calidad del paisaje	Alteración del paisaje y su entorno	Contacto del hidrocarburo con el suelo y fuentes hídricas durante la cadena de extracción del hidrocarburo y su transporte

En la determinación de los impactos ambientales, las empresas que realizan la actividad de extracción y transporte de hidrocarburos son los responsables de mitigar la afectaciones ocurridas, sin embargo, cuando se realiza el proceso de reestructuración ambiental, también se proceden a cambiar aspectos del paisaje ,

generando así otros impactos ambientales adicionales. Como se muestra en la siguiente tabla.

4.2.2 Otros impactos ambientales. Cuando se presentan contingencias por los derrames de hidrocarburos se aplica los planes para el control de las mismas. Independiente al control y tratamiento que se le debe dar a la emergencia ambiental, siempre se debe dar acceso a las zonas geográficas de los hechos transportando personal, equipos y maquinaria que se prevé necesarias para hacer control al daño ambiental y evitar que se expanda.

En la siguiente tabla podemos apreciar estos impactos ambientales de una forma general.

Tabla 2. Impactos ambientales en la realización del control de la contingencia

FACTORES \ IMPACTOS	Localización y replanteo	Desmante y descapote	Movilización de maquinaria y equipo	Instalación y operaciones campamentos en adecuación, instalación y operaciones	Gestión ambiental de residuos sólidos y líquidos	Zona de disposición de materiales sobrantes	Explotación de fuentes de materiales
Afectación de la cobertura vegetal	✗						
Generación de posibles inestabilidades por remoción de la cobertura vegetal	✗						
Ocurrencia de daños a la vegetación, al suelo, a los cuerpos de agua producidos por la actividad		✗				✗	
Fraccionamiento del ecosistema		✗			✗		
Generación de expectativas y conflictos con las comunidades del área de influencia		✗	✗	✗			
Remoción de la cobertura vegetal				✗			

FACTORES \ IMPACTOS							
	Localización y replanteo	Desmante y descapote	Movilización de maquinaria y equipo	Instalación y operaciones campamentos en adecuación, instalación y operaciones	Gestión ambiental de residuos sólidos y líquidos	Zona de disposición de materiales sobrantes	Explotación de fuentes de materiales
Deterioro de la calidad del suelo y pérdida de estabilidad del terreno				✗		✗	
Deterioro de la calidad del agua				✗	✗	✗	
Alteración del paisaje				✗			✗
Afectación de recursos naturales				✗			
Contaminación del suelo					✗	✗	
Daño de los recursos naturales asociados al suelo, como consecuencia de los factores de deterioro mencionados					✗		

Fuente: Cerón D, Gómez D. (2015); editado autores

4.2.3 Diagnóstico de los impactos ambientales. Según los datos de informes donde se revela la contaminación ambiental debido al derramamiento de crudo sobre las superficies y fuentes hídricas y la identificación de los impactos que estos producen y su valoración, por lo cual se enfatizó en los elementos significativos para realizar una descripción del diagnóstico debido a estos percances que tiene periódicamente la industria de los hidrocarburos generalmente en su transporte.

- La manifestación en que el derrame de crudo actúa sobre el ambiente es inmediato, dejando a la intemperie una toxicidad nociva para la fauna, flora local y a las comunidades aledaña a los hechos. Además cuando el derrame ocurre en fuentes hídricas, se producen una pérdida total o parcial de luz que son indispensables para la vida animal y vegetal en ese entorno.

- Las causas que desencadenaron los impactos ambientales generados por los derrames de crudos se deben principalmente a la ola de violencia que sufre el país desde la década de los 50 como fue documentada anteriormente. Otras causas, son los problemas de operación que pueda ocurrir a lo largo de la cadena productiva del hidrocarburo, pero que con las buenas practicas establecidas en las operaciones y mantenimientos de las infraestructura en el departamento, no se han producido reportes de los mismos.
- Los derrames de hidrocarburos traen repercusiones en el ecosistema, tales como cambios abruptos en el paisaje, migraciones de algunas especies locales y desaparición de otras. Cuando los derrames ocurren en fuentes hídricas, la esorrentía se encarga de llevar la mancha aguas abajo, lo que causa enfermedades en el cuerpo humano por su consumo, y pérdida total o parcial de luz el cual disminuye las posibilidades de fotosíntesis de las plantas y la absorción de luz de los animales que habitan bajo el agua.
- Los derrames de hidrocarburo, presentan importantes hechos de gravedad para el ecosistema en general, con repercusiones negativas a lo largo de tiempo, como compactación de suelos, que afectan sus usos agrícolas y pecuarios. Disminución de causas y especies acuáticas, y disminución de la calidad del aire.
- El tratamiento de los derrames de crudos se hace importante, ya que su evolución como una contingencia llevaría represarías a zonas aledañas, con la deliberación descontrolada de gases emitidos por el crudo, además que transmitiría su toxicidad atreves de la cadena alimenticia del reino animal y humano.

- La población y las autoridades competentes se ven afectadas por condiciones de calidad humana y por factores operacionales, pues tienen responsabilidad para cooperar en el actuar para la corrección de los desmanes ocasionados.
- La población local afectada por los daños ocurridos, perciben los hechos como afectaciones a su integridad. Por qué incurre en su salud y economía, debido a que viven de trabajar en el sector de los hechos y su contacto es directo. Y en algunos casos, disponen de su trabajo para afrontar el problema con sus intervenciones.
- Como fue evaluado anteriormente, los hechos de contingencia prioritaria, tienen relación directa con otros impactos que se generan al momento de actuar contra lo sucedido. Aunque son impactos temporales, estos perjudican fauna flora y altera el paisaje de cierto modo.
- La responsabilidad de los derrames de crudos, se deben primordialmente a las empresas operadoras encargadas del transporte de la materia prima a su destino final. Y estas a su vez, deben tener un plan de manejo de contingencias para los hechos que puedan ocurrir, como los son los derrames de crudos.

5. ELABORACIÓN EXPERIMENTAL DEL MODELO PARA LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO IVEY ECOACTIVE PLUS

En el presente capítulo se expondrá de manera detallada el modelo el cual se llevó a cabo el experimento donde se pretende demostrar la eficiencia del producto IVEY ECOACTIVE PLUS en un derrame de hidrocarburos en condiciones reales.

A esta elaboración experimental se pretende elaborar la eficiencia de IVEY ECOACTIVE PLUS con otros dos productos similares. IVEY ENZIMATIC PRO e IVEY ENZIMATIC PRO MAX, los cuales ofrecen el proceso de biorremediación a condiciones también naturales.

5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS A UTILIZAR

Los productos IVEY son tecnologías enzimáticas en el tratamiento de áreas contaminadas con hidrocarburos y se describen de la siguiente forma:

IVEY ECOACTIVE PLUS: es un nanocatalizador enzimático proteico altamente purificado de fuentes minerales y plantas, que se puede utilizar para separar los hidrocarburos o sus derivados de los diferentes medios (aguas, suelos), tratamiento de borras y bitúmenes.²⁴ Ver ficha técnica (anexo C)

Donde se compone principalmente de un catalizador bio-organico para estimular y acelerar las reacciones biológicas naturales y finalmente por las enzimas vegetales el cual se encarga de romper las cadenas de hidrocarburos y estimular energéticamente el crecimiento de los microorganismos autóctonos los cuales consumen el hidrocarburo.²¹

²⁴ IVEY INTERNATIONAL INC. Fichas técnicas Ivey Ecoactive Plus, Ivey Enzymatic pro e Ivey Enzymatic pro Max. 2018

IVEY ENZYMATIC PRO: es un desengrasante a base de solventes orgánicos y enzimas proteolíticas. Remueve grasas fuertes, aceites y residuos de hidrocarburos. Por sus características, se puede utilizar para separar los derivados de hidrocarburos de los diferentes medios (aguas, suelos), tratamiento de borras, bitúmenes Y limpieza de la arena con crudo.²⁵ Ver ficha técnica (anexo D)

IVEY ENZYMATIC PRO MAX: es un biorremediador a base de surfactantes anfóteros de origen natural. Remueve grasas fuertes, aceites y residuos de hidrocarburos, biodegrada las grasas rompiendo la tensión superficial reduciendo la resistencia de aceites y grasas con el agua, de esta forma previene la redeposición del sucio y reactiva la micro flora de suelos y aguas. Además, de enzimas vegetales, también se compone de cultivos prebióticos en un porcentaje <1.0, y que son microorganismos el cual acelera el proceso de degradación de los hidrocarburos junto con los microorganismos autóctonos.²⁶ Ver ficha técnica (anexo E)

5.2 UBICACIÓN DEL TERRENO CONTAMINADO PARA ELABORACIÓN DE LA PRUEBA

Para la elaboración experimental del modelo, se llevó a cabo en el departamento de Arauca, específicamente en la vereda Caranal del municipio de Fortul, en los predios de la finca Grano de Oro el cual se encuentra a una altura de 246 m.s.n.m. con temperatura media entre los 28 °C.²⁷ Donde existe la travesía subterránea del oleoducto Bicentenario. Y que, fue blanco de un ataque a propósito del ELN para su explosión y pérdida eventual del crudo, este al estar enterrado solo produce una abolladura en el tubo sin producir derrame. Eventualmente la empresa Bicentenario se percata del problema por lo que procede al cambio del tramo afectado.

²⁵ IVEY INTERNATIONAL INC. Óp. Cit.

²⁶ Ibíd.

²⁷ GOBERNACIÓN DE ARAUCA- MUNICIPIO DE FORTUL. Disponible en: <https://www.arauca.gov.co/gobernacion/municipios/municipio-de-fortul>.

Se manifiesta por parte del propietario del terreno. (Ver foto de entrevista en: Anexo F) que durante el trabajo no se presenta una debida gestión para la realización de la actividad, por lo que al cortar la tubería, el crudo que se encontraba entre las válvulas de control de flujo en este tramo del oleoducto es vertido al terreno provocando una emergencia ambiental en la superficie de su propiedad.

Tabla 3. Coordenadas de localización del predio, Mediciones tomadas con GPSmap 62st

EO	NO
1265058	1234299

Figura 4. Medición tomadas con GPSmap 62st



Figura 5. Terreno de la finca intervenido con un derrame de crudo

28/Nov/2018



27/Nov/2017



Fuente: cortesía de: Vanegas Angarita Oscar

5.3 MUESTREO DEL SUELO

Entre las posibilidades de muestreo del suelo que se encuentran regidas en la resolución 062 de 2007 del IDEAM, existe un contexto de muestreo de desechos donde existen dos categorías de diseño. Como lo son el muestreo probabilístico y autoritativo (no probabilístico).

Entre las posibilidades de muestreo descritos en la resolución se eligió una toma de muestras a lo largo de una línea de espacio. El cual describe muestreo sobre un espacio de tres dimensiones como el terreno afectado que sometimos al análisis.²⁸ Se eligió tomar muestras en puntos aleatorios como lo permite la resolución consultada. Entre un terreno de 1200 metros cuadrados afectados con crudo, donde se ubicaron cuatro puntos donde se tomaron las muestras en superficie y a una profundidad.

Tabla 4. Puntos de muestreo y profundidades

PROFUNDIDADES		
PUNTO 1	SUPERFICIAL	1 Metros
PUNTO 2	SUPERFICIAL	0,6 Metros
PUNTO 3	SUPERFICIAL	0,72 Metros
PUNTO 4	SUPERFICIAL	

²⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 062. Bogotá. 2007

Figura 6. Toma de muestras



Almacenamiento de las muestras: Reconocidos los puntos aleatorios del terreno para su muestreo se procede a la recolección de las mismas. Se seleccionan una serie de recipientes de vidrio que fueron desinfectados previamente para el posterior almacenamiento de las muestras, esto para evitar la contaminación externa al ambiente donde se hizo el muestreo.

5.4 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA COMPUESTA PARA ANÁLISIS TPH “TOTAL PETROLEUM HYDROCARBON”

Para la generación de la muestra compuesta, para el análisis TPH en el laboratorio se requiere tomar una fracción de igual proporción para cada muestra particular, para posteriormente proceder a mezclarla para lograr una homogenización, como lo permite la resolución del IDEAM en la toma de muestras.

Análisis de laboratorio: se procede la muestra compuesta análisis TPH, para recolectar información acerca del porcentaje de hidrocarburos totales que puede estar contenida en esta, y que someteremos a la aplicación del producto IVEY ECOACTIVE PLUS. Comparado así sus valores de eficiencia con otros dos productos mencionados anteriormente para su respectiva remediación y valorar su factibilidad.

De los resultados arrojados en el laboratorio, nos revelan que la muestra contiene hidrocarburos totales aproximadamente en 41840 mg/kg siendo esto un 4,18%, (ver anexo G). Lo que permite hacer una remediación y ajustarla a los máximos niveles permisibles que exige la ANLA y que se basa principalmente en la norma Louisiana 29B. Con un valor máximo permitido de 10000 ppm o 1%.

5.5 MONTAJE DEL MODELO EXPERIMENTAL N° 1

5.5.1 Materiales

- Tres bandejas plásticas
- Espátula
- Agua
- 3 Jeringas
- 3 atomizadores
- Gramera electrónica

- Vaso de precipitado
- Muestras de suelo
- Productos a utilizar en la remediación
- IVEY ECOACTIVE PLUS
- IVEY ENZYMATIC PRO
- IVEY ENZYMATIC PRO MAX

5.5.2 Desarrollo del montaje experimental. Se procede a pesar la muestra y adicionarlas en las bandejas plásticas en una misma proporción, y distribuirla por toda la superficie del recipiente. Para posteriormente marcarla con el producto que utilizaremos en cada una de estas.

Figura 7. Muestras de suelo antes de la aplicación del producto



5.5.2.1 Calculo de la concentración y cantidades de los productos IVEY a utilizar para la remediación. La aplicación de los productos IVEY, se hace mediante la previa estimación del volumen de suelo el cual someteremos al proceso de biorremediación, para así calcular la cantidad en volumen de los productos IVEY a utilizar.

Bajo la recomendación del fabricante del producto y su comercializador se utilizan proporciones específicas en concentración y cantidades óptimas para la aplicación. Como se describen a continuación:

- Concentración optima de: 1 L de IVEY /1 m³ de terreno contaminado.

- Disolución en agua, en una relación 1:20 (1 L de productos IVEY por cada 20 L de agua).

Siguiendo el principio de Arquímedes en la medición del volumen de un cuerpo irregular. Procedimos a llenar una probeta inicialmente con 400 ml de agua, y adicionando 100 g de la muestra en la probeta, para obtener un volumen final de 500 ml. Por lo que la muestra sometida al análisis contiene un volumen de 100 ml por cada 100g.

Tabla 5. Datos de masa y volúmenes de las muestras y de los productos IVEY para su aplicación.

Prueba	Masa (Kg)	Volumen (ml)	Producto a aplicar	Volumen del producto (ml)	Volumen de agua (ml)	Volumen de la solución (ml)
1	6	6000	Ivey Ecoactive Plus	6	120	126
2	6	6000	Ivey Enzymatic Pro	6	120	126
3	6	6000	Ivey Enzymatic Pro Max	6	120	126

Como se mostró en la tabla 5. Todas las muestras contenían 6 Kg de masa total en cada recipiente, por lo que se le adiciono 126 ml a cada muestra con su respectivo producto.

Una vez aplicada la solución de los líquidos agua e IVEY. Se procede a mezclar la muestra con el fin de lograr que el producto se homogenice o tenga contacto con todo el material impactado ambientalmente por el petróleo. Y así lograr que el efecto de biorremediación se completa en toda la muestra a tratar.

Figura 8. Muestras de suelo después de la aplicación de los productos IVEY



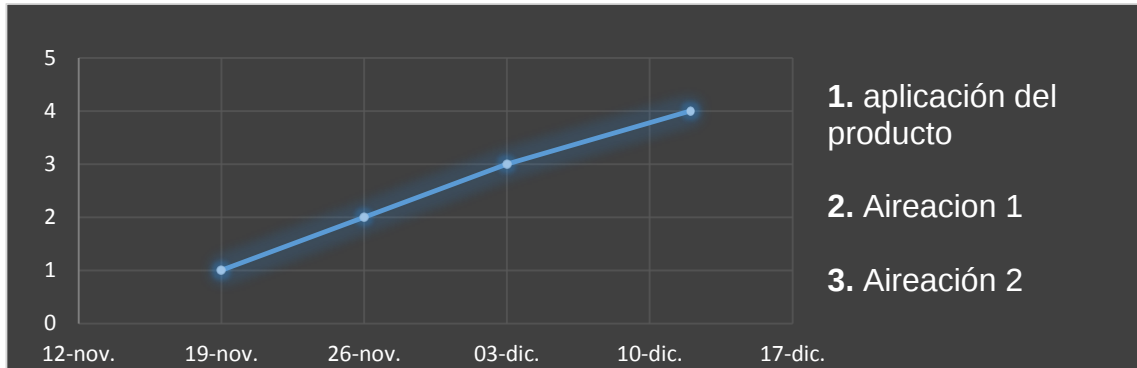
5.5.3 Aireación de las muestras. La aireación de la muestra, es el proceso el cual conduce a movimiento de todo el terreno el cual fue sometido a la aplicación para el mejor desarrollo del trabajo bacteriano, ya que, el movimiento continuo permite el contacto seguido del terreno analizar con las bacterias y la renovación del aire en la muestra, el cual acelera el proceso de biorremediación.

Figura 9. Aireación de las muestras



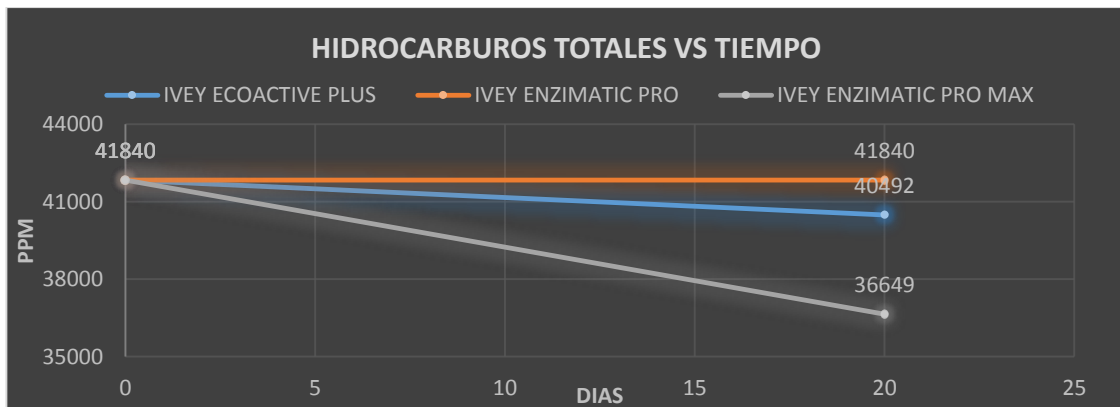
El proceso de aireación que se llevó a cabo, se hizo mediante unos lapsos de tiempo de cada ocho días hasta el día veinte, el cual fue la nueva toma de muestras para la verificación del TPH.

Grafica 6. Actividades y monitoreo durante el periodo de prueba



5.5.4 Toma de muestras para análisis en laboratorio y resultados. En el día 20 después de la aplicación y los procesos respectivos de aireación, se procede a la toma de muestras para análisis en el laboratorio. Con lo cual se verificara los resultados de TPH. El principal objetivo es disminuirlo significativamente a tal punto de haber restaurado el suelo el cual fue atrofiado por el hidrocarburo. En anexo H, podemos observar los resultados de laboratorio.

Grafica 7. Resultados de la aplicación.



Como se puede apreciar en la gráfica. Las muestras no obtuvieron un cambio significativo en relación a los hidrocarburos totales de petróleo presente en el suelo, en relación con los productos IVEY ECOACTIVE PLUS e IVEY ENZYMATIC PRO. Por su parte el producto IVEY ENZYMATIC PRO MAX obtuvo un cambio más

apreciativo de 5000 PPM. Pero aun así, lejos de los resultados establecidos por la norma Luisiana 29B, a la cual se toma de referencia el estado colombiano, para indicar que un terreno esta remediado.

Por los resultados obtenidos y teniendo en cuenta la funcionalidad de cada uno de los productos IVEY, se puede concluir que: la carga bacteriana en el material de muestra donde se hizo la aplicación son demasiados bajos o casi nula, por el cual no se generó efecto alguno en la aplicación de los productos IVEY ECOACTIVE PLUS e IVEY ENZYMATIC PRO. Y que por su parte, el producto IVEY ENZYMATIC PRO MAX si genero un cambio, ya que en su composición cuenta con cultivos probióticos que son microorganismos, y son sumamente necesarios en el proceso de biorremediación ya que están encargados junto a los microorganismo autóctonos de devorar el material contaminante (hidrocarburo).

5.6 TRATAMIENTO BIOLÓGICO PARA LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS IMPACTADOS CON HIDROCARBUROS

Los compuestos orgánicos naturales simples se incorporan fácilmente en las células de los microbios y se oxidan en condiciones aeróbicas. Cuando los microbios entran en contacto con materiales orgánicos complejos, se liberan enzimas extracelulares para convertir materiales de alto peso molecular en fracciones difusibles, que podrían transportarse a través de la pared celular para su asimilación. Se han identificado poblaciones microbianas autóctonas, especialmente las bacterias heterótrofas y los hongos, son los principales agentes causantes de la biodegradación y capaces de degradar los hidrocarburos.²⁹

En muchos casos, la biorremediación se puede combinar con un proceso físico o químico complementario para mejorar la confiabilidad y efectividad de ambos

²⁹ FAN, Chi-Yuan; KRISHNAMURTHY, S. Enzimas para mejorar la biorremediación de suelos contaminados con petróleo: una breve revisión. Revista de la Asociación de Gestión de Residuos y Aire, 1995, vol. 45, no 6, pág. 453-460.

procesos. Esto depende de las condiciones geográficas que estemos trabajando, puesto que influyen en el proceso debido a diferentes factores que podamos encontrar como:

Condiciones eco sistemáticas del suelo: una de las funciones más evidentes del suelo es el aporte de suministros de nutrientes para las plantas y de esto hace parte los microorganismos que se encuentran presentes en el suelo y que son los encargados de mantener una estabilidad eco sistemática.³⁰ Así mismo, las condiciones eco sistemáticas que brindan a los microorganismos, es adaptarse y eventualmente degradar cualquier compuesto orgánico ya que hace aporte a su crecimiento y reproducción por lo que estos fenómenos de biodegradación ocurren naturalmente.

Condiciones geográficas y grado de contaminación: la biodegradación de componentes orgánicos se originan de forma natural. Y están ligadas a unas condiciones geográficas tales como la temperatura, pH, el oxígeno y la humedad entre las más importantes y que pueden limitar parcial o totalmente las actividades biológicas. Además, el grado de contaminación por hidrocarburos también puede influir en el proceso biológico debido a su estructura molecular, y que la capacidad de biodegradación está relacionado con factores tales como la solubilidad, el grado de ramificación y el grado de saturación que pueden afectar las condiciones geográficas ya mencionadas.³¹

Como se mencionó, la biorremediación se puede combinar con un proceso físico o químico complementario para mejorar la confiabilidad y efectividad de ambos procesos. Razón por la cual implementamos una alternativa para evaluar el proceso

³⁰ BURBANO-ORJUELA, Hernán. El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. Revista de Ciencias Agrícolas, 2016, vol. 33, no 2, p. 117-124.

³¹ DELGADO TORRES, Katerine; MONTOYA ZULUAGA, Tatiana. Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos. Facultad de Mina. Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Trabajo de grado para optar el título de Ingeniería Química, 2009.

de biorremediación a partir de la aplicación de carga bacteriana en la superficie de las muestras a tratar.

5.6.1 Aplicación de carga bacteriana para agilizar proceso de biorremediación.

Dicho antes, los microorganismos del suelo son los encargados de biodegradar la materia orgánica naturalmente, sin embargo, los sistemas de eco sistemáticos del suelo no siempre tiene la capacidad de hacer esta función en óptimas condiciones, puesto que los factores para que se dé el trabajo biológico del territorio no son suficientemente aptas o hay gran grado de contaminación, lo que hace difícil la alimentación y reproducción de los microorganismo, teniendo como consecuencia una baja carga bacteriana y por ende unos procesos biológicos de muy baja proporción o casi nula.³²

Las interacciones de los microorganismos en la biodegradación es parte fundamental en los procesos de biorremediación, es por esto que la aplicación de carga bacteriana para agilizar los procesos es viables, puesto que podemos encontrar algunos materiales con gran carga de bacterias y que su uso, seria gran ayuda en los procesos de biodegradación.

A partir del piloto de prueba donde apreciamos las bajas proporciones de biodegradación con la aplicación de los productos IVEY utilizados, se tomó como propuesta la activación microbiana del suelo a partir de la intervención de carga bacteriana con suplementos como el lixiviado producido a partir del relleno sanitario de la ciudad de Bucaramanga y la micro biota ruminal de bovinos producido en frigoríficos y que se describen a continuación.

Lixiviados de rellenos sanitarios: Es el líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos

³² DELGADO TORRES, Katerine; MONTOYA ZULUAGA, Tatiana. Óp. Cit.

sólidos bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.³³

Material rumiante: son los vegetales que consume el rumiante y son dirigidos al pre-estomago llamado rumen y que constituye un medio muy favorable para el desarrollo de determinados microorganismos y puede considerarse como un aparato de cultivo continuo y de gran eficacia para el desarrollo de los microorganismos anaerobios.³⁴

Teniendo en cuenta estas apreciaciones sobre la remediación a través de la carga bacteriana. Procedimos a utilizar estos materiales como una propuesta a la solución del problema de baja densidad de bacterias en las muestras.

5.7 MONTAJE EXPERIMENTAL N° 2

Partiendo del mismo tipo de muestras con las condiciones iniciales de TPH igual a 41840 PPM. Se implementa la nueva técnica, la cual se trata de la intervención externa de carga bacteriana para aumentar la eficiencia de biodegradación del hidrocarburo, recordando que la nanotecnología tiene como función principal acelerar los procesos biológicos de biodegradación. Además, propiciaremos uso de otros productos también del mismo fabricante Ivey International inc. Llamados BIOTEC, POWER MAX ENZY-BACTER. Que son biorremediadores a base de cultivos probióticos con porcentajes <25% y <48% respectivamente. Y, BIORREM 745 que está constituido a base de leonardita y ácidos húmicos de origen orgánico y natural. Ver fichas técnicas en anexo I. En la adición de estos productos no se hará adición de carga bacteriana con lixiviados o caldo ruminal.

³³ CORENA LUNA, Mironel de Jesus. Sistema de Tratamiento para Lixiviados generados en Rellenos Sanitarios. 2008.

³⁴ BENAVIDES ARCILA, Karen Adriana. Caracterización microbiológica de lixiviados de materias primas para la fabricación de un compostaje de material ruminal. 2011.

5.7.1 Desarrollo del montaje experimental N° 2. Como la secuencia anterior, esta vez utilizaremos seis bandejas plásticas para almacenar las muestras. Donde previamente a la aplicación de los productos IVEY, donde adicionaremos carga bacteriana a través de lixiviados y líquido ruminal. Como se describió antes, estos contienen microorganismos los cuales realizaran el proceso de biodegradación. También se dispondrá de tres bandejas adicionales para la prueba con los tres productos que no contendrán carga bacteriana adicional.

Figura 10. Muestras de suelos para la aplicación de la carga bacteriana y productos IVEY



5.7.2 Calculo de la concentración y cantidades de los productos IVEY y carga bacteriana a utilizar para la remediación. Como se describió anteriormente, las recomendaciones de fabricante y comercializador se utilizan las proporciones siguientes:

- Concentración optima de: 1 L de IVEY /1 m³ muestra contaminada.
- Disolución en agua previa a la aplicación de productos IVEY, en una relación 1:20 (1 L de productos IVEY por cada 20 L de agua).

Estos datos de proporcionalidad también serán utilizados para el resto de productos. Además, de describir la importancia que asume la carga bacteriana para el eficaz proceso de biorremediación, se sigue la recomendación por parte del comercializador de los productos, utilizar carga bacteriana en un 10% en volumen del contenido total de la muestra. Obteniendo así los siguientes datos.

Tabla 6. Datos de masa y volúmenes de las muestras y de los productos IVEY y carga bacteriana utilizados

Prueba	Masa (Kg)	Volumen (ml)	Volumen lixiviados (ml)	Volumen L. Ruminal (ml)	Producto A aplicar	Volumen del producto (ml)	Volumen de agua (ml)	Volumen de la solución (ml)
1	1	1000	0	100	Ecoactive Plus	1	20	21
2	1	1000	0	100	Enzymatic Pro	1	20	21
3	1	1000	0	100	Enzymatic Pro Max	1	20	21
4	1	1000	100	0	Ecoactive Plus	1	20	21
5	1	1000	100	0	Enzymatic Pro	1	20	21
6	1	1000	100	0	Enzymatic Pro Max	1	20	21

Cabe aclarar que, los lixiviados y carga bacteriana se aplican en primera instancia y se procede a una mezcla con el fin de esparcir las partículas del líquido en todo el contenido de la muestra. Luego se aplica la solución de 21 ml IVEY-agua, se repite la mezcla y así garantizar el contenido homogeneizado para una óptima biorremediación.

Tabla 7. Datos de masa y volúmenes de las muestras y de los productos BIOTEC, BIORREM 745 Y POWER MAX ENZY-BACTER para su aplicación.

Muestras	Masa (kg)	Volumen (ml)	Producto a aplicar	Volumen del producto (ml)	Volumen de agua (ml)	Volumen de la solución (ml)
1	6	6000	BIOTEC	6	120	126
2	6	6000	BIORREM 745	6	120	126
3	6	6000	POWER MAX ENZY-BACTER	6	120	126

Figura 11. Muestras de suelo después de la aplicación de los productos IVEY



Figura 12. Muestras de suelos con aplicación de los productos BIOTEC, BIORREM 745 Y POWER MAX ENZY-BACTER



5.7.3 Aireación de las muestras. La aireación trata del movimiento de la muestra para la oxigenación de las mismas, lo cual es un factor importante para el trabajo de los microorganismos en la biodegradación de los hidrocarburos presentes.

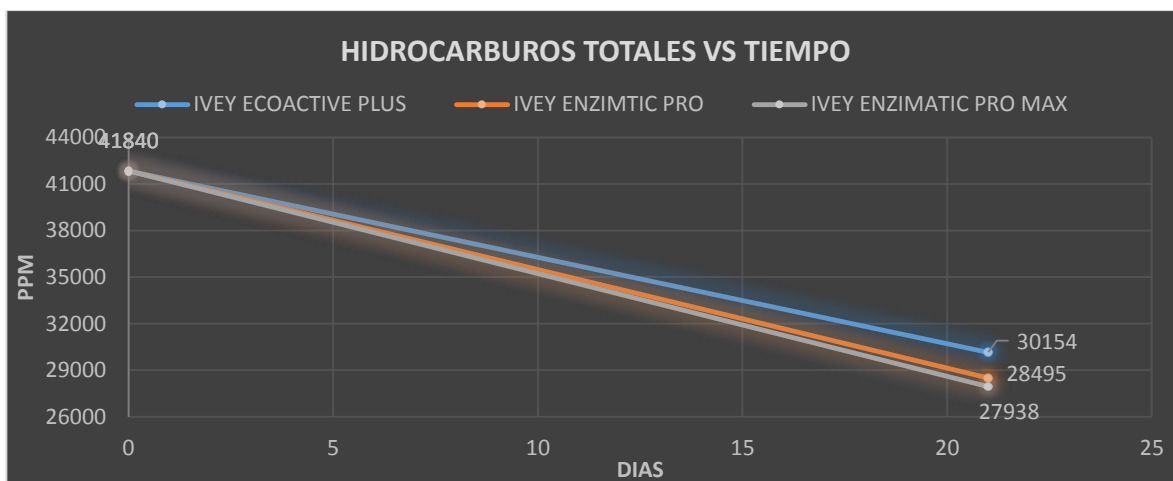
Se realizó aireación al término de los días siete y catorce pos aplicación, para una nueva toma de muestras en el día veinte.

5.7.4 Toma de muestras para análisis en laboratorio y resultados. El día veinte después de la aplicación y dos procesos de aireación, se procede a la toma de muestras para su respectivo análisis en laboratorio. Se hace el ingreso de la muestra el día veintiuno pos aplicación y procede hacer el análisis, que es efectuado en un periodo de trabajo de diez días como lo detalla los resultados. Donde al final verificaremos el grado de TPH existente, con lo cual analizaremos la eficiencia del IVEY ECOACTIVE PLUS con los dos productos semejantes IVEY ENZYMTIC PRO e IVEY ENZYMATIC PRO MAX. Y, con los productos de prueba adicional cargados estructuralmente con bacterias como lo son BIOTEC, BIORREM 745 Y POWER

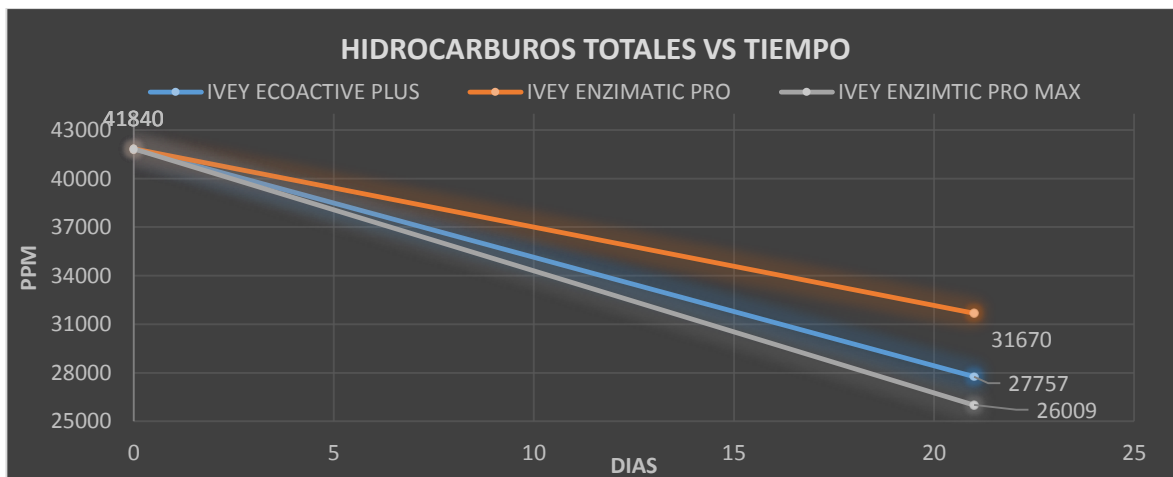
MAX ENZY-BACTER. Que también hacen parte de los productos utilizados en biorremediación. Ver resultados en anexo J.

En los siguientes gráficos podemos apreciar los resultados de laboratorio.

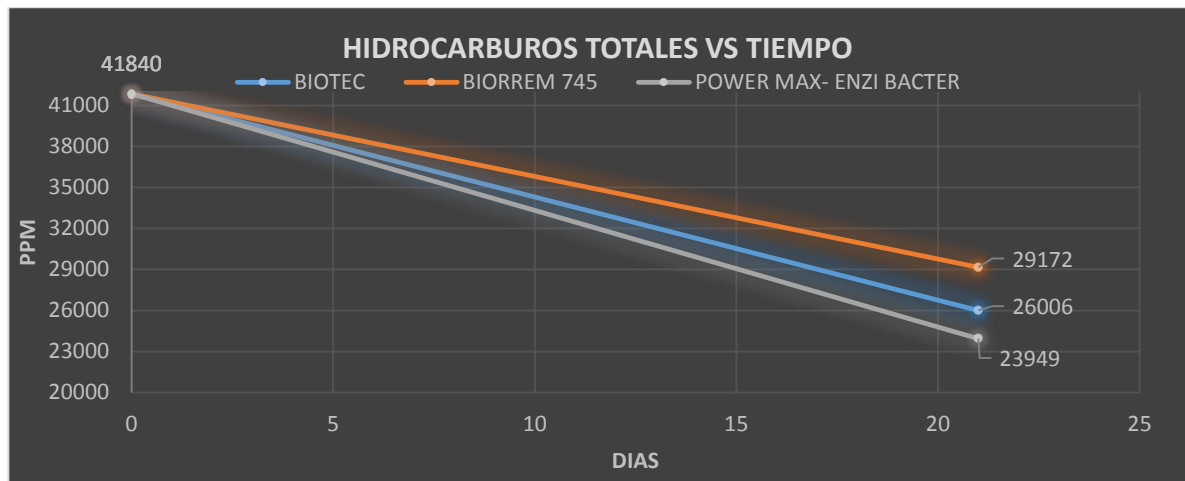
Grafica 8. Resultados de la aplicación N°2 incorporando carga bacteriana con la adición de lixiviados.



Grafica 9. Resultados de la aplicación N°2 incorporando carga bacteriana con la adición de carga ruminal.



Grafica 10. Resultados de la aplicación N°2 aplicando otros productos IVEY con alta carga bacteriana interna sin inclusión de lixiviados y carga ruminal



5.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se demuestra con los resultados obtenidos que estos productos ayudan hacer un trabajo ecológico natural. Siendo las bacterias las principales causantes del efecto de remediación del medio en el que se encuentran.

Además, se logra comprobar con las pruebas realizadas que los micros ecosistemas presentes en el ambiente son los encargados de solucionar las contingencias por derrames de su entorno, y que gracias a los productos utilizados con enzimas y nanotecnología, se pueden acelerar los procesos naturales de restauración del medio ambiente.

5.8.1 Efectividad en la aplicación de IVEY ECOACTIVE PLUS frente a los demás productos utilizados. Según los datos obtenidos a partir del análisis de laboratorio, los productos IVEY efectúan una aceleración rápida de los procesos de restauración ecológica del medio en presencia de hidrocarburos. Siendo así, se generó una tabla con la efectividad de los demás productos utilizados frente a nuestro principal producto IVEY ECOACTIVE PLUS.

Tabla 8. Efectividad de los productos utilizados en un tiempo de 21 días

TPH INICIAL (PPM)	PRODUCTO APLICADO	TPH POS APLICACIÓN (PPM)	DISMINUCION TPH (PPM)	EFFECTIVIDAD (%)
41840	BIO	26606	15234	47,845
41840	BRREM	29172	12668	39,786
41840	PM-EB	23949	17891	56,190
41840	IEP+CR	27757	14083	44,231
41840	IEPM+CR	26009	15831	49,720
41840	IEPR+CR	31670	10170	31,941
41840	IEP+LX	30154	11686	36,702
41840	IEPM+LX	27938	13902	43,662
41840	IEPR+LX	28495	13345	41,913

BIO: BIOTEC; **BRREM:** BIORREM745; **PM-EB:** POWER MAX ENZI BACTER; **IEP:** IVEY ECOACTIVE PLUS; **IEPM:** IVEY ENZIMATIC PRO MAX; **IEPR:** IVEY ENZIMATIC PRO; **LX:** LIXIVIADOS; **CR:** CALDO RUMINAL.

Fuente: Autores

En esta tabla, se toma el valor máximo de TPH en el suelo con el derrame y el valor máximo permitido de hidrocarburos en el suelo para considerarse remediado el cual es 10000 ppm regido de la norma Louisana 29B y tomada como referencia por las leyes ambientales colombianas. Para estimar la efectividad de disminución de TPH entre los rangos mencionados.

En la tabla anterior podemos apreciar una buena combinación de nuestro producto en estudio IVEY ECOACTIVE PLUS con el caldo ruminal obteniendo una eficiencia de 44,23% en la disminución del TPH, en un periodo de 21 días. Siendo este cercano a la eficiencia de los productos más complejos, con carga bacteriana en su estructura interna como lo es BIOTEC, BIORREM 745 e IVEY ENZIMATIC PRO MAX. Y un poco más alejado de POWER MAX el cual contiene cultivos probióticos en un porcentaje <48%.

5.9 VALORACIÓN DEL MERCADO Y COSTO DEL IVEY ECOACTIVE PLUS

Como se describió en el capítulo anterior, Colombia es un país donde ocurren cantidades de derrames de hidrocarburos. Siendo el departamento de Arauca uno de los principales implicados, es por esto que el uso de nuevas técnicas de remediación es de agrado a las empresas que son directamente responsables de solucionar los impactos generados con estos hechos. Ya que a diferencia de los tipos de remediación por procesos físicos y químicos, los procesos biológicos son menos costosos y contiene gran eficiencia.

Hay dos tipos de procesos que se pueden llevar a cabo en el tratamiento de los terrenos contaminados, el cual es trabajos in situ y ex situ. Donde los trabajos ex situ aumentan los gastos debido a que se transporta el material contaminado a otro sector donde se hacen las actividades de remediación.

En la actualidad, Ivey Ecoactive plus cuenta con un valor en el mercado de 49.299 pesos por litro. Lo que hace referencia a:

Cada metro cubico contaminado equivale a 49.299 pesos en producto Ivey Ecoactive Plus para su tratamiento.

6. DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN INTEGRADO QUE DEBE IMPLEMENTARSE EN LA APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS IVEY

En la actualidad se implementan modelos de gestión como son las normas ISO (Organización Internacional de Normalización). Lo que hace posible una integración en diseño de los procesos de gestión y cumple en dar una visión global de los sistemas, facilitar la toma de decisiones y alcanzar los resultados.

Bajo esta temática, basamos la gestión integral, formulada en un ciclo de mejora continua o ciclo PHVA (planear, hacer, verificar, actuar) en función de las actividades a realizar como parte del objetivo, buscando la garantía del servicio, el medio ambiente y la seguridad de los trabajadores.

6.1 NORMAS ISO (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN)

Los Sistemas de Gestión son un grupo de normas internacionales que se interrelacionan entre sí para verificar los requisitos de calidad y ambiental que una compañía solicita para satisfacer los requerimientos acordados con las partes interesadas y mejorar su desempeño ambiental a través del proceso de mejora continua, de una manera metódica y sistemática. Estos sistemas de gestión se encuentran normalizados bajo una misma entidad internacional no gubernamental llamado ISO.³⁵

Actualmente hay varios Sistemas de Gestión, que dependiendo de las necesidades que se tenga para realizar una actividad. En nuestro diseño utilizaremos las tres normas que cumplen con la integración del sistema de gestión:

³⁵ ÁVILA, Hernández, et al. Diseño del sistema de gestión integrado de calidad y ambiental, para el proceso de aseo de buses del sistema de transporte masivo de pasajeros de Bogotá DC en la empresa ASEO A MIL SAS Portal Suba. 2018.

- NTC ISO 9001:2015; cumpliendo con los índices de calidad de los productos y servicios
- NTC ISO 14001:2015; enfocada en la gestión medio ambiental que deben proporcionar las empresas.
- NTC ISO 45001:2018 SST; contrata la integridad de los trabajadores e instalaciones de las empresas.

6.2 PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO EN LA APLICACIÓN DEL IVEY ECOACTIVE PLUS

Teniendo en cuenta los procesos llevados a cabo en la demostración realizada en la prueba piloto y enfocada a una escala de campo, se determinó junto a la complicidad del producto y servicios a brindar. Unas observaciones de los procesos gerenciales, operativos y de apoyo para la estimación de conceptos que permitió el diseño estandarizado de un manual integrado de gestión documentado.

Este documento de gestión integral se realizó bajo lineamientos de la empresa PROPEINCOL S.A.S quien realiza la comercialización del producto IVEY ECOACTIVE PLUS, enfocados en la documentación de procedimientos de aplicación que proponen a los clientes.

6.3 DESARROLLO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA APLICACIÓN DE IVEY ECOACTIVE PLUS

Siguiendo los ítem establecidos por las normas NTC ISO 9001:2015, NTC ISO 14001:2015, NTC ISO 45001:2018 SST. Se dio origen al siguiente manual de gestión integral para la aplicación de este producto. Ver anexo K.

6.4 CICLO PHVA PARA LA MEJORA CONTINUA EN EL MANEJO DEL MANUAL INTEGRAL

La implantación de este ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar). Hace caso a la mejora continua que debemos realizar en la proyección de una actividad, con el fin de establecer un mejor rendimiento y aprovechar las oportunidades para efectuar una mejora continua en los procesos realizados durante un proyecto.

Este ciclo describe las etapas que se realizan durante un proyecto y corresponden a lo siguiente:

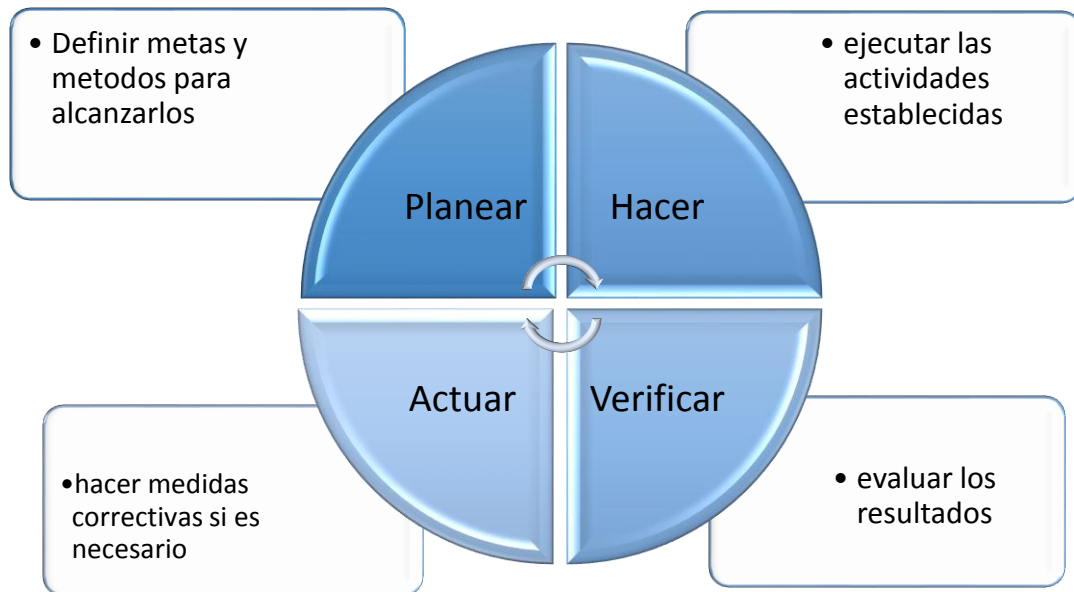
Planificar: Fase o etapa donde se planean los objetivos y se identifican los procesos necesarios para llevar a cabalidad las necesidades de las partes interesadas, aplicando las políticas establecidas en el manual de gestión integral.

Hacer: Consiste en la ejecución de las actividades contenida en los procesos que fueron previamente identificados y soportados en la planificación

Verificar: Se identifica como una etapa importante donde se trata de regular y hacer un ajuste en las actividades realizadas con el fin de atender las necesidades pertinentes del proyecto

Actuar: realizando una identificación sobre las conformidades o no conformidades durante los procesos. En caso de no conformidad se procede hacer correcciones y modificaciones necesarias para llegar a los objetivos, además de tomar acciones pertinentes para la mejora continua.

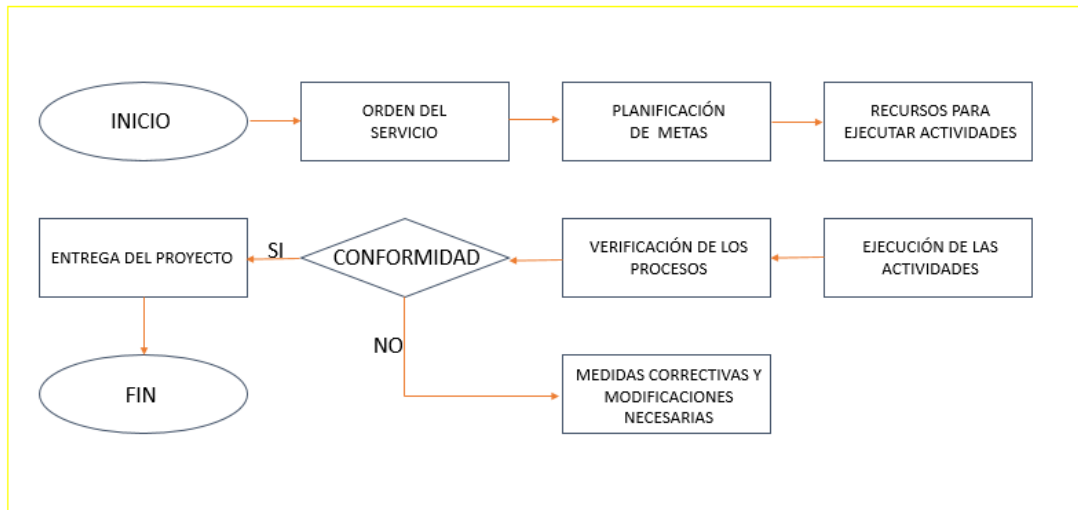
Gráfica 1. Ciclo PHVA



6.5 PROCESOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS PARA SU MEJORAMIENTO CONTINUO

Tal como se describió en el ciclo PHVA, lo que buscamos en los procesos es satisfacer al cliente y partes interesadas con el trabajo de aplicación. Lo que determina un proceso de apoyo para solucionar los percances que puedan afectar los resultados finales, por lo que se propone un diagrama general de los procesos indicados en el siguiente gráfico.

Figura 13. Diagrama general de los procesos en apoyo a la gestión integral.



7. CONCLUSIONES

Los impactos ambientales producidos por los derrames de hidrocarburos traen repercusiones ambientales y sociales. Aunque cada derrame presenta diferentes características en cuanto a su magnitud y afectaciones de los recursos naturales, todos tienen en común la degradación y desaparición parcial de los ecosistemas con los que interactúan, a su vez la afectación de la población quien utiliza los terrenos araucanos para sus propósitos económicos como la ganadería y agricultura.

La valoración social frente a los impactos ambientales presentados por los derrames de crudo que son ajenos a problemas de infraestructura y logística de la industria petrolera, son de rechazo total ante los procedimientos que se le dan a estos sucesos para su mitigación, ya que los tratamientos han terminado en procesos poco eficientes y sus interacciones de diferente naturalidad para el aprovechamiento del recurso natural, produce toxicidad para la ganadería e infertilidad para la agricultura.

El tratamiento biológico de los suelos contaminados con crudo se considera una tecnología segura y que gracias a los procesos enzimáticos y de nanotecnología contenidos en el producto Ivey Ecoactive Plus puede ofrecer una remediación acelerada que resulta amigable con el medio ambiente y más económica que la extracción total del material contaminado o de procesos químicos que pueda ofrecer el servicio de remediación.

La alta toxicidad del suelo por hidrocarburos, provoca la desaparición por migración y extinción de los microorganismos autóctonos, prueba de ello es la aplicación del producto nanocatalizador enzimático como lo es el Ivey Ecoactive Plus en comparación con el producto biorremediador con cultivos prebióticos como el Ivey

Enzymatic Pro Max para disminución de TPH. Donde se arrojan resultados mínimos de disminución de los hidrocarburos totales en referencia inicial de la muestra que se encuentra en 41840 PPM. El cual el nanocatalizador enzimático con un pobre rendimiento disminuyendo hasta 40492 PPM, y para los cultivos prebióticos que son bacterias en un contenido <1%. Ofrecen un mayor cambio pero aun poco significativo llevándolos hasta 36649 PPM, gracias al trabajo del cultivo probiotico

Para los impactos generados de gran duración en el ambiente natural sin intervención para su mitigación como el caso de estudio, se presenta ausencia de microorganismos para tratamientos biológicos. Por lo que una solución es la aplicación de materiales que contenga alta carga bacteriana como los utilizados en este proyecto como fueron lixiviados y material rumiante, para hacer uso de los productos que estimulan la bioquímica para remediar impactos con hidrocarburos.

En la representación del producto de estudio Ivey Ecoactive Plus la carga bacteriana aplicada estimula un mayor efecto en conjunto con el material ruminal con ventaja sobre la comparación con los lixiviados, obtenido en ambos casos importantes resultados de disminución de TPH como lo son 27757 ppm y 30154 ppm respectivamente. Sobre los 41840 ppm que inicialmente se encontraba en las muestras.

Una alternativa real del uso de procesos biológicos para remediación en derrames de hidrocarburos es la aplicación de productos enzimáticos rompedores y estimulantes en mezcla con grandes porcentajes de cultivos probióticos bacterianos <48% como es el caso de Ivey Enzymatic Pro Max y otros con menor porcentaje de estos cultivos como Ivey Biotec e Ivey Biorrem pero con gran eficiencia de remediación, donde arrojaron resultados de 23949 ppm, 26006 ppm y 29172 ppm. Estos, frentes a los 41840 ppm inicialmente contenidos en la muestra.

La implementación de un sistema de gestión integral, evidencia los beneficios inmediatos en las técnicas de aplicación del producto Ivey Ecoactive Plus, ya que genera confiabilidad y credibilidad en las partes interesadas de que se van a realizar los objetivos como son requeridos inicialmente y que los procesos a realizar tienen la oportunidad de la mejora continúa. Garantizando de esta forma calidad en el trabajo, un respaldo amigable al medio ambiente y una integridad a la mano de obra y todos los aportantes a los proyectos de aplicación desde su planeación hasta ejecución y terminación.

8. RECOMENDACIONES

Como actos protocolarios del producto Ivey Ecoactive Plus para su aplicación, se recomienda utilizar documentaciones acerca de los procesos realizados en todas las fases del proyecto para obtener un buen rendimiento en las actividades futuras.

Utilizar el manual de sistemas integrados para hacer un aporte al buen desempeño de los trabajos, sobresaliendo en la calidad de las actividades y tomando acciones de cuidados al medio ambiente que nos compete y a la integridad social de quienes prestan el servicio.

Incluir en un plan de contingencia un producto que sea amigable con el medio ambiente para los tratamientos de los accidentes ocurridos por los derrames de crudo, para mitigar rápidamente los impactos generados y así cuidar los aspectos bióticos, hidrosféricos, eco sistemático, pedológicos y antrópicos.

Es recomendable en futuras investigaciones en los campos de evaluación afectados con derrames de crudo, hacer medidas de profundidad a través de la cromatografía para realizar identificación del volumen total afectado y buscar la intervención de mitigación en todo el volumen con mayor eficiencia.

Se sugiere a futuros estudiantes que deseen elaborar estudios de investigación en la mitigación de impactos ambientales por crudos por medio de los procesos biológicos, elaborar una identificación de los microorganismos más eficientes en los procesos de remediación para los productos enzimáticos que encontrados en el mercado.

BIBLIOGRAFIA

ADAMS, Randy H.; ZAVALA-CRUZ, Joel; MORALES-GARCÍA, Fernando. Concentración residual de hidrocarburos en suelo del trópico. II: afectación a la fertilidad y su recuperación. *Interciencia*, 2008, vol. 33, no 7, p. 483-489.

AGUILAR, G., et al. *Petróleo y desarrollo*. 1998.

AHUMADA ROJAS, Omar .G Los 2000 barriles que transformaron la economía y vida de un país. [Base de datos en línea]. Mayo 05 de 2018. *El Tiempo*. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/como-fue-el-inicio-de-la-industria-petrolera-en-colombia-213738>

ÁVILA, Hernández, et al. Diseño del sistema de gestión integrado de calidad y ambiental, para el proceso de aseo de buses del sistema de transporte masivo de pasajeros de Bogotá DC en la empresa ASEO A MIL SAS Portal Suba. 2018.

BENAVIDES ARCILA, Karen Adriana. Caracterización microbiológica de lixiviados de materias primas para la fabricación de un compostaje de material ruminal. 2011.

BURBANO-ORJUELA, Hernán. El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 2016, vol. 33, no 2, p. 117-124.

CORENA LUNA, Mironel de Jesus. Sistema de Tratamiento para Lixiviados generados en Rellenos Sanitarios. 2008.

DELGADO TORRES, Katerine; MONTOYA ZULUAGA, Tatiana. Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos. Facultad de Mina. Ingeniería Química,

Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Trabajo de grado para optar el título de Ingeniería Química, 2009.

DURAN LÓPEZ, Geovanny. Conflicto socio-ambiental en el territorio U'wa: un análisis del conflicto entre indígenas y estado colombiano en torno al desarrollo, el medio ambiente y la cultura [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. 2015.

ECOPETROL. Carta petrolera. La marca de Caño-Limón. 2013. edición No. 106 [agosto-octubre de 2003]. Disponible en: <https://www.ecopetrol.com.co/especiales/carta/actualidad.htm>

ECOPETROL. El Oleoducto Caño Limón-Coveñas cumplió 30 años. [Base de datos en línea]. Diciembre 11 de 2015. Boletín de prensa ECOPETROL. Disponible en: <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/Boletines%202015/Boletines%202015/Oleoducto-Cano-Limon-Covenas-cumplio-30-anos>

Emisora la voz del Cinaruco. Presidente USO-ARAUCA. “Arauca Postpetrolera es una posibilidad lejana”. 2017. Disponible en: https://lavozdelcinaruco.com/16969-arauca-postpetrolera-es-una-posibilidad-lejana-presidente-de-la-uso--arauca_

Estudios económicos - Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Plan de Desarrollo Turístico de Arauca. 2012

FAN, Chi-Yuan; KRISHNAMURTHY, S. Enzimas para mejorar la biorremediación de suelos contaminados con petróleo: una breve revisión. Revista de la Asociación de Gestión de Residuos y Aire, 1995, vol. 45, no 6, pág. 453-460.

GOBERNACIÓN DE ARAUCA- MUNICIPIO DE FORTUL. Disponible en: <https://www.arauca.gov.co/gobernacion/municipios/municipio-de-fortul>.

HERNÁNDEZ ANGARITA, Orlando. Ataques contra la infraestructura petrolera en Colombia. Boletín Ágora. 2015

IVEY INTERNATIONAL INC. Fichas técnicas Ivey Ecoactive Plus, Ivey Enzymatic pro e Ivey Enzymatic pro Max. 2018

MAZA, Carmen Luz. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS FORESTALES. 2007

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 062. Bogotá. 2007

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL DE COLOMBIA. www.agoraconsultorias.jimdo.com Elaboró: Acipet

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, RESOLUCIÓN 18 -1258 DE 2010

OLEODUCTO BICENTENARIO DE COLOMBIA S.A.S. Quienes somos. [en línea] Disponible en: <http://www.bicentenario.com.co/index.php/quienes-somos-2>

PARA LA PAZ, Fundación Ideas. El ELN y la industria petrolera: Ataques a la infraestructura en Arauca. Área Dinámicas del Conflicto y Negociaciones de Paz, abril, 2015.

PARA LA PAZ, Fundación Ideas; USAID, OIM. Dinámicas del conflicto armado en Arauca y su impacto humanitario. Bogotá: Fundación Ideas para la Paz, 2014.

PÁRAMO SEPULVEDA, Liliana Marcela, et al. Análisis geomecánico y de estabilidad para el pozo# 3 del campo caso estudio. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín.

PORTAFOLIO. Cenit y Ocesa habilitan nueva ruta petrolera. [Base de datos en línea]. Octubre 23 de 2017. Portafolio. Disponible en: <https://www.portafolio.co/economia/habilitan-nueva-ruta-para-transportar-petroleo-desde-cano-limon-510931>

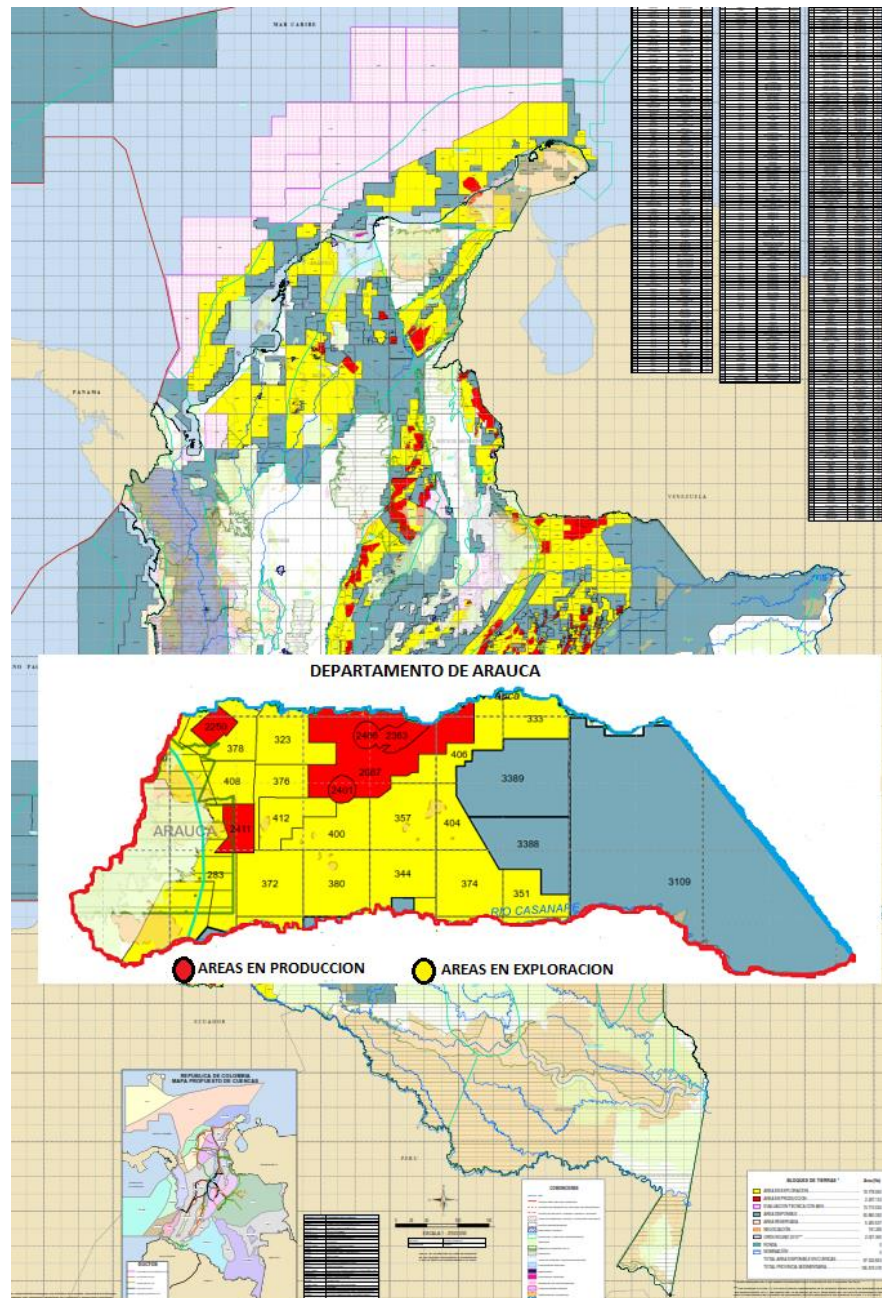
RODRÍGUEZ, GLORIA AMPARO RODRÍGUEZ GLORIA. Los U'WA, un pueblo que se niega a dejar de resistir. En Como el agua y el aceite. Conflictos socioambientales por la extracción petrolera. 2017. p. 172-187.

SARMIENTO ANZOLA, Libardo. Fin de un ciclo histórico y transición incierta. 2015

VELÁSQUEZ ARIAS, Johana Andrea. Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. RIAA, 2017, vol. 8, no 1, p. 151-167.

ANEXOS

Anexo A. Áreas en producción y exploración.



Fuente: Mapa de tierras, ANH, febrero11 de 2017. Editado por autores.

Áreas de producción en: Departamento de Arauca

TIERRAS_ID	CONTRATO	TIPO_AREA	CUENCA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
2250	ARAUCA	AREA EN PRODUCCION	LLA	ARAUCA	SARAVENA
2411	CAPACHOS	AREA EN PRODUCCION	LLA	ARAUCA	TAME
2411	CAPACHOS	AREA EN PRODUCCION	LLA	ARAUCA	FORTUL
2401	RONDON	AREA EN PRODUCCION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
2363	CHIPIRON (CN-ADY)	AREA EN PRODUCCION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
2363	CHIPIRON (CN-ADY)	AREA EN PRODUCCION	LLA	ARAUCA	ARAUCA
2067	COSECHA	AREA EN PRODUCCION	LLA	ARAUCA	FORTUL
2067	COSECHA	AREA EN PRODUCCION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
2067	COSECHA	AREA EN PRODUCCION	LLA	ARAUCA	ARAUCA
2406	CRAVO NORTE	AREA EN PRODUCCION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
2406	CRAVO NORTE	AREA EN PRODUCCION	LLA	ARAUCA	ARAUCA

Fuente: mapas de tierras, ANH, documento Excel. Editado por autores.

Áreas de exploración en: Departamento de Arauca

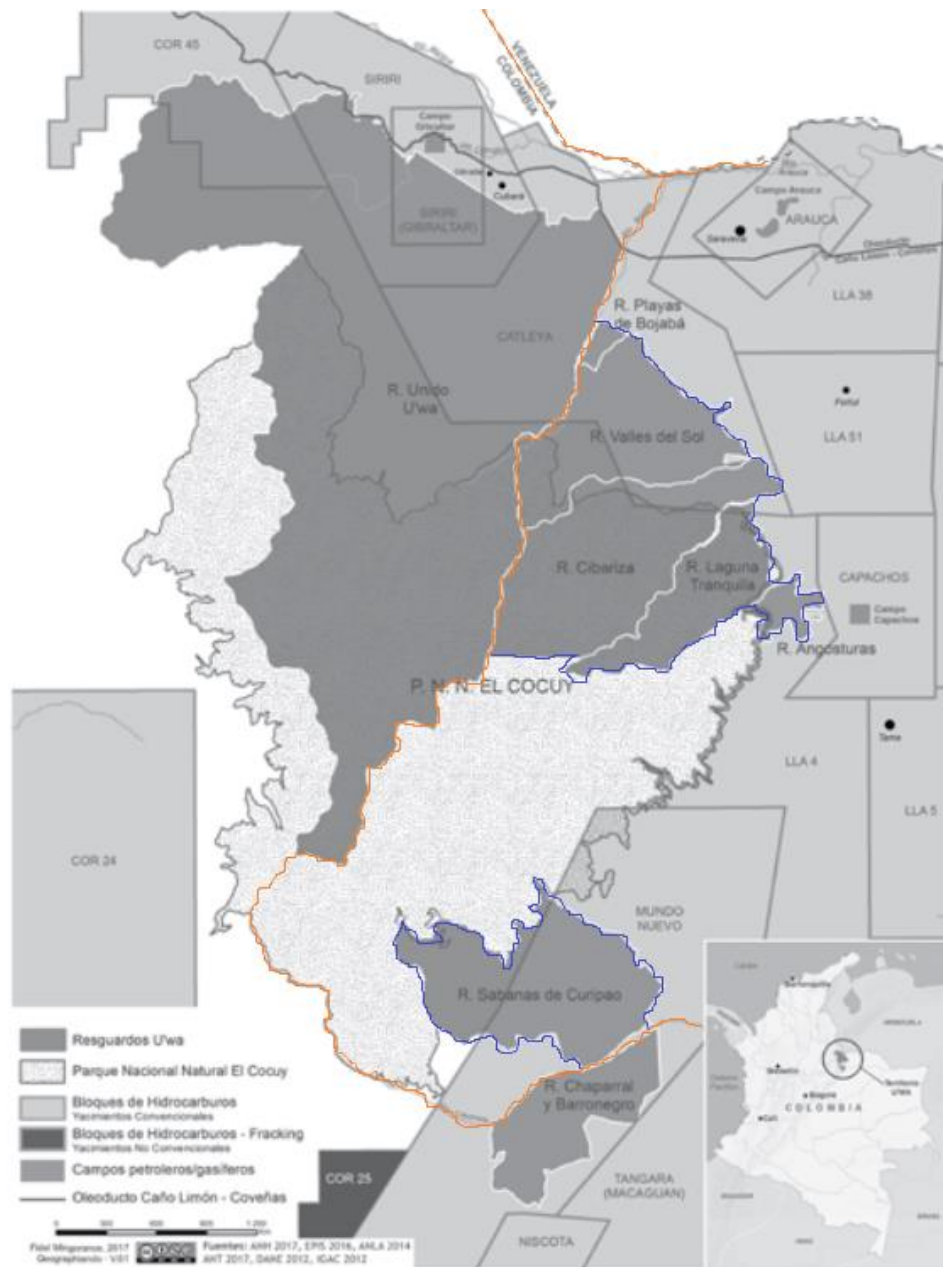
TIERRAS_ID	CONTRATO	TIPO_AREA	CUENCA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
2059	CATLEYA	AREA EN EXPLORACION	COR	ARAUCA	TAME
2059	CATLEYA	AREA EN EXPLORACION	COR	ARAUCA	FORTUL
2059	CATLEYA	AREA EN EXPLORACION	COR	ARAUCA	SARAVENA
400	LLA 1	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	PUERTO RONDÓN
400	LLA 1	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	TAME
400	LLA 1	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
273	LLA 10	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	TAME
401	LLA 12	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	PUERTO RONDÓN
326	LLA 13	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	PUERTO RONDÓN

TIERRAS_ ID	CONTRATO	TIPO_AREA	CUENC A	DEPARTAMEN TO	MUNICIPIO
326	LLA 13	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	CRAVO NORTE
404	LLA 3	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	PUERTO RONDÓN
404	LLA 3	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
404	LLA 3	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUCA
378	LLA 38	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	FORTUL
378	LLA 38	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
378	LLA 38	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	SARAVENA
323	LLA 39	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	FORTUL
323	LLA 39	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
323	LLA 39	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	SARAVENA
283	LLA 4	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	TAME
357	LLA 41	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	PUERTO RONDÓN
357	LLA 41	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
357	LLA 41	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUCA
333	LLA 42	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUCA
406	LLA 43	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
406	LLA 43	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUCA
372	LLA 5	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	TAME
408	LLA 51	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	TAME
408	LLA 51	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	FORTUL
408	LLA 51	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	SARAVENA
376	LLA 52	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	TAME
376	LLA 52	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	FORTUL
376	LLA 52	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
351	LLA 55	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	PUERTO RONDÓN

TIERRAS_ ID	CONTRATO	TIPO_AREA	CUENCA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
351	LLA 55	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	CRAVO NORTE
317	LLA 56	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	PUERTO RONDÓN
380	LLA 6	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	PUERTO RONDÓN
380	LLA 6	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	TAME
344	LLA 7	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	PUERTO RONDÓN
344	LLA 7	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	TAME
412	LLA 70	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	TAME
412	LLA 70	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	FORTUL
412	LLA 70	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	ARAUQUITA
374	LLA 8	AREA EN EXPLORACION	LLA	ARAUCA	PUERTO RONDÓN
2071	MUNDO NUEVO	AREA EN EXPLORACION	COR	ARAUCA	TAME

Fuente: mapas de tierras, ANH, documento Excel. Editado por autores.

Anexo B. Territorio U'WA, y sus límites con oleoducto Caño-Limón y bloque petroleros



Fuente: Editado de RODRÍGUEZ, GLORIA AMPARO RODRÍGUEZ GLORIA. Los U'WA, un pueblo que se niega a dejar de resistir. En Como el agua y el aceite. Conflictos socioambientales por la extracción petrolera. 2017. p. 172-187.

Anexo C. Ficha técnica Ivey Ecoactive Plus



Ivey International Inc.
"Today's Environmental Solution For A Better Tomorrow"



FICHA TÉCNICA IVEY ECOACTIVE PLUS

BENEFICIOS

- ✓ Solubiliza grasas y aceites.
- ✓ Incrementa Oxígeno Disuelto (OD)
- ✓ Reduce o elimina los olores
- ✓ Degradas Biofilms y aglutinantes orgánicos.
- ✓ Estimula y optimiza la efectividad de los microorganismos autóctonos.
- ✓ Se adhiere a la superficie de los tejidos dejando expuestos los contaminantes a degradar.
- ✓ Rompedor de cadenas de hidrocarburos.
- ✓ Elimina hasta el 100% del petróleo en biorremediación.

DESCRIPCIÓN

IVEY ECOACTIVE PLUS, diseñado para estimular y acelerar las reacciones biológicas naturales que causa la descomposición de sustancias orgánicas.

No contiene bacterias u otros microorganismos que interfieran o desestabilicen los sistemas de tratamiento.

No es tóxico y es inofensivo para humanos, animales, vida acuática o el medio ambiente.

No es irritante para la piel, sistema respiratorio; no inflamable, no corrosivo y biodegradable.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

pH: 5,74 unidades
Estado físico: Líquido.
Color: Blanco.
Viscosidad: 2560 cp. 23°C y 1 atm
Solubilidad 100% en Agua

APLICACIONES

El IVEY ECOACTIVE PLUS es utilizado en remediación de sistemas impactos de hidrocarburos y sus derivados, limpieza de revestimientos de maquinaria, tanques y herramientas.

INGREDIENTES

Formula de surfactante no iónico biodegradable, Nanocatalizadores-proteicos, Enzimas vegetales.
No contiene bacterias

RECOMENDACIONES DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Se recomienda agitar antes de usar.
Debe usarse en sistemas con pH entre 1.0 -10.0
Aplicar en temperaturas inferiores a 45°C.
Es estable en almacenamiento sin abrir de seis (6) a doce (12) meses, a temperatura entre 0°C y 40°C.

PRESENTACIÓN

5 Galones, 55 Galones y 264 galones (isotaque).

SERVICIO AL CLIENTE

Si usted requiere información adicional o asistencia técnica, comuníquese con nosotros:

PROPEINCOL S.A.S.
Teléfono: (7) 6914406.
Celular: +57 3175124684
Email: jome@pro2mconsulting.co



PROPEINCOL

Anexo D. Ficha técnica Ivey Enzymatic Pro

**Ivey International Inc.**
"Today's Environmental Solutions For A Better Tomorrow"

**IVEY**
ENZYMATIC PRO

FICHA TÉCNICA IVEY ENZYMATIC PRO

BENEFICIOS

- ✓ Solubiliza grasas y aceites.
- ✓ Incrementa Oxígeno Disuelto (OD)
- ✓ Reduce o elimina los olores
- ✓ Degrada Biofilms y aglutinantes orgánicos.
- ✓ Estimula y optimiza la efectividad de los microorganismos autóctonos.
- ✓ Se adhiere a la superficie de los tejidos dejando expuestos los contaminantes a degradar.
- ✓ Rompedor de cadenas de hidrocarburos.
- ✓ Elimina hasta el 100% del petróleo en biorremediación.

DESCRIPCIÓN

IVEY ENZYMATIC PRO, es diseñado para estimular y acelerar las reacciones biológicas naturales que causa la descomposición de sustancias orgánicas. Es empleado en biorremediación de sitios impactados con hidrocarburos (suelo, agua), la limpieza de equipos e instrumentos contaminados con grasas, y en todo sitio donde sea importante la limpieza y desengrasar. Para procesos de lavado general.

No contiene bacterias u otros microorganismos que interfieran o desestabilicen los sistemas de tratamiento.

No es tóxico y es inofensivo para humanos, animales, vida acuática o el medio ambiente.

No es irritante para la piel, sistema respiratorio; no inflamable, no corrosivo y biodegradable.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

pH: 8 a 10.5 unidades
Estado físico: Líquido viscoso.
Color: Verde Botella.
Olor: Cítrico.
Solubilidad 100% en Agua

MODO DE USO

- ✓ PARA BIORREMEDIACIÓN: Diluya 100 ml de Ivey Enzymatic Pro en 1 litro de agua.
- ✓ PARA LIMPIEZA GENERAL: Diluya 120 ml de Ivey Enzymatic Pro en 1 galón de agua. Puede usarse manualmente y/o con equipos mezcladores manuales o automáticos. Igualmente puede ser utilizado con equipos espumadores para procesos de limpieza especializados.

INGREDIENTES

Enzimas proteolíticas, exopolisacáridos, Tensoactivo Aniónico, excipientes.

RECOMENDACIONES DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Se recomienda agitar antes de usar.
Manténgase bien tapado.
Aplicar en temperaturas inferiores a 45°C.
No aplicar a conexiones eléctricas.
Es estable en almacenamiento sin abrir doce (12) a veinticuatro (24) meses, a temperatura entre 5°C y 40°C.

PRESENTACIÓN

5 Galones, 55 Galones y 264 galones (Isotank).

SERVICIO AL CLIENTE

Si usted requiere información adicional o asistencia técnica, comuníquese con nosotros:
PROPEINCOL S.A.S.
Teléfono: (7) 6914406
Celular: +57 3175124684
Email: info@propeincol.com.co

Clasificación NFPA


EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL


PROPEINCOL
AMBIENTAMENTE RESPONSABLE

Anexo E. Ficha técnica Ivey Enzymatic Pro Max

**Ivey International Inc.**
"Today's Environmental Solutions For A Better Tomorrow"

**IVEY**
ENZYMATIC PRO
MAX

FICHA TÉCNICA

IVEY ENZYMATIC PRO MAX

BENEFICIOS

- ✓ Solubiliza grasas y aceites.
- ✓ Incrementa Oxígeno Disuelto (OD)
- ✓ Reduce o elimina los olores
- ✓ Degrada Biofilms y aglutinantes orgánicos.
- ✓ Estimula y optimiza la efectividad de los microorganismos autóctonos.
- ✓ Se adhiere a la superficie de los tejidos dejando expuestos los contaminantes a degradar.
- ✓ Rompedor de cadenas de hidrocarburos.
- ✓ Elimina hasta el 100% del petróleo en biorremediación.

DESCRIPCIÓN

IVEY ENZYMATIC PRO MAX, es un biorremediador a base de surfactantes anfóteros de origen natural. Remueve grasas fuertes, aceites y residuos de hidrocarburos, biodegrada las grasas rompiendo la tensión superficial reduciendo la resistencia de aceites y grasas con el agua, de esta forma previene la redeposición del sucio y reactiva la micro flora de suelos y aguas

IVEY ENZYMATIC PRO MAX, es aplicado principalmente para procesos de biorremediación general, en la limpieza de equipo e instrumentos contaminados con grasas, y en todo sitio donde sea importante la limpieza y desengrasar.

No es tóxico, no es irritante para la piel, sistema respiratorio; no inflamable, no corrosivo, no contiene solventes derivados del petróleo.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

pH: 7 a 8 unidades
Estado físico: Líquido viscoso.
Color: Verde Esmeralda.
Olor: Fermento suave.
Solubilidad 100% en Agua

MODO DE USO

- ✓ PARA LIMPIEZA DE ACCESORIOS E INSTRUMENTAL: Diluya 10 ml de producto en 1 litro de agua.
- ✓ PARA LIMPIEZA GENERAL: Diluya 15 ml de producto en 1 litro de agua. Puede usarse manualmente y/o con equipos mezcladores manuales o automáticos. Igualmente puede ser utilizado con equipos espumadores para procesos de limpieza especializados.
- ✓ PARA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS: Diluya 1 litro de producto aforado a 20 litros de agua, por cada metro cúbico de suelo a tratar.
- ✓ PARA BIORREMEDIACIÓN EN AGUAS: Diluya 1,5 litros de producto aforado a 20 litros de agua, utilice aspersión para su aplicación, si el derrame sobre espejo de agua es superior a 0,5 cm utilice una concentración mayor.

INGREDIENTES

Surfactante anfótero de origen natural, Tensioactivo Aniónico, probióticos, excipientes

RECOMENDACIONES DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manténgase en lugar fresco y bien ventilado, alejado de temperatura extrema y los rayos del sol. En caso de contacto directo con piel, ojos y mucosas, enjuague con abundante agua durante 10 minutos. Debe ser colocado en un área donde no se contamine con otro tipo de productos y comidas.

PRESENTACIÓN

5 Galones, 55 Galones y 264 galones (Isotank).

SERVICIO AL CLIENTE

Si usted requiere información adicional o asistencia técnica, comuníquese con nosotros:
PROPEINCOL S.A.S.
Teléfono: (7) 6914406
Celular: +57 3175124684
Email: propeincol@propeincol.com.co

Clasificación NFPA



EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



PROPEINCOL
AMBIENTALMENTE RESPONSABLE

Anexo F. Entrevista con el propietario de la finca



Anexo G. Resultado de laboratorio (TPH muestras sin tratar)




INFORME DE RESULTADOS

Informe No.: 18-0367-LS #E Laboratorio de: Suelos, Calle 200 N° 10-77 vía Río Frio, Floridablanca. Solicitante: PROPEINCOL Dirección: Carrera 27 N° 37-33 Oficina 1110, Green Gold, Centro Empresarial Procedimiento de muestreo: Propio del cliente. Muestras tomadas por: Cliente. Plan de muestreo: No aplica. Lugar de muestreo: Fortul Vereda Caranal. Fecha de muestreo: 2018-11-13 Matriz de la muestra: Suelos Tipo de muestra: Simple	Fecha de emisión: 2018-11-23 Fecha / Hora de recepción: 2018-11-15 / 11:00 Muestra recibida por: Francy Guerrero Chaparro Fecha de análisis: 2018-11-16 al 2018-11-22
---	--

1. MUESTRAS ANALIZADAS

Código interno	Identificación de las muestras
18-0367-LS-11	Finca Grano de Oro

2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Código interno	18-0367-LS-11	Unidades	Método de análisis
Análisis			
En laboratorio			
Hidrocarburos Totales del Petróleo	41840	mg/kg Base Seca	NMX-AA-145-SCF-2008 20/32 - S.M.5520 B, F ED. 22

S.M.: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22^a Edition, 2012, APHA. AWWA, EF.
NMX: Norma Mexicana.

Observaciones: Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM mediante Resolución de extensión y renovación de la acreditación número 1586 del 31 de julio de 2013 con la cual se renovó el alcance de la acreditación del laboratorio bajo los Lineamientos de la norma NTC ISO/IEC 17025 "Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración" versión 2005 para los siguientes análisis en la matriz agua, calidad de aire, biota.
 *Resolución 0191 del 2017 / Resolución de modificación 2019 del 20177, por la cual se extiende el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y se toman otras disposiciones para las matrices agua, calidad de aires, biota, emisión de fuentes fijas y suelos: Acidez Intercambiable, Capacidad de Intercambio Catiónico, Conductividad Eléctrica, Determinación de Bases Intercambiables, Grasas y aceites, Hidrocarburos Totales, Humedad, Metales Totales (Cobre, Cromo, Plata, Plomo), Nitrógeno Total, Porcentaje de Sodio Intercambiable PSI, pH, Relación de Adsorción de Sodio RAS, Sulfatos, Textura.

"Este informe de laboratorio es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él.
 Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de PSL PROANALISIS LTDA."

Revisado por

MARÍA ALEJANDRA RINCÓN C.
QUÍMICA AMBIENTAL PQAmb – 0002
Directora Laboratorio Suelos

Aprobado por:

JAVIER MAURICIO PABÓN
QUÍMICO PQ – 2838
Coordinador Técnico

FIN DEL DOCUMENTO

F-040 Rev.8 2016-08-26
Pág. 1 de 1

Bucaramanga - Santander - Carrera 14 No. 55 – 18 Telefax (7) 6444625 6415176 Cel.: 3105736018
 email: pslproanalisis@yahoo.com info@pslproanalisis.com www.pslproanalisis.com

Anexo H. Primer resultado de laboratorio



INFORME DE RESULTADOS

Informe No.: **18-0367-LS #F**

Fecha de emisión: 2018-12-13

Laboratorio de: Suelos, Calle 200 N° 10-77 vía Río Frio, Floridablanca.

Solicitante: PROPEINCOL

Dirección: Carrera 27 N° 37-33 Oficina 1110, Green Gold, Centro Empresarial

Procedimiento de muestreo: Propio del cliente.

Muestras tomadas por: Cliente.

Plan de muestreo: No aplica.

Lugar de muestreo: No suministrado.

Fecha de muestreo: 2018-12-03

Matriz de la muestra: Suelos

Tipo de muestra: Simple

Fecha / Hora de recepción: 2018-12-10 / 14:30

Muestra recibida por: Diana Goretti Chacón Macías.

Fecha de análisis: 2018-12-10 al 2018-12-13

1. MUESTRAS ANALIZADAS

Código interno	Identificación de las muestras
18-0367-LS-12	Finca Grano de Oro Ivey Ecoactive PLUS
18-0367-LS-13	Finca Grano de Oro Ivey Enzimatic PRO
18-0367-LS-14	Finca Grano de Oro Ivey Enzimatic PRO MAX

2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Código interno	18-0367-LS-12	18-0367-LS-13	18-0367-LS-14	Unidades	Método de análisis
Análisis					
En laboratorio					
Grasas y Aceites	46965	48724	42115	mg/kg Base Seca	NMX-AA-145-SCFI-2008 20/32 - S.M.5520 B, F ED. 22
Hidrocarburos Totales del Petróleo	40492	41882	36649	mg/kg Base Seca	NMX-AA-145-SCFI-2008 20/32 - S.M.5520 B, F ED. 22

S.M.: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22ª Edición, 2012, APHA, AWWA, EF.
NMX: Norma Mexicana.

Observaciones: "Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM mediante Resolución de extensión y renovación de la acreditación número 1566 del 31 de julio de 2013 con la cual se renovó el alcance de la acreditación del laboratorio bajo los Lineamientos de la norma NTC ISO/IEC 17025 "Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración" versión 2005 para los siguientes análisis en la matriz agua, calidad de aire, biota.
"Resolución 0191 del 2017 / Resolución de modificación 2019 del 20177, por la cual se extiende el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y se toman otras disposiciones para las matrices agua, calidad de aires, biota, emisión de fuentes fijas y suelos: Acidez Intercambiable, Capacidad de Intercambio Catiónico, Conductividad Eléctrica, Determinación de Bases Intercambiables, Grasas y aceites, Hidrocarburos Totales, Humedad, Metales Totales (Cobre, Cromo, Plata, Plomo), Nitrógeno Total, Porcentaje de Sodio Intercambiable PSI, pH, Relación de Adsorción de Sodio RAS, Sulfatos, Textura..

"Este informe de laboratorio es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él.
Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de PSL PROANÁLISIS LTDA."

Anexo I. Fichas técnicas Biotec, Biorrem 745 y Power Max

**Ivey International Inc.**
"Today's Environmental Solutions For A Better Tomorrow"

**IVEY**
BIOTEC

FICHA TÉCNICA

IVEY BIOTEC

BENEFICIOS

- ✓ Elimina cerca del 99% de los Hidrocarburos Totales de Petróleo presente en suelo o agua.
- ✓ Ayuda a la fijación de nutrientes mediante cultivos probióticos.
- ✓ Contiene una mezcla de tres tensoactivos que favorecen la degradación de los hidrocarburos en un menor tiempo.

DESCRIPCIÓN

IVEY BIOTEC, es un producto nanotecnológico diseñado específicamente para remediar suelos y aguas impactadas por hidrocarburos y sus derivados. Cuenta con una mezcla de tensoactivos que de forma acelerada degrada derivados de los hidrocarburos y trazas de aceites.

IVEY BIOTEC es enriquecido con cultivos de hongos y bacterias probióticos, que favorecen la fijación de nutrientes en el suelo y eliminación de trazas xenofóbicas presentes en el medio. No contiene solventes derivados de hidrocarburos. No es tóxico.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Estado físico: Líquido viscoso.
Olor: Fermento.
Color: Ámbar oscuro.
pH: 7.5 a 10.5 unidades de pH
Solubilidad en Agua: 100%

MODO DE USO

- ✓ PARA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS: Diluya 1 litro de producto aforado a 10 litros de agua, por cada metro cubico de suelo a tratar.
- ✓ PARA BIORREMEDIACIÓN EN AGUAS: Diluya 1,5 litros de producto aforado a 20 litros de agua, utilice aspersión para su aplicación, si el derrame sobre espejo de agua es superior a 0,5 cm utilice una concentración mayor.

INGREDIENTES

Mezcla de tres tensoactivos y cultivos de hongos y bacterias probióticos.

RECOMENDACIONES DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Se recomienda agitar antes de usar.
Aplicar en temperaturas inferiores a 40°C.
Mantener cerrado mientras no se esté utilizando.
Es estable en almacenamiento sin preparar hasta un (1) año, diluido sin contaminar doce (12) horas.

PRESENTACIÓN

5 Galones, 55 Galones y 264 galones (Isotanke).

SERVICIO AL CLIENTE

Si usted requiere información adicional o asistencia técnica, comuníquese con nosotros:
PROPEINCOL S.A.S.
Teléfono: (7) 6914406.
Celular: +57 3175124684 +57 3502998777
Email: jorge@p2mconsulting.co

NFPA Classification

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

PROPEINCOL
AMBIENTALMENTE RENTABLE



Ivey International Inc.
"Today's Environmental Solutions For A Better Tomorrow"



IVEY
BIORREM 745

FICHA TÉCNICA IVEY BIORREM 745

BENEFICIOS

- ✓ Mejora suelos debido al aumento de la relación Carbono/nitrógeno/ Fosforo.
- ✓ Aumenta los nutrientes en el suelo.
- ✓ Ingredientes de origen orgánico natural.
- ✓ Mejora las características del suelo sin agregar químicos o fertilizantes.

DESCRIPCIÓN

IVEY BIORREM 745, es un mejorador de suelos a base de ácidos húmicos y leonardita de origen orgánico y natural.

IVEY BIORREM 745 remueve residuos de hidrocarburos, biodegrada las grasas rompiendo la tensión superficial reduciendo la resistencia de aceites y grasas con el agua, reactiva la micro flora de suelos y aguas.

No contiene solventes derivados del petróleo. No es tóxico.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Estado físico: Líquido viscoso.
Olor: Fermento.
Color: Ámbar oscuro.
pH: 4.5 a 6.0 unidades de pH
Solubilidad en Agua: 100%

INGREDIENTES

Mezcla de ácidos húmicos, Leonorita.

RECOMENDACIONES DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Se recomienda agitar antes de usar.
Aplicar en temperaturas inferiores a 40°C.
Mantener cerrado mientras no se esté utilizando.
Es estable en almacenamiento sin preparar hasta un (1) año, diluido sin contaminar doce (12) horas.

MODO DE USO

- ✓ PARA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS: Diluya 1 litro de producto aforado a 10 litros de agua, por cada metro cubico de suelo a tratar.

PRESENTACIÓN

5 Galones, 55 Galones y 264 galones (Isotank).

SERVICIO AL CLIENTE

Si usted requiere información adicional o asistencia técnica, comuníquese con nosotros:

PROPEINCOL S.A.S.
Teléfono: (7) 6914406.
Celular: +57 3175124684 +57 3502998777
Email: jorge@p2mconsulting.co



PROPEINCOL
AMBIENTALMENTE RENTABLE



Ivey International Inc.
"Today's Environmental Solutions For A Better Tomorrow"



IVEY
POWER MAX

FICHA TÉCNICA IVEY POWER MAX

BENEFICIOS

- ✓ Elimina hasta un 99% de los Hidrocarburos Totales presentes en el suelo y agua.
- ✓ Rompedor de cadenas de hidrocarburo.
- ✓ Ayuda a fijar la microflora y microfauna del medio (Agua o Suelo)
- ✓ Mejora la relación Carbono/Nitrogeno en el suelo.

DESCRIPCIÓN

IVEY POWER MAX es un producto nanotecnológico que ayuda a la eliminación hasta de un 99% de los Hidrocarburos Totales presentes en suelo, mejorando la relación Carbono / Nitrogeno presente en el medio. Cuenta con tensoactivo Aniónico que ayuda a dispersar los contaminantes del suelo. Enriquecido con un cultivo benéfico que ayuda a fijar la microflora y microfauna del suelo. No contiene solventes derivados del petróleo. No es tóxico.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Estado físico: Líquido viscoso.
Olor: Fermento.
Color: Ámbar oscuro.
pH: 7.5 a 8.5 unidades de pH
Solubilidad en Agua: 100%

MODO DE USO

- ✓ PARA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS: Diluya 1 litro de producto aforado a 10 litros de agua, por cada metro cubico de suelo a tratar.
- ✓ PARA BIORREMEDIACIÓN EN AGUAS: Diluya 1,5 litros de producto aforado a 20 litros de agua, utilice aspersión para su aplicación, si el derrame sobre espejo de agua es superior a 0,5 cm utilice una concentración mayor.

INGREDIENTES

Mezcla de cultivos probióticos bacterianos y enzimas de origen natura

RECOMENDACIONES ALMACENAMIENTO

Se recomienda agitar antes de usar.
Aplicar en temperaturas inferiores a 40°C.
Mantener cerrado mientras no se esté utilizando.
Es estable en almacenamiento sin preparar hasta un (1) año, diluido sin contaminar doce (12) horas.

PRESENTACIÓN

5 Galones, 55 Galones y 264 galones (Isotank).

SERVICIO AL CLIENTE

Si usted requiere información adicional o asistencia técnica, comuníquese con nosotros:
PROPEINCOL S.A.S.
Teléfono: (7) 6914406.
Celular: +57 3175124684 +57 3502998777
Email: jorge@p2mconsulting.co



PROPEINCOL
AMBIENTALMENTE RENTABLE

Anexo J. Resultados de laboratorio N°2



INFORME DE RESULTADOS

Informe No.: LS-19-033-01 **Fecha de emisión:** 2019-02-26
Laboratorio de: Suelos, Calle 200 N° 10-77 vía Río Frio, Floridablanca.
Solicitante: PROPEINCOL
Dirección: Carrera 27 N° 37-33 Oficina 1110, Centro Empresarial Green Gold
Procedimiento de muestreo: Propio del cliente
Muestras tomadas por: Cliente
Plan de muestreo: No suministrado
Lugar de muestreo: Municipio: Fortul, Vereda: Caranal, Finca: Grano de Oro
Fecha de muestreo: 2019-02-05 **Fecha / Hora de recepción:** 2019-02-11 / 17:00
Matriz de la muestra: Suelo **Muestra recibida por:** Diana Goretti Chacón Macías
Tipo de muestra: Simple **Fecha de análisis:** 2019-02-11 a 2019-02-21

1. MUESTRAS ANALIZADAS

Código interno	Identificación de las muestras
LS-19-033-01-01	Tratamiento con IVEY BIOTEC
LS-19-033-01-02	Tratamiento con IVEY BIORREM 745
LS-19-033-01-03	Tratamiento con IVEY POWER MAX
LS-19-033-01-04	Tratamiento con IVEY ENZIMATIC PRO MAX Y CALDO RUMIAL
LS-19-033-01-05	Tratamiento con IVEY ECOACTIVE PLUS Y CALDO RUMIAL
LS-19-033-01-06	TRATAMIENTO CON IVEY ENZIMATIC PRO Y CALDO RUMIAL
LS-19-033-01-07	Tratamiento con IVEY ENZIMATIC PRO Y LIXIVIADO
LS-19-033-01-08	Tratamiento con IVEY ENZIMATIC PRO MAX Y LIXIVIADO
LS-19-033-01-09	Tratamiento con IVEY ECOACTIVE PLUS Y LIXIVIADO

2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Código Interno	LS-19-033-01-01	LS-19-033-01-02	LS-19-033-01-03	Unidades	Método de análisis
Análisis					
En laboratorio					
Hidrocarburos Totales del Petróleo	26606	29172	23949	mg/Kg Base Seca	NMX-AA-145-SCFI-2008 20/32 - S.M.5520 B, F ED. 22

Código Interno	LS-19-033-01-04	LS-19-033-01-05	LS-19-033-01-06	Unidades	Método de análisis
Análisis					
En laboratorio					
Hidrocarburos Totales del Petróleo	26009	27757	31670	mg/Kg Base Seca	NMX-AA-145-SCFI-2008 20/32 - S.M.5520 B, F ED. 22

Anexo K. Manual Integrado de Gestión en la Aplicación del producto IVEY ECOACTIVE PLUS

	Manual de gestion integral para los procesos de aplicación del producto IVEY ECOACTIVE PLUS	
	2019	version 01

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Especificar un sistema de gestión Integral, para la aplicación y aspersion del producto IVEY ECOACTIVE PLUS en los procesos de biorremediación de derrames de crudo basado en los requisitos para un sistema de administración de calidad, seguridad y salud ocupacional, que busca mejorar su desempeño continuo, cumplir los requisitos del cliente, controlar los riesgos y prevenir y promover la protección al medio ambiente.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Para la implementación del sistema se tomó como base las normas NTC ISO 9001:2015, NTC ISO 14001:2015 y NTC ISO 45001:2018 y otras guías para su aplicación.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.

Los términos y definiciones utilizadas en la elaboración de este documento es la relacionada con las definiciones que podemos encontrar en el ítem número tres de las referencias normativas.

4. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN

4.1. Comprensión de la organización y de su contexto

Dentro de los procesos llevados a cabalidad en los desarrollos del servicio como lo es la aplicación de los productos IVEY se tiene en cuenta los contextos que estos conllevan como los son el interno y externo.

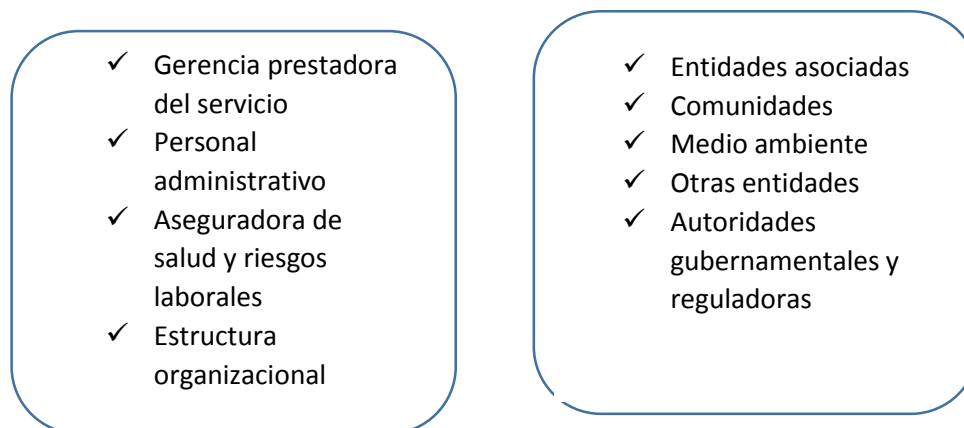
Contexto interno: A partir de los espacios colectivos que conforman el entorno de trabajo que requieren los procesos de aplicación, se determinan variables de mejoras continuas que nos identifiquen y revierta los desfases a la planeación inicial de un proyecto a satisfacer.

Contexto externo: dando puntualidad al departamento Araucano, se hace un análisis pertinente a la dinámica regional, el cual obedece a lineamientos estratégicos de seguridad integral, protección de los recursos naturales. Obteniendo nuevas oportunidades sobre los retos presentes y que garanticen la proyección de los proyectos que se ejerzan a futuro.

4.2. Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

Las partes interesadas hacen relación a todos los grupos de personas con un interés en el éxito del proyecto ya sea de forma directa o indirecta, destacando en este servicio la recuperación del medio ambiente.

Tabla 1. Grupos de interés en la implementación de la aplicación de los productos IVEY.



4.3.determinación del alcance de los sistemas de gestión

Los alcances de cada sistema de gestión en el que integramos el sistema están dado de la siguiente forma:

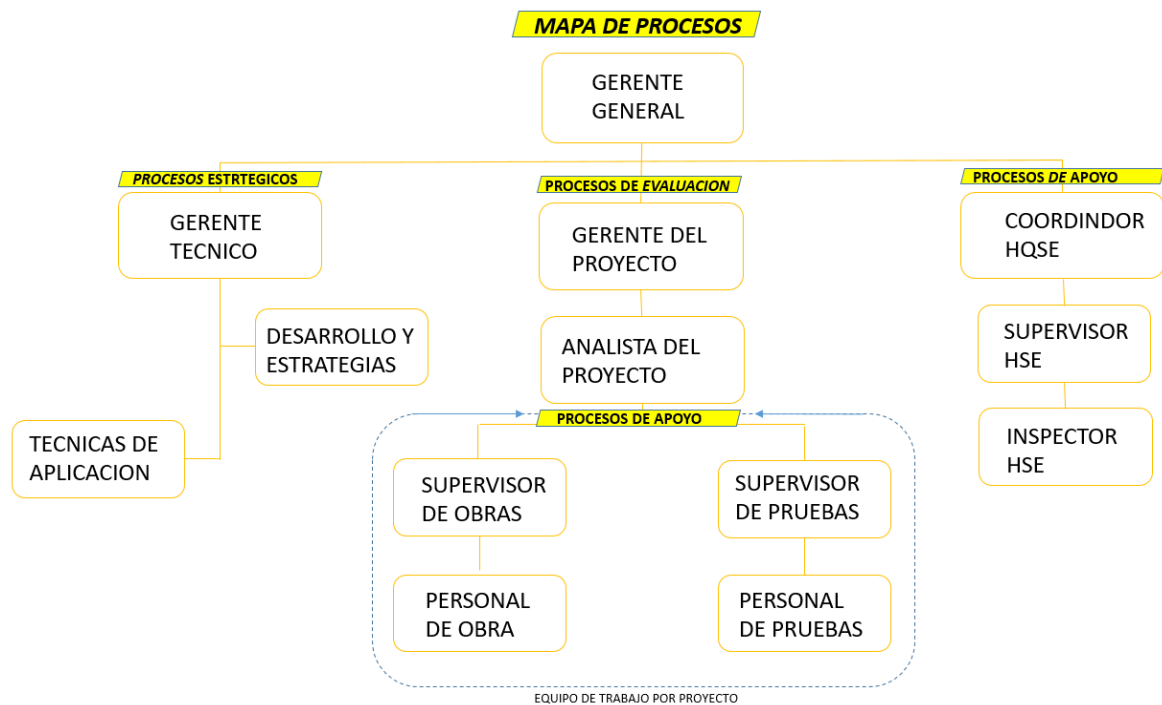
Tabla 2. Alcances de los sistemas de gestión

ALCANCE DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	ALCANCE DEL SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL	ALCANCE DEL SISTEMA DE GESTION SST
✓ Servicio al tratamiento de los proyectos a realizar por medio de la identificación del área y alrededor. ✓ Servicio de administración en la comunicación de los procesos realizados durante el trabajo ✓ Servicio de asesoría y mecanismos alternativos que contribuyan en el proceso de aplicación y aspersión del producto	✓ Reducir de forma definitiva los impactos a remediar con optimo trabajo de aplicación ✓ Evaluar y restablecer los impactos generados en la implementación de la aplicación ✓ Conservación y preservación de los recursos naturales con los cuales estos en contacto	✓ Documentar e implementar las normas de SST en los ambientes de trabajo ✓ Mantener una mejora continua en los procesos de trabajo que incluya a los trabajadores ✓ Mantener la integridad de las instalaciones o equipos con los que se realiza las actividades para un óptimo ambiente de trabajo

4.4. Sistemas de gestión y sus procesos

El modelo de aplicación y operación del sistema de gestión se lleva a cabo a través de una serie de procesos, y que se puede visualizar en el siguiente mapa.

Grafico 1. Mapa de los procesos desarrollados para la ejecución de la aplicación de IVEY ECOACTIVE PLUS



5. LIDERAZGO

5.1. Liderazgo y compromiso

Desde alta gerencia se ejerce un compromiso de transparencia y ejecución de los proyectos, desarrollando estrategias de aplicación para una mejora continua en los desarrollos, garantizando una calidad en los proyectos realizados para satisfacciones de partes interesadas, así mismo compete brindar la SST aportando

responsabilidad y rendición de cuentas para la protección e integridad de los trabajadores e instalaciones de las operaciones, apoyando el establecimiento óptimos de los comités de seguridad y salud.

5.2. Políticas

5.2.1. Políticas de calidad

Desde la alta gerencia se transmite el compromiso con la efectividad y la mejora continua de los procesos de acción, con el objetivo de satisfacer las partes interesadas en un ámbito de integridad y comunicación entre todos los procesos manejados en las aplicaciones de IVEY ECOACTIVE PLUS.

5.2.2. Políticas de gestión ambiental

Compromiso con la adecuación y sostenimiento del medio ambiente en el ámbito de trabajo y todas sus etapas, con procedimientos acertados en los agentes externos a los procedimientos de la obligación a realizar.

5.2.3. Políticas de seguridad y salud en el trabajo

La integridad de los trabajadores es la fundamental herramienta en la visualización del proyecto, creando ámbitos positivos de convivencia y prácticas. Promoviendo así la identificación de los peligros y la valoración del riesgo, como también protocolos de enfrentar una emergencia.

5.3. Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

Se establece responsabilidades en los niveles de autoridad de forma general dentro de contextualizaciones que tiene la organización en sus diferentes etapas de procesos, respondiendo así a la importancia del liderazgo para un funcionamiento óptimo de los procesos.

Siendo un objetivo primordial establecer el desarrollo liderando en todas las facetas de los procesos, que permita estar en constante observación y sean comunicadas para que se asignen los elementos de las mejoras continuas donde se requiera, para un buen funcionamiento en la capitalización del proyecto.

6. PLANIFICACIÓN

Se realizó una planificación dentro del contexto y enfoque de las normas de seguimiento como las NTC ISO 9001:2015, NTC ISO 14001:2015 y NTC ISO 45001:2018. Considerando los procesos que se llevan a cabo en la actividad de aplicación del producto que se realiza, ofreciendo todos los ámbitos del sistema integral con tal motivo de satisfacer las necesidades y expectativas de quien adquiere el servicio.

6.1. Acciones para abordar riesgos y oportunidades.

Entre las actividades que se realizan en la aplicación de IVEY ECOACTIVE PLUS, el estudio del área de influencia juega un factor importante, debido que en los procesos se hace una identificación, análisis y valoración de riesgos que podamos encontrar, evaluando así, los tipos de riesgos, ya que algunos de estos pueden presentar una oportunidad en los esfuerzos de mejora.

Las actividades realizadas contemplan revertir los impactos ambientales generados con el crudo, lo que presenta riesgos en su tratamiento. En este caso riesgos positivos que se convierten en oportunidades en el desarrollo de nuevas técnicas de implementación, obteniendo un diagnóstico para abordar estos riesgos, ya sean positivos o negativos y poder asociar en la política establecida, siempre con el ánimo de reducir o prevenir los efectos no deseados y lograr la mejora continua del proceso.

Así mismo, en la identificación del área de acceso se debe partir de la verificación externa e interna de los procesos que deben seguir los trabajadores para proteger su integridad y cumplir con las políticas de SST, buscando siempre el bienestar interno de la organización en la ejecución de las actividades. La prestación del servicio de aplicación obedece a las capacitaciones continuas acerca del reconocimiento del riesgo que implica la actuación inmediata para ajustar las causas y valorarlas, esto incluye factores como la integridad de los equipos e infraestructuras y accesos al lugar de trabajo, siempre con el fin de encontrar una mejora continúa en el sistema de SST.

6.2. Objetivos de calidad, ambiental, SST y planificación para lógralos.

Se promueve objetivos para su cumplimiento en el sistema integral, con el ánimo de desempeñar un óptimo rendimiento de las actividades en todos sus procesos y que ejercen un compromiso a cumplir con las políticas establecidas.

✓ Objetivos en gestión de calidad

- Lograr en las partes interesadas una percepción altamente favorable sobre los servicios ofrecidos
- Proporcionar en los clientes información clara y concisa de las actividades a desarrollar
- Cumplir con los estándares y requisitos establecidos de los clientes, acorde a sus necesidades

✓ Objetivos en gestión ambiental

- Garantizar el uso eficiente de los recursos utilizados
- Mejorar continuamente la gestión ambiental en los aspectos ambientales que podamos realizar
- Efectuar los cambios ambientales de manera positiva y permanente

✓ **Objetivos en gestión de SST**

- Cumplir con los requisitos legales de SST
- Actualizar constantemente la identificación de peligros, la evaluación y valoración de los riesgos
- Realizar campañas de promoción, protección y prevención de las condiciones de SST
- Controlar las acciones derivadas de la actividad que puedan poner en riesgo la SST
- Promover la mejora continua de la gestión de SST

6.3. Planificación de los cambios

Los cambios en los sistemas de gestión se deben llevar a cabo siempre y cuando se mantenga la integridad de los mismos, implementando en ellos la mejora continua.

7. APOYO

7.1. Recursos

En la aplicación del producto IVEY ECOACTIVE PLUS se proporciona las orientaciones necesarias para la realización de la actividad de remediación, así mismo como el conocimiento de los procedimientos a efectuar para un óptimo desarrollo de las operaciones.

Con apoyo de la organización PROPEINCOL S.A.S se obtienen recursos de personal e infraestructura necesaria para contemplar el desarrollo de las actividades a cabalidad.

7.2. Toma de conciencia

Dentro del presente manual se determinan las políticas y objetivos de los sistemas de gestión por lo cual se hace necesario informar acerca de ellos y promover desde la alta gerencia la participación y acogida de los requisitos para su cumplimiento

7.3. Competencia

Entre la prestación del servicio en la aplicación del productos se cuenta con la experiencia necesaria en personal y equipos por parte de la empresa comercializadora.

7.4. Comunicación

Se debe comunicar acerca de los procedimientos llevados para evaluar el desempeño de las actividades

Tabla 3. Comunicación interna y externa al sistema de calidad

Información a comunicar	Quien comunica	A quien comunica	Como comunicar	Cuando comunicar
Mapa de procesos	alta gerencia	todos los procesos	documentación escrita	cuando se presenten modificaciones
Políticas y objetivos				
Documentación				
Informes PQR	clientes trabajadores	Alta gerencia	atreves del buzón	cuando haya inconformidad
Acciones para abordar riesgos y reclamos	líder del proceso	Alta gerencia los procesos	documentación escrita	identificación de riesgos y oportunidades
Desempeño de los SG	líder de los proceso	Alta gerencia los procesos	documentación escrita	semestral

PQR: peticiones quejas y reclamos; **SG:** sistemas de gestión

7.5. Información documentada

7.5.1. Generalidades

A través de este manual se incluye la información que requieren las normas de sistemas de gestión, además de la información necesaria para ejecutar los proyectos de aplicación.

7.5.2. Creación y actualización

Se establece este documento según el formato, identificación y descripción del proceso.

7.5.3. Control de la información documentada

Se hace visible a las partes interesadas a través de documentación escrita en esta tesis.

8. OPERACIONES

8.1. Planificación y control operacional

Desde la alta gerencia se controla las operaciones con la redención de cuentas en los procesos, los cuales fueron previamente planificados en el orden de ideas acordadas al servicio a cumplir. Además de controlar desde el liderazgo de los procesos en forma individual el cumplimiento de las políticas ambientales y de SST para cumplir con los requisitos acordados en las normas.

8.2. Preparación y respuestas ante emergencias

Como parte del sistema de gestión ambiental y de SST, se establece auditoría para la preparación de las emergencias ocasionadas en el espacio de trabajo ya

sea por medio de interacción con el ambiente o los trabajadores, ofreciendo respuesta rápida ante eventuales emergencias con los siguientes objetivos.

- Responder ante emergencias ambientales generadas en el tratamiento de manera inmediata
- Evaluar las acciones de respuesta rápida y corregirlas si es necesario
- Establecer de una respuesta inmediata ante primeros auxilios en caso de accidente
- Comunicación de los riesgos negativos ante las actividades de trabajo

8.3. Diseño y desarrollo de los productos y servicios

Se estudia desde la alta dirección los procesos, para el desarrollo de las actividades que tiene su rol particular desde el diseño de la actividad hasta la ejecución como se muestra en el mapa de procesos visto anteriormente.

8.4. Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente

Se determina una guía de actividades con enfoque en el sistema integral de gestión, para garantizar los procesos en su adecuación. Así mismo hacer un seguimiento al cumplimiento principal de los objetivos con la opción de liderazgos por los encargados internos a los servicios suministros externamente cuando haya la necesidad de proveerlos.

8.5. Producción y provisión del servicio

La aplicación del producto se prevé como una ventaja económica para solucionar un problema ambiental generado, como lineamientos en la aplicación del producto se garantiza calidad en la preservación del medio ambiente en la etapa de

restauración, si como la documentación requerida por el cliente y la conformidad de sus necesidades.

8.6. Liberación de los productos y servicios

En la actividad realizada en el enfoque ambiental traza parámetros de calidad según lo requiera el cliente, y están estos en carpeta de objetivos para desarrollar hasta su punto finales buscando la conformidad del cliente para su etapa de finalización y documentar los registros de acuerdos para la liberación del servicio prestado.

8.7. Control de las salidas no conformes

Se establece controlar las salidas que no sean conformes para el cliente según los requisitos propuestos previamente al servicio. Por lo que se establece reinventar el procedimiento d control y así dar cumplimiento a lo pactado.

9. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

9.1. Seguimiento, medición, análisis y evaluación

9.1.1. Generalidades

Como parte de servicio prestado se hacen seguimientos y mediciones a los procesos que se ejecuten, ofreciendo un análisis comparativo con la conformidad del cliente, asegurando así un plan de mejoría si es necesario.

9.1.2. Satisfacción del cliente

La satisfacción del cliente se mide en cada proceso realizado y a través de unas encuestas de satisfacción con el servicio, donde sus resultados serán documentados en un informe de desempeño.

9.1.3. Evaluación y análisis

A través de los seguimientos realizados en los procesos de trabajo y con la secuencia de la planificación, se evalúa la conformidad del cliente según los objetivos establecidos previa a la contratación.

9.2. Auditoria interna

Realizar auditoria interna con tareas específicas en las áreas de los sistemas de gestión, para resguardar información de la planificación, incluyendo las frecuencias de los métodos aplicados, las responsabilidades establecidas y efectuar los cambios que sean necesarios para la mejoría de los procesos.

9.3. Revisión por la dirección

Desde la alta gerencia se atribuye el estudio y revisión de cada sistema de gestión, para asegurarse de su conveniencia, y eficacias continuas. Incluyendo la documentación como evidencia de los resultados de la evaluación.

10. MEJORA

10.1. Generalidades

Se planifican las acciones de mejora ante las acciones para abordar los riesgos y oportunidades y así cumplir con los objetivos planteados en los sistemas de gestión y aumentar la satisfacción del cliente.

10.2. No conformidad y acción correctiva

Durante los servicios prestados se realiza información acerca del procedimiento de las actividades. Por lo cual se define estar al pendiente de la no conformidad del cliente y equipo de trabajo.

Esto requiere estar al frente de la necesidad para tomar acciones y corregir la no conformidad del cliente. Así mismo tratar las no conformidades internas con el medio ambiente y los trabajadores, lo que hace que las acciones correctivas se hagan con índice de eliminar la inconformidad y establecer los requisitos planeados en la organización.

10.3. Mejora continua

Como implementación en la aplicación del producto se hace la mejora continua de los procesos realizados y que estén a la expectativa en las conformidades de los interesados. Los sistemas de gestión prevén una mejora continua en los procedimientos a llevar eliminar las posibles acciones de no conformidad de los clientes, medio ambiente y los trabajadores.