

**ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LAS OPERACIONES
COSTA AFUERA EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA**

**JAIME ANDRES VILLALBA OYOLA
WILLIAM ANDRES WILCHES CAPELLA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2018

**ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LAS OPERACIONES
COSTA AFUERA EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA**

**JAIME ANDRES VILLALBA OYOLA
WILLIAM ANDRES WILCHES CAPELLA**

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero de Petróleos

Directora

**KATHY MARGARITA DAZA BROCHERO
M.Sc. Gestión en la industria de los hidrocarburos**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2018

DEDICATORIA

*En primer lugar a Dios,
Por darme vida, salud y la fortaleza en todo este maravilloso proceso. Gracias por darme
las fuerzas necesarias para levantarme en los momentos en que el pesimismo se
apoderaba de mí. Toda la gloria sea para Dios.*

*A mi madre Mirna Oyola, la persona más bella que conozco. Porque fuiste esa persona
que siempre estuvo atenta de mí todos los días del año, pendiente de mis obligaciones
académicas, de mi alimentación, preocupada porque llegara bien a la casa en la
madrugada las veces que salía con mis amigos. Gracias por todos esos valores y
principios que me has enseñado a lo largo de mi vida. Gracias por tanto amor recibido.*

*El “señor”, Pedro Villalba, el mejor papa del mundo y seguramente la persona más noble
que he llegado a conocer. Agradecerte por todo el apoyo que he recibido por parte tuya
en todas las decisiones que he tomado en mi vida, gracias por siempre creer en lo que
soy. Te admiro mucho por sacar una familia adelante con lo poco que tenías. Eres el
ejemplo de que con sacrificio y dedicación se logran los objetivos.*

*A mi mejor amiga y hermana, Lina Villalba
Por preguntarme todos los días como iba con la tesis. Te pido perdón todas las veces que
te mentí diciéndote que todo iba bien, cuando en realidad estaba angustiado y
desesperado por si podría cumplir con cada uno de los objetivos de la tesis. Gracias por
todos los consejos que desde tu experiencia me brindaste a lo largo de la carrera. Gracias
por todo ese amor de hermana y amiga recibido por parte tuya.*

*A mis amiguitos (José Cotes, Gabriel Pérez, Mayra Ríos y Diego Hernández). Gracias por
hacer parte de este proceso durante todos estos 5 años, me llevo de ustedes tal vez los
momentos más felices de mi vida universitaria, sin ustedes el camino no habría sido tan
divertido. Cuentan con un amigo y hermano más para toda la vida, y ya saben que tienen
otra casa en La Fantástica.*

*A mi amigo y compañero de tesis, William Wilches. Por haberme aguantado estos últimos
meses. Disculpa por todas las veces que me enojaba contigo por todas las veces que no
respondías mis mensajes. Te agradezco tu compañía en este proceso y que a pesar de
que dejábamos todo para último momento, todo nos salió perfecto.*

*A mi mejor amigo, Jorge Yépez. Porque a pesar de la distancia, siempre estuviste
pendiente de todo mi proceso. Gracias por toda la moral y motivación que me diste cucho.
Te amo brother.*

*A todos y cada uno de los profesores que hicieron parte de este proceso. Por todas sus
enseñanzas recibidas a partir de su experiencia como profesionales y como personas.*

*A Lety Luque, mi madre en Bucaramanga por cuidar siempre de mí; y a todas las demás
personas que han hecho parte de mi vida durante todo este camino, Ken, Dionisio,
Andrea, Audrey, Estephany, Angela, Lucho y demás. ¡LOS QUIERO A TODOS!*

Jaime Andrés Villalba Oyola

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	15
1. GENERALIDADES	17
1.1 MARCO LEGAL	17
1.2 HISTORIA DE PERFORACIÓN EN COLOMBIA	20
1.3 CARACTERÍSTICAS DE PROYECTOS COSTA AFUERA	21
1.3.1 Etapa preoperativa.....	21
1.3.2 Etapas de movilización y montaje de equipos	23
1.3.3 Actividades marinas	24
1.3.4 Etapa de perforación costa afuera	30
1.3.5 Programa y procedimiento de perforación	35
1.3.6 Operaciones Complementarias.....	40
1.3.7 Equipos y procesos para el control del pozo.....	42
2 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	46
2.1 ÁREAS DE INFLUENCIA.....	46
2.1.1 Área de influencia directa (AID)	46
2.1.2 Área de influencia indirecta (AII)	47
2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES	49
2.2.1 Medio abiótico – Sector marino.....	49
2.2.2 Medio Biótico – Sector Marino	58
2.2.3 Medio Socioeconómico y Cultural.....	61
3 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	66
3.1 CAPTACIÓN DE AGUAS MARINAS	66
3.1.1 Caudales y volúmenes estimados a utilizar por la actividad	67
3.1.2 Sitios y sistemas de captación	69
3.2 VERTIMIENTOS.....	70
3.2.1 Caracterización teórica de las aguas residuales.....	70
3.2.2 Localización de los sitios de disposición	72
3.2.3 Caudales y volúmenes estimados de residuos líquidos.....	72

3.2.4	Sistemas de tratamiento, manejo y disposición final.....	74
3.2.5	Emisiones atmosféricas	75
3.2.6	Residuos sólidos y especiales	77
3.3	SECTOR CONTINENTAL O COSTERO	81
4	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....	82
4.1	CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN.....	84
4.1.1	Evaluación del medio físico.....	84
4.1.2	Valoración del medio físico	85
4.1.3	Evaluación del medio biótico.....	90
4.1.4	Valoración del medio biótico	91
4.1.5	Evaluación del Medio Socioeconómico.....	95
4.1.6	Valoración del medio Socioeconómico	97
4.2	RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	99
5	EVALUACIÓN AMBIENTAL	101
5.1	METODOLOGÍA	101
5.2	COMPONENTES Y ELEMENTOS AMBIENTALES DE ANÁLISIS DE IMPACTOS	102
5.3	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	104
5.4	EVALUACIÓN ESCENARIO SIN PROYECTO.....	111
5.5	EVALUACIÓN ESCENARIO CON PROYECTO.....	111
6	ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL.....	117
6.1	ANÁLISIS SOBRE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS	117
6.1.1	Componente Abiótico.....	117
6.1.2	Componente Biótico.....	122
6.1.3	Componente socioeconómico y cultural.....	128
6.2	MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	130
6.2.1	Gestión socio-ambiental.....	130
6.2.2	Manejo de operaciones marinas	131
6.2.3	Manejo de residuos en altamar.....	135
6.2.4	Manejo de emisiones ruido	142
6.2.5	Manejo de combustibles y químicos en altamar	142

6.2.6 Manejo actividades post-operativas.....	143
7 CONCLUSIONES.....	144
8 RECOMENDACIONES	146
BIBLIOGRAFÍA.....	147

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Flujograma etapas basicas para la perforacion de un pozo costa afuera en Colombia.....	22
Figura 2. Sistema de posicionamiento por pilotes.....	27
Figura 3. Forma de funcionamiento del sistema de posicionamiento dinamico	28
Figura 4. Tipos de Unidades Utilizadas en Perforación Costa Afuera.....	31
Figura 5. Plataforma Semi-sumergible – embarcación de apoyo.....	32
Figura 6. Proceso de perforacion con tubo conductor.....	36
Figura 7. Flujograma Esquemático del Tratamiento de Fluidos Base Agua.....	39
Figura 8 Desconexión del Riser durante Pruebas de Pozo.....	45
Figura 9. Mapa batimétrico realizado con base en interpretación sísmica 2D	51
Figura 10. Columna estratigráfica generalizada de las cuenca Guajira	52
Figura 11. Mapa batimétrico de la Unidad Ambiental Costera entre Santa Marta y Punta Espada	56
Figura 12. Mapa de la distribución espacial de la intensidad de pesca artesanal e industrial, así como las rutas de navegación de la flota industrial.....	63
Figura 13. Esquema General para la Realización de la Prueba de Producción....	77
Figura 14. Mapa geomorfológico y de procesos de la Unidad Ambiental Costera entre Santa Marta y Punta Espada y del Área de Interés Exploratorio Jarara.	87
Figura 15 Localización de los fondos blandos dentro del área de estudio	92
Figura 16. Sitios prioritarios de conservación y Áreas Significativas para la Biodiversidad	94

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Normatividad sobre actividades en Areas Marinas.....	17
Tabla 2. Coordenadas AMI Jarara.....	25
Tabla 3. Coordenadas de la plataforma Chuchupa-B.....	26
Tabla 4. Caudales de captación de agua de mar y consumos de agua dulce, estimados por actividad y/o destinación del recurso de la Plataforma Chuchupa-B.	68
Tabla 5. Caudales de captación de agua de mar y consumos de agua dulce, estimados por actividad y/o destinación del recurso del AIPE Jarara.....	69
Tabla 6. Características teóricas aguas residuales domésticas	71
Tabla 7. Características teóricas aguas residuales Industriales	71
Tabla 8. Caudales por vertimiento de agua residuales domesticas e industriales al mar en la plataforma Chuchupa-B.	73
Tabla 9. Caudales por vertimiento de agua residuales domesticas e industriales al mar en el AIPE Jarara (Orca-1).	74
Tabla 10 . Clasificación de los residuos sólidos generados en proyectos costa afuera.....	78
Tabla 11. Volúmenes estimados de residuos solidos en la plataforma Chuchupa-B	80
Tabla 12. Volúmenes estimados de residuos solidos en el pozo Orca-1	80
Tabla 13. Ponderación de la sensibilidad	83
Tabla 14. Criterios a evaluar en el medio físico.....	85
Tabla 15. Calificación geomorfológica AIPE Jarara.....	88
Tabla 16. Calificación geomorfológica Campo Chuchupa-B	88
Tabla 17. Calificación Batimetría AIPE Jarara.....	89
Tabla 18. Calificación Batimetría Plataforma Chchuhupa-B.....	89
Tabla 19. Criterios a evaluar en el medio biótico.....	90
Tabla 20. Calificación Ecosistemas Marinos AIPE Jarara	95
Tabla 21. Calificación Ecosistemas Marinos Plataforma Chuchupa-B	95

Tabla 22. Criterios a evaluar en el medio socioeconómico	97
Tabla 23. Criterios de zonificación medio socioeconómico AIPE Jarara.	98
Tabla 24. Criterios de zonificación medio socioeconómico Plataforma Chuchupa-B	98
Tabla 25. Zonificación ambiental del AIPE/ AMI Jarara.....	100
Tabla 26. Zonificación ambiental de la Plataforma Chuchupa-B.....	100
Tabla 27 Comparación del medio abiotico de la evaluación ambiental entre los proyectos.	118
Tabla 28 Comparación del medio biotico de la evaluación ambiental entre los proyectos.	123
Tabla 29 Comparación socioeconómica de la evaluación ambiental entre los proyectos.	128
Tabla 30. Parámetros a Monitorear PTARD Plataforma de Perforación	138
Tabla 31. Parámetros a Monitorear PTARI Plataforma de Perforación	139
Tabla 32. Concentracion máxima de cadmio, cromo y mercurio para lodos	141
Tabla 33. Nivel de Emergencia.....	142

RESUMEN

TÍTULO: ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LAS OPERACIONES COSTA AFUERA EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA*

AUTORES: JAIME ANDRES VILLALBA OYOLA
WILLIAM ANDRES WILCHES CAPELLA**

PALABRAS CLAVES: Impacto ambiental, Perforación costa afuera, Plataforma marina, Área de influencia, Matriz de evaluación, La Guajira.

DESCRIPCIÓN: La evaluación y el análisis de impactos ambientales es una parte fundamental y obligatoria en el proceso de elaboración de cualquier tipo de proyecto obra u actividad. Por otra parte, el acelerado aumento a nivel mundial de desarrollo de proyectos de exploración y explotación de recursos hidrocarburos en el mar en la última década genera constantemente nuevos retos para los profesionales en todos los ámbitos, principalmente el ambiental.

Dentro de la visión que tiene la industria del petróleo en Colombia está el aumento de actividades de exploración y perforación costa afuera en los próximos años, específicamente sobre las aguas del Caribe Colombiano. Con este aumento de proyectos en ambientes costa afuera, surge la necesidad de mejorar los conocimientos y competencias no solo en aspectos técnico-económicos sino también en materia ambiental y social.

El presente trabajo busca aportar información por medio de una evaluación de impactos ambientales asociados a la perforación de pozos en los proyectos AIPE Jarara Orca-1 en 2014 y Chuchupa-B en 1996 junto un análisis a modo comparativo para evidenciar cómo ha evolucionado el manejo ambiental de estas operaciones por parte de la actividad petrolera en Colombia, todo esto realizado gracias a la información adquirida de los estudios realizados por INVEMAR en conjunto con las empresas operadoras de los proyectos y autorizados por el ANLA como fuente confiable.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Directora: M.Sc. Kathy Margarita Daza Brochero.

ABSTRACT

TITLE: ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS GENERATED BY OPERATIONS IN THE DEPARTMENT OF LA GUAJIRA*

AUTHORS: JAIME ANDRES VILLALBA OYOLA
WILLIAM ANDRES WILCHES CAPELLA**

KEYWORDS: Environmental Impact, Offshore Drilling, Marine Platform, Area of influence, Evaluation matrix, La Guajira.

DESCRIPTION: The evaluation and analysis of environmental impacts is a fundamental and obligatory part in the process of preparing any type of project, work or activity. On the other hand, the accelerated worldwide increase in the development of exploration and exploitation projects of hydrocarbon resources at sea in the last decade constantly generates new challenges for professionals in all areas, mainly environmental.

Within the vision of the oil industry in Colombia exist the increase of exploration and drilling activities in the next years, specifically on the waters of the Colombian Caribbean. With this increase of projects in offshore environments, there is a need to improve knowledge and skills not only in the technical-economic aspects but also in environmental and social aspects.

The present work seeks to provide information through an assessment of environmental impacts associated with wells drilling in the projects AIPE Jarara Orca-1 in 2014 and Chuchupa-B in 1996 along with a comparative analysis to show how the environmental management of these operations by the oil activity in Colombia has evolved, all this is done thanks to the information acquired from the studies carried out by INVEMAR together with the operating companies of the projects and authorized by the ANLA as a reliable source.

* Draft Grade

** Physical Chemistry Engineering Faculty. Petroleum Engineering School. Director: M.Sc. Kathy Margarita Daza Brochero.

INTRODUCCIÓN

El acelerado aumento en la exploración y explotación de petróleo y gas costa afuera a nivel mundial en los últimos años ha ocasionado que cada vez más estas operaciones tengan lugar en aguas mucho más profundas y en ambientes más extremos, a tal punto que un tercio del petróleo y una cuarta parte del gas natural que se consumen a nivel mundial son extraídos del mar.

Estas operaciones costa afuera además de tener un alto costo desde el punto de vista económico, también la tienen en el ámbito ambiental. La gestión en la explotación costa afuera requiere una especial diligencia dadas las distintas variables geográficas en las zonas marítimas y las posibles afectaciones, alteraciones o cambios en el ambiente, o en algunos de sus componentes.

Por otra parte, luego de más de 20 años sin actividades de perforación exploratoria costa afuera a nivel nacional, vemos un aumento en estas actividades principalmente en la costa del mar Caribe colombiano en los últimos 5 años, con descubrimientos como lo son Orca-1, Gorgon-1, Kronos-1 y Purple Angel-1. Además, el mar Caribe Colombiano es considerado, por los expertos de la industria, la nueva frontera exploratoria de hidrocarburos, en la que no solo hay perspectivas de encontrar gas, sino también petróleo.

Es por esto que existe la necesidad de realizar un análisis del impacto ambiental generado por estas operaciones offshore en Colombia, para determinar la variación, alteración o modificación del medio ambiente marino como consecuencia de estas actividades en el mar, enfocándonos bajo un comparativo de la situación entre la plataforma Chucupa-B, en la cual sus operaciones de perforación tuvieron lugar en el año 1996 y la plataforma de perforación correspondiente al pozo Orca-1, el cual fue perforado con éxito en el segundo semestre del año 2014. Siendo ambos proyectos de perforación costa afuera de la misma región, nos permite realizar una evaluación del panorama ambiental del antes y ahora. Una vez identificados y

evaluados estos impactos, permitirán plantear las posibles medidas para corregir o reducir los efectos derivados de estas actividades con el fin de preservar el medio ambiente.

1. GENERALIDADES

A continuación, se describen las generalidades más importantes en cuanto al marco legal relacionados con la exploración y explotación de hidrocarburos costa afuera, una breve historia sobre las actividades de perforación costa afuera realizadas en el territorio colombiano y las características generales de los proyectos de la plataforma de Chuchupa-B y la plataforma del pozo Orca-1.

1.1 MARCO LEGAL

En la **Tabla 1** se exponen parte de la normatividad técnica y ambiental que se tiene en cuenta para llevar a cabo un estudio de impacto ambiental en proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos costa afuera y las guías ambientales, emitidas por el Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en conjunto con la Agencia Nacional de Licencias Ambientales ANLA. Igualmente se consideró el siguiente marco legal.

Tabla 1. Normatividad sobre actividades en Areas Marinas

ÁREA	LEY, DECRETO O NORMA	DESCRIPCIÓN
Normatividad actividades en áreas marítimas	Decreto 1875 de 1.979	Por el cual se dictan normas sobre la prevención de la contaminación del medio marino y otras disposiciones
	Decreto 1876 de 1.979	Por el cual se adoptan medidas en materia de recursos naturales marinos.
	Ley 10 de 1978	Por medio de la cual se dictan normas sobre mar territorial, zona económica exclusiva, plataforma continental y se dictan otras disposiciones.
	Decreto Ley 2324 de 1.984	Por el cual se reorganiza la Dirección General Marítima y Portuaria.
	Decreto 644 de 1.990	Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2324 de 1984, se establece el trámite de las solicitudes para realizar investigaciones científicas o tecnológicas marinas en los espacios marítimos

		jurisdiccionales colombianos y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 321 de 1999	Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas.
Convenios y Tratados Internacionales	Ley 012 de 1.981	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por Buques", dada en Londres el 2 de noviembre de 1973, y el Protocolo de 1978 relativo al Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques, 1973, firmado en Londres el 17 de febrero de 1978 y se autoriza al Gobierno Nacional para adherir a los mismos.
	Ley 055 de 1.989	Por medio de la cual se aprueba el Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños Causados por la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos de 1969 y su Protocolo de 1976.
	Ley 356 de 1.997	Por medio de la cual se aprueban el "Protocolo relativo a las áreas y flora y fauna silvestres especialmente protegidas del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe", hecho en Kingston el 18 de enero de 1990 y los "Anexos al Protocolo relativo a las áreas y flora y fauna silvestres especialmente protegidas del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe", adoptados en Kingston el 11 de junio de 1991.

	Decreto 2701 de 2000	Por el cual se promulga el "Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe hecho en Kingston el 18 de enero de 1990 y los anexos al "Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe adoptados en Kingston el 11 de junio de 1991.
	Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y de las Zonas Costeras e Insulares de Colombia. Diciembre de 2000	Plantea mecanismos y directrices para lograr el ordenamiento ambiental del territorio costero y de los mares adyacentes
Normas Generales	La Ley 99 de 1993	Crea los mecanismos de la legislación existente como es el Sistema Nacional Ambiental (SINA) que reglamenta lo referente a sus competencias y funciones y define la estructura del Ministerio y las corporaciones, así como las fuentes y recursos económicos para el manejo y la recuperación del medio ambiente.
	Constitución Política de Colombia, 1991	Artículos relacionados con Derechos Colectivos, Participación Ciudadana, Comunitaria y Patrimonio Cultural.
	Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

	Decreto 2820 de agosto 5 de 2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales
--	----------------------------------	--

1.2 HISTORIA DE PERFORACIÓN EN COLOMBIA

Entre los años 1970 y 1990 se perforaron más de 30 pozos exploratorios Costa afuera, en aguas someras, y como resultado de estas actividades fueron descubiertos los campos de gas de Chuchupa y Ballenas, operados anteriormente por Texas Petroleum Company, hoy en día con el nombre de Chevron-Texaco, los cuales actualmente producen el 65 % del gas comercial existente en Colombia¹.

Los campos de gas fueron descubiertos por Texaco durante los años 1973 a 1975. El campo Ballena fue el primer campo descubierto, cuando Texaco completó Ballena – 1 en junio de 1973 a una profundidad total de 6942 pies. El campo tiene 15 pozos, 10 desviados y 5 verticales, de estos pozos, 13 son pozos productores y 2 son pozos abandonados (B-1 y B-11).

Chuchupa es el campo más grande, el cual fue descubierto con la perforación del pozo Chuchupa – 1 (perforado a 5610 ft) en octubre de 1973, después del descubrimiento del campo Ballena. El campo Chuchupa está localizado en profundidades de 60 a 120 pies, la producción se obtiene en dos locaciones, la plataforma “A” que fue construida sobre el pozo Chuchupa-2 y cuenta con 9 pozos productores, localizada en la parte sureste del campo, y la plataforma “B” que tiene 6 pozos y está localizada sobre la parte más alta estructuralmente del campo.

Posteriormente a esto, durante casi 20 años no se realizaron más descubrimientos de yacimientos de petróleos costa afuera en aguas marítimas del territorio

¹ Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH

colombiano. No fue hasta el segundo semestre del año 2012, cuando la compañía brasilera Petrobras anuncia el descubrimiento de una acumulación de gas natural en el pozo exploratorio Orca-1, en el bloque Tayrona, en aguas profundas del Caribe colombiano. Se trató del primer descubrimiento en aguas profundas en Colombia, y el tercero en el mar caribe del país, después de Chuchupa y Ballenas, que se descubrieron hace más de 40 años atrás.

1.3 CARACTERÍSTICAS DE PROYECTOS COSTA AFUERA

Para todos proyectos de exploración costa afuera, se tienen previstas una serie de actividades y tecnologías para las distintas etapas de ejecución del proyecto. A continuación, se describen las operaciones más importantes para el desarrollo y ejecución de estos proyectos.

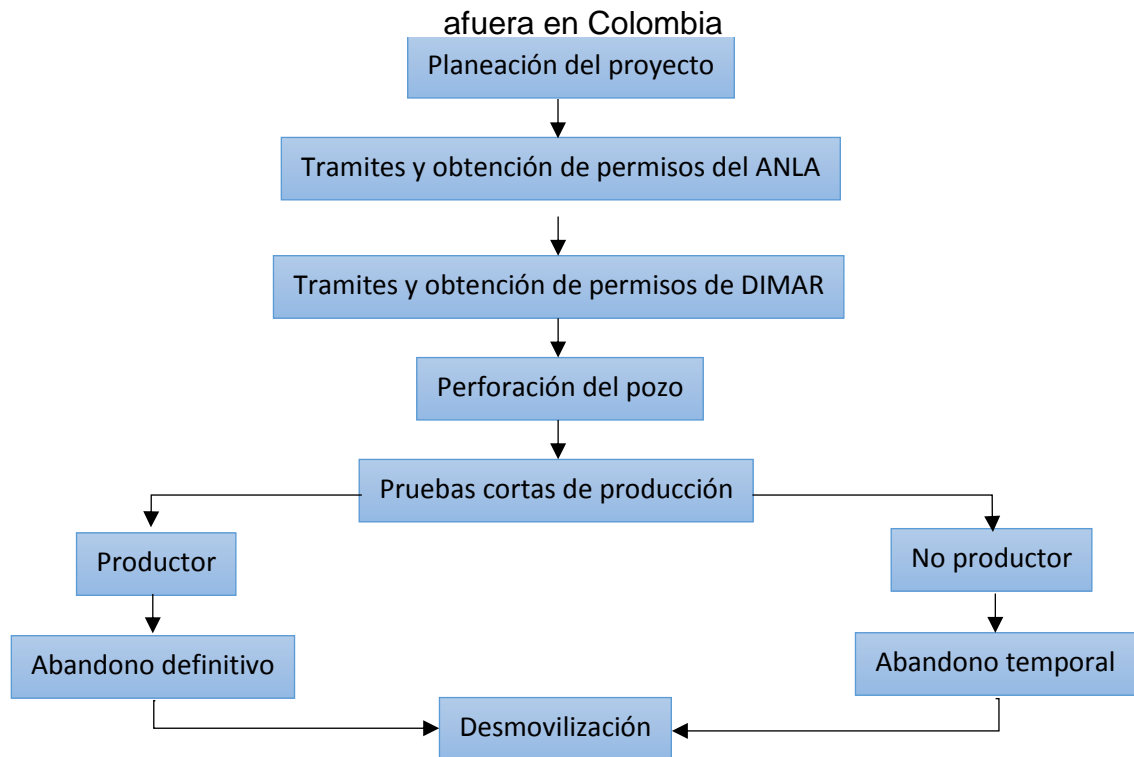
1.3.1 Etapa preoperativa

1.3.1.1 Planeación de la actividad. La perforación de un pozo para la exploración y explotación de hidrocarburos costa afuera es una operación compleja que requiere de un proceso de anticipada planeación, por el tipo de equipos y permisos legales requeridos para su ejecución, así como por el tiempo que demanda la consecución de estos.

El proceso de planeación para proyectos en el territorio nacional se inicia con el licenciamiento ambiental de las actividades proyectadas por parte de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), y la licitación y contratación de la unidad de perforación, embarcaciones de apoyo y demás servicios requeridos para el desarrollo de las actividades proyectadas. De manera posterior a la contratación de la unidad de perforación y embarcaciones de apoyo, se debe tramitar ante la Dirección General Marítima (DIMAR), la autorización requerida para permanencia y operación de estas en aguas jurisdiccionales colombianas. De manera general, las actividades relacionadas con este proceso de planeación pueden durar alrededor de tres años.

Las etapas básicas para la perforación de un pozo exploratorio costa afuera en Colombia se presentan en el siguiente flujograma.

Figura 1. Flujograma etapas basicas para la perforacion de un pozo costa



Fuente: Ecopetrol

Otros elementos de la etapa preoperativa para tener en cuenta son:

- Información y comunicación a las autoridades municipales, marítimas, ambientales y demás relacionadas con el proyecto.
- Contratación del personal altamente especializado y capacitado.
- Inducción al personal del proyecto.

1.3.2 Etapas de movilización y montaje de equipos. A continuación, se describen las operaciones implican la movilización y montaje de equipos que se llevaran a cabo tanto en tierra como en ultramar.

1.3.2.1 Actividades en tierra y/o zonas costeras

Instalaciones portuarias

Todo proyecto para la perforación de un pozo exploratorio costa afuera debe contar con un terminal marítimo como base principal de operaciones y suministros de materiales y servicios, que debe disponer de todas las facilidades requeridas para el atraque de embarcaciones, movimiento y bodegaje de cargas, abastecimiento de alimentos, agua y combustibles, y manejo de residuos entre otros, a través de operadores portuarios debidamente autorizados y acreditados para ello. Además, debe contar con puertos marítimos alternos a su disposición en el caso que el proyecto lo requiera. Dentro de los principales terminales marítimos que operan en el litoral caribe tenemos la Sociedad Portuaria de Santa Marta, Puerto Bolívar, Puerto Brisa, Sociedad Portuaria Palermo, Barranquilla y Cartagena. Cabe mencionar que para los proyectos en estudio del presente trabajo se utilizó como base principal el puerto de Santa Marta.

Además, dentro del terminal marítimo seleccionado, se debe disponer de un muelle para el manejo de las embarcaciones de apoyo, una grúa para el manejo de cargas pesadas, tanques para el almacenamiento de agua industrial y doméstica, un área de tanques para el almacenamiento de Diesel, un conjunto de silos para el almacenamiento de material a granel (p.ej. bentonita, barita, cemento), así como de las facilidades para la transferencia de estos fluidos y materiales hacia los buques de apoyo a la operación, tales como tuberías y equipos accesorios.

Adicionalmente, se debe disponer de un patio para el almacenamiento de tuberías y equipos y una bodega techada para el almacenamiento de materiales como aditivos químicos, equipos y repuestos, así como de un container-oficina para uso

de los empleados responsables de las operaciones en puerto. Dependiendo de la disponibilidad de espacio, estas facilidades podrían ubicarse dentro del puerto u otra área cercana al mismo, adecuada para este fin.

Instalaciones para el servicio del transporte aéreo

Al igual que para las instalaciones portuarias, todo proyecto costa afuera necesita de una base principal y bases alternas para el transporte aéreo (helipuerto), que debe disponer de las facilidades requeridas para el suministro de combustible a los helicópteros y el embarque y desembarque del personal y cargas pequeñas que deban movilizarse por esta vía hacia y desde la unidad de perforación.

Instalaciones hoteleras

La mayor parte del personal que participa en un proyecto exploratorio costa afuera vive en la unidad de perforación o en las embarcaciones de apoyo (supply vessel). Además, para el alojamiento del personal de apoyo a las operaciones en tierra, se disponen de servicios de la red hotelera existente en las ciudades cercanas del proyecto, que para el caso de estudio es la ciudad de Riohacha.

1.3.3 Actividades marinas

1.3.3.1 Movilización de la unidad de perforación y embarcación de apoyo.

La unidad de perforación y unidades de apoyo de un proyecto costa afuera en Colombia llegan a su destino vía marítima, ingresando por rutas internacionales y nacionales autorizadas por las Autoridades Marítimas. El transporte de la unidad de perforación hasta el sitio de ejecución de los trabajos puede realizarse mediante remolcadores o por propulsión propia, dependiendo del tipo de equipo que se utilice, donde permanecerá posicionada sobre las coordenadas del pozo durante todo el proceso de perforación.

Por su parte, las embarcaciones de apoyo se movilizarán de forma constante entre las instalaciones de la base principal de apoyo en tierra, en este caso el Terminal

Marítimo de Santa Marta y el sitio de ubicación de la unidad de perforación, utilizando las rutas que autorice en su momento la Capitanía de Puerto con jurisdicción en el área.

1.3.3.2 Localización

- **Pozo Orca-1**

El pozo orca-1 se perforó por la compañía operadora PETROBRAS COLOMBIA LIMITED en el año 2012 dentro del Contrato de Exploración y Producción Tayrona del Bloque Tayrona, localizado en el Mar Caribe Colombiano, dentro del polígono denominado Área de Interés de Perforación Exploratoria Jarara (AIPE Jarara) que tiene un área de 7.221,9 km². A su vez, dentro del AIPE Jarara fue definida de manera inicial un Área Mayor de Interés de perforación denominada (AMI Jarara), el cual tiene un cubrimiento de 1500 km² y profundidades que varían entre los 300 y 1300 m, ubicada con más exactitud dentro del polígono delimitado por las siguientes coordenadas.

El pozo alcanzó la profundidad de 4.243 metros, con una lámina de agua de 675 metros. Su perforación finalizó en septiembre de 2014 y se confirmó una acumulación de gas natural a una profundidad de 3.657 metros, por lo que se dió continuidad a las operaciones previstas, con el objetivo de continuar evaluando el yacimiento.

Tabla 2. Coordenadas AMI Jarara

Punto	Coordenadas AMI Jarara	
	LONGITUD	LATITUD
1	71°51'30,102"	12°35'30,079"
2	71°51'27,359"	12°56'01,535"
3	71°27'38,974"	12°55'48,276"
4	71°27'47,122"	12°42'39,904"

5	71°38'55,410"	12°35'23,451"
1	71°51'30,102"	12°35'30,079"

Fuente: Petrobras 2012

- **Campo Chucupa-B**

El campo Chucupa-B es operado actualmente por la compañía Chevron en conjunto con la petrolera estatal Ecopetrol desde el año 1996, como parte del Contrato de Asociación Guajira "A" entre estas dos entidades suscrito en 1974 y el cual tuvo una extensión en el 2003, contando con un área total de 820 Km² denominado Bloque Guajira, con profundidades de 0 a 76 metros. La plataforma Chucupa-B se encuentra instalada distante 32.1 km de la ciudad de Riohacha, a una profundidad de 34 m bajo el nivel del mar, sus coordenadas son las siguientes.

Tabla 3. Coordenadas de la plataforma Chucupa-B

Punto	Coordenadas plataforma Chucupa-B	
	LONGITUD	LATITUD
1	72°49'29.7768"	11°49'25.5332"
2	72°49'28.9422"	11°49'24.8065"
3	72°49'28.3400"	11°49'25.0000"
4	72° 49'28.1757"	11°49'26.1433"

Fuente: Centro de Investigaciones oceanográficas e hidrográficas

1.3.3.3 Posicionamiento y/o anclaje de la unidad de perforación. Para la perforación de los pozos de los proyectos en el presente trabajo se utilizaron sistemas de perforación distintos, una plataforma tipo fija para el caso de la plataforma Chuchupa-B y un Drill Ship o buque de perforación para el pozo Orca-1. Dichas unidades de perforación cuentan con sistemas de posicionamiento distintos. Por un lado, la plataforma de Chuchupa-B cuenta con un sistema de posicionamiento fijo por pilotes, mientras que el buque de perforación del pozo Orca-1 cuenta con un sistema de posicionamiento dinámico.

- **Sistemas de posicionamiento por pilotes**

Su nombre se debe a que generalmente la estructura sirve de recubrimiento y guía de los cuatro pilotes que la fijan en el fondo, quedando en su interior. Sin embargo, cuando la profundidad es muy elevada, los pilotes se colocan por el exterior, unidos a la estructura en su parte inferior, y clavados mediante martillos submarinos. De esta manera se logra evitar longitudes de pilote excesivas, con el consiguiente ahorro económico. En la **figura 2** se observa una ilustración de este tipo de anclajes.

Figura 2. Sistema de posicionamiento por pilotes



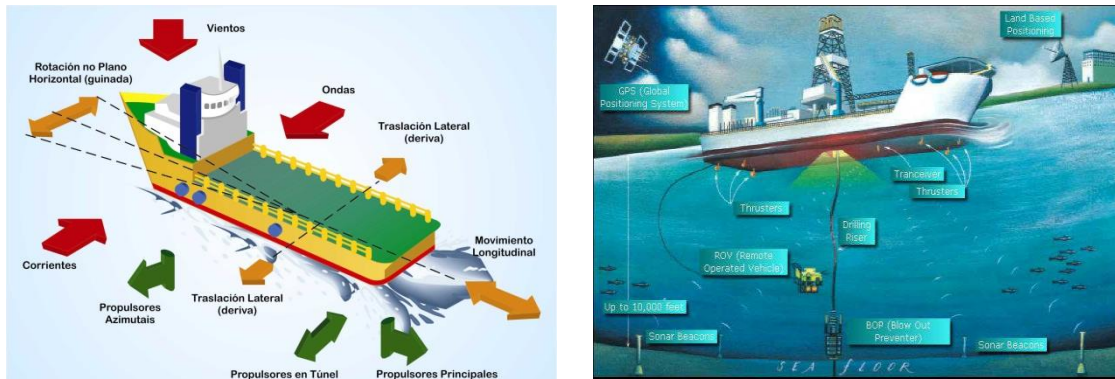
Fuente: Petrobras 2012

- **Sistema de posicionamiento dinámico**

En el sistema de posicionamiento dinámico no existe unión física de la unidad de perforación con el fondo del mar, excepto por los equipos de perforación. El sistema está compuesto por propulsores de azimut de orientación fija y variable, que funcionan basados en el procesamiento computacional de información de localización, proporcionada por satélite (tipo GPS) o por sensores acústicos.

En este caso, la unidad de perforación llega, de forma autónoma o con la ayuda de remolcadores, hasta el área perforación y se posiciona utilizando su propio sistema sobre las coordenadas del pozo, donde se mantiene hasta la finalización de las actividades de perforación. Los computadores de la unidad de perforación controlan, de forma permanente, la potencia y la dirección de los propulsores, manteniéndose en un área, sobre la posición deseada. En la **Figura 3** se ilustra de manera esquemática la forma de funcionamiento del sistema de posicionamiento dinámico.

Figura 3. Forma de funcionamiento del sistema de posicionamiento dinámico



Fuente: Petrobras 2012

1.3.3.4 Descripción de las instalaciones y facilidades existentes en la unidad de perforación. Las unidades de perforación disponen a bordo de una serie de facilidades que garantizan la realización de las operaciones de perforación y permiten el alojamiento de la tripulación y personal técnico y operario requerido para el manejo del equipo y perforación de los pozos.

- **Helipuertos**

Para el movimiento de personal, las unidades de perforación disponen de un helipuerto que cumple con todas las reglas establecidas para la operación de helicópteros en alta mar y cuentan, con procedimientos para atender la llegada y salida segura de helicópteros y las emergencias que puedan presentarse durante el desarrollo de estas operaciones.

- **Bodegas y Talleres.**

Todas las unidades de perforación cuentan con áreas de bodegaje internas y externas, debidamente acondicionadas para el almacenamiento de equipos y materiales. Igualmente, que cuenten con talleres donde pueden realizarse algunas reparaciones menores de los equipos.

- **Alojamiento y Servicios Complementarios**

Al igual que cualquier campamento de perforación y/o artefacto naval, las unidades de perforación cuentan con todas las facilidades requeridas para garantizar el alojamiento y el bienestar del personal que deberá permanecer a bordo durante la perforación de los pozos.

Para el manejo y tratamiento de las aguas residuales domésticas que puedan generarse a bordo, las unidades de perforación cuentan con una planta de tratamiento (PTARD), con capacidad para atender la población fija y flotante que puede llegar a participar en el desarrollo de un proyecto, lo que garantiza la

eficiencia de la planta y el cumplimiento de convenios internacionales que regula la materia, como MARPOL 73/78.

1.3.4 Etapa de perforación costa afuera

1.3.4.1 Numero de pozos proyectados para el proyecto

- **Plataforma del pozo Orca-1**

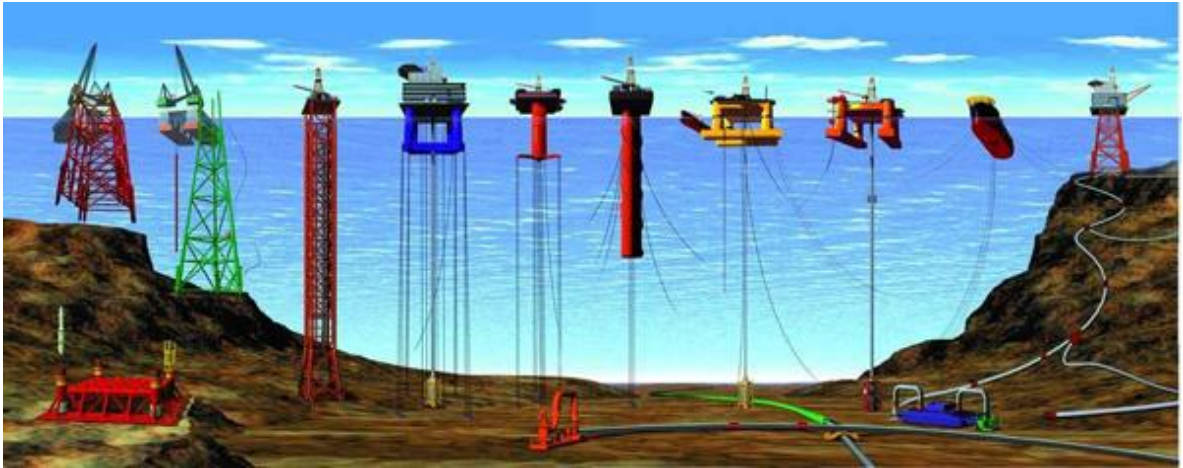
Dentro del Área de Interés de Perforación Exploratoria Jarara (AIPE Jarara) y de forma más específica dentro del polígono de área de mayor interés de perforación (AMI Jarara), se proyectó la perforación de hasta seis (6) pozos exploratorios.

- **Plataforma Chuchupa-B**

Para el proyecto de explotación del campo Chuchupa-B se proyectó la perforación de hasta tres (3) pozos de producción dentro del área de las coordenadas mencionadas anteriormente para dicho proyecto.

1.3.4.2 Unidades de perforación marítima. Para la perforación de los pozos de los proyectos en este trabajo, plataforma Chuchupa-B y AIPE Jarara (Orca-1), se utilizaron una plataforma de perforación de tipo fija (Jack-Up) y un buque de perforación (drill ship) respectivamente, que para su sistema de posicionamiento utilizan un sistema de pilotes para el caso de Chuchupa-B y un sistema de posicionamiento dinámico en el caso del drill ship. (Ver **Figura 4**)

Figura 4. Tipos de Unidades Utilizadas en Perforación Costa Afuera



Fuente: Revista del Sector Marino

- **Plataformas Fijas**

Son construidas sobre piernas de hormigón o acero ancladas al lecho marino, sobre las que se colocan otros tipos de estructuras como camisas de acero -secciones verticales de acero tubular- o cajones de hormigón -que permiten el almacenamiento de combustible bajo la superficie y cuando están vacíos confieren flotabilidad, motivo por el cual son utilizados para construir estas plataformas cerca de la costa y hacerlas flotar hasta la posición en que finalmente la plataforma será anclada. Tienen una cubierta con espacio para las plataformas de perforación, las instalaciones de producción y los alojamientos de la tripulación. Este diseño permite su utilización a muy largo plazo. Las plataformas fijas son económicamente viables para su instalación en profundidades de hasta unos 1.700 pies (520 m).

- **Buque de Perforación (Drill Ship)**

El buque de perforación es un buque diseñado de manera específica para perforar pozos submarinos. La torre de perforación está ubicada en el centro del buque, donde una abertura en el casco permite el paso de la sarta de perforación. Este equipo se desplaza de forma autónoma, como cualquier embarcación y se posiciona

en la coordenada del pozo por sus propios medios, manteniéndose en el área mediante un sistema DP (posicionamiento dinámico), compuesto por sensores acústicos, propulsores y computadoras, que compensan los efectos del viento, oleaje y corrientes marinas que tienden a cambiar la posición del buque. Normalmente son utilizados para perforar en aguas profundas.

- **Embarcaciones de Apoyo.**

Dependiendo del tipo de unidad de perforación que se utilice y necesidades operacionales del proyecto, se puede requerir del apoyo de dos (2) o más embarcaciones para :

- Remolque (Towing Supply)
- Posicionamiento de anclas (Anchor Handling)
- Abastecimiento de suministros (Supply Vessel)

Cabe mencionar que las embarcaciones de apoyo también son usadas como recurso de emergencia en combates de incendio o en caso de derrames de hidrocarburos como se puede apreciar en la **Figura 5**.

Figura 5. Plataforma Semi-sumergible – embarcación de apoyo.



Fuente: Petrobras 2012

1.3.4.3 Principales Componentes de una Unidad de Perforación. De manera general, una unidad de perforación marítima está compuesta por un taladro (conjunto de equipos utilizados en perforación de los pozos) y una serie de equipos e instalaciones de apoyo (p.ej. generadores de energía, alojamientos, helipuerto). Los equipos de una unidad de perforación están agrupados en siete sistemas como se detalla a continuación.

- **Sistema de Potencia o de Generación y Transmisión de Energía.**

En cualquier tipo de unidad de perforación la fuente de energía eléctrica es proporcionada por grupos de generadores, accionados en su mayoría por motores diesel. Para el funcionamiento de los generadores se debe contar con un tanque de almacenamiento principal de combustible con sistema de medición.

- **Sistema de Elevación o Levantamiento.**

Este Sistema tiene como función principal sostener las cargas y levantar y bajar la sarta de perforación y los equipos que serán introducidos y/o retirados del pozo.

El Sistema cuenta, en general, con los siguientes componentes:

- Polea viajera y gancho
- Unión giratoria
- Cable de acero de perforación
- Ancla del cable de perforación
- Compensador de movimientos
- Sistema de impulsión superior (Top-Drive).
- Motor para perforación

- **Sistema de Circulación.**

Este Sistema es responsable por la circulación y tratamiento de los fluidos de perforación. Entre otras funciones tiene la de bombear los fluidos en el pozo y transportar hasta superficie todos los cortes generados por la broca. Para el

bombeo de los diferentes fluidos de perforación, debe contar como mínimo con bombas de lodos triplex tipo marino, accionadas por motores eléctricos, con los siguientes accesorios:

- Bombas centrífugas horizontales.
- Amortiguadores de succión y pulsaciones.
- Válvulas de seguridad
- Sistema de lubricación y enfriamiento.

- **Sistema de control de sólidos.**

El Sistema de control de sólidos está conformado por zarandas vibratorias que tienen la función de remover las partículas de mayor tamaño, un desarenador y un deslimador que remueven las partículas más pequeñas (arenas y limos) y centrífugas que funcionan como cámaras de decantación o sedimentación para facilitar la separación del material más fino.

- **Sistema de Rotación.**

Tiene la función de transmitir la fuerza motriz requerida para el accionamiento del conjunto sarta / broca, a través de la mesa rotaria.

- **Sistema de control del pozo**

Este sistema está constituido básicamente por un equipo de válvulas preventoras llamado BOP (Blow Out Preventer), capaz de efectuar el cierre de la columna y del hueco para apoyar, entre otras funciones, el control del pozo.

Para el control de las preventoras submarinas el equipo debe contar con los siguientes elementos:

- Conectores hidráulicos
- Válvulas de seguridad para las líneas de matar y estrangular.
- Un sistema de supervisión submarina

- Diverter (desviador de flujo).
- Aparejo de preventoras submarinos para operación en ambiente de H₂S.
- Un preventor anular doble.
- Junta flexible
- Preventores dobles con salidas laterales
- Juego de arietes

Igualmente debe contar con un sistema de control superficial, para apoyar las operaciones de los equipos submarinos de cabeza de pozo con siguientes equipos:

- Sistema de control y operación de preventoras
- Estaciones de control remoto para operar las preventoras.

- **Sistema de Monitoreo de las operaciones en el Pozo**

Son equipos necesarios para el control de perforación, tales como manómetros, indicadores de peso sobre la broca, indicadores de torque, tacómetros y detectores de gas.

1.3.5 Programa y procedimiento de perforación. A continuación, se describe de manera general el procedimiento y los elementos necesarios que se llevan a cabo al momento de hacer una perforación de un pozo costa afuera.

1.3.5.1 Perforación, revestimiento y cementación. Las actividades de perforación de un pozo costa afuera, se llevan a cabo de manera similar a las que se utilizan para la perforación de pozos en tierra. La perforación se realiza a través de una broca unida al extremo de una sarta de tubos de acero, básicamente, mediante una combinación de un proceso de rotación, peso y ensanchamiento, aplicados sobre las formaciones rocosas en la sub-superficie.

La sarta de perforación se compone de tubos de diferentes tipos, que se conectan a través de roscas resistentes, de perfil cónico. Los tubos miden, en promedio, 30 pies de largo, por lo que cada 30 pies perforados, se conecta a la sarta un nuevo

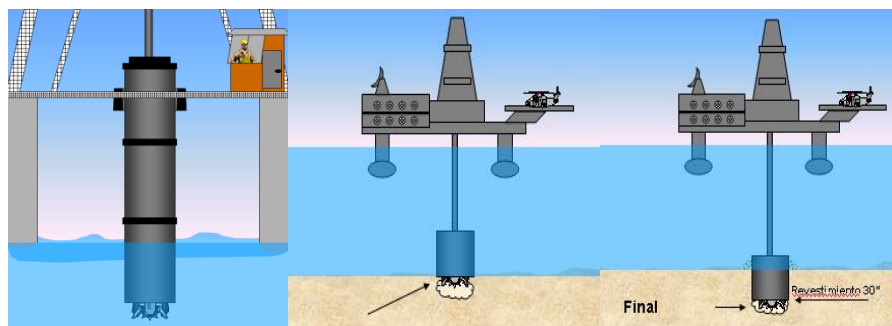
tubo. El pozo es perforado por etapas (también conocidas como fases), caracterizadas por diferentes diámetros de broca y los respectivos revestimientos utilizados.

Las diferencias entre las fases de perforación dependen del tipo y condiciones operacionales particulares de cada pozo. La profundidad de cada fase de perforación se determina, entre de otros aspectos, por la geología y por la naturaleza de las formaciones que deberán ser atravesadas.

La primera fase de perforación consiste en la instalación del tubo conductor utilizando en general la tecnología jetting (Boquillas). De forma alternativa, la perforación de esta fase podrá ser realizada de manera convencional hasta la profundidad programada, para posteriormente correr y cementar el tubo conductor.

En el proceso de jetting, el tubo conductor se acopla a la sarta de perforación, a través de la llamada sarta de jetting, compuesta por una broca de perforación, estabilizadores, motor de fondo y comandos. Con la inyección de fluido por el interior de la sarta, el motor de fondo transmite rotación a la broca. La perforación va avanzando a medida que el tubo conductor encamisa el pozo que está siendo abierto. (Ver **Figura 6**).

Figura 6. Proceso de perforación con tubo conductor



Fuente: Petrobras 2012

El proceso es llamado de jetting, porque el fluido de perforación es bombeado a través de los jets (boquillas) de la broca, siendo este el agente que más actúa en la desagregación de la roca que está siendo perforada. En su paso, el fluido acciona el motor de fondo, sale por las boquillas y retorna por el anular entre el tubo conductor y las paredes del pozo, acarreando los cortes generados hacia fuera del pozo. En esta primera fase no hay retorno de fluidos y cortes hacia la unidad de perforación, siendo los mismos dispuestos en el lecho marino.

La perforación de la primera fase termina cuando el tubo conductor está totalmente introducido en el hueco abierto por la sarta. Conjuntamente con el tubo conductor es descendida y montada la Base Guía Permanente (BGP) en la superficie del suelo marino.

Concluida la instalación del tubo conductor, la sarta es liberada y el proceso de perforación sigue adelante, con la perforación de la siguiente fase. A medida que la perforación avanza y el pozo va siendo profundizado, se hace necesario revestirlo con tubos de acero para mantener su integridad. Después de revestido el pozo, la perforación prosigue con una broca de menor diámetro.

Antes del inicio de la perforación de la fase con retorno de fluido y cortes a la unidad, será instalada la cabeza del pozo, que tiene como principal función sostener los demás equipos a ser instalados en el pozo, incluyendo dentro de ellos, el BOP (Blowout preventer) y el riser marino.

El riser marino está constituido por un tubo de gran diámetro, cuya función es servir de tubo conductor para la sarta de perforación y para el retorno del fluido de perforación a superficie, uniendo la unidad de perforación a la cabeza del pozo y aislando el interior del pozo del ambiente marino.

Durante la perforación de las fases siguientes a la instalación del BOP y del riser marino, el fluido de perforación (lodo), junto con los cortes generados, retornan al

sistema de tratamiento de residuos sólidos de la unidad. Los sólidos separados son descargados al mar y el fluido de perforación es direccionado para el pozo.

Después de terminada la perforación de cada fase, se desciende el revestimiento, procediendo a su cementación. La longitud del revestimiento se determina en función de las presiones de poro y de fracturas previstas.

Una vez que es bajado el revestimiento, el espacio anular entre el tubo de acero y las paredes del pozo se llena total o parcialmente con cemento, fijando el tubo, dando soporte mecánico al pozo y garantizando el sello hidráulico entre las diversas formaciones.

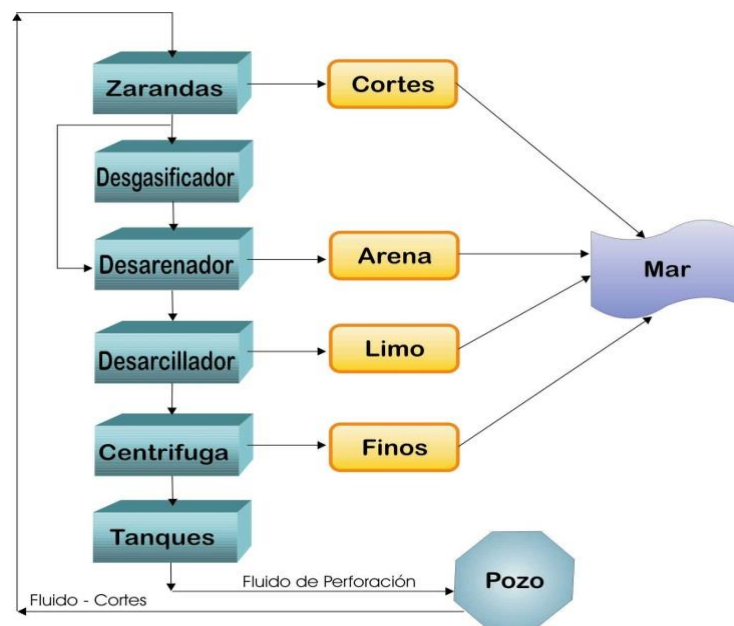
1.3.5.2 Fluidos de perforación. Los lodos de perforación son fluidos que circulan en los pozos de petróleo y gas para limpiar y acondicionar el hoyo, para lubricar la broca de perforación y para equilibrar la presión de formación.

Los lodos de perforación típicamente usan agua o petróleo como fluido base. En años recientes, los lodos de perforación a base de sintéticos formulados empleando éster, éteres o polialfaolefinas como fluidos de base, se encuentran disponibles como alternativas. La información existente sugiere que los lodos de perforación a base de sintéticos son relativamente no tóxicos en los ambientes marinos y tienen un alto grado de biodegradación.

A fin de minimizar la cantidad de petróleo descargada dentro del ambiente marino, los operadores deben, en lo posible, utilizar lodos a base de agua o a base de sintéticos. Para el caso de los proyectos en estudio, ambas compañías optaron por la utilización de lodos base agua para sus operaciones de perforación.

1.3.5.3 Control de sólidos. En términos generales, el tratamiento de fluidos de perforación tiene, entre otros objetivos, la remoción de los cortes de perforación o fragmentos de rocas que se van desprendiendo de las formaciones atravesadas, por acción de la broca, estos son manejados a través un sistema de control en línea, que posee la unidad de perforación, provisto de una o más zarandas vibratorias, que tienen la función de remover las partículas de mayor tamaño; un desarenador y un deslimador compuesto por hidrociclones, que remueven las partículas más pequeñas (arenas y limos respectivamente) y centrífugas que funcionan como cámaras de decantación o sedimentación para facilitar la separación del material más fino, para su posterior tratamiento y/o reacondicionamiento, permitiendo al final del proceso la recirculación y la reutilización de los lodos si sus características lo permiten. Los cortes, arena, arcilla y finos separados a lo largo del tratamiento, así como y lodos que no puedan ser reutilizados, serán descargados al mar, a través de una tubería especialmente diseñada para ello. En el caso que el fluido este impregnado con gas, es encaminado hacia un desgasificador, antes de su paso por unidad desarenadora. En la **Figura 7** se presenta de forma esquemática de tratamiento de fluidos de perforación base agua.

Figura 7. Flujograma Esquemático del Tratamiento de Fluidos Base Agua.



Fuente: Petrobras 2012

1.3.5.4 Registros. El registro o perfil de un pozo es un gráfico de profundidades, versus algunas propiedades eléctricas, acústicas o radiactivas de las rocas atravesadas. Las propiedades de las rocas son medidas por instrumentos o herramientas especiales que descienden en el pozo. Los datos obtenidos permiten entre otros, cálculos volumétricos, como la estimación de la porosidad y cantidad de hidrocarburos existentes en el reservorio.

Para la obtención de los perfiles (registros) las herramientas de medición son descendidas por el pozo a través de un cable eléctrico. A medida que la herramienta va pasando por el frente de las rocas que constituyen las formaciones, sus características van siendo medidas y la información va siendo enviada a superficie, en donde se registra de manera digital o análogamente.

1.3.6 Operaciones Complementarias. Las operaciones complementarias incluyen las siguientes actividades:

- **Pruebas Cortas de Producción**

En el caso de que los registros eléctricos sean positivos para un pozo exploratorio como es el caso de Orca-1, el proyecto contempla la realización pruebas cortas de producción, con una duración aproximada de 30 días incluyendo el tiempo requerido para la preparación de las pruebas propiamente dichas. Debido a la complejidad y tiempo de preparación que requieren estas operaciones, es posible que las pruebas no sean efectuadas de manera inmediata a la perforación de los pozos, sino en una intervención posterior al desarrollo de esta actividad.

- **Completamiento**

El completamiento de un pozo conlleva un conjunto de operaciones destinadas a equiparlo para producir hidrocarburos con seguridad y con el mejor desempeño posible a lo largo de su vida productiva. Sólo son completados los pozos cuyo

aprovechamiento sea económicamente viable. De manera general, el completamiento típico de un pozo contempla las siguientes actividades:

- **Instalación del equipo de superficie:** Consiste en la instalación de la Base Adaptadora de Producción (BAP), que tiene por función permitir el acople del árbol de navidad, que recibe la conexión de las líneas submarinas del sistema de recolección de la producción.
- **Acondicionamiento y limpieza del pozo:** En esta fase son realizados los acondicionamientos del revestimiento de producción y la sustitución del fluido que se encuentra al interior del pozo por un fluido de completamiento. Para el acondicionamiento del pozo se baja una sarta con broca y raspador. La broca corta los tapones y los restos de cemento presentes en el pozo. El raspador limpia las paredes del revestimiento, retirando lo que fue dejado por la broca. El proceso de limpieza final del pozo se realiza circulando fluido de control, salmuera o fluido de completamiento de alto peso, desde el fondo del pozo, hasta obtener retornos limpios en superficie, garantizando que no queden residuos de cemento y/o sólidos dentro del pozo.
- **Evaluación de la calidad de cementación:** Esta evaluación se realiza utilizando registros acústicos, que miden la adherencia del cemento al revestimiento y del cemento a la formación. En el caso en que la cementación esté deficiente, esta se corrige a través de la compresión del cemento, para garantizar el aislamiento entre zonas permeables y porosas.
- **Instalación de la sarta de producción:** La función básica de la sarta de producción es la de conducir los fluidos producidos por el pozo (crudo/agua/gas) a la superficie, protegiendo el revestimiento.

- **Taponamiento y Abandono**

Una vez que se lleve a cabo la perforación y la toma de los registros eléctricos de cada uno de los pozos proyectados, se definirá, con base en los resultados, si se realiza el abandono del pozo de forma temporal o permanente. Un abandono

temporal permitirá en el futuro el completamiento del pozo y la realización de pruebas de producción del caso, mientras que un abandono permanente significará el abandono total del pozo sin intenciones de retorno al mismo.

En términos generales el procedimiento implica la colocación de tapones temporales o permanentes, para abandonar el pozo de manera segura y de acuerdo con la normatividad colombiana, el retiro del conjunto de preventoras y del riser que conecta el pozo con unidad de perforación y la instalación de una tapa de abandono.

1.3.7 Equipos y procesos para el control del pozo

- **Lodos de Perforación (primera barrera).**

Uno de los objetivos de usar lodo durante la perforación del pozo es el de controlar el pozo y evitar que los hidrocarburos o el agua de los yacimientos puedan ascender. Para lograr esto, se utiliza un programa de cálculo de pesos de lodo (densidades), diseñado con base en la presión hidrostática del lodo en el pozo y la presión que se espera ejerzan los fluidos a través de los poros de la formación.

El uso de procedimientos de control permite el control del flujo inicial, previniendo el riesgo de erupciones en superficie. La presión esperada en la formación se estima antes de la perforación, utilizando información de otros pozos perforados en el área y las investigaciones sísmicas llevadas a cabo.

Durante las operaciones de perforación, los flujos ascendentes de fluido de la formación (*kick*), son los aspectos de seguridad más importantes. El contratista de perforación debe estar capacitado en procedimientos de control del pozo, incluyendo la prevención de flujos ascendentes. Se sigue un programa de peso de lodos para controlar el flujo del líquido de la formación dentro del pozo, utilizando para ello la presión hidrostática del lodo. En caso de flujo ascendente, el personal de la plataforma puede identificarlo, incluyendo el tipo de flujo (gas o agua salada).

Mediante procedimientos adecuados de control del pozo, se puede controlar el flujo y evitar una erupción descontrolada en superficie (*Blow-out*).

- **Blowout Preventer (BOP).**

Como ya se mencionó, este componente de seguridad está compuesto por un conjunto de válvulas, que son montadas en la cabeza del pozo y se encuentran diseñadas para permitir su cierre, en caso de un eventual influjo indeseable de los fluidos confinados en los poros de las formaciones, permitiendo la toma de acciones para retomar el control de la operación.

- **Lower Marine Riser Package (LMRP)**

El LMRP es el conjunto de equipamientos que permite la desconexión rápida de la unidad en caso de condiciones ambientales extremas o problemas en los equipamientos, que no permitan continuar con la perforación. Adicionalmente en caso de una emergencia una vez cerrado el BOP, es activado el LMRP que actúa hidráulicamente desconectando el Riser del BOP de forma segura para la plataforma y el medio ambiente.

- **Capacidad Operacional de la Unidad.**

Las unidades de perforación marítima están diseñadas para soportar, hasta cierto punto, variaciones de las condiciones meteoceanográficas. En los casos en que las condiciones meteoceanográficas puedan llegar a superar la capacidad operacional de la unidad, la acción a seguir es la desconexión del Riser, que se encuentra uniéndolo a la cabeza del pozo.

Las principales condiciones meteoceanográficas que restringen la capacidad u operación de una unidad de perforación marítima son: la velocidad del viento, la altura de olas y la velocidad de corrientes superficiales y submarinas. Estos factores, aisladamente o de forma combinada, pueden actuar sobre la unidad de perforación y/o sobre el Riser, haciendo que se desplacen de su posición.

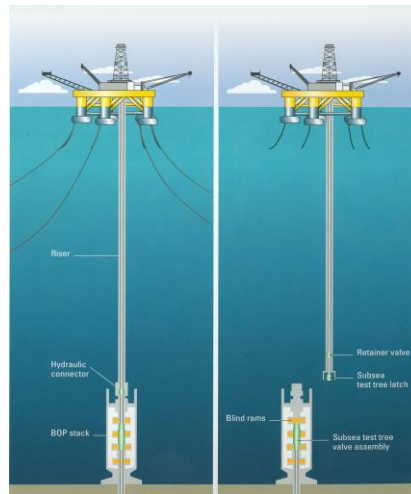
El proceso de desconexión del Riser (tubería que une la plataforma al fondo del mar), es una operación que se realiza normalmente, cuando las condiciones meteoceanográficas son críticas y pueden llegar a sobrepasar la capacidad de operación de la unidad de perforación. Esta decisión es asumida, posteriormente a un periodo de monitoreo de las condiciones meteoceanográficas del área, con la ayuda de los equipos de medición instalados en la unidad (sistemas ADCP para medición de corrientes, vientos, oleaje, tensión de anclas, flotabilidad y desplazamiento vertical, etc.) y pronósticos suministrados por diferentes entes y fuentes especializadas, así como a un análisis y seguimiento de los posibles riesgos, por el Capitán de la Unidad, en conjunto con los jefes del proyecto en la misma, con el propósito de proteger el personal, el medio ambiente y los equipos.

Antes de proceder a desconectar el Riser, se aísla el pozo cerrando el sistema de Preventoras (BOPs). El proceso de desconexión se realiza en el LMRP, al tope de las BOPs como se muestra en la **Figura 8**. La operación de cierre de preventoras y desconexión del LMRP, se toma un tiempo inferior a cinco (5) minutos. Las BOPs cumplen también la función de servir de válvula de control para las presiones producidas por el pozo y son controladas hidráulicamente desde la plataforma.

Es de resaltar que en el evento de requerirse una desconexión del Riser durante las operaciones, no se producen derrames de crudo que puedan afectar el medio ambiente. En esta operación sólo se produce la descarga del volumen de lodo (base agua) que en el momento puede estar almacenado en Riser.

Otro aspecto importante de resaltar es que, en caso de una desconexión accidental, las preventoras ubicadas en el fondo del mar se cierran automáticamente como consecuencia de este evento y por diseño de fabricación, quedando el pozo totalmente aislado del océano.

Figura 8 Desconexión del Riser durante Pruebas de Pozo



Fuente: Petrobras 2012

2 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

En este capítulo se dará una definición de las áreas de influencia de los proyectos y un resumen de las condiciones del medio biótico, abiótico y socioeconómico que caracterizan al área del proyecto, todo esto es base a trabajos de levantamiento de información primara y secundario por parte de instituciones como es el caso del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR).

2.1 ÁREAS DE INFLUENCIA

Como ya se mencionó anteriormente, el pozo orca-1 que perforó la compañía operadora PETROBRAS COLOMBIA LIMITED en el año 2013 en el Mar Caribe Colombiano, tiene un área de 7.221,9 km², dentro del polígono AIPE Jarara. Por su parte, la plataforma de Chuchupa-B el cual hace parte del área abarcada por el bloque Guajira, es operado por Chevron en conjunto con la petrolera estatal Ecopetrol y cuenta con un área de área total de 820 Km².

2.1.1 Área de influencia directa (AID). De acuerdo con la definición contenida en los términos de referencia para proyectos de perforación exploratoria costa afuera, el área de influencia directa (AID) del proyecto, es aquella hasta donde se manifiestan los impactos generados por todas las actividades relacionadas con el mismo, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico-cultural y puede variar, según el tipo de impacto y elemento del ambiente, que se esté afectando.

De acuerdo con esta definición, desde el punto de vista físico-biótico, el área de influencia directa (AID), corresponde al área de intervención y/o afectación directa por parte del pozo a perforar, que está limitada al lugar de posicionamiento de la unidad de perforación, el punto de contacto entre la unidad y el fondo del mar, y el área de dispersión de lodos y cortes de perforación de más de 1 mm de espesor,

que no superarían los 100 metros de distancia alrededor del pozo, de acuerdo a modelaciones realizadas².

Hablando del punto de vista social, por la ubicación y profundidad del área de mayor de interés de perforación exploratorio (AMI Jarara) y de la plataforma Chuchupa-B, localizada a más de 14 km y 8 km respectivamente de la costa del departamento de la Guajira, se considera que de manera directa, las actividades llevadas a cabo para los proyectos no generan ningún impacto sobre el componente social.

Por otra parte, los caladeros de pesca artesanal frente a la costa del departamento de la Guajira, se encuentran entre los 1,5 y 160 m de profundidad, por fuera del AIPE Jarara que se encuentra entre los 300 y 1300 m de profundidad, pero para el caso de la plataforma Chuchupa-B, al estar ubicada en una profundidad somera, si se considera influencia de manera directa sobre las actividades de pesca de la comunidad, por lo tanto será un componente diferenciador clave al momento de efectuar el análisis.

2.1.2 Área de influencia indirecta (AII). Tal y como se define en los términos de referencia para proyectos de perforación exploratoria costa afuera, el área de influencia indirecta corresponde al área externa al AID, es decir, al área donde real o hipotéticamente podrían llegar a manifestarse los efectos derivados de las actividades proyectadas, dado que en esta área no se realizará ningún tipo de intervención directa.

En base a este concepto, desde el punto de vista físico-biótico y socio-cultural y bajo condiciones normales de operación, el área de influencia indirecta (AII) para el proyecto de la plataforma Chuchupa-B, corresponde a la totalidad del área marina que hace parte del campo Chuchupa y del AIPE Jarara para el proyecto de

² Petrobras. Modelación de Derrames Accidentales de Hidrocarburos e de los Depósitos de Lodos y Cortes de Perforación para el AIPE/AMI Jarara, Bloque Tayrona, Caribe Colombiano. 2012.

perforación de Orca-1, que abarcan una superficie de 820 km² y 7.221,9 km² respectivamente.

Hay que aclarar, que no se consideran como áreas de influencia indirecta del proyecto, el terminal o terminales portuarios que pueden llegar a servir como base de operaciones terrestres, ni las rutas o posibles corredores de movilización de las embarcaciones de apoyo, en el primer caso por el bajo impacto que tienen las actividades del proyecto sobre las actividades que normalmente se realizan en los puertos y el segundo caso por lo insignificante que resulta el movimiento de embarcaciones del proyecto, desde y hacia las zonas portuarias mencionadas, en relación con el número de zarpes y arribos que en promedio son autorizados anualmente por las Capitanías de los principales puertos de la costa atlántica, por mencionar un ejemplo, en el puerto de Santa Marta se registran aproximadamente 6.800 zarpes, esto comparado con los 24 zarpes por pozo representaría un incremento del solo 0,35%³.

De igual forma, no se considera como área de influencia indirecta (AII), el área o franja marina costera, que solo en condiciones hipotéticas y muy poco probables se podría ver afectado por un derrame de hidrocarburos dentro del AMI Jarara o el área del contrato de asociación Guajira A, esto en base a modelamientos realizados y bajo el supuesto de que el mismo no fuera objeto de ninguna atención por un periodo de 24 a 48 horas⁴. Lo anterior se concluye de acuerdo a que un área de influencia, directa o indirecta, debe ser definida bajo condiciones normales de operación y no bajo la hipótesis de ocurrencia de una contingencia.

³ Invemar. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (AIE) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

⁴ Petrobras. Modelación de Derrames Accidentales de Hidrocarburos e de los Depósitos de Lodos y Cortes de Perforación para el AIPE/AMI Jarara, Bloque Tayrona, Caribe Colombiano. 2012.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

A continuación, se presenta una caracterización ambiental del área donde se encuentran los proyectos en estudio, divididos en cada uno de los componentes ambientales necesarios para realizar posteriormente una adecuada comparación de las variaciones de dichas características durante el desarrollo de las diferentes fases del proyecto.

2.2.1 Medio abiótico – Sector marino

- **Geosférico⁵**

Desde el punto de vista geológico, ambos proyectos, tanto el Área de Interés de Perforación Exploratoria Jarara, donde se realizó la perforación del pozo Orca-1, como la plataforma Chuchupa-B, hacen parte del terreno Guajira-Falcón, de la provincia de la Sierra Nevada de Santa Marta y del Centurón del Sinú, los cuales están compuestos por secuencias sedimentarias y fragmentos de corteza continental y oceánica altamente deformados.

Morfológicamente, el margen costero se puede dividir en tres sectores: el primero corresponde a la zona litoral emergida caracterizada por la presencia de colinas y montañas, plataformas de abrasión, pedimentos y yardangs como unidades geomorfológicas de costas elevadas, mientras que en las costas bajas se tienen unidades geomorfológicas como salares y zonas de inundación, pantanos de manglar, llanuras costeras, lagunas costeras, playas, playones, abanicos aluviales, campos de dunas, entre otras. El segundo sector está ocupado por la plataforma continental, la cual se va ampliando de manera general hacia el oriente hasta alcanzar su máxima amplitud costa afuera de la ciudad de Riohacha, caracterizada por presentar pendientes muy bajas (menores a 1°) y un relieve relativamente plano.

⁵ Invemar. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (AIE) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

El tercer sector está representado por un empinado escarpe y por el talud continental.

En la plataforma continental del margen costero entre Santa Marta y Punta Espada predominan los sedimentos tamaño arena al oriente del meridiano 73°30', en inmediaciones del corregimiento de Palomino; al occidente de este sector, se presenta una facies areno-lodosa en cercanías a la Sierra Nevada de Santa Marta, mientras que al suroriente de Punta Gallinas y en inmediaciones de Puerto López ocurren dos franjas de sedimentos lodosos, dentro de las cuales se observan algunos parches de sedimentación arenosa.

A partir de las categorías de amenaza sísmica para el Caribe colombiano y de los usos del suelo en la zona de estudio se han realizado cálculos de la vulnerabilidad sísmica. Según los resultados obtenidos, en la Unidad Ambiental Costera entre Santa Marta y Punta Espada, zona en la cual se encuentra ubicada la plataforma del campo Chuchupa-B, se tiene que un 89% del área puede ser considerada dentro del rango de vulnerabilidad baja y el 11% dentro del rango de vulnerabilidad media. Por otra parte, la totalidad (100%) del Área de Interés Exploratorio Jarara, donde se encuentra ubicado el pozo Orca-1 es considerada dentro del rango de vulnerabilidad baja.

- **Rasgos Fisiográficos, Tectónicos y Evolución Estructural⁶**

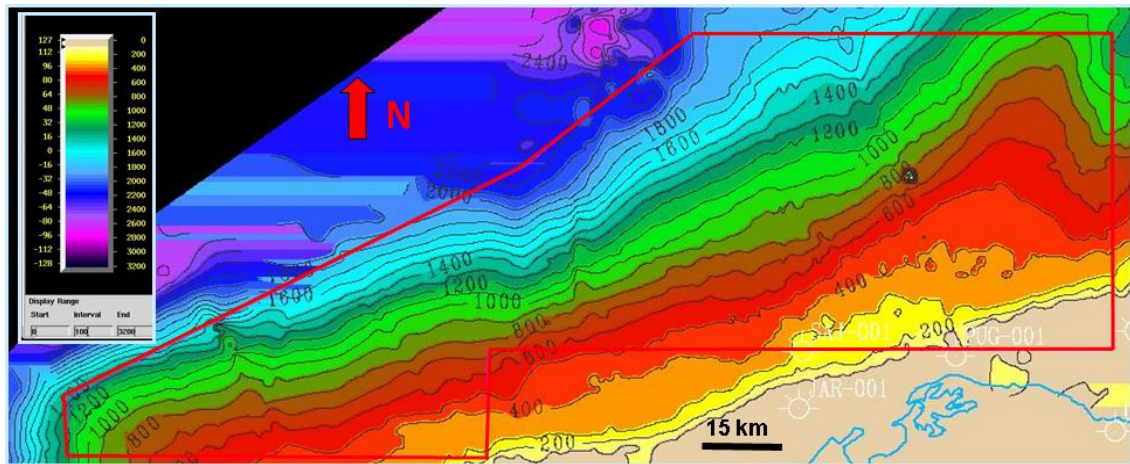
El fondo marino del área donde se encuentran ambos proyectos, se puede decir que tienen una morfología que no muestra cambios batimétricos importantes (Ver **Figura 8**). La pendiente es suave y no se observan accidentes morfológicos pronunciados, como canales profundos.

La cuenca de la región del Caribe colombiano está relacionada con la interacción de la Placa Sudamericana y la placa Caribeña. La cuenca de la zona de los

⁶ Invemar. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (AIE) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

proyectos en estudio es de tipo “Pull-Apart” controlada por fallas transcurrentes de desplazamiento lateral derecho. La profundidad del basamento acústico varía entre 3000 m y 8000 m, lo cual indica la profundidad aproximada de la cuenca.

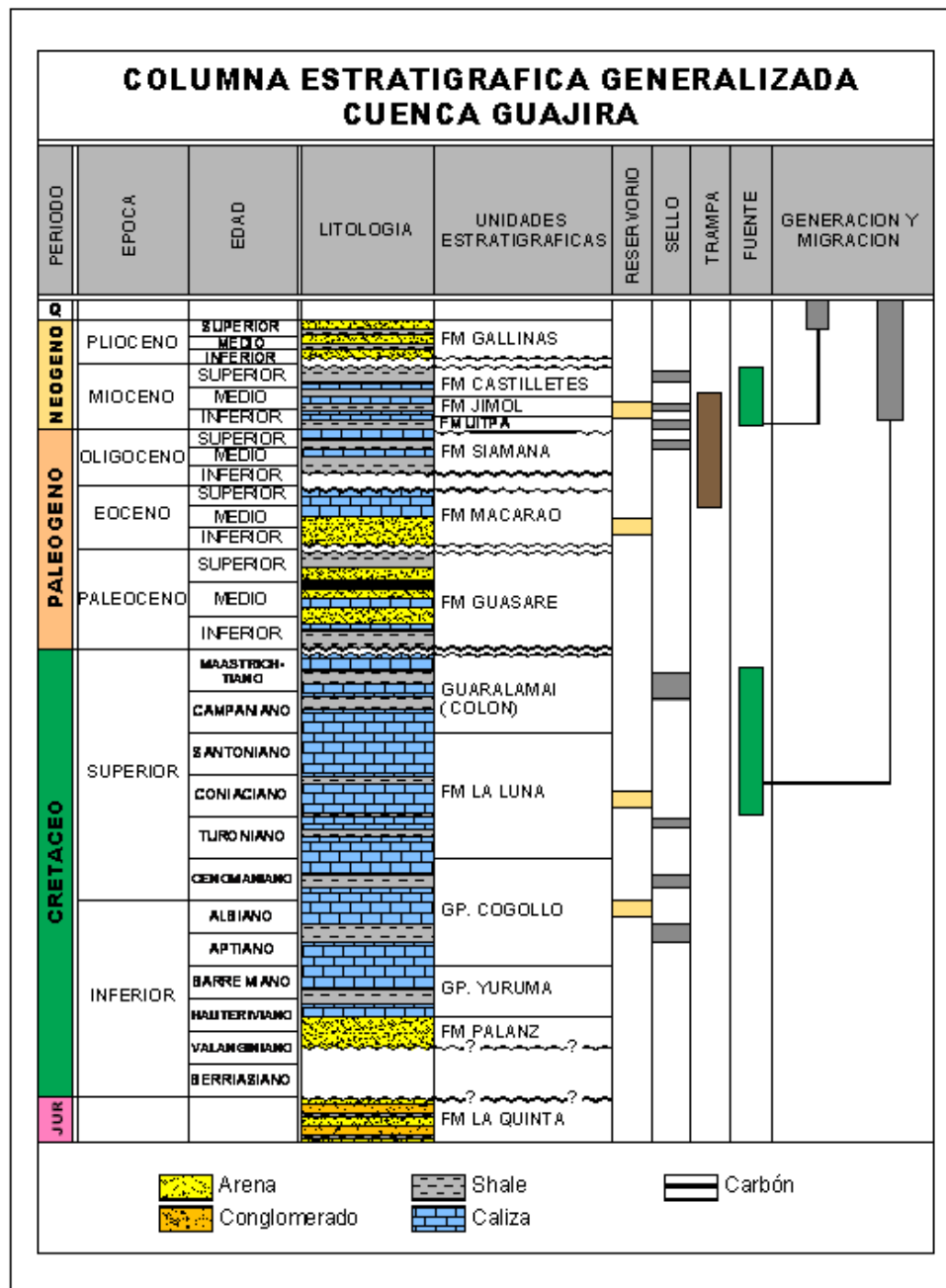
Figura 9. Mapa batimétrico realizado con base en interpretación sísmica 2D



Fuente: INVEMAR 2012

El registro geológico de esta cuenca es conocido hasta el Oligoceno. La presencia de rocas más antiguas se desconoce. Sin embargo, es posible hacer una comparación con la estratigrafía en el continente (Ver **Figura 9**), e interpretar que probablemente en las zonas más profundas se tenga un registro más antiguo, que incluya el Cretácico.

Figura 10. Columna estratigráfica generalizada de las cuenca Guajira



Fuente: Petrobras 2012

- **Geopresiones, diapirismos, fallas y hundimientos⁷.**

No existen estudios de Geopresiones en el área marítima del departamento de la Guajira donde se encuentran ubicados los dos proyectos en estudio. Con base en la información sísmica disponible, no se reconoce la presencia de diapiros en esta área. Como se mencionó anteriormente, el mapa batimétrico actual no revela cambios bruscos en la morfología del fondo marino que indiquen la presencia de grandes fallas activas.

- **Componente Climatológico⁸**

La caracterización del componente climatológico en área que abarca el margen costero entre Santa Marta y Punta Espada, fue realizada por INVEMAR con base en los datos de las estaciones del IDEAM en la zona y registros obtenidos a lo largo de los últimos 20 años.

Se analizaron valores medios, máximos, mínimos y tendencias anuales y mensuales de las variables disponibles. El estudio revela que zona de estudio está dominada por los vientos Alisios del Este con magnitudes no mayores a $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y que el comportamiento climático, está basado en el patrón o comportamiento de las precipitaciones, presentándose tres épocas a lo largo del año: Seca, Transición y Húmeda. La época seca principal en la zona se presenta de diciembre a abril y la húmeda el resto del año, interrumpida por un mínimo relativo entre julio y agosto, conocido como el veranillo de San Juan.

En esta zona del Caribe Colombiano también se presentan fenómenos de “mal tiempo” como son los ciclones tropicales y los mares de leva. El fenómeno conocido como "Mar de Leva" es oleaje que se propaga fuera de la zona donde se ha generado alcanzando lugares muy alejados del mismo, en este caso, alcanza las

⁷ Invemar. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (AIE) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

⁸ Invemar. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (AIE) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

costas de la Guajira. Este fenómeno es típico de la época seca o de vientos, su duración es de aproximadamente 48 horas y se calcula que el fenómeno puede repetirse hasta cuatro veces en un solo mes y afecta a toda la costa del Mar Caribe Colombiano (INVEMAR, 2003).

La temporada de Huracanes para el área Caribe se inicia desde el primero de junio y se extiende hasta el mes de noviembre, siendo por datos estadísticos los meses de agosto y octubre los más intensos y en muy bajo porcentaje en el mes de mayo. La probabilidad de que estos fenómenos afecten territorio colombiano es apenas del 0,33%. Los mayores daños asociados son ocasionados por vientos fuertes, abundantes lluvias y marejadas en la Costa.

La temperatura media de la zona es de 28,5 °C, el brillo solar medio total mensual es de 241,1 h, siendo el mes de enero el que presenta el máximo valor de 277,7 h y octubre el mes con menor brillo solar (215,7 h). La humedad relativa es del 75 %, con un valor máximo en octubre de 78 % en promedio y un valor mínimo de 72 % en el mes de julio, que es consistente con la precipitación la cual es máxima en octubre (84,5 mm) y mínima en febrero (0,73 mm). La nubosidad solo se reporta en la estación del Aeropuerto Simón Bolívar y muestra dos picos: uno en el mes de septiembre (4,8 octas) y otro en el mes de mayo (4,6 Octas), mientras que enero presenta el valor mínimo de nubosidad (2,2 octas).

- **Componente oceanográfico⁹**

La caracterización del componente climatológico en el AIPE Jarara y en el margen costero entre Santa Marta y Punta Espada, se basó en el análisis de tres variables esenciales: corriente, olas y mareas.

De acuerdo al informe de INVEMAR, la zona de estudio está gobernada por la corriente del Caribe y la contracorriente del Darién relacionada con el giro Panamá-

⁹ Invemar. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (AIE) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

Colombia; las corrientes superficiales muestran un marcado comportamiento debido a la surgencia costera, de tal manera que se observa un flujo neto hacia el Norte-Noroeste, con magnitudes del orden de $0,2 \text{ m}^*\text{s}^{-1}$ en la zona central del estudio, es decir lejos de la línea de costa, y valores del orden de $0,001 \text{ m}^*\text{s}^{-1}$ cerca a la costa. Dado que la zona está dominada por los vientos Alisios, la dirección media del oleaje es del Noreste con magnitudes de altura significativa media entre 1,0 y 2,5 m.

El evento ciclónico más significativo fue el huracán Joan en 1988 que generó olas en la zona de 3,5 metros de acuerdo con modelaciones numéricas realizadas. La costa del departamento de La Guajira es, después, de San Andrés la zona del Caribe colombiano más vulnerable al efecto de tormentas y huracanes. La zona se caracteriza por una micromarea (30 cm a 50 cm) semidiurna (dos picos de marea alta y marea baja durante el día), por lo que dadas estas magnitudes es de esperar que las corrientes de mareas sean despreciables.

- **Batimetría¹⁰**

La geomorfología submarina de la zona entre Santa Marta y Punta Espada, muestra que en el sector entre Punta Gloria y el río Mendihuaca, se presenta una fuerte pendiente del fondo que se traduce en la inexistencia de una verdadera plataforma continental (**Figura. 10**). A partir del sector del río Mendihuaca, la plataforma continental empieza a ampliarse hasta alcanzar una amplitud máxima de 50 km aproximadamente, frente a la ciudad de Riohacha. Javelaud (1987) dividió esta plataforma desde la desembocadura del río Mendihuaca hasta el norte del Cabo de la Vela en tres sectores geomorfológicos diferentes:

El primer sector, al occidente, corresponde a una plataforma estrecha asociada al macizo montañoso de la Sierra Nevada de Santa Marta que se va ampliando hacia

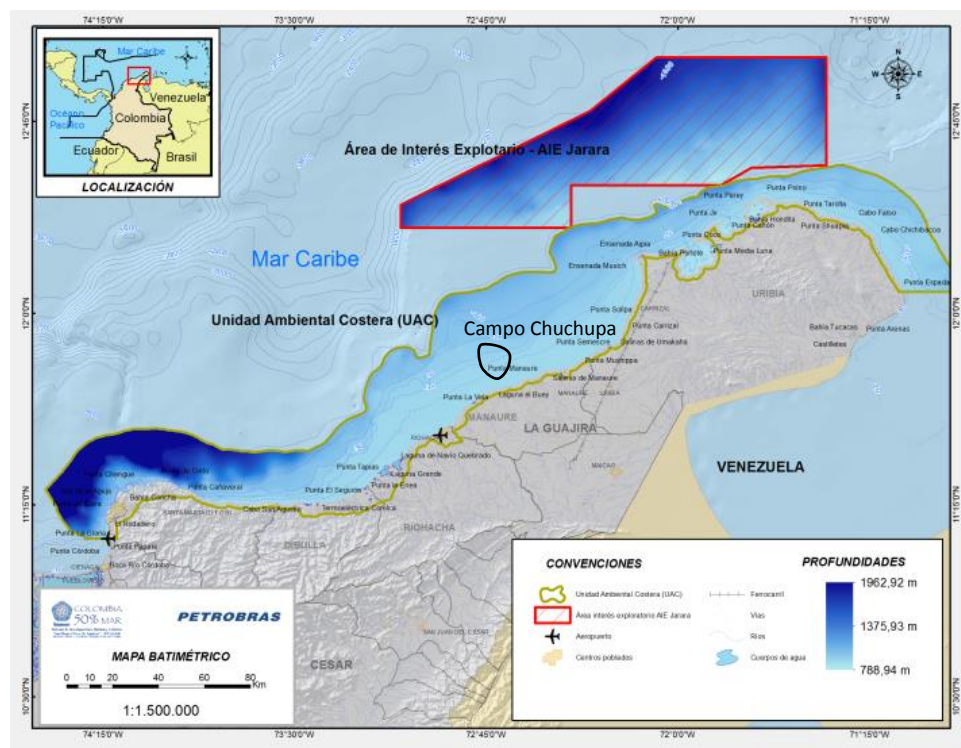
¹⁰ Invemar. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (AIE) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

el oriente; en este sector, la plataforma presenta una pendiente general de 1° y una amplitud que varía entre los 13,8 y 14,5 km.

El segundo sector corresponde a un área intermedia o de transición en la región de Riohacha que a los -100 m de profundidad exhibe rasgos contrastantes como el cañón del río Ranchería y el valle de La Guajira.

El tercer sector se asocia a una plataforma continental amplia bien desarrollada. Los valores de pendiente entre Riohacha y el cabo de La Vela permiten diferenciar un dominio externo de pendiente inferior a 1° que se extiende entre las isóbatas de -50 y -100 m, y un dominio interno, entre 0 y -40 m, con un declive inferior a 2° .

Figura 11. Mapa batimétrico de la Unidad Ambiental Costera entre Santa Marta y Punta Espada



Fuente: INVMAR 2012

- **Calidad de Aguas y Sedimentos** ^{11 12}

En términos generales y como resultado de la revisión y análisis de la información existente, muestran que las aguas marinas del departamento de La Guajira, en los años 2009 y 2010, mostraron condiciones naturales de salinidad, oxígeno y pH. En cuanto a la calidad sanitaria han sido recurrentes las condiciones de riesgo que se presentan en Dibulla, Manaure y Riohacha, debido a las concentraciones registradas de microorganismos indicadores de contaminación fecal. Las concentraciones de metales pesados e hidrocarburos registradas durante 2009 y 2010 no representan una amenaza para la vida marina.

Adicionalmente, se puede concluir que para el área donde se localiza el proyecto del pozo Orca-1 (AMI Jarara), se caracterizó por tener aguas claras, niveles de oxígeno superiores a 5 mg.L-1 en superficie, pH de 7,63 a 8,96 y concentraciones de nutrientes altas, como consecuencia de la surgencia en La Guajira, registrándose valores típicos de aguas oceánicas, lo que permite catalogarla, como una zona con buenas condiciones ambientales para la conservación de flora y fauna marina.

En cuanto a la calidad de sedimentos marinos, se puede decir que solo en puntos específicos monitoreados en estudios realizados, se encontraron altas concentración de hidrocarburos totales en relación con otras estaciones monitoreadas, sin que fuera posible determinar si las altas concentraciones fueron producto de fuentes naturales o por actividades antropogénicas como el transporte marino que es la actividad más frecuente en la zona. De igual forma, las concentraciones de metales como níquel, hierro y bario fueron mayores a los criterios establecidos por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) como concentraciones mínimas que pueden causar efectos tóxicos sobre la biota (Buchman, 2008); sin embargo, estas concentraciones son comunes en el

¹¹ Invemar. Red de Vigilancia para la Protección y Conservación de las Aguas Marinas y Costera de Colombia – REDCAM.

¹² Invemar. Aguas, Sedimentos Y Comunidades Marinas En El Área De Mayor Interés De Perforación Exploratoria (AMI) Jarara, Caribe Colombiano. 2011.

Caribe colombiano y pueden obedecer a concentraciones basales de la zona, producto de la geología del área continental adedaña.

2.2.2 Medio Biótico – Sector Marino

- **Unidades Ecológicas y Comunidades Presentes en el Área de Estudio**¹³

A partir de la recopilación de información secundaria por parte del INVEMAR se logró establecer que, en la Unidad Ambiental Costera, zona en la que se encuentra el campo Chuchupa-B, la extensión total de los fondos blandos es de 12.172,84 Km² distribuidos en 10 paisajes donde se destaca por su mayor extensión el paisaje plataforma arenosa. Por su parte, el Área de Interés Exploratorio Jarara, donde se encuentra localizado el pozo Orca-1, la extensión de los fondos blandos es de 7.222,71 Km² que se distribuyen en cinco paisajes de los cuales escarpe de agua profunda presenta la mayor extensión (5.339,77 Km²).

La fauna bentónica (comunidad formada por los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos) del departamento de La Guajira está constituida por 3.870 especies agrupadas cuatro taxones con la mayor representatividad ($\geq 2\%$) de: artrópodos, moluscos, cnidarios, equinodermos. Los moluscos son los que realizan el mayor aporte con el 60% de abundancia, seguidos por los artrópodos con un 20%.

Por las condiciones ambientales adversas de La Guajira para el establecimiento de organismos hermatípicos, existen pocas formaciones coralinas y de pobre desarrollo. Dentro del área de estudio, a tres kilómetros al noroccidente de Manaure, entre 9 y 12 m de profundidad, se encuentra “el bajo”, dominado por octocorales de los géneros *Plexaura*, *Plexaurella*, *Eunicea*, *Pseudopterogorgia*, *Muricea* y *Pterogorgia*. También hay corales pétreos de la especie *Porites astreoides*, *Diploria strigosa* y *Millepora* sp y la comunidad está conformada principalmente por dos tipos

¹³ Invemar. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (AIE) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

básicos: *Millepora alcicornis* - Fanerógamas y corales mixtos. Este último se caracteriza por colonias grandes de *Montastraea annularis*, *Colpophyllia natans* y *Diploria strigosa*.

Para el Caribe colombiano el área de mayor abundancia de pastos marinos se presenta en la zona somera de la plataforma continental de La Guajira, que en conjunto reúne 34.674 ha, correspondiendo al 80,2 % del total de las praderas existentes en el Caribe colombiano.

Frente a Riohacha se concentra buena parte de los pastos marinos de la región. Estas praderas ocupan áreas a más de 10 Km afuera de la costa y hasta 14 m de profundidad. En el Cabo de la Vela, se han registrado coberturas al menos de 60 % compuestas por *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii*. En Bahía Portete las praderas marinas cuentan con una extensión de 13,2 Km² y son especialmente abundantes hacia el suroeste, sur y sureste de la bahía. En bahía Hondita se presenta una franja de *Thalassia testudinum*, *Halodule wrightii* y *Syringodium filiforme* que se desarrollan especialmente en los primeros metros a cada lado del canal de acceso.

En La Guajira los manglares se presentan generalmente en pequeños relictos ubicados en las desembocaduras de quebradas, ríos y lagunas costeras principalmente de la media Guajira y el área estimada de la cobertura de manglar es de 3.131 ha.

En general, para el Caribe colombiano se sabe poco a cerca de las rutas migratorias de cetáceos, quelonios y aves, puesto que la mayoría de las investigaciones desarrolladas en este tema, se han basado en avistamientos desde la costa, registros de encallamientos, varamientos, capturas accidentales, comentarios realizados por pescadores y observación anecdótica de anidamientos, entre otros. La mayor parte de los registros de avistamientos se centra principalmente en áreas costeras y resultan ser en lugares turísticos y de asentamientos humanos.

Los mamíferos marinos más destacados para el área de estudio son los delfines (siete especies) y además dos especies de ballena y un manatí. En el departamento de La Guajira las aves acuáticas y terrestres están distribuidas principalmente por un corredor de 211 Km de largo por 15 Km de ancho, conformado por una serie de 32 humedales costeros entre lagunas, marismas, estuarios, pantanos, ciénagas de agua dulce, salobre y estancada tanto permanentes como estacionales

Específicamente para el AMI Jarara, durante las actividades de prospección sísmica 3D se registraron la presencia de 21 especies de aves y ocho especies de mamíferos marinos, siendo el cachalote *Physeter macrocephalus*, el más frecuente, aparte de que se registró por primera vez para el área de La Guajira. Durante la prospección sísmica, no se registró la presencia de especies de tortugas en el área.

En cuanto al campo Chuchupa - B, se registra un mayor número de especies marinas en el área de influencia de las operaciones al estar en una zona cercana a las actividades de pesca, concretamente en las aguas costeras del municipio de Manaure se identificaron 38 especies de peces ubicadas en 26 familias y 6 especies de camarones, siendo el *Farfantepenaeus Notialis* la especie más abundante en aguas someras.

- **Ecosistemas Estratégicos, Sensibles y/o Áreas Protegidas¹⁴**

Dentro de la zona costera del departamento de La Guajira pero por fuera del Área del Campo Chuchupa-B y del Área de Interés Exploratorio Jarara (AIPE Jarara) donde se encuentra el pozo Orca-1, se encuentra el Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos. Igualmente, entre Santa Marta y Punta Espada (norte de La Guajira) se encuentran 39 sitios de Interés científico catalogados como Sitios Prioritarios de Conservación (SPC), entre los cuales se encuentran Bahía Honda a 20 km del AIPE Jarara y a 120 km del campo Chuchupa-B; Bahía Portete a 28 km del AIPE Jarara

¹⁴ INVEMAR-CORPOGUAJIRA. Caracterización biofísica de la zona costera del departamento de La Guajira: Una aproximación para su manejo integrado. 2005.

y a 100 km del campo Chuchupa-B y el Cabo de la Vela a 35 km del AIPE Jarara y a 85 km del campo Chuchupa-B. Así como una serie de Áreas Significativas para la Biodiversidad (ASB), con una variedad de objetos de conservación (OdC), que van desde geformas submarinas como cañones, hasta especies de importancia biológica como corales de profundidad, pero ninguna de estas, dentro del área de los proyectos en estudio.

Es importante dejar claridad que los Sitios Prioritarios de Conservación y las Áreas Significativas para la Biodiversidad solo han sido propuestas y actualmente no tienen una normatividad asociada que delimite o restrinja las actuales actividades antrópicas realizadas en el mar territorial del Caribe colombiano.

2.2.3 Medio Socioeconómico y Cultural

- **Caracterización de la actividad pesquera¹⁵**

En materia de pesca artesanal, el INVEMAR levantó información primaria tomada a través de encuestas dirigidas a pescadores artesanales, recopilando información biológica, tecnológica y socio-económica de la actividad pesquera. Adicionalmente, se utilizó información secundaria proveniente del proyecto “Identificación, ubicación y extensión de caladeros de pesca artesanal e industrial en el territorio marino - costero de Colombia”, realizado para la Agencia Nacional de Hidrocarburos-ANH. Con ambas fuentes de información, el INVEMAR realizó un análisis descriptivo de las pesquerías existentes en el área de estudio, además de un análisis espacial, de la intensidad de pesca (faenas/mn²), identificando los caladeros de pesca e incluyendo isóbatas, accidentes geográficos y asentamientos humanos importantes para la pesca.

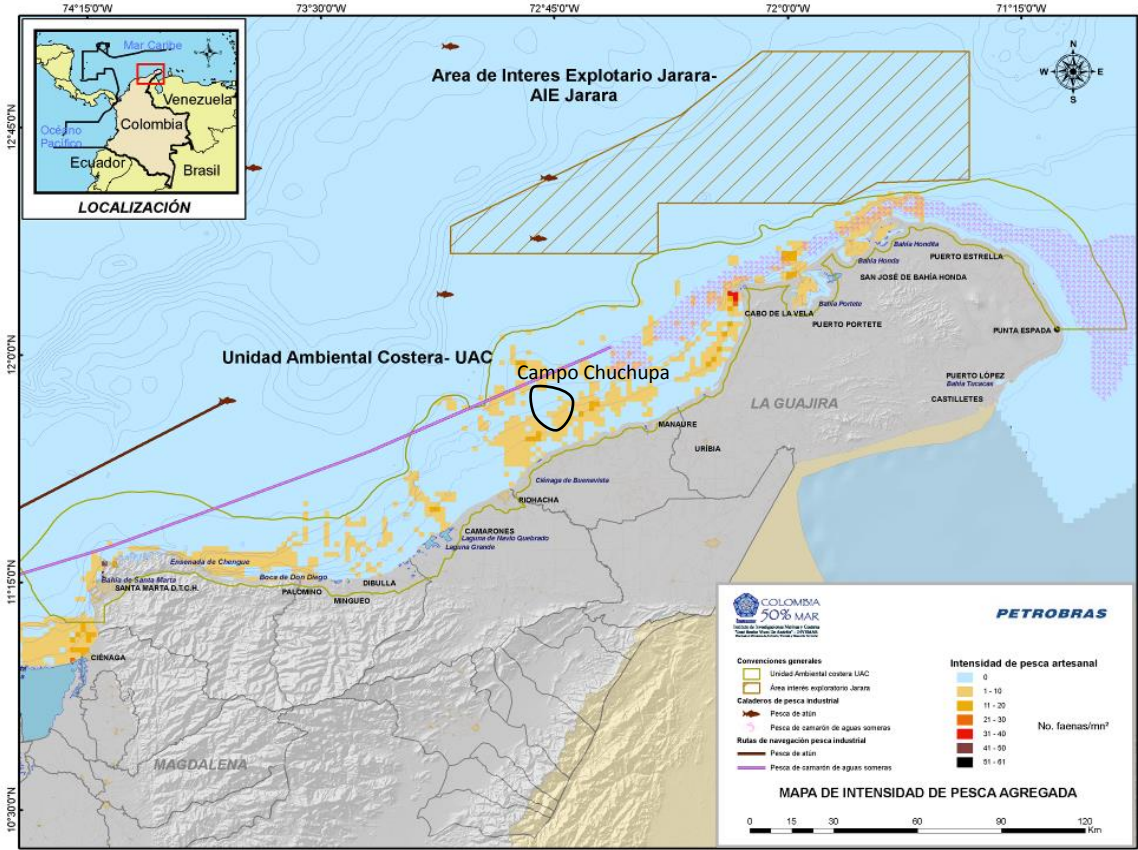
A partir de 775 pescadores entrevistados en La Guajira (en su mayoría de la etnia Wayúu) se estimaron 1.992, distribuidos en 58 localidades en La Guajira. Alrededor

¹⁵ Invemar. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (AIE) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

del 16,0 % de los pescadores se encuentran vinculados a algún tipo de organización y se identificaron 8 artes de pescas, entre los que sobresalen las redes de enmalle.

La mayoría de los pescadores realizan faenas cortas (un día de duración) con alta frecuencia mensual (> 21 veces al mes), tanto en embarcaciones de poca autonomía (p.ej. cayucos), como en embarcaciones de mayor autonomía (p.ej. pargueras). La dedicación a la pesca como única actividad económica es muy alta (92 %) y se observó una tendencia en la que los ingresos producto de la pesca fueron mayores a los costos de operación, sin embargo, esta tendencia fue muy variable para artes como las redes de cerco. Los caladeros de pesca artesanal se distribuyeron en toda la zona marino – costera de los dos departamentos entre 1,5 y 160 m de profundidad en la Guajira. Es decir, por dentro del área del campo Chuchupa donde se encuentra la plataforma de Chuchupa-B que va desde la orilla hasta los 76 m de profundidad, pero por fuera del AIPE / AMI Jarara, considerando que el AIPE se encuentra localizada entre los 200 y 2.000 m de profundidad. (**Ver Figura 11**)

Figura 12. Mapa de la distribución espacial de la intensidad de pesca artesanal e industrial, así como las rutas de navegación de la flota industrial



Fuente: INVEMAR 2012

Respecto a la pesca industrial, con base en información secundaria, se identificó la ocurrencia en el área de estudio de dos tipos de flotas (atunera y de camarón de aguas someras) las cuales tienen puertos base en Cartagena. Ambas flotas tienen sus rutas de navegación frente a las costas del departamento de La Guajira, resaltando que solo la pesquería de atún tiene sobreposición puntual con el AIE Jarara. Caso contrario ocurre con la pesquería de camarones de aguas someras que solo tiene sobreposición con áreas cercanas al campo Chuchupa-b, que van desde el municipio de Manaure y hasta Castilletes. Las faenas de la pesca de camarones se realizan a partir de los 15 m de profundidad hasta aproximadamente

50 m, desde los 9km de distancia de la costa, aunque en algunos lugares la pesca se hace a menor distancia.

- **Aspectos sociales**¹⁶

Para la evaluación de este componente, se tuvieron en cuenta las características técnicas y operativas del proyecto presentadas en el capítulo 1, la distancia entre la costa y los sitios de los proyectos, la profundidad de la lámina de agua al interior de dicha área y la ubicación de los puertos de apoyo y rutas de acceso a los mismos.

Para el AIPE Jarara, donde se encuentra el pozo Orca-1 no se registran por parte del Ministerio del Interior la existencia de comunidades étnicas.

Caso contrario ocurre para el bloque Guajira, donde el área descrita en el contrato de asociación Guajira y apoyado en la resolución No. 518 del 23 de mayo de 1996 se afirma que “bordeando la costa de Manaure hasta Camarones se encuentran un gran número de rancheras o asentamientos de indígenas Wayúu que viven esencialmente del pastoreo, la explotación de sal y de la pesca artesanal.” Por consecuencia, las operaciones de la plataforma Chuchupa-B tienen una influencia de manera indirecta en aspectos sociales, sin embargo, para este estudio no se tendrá en cuenta al momento del análisis de impactos debido que, al encontrarse dicho componente lo suficientemente alejado del AID del proyecto, se considera muy mínima la afectación ambiental.

- **Patrimonio arqueológico**¹⁷

Sobre los aspectos arqueológicos, el INVEMAR utilizó una metodología usada para el estudio arqueológico, basada en información documental disponible, buscando descartar la existencia de naufragios, puertos, asentamiento

¹⁶ Invemar. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (AIE) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

¹⁷ Petrobras. Diagnóstico, Zonificación y Plan de Manejo Arqueológico Preliminar del AIPE Jarara – Bloque Tayrona. 2012

prehispánicos o lugares de vinculación de tráfico marítimo, concluyendo que en el área comprendida por los proyectos en estudio cuentan con un bajo potencial arqueológico.

Además, el estudio agrega que no se encuentran reportes sobre embarcaciones naufragadas, pero determina que dada las condiciones de los proyectos frente a la línea de la costa, a esta distancia no se empleaba en la navegación de cabotaje (transporte de cargas y pasajeros, navegando cerca de la costa) durante la colonia, es una zona de buenos atributos para navegar sin poner en riesgo las embarcaciones por lo cual tiene menos probabilidades de naufragios, dando como resultado un perfil arqueológico bajo, sin embargo, esto no sugiere que se descarten totalmente la posibilidad de encontrar naufragios, pero finalmente se presume que en el sector de la guajira la existencia de yacimientos arqueológicos sea menos frecuente , dispersa o eventual.

3 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

En este capítulo contiene los requerimientos en materia de uso y aprovechamiento de recursos naturales para el desarrollo de los proyectos en estudio.

Por un lado, PETROBRAS COLOMBIA LIMITED tiene la disposición de perforar, dentro del Área de Interés de Perforación Exploratoria Jarara y de forma más específica dentro del área de mayor interés de perforación (AMI Jarara), hasta seis (6) pozos exploratorios y desarrollar las pruebas cortas de producción que puedan requerirse, para establecer con mayor precisión las características de los yacimientos y el potencial hidrocarburífero de la zona.

Por otra parte, TEXAS PETROLEUM COMPANY en el año 1996 con el proyecto de perforación en la plataforma de Chuchupa-B a 8 km de costa del departamento de La Guajira, contaba con el permiso de perforar igualmente hasta seis (6) pozos productores, en el área comprendida por el campo de gas Chuchupa con una superficie de 820 km².

De manera general, el desarrollo de actividades para ambos proyectos implica la captación de aguas marinas, el vertimiento al mar de residuos líquidos (domésticos e industriales) y la generación de emisiones atmosféricas, así como el manejo de residuos sólidos y especiales a través de operadores portuarios, debidamente acreditados y autorizados para ello. En base a lo anterior, a continuación, se presenta la información relacionada con la demanda, uso y/o aprovechamiento de los recursos mencionados.

3.1 CAPTACIÓN DE AGUAS MARINAS

En términos generales, tanto el proyecto de perforación costa afuera para el campo Chuchupa-B como el proyecto AIPE Jarara en la perforación del pozo Orca-1, se contempló la captación de aguas marinas para uso doméstico y preparación de los

lodos de perforación, así como para el desarrollo de algunas actividades rutinarias como el enfriamiento de motores y la limpieza de equipos.

3.1.1 Caudales y volúmenes estimados a utilizar por la actividad

- **Proyecto de perforación Campo Chuchupa-B¹⁸**

Para la perforación de los seis pozos desde la plataforma Chuchupa B, se emplearon lodos base agua, los cuales son de menor toxicidad para los organismos marinos y adicionalmente son biodegradables en el ambiente, este lodo se compone de agua de mar en su mayoría y/o agua dulce.

Para uso industrial, es decir, preparación de lodos, perforación, lavado de equipos y demás, la empresa estimó un volumen de 45 m³/día por cada pozo. Cabe resaltar que para el caso de la plataforma Chuchupa B los datos de volúmenes en cada pozo son muy mínimos a comparación de los datos del pozo Orca-1, el cual utiliza cantidades mayores debido a las dimensiones del proyecto como, por ejemplo, la profundidad. El pozo Orca-1 se perforó a una profundidad entre los 18.500 ft y 21.000 ft, mientras que los pozos de Chuchupa-B son muchos más someros, estando entre los 5200 ft y 6000 ft de profundidad.

Para uso doméstico, la cantidad de agua estimada para las necesidades del personal en la plataforma es de 25 m³/día tomando un promedio de 100 personas en el proyecto de perforación, incluyendo el personal a bordo de la plataforma de perforación y embarcaciones de apoyo, con una base de consumo de 250 L/persona-día. De forma similar se estimaron cantidades de consumo para el agua dulce, todos los datos se resumen en la **tabla 4**.

¹⁸ Johanna P. Moreno, David O. Chadid, PLAN PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS DE LAS OPERACIONES DE BAKER HUGHES DE COLOMBIA EN EL PROYECTO CHUCHUPA-B DE CHEVRON TEXACO, Especialización de Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial de Santander, 2006.

Tabla 4. Caudales de captación de agua de mar y consumos de agua dulce, estimados por actividad y/o destinación del recurso de la Plataforma Chuchupa-B.

Actividad	Caudal de Captación Agua de Mar (m ³ /día)	Consumo Agua Dulce (m ³ /día)
Uso doméstico	25	25
Preparación de lodos	100	25
Lavado de equipos y otros usos industriales	10	10
TOTAL	135	60

Fuente: Baker Hughes

- **Proyecto AIPE Jarara (Orca-1)¹⁹**

El consumo de agua de mar para uso doméstico e industrial del proyecto, por cada uno de los pozos proyectados, se estima que podría variar entre 300 y 460 m³/día cuando se esté perforando y preparando lodo, es decir en los momentos de mayor actividad.

De manera adicional, se estimó un consumo aproximado de 160 m³/día de agua dulce, para uso doméstico del personal que laborará a la unidad de perforación y embarcaciones de apoyo y uso industrial del proyecto (p.ej. preparación de lodos), que es vendida directamente por la administración de la Sociedad Portuaria de Santa Marta, lugar donde se encuentra la base principal de las operaciones.

En la **tabla 5**, se presentan los caudales máximos estimados de captación de aguas marinas y el consumo de agua dulce para uso industrial, en los momentos de mayor actividad y requerimientos de los recursos mencionados, así como los requerimientos de agua (dulce y/o marina) para uso doméstico, sobre la base de un

¹⁹ PETROBRAS COLOMBIA LIMITED. Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Interés de Perforación Exploratoria Costa Afuera Jarara, Bloque Tayrona, Caribe Colombiano. 2012.

consumo de 250 L/persona-día y un promedio de 200 personas incluyendo el personal de la unidad y embarcaciones de apoyo.

Tabla 5. Caudales de captación de agua de mar y consumos de agua dulce, estimados por actividad y/o destinación del recurso del AIPE Jarara.

Actividad	Caudal de Captación Agua de Mar (m³/día)	Consumo Agua Dulce (m³/día)
Uso doméstico	50	50
Preparación de lodos	400	100
Lavado de equipos y otros usos industriales	10	10
TOTAL	460	160

Fuente: Petrobras 2012

Cabe aclarar que el caudal real de captación de agua de mar puede ser muy inferior al mencionado (460 m³/día), ya que depende de las actividades que se estén realizando en el momento o necesidades operacionales y de la decisión de utilizar o no de agua dulce para algunos usos o procesos (v.gr. preparación de lodos).

3.1.2 Sitios y sistemas de captación. En ambos proyectos en estudio, la captación de agua de mar se realiza directamente en los sitios donde están ubicados los pozos, es decir donde está posicionada la plataforma de perforación. Esto gracias a motobombas y un sistema de tuberías y tanques de almacenamiento, los cuales hacen parte de los equipos auxiliares de una unidad de perforación. Para el control de volúmenes del agua captada se utilizan medidores de flujo debidamente calibrados.

Como se mencionó anteriormente, la totalidad de agua dulce que se requiere para el desarrollo de los proyectos será comprada directamente a la administración del terminal portuario que se utilice como base terrestre o a una empresa de servicios públicos debidamente autorizada para la prestación de este servicio, por lo que

ninguno de los dos proyectos no contempló la captación de este tipo de aguas de ninguna fuente natural.

3.2 VERTIMIENTOS

En términos generales, el desarrollo de proyectos de perforación de pozos costa afuera implica el vertimiento al mar de las aguas residuales domésticas e industriales que se generen en la unidad, así como el vertimiento de lodos de perforación (base agua), en el momento en que estos no puedan ser reutilizados o se terminen las actividades de perforación.

3.2.1 Caracterización teórica de las aguas residuales. Las aguas residuales de vertimiento contienen elementos que normalmente se encuentran presentes en las aguas residuales de tipo doméstico y en las aguas industriales de perforación, así como en los componentes de los lodos que son utilizados para la perforación de los pozos proyectado.

En la **tabla 6 y tabla 7** se presentan las características teóricas de las aguas residuales domésticas e industriales que pueden llegar a generarse durante el desarrollo de las actividades de perforación de pozos costa afuera a la salida de los sistemas de tratamiento correspondientes, con base a los resultados de los monitoreos realizados a este tipo de aguas durante la perforación de un pozo similar en el sector sur del bloque Tayrona (pozo Arazá-1)²⁰.

²⁰ ICA No. 2 Pozo Exploratorio Arazá-001

Tabla 6. Características teóricas aguas residuales domésticas

Parámetro	Unidad de medición	Rango Resultados monitoreos
pH	Unid.	7.6 - 8.2
Temperatura	°C	29.8 - 30.5
Grasas y Aceites	mg/l	28.7 – 47
SST	mg/l	153 – 699
Tensoactivos	mg/l	2.9 - 6.3
Cloro Residual	mg/l	< 0.1

Fuente: ICA pozo Arazá-1, a la salida del sistema de tratamiento

Tabla 7. Características teóricas aguas residuales Industriales

Parámetro	Unidad de medición	Rango Resultados monitoreos
pH	Unid.	6.9 - 8.1
Temperatura	°C	29 - 29.7
Hidrocarburos disueltos y dispersos	mg/l	0.0004 - 0,002
Hidrocarburos aromáticos polinucleares	mg/l	0.0001 - 0,002
Cd	mg/l	< 0.001
Hg	mg/l	< 0.001
Cr	mg/l	00.1- 0.1
Ba	mg/l	0.01- 0.1
Zn	mg/l	0.01 – 3.72
Cu	mg/l	0.03 - 0.81

Fuente: ICA pozo Arazá-1, a la salida del sistema de tratamiento

3.2.2 Localización de los sitios de disposición. Una vez realizado el respectivo tratamiento y cumpliendo las normas que regulan la materia y/o límites que sean establecidos en la licencia ambiental de cada proyecto, la disposición o vertimiento de las aguas residuales domésticas e industriales, así como de los lodos de perforación (base agua) que no puedan ser reutilizados, se realiza directamente en la unidad de perforación mediante una tubería dispuesta a una profundidad media de 5 metros desde la superficie.

3.2.3 Caudales y volúmenes estimados de residuos líquidos. Los vertimientos de residuos líquidos en operación de perforación costa afuera, se realizan de acuerdo con lo establecido en el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques - MARPOL 73/78, enmendado y aprobado por Colombia, mediante la Ley 12 del 19 de enero de 1981 y límites permisibles que establezca la ANLA en la licencia ambiental que ampare cada proyecto.

- **Proyecto Plataforma Chuchupa-B**

Según lo escrito en el Plan para el Manejo Integral de los Residuos y Sustancias Químicas de las Operaciones de Baker Hughes de Colombia en el Proyecto Chuchupa 1 de Chevron Texaco, se estiman los valores finales de vertimiento de residuos líquidos al finalizar las operaciones de perforación de los pozos en la plataforma Chuchupa - B.

Sobre el vertimiento de aguas domésticas se estima un valor 20 m³/ día, teniendo en cuenta como base de referencia un consumo de 250 L/persona-día con un retorno del 80% del consumo, un total de 100 personas asignadas para la totalidad de las fases de perforación de todos los pozos, y un tiempo de 90 días para el proyecto.

En cuanto al vertimiento de aguas industriales al mar, se generan 88 m³/día entre cortes de perforación y lodos base agua, lo cual representa un 80% del agua consumida para este uso que son 110 m³/día.

Tabla 8. Caudales por vertimiento de agua residuales domesticas e industriales al mar en la plataforma Chuchupa-B.

Actividad	Caudal de Vertimientos (m ³ /d)
Vertimiento aguas domesticas	25
Vertimiento aguas industriales	88

Fuente: Baker Hughes 2006

- **Proyecto AIPE Jarara (Orca-1)**

Durante la etapa de perforación en la cual se concentrará la mayor parte del personal que trabajará en el proyecto, se calcula que el vertimiento de aguas residuales domésticas tratadas, es aproximadamente de 40 m³/día, lo que representa un consumo de 250 L/ persona–día y un retorno del 80% del consumo. Esto sobre una base de un promedio de 200 personas trabajando, que pueden estar distribuidas una fracción a bordo de la unidad de perforación y la restante en las embarcaciones de apoyo.

De igual manera se calcula el caudal de vertimiento de aguas residuales industriales por pozo, es aproximadamente de 328 m³/día, que será retornada o será descargada en el mar en una u otra forma (agua y/o lodo residual). El anterior valor representa el 80% del agua consumida para este uso que son 410 m³/día.

Así mismo, en lo que se refiere al vertimiento de lodos de perforación (base agua), se estima, que en el peor de los casos donde no pueda ser reutilizado ningún porcentaje del lodo que será preparado para la perforación de cada una de las fases, podrían llegar a ser descartados cerca de 20.000 m³ de lodos y/o salmueras por pozo, o lo que lo mismo un promedio de 222 m³/día considerando un tiempo de 90

días de operaciones, lo que representa cerca del 67% del caudal total estimado de vertimiento de aguas residuales industriales (328 m³/día por pozo).

Igualmente, cabe mencionar que los caudales reales de vertimiento, al igual que los caudales de captación de agua de mar pueden ser muy inferiores a los calculados y que los mismos dependen de las actividades que se estén realizando en el momento o necesidades operacionales.

Tabla 9. Caudales por vertimiento de agua residuales domesticas e industriales al mar en el AIPE Jarara (Orca-1).

Actividad	Caudal de Vertimientos (m3/d)
Vertimiento aguas domesticas	40
Vertimiento aguas industriales	328

Fuente: Petrobras 2012

3.2.4 Sistemas de tratamiento, manejo y disposición final

- **Aguas residuales domesticas**

Para el manejo y tratamiento de las aguas residuales domésticas, las unidades de perforación deben contar con una planta de tratamiento compacta (PTARD), con capacidad para atender la población fija y flotante proyectada, así como con un sistema interno de redes sanitarias, que permiten recolectar y manejar de forma separada las aguas negras (provenientes de los sanitarios), de las aguas grises (provenientes de duchas, lavamanos, lavandería y cocina).

Cabe mencionar que las aguas residuales domésticas (grises y negras) que se generan en la unidad de perforación y embarcaciones de apoyo, deben ser dispuestas en el mar, previo tratamiento y cumplimiento de las regulaciones establecidas por MARPOL 73/78.

- **Aguas residuales industriales**

Las aguas residuales industriales que se generan como producto del lavado de equipos y escorrentías provenientes de áreas donde pueden llegar a contaminarse con aceites y/o grasas, son direccionadas a un separador de aceite y agua que poseen las Unidades de perforación.

El agua limpia proveniente del separador, con un contenido de hidrocarburos igual o inferior a 15 ppm²¹, puede ser descargada en el mar, junto con las aguas residuales de perforación de los pozos.

Los residuos aceitosos retirados en el separador son almacenados en tanques especiales y enviados a tierra para su posterior tratamiento y disposición adecuada a través de un operador portuario acreditado y autorizado para ello.

3.2.5 Emisiones atmosféricas

- **Fuentes de emisión**

Durante las etapas de perforación y pruebas cortas de producción de pozos costa afuera, las emisiones de gases se producen de forma primordial por el funcionamiento de los generadores de energía de la unidad de perforación y embarcaciones de apoyo, que son accionados por motores diésel; y la quema del gas y/o hidrocarburos líquidos, que en el caso de un hallazgo para el proyecto del AIPE Jarara, pueda fluir hacia la superficie durante el tiempo desarrollo de las pruebas de producción.

- **Tipos de prueba de producción**

La perforación de los pozos de los proyectos en el AIPE Jarara contempló la realización de pruebas cortas de producción, caso contrario al Proyecto de la plataforma Chuchupa-B. Esta prueba es generalmente practicada para probar

²¹ Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques - MARPOL 73/78

nuevos pozos, ya que solo pueden llevarse a cabo con el taladro en sitio. Por lo general un proyecto considera la realización de pruebas cortas de producción con una duración aproximada de 30 días por pozo, incluyendo el tiempo de preparación de estas. En algunas ocasiones debido a la complejidad y tiempo que se requiere para la preparación de estas operaciones, es posible que las pruebas cortas de producción no sean efectuadas de manera inmediata a la perforación de los pozos, sino en una intervención posterior al desarrollo de esta actividad.

- **Estimativo de volúmenes a quemar**

Durante el tiempo en que se realizan las pruebas cortas de producción es necesario realizar la quema de todo el gas y/o hidrocarburos líquidos que puedan llegar a ser producidos por los pozos en una tea que se instala en la unidad de perforación para tal fin. Debido a que los pozos son de tipo exploratorios para el AIPE Jarara, el volumen de fluidos a quemar (gas y/o hidrocarburos líquidos), es incierto y depende de los resultados de la perforación de cada uno de los pozos.

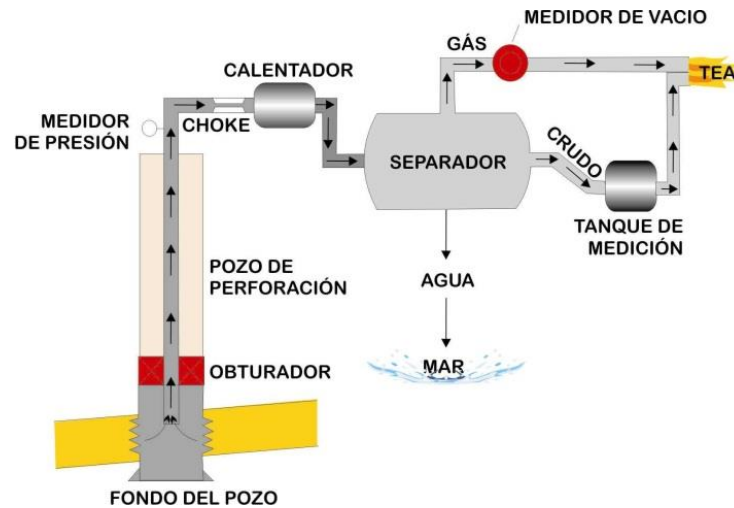
Específicamente para los proyectos en estudio, según las características geológicas del área, más del 90% del fluido producido por los pozos es gas y el remanente un condensado o un crudo liviano.

- **Infraestructura y equipos**

Para el desarrollo óptimo de las pruebas cortas de producción, la unidad de perforación debe contar con los equipos y herramientas requeridos para esta operación, como la sarta para pruebas, cañones, separador de producción, calentadores, tanques de medición y teas. Por seguridad, durante el tiempo de desarrollo de las pruebas, debe permanecer al lado de la unidad, al menos una embarcación de apoyo, debidamente equipada para el control de una emergencia nivel I.

En la **Figura 12** se esquematiza el procedimiento y equipos utilizados para las pruebas de producción de un pozo.

Figura 13. Esquema General para la Realización de la Prueba de Producción



Fuente: Petrobras, 2012

3.2.6 Residuos sólidos y especiales. Durante las etapas de perforación y pruebas de producción de un proyecto de perforación costa afuera se generan residuos de tipo industrial y doméstico que son manejados de acuerdo con los estándares establecidos por cada compañía operadora, las prácticas normales de la industria en operaciones “costa afuera” y normas que regulan la materia, entre ellas las regulaciones establecidas por MARPOL 73/78 y el Decreto 4741/2005.

- **Clasificación y manejo de residuos**

En términos generales, los residuos sólidos, convencionales y especiales (industriales y domésticos), así como los residuos líquidos aceitosos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto, bien sea a bordo de las Unidades de Perforación o embarcaciones de apoyo, son clasificados en forma selectiva y trasladados a las instalaciones portuarias en tierra, donde son entregados a operadores portuarios, debidamente acreditados y autorizados para su manejo, tratamiento y disposición final. Sólo los cortes de perforación y lodos (Base agua)

que no pueden ser reutilizados, así como los residuos sólidos domésticos de tipo orgánico son dispuestos en el mar, de acuerdo con las prácticas de la industria y normatividad aplicable.

La **Tabla 10** muestra las clases de residuos que pueden llegar a producirse, la forma en que son clasificados, los tipos más comunes, y las fuentes principales de generación:

Tabla 10 . Clasificación de los residuos sólidos generados en proyectos costa afuera.

Clase de Residuos	Forma de Clasificación	Tipos más Comunes	Fuentes principales
Domésticos	Orgánicos	Desechos alimenticios	Preparación de alimentos
	Reciclables	Papel, cartón, madera, plásticos y vidrios	Empaques de alimentos
	Incinerables	Papel sanitario	Baños.
Industriales	Reciclables	Chatarra, canecas de químicos.	Operación de perforación y mantenimiento electromecánico y estructural.
	Incinerables	Filtros de aire o aceite usados, trapos y guantes contaminados con aceites, estibas de madera, empaques de aditivos químicos, otros.	
	Aceitosos y/o Especiales	Baterías usadas, restos de pinturas, aceites usados, aguas aceitosas y/o aguas de sentina.	
	De Perforación	Cortes y lodos no reutilizables	Proceso de perforación
Biológicos	Hospitalarios	Gasas, vendas, jeringas, algodón, otros.	Enfermería de la unidad de perforación

Fuente: Ecopetrol

- **Volúmenes estimados de residuos**

Para la estimación de los volúmenes de residuos sólidos nos basamos en datos obtenidos durante el desarrollo de un proyecto similar a los proyectos objeto de este documento (AIPE Tayrona – Pozo Arazá-1), el cual sugiere que durante el desarrollo de las actividades relacionadas con la perforación de un pozo costa afuera, se generan alrededor de 1.5 kg/día de residuos sólidos domésticos (orgánicos y reciclables) por persona²².

Partiendo de lo anterior, podemos considerar que para el proyecto de perforación del campo Chuchupa-B, se pudieron haber generado alrededor de 225 kg/día de residuos sólidos domésticos, teniendo como base un promedio de 100 personas involucradas en el proyecto, tanto en las operaciones en mar como en tierra.

Por otra parte, podemos suponer que para el proyecto AIPE Jarara (orca-1) se podrían generar alrededor de 375 kg/día de residuos sólidos domésticos, calculado sobre un promedio de 250 personas, incluyendo dentro de estas el personal que permanecerá a bordo de la unidad y embarcaciones de apoyo, así como el personal de tierra.

Igualmente, se estima entre 570 y 715 kilos diarios el volumen de residuos industriales incinerables que pueden llegar a generarse durante la perforación de cada pozo en el proyecto AIPE Jarara (Orca-1) y ente 420 y 500 kilos diarios se pudieron haber generado para el proyecto de perforación del campo Chuchupa-B.

En el caso de los cortes de perforación se estima que se generarán y descargarán al mar alrededor de 1.187 m³ por pozo en el proyecto AIPE Jarara (Orca-1)²³.

²² ICA No. 2 Pozo Exploratorio Arazá-001

²³ PETROBRAS COLOMBIA LIMITED. Descripción y características técnicas de las actividades de perforación exploratoria costa afuera AIPE Jarara, Bloque Tayrona – Caribe colombiano. 2012

Mientras que para el proyecto de perforación del campo Chuchupa-B se generaron cerca de 760 m³ de cortes por pozo perforado²⁴.

Tabla 11. Volúmenes estimados de residuos sólidos en la plataforma Chuchupa-B

Actividad	Volumen estimado (Kg/d)
Residuos sólidos domésticos	225
Residuos industriales incinerables	420-500
Cortes de perforación	760*

*Cantidad en metros cúbicos.

Tabla 12. Volúmenes estimados de residuos sólidos en el pozo Orca-1

Actividad	Volumen estimado (Kg/d)
Residuos sólidos domésticos	375
Residuos industriales incinerables	570-715
Cortes de perforación	1187*

*Cantidad en metros cúbicos.

- **Cantidad estimada de residuos a transportar desde la unidad**

Desde la unidad de perforación hasta las instalaciones portuarias en tierra, son transportados, a bordo de las embarcaciones de apoyo, la totalidad de los residuos sólidos domésticos (reciclables e incinerables) e industriales (convencionales o

²⁴ Johanna P. Moreno, David O. Chadid, PLAN PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS DE LAS OPERACIONES DE NAKER HUGHES DE COLOMBIA EN EL PROYECTO CHUCHUPA-B DE CHEVRON TEXACO, Especialización de Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial de Santander, 2006.

especiales), que se generan durante el desarrollo de las actividades relacionadas con la perforación de cada uno de los pozos.

Sólo los cortes de perforación y fluidos de perforación (lodo y/o salmuera) que no pueden ser reutilizados, así como los residuos sólidos domésticos de tipo orgánico son dispuestos en el mar, de acuerdo con las prácticas de la industria y normatividad aplicable como se mencionó anteriormente.

De conformidad con lo expuesto se estima que, desde la unidad de perforación, donde se generarán la mayor parte de los residuos, hacia las instalaciones portuarias, se movilizan cerca del 80% del volumen total de residuos domésticos e industriales (excluyendo cortes), que pueden llegar a generarse durante la perforación de cada uno de los pozos perforados. Esto, considerando que el 20% restante de los residuos estimados se originan en tierra²⁵.

Es de aclarar que el combustible, los productos químicos y demás materiales que se utilizan para la perforación de los pozos, no son considerados como un residuo, por lo que hacia la unidad de perforación no se transportan residuos de ningún tipo²⁶.

3.3 SECTOR CONTINENTAL O COSTERO

Las actividades relacionadas con la perforación de los pozos proyectados en el AIPE Jarara (Orca-1) y en el campo Chuchupa-b, no se contempló la construcción de ningún tipo de infraestructura en sector continental y/o costero. En consecuencia, NO APLICA, para el proyecto la información requerida en los Términos de Referencia en cuanto a la demanda, uso y/o aprovechamiento de recursos en este sector.

²⁵ ICA No. 2 Pozo Exploratorio Arazá-001

²⁶ Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques - MARPOL 73/78

4 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

En la zonificación ambiental se especifican los elementos sensibles tanto al interior del área de influencia directa como los ubicados en el área de influencia indirecta, como un instrumento de ordenamiento y planeación necesario para la definición de la sensibilidad ambiental de las áreas que van a ser intervenidas por el proyecto, la cual se basa en una síntesis de los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos, en términos de fragilidad e importancia social o ecosistémica a partir de las funciones que cumplen en el medio.

Para la obtención de la zonificación ambiental se consideran los criterios de importancia y sensibilidad de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico, los cuales fueron obtenidos a partir de una adaptación de la metodología de ECOPETROL - VEP (Guía Metodológica para la Zonificación Ambiental de Áreas de Interés Exploratorio, 2003 y su actualización versión 2012).

Dicha zonificación tiene en cuenta el grado de sensibilidad de cada uno de los ecosistemas, frente al grado de intervención o afectación que podrían llegar a ser objeto por parte del proyecto. Como resultado de dicha interacción se establecen, áreas de sensibilidad muy baja, sensibilidad baja, sensibilidad media, sensibilidad alta y sensibilidad muy alta. A continuación, en la **Tabla 14**, se definen las categorías mencionadas²⁷:

(²⁷) ECOPETROL-VEP.. Guía Metodológica para la Zonificación Ambiental de Áreas de Interés Exploratorio. Bogotá, 2003. Página 15.

Tabla 13. Ponderación de la sensibilidad

Ponderación porcentual				
Muy baja sensibilidad	Baja sensibilidad	Media sensibilidad	Alta sensibilidad	Muy alta sensibilidad
Inferior o igual a 20%	Superior a 20% e inferior o igual a 40%	Superior a 40% e inferior o igual a 60%	Superior a 60% e inferior o igual a 80%	Superior a 80% y Hasta un máximo de 100%

Fuente: Guía metodológica para la zonificación ambiental de áreas de interés exploratorio. Ecopetrol. 2012.

La evaluación total para la zonificación ambiental, contempla un total de 100 puntos distribuidos entre los diferentes subcomponentes de cada uno de los 3 componentes principales (físico, biótico y socioeconómico), lo cual permite una sencilla y rápida ponderación porcentual (o sobre 100), en donde valores inferiores a o iguales a 20% se obtienen para áreas de muy baja sensibilidad, valores inferiores o iguales a 40%, pero superiores a 20% son de baja sensibilidad, valores inferiores o iguales a 60%, pero superiores a 40% son de media sensibilidad, valores inferiores o iguales a 80%, pero superiores a 60% son de alta sensibilidad y valores de hasta 100%, y superiores a 80% son de muy alta sensibilidad.

Los HI-TER para Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos Costa Afuera establecen que para la zonificación ambiental se deben tener en cuenta las áreas de protegidas legalmente declaradas o en proceso de declaración, ecosistemas estratégicos y ambientalmente sensibles establecidos a nivel nacional, regional y/o local, áreas de interés científico, sitios prioritarios de conservación y áreas significativas para la biodiversidad, entre otros²⁸.

²⁸ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Agencia Nacional de Licencias Ambientales ANLA. Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos. 2014.

Es importante resaltar que la inexistencia, dentro del AIPE/AMI Jarara y Área del Campo Chuchupa, de áreas legalmente protegidas como Parques Nacionales Naturales, Santuarios de Flora y Fauna y áreas de reserva RAMSAR y/o áreas que sus características hayan sido catalogadas y/o áreas consideradas por la comunidad científica como sitios prioritarios de conservación.

4.1 CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN

4.1.1 Evaluación del medio físico

- **Plataforma Chuchupa-B**

La plataforma de Chuchupa-B se encuentra ubicada en el área del bloque Guajira con profundidades que varían entre los 0 y 63 m de profundidad constituido principalmente por fondos marinos compuesto por una plataforma arenosa con baja complejidad topográfica. A pesar de que en estos ecosistemas (plataforma continental de 0 a 200 m de profundidad) puedan presentarse elementos de alta sensibilidad ambiental, cabe aclarar que en el área correspondiente al bloque Guajira donde se encuentra ubicada la plataforma de Chuchupa-B no cuenta con ecosistemas altamente vulnerables que puedan verse afectados por el proyecto. (v.gr corales de aguas someras, manglares y praderas de pastos marinos).

- **AIPE Jarara (Orca-1)**

En la evaluación específica del medio físico, el Área de interés de perforación exploratoria Jarara, se encuentra ubicada en un área de baja sensibilidad ambiental debido a su localización, con profundidades que varían entre los 200 y 2.000 m de profundidad y al igual que el área del campo Chuchupa-B, dominancia de fondos blandos. En este tipo de ecosistemas (aguas oceánicas profundas y fondos blandos) por lo general no se presentan elementos de alta sensibilidad ambiental que puedan verse afectados por el proyecto. De igual forma se resalta que el proyecto está

ubicado en su totalidad por fuera de la franja de la plataforma continental donde se encuentran los ecosistemas de mayor sensibilidad.

Basados en la información levanta por el INVEMAR²⁹, en la **Tabla 14** se presentan los criterios de evaluación del medio físico:

Tabla 14. Criterios a evaluar en el medio físico

Mapas intermedios	Componentes	Mapas fuente
Mapa de sensibilidad Física	Físico	Geomorfología
		Batimetría

Fuente: Información física, biótica y pesquera del Área de Interés Exploratorio Jarara y del Margen Costero entre Santa Marta y Punta Espada (Bloque Tayrona)-Caribe Colombiano. Mayo de 2011 INVEMAR, 2011.

4.1.2 Valoración del medio físico. Para la zonificación ambiental el medio físico, en términos generales para ambos proyectos, tanto del AIPE Jarara como de la plataforma del Campo Chuchupa-B, no se establecen zonas de alta sensibilidad ambiental, por una parte, debido a su ubicación (aguas oceánicas) y por otra parte, dada las condiciones ambientales homogéneas del fondo marino en donde se encuentran los proyectos.

Además, se establece que las áreas de influencia involucradas en ambos proyectos revisten una baja sensibilidad frente a la perforación exploratoria, por bajo impacto de las actividades sobre el medio abiótico, considerando los bajos volúmenes de agua y lodos en base agua a disponer, frente al gran volumen de la masa de agua de mar involucrada. Para el caso de los cortes de perforación, en base a modelamientos realizados, el área de acumulación con espesores de hasta 1 mm, no sobrepasan los 0,006 km² y los 40 m de distancia desde el punto de descarte

⁽²⁹⁾ Invemar. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (AIE) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

para el caso de la Plataforma de Chuchupa-B³⁰, y los 0,01 km² y 74 m de distancia para el proyecto AIPE Jarara (Orca-1)³¹, frente a la superficie total del sustrato marino del área de los proyectos que son 820 km² y 7.222 km² respectivamente.

A continuación, se expone la evaluación y los rangos de calificación sobre la geomorfología y batimetría donde se clasificaron las condiciones geomecánicas del suelo y se usan para evaluar su estabilidad.

- **Geomorfología**

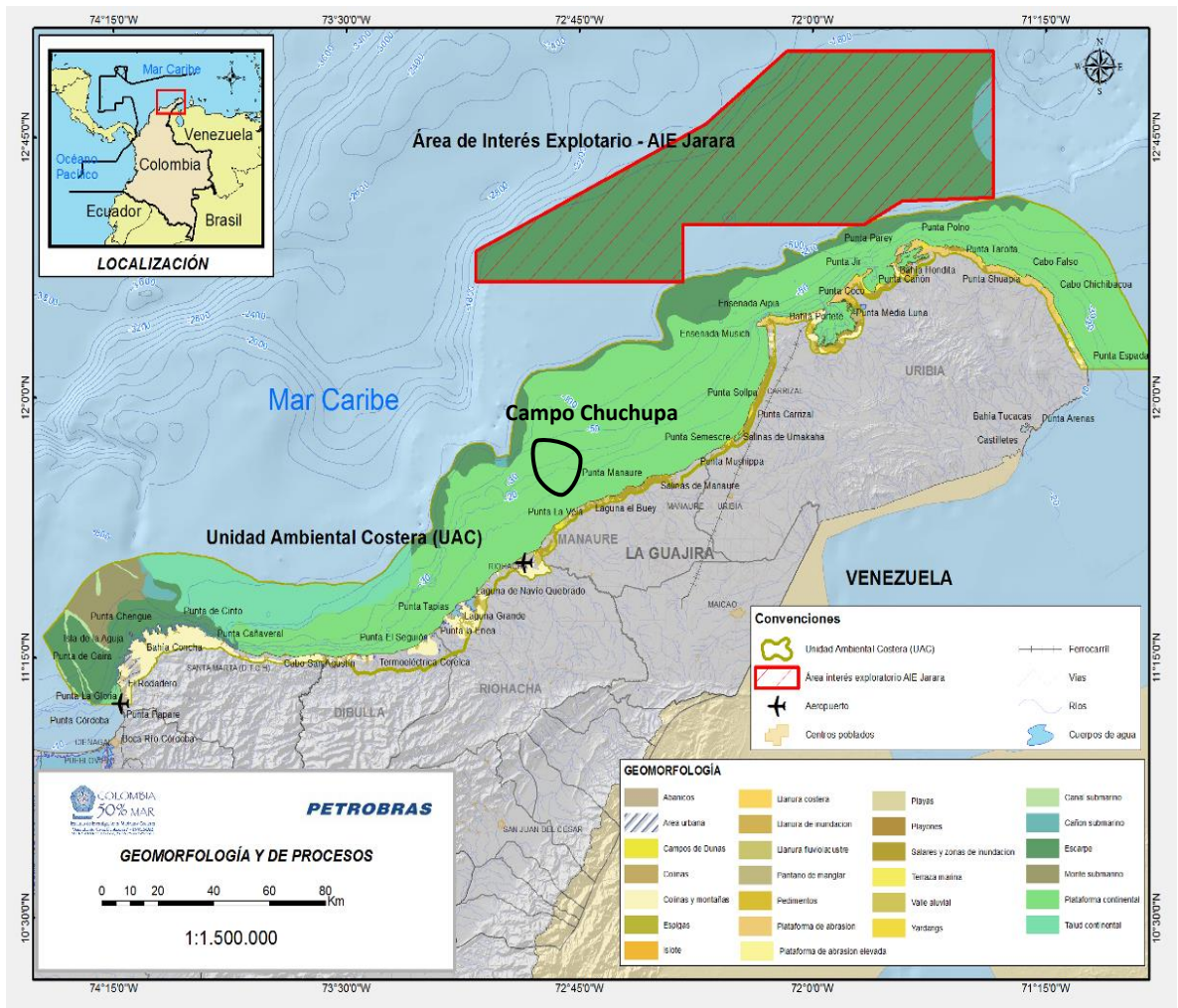
Teniendo en cuenta la información contenida en el informe de INVEMAR³² en relación con la geomorfología submarina del Margen Costero entre Santa Marta y Punta Espada, levantada a partir de la batimetría disponible, se lograron diferenciar para el caso del AIPE Jarara dos unidades: escarpe, el cual domina casi todo el área y cañón submarino, del cual sólo la vertiente occidental está incluida en la misma. Por su parte, para el área del proyecto del Campo Chuchupa-B solo se identificó una plataforma arenosa continental (Ver **Figura 15**). De acuerdo con esta información se evaluó y calificó este componente de acuerdo con la metodología de zonificación ambiental desarrollada por Ecopetrol, la cual busca integrar especialmente 3 variables consideradas de mayor importancia, los resultados obtenidos se encuentran en la **Tabla 16 y tabla 17**.

³⁰ Johanna P. Moreno, David O. Chadid, PLAN PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS DE LAS OPERACIONES DE NAKER HUGHES DE COLOMBIA EN EL PROYECTO CHUCHUPA-B DE CHEVRON TEXACO, Especialización de Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial de Santander, 2006

³¹ Petrobras. Modelación de Derrames Accidentales de Hidrocarburos e de los Depósitos de Lodos y Cortes de Perforación para el AIPE/AMI Jarara, Bloque Tayrona, Caribe Colombiano. 2012.

³² INVEMAR. Información física, biótica y pesquera del Área de Interés Exploratorio Jarara y del Margen Costero entre Santa Marta y Punta Espada (Bloque Tayrona)- Caribe Colombiano. Mayo de 2011.

Figura 14. Mapa geomorfológico y de procesos de la Unidad Ambiental Costera entre Santa Marta y Punta Espada y del Área de Interés Exploratorio Jarara.



Fuente: INVEMAR, 2011.

Tabla 15. Calificación geomorfológica AIPE Jarara

Clasificación	Criterio	Calificación	Área de Cobertura AIPE/AMI Jarara
Cañón Submarino	Inclinación	8	2%
	Depresión	4	
	Composición estabilidad	2	
Escarpe	Inclinación	6	98%
	Depresión	4	
	Composición estabilidad	2	

Adaptado de: Guía Metodológica Para La Zonificación Ambiental De Áreas De Interés Exploratorio. Ecopetrol. 2003.

Tabla 16. Calificación geomorfológica Campo Chuchupa-B

Clasificación	Criterio	Calificación	Área de Cobertura Campo Chuchupa-B
Plataforma Continental	Inclinación	4	100%
	Depresión	4	
	Composición estabilidad	2	

Adaptado de: Guía Metodológica Para La Zonificación Ambiental De Áreas De Interés Exploratorio. Ecopetrol. 2003.

- **Batimetría**

Respecto a la batimetría del Área de Interés Exploratorio Jarara (AIPE Jarara), se puede decir que presenta entrantes y salientes que, de acuerdo con INVEMAR, permiten sugerir que el escarpe está disectado por un arreglo de canales submarinos. La **Figura 10**, además permite inferir que la máxima profundidad en el área es de -1.960 m aproximadamente. Por su parte, el proyecto de la plataforma Chuchupa-B ubicado en el Bloque Guajira, alcanza una profundidad máxima de 76

m aproximadamente, llegando hasta la línea costera del departamento de La Guajira.

Basados en lo anterior se evaluaron en razón a la profundidad del área los criterios relacionados en la Tabla 6.4:

Tabla 17. Calificación Batimetría AIPE Jarara

Clasificación	Criterio	Calificación	Área de Cobertura AIPE/AMI Jarara
Profundidades -1962,92 m	Inclinación	4	35%
	Depresión	4	
	Composición estabilidad	2	
Profundidades -1375,93 m	Inclinación	4	60%
	Depresión	4	
	Composición estabilidad	2	
Profundidades -788,94 m	Inclinación	6	5%
	Depresión	4	
	Composición estabilidad	2	

Adaptado de: Guía Metodológica Para La Zonificación Ambiental De Áreas De Interés Exploratorio. Ecopetrol. 2003.

Tabla 18. Calificación Batimetría Plataforma Chcuropa-B

Clasificación	Criterio	Calificación	Área de Cobertura AIPE/AMI Jarara
Profundidades -76 m	Inclinación	4	26%
	Depresión	4	
	Composición estabilidad	2	
Profundidades -35 m	Inclinación	4	74%
	Depresión	4	
	Composición estabilidad	2	

Adaptado de: Guía Metodológica Para La Zonificación Ambiental De Áreas De Interés Exploratorio. Ecopetrol. 2003.

4.1.3 Evaluación del medio biótico. Dentro de las áreas de influencia de los proyectos en estudio, la sensibilidad del componente biótico se evalúa teniendo en cuenta la presencia de ecosistemas marinos y áreas de importancia ecológica, los cuales fueron identificados por el INVEMAR³³. Estas áreas de importancia hacen referencia a los sitios prioritarios de conservación y las áreas significativas para la biodiversidad (ASB), estas últimas son una herramienta creada para ayudar a conservar la diversidad marina presente en zonas profundas del mar Caribe colombiano.

De acuerdo con lo anterior, la zonificación ambiental del componente biótico se basa únicamente en la presencia de áreas de sensibilidad determinadas por la presencia de ecosistemas marinos (Fondos Blandos en este caso) y áreas catalogadas por INVEMAR como áreas de importancia ecológica, bien sean, Sitios Prioritarios de Conservación y/o Áreas Significativas para la Biodiversidad (ASB). En la **Tabla 19** se presentan los criterios de evaluación del medio biótico:

Tabla 19. Criterios a evaluar en el medio biótico

Mapas intermedios	Componentes	Mapas fuente
Sensibilidad Física	Biótico	Fondos Blandos
		Sitios Prioritarios de Conservación
		Áreas Significativas para la Biodiversidad (ASB)

Fuente: INVEMAR, 2011.

³³ INVEMAR-CORPOGUAJIRA. Caracterización biofísica de la zona costera del departamento de La Guajira: Una aproximación para su manejo integrado. 2005.

4.1.4 Valoración del medio biótico

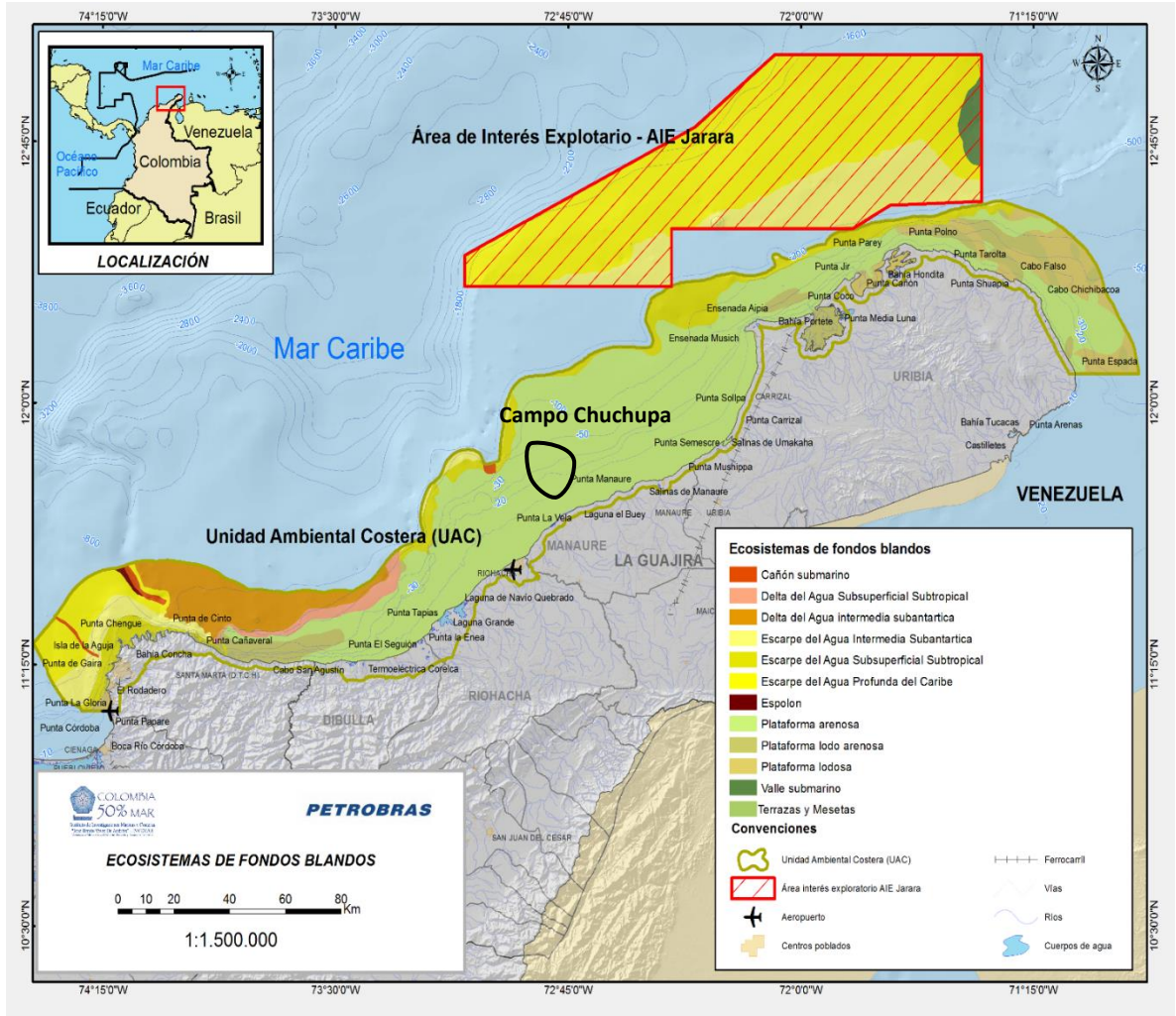
- **Fondos blandos**

Los fondos blandos son ecosistemas conformados por la acumulación de partículas sedimentarias (arenas, arcillas, cienos, limos) en un sustrato inestable y de baja complejidad topográfica, los cuales sin embargo ofrecen alimento y protección a una gran cantidad de organismos (INVEMAR, 2009). A diferencia de otros ecosistemas marinos, la producción primaria de los fondos blandos es muy baja y la fauna allí presente depende de la “lluvia” de materia orgánica proveniente de los estratos superiores de la columna de agua o el transporte horizontal de elementos de otros ecosistemas más productivos. Cabe mencionar que, en Colombia el conocimiento científico actual sobre los ecosistemas bentónicos de aguas profundas es limitado lo que genera un alto nivel de incertidumbre sobre la sensibilidad de estos ecosistemas ante perturbaciones externas, y que esta situación ha venido cambiando con el desarrollo de proyectos de exploración costa afuera³⁴.

De acuerdo con la información levantada por INVEMAR, la extensión de los fondos blandos en el AIPE Jarara, es de 7.222,71 km², lo que quiere decir que los mismos se encuentran cubriendo el 100% del área de interés exploratorio, mientras que para el proyecto de la plataforma Chuchupa-B, los fondos blandos pertenecen a la zona denominada Sublitoral o Plataforma continental de la Guajira, a profundidades entre niveles bajos de marea hasta los 200 m, la extensión de estos fondos son de 820 km² cubriendo igualmente el 100% del área. **(Figura 15)**

³⁴ INVEMAR-CORPOGUAJIRA. Caracterización biofísica de la zona costera del departamento de La Guajira: Una aproximación para su manejo integrado. 2005.

Figura 15 Localización de los fondos blandos dentro del área de estudio



Fuente: INVEMAR, 2011.

• **Áreas Significativas de Biodiversidad**

De acuerdo con la información levantada por INVEMAR en el 2011, se establece que dentro del área del proyecto de la plataforma Chuchupa-B, no se encuentran Áreas Significativas de Biodiversidad. Por su parte, dentro del AIE Jarara (Orca-1) y/o en la cercanías de la misma, se encuentran ocho áreas catalogadas como Áreas Significativas para la Biodiversidad (ASB – Dentro del AIE : 42, 41, 38 y 37, y en cercanías del área: 40, 39, 36 y 34 **Figura 18.**), por la posible existencia de un

número variable de objetos de conservación dentro de ellas (p.ej. corales de profundidad, escarpes, especies bioconstrutoras, otros), aclarando que todas las áreas mencionadas se encuentran localizadas por fuera del área actual de mayor interés de perforación (AMI Jarara).

Las ASB que se encuentran dentro del AIPE Jarara fueron consideradas como un polígono con el fin de determinar el porcentaje de cobertura, dando como resultado el 0.8 % con relación al total del área.

- **Sitios Prioritarios de Conservación**

Dentro de este estudio que hizo el INVEMAR que va desde Santa Marta hasta Puerto Estada, se encuentran 39 Sitios Prioritarios de Conservación (SPC), de los cuales ninguno se encuentra dentro del Área del campo Chuchupa, como tampoco dentro del AIPE Jarara. Sin embargo, dos Sitios Prioritarios de Conservación se localizan en cercanías al área del campo Chuchupa.

Teniendo en cuenta lo expuesto, desde el punto de vista biótico el Área del campo Chuchupa, donde se encuentra la Plataforma Chuchupa-B y el Área de interés de perforación exploratoria Jarara (AIPE Jarara) donde se encuentra el pozo Orca-1, se han catalogado como una zona de baja sensibilidad ambiental, en razón a la dominancia de los fondos blandos como unidad ecológica y una mínima representación de las Áreas Significativas para la Biodiversidad, en porcentaje de cobertura (menos del 0,8 % del total del AIPE Jarara).

Los Sitios Prioritarios de Conservación (SPC) y las Áreas Significativas para la Biodiversidad (ASB) deben ser catalogadas como áreas de alta sensibilidad ambiental, porque constituyen la base sobre la cual deben concentrarse los esfuerzos de investigación, manejo y conservación de estos espacios marinos y así garantizar la representatividad de la biodiversidad y su preservación en el tiempo. (INVEMAR).

Tabla 20. Calificación Ecosistemas Marinos AIPE Jarara

Clasificación	Criterio	Calificación	Área de Cobertura AIPE/AMI Jarara
Fondos Blandos	Diversidad	8	99,20%
	Productividad	4	
	Resilencia	4	
Áreas Significativas para la Biodiversidad (ABS)	Diversidad	4	0,80%
	Productividad	4	
	Resilencia	4	

Adaptado de: Guía Metodológica Para La Zonificación Ambiental De Áreas De Interés Exploratorio. Ecopetrol. 2003.

Tabla 21. Calificación Ecosistemas Marinos Plataforma Chuchupa-B

Clasificación	Criterio	Calificación	Área de Cobertura Plataforma Chuchupa-B
Fondos Blandos	Diversidad	8	100,00%
	Productividad	4	
	Resilencia	1	
Áreas Significativas para la Biodiversidad (ABS)	Diversidad	-	0,00%
	Productividad	-	
	Resilencia	-	

Adaptado de: Guía Metodológica Para La Zonificación Ambiental De Áreas De Interés Exploratorio. Ecopetrol. 2003.

4.1.5 Evaluación del Medio Socioeconómico

- **Plataforma Chuchupa-B**

El área donde se lleva a cabo el Proyecto se encuentra a una distancia de la costa a 8 km del punto más cercano, a una profundidad de 40 m. Según estudios

realizados por INVEMAR, se identificaron caladeros de pesca artesanal entre 1,5 y 160 m de profundidad en la Guajira, es decir, por dentro del área de la plataforma de Chuchupa-B. Sin embargo, se registraron faenas con intensidad baja, las cuales no superaban en algunos casos, las 10 faenas por milla náutica (Ver **Figura 11**).

Además, cabe mencionar que dentro del área del proyecto de la plataforma de Chuchupa-B, se encuentran las instalaciones de la plataforma Chuchupa-A a una distancia de 6,8 km. Sin embargo, las operaciones de perforación que se lleven a cabo en la plataforma de Chuchupa-B no impactaran directamente a estas.

- **AIPE Jarara (Orca-1)**

El área donde se lleva a cabo el proyecto de perforación exploratoria, por su distancia a la costa (más de 12 km en el punto más cercano y profundidad (entre 200 y 2000m), no posee áreas de influencia directa o indirecta para el medio socioeconómico y cultural, toda vez que no se generarán alteraciones, negativas o positivas sobre los entes territoriales locales ni existe superposición con áreas de pesca artesanal.

Dentro del AIPE/AMI Jarara, no existen instalaciones industriales de ningún tipo. El uso actual de la zona está limitado y relacionado con la industria marítima y pesquera de tipo industrial, por lo que eventualmente pueden transitar a través de ella, algunos buques, aclarando que para su movilización, no existen rutas marítimas prestablecidas, ni áreas definidas de pesca industrial.

Totalmente por fuera del área de interés, pasa el cable submarino de comunicaciones del sistema ARCOS que intercomunica a 15 países del caribe.

Si bien el diagnóstico arqueológico presentado señala que el potencial arqueológico del área abarcada por ambos proyectos es bajo, resulta necesario incluir dentro de la zonificación ambiental la unidad de “áreas con potencial arqueológico”, en la categoría de alta sensibilidad, teniendo en cuenta el patrimonio cultural que ello

puede significar para la nación (INVEMAR); sustentando lo anterior en la posibilidad de ocurrencia de un hallazgo.

De acuerdo con lo anterior, en la **Tabla 22** se presentan los criterios de evaluación del medio socioeconómico:

Tabla 22. Criterios a evaluar en el medio socioeconómico

Mapas intermedios	Componentes	Mapas fuente
Sensibilidad Socioeconómica	Social	Pesca artesanal
		Elementos de Importancia Social (cable fibra óptica)
		Áreas con potencial arqueológico

Fuente: INVEMAR, 2011.

4.1.6 Valoración del medio Socioeconómico. En el área del Mar Caribe se llevan a cabo un alto número de zarpes y atraques en los puertos de Santa Marta, Barranquilla, Cartagena, Puerto Bolívar y otros de menor importancia, cuyos corredores de movilización eventualmente pueden cruzar por la zona del proyecto. Estos corredores son considerados de importancia socioeconómica baja ya que no existen rutas preestablecidas como tales, que necesariamente tengan que ser utilizadas.

Respecto a la pesca artesanal como se mencionó anteriormente conforme a la información levantada por el INVEMAR, los caladeros de pesca artesanal se distribuyen en la zona marino – costera de La Guajira, entre los 1,5 y 160 m de profundidad, lo que permite concluir que no existe sobreposición de estos con el AIPE/ AMI Jarara, pero si puede sobreexponerse en el proyecto de la plataforma Chuchupa-B (Ver **Figura 11**).

De acuerdo con lo expuesto, en la **Tabla 23 y Tabla 24** se presentan los criterios de evaluación y calificación del componente socioeconómico:

Tabla 23. Criterios de zonificación medio socioeconómico AIPE Jarara.

Clasificación	Criterio	Calificación	Área de Cobertura AIPE/AMI Jarara
Pesca artesanal	Grado de uso	1	0%
Elementos de Importancia Social (Cable fibra óptica)	Grado de uso	1	0%

Adaptado de: Guía Metodológica Para La Zonificación Ambiental De Áreas De Interés Exploratorio. Ecopetrol. 2003.

Tabla 24. Criterios de zonificación medio socioeconómico Plataforma Chuchupa-B

Clasificación	Criterio	Calificación	Área de Cobertura Plataforma Chuchupa-B
Pesca artesanal	Grado de uso	4	40%
Elementos de Importancia Social (Cable fibra óptica)	Grado de uso	1	0%

Adaptado de: Guía Metodológica Para La Zonificación Ambiental De Áreas De Interés Exploratorio. Ecopetrol. 2003.

4.2 RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Con base en la evaluación realizada para la zonificación ambiental de los proyectos en estudio y a criterios de estudios de zonificación ambiental de proyectos de perforación costa afuera similares hechos en la zona, se concluye que toda el área es ambientalmente apta para la realización de las actividades de perforación, puesto que no se encuentran elementos de alta sensibilidad ambiental en el área de los proyectos que pueden verse afectados por las actividades que perforación.

Para el caso del AIPE Jarara, el 99,2 % del área, por sus características, presenta un grado de sensibilidad bajo, frente a las actividades propuestas, mientras que sólo el 0,8% del área, correspondiente a las áreas catalogadas como Áreas Significativas para la Biodiversidad, tiene un grado de sensibilidad alta. Mientras que el área del campo Chuchupa-B, un porcentaje del 40% del área del proyecto, correspondiente a las zonas de pesca artesanal, tiene un grado de sensibilidad medio, sin embargo, hay que aclarar que en el lugar exacto donde se encuentra la plataforma de Chuchupa-B, no se registran zonas de caladeros artesanal a su alrededor.

En la **Tabla 25 y Tabla 26** se presenta la relación entre los principales elementos del medio y su grado de sensibilidad.

Tabla 25. Zonificación ambiental del AIPE/ AMI Jarara.

MEDIO	ELEMENTO	PERFORACIÓN EXPLORATORIA ÁREA DE INTERÉS JARARA
FÍSICO	Cañón submarino, escarpe, batimetría.	Baja Sensibilidad
BIÓTICO	Ecosistemas marinos Fondos Blandos	Baja Sensibilidad
	Áreas de importancia ecológica y/o de interés científico.	Alta Sensibilidad
SOCIAL	Zonas de pesca artesanal, elementos de importancia social.	NO APLICA
	Áreas con potencial arqueológico	Alta Sensibilidad

Tabla 26. Zonificación ambiental de la Plataforma Chuchupa-B

MEDIO	ELEMENTO	Proyecto Plataforma Chuchupa-B
FÍSICO	Cañón submarino, escarpe, batimetría.	Baja Sensibilidad
BIÓTICO	Ecosistemas marinos Fondos Blandos	Baja Sensibilidad
	Áreas de importancia ecológica y/o de interés científico.	No aplica
SOCIAL	Zonas de pesca artesanal, elementos de importancia social.	Media Sensibilidad
	Áreas con potencial arqueológico	Alta Sensibilidad

5 EVALUACIÓN AMBIENTAL

En este Capítulo se presentan los impactos que se podrían llegar a producir en el Área de los proyectos de la Plataforma Chuchupa-B y del Área de Interés de Perforación Exploratoria Jarara (AIPE Jarara), durante las etapas pre-operativa, operativa y post-operativa del proyecto, como resultado de las actividades relacionadas con la adecuación de las instalaciones portuarias, movilización y/o posicionamiento de la unidad de perforación y embarcaciones de apoyo, perforación de los pozos exploratorios y de desarrollo, ejecución de las pruebas cortas de producción y abandono de los pozos y desmovilización de la unidad.

5.1 METODOLOGÍA

La identificación y evaluación de impactos ambientales se constituye en uno de los elementos metodológicos básicos para determinar la viabilidad de un proyecto, pues este análisis permite identificar, calificar y priorizar los impactos que se podrían llegar a producir por las actividades para la perforación de pozos exploratorios y orientar las medidas de manejo ambiental correspondientes.

La caracterización ambiental del Área de los Proyectos en estudio presentada previamente en el capítulo 2, nos permite efectuar una identificación del estado de la zona en sus diferentes componentes: abiótico, bióticos y socioeconómico y cultural. Esta caracterización, superpuesta a las especificaciones técnicas del proyecto, permite identificar los impactos ambientales susceptibles de producirse durante el desarrollo de las actividades relacionadas con el mismo, los que fueron evaluados, primero, con un enfoque eminentemente interpretativo y posteriormente, mediante la aplicación de una matriz de impacto cuantitativa.

En primer lugar, se presenta una síntesis del escenario sin proyecto, que se constituye en el referente ambiental donde se podrían llegar a producir los cambios como resultado de las actividades de los proyectos de perforación exploratoria.

Posteriormente, se califica y describen los impactos positivos o negativos que se podrían generar durante las distintas etapas de ejecución del proyecto, originados fundamentalmente por las actividades inherentes al mismo (p.ej. generación de residuos sólidos y líquidos, incremento de tráfico marítimo, otros) que se constituyen en elementos exógenos y cuyos efectos sobre el entorno son importantes de identificar, describir y valorar, básicamente con el objetivo de definir las medidas de manejo ambiental que permitirán prevenir, mitigar, recuperar o compensar los impactos negativos, así como potenciar los impactos positivos.

Es de resaltar que la experiencia y conocimiento tecnológico de las empresas operadores a cargo de los proyectos, Chevron Texaco por el lado de Chuchupa-B y Petrobras por el lado del AIPE Jarara (Orca-1), en materia de exploración y explotación de hidrocarburos costa afuera, así como el conocimiento de los efectos que típicamente pueden llegar a ocasionar este tipo de labores, juegan un papel de gran importancia en la identificación, valoración y análisis de los impactos ambientales del proyecto.

5.2 COMPONENTES Y ELEMENTOS AMBIENTALES DE ANÁLISIS DE IMPACTOS

Este estudio permite acercarse a las actividades y sus efectos sin entrar en detalles, con el fin de rever de manera inicial las consecuencias que pueden traer los proyectos dichas actividades sobre parámetros medioambientales y tener una idea de cuáles serán los factores más afectados.

Para efectos de la identificación, valoración y análisis de los impactos fueron considerados los siguientes componentes y elementos ambientales, en base a estudios ambientales realizados a este tipo de proyectos de perforación costa afuera.

Componente Abiótico

- Aguas

- Sedimentos (Lecho Marino)
- Aire y ruido

Componente Biótico

- Plancton (Fitoplancton, Zooplancton e Ictioplancton)
- Bentos (Macroinfauna)
- Necton
- Otras Comunidades (Mamíferos, Tortugas y Aves)

Componente Socioeconómico y cultural

- Autoridades
- Patrimonio Arqueológico
- Pesca artesanal

Las actividades bajo las cuales se realizó la identificación, valoración y el análisis de impactos fueron las siguientes:

Fase Pre-Operativa

- Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias

Fase Operativa

- Desplazamiento de la flota de embarcaciones (Unidad de perforación)
- Posicionamiento de la unidad
- Perforación de los pozos
- Manejo de lodos de perforación
- Manejo de cortes de perforación
- Pruebas cortas de producción
- Manejo de aguas residuales

Fase Post-Operativa

- Taponamiento y abandono
- Desmovilización

5.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los criterios de evaluación que se tuvieron en cuenta para la identificación, cualificación y calificación de impactos ambientales del proyecto de la Plataforma de Chuchupa-B y del Área de Interés de Perforación Exploratoria Jarara (Orca-1) se basan en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de 2010 y aplicando la metodología propuesta por Conesa-Fernández (1997) para la valoración impactos.

Además, para la identificación y evaluación de los diferentes impactos que se pueden generar en los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos por las actividades asociadas a la perforación costa afuera, tuvimos en cuenta el trabajo realizado en los diferentes estudios de impactos ambientales llevados a cabo en el mar caribe de proyectos de perforación similares por compañías como Ecopetrol, Equion Energia Limited, Anadarko Colombia y Shell Exploration and Production Colombia. Lo anterior gracias a la información suministrada la Agencia Nacional de Licencias Ambientales ANLA.

La evaluación de los impactos ambientales consiste en la identificación, previsión, interpretación y medición de las consecuencias ambientales de los proyectos. La evaluación de los impactos debe realizarse en el marco de procedimientos adecuados que, en forma concurrente, permitan identificar las acciones y el medio a ser impactado, establecer las posibles alteraciones y valorar las mismas. Esta última etapa está encaminada a llegar a expresar los impactos en forma cuantitativa y, cuando ello no es posible, cualitativamente.

La manifestación del efecto de las actividades antrópicas sobre el ambiente debe ser caracterizada a través de la importancia del impacto. De acuerdo con Conesa-Fernández (1997), la importancia del impacto se mide “en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo tales como extensión, tipo de efecto plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad,

recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad”. Dentro de esta metodología se analizaron los criterios que se describen a continuación.

Carácter (CA):

Los impactos pueden ser beneficiosos o perjudiciales. Los primeros son caracterizados por el signo positivo (+), los segundos se los expresan como negativos (-).

Magnitud (MG):

Representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto.

Para ponderar la magnitud, se consideran los siguientes valores:

Criterio de cualificación	Valor de ponderación
Baja	1
Media	4
Alta	8

Ésta se clasificará como baja, media baja, media alta, alta y muy alta; sin embargo, los criterios para establecer qué es alta, media o baja son diferentes para cada variable a analizar.

Cobertura (CO):

Se refiere al área de influencia del entorno ambiental que en teoría se vería afectada por el impacto generado sobre una variable específica. La cobertura de los impactos depende mucho de las actividades que se ejecutan y las condiciones ambientales del área donde se desarrolla el proyecto. De acuerdo con esto, los impactos según su cobertura pueden ser puntuales, locales o regionales, considerando lo siguiente:

Puntuales: Se refiere a los impactos generados en el área directamente intervenida por el proyecto.

Locales: Se refiere a aquellos impactos que trascienden las áreas directamente intervenidas por el proyecto, sin llegar a abarcar la totalidad del área de influencia directa.

Regionales: Se refiere cuando el impacto social, abiótico o biótico trasciende el área de influencia directa.

Para ponderar la cobertura, se consideran los siguientes valores:

Criterio de cualificación	Valor de ponderación
Puntual	1
Local	4
Regional	8

Duración (DR):

Está directamente relacionado con el tiempo que permanecerá en teoría, la alteración en cada uno de los componentes ambientales valorados desde su expresión hasta su recuperación con o sin mediadas de manejo.

De acuerdo con este criterio, el impacto por su duración puede ser considerado de las siguientes formas con su respectivo valor de ponderación:

Criterio de cualificación	Características	Valor de ponderación
Fugaz	Impacto persiste entre 0 y 1 año.	1
Temporal	Impacto persiste entre 1 y 3 años.	4
Pertinaz	Impacto persiste entre 4 y 10 años.	8
Permanente	Impacto persiste por más de 10 años.	12

Reversibilidad (RV):

Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción. Se considera únicamente aquella recuperación realizada en forma natural después de que la acción ha finalizado. Cuando un efecto es reversible, después de transcurrido el tiempo de permanencia, el factor retornará a la condición inicial. Se asignan, a la reversibilidad, los siguientes valores:

Criterio de cualificación	Características	Valor de ponderación
Corto plazo	Recuperación natural del componente ambiental a su estado inicial de 0 a 2 años.	1
Mediano plazo	Recuperación natural del componente ambiental a su estado inicial de 2 a 6 años.	4
Largo plazo	Recuperación natural del componente ambiental a su estado inicial de 6 a 15 años.	8
Irreversible	No hay recuperación.	12

Recuperabilidad (RC):

Mide la posibilidad de recuperar (total o parcialmente) las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras. La recuperabilidad se valora de la siguiente manera:

Criterio de cualificación	Características	Valor de ponderación
Corto plazo	Eliminación del impacto de 0 a 1 año.	1
Mediano plazo	Eliminación del impacto de 1 a 3 años.	4
Largo plazo	Eliminación del impacto de 4 a 10 años.	8
Irrecuperable	No hay ninguna medida que elimine el impacto.	12

Periodicidad (PE):

Se refiere a la aparición o permanencia de un impacto a lo largo de un período de tiempo. De acuerdo con esto, los impactos según su periodicidad pueden ser catalogados y ponderados de la siguiente forma:

Criterio de cualificación	Características	Valor de ponderación
Irregular	La manifestación del impacto es esporádica (no previsible) durante la extensión de operación del proyecto.	1
Periódico	La manifestación del impacto es regular (intermitente) durante la extensión de operación del proyecto.	4
Discontinuo	La manifestación del impacto es irregular durante la extensión de operación del proyecto.	8
Continuo	La manifestación del impacto es regular durante la extensión de operación del proyecto.	12

Tendencia (TD):

Representa la teoría de incremento, decrecimiento o mantenimiento de la manifestación de la alteración sobre los componentes ambientales evaluados. De acuerdo con esto, el impacto puede ser simple o acumulativo.

Criterio de cualificación	Características	Valor de ponderación
Simple	Es el caso en que el impacto que se está evaluando se manifiesta sobre una variable ambiental de forma tal que la acción reiterada que lo origina no incrementa progresivamente la magnitud del impacto induciendo a nuevos impactos.	1
Acumulativo	Es el caso en el que la acción generadora de un impacto incrementa progresivamente su magnitud ante la imposibilidad de que la variable afectada pueda recuperarse en la misma proporción que la acción se incrementa espacio-temporalmente.	2

Tipo (TP):

Se refiere a la relación causa – efecto o la manifestación del efecto sobre un componente ambiental como consecuencia de una actividad. Las redes de impactos son una herramienta útil para establecer claramente esa relación causa – efecto entre actividades generadoras de impacto y las variables posiblemente afectadas.

Criterio de cualificación	Características	Valor de ponderación
Directo	Se presenta como resultado de la actividad que se está desarrollando.	2
Indirecto	Se presenta como resultado de la actividad que se está desarrollando y su interacción con otra variable	1

Probabilidad de Ocurrencia (PO):

Se refiere a la probabilidad de que un impacto se presente o no. Para establecer dicha posibilidad de ocurrencia de forma objetiva es necesario tener los registros de los impactos presentados por las diferentes actividades del proyecto, proceso o subproceso.

Criterio de cualificación	Características	Valor de ponderación
Baja	Si el impacto se pudiese presentar.	1
Media	Si el impacto se presenta por la interrelación con otro factor ambiental que es afectado.	4
Alta	Si el impacto siempre se presenta.	8

Importancia (I):

La importancia de un impacto está determinada por la combinación de los criterios de calificación anteriormente descritos. Dicha importancia depende de la cobertura del impacto, su magnitud, su duración, el tipo, etc; razón por la cual se define como importancia el resultado de la suma de todos los criterios evaluados para cada

impacto. La importancia del impacto será la que permita clasificar los impactos para priorizar el manejo ambiental y establecer el tipo de medida de manejo requerido.

Considerando los rangos establecidos, los valores dados para cada uno, dentro de cada criterio de evaluación, y la fórmula establecida para el valor de la Importancia del impacto (I), el menor valor posible es de 8, que corresponde a un impacto mínimo; y el valor más alto sería de 76, que correspondería al máximo impacto. Partiendo de estos valores mínimos y máximos se establecieron rangos que corresponden a los diferentes tipos de importancia así:

IMPACTOS DE CARÁCTER NEGATIVO	
Impactos Irrelevantes	Impactos con valor de importancia menor a -25.
Impactos Moderados	Impactos con valor de importancia entre -25 y -50.
Impactos Severos	Impactos con valor de importancia entre -50 y -75.
Impactos Críticos	Impactos con valor de importancia mayor a -75.
IMPACTOS DE CARÁCTER POSITIVO	
Impactos Poco Importantes	Impactos con valor de importancia menor a +25.
Impactos Importantes	Impactos con valor de importancia entre +25 y +50.
Impactos Muy Importantes	Impactos con valor de importancia mayor a +50.

De acuerdo con lo anterior, los impactos críticos, severos y moderados exigen medidas de manejo especial o estándar; y los impactos irrelevantes o no significativos, deben ser manejados con medidas generales³⁵.

En base con lo anterior, se efectuó la evaluación ambiental a partir de la identificación de los impactos y su valoración tanto cualitativa como cuantitativa, realizando matrices de interacción de las actividades vs los medios ambientales (abiótico, biótico y socioeconómico). Esta evaluación se realizó teniendo en cuenta dos (2) escenarios: sin proyecto y con proyecto.

³⁵ Vicente, Conesa – Vitora. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid. 1995.

5.4 EVALUACIÓN ESCENARIO SIN PROYECTO

Como resultado de la caracterización primaria y secundaria del área de los proyectos en estudio, se determinó que la totalidad, tanto del área de la Plataforma de Chuchupa-B como del AIPE Jarara está constituida por fondos blandos, que dentro de ellas no existen ni sitios de Interés científico catalogados como sitios prioritarios de conservación (SPC) y que el uso actual de la zona se limita y relaciona con la actividad naviera. La matriz de evaluación de impactos ambientales en un escenario sin proyecto, se pueden observar en el documento de Excel adjuntado con este documento.

5.5 EVALUACIÓN ESCENARIO CON PROYECTO

Como actividades potenciales de generar algún tipo de impacto o afectación sobre los componentes abiótico, biótico y socio-económico, se valoraron y analizaron las actividades relacionadas con la adecuación de las instalaciones portuarias, la movilización de la unidad y embarcaciones de apoyo, el posicionamiento de la unidad, la perforación de los pozos, las pruebas cortas de producción y abandono de los pozos y la desmovilización, incluyendo dentro de este análisis lo relacionado con el manejo de residuos que pueden llegar a producirse durante todas las fases del proyecto y el aprovechamiento y/o uso de recursos naturales.

De manera general se puede afirmar que por la ubicación y características del área de interés y la temporalidad de las actividades propuestas, la mayoría de los impactos que podrían llegar a ser ocasionados por la ejecución del proyecto, serán imperceptibles, irrelevantes o muy marginales. Sin embargo, se identificaron que las actividades relacionadas con el posicionamiento de la unidad de perforación para el caso de la plataforma Chuchupa-B y el manejo de residuos, podría llegar a generar un impacto de carácter moderado en el área de influencia directa del proyecto.

Los resultados de esta valoración se presentan en la matriz de evaluación de impactos y se detallan a continuación:

COMPONENTE AMBIENTAL ABIOTICO	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN Y VALORACION DE LOS IMPACTOS											
			ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma CHUCHUPA-B										
				CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I
AGUA	CAMBIOS EN LA CALIDAD DEL AGUA	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Manejo de lodos	-1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-22
		Manejo de cortes	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Pruebas Producción												
		Manejo de aguas	-1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-22
		Abandono												
		Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma AIPE Jarara											
			CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I	
		Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Manejo de lodos	-1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-19
		Manejo de cortes	-1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-19
		Pruebas Producción												
		Manejo de aguas	-1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-19
Abandono														
Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13		

COMPONENTE AMBIENTAL ABIOTICO	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN Y VALORACION DE LOS IMPACTOS											
			ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma CHUCHUPA-B										
				CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I
ATMOSFERICO	CAMBIOS EN LA CALIDAD DEL AIRE	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Manejo de lodos												
		Manejo de cortes												
		Pruebas Producción												
		Manejo de aguas												
		Abandono												
		Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma AIPE Jarara											
			CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I	
		Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Manejo de lodos												
		Manejo de cortes												
		Pruebas Producción	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13
		Manejo de aguas												
Abandono														
Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13		

COMPONENTE AMBIENTAL ABIOTICO	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN Y VALORACION DE LOS IMPACTOS											
			ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma CHUCHUPA-B										
				CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I
ATMOSFERICO	CAMBIOS EN LA CALIDAD DEL RUIDO	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	12	1	2	1	-24	
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Manejo de lodos	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Manejo de cortes	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Pruebas Producción												
		Manejo de aguas												
		Abandono												
		Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-13	
		ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma AIPE Jarara											
			CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I	
		Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	12	1	2	1	-24	
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Manejo de lodos	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Manejo de cortes	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Pruebas Producción	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Manejo de aguas												
Abandono														
Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			

COMPONENTE AMBIENTAL ABIOTICO	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN Y VALORACION DE LOS IMPACTOS											
			ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma CHUCHUPA-B										
				CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I
SEDIMENTOS	Alteración del Lecho Marino y Calidad de los Sedimentos	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias												
		Desplazamiento												
		Posicionamiento	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22	
		Perforación del Pozo	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22	
		Manejo de lodos	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22	
		Manejo de cortes	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Pruebas Producción												
		Manejo de aguas												
		Abandono												
		Desmovilización												
		ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma AIPE Jarara											
			CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I	
		Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias												
		Desplazamiento												
		Posicionamiento												
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13	
		Manejo de lodos	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19	
		Manejo de cortes	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19	
		Pruebas Producción												
		Manejo de aguas												
Abandono														
Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			

COMPONENTE AMBIENTAL BIOTICO	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN Y VALORACION DE LOS IMPACTOS																			
			ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma CHUCHUPA-B																		
				CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I								
PLANCTON	Cambios en la composición y estructura de comunidades planctónicas	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias																				
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13							
		Posicionamiento	-1	4	1	4	1	4	8	1	2	4	-38									
		Perforación del Pozo																				
		Manejo de lodos	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22									
		Manejo de cortes	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13									
		Pruebas Producción																				
		Manejo de aguas	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22									
		Abandono																				
		Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13									
		ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma AIPE Jarara																			
			CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I									
		Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias																				
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13									
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13									
		Perforación del Pozo																				
		Manejo de lodos	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19									
		Manejo de cortes	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19									
		Pruebas Producción																				
		Manejo de aguas	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19									
Abandono																						
Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13											

COMPONENTE AMBIENTAL BIOTICO	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN Y VALORACION DE LOS IMPACTOS																			
			ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma CHUCHUPA-B																		
				CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I								
BENTOS	Cambios en la composición y estructura de comunidades Bentónicas	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias																				
		Desplazamiento																				
		Posicionamiento	-1	4	1	4	1	4	8	1	2	4	-38									
		Perforación del Pozo	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22									
		Manejo de lodos	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22									
		Manejo de cortes	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13									
		Pruebas Producción																				
		Manejo de aguas																				
		Abandono																				
		Desmovilización																				
		ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma AIPE Jarara																			
			CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I									
		Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias																				
		Desplazamiento																				
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13									
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13									
		Manejo de lodos	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19									
		Manejo de cortes	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19									
		Pruebas Producción	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13									
		Manejo de aguas																				
Abandono																						
Desmovilización																						

COMPONENTE AMBIENTAL BIOTICO	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN Y VALORACION DE LOS IMPACTOS																				
			ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma CHUCHUPA-B																			
				CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I									
NECTON	Cambios en el comportamiento de las especies icticas	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias																					
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13								
		Posicionamiento	-1	4	1	4	1	4	8	1	2	4	-38										
		Perforación del Pozo	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22										
		Manejo de lodos	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22										
		Manejo de cortes	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13										
		Pruebas Producción																					
		Manejo de aguas	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22										
		Abandono																					
		Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13									
		ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma AIPE Jarara																				
			CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I										
		Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias																					
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13										
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13										
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13										
		Manejo de lodos	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19										
		Manejo de cortes	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19										
		Pruebas Producción																					
		Manejo de aguas	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19										
Abandono																							
Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13												

COMPONENTE AMBIENTAL BIOTICO	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN Y VALORACION DE LOS IMPACTOS																				
			ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma CHUCHUPA-B																			
				CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I									
OTRAS COMUNIDADES	Cambios en el comportamiento	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias																					
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13										
		Posicionamiento	-1	4	1	4	1	4	8	1	2	4	-38										
		Perforación del Pozo	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22										
		Manejo de lodos	-1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	-22										
		Manejo de cortes	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13										
		Pruebas Producción																					
		Manejo de aguas																					
		Abandono																					
		Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13									
		ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma AIPE Jarara																				
			CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I										
		Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias																					
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13										
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13										
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13										
		Manejo de lodos	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19										
		Manejo de cortes	-1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-19										
		Pruebas Producción	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13										
		Manejo de aguas																					
Abandono																							
Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13												

COMPONENTE SOCIOECONOMICO Y CULTURAL	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN Y VALORACION DE LOS IMPACTOS														
			ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma CHUCHUPA-B													
				CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I			
AUTORIDADES	Generacion de expectativas	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias															
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Manejo de lodos	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Manejo de cortes	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Pruebas Producción															
		Manejo de aguas	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Abandono	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma AIPE Jarara														
			CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I				
		Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias															
		Desplazamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Posicionamiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Manejo de lodos	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Manejo de cortes	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Pruebas Producción	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Manejo de aguas	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
Abandono	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13					
Desmovilización	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13					

COMPONENTE SOCIOECONOMICO Y CULTURAL	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN Y VALORACION DE LOS IMPACTOS														
			ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma CHUCHUPA-B													
				CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I			
ALTERACION O PERDIDA DE VESTIGIOS ARQUEOLOGICOS	Alteración o pérdida de vestigios arqueológicos	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias															
		Desplazamiento															
		Posicionamiento															
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Manejo de lodos															
		Manejo de cortes															
		Pruebas Producción															
		Manejo de aguas															
		Abandono															
		Desmovilización															
		ACTIVIDAD	Matriz de evaluación de impactos Plataforma AIPE Jarara														
			CA	MG	CO	DR	RV	RC	PE	TD	TP	PO	I				
		Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias															
		Desplazamiento															
		Posicionamiento															
		Perforación del Pozo	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-13			
		Manejo de lodos															
		Manejo de cortes															
		Pruebas Producción															
		Manejo de aguas															
Abandono																	
Desmovilización																	

6 ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

6.1 ANALISIS SOBRE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS

A continuación, se hace un análisis de los impactos o afectaciones que pueden generar cada una de las actividades evaluadas en el capítulo anterior, relacionadas con la adecuación de las instalaciones portuarias, movilización y posicionamiento de la unidad de perforación y embarcaciones de apoyo, perforación de pozos, y abandono de los pozos y desmovilización.

6.1.1 Componente Abiótico. Para poder tener una mejor idea sobre la magnitud de los impactos en cada uno de los proyectos en estudio, en la **Tabla 27** se presenta una comparación entre los rangos de importancia obtenido en la evaluación ambiental matricial de cada uno de los elementos del componente abiótico.

Tabla 27 Comparación del medio abiotico entre los proyectos Plataforma Chuchupa-B y el AIPE Jarara (Pozo Orca-1).

		Medio Abiotico							
Elemento Ambiental		AGUAS		ATMOSFÉRICO				SEDIMENTOS	
Impactos Ambientales		Cambios en la calidad del agua		Cambios en la Calidad del Aire		Cambios en los Niveles de Ruido		Alteración de la Calidad de los	
Pre-operativ	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias	-13	-13	-13	-13	-13	-13		
	Desplazamiento de la flota de embarcaciones	-13	-13	-13	-13	-13	-13		
Movilización equip	Posicionamiento de la unidad de perforación	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-22	
	Perforación del Pozo	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13
Perforación del Pozo	Manejo de lodos de perforación	-22	-19			-13	-13	-13	-19
	Manejo de cortes de perforación	-13	-19			-13	-13	-13	-19
	Pruebas Cortas de Producción				-22		-13		
	Manejo de aguas residuales	-22	-19						
	Taponamiento y abandono								
Desmantelamie	Desmovilización de la flota de embarcaciones	-13	-13	-13	-13	-13	-13		-13

■ Plataforma Chuchupa-B ■ AIPE Jarara (Pozo Orca-1)

- **Aguas**

En lo relacionado con la adecuación u operación de las instalaciones portuarias, los impactos que potencialmente que se pueden llegar derivar de la actividad, son considerados irrelevantes teniendo en cuenta que los proyectos no contemplan la descarga o vertimiento al mar de ningún tipo de residuos y que el manejo de los mismos se realiza a través de operadores portuarios debidamente autorizados para ello, cumpliendo con los procedimientos definidos por la Capitanía de Puerto, la instalación portuaria correspondiente y las políticas de cada compañía operadora.

Las actividades de movilización, posicionamiento, perforación del pozo, pruebas cortas, abandono y desmantelamiento, implican la descarga al mar de residuos sólidos de carácter orgánico, residuos líquidos provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales y cortes y lodos de perforación, lo que puede generar un impacto o afectación sobre la calidad las aguas marinas superficiales.

En base a los resultados obtenidos en la evaluación realizada en el capítulo anterior, se observa que las actividades que tienen mayor impacto de carácter negativo sobre la calidad del agua son el manejo de lodos, cortes de perforación y aguas residuales, debido a que tienen una magnitud y cobertura mayores respecto a las demás actividades.

Como ya se ha mencionado, ambos proyectos, la plataforma Chuchupa-B y AIPE Jarara (Pozo Orca-1) realizan vertimientos de lodos y aguas residuales al mar en condiciones permisibles como volúmenes y composición, sin embargo la diferencia en las profundidades de descarga hace que las operaciones de la plataforma Chuchupa-B a profundidades muchos más someras generen un impacto de tipo moderado sobre la calidad del agua en las zonas cercanas, mientras que en la plataforma del pozo Orca-1, donde las profundidades de vertimiento son mucho mayores, gracias a la gran capacidad de asimilación del mar, los impactos generados son calificados como irrelevantes a pesar de que este proyecto vierte mayores volúmenes de residuos líquidos.

- **Sedimentos**

Las operaciones de los proyectos que afectan este componente solo se encuentran en las etapas de movilización, montaje de equipos y en la perforación del pozo.

El posicionamiento de la unidad de perforación genera una alteración en el lecho marino, afectando la calidad de los sedimentos, este efecto es más notable en el caso de la plataforma Chuchupa-B, debido a su característica de plataforma fija

(Jack-Up), utilizada tanto para perforación como para producción, esto hace que el proyecto impacte con mayor magnitud en comparación con la plataforma del pozo Orca-1 cuya unidad perforadora es del tipo flotante (Drill ship).

En cuanto a la etapa de perforación del pozo, durante la primera fase no habrá en ambos proyectos, retorno de cortes y fluidos hacia la unidad de perforación, por lo que los cortes y lodos generados durante esta fase se acumularán en los costados de la BGP (Base Guía de Perforación), directamente sobre el lecho marino, generando un cambio puntual en la configuración de este y en calidad de los sedimentos.

Durante las fases consecutivas, los cortes y lodos de perforación que no puedan ser reutilizados, son dispuestos a una profundidad media de 5 metros desde la superficie, por lo que la acumulación de los mismos alrededor del pozo será muy baja, teniendo en cuenta la profundidad del área y la distancia que deben recorrer las partículas para llegar al fondo del mar.

Teniendo en cuenta las modelaciones de dispersión de cortes y lodos de perforación³⁶, se puede establecer que el depósito de espesores mayores a 1 mm, sólo se produce dentro de un área que no sobrepasa los 0,01 km² y los 74 m de distancia del punto de descarte para el caso de la plataforma del pozo Orca-1. En cuanto a la plataforma Chuchupa-B, el área cubierta por el depósito de los cortes es mucho menor, siendo aproximadamente 315 m² y 10 m de distancia del punto de descarte, por esto se considera que el impacto que puede llegar a ser ocasionado por esta actividad en ambos proyectos es irrelevante, más si se tiene en cuenta el tipo de lodos a utilizar (base agua), la baja toxicidad de los mismos y la temporalidad de las actividades.

³⁶ Petrobras. Modelación de Derrames Accidentales de Hidrocarburos e de los Depósitos de Lodos y Cortes de Perforación para el AIPE/AMI Jarara, Bloque Tayrona, Caribe Colombiano. 2012.

La adecuación y operación de las instalaciones portuarias, no contempla ningún tipo de actividad que pueda generar la afectación del lecho marino.

- **Aire**

Durante las etapas de movilización, perforación y desmantelamiento, se producen algunas emisiones como resultado de la operación de los generadores de energía y otros elementos propios de la unidad de perforación y embarcaciones de apoyo, como estas emisiones no son continuas y no causan un cambio significativo en la calidad del aire, se consideran impactos de tipo irrelevante para ambos proyectos en estudio.

En la fase de pruebas cortas de producción para el AIPE Jarara, las emisiones atmosféricas se pueden presentar por la quema del gas y/o hidrocarburos livianos que, en el caso de un hallazgo, puede fluir hacia la superficie durante el tiempo desarrollo de las pruebas. Estas emisiones pueden generar un impacto negativo, sin embargo, por la temporalidad de las actividades proyectadas y el hecho de que las emisiones se producen en un espacio abierto en costa afuera, la importancia de este impacto es también considerada irrelevante.

En lo relacionado con la adecuación y operación de las Instalaciones portuarias, los impactos que potencialmente se puedan derivar de la actividad son nuevamente considerados irrelevantes, teniendo en cuenta el número de buques que son atendidos en los puertos que podrían servir como base de operaciones y la magnitud de operaciones que de manera rutinaria son realizadas dentro dichas instalaciones, aparte de que todo el manejo, se hace cumpliendo con los procedimientos definidos por la Capitanía de Puerto, la instalación portuaria correspondiente y las políticas de cada compañía operadora.

- **Ruido**

Aparte de los niveles de ruido que pueden ser ocasionados por factores naturales como el viento y/o las olas o el eventual paso de algunas embarcaciones, en el área de influencia directa de los proyectos, no se registran otras fuentes generadoras de ruido. En consecuencia, durante la etapa operativa (movilización y posicionamiento, perforación del pozo, pruebas cortas de producción) y post-operativa (desmantelamiento) del proyecto, se podrá incrementar ligeramente los niveles de ruido en la zona, en especial en el área donde se concentrarán las operaciones (área puntual de perforación de cada uno de los pozos), por efecto de las actividades propuestas. Sin embargo, por la distancia de los proyectos en estudio a la costa y la temporalidad de las actividades proyectadas, el impacto de este ligero incremento sobre el medio natural (ambiente) e incluso para el personal que laborará directamente a bordo de la unidad de perforación y embarcaciones de apoyo, se considera que es irrelevante.

En lo relacionado con la adecuación y operación de las Instalaciones portuarias, los impactos que potencialmente se puedan derivar de la actividad son igualmente considerados irrelevantes teniendo en cuenta la magnitud de operaciones que de manera rutinaria son realizadas dentro dichas instalaciones y el ruido que ocasionan las mismas.

6.1.2 Componente Biótico. Para poder tener una mejor idea sobre la magnitud de los impactos en cada uno de los proyectos en estudio, en la **Tabla 28** se presenta una comparación entre los rangos de importancia obtenido en la evaluación ambiental matricial de cada uno de los elementos presentes en el componente biótico.

Tabla 28 Comparación del medio biótico de la evaluación ambiental entre los proyectos.

		Medio Biotico							
Elemento Ambiental		Plancton		Bentos		Necton		Otras comunidades	
Impactos Ambientales		Cambios en la composición y estructura de comunidades planctónicas		composición y estructura de comunidades		Cambios en el comportamiento de las especies icticas		Cambios en el comportamiento	
Pre-operativ	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias								
	Movilización equip								
	Desplazamiento de la flota de embarcaciones	-13	-13			-13	-13		
	Posicionamiento de la unidad de perforación	-38	-13	-38	-13	-38	-13	-38	-13
Perforación del Pozo	Perforación del Pozo			-22	-13	-22	-13	-22	-13
	Manejo de lodos de perforación	-22	-19	-22	-19	-22	-19	-22	-19
	Manejo de cortes de perforación	-13	-19	-13	-19	-13	-19	-13	-19
	Pruebas Cortas de Producción								-13
	Manejo de aguas residuales	-22	-19			-22	-19		
Desmantelamie	Taponamiento y abandono	-13	-13			-13	-13	-13	-13
	Desmovilización de la flota de embarcaciones	-13	-13	-13	-13	-13	-13		-13

■ Plataforma Chuchupa-B ■ AIPE Jarara (Pozo Orca-1)

- **Plancton (Fitoplancton, Zooplancton e Ictioplancton)**

Como ya se mencionó, las actividades de movilización, posicionamiento, perforación del pozo y desmantelamiento, implican la descarga al mar de residuos sólidos de carácter orgánico, residuos líquidos provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales y cortes y lodos de perforación.

Analizando los resultados de la evaluación matricial se tiene que los impactos negativos más significativos de la plataforma Chuchupa-B sobre las comunidades planctónicas (fitoplancton, zooplancton e ictioplancton) se encuentran en las

operaciones de posicionamiento de la plataforma y el vertimiento de aguas residuales, calificados con una impotencia de nivel moderado mientras que para el caso del AIPE Jarara (Orca-1), estos mismos impactos se consideran de importancia irrelevante.

El principal factor diferenciador en este componente es la zona donde se ubica cada proyecto, teniendo en cuenta que el área de influencia directa de la plataforma Chuchupa-B está a profundidades medias (de 0 a 60 m) donde el ambiente es de mayor concentración de comunidades planctónicas y mucho más vulnerable a las alteraciones en comparación a las zonas encontradas por parte del pozo Orca-1 (300 a 1300 m) donde se encuentra menor cantidad de este tipo de poblaciones.

Respecto a las operaciones de perforación, el principal impacto es durante el vertimiento de lodos (base agua) y cortes de perforados (a 5 m por debajo de la superficie) que por efecto de dispersión disminuye la cantidad de luz en la columna de agua (factor clave para la reproducción de comunidades planctónicas). Por otra parte, gracias a la alta capacidad de asimilación y dispersión del medio marino por efecto de la misma ubicación de los proyectos y las corrientes oceánicas predominantes en el área, el resultado de innumerables estudios ha permitido determinar que los impactos derivados de las labores de perforación costa afuera, sobre este componente, son de segundo orden o no hay evidencias que permitan establecer impactos derivados de este tipo de operaciones³⁷.

- **Bentos (microfauna)**

Los resultados obtenidos de la matriz de evaluación de impactos muestran que las actividades de la plataforma Chuchupa-B y la plataforma de pozo Orca-1 generan cambios negativos en la composición y estructura de las comunidades bentónicas

³⁷ PETROBRAS COLOMBIA LIMITED. Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Interés de Perforación Exploratoria Costa Afuera Jarara, Bloque Tayrona, Caribe Colombiano. 2012.

durante el posicionamiento de la unidad de perforación y mediante el manejo de los cortes y lodos de perforación.

Para las operaciones de la plataforma Chuchupa-B, se tiene un mayor impacto de tipo moderado al momento de la instalación de la unidad perforadora, donde se presenta alteración y/o ahuyentamiento de la mayor cantidad de especies bentónicas que se encuentran sobre el lecho marino dentro del área de influencia directa justo debajo de la plataforma. En contraste, la plataforma de perforación del pozo Orca-1, al ser del tipo flotante (Drill Ship) su impacto durante la instalación es de magnitud mucho menor, calificando su importancia como irrelevante.

Los impactos que pueden llegar a ser generados por la descarga de lodos y cortes de perforación dependen entre otros factores, por las características del fondo y materiales taladrados, la profundidad del área de perforación y la velocidad de las corrientes. operaciones.

Los resultados de las modelaciones de dispersión de cortes y lodos de perforación en el AIPE/AMI Jarara por parte de Petrobras, mostraron espesores máximos en el fondo del mar con mismo orden de magnitud, que oscilaron entre 8,6 mm y 10,1 mm y que corresponden a los descartes de la Fase I, que ocurre directamente en el fondo del mar, donde la dispersión de las partículas es menor. En todos los puntos modelados, el depósito de espesores mayores a 1 mm se produjo dentro de un área que no sobrepasó los 0,01 km² y 74 m de distancia del punto de descarte.

Para el caso de la plataforma Chuchupa-B, si bien el área de dispersión de cortes y lodos de perforación es inferior, el grado y área de afectación de las comunidades bentónicas es más grande en comparación debido principalmente a la mayor biodiversidad y cantidad de especies en la zona, esta alteración alcanza un área de 0,13 km² aproximadamente alrededor de la plataforma.

Teniendo en cuenta lo anterior, así como el hecho de que estudios como el de Henrik et al . (2006), muestran un límite de 6,5 mm para el PNEC (Predicted No

Effect Concentration or Predicted No Effect Change) o enterramiento de organismos en operaciones de descarte de cortes y lodos de perforación, el impacto que podría llegar a ser generado por el proyecto, como resultado del enterramiento y/o asfixia de organismos bentónicos, sería puntual, temporal, reversible a muy corto plazo e irrelevante, máxime si se tiene en cuenta, el tipo de ecosistema existente en el área de interés (fondos blandos), la baja toxicidad de lodos a utilizar (base agua), la temporalidad de las actividades y la rápida recolonización natural de las áreas afectadas por los descartes, por parte de especies oportunistas.

Cabe mencionar que la posibilidad de afectación de los organismos bentónicos por efecto de la descarga superficial de aguas residuales domésticas y residuos orgánicos es aún baja, teniendo en cuenta el hecho de este tipo de residuos terminarían siendo asimilados como nutrientes tanto por los organismos planctónicos, como por los bentónicos, esto último en el evento que lleguen al fondo.

- **Necton**

Durante el tiempo de desarrollo del proyecto, la presencia de la unidad de perforación y la descarga de aguas residuales y residuos sólidos de naturaleza orgánica puede generar algunos cambios en el comportamiento de las comunidades ícticas (peces) propias de la zona, al ser atraídas por la protección, sombra y/o disponibilidad de alimento.

Para el caso del AIPE Jarara (Pozo Orca-1), teniendo en cuenta que la presencia de especies en el área de interés es muy baja, debido a la naturaleza propia de las aguas oceánicas en esta zona del país, así como la temporalidad de las actividades exploratorias proyectadas, el impacto que puede ser ocasionado sobre esta comunidad es muy bajo, de cobertura local, de importancia irrelevante y reversible de forma inmediata a la desmovilización la unidad.

En cuanto a la plataforma Chuchupa-B, se obtuvo impactos de importancia moderada en las operaciones de instalación de la plataforma y en el manejo de

aguas residuales. Estos impactos son de mayor magnitud debido a que el área de influencia directa e indirecta se conforma de zonas pobladas en su totalidad del mayor número de especies que conforman la fauna marino-costera de La Guajira. Además, al ser la unidad perforadora del tipo fija (Jack-u) la duración de los efectos es mayor, con recuperación a mediano plazo y periodicidad discontinua. Cabe destacar que, con el paso de los años, la aparición de arrecifes artificiales eliminará parcial o totalmente este impacto negativo.

- **Otras comunidades (mamíferos, tortugas y aves)**

El posicionamiento de estructuras en altamar junto con las actividades que se desarrollan en las etapas de operación y post-operación del proyecto, eventualmente pueden llegar a generar un cambio temporal en el comportamiento de otras comunidades marinas que puedan habitar y/o desplazarse por la zona de interés, como mamíferos, tortugas y aves.

El ligero incremento de los niveles de ruido y tráfico de embarcaciones, en los sitios puntuales de ubicación de los pozos, donde se concentran las operaciones, puede generar en algunos casos un ahuyentamiento de algunas especies sensibles a ruidos de origen antrópico, cambiando su dirección de movilización o la atracción de otras hacia el área de operaciones, por simple curiosidad o por una oferta inusual de alimentos y de un sitio de protección y/o descanso.

Analizando los resultados de la evaluación matricial de impactos ambientales Para el AIPE Jarara (Orca-1), y teniendo en cuenta la temporalidad de las actividades exploratorias proyectadas, se considera que el impacto que podría ser ocasionado sobre las conductas migratorias de las comunidades mencionadas, es muy bajo, puntual, irrelevante y reversible de manera inmediata a la desmovilización la unidad.

La plataforma Chuchupa-B presenta impactos negativos de importancia moderada en las operaciones de posicionamiento de la unidad y embarcaciones, sin embargo,

en cuanto al manejo de lodos y cortes de perforación, presenta un impacto de carácter irrelevante, pero de cobertura local en la etapa de perforación.

6.1.3 Componente socioeconómico y cultural. Para poder tener una mejor idea sobre la magnitud de los impactos en cada uno de los proyectos en estudio, en la **Tabla 29** se presenta una comparación entre los rangos de importancia obtenido en la evaluación ambiental matricial de cada uno de los elementos presentes en el componente socioeconómico y cultural.

Tabla 29 Comparación socioeconómica de la evaluación ambiental entre los proyectos.

Medio socioeconómico y cultural					
Elemento Ambiental		Población		Patrimonio arqueológico	
Impactos Ambientales		Generación de expectativas		Alteración o pérdida de vestigios arqueológicos	
Pre-operativ	Adecuación y operación de Instalaciones Portuarias				
	Movilización equip				
Desplazamiento de la flota de embarcaciones	Desplazamiento de la flota de embarcaciones	-13	-13		
	Posicionamiento de la unidad de perforación	-13	-13		
Perforación del Pozo	Perforación del Pozo	-13	-13	-13	-13
	Manejo de lodos de perforación	-13	-13		
	Manejo de cortes de perforación	-13	-13		
	Pruebas Cortas de Producción		-13		
	Manejo de aguas residuales	-13	-13		
Desmantelamie	Taponamiento y abandono	-13	-13		
	Desmovilización de la flota de embarcaciones	-13	-13		

■ Plataforma Chuchupa-B ■ AIPE Jarara (Pozo Orca-1)

- **Autoridades**

Se considera que las actividades de los proyectos de perforación de la plataforma de Chuchupa-B y el AIPE Jarara no generan ningún tipo de expectativa a nivel regional o local, puesto que la perforación de los pozos se lleva a cabo a más de 8 y 12 km respectivamente del punto más cercano a la costa, siendo imperceptible para las poblaciones asentadas en la región.

Se contempla a partir de expectativas que se pueden generar en las autoridades marítimas y/o departamentales en cuanto al desarrollo del proyecto y obtención de permisos, como también la comunicación y socialización de los planes de contingencia, que se generan principalmente en la etapa de acercamiento y relacionamientos con estos grupos de interés. Estas expectativas se encuentran relacionadas generalmente con inquietudes frente a las actividades del Proyecto, desde el punto de vista técnico, ambiental y socioeconómico.

Las actividades identificadas con este tipo de impacto son comunes en ambos proyectos y se presenta en la mayoría de estas, siendo las operaciones de posicionamiento de la unidad de perforación y demás embarcaciones las que tienen mayor magnitud.

- **Patrimonio arqueológico**

La probabilidad de afectación de patrimonio arqueológico es muy baja o poco probable, dado el muy bajo potencial arqueológico de toda el área que conforma el bloque Guajira y el AIPE Jarara, debido a que no se registran evidencias en los documentos históricos sobre datos de posibles hallazgos de embarcaciones que se hubiesen hundido en épocas antiguas y que los conviertan en patrimonio cultural ³⁸. Sin embargo, existe una probabilidad de ocurrencia mínima y por tanto este impacto

³⁸ Petrobras. Diagnóstico, Zonificación y Plan de Manejo Arqueológico Preliminar del AIPE Jarara – Bloque Tayrona. 2012

de debe tratarse en un plan de manejo arqueológico que debe ser aprobado por ICANH.

6.2 MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

El objetivo principal de las medidas de manejo ambiental es formular una serie de programas que puedan servir como mecanismo de prevención, protección, control y/o mitigación de los posibles impactos que podrían llegar a afectar de algún modo el medio ambiente marino y los recursos asociados al mismo. En este trabajo de investigación, propondremos medidas de manejo ambiental a las principales actividades relacionadas a la perforación de un pozo costa afuera que puedan afectar el medio abiótico y biótico circundante a los proyectos de la plataforma Chuchupa-B y del AIPE Jarara (orca-1).

6.2.1 Gestión socio-ambiental³⁹

- **Actividad de pesca artesanal**

Se debe Mantener informados a los representantes de la Gobernación del Departamento de la Guajira, las Capitanías de Puerto de Santa Marta, Riohacha y Puerto Bolívar y a los representantes de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP, sobre las actividades proyectadas de perforación, de tal forma que se encuentren plenamente enterados de las actividades que serán desarrolladas por la Empresa, la fecha prevista de inicio y finalización de las mismas y la forma en que pueden colaborar, para evitar la generación de expectativas y/o situaciones que puedan poner en riesgo las operaciones.

En caso de alguna reclamación por parte de las comunidades pesqueras localizadas en la zona costera, se debe manejar a través de la Capitanía de Puerto con jurisdicción en el área, con el fin de garantizar la transparencia del proceso y un

³⁹ Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA. Por el cual se otorga una licencia ambiental y se toman otras determinaciones. Resolución 0449 del 2013.

soporte legal adecuado, ante una eventual solicitud de indemnización por daños y/o perjuicios. Que no se encuentren debidamente justificados y probados.

- **Patrimonio arqueológico**

Con el objetivo de proteger y prevenir la alteración y/o destrucción al patrimonio arqueológico sumergido de la Nación, que pueda llegar a existir en las áreas involucradas en los proyectos, en el caso remoto de un hallazgo durante las actividades relacionadas con la perforación de los pozos proyectados, se debe realizar dentro del radio de operación del ROV de la unidad, una vez posicionada la plataforma y antes del inicio propiamente dicho de las actividades de perforación de cada uno de los pozos proyectados, una inspección del lecho marino, específicamente en el sitio de ubicación del pozo, esto con el fin de verificar la presencia de fondos blandos en dicha área y la inexistencia de evidencias físicas que puedan indicar la posibilidad de afectación de bienes del patrimonio arqueológico sumergido, dejando registros fílmicos.

En caso de sospecha de un hallazgo, se debe informar de manera inmediata el hecho al personal a cargo responsable de las operaciones del proyecto y se debe suspender de manera temporal la actividad que se esté desarrollando, mientras que se produce la evaluación del caso por parte de un antropólogo o arqueólogo experto en labores submarinas, debidamente autorizado para ello. Dependiendo del concepto del arqueólogo, se podrá dar continuidad al proyecto o si es del caso, se planeará y efectuará el rescate correspondiente.

6.2.2 Manejo de operaciones marinas

- **Posicionamiento e instalación de embarcaciones⁴⁰**

Previamente al inicio de las actividades de perforación de cada uno de los pozos exploratorios proyectados, se debe tramitar ante la DIMAR el permiso requerido

⁴⁰ Petrobras. Estudio de impacto ambiental del Área de Interés Exploratorio AIPE Jarara. 2012

para el desarrollo del trabajo y el ingreso a aguas jurisdiccionales colombianas de la unidad de perforación y embarcaciones de apoyo de bandera extranjera, que participarán en las mismas. De acuerdo con la Normatividad Marítima Nacional e Internacional, dentro del proceso de trámite del permiso mencionado, se presentarán a la DIMAR todos los certificados de navegabilidad y seguridad tanto de la unidad de perforación, como de las embarcaciones de apoyo, entre ellos el Certificado internacional de Prevención de la Contaminación Marina (de acuerdo con el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por Buques – MARPOL 73/78) y el Certificado de Dotación Mínima de Seguridad Marina (de acuerdo con el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar – SOLAS/74).

En caso de ocurrencia de un accidente naviero y/o en el evento que se detecte algún tipo de situación que pueda poner en riesgo las operaciones, como el ingreso de pescadores o embarcaciones no autorizadas a la zona de seguridad de los pozos que fije la DIMAR en sus permisos, se debe informar el hecho de forma inmediata a la Capitanía de Puerto con jurisdicción en el área para que adelante las investigaciones del caso y/o genere las alertas con las restricciones a la navegación que se consideren necesarias.

En cuanto a las operaciones en la unidad de perforación, diariamente y como medida preventiva, se deben revisar los boletines meteo-marinos emitidos por el CIOH/DIMAR u otras entidades especializadas en el tema, con el fin de evaluar, con base en los pronósticos, la ocurrencia de cualquier cambio en el estado del tiempo y/o condiciones del mar que pueda llegar a restringir las operaciones o conducir a la suspensión temporal de las mismas, por razones de seguridad, hasta que éstas mejoren.

En el evento que por cambios en el estado del tiempo y/o condiciones del mar, deba desmovilizarse temporalmente la unidad de perforación, se debe informar este hecho de manera inmediata a las Capitanías de Puerto con jurisdicción en el área y

coordinar con dichas entidades el lugar al que ésta puede dirigirse, para resguardarse.

Lo mencionado anteriormente, se debe realizar con el objetivo de prevenir los impactos que, sobre el medio ambiente marino y/o infraestructura de servicios existentes, puedan llegar a ocasionar las labores de posicionamiento de la unidad de perforación y la movilización de las embarcaciones de apoyo que operan entre las instalaciones portuarias y el sitio de perforación de cada uno de los pozos.

- **Perforación de los pozos** ⁴¹

Para garantizar que las actividades de perforación de los pozos se realicen de una forma segura, una vez posicionada la plataforma y de forma previa al inicio de las actividades de perforación propiamente dichas, de cada uno de los pozos proyectados, se debe realizar dentro del radio de operación del ROV de la unidad, una inspección del lecho marino, específicamente en el sitio de ubicación del pozo, con el fin de verificar la presencia de fondos blandos en dicha área y el estado general de los mismos, dejando registros fílmicos. Esta inspección se tendría que repetir al finalizar las actividades de perforación y abandono temporal o definitivo de cada uno de los pozos, de manera tal que los registros fílmicos puedan ayudar a determinar el área real de afectación, por efecto de la disposición de los cortes y lodos de perforación.

Durante el tiempo que duren las actividades de perforación, se deben monitorear, diariamente y en tiempo real, las condiciones meteoceanográficas del área, con la ayuda de los equipos de medición instalados en la unidad (sistemas ADCP para medición de corrientes, vientos, oleaje, flotabilidad y desplazamiento vertical) y los boletines o pronósticos suministrados por diferentes entes y fuentes especializadas.

⁴¹ SHELL EXPLORATION AND PRODUCTION COLOMBIA GMBH (SEPC). Estudio de Impacto Ambiental del Área de Perforación Exploratoria del Bloque Sin Off-7. 2017

Para garantizar el control de los pozos y la seguridad de las operaciones, el pozo cuenta en la cabeza de los mismos, un equipo de válvulas preventoras BOP (Blow Out Preventer), las cuales son capaces de efectuar el cierre de la columna y del hueco, en caso de un influjo de fluidos de formación o una patada del pozo. De manera adicional, los cabezales de pozo cuentan con un sistema de desconexión conocido como Lower Marine Riser Package (LMRP) compuesto por una válvula anular, capaz de sellar y cortar la tubería y proveer un punto de desconexión por encima del conjunto de preventoras. Es de resaltar que esta operación toma un tiempo inferior a 5 minutos y que durante este proceso sólo se produce la descarga del volumen de lodo (base agua en este caso) que puede estar almacenado en el momento en el Riser.

En el caso de ocurrencia de una condición climática insegura o un problema operacional que pueda llegar a poner en riesgo el personal, los equipos y/o el medio ambiente, se tiene que interrumpir de forma inmediata las actividades que se estén desarrollando en el momento y tomar las medidas para minimizar y/o controlar los riesgos, entre las cuales deben estar la activación del Plan de Contingencia del pozo y del Plan de Respuesta Emergencias Colombia (PREC).

- **Pruebas de producción y otras actividades complementarias**

Con el propósito de prevenir la ocurrencia de incidentes por derrames de hidrocarburos durante las actividades de completamiento y pruebas de producción de los pozos proyectados, se debe verificar la adecuada instalación de todos los equipos de prueba requeridos para el manejo de fluidos. Dependiendo de los volúmenes de gas y/o crudo esperados. Además, se debe verificar el estado físico y limpieza de todas aquellas estructuras que, en el evento de una contingencia, puedan servir para su control.

Como mecanismo de seguridad, durante todo el tiempo de realización de las pruebas se tiene que mantener en inmediaciones de la unidad de perforación al

menos una de las embarcaciones de apoyo debidamente equipada para atender una emergencia Nivel I, de acuerdo con la normatividad de MARPOL 73/78.

En caso de un hallazgo, se realiza la quema de la totalidad del crudo y/o gas producido durante las pruebas cortas de producción de cada uno de los pozos exploratorios proyectados, llevando un control de los volúmenes quemados.

En el evento de ocurrencia de cualquier derrame que pueda llegar a afectar el medio marino, se debe reportar el hecho de manera inmediata a la Capitanía de Puerto con jurisdicción en el área y se tomarán las medidas que se consideren del caso para minimizar y/o controlar los riesgos. El reporte a otras entidades que deban conocer el hecho se realizará en los casos y forma establecida en el Decreto 321 de 1999.

6.2.3 Manejo de residuos en altamar

- **Manejo de residuos solidos** ⁴²

Con la finalidad de garantizar el adecuado manejo y disposición final de los residuos sólidos que se generan en la unidad de perforación y embarcaciones de apoyo que se utilicen, durante el tiempo de desarrollo de las actividades de los proyectos en estudio, se debe realizar el respectivo manejo de residuos sólidos de acuerdo con las normas que lo regulan, entre ellas el Decreto 4741/2005.

En términos generales, los residuos sólidos convencionales y especiales, que se generan en altamar, durante las actividades de perforación de los pozos, bien sea a bordo de las Unidades de Perforación o embarcaciones de apoyo, son clasificados en forma selectiva (domésticos, industriales y biológicos), además de llevar registros de control que permitan determinar volúmenes de residuos sólidos generados, y trasladados posteriormente a las instalaciones portuarias en tierra, donde serán

⁴² AYOROA, Maria Laura.; GOMEZ, Marianela & IRURUETA, Magdalena. Gestion ambiental en operaciones de perforación de pozos exploratorios offshore. Octubre 2011.

entregados a operadores portuarios, debidamente acreditados y autorizados para su manejo, tratamiento y disposición final.

Manejo de Residuos Sólidos Domésticos

Los residuos sólidos domésticos provenientes de oficinas, dormitorios y casinos, representados en su mayor parte por desechos orgánicos, cartón, plástico, vidrio, papel y textiles, están clasificados y separados en tres (3) grupos como: orgánicos, reciclables e incinerables.

Para la recolección de los residuos se debe disponer en los sitios de generación, de recipientes (bolsas, canecas, canastas, otros), debidamente identificados o codificados de acuerdo con el tipo o grupo de residuos, con el fin de facilitar su proceso de clasificación, separación y almacenamiento temporal.

En el caso del AIPE Jarara, donde los pozos exploratorios estén localizados a más de 12 millas náuticas de la costa, los residuos de alimentos (residuos orgánicos) que se generen a bordo de la plataforma de perforación y embarcaciones de apoyo, podrán ser pasados a través de un triturador de residuos alimenticios hasta alcanzar un tamaño no superior a los 25 mm, y posteriormente descargados en el mar, de acuerdo con lo permitido en el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques - MARPOL 73/78.

Para el caso de la plataforma de Chuchupa-B, puesto que está localizada a menos de 12 millas náuticas de la costa, los residuos orgánicos son almacenados de manera temporal y posteriormente trasladados a tierra para ser entregados a un operador portuario autorizado para su recepción, manejo, tratamiento y disposición final.

Manejo de residuos sólidos industriales

Los residuos sólidos industriales, representados por empaques de productos químicos, filtros de aire o aceite, baterías, chatarra, canecas y otros desechos

convencionales y/o especiales, que se generan durante el desarrollo de las distintas actividades de los proyectos en estudio, se clasificarán en tres (3) grupos: reciclables, incinerables y especiales.

Al igual que en el caso de los residuos domésticos para el almacenamiento de los residuos se debe disponer, en los sitios de generación, de recipientes (bolsas, canecas, canastas, tanques, otros), debidamente identificados o codificados de acuerdo con el tipo o grupo de residuos, con el fin de facilitar su proceso de clasificación, separación y almacenamiento temporal.

Los residuos sólidos que puedan contener restos de aceites usados, como filtros, son escurridos en recipientes especiales, previamente a su compactación y almacenamiento.

Los residuos industriales, previamente clasificados, compactados y empacados son transportados por las embarcaciones de apoyo hasta las instalaciones portuarias en tierra y entregados a operadores autorizados para su recepción, manejo, tratamiento y disposición final.

- **Manejo de residuos líquidos**

Para garantizar la calidad físico-química y el adecuado manejo y disposición final de los residuos líquidos que se generen en la unidad de perforación y embarcaciones de apoyo, durante el tiempo de desarrollo de las actividades relacionadas con la perforación de los pozos, de igual forma que en el caso de los residuos sólidos, la gestión y manejo integral de aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales (aguas de perforación del pozo y aguas aceitosas generadas por el lavado y/o enfriamiento de equipos), se realiza de acuerdo con normas que regulan la materia, entre ellas MARPOL 73/78.

Manejo de aguas residuales domesticas ⁴³

Se debe asegurar que la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTARD) de la unidad de perforación cumpliendo con lo establecido en el artículo 72 del Decreto 1594 de 1984 y cuente con la capacidad requerida para atender la población fija y flotante proyectada en los momentos de máxima ocupación, con un rango de seguridad.

Mensualmente, durante el tiempo de perforación de los pozos proyectados, se debe monitorear la calidad de las aguas residuales domésticas, a la entrada y salida del sistema de tratamiento de las unidades de perforación, para lo cual se evalúan los siguientes parámetros o en su defecto aquellos que sean establecidos para tal efecto por la ANLA:

Tabla 30. Parámetros a Monitorear PTARD Plataforma de Perforación

pH	Sólidos Suspendedos Totales
Temperatura	Tensoactivos
Grasas y Aceites	Cloro Residual

Fuente: MARPOL 73/78

Manejo de aguas residuales industriales⁴⁴

Las aguas residuales industriales que se generen como resultado de las actividades de perforación de los pozos, con un contenido de hidrocarburos menor a 15 ppm pueden descargadas en mar.

Las aguas que se generan como producto del lavado de equipos y/o escorrentías provenientes de áreas donde las mismas pueden llegar a contaminarse con aceites

⁴³ Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA. Por el cual se otorga una licencia ambiental y se toman otras determinaciones. Resolución 0449 del 2013.

⁴⁴ Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA. Por el cual se otorga una licencia ambiental y se toman otras determinaciones. Resolución 0449 del 2013.

y/o grasas, son direccionadas hacia el sistema de separación de aguas aceitosas de la Unidad.

Lo anterior dando cumplimiento a las regulaciones de MARPOL 73/78 en relación con la descarga de aguas al mar. Además, mensualmente durante el tiempo de operación de la unidad de perforación, se debe monitorear la calidad de las aguas residuales industriales con los parámetros presentes en la **tabla 29**.

Tabla 31. Parámetros a Monitorear PTARI Plataforma de Perforación

Parámetro	Unidad	Norma de vertimiento
Temperatura	°C	± 1 de la temperatura del agua marina
Hidrocarburos disueltos y dispersos	ppm	<15
PH	Unidad de ph	6,5 – 8,5
Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Cromo (Cr), Zinc (Zn)	mg/l	0,01
Bario (Ba), Cobre (Cu)	Mg/l	0,1

Fuente: MARPOL 73/78

Manejo de residuos líquidos aceitosos y/o especiales ⁴⁵

Todos los aceites usados, así como las aguas residuales con contenidos de hidrocarburos superiores a 15 ppm y otros residuos líquidos especiales que puedan generarse durante las actividades de perforación de los pozos exploratorios proyectados, como aguas de sentinas, residuos de pintura, solventes u otros productos similares, deben ser almacenados temporalmente en canecas o tanques acondicionados para ello y transportados por los buques de apoyo, hasta las instalaciones portuarias en tierra, donde se entregarán a operadores autorizados para su manejo, tratamiento y disposición final, llevando los registros del caso que permitan determinar los volúmenes generados y la disposición final dada a los mismos por los operadores portuarios, responsables de su manejo en tierra.

⁴⁵ Petrobras. Estudio de impacto ambiental del Área de Interés Exploratorio AIPE Jarara. 2012

- **Manejo de lodos y cortes de perforación** ⁴⁶

Para garantizar el adecuado manejo, tratamiento y disposición de los lodos y cortes, que se generen durante las actividades de perforación de los pozos,

Tanto el proyecto de perforación de los pozos de la plataforma de Chuchupa-B como el AIPE Jarara (pozo Orca-1), se realizó con lodos base agua, constituidos básicamente por una mezcla de agua, con algunas arcillas de origen natural y otros aditivos. Una vez el lodo junto con los cortes de perforación procedentes del pozo, pasan a través del sistema de control de sólidos para permitir la recirculación y la reutilización de los lodos, si sus características lo permiten, o la conducción de cortes y lodos que no puedan ser reutilizados al punto de descarga en el mar.

Para minimizar la dispersión de los sedimentos originados por la descarga de los cortes de perforación y lodos que no puedan ser reutilizados, la disposición de estos se realiza por debajo de la superficie del mar, entre los 3 y 6 m de profundidad, a través de una tubería especialmente diseñada para ello.

Como medida preventiva y para garantizar que la Barita y la Bentonita que se utilice en la perforación de los pozos exploratorios proyectados, no contenga Cadmio, Mercurio y/o Cromo en concentraciones superiores a las establecidas en la Tabla 6.3, se debe exigir contractualmente a los proveedores, la realización de una prueba de lixiviación para características de toxicidad, conocida también como prueba TCLP, previamente al suministro y empleo de los lotes de estos productos. En el evento que los resultados de la prueba de TCLP indiquen que el contenido de Cd, Hg y/o Cr en el lixiviado, supera las concentraciones mencionadas, se tiene que rechazar la totalidad del lote y se reemplazará por un nuevo lote que cumpla con los requerimientos.

⁴⁶ Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques - MARPOL 73/78

Tabla 32. Concentración máxima de cadmio, cromo y mercurio para lodos

Elemento	Concentración Máxima (mg/lit)
Cadmio (Cd)	1,0
Cromo (Cr)	5,0
Mercurio (Hg)	0,2

Fuente: Resolución No. 4741/30.12.05

Como mecanismo de control, durante la etapa de perforación de los pozos, se realiza un análisis granulométrico de los cortes de perforación que estén siendo generados y se lleva un registro del volumen de cortes y lodos descargados, así como de la tasa y profundidad de salida o descarga de los mismos.

En caso de un influjo de hidrocarburos, previamente a la disposición de los cortes y/o lodos excedentes de perforación, se debe realizar la prueba de radiancia estática o iridiscencia (Prueba de Sheen Test). Si la prueba resulta positiva, se efectuará una prueba de retorta (Ref. Federal Register / Rules and Regulations – January 22, 2001), para evaluar la cantidad de hidrocarburos presentes en el fluido. En el evento que la concentración de hidrocarburos sea superior al 1%, no se permitirá la descarga de los cortes provenientes de este fluido o lodos excedentes.

6.2.4 Manejo de emisiones ruido⁴⁷. Se debe exigir al personal del proyecto, el uso de protectores auditivos en los cuartos de máquinas u otras áreas de la unidad de perforación y/o embarcaciones de apoyo, donde los niveles de ruido puedan superar los niveles normales, con el fin de evitar y minimizar los efectos dañinos sobre la salud y/o el bienestar de estos durante el desarrollo de las actividades relacionadas con la perforación de los pozos.

6.2.5 Manejo de combustibles y químicos en altamar⁴⁸. En el caso de ocurrencia de un derrame de combustibles u otro tipo de emergencia que pueda llegar a afectar el medio marino, se debe interrumpir de forma inmediata la operación de transferencia, se tomarán las medidas que se consideren del caso para minimizar y/o controlar los riesgos, se reportará el hecho a la Capitanía de Puerto con jurisdicción en el área y se activará el Plan de Contingencia del pozo. El representante de la compañía operadora a bordo de la unidad de perforación, será el responsable de informar la ocurrencia del evento al Coordinador del Plan de Respuesta a Emergencias Colombia (PREC), quien activará la estructura organizacional, dependiendo del nivel de la emergencia y el desenvolvimiento de las acciones de control (Tabla 6.).

Tabla 33. Nivel de Emergencia

Nivel	Capacidad de Respuesta
1	El derrame puede ser atendido con recursos propios de las embarcaciones que participan en el proyecto.
2	Para la atención del derrame, se requiere de recursos adicionales que pueden ser suministrados por entidades o grupos de apoyo externos.
3	La atención del derrame requiere de la activación del Plan Nacional de Contingencias.

Fuente: Decreto 321 de 1999

⁴⁷ Petrobras. Estudio de impacto ambiental del Área de Interés Exploratorio AIPE Jarara. 2012

⁴⁸ Ministerio del Interior. Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas. Decreto 321 de 1991.

En caso de tratarse de un derrame de estos residuos el plan de contingencia debe seguir los lineamientos del Decreto 321 de 1999 por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas Marinas, Fluviales y Lacustres o aquel que lo modifique o sustituya y para otros tipos de contingencias el plan deberá estar articulado con el plan local de emergencias del municipio.

6.2.6 Manejo actividades post-operativas⁴⁹

- **Abandono, desmovilización y finalización de actividades**

Una vez que se lleve a cabo la perforación de cada uno de los pozos proyectados, se debe definir con base en los resultados de perforación, si se realiza el abandono de forma temporal o permanente. Un abandono temporal permitirá en el futuro el completamiento del pozo y la realización de pruebas de producción del caso, mientras que un abandono permanente significará el abandono total del pozo sin intenciones de retorno al mismo.

De manera general, el procedimiento de abandono implica la colocación de tapones temporales o permanentes en cada una de las zonas que contengan fluidos (aceite, gas o agua); el retiro del conjunto de preventoras (BOPs) y del riser (tubería que conecta la plataforma con el pozo), dejando en el fondo del mar sólo aquellos elementos que puedan requerirse en el futuro para la producción del mismo (en el evento que resulte productor); el levantamiento de anclas (si es del caso) y la desmovilización de la unidad de perforación.

Previamente a la desmovilización de las unidades de perforación, se debe informar el hecho a la Capitanía de Puerto jurisdicción en el área, para que se emitan las alertas del caso y se autorice el zarpe tanto de la unidad, como de las embarcaciones de apoyo.

⁴⁹ Petrobras. Estudio de impacto ambiental del Área de Interés Exploratorio AIPE Jarara. 2012

7 CONCLUSIONES

- Las operaciones asociadas a la perforación de pozos costa afuera, no difieren mucho a las operaciones de perforación en tierra, salvo que se requiere un tubo conductor (Riser) capaz de unir el cabezal de pozo en el fondo marino con la unidad de perforación. En cuanto, a los equipos utilizados para la perforación y control de lodos y cortes de perforación son prácticamente los mismos.
- La zonificación ambiental realizada arrojó que el área de influencia directa de ambos proyectos presenta baja sensibilidad ambiental en los componentes físico y biótico. Esto debido a las condiciones ambientales homogéneas del fondo marino en donde se encuentran los proyectos y a la inexistencia de áreas legalmente protegidas, sitios prioritarios de conservación (SPC) o áreas significativas para la biodiversidad (ASB).
- Desde el punto de vista ambiental el volumen de agua captada por los proyectos y el impacto que dicha actividad pueda generar en el ambiente se considera irrelevante dado la capacidad de asimilación del mar en el área de los proyectos debido a su ubicación (más de 8km de la costa) y a la dinámica espacial de las comunidades del medio biótico característicos de la zona.
- Las mayores afectaciones ambientales se encontraron durante la etapa de posicionamiento de la plataforma Chuchupa-B y el vertimiento de aguas residuales, generando impactos de carácter moderado sobre las comunidades bióticas, el factor diferenciador sobre el proyecto AIPE Jarara (pozo Orca-1) es la ubicación en una zona de mayor diversidad de especies marinas. Sin embargo, este impacto con el tiempo podrá desaparecer totalmente y cambiar a un carácter positivo, como se observa en lo ocurrido con la plataforma Chuchupa-A y la aparición de arrecifes artificiales.

- Durante la primera fase de perforación de ambos proyectos, no hay retorno de cortes y fluidos de perforación hacia la unidad de perforación, por lo que estos se acumularan en los costados de la BGP (Base Guía de Perforación) directamente en el lecho marino, generando algunos cambios puntuales en la calidad de los sedimentos. Sin embargo, debido al tipo de lodos (base agua), la baja toxicidad de estos y la temporalidad de las actividades, se considera que el impacto que pueda llegar a ser ocasionado por esta actividad es irrelevante.
- Los impactos ambientales de carácter negativo generados por las operaciones de perforación costa afuera en las plataformas Chuchupa-B y AIPE Jarara (Orca-1) son de importancia irrelevante en su mayoría debido principalmente al manejo integral de residuos bajo condiciones permisibles.
- En materia legal, las políticas de normatividad para la protección del medio ambiente en Colombia en los últimos 20 años han tenido un avance importante gracias a las medidas de manejo ambiental sobre los impactos que generan las actividades asociadas a la exploración y explotación de hidrocarburos.
- La metodología de evaluación de impactos ambientales utilizada en el presente libro es una herramienta que permite tener un primer criterio a la hora de proponer una priorización sobre las acciones de manejo ambiental para cada actividad y sobre cada componente.

8 RECOMENDACIONES

- Complementar la evaluación de impactos ambientales sobre los componentes socioeconómicos recopilando información primaria de encuestas a pescadores de la zona, testimonios y demás fuentes diferentes a los estudios hechos por las autoridades mencionadas en el presente trabajo.
- Hacer un análisis de impactos ambientales sobre las demás operaciones involucradas en plataformas costa afuera donde se realizaron estos proyectos, tales como, sísmica, producción, tratamiento y transporte de hidrocarburos, etc.
- Utilizar las medidas de manejo ambiental presentadas en este trabajo de investigación como base para crear una guía de PMA (Plan de Manejo Ambiental) para los proyectos de perforación en plataformas costa afuera.
- Crear un Sistema de caracterización de impactos por criterios y/o componentes (screening) más elaborado que pueda facilitar la identificación y discriminación de los impactos ambientales de un proyecto de perforación costa afuera.
- Aplicar el mismo análisis de impactos ambientales a un proyecto de perforación tradicional en tierra para identificar los principales componentes ambientales que son comunes y su diferencia en el grado de las afectaciones generadas sobre estos en dos proyectos de distinto tipo.
- Realizar un seguimiento y monitoreo a las actividades en proyectos costa afuera, de tal manera de velar por el cumplimiento del plan de manejo ambiental presentado por las compañías para la obtención de la licencia ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía Municipal de Manaure La Guajira. Plan de Ordenamiento Territorial Manaure, La Guajira 2002-2009.

Alfredo Matiz, Francisco J. Reyes, PROSPECCIÓN PESQUERA DE RECURSOS DEMERSALES EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE MANAURE (LA GUAJIRA-CARIBE COLOMBIANO), Facultad de Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2005.

Anadarko. EIA del proyecto Área de Perforación Exploratoria del Bloque SIN OFF-7- SHELL EXPLORATION AND PRODUCTION COLOMBIA GMBH (SEPC) SUCURSAL COLOMBIA -2017.

AYOROA, Maria Laura.; GOMEZ, Marianela & IRURUETA, Magdalena. Gestión ambiental en operaciones de perforación de pozos exploratorios offshore. Octubre 2011.

BAKER, Ron. A primer of offshore operations. Third edition, 1998. Austin, Texas. ISBN 0-88698-178-6.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de Colombia - CIOH, Plataformas Gasíferas, Manaure, La Guajira.

Dirección general marítima - DIMAR. Geografía submarina del caribe, Dirección General Marítima, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe, Ed, DIMAR, 2008.

ECOPETROL – VEP. Guía Metodológica para la Zonificación Ambiental de Áreas de Interés Exploratorio, 2003 y su actualización versión 2012.

EQUION ENERGIA LIMITED. Plan de Manejo Ambiental para el pozo exploratorio Mapalé 1 en el bloque RC5 en el Caribe colombiano. 2012

FRANCO Z, Javier. Actividades costa afuera (offshore): Perspectiva desde el derecho marítimo colombiano. Bogota, Colombia. [En línea]. Fecha de consulta 15 de octubre de 2017. Disponible en < <http://iidmaritimo.org/instituto/wp-content/uploads/2014/06/11-JAVIER-FRANCO-ZARATE.pdf>>.

GERWICK, Ben C. Construction of marine and offshore structures. M.D. Morries, P.E, Editor. Second edition, 2000. ISBN 0-8493-7485-5.

INVEMAR-CORPOGUAJIRA. Atlas Marino Costero de La Guajira. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 27. Santa Marta, Colombia.

INVEMAR-CORPOGUAJIRA. Caracterización biofísica de la zona costera del departamento de La Guajira: Una aproximación para su manejo integrado. 2005.

INVEMAR. Aguas, Sedimentos Y Comunidades Marinas En El Área De Mayor Interés De Perforación Exploratoria (Ami) Jarara, Caribe Colombiano. 2011.

INVEMAR. Identificación, ubicación y extensión de caladeros de pesca artesanal e industrial en el territorio marino-costero de Colombia. 2006

INVEMAR. Información Física, Biótica Y Pesquera, Del Área De Interés Exploratorio (Aie) Jarara Y Del Margen Costero Entre Santa Marta Y Punta Espada (Bloque Tayrona, Caribe Colombiano). 2011.

INVEMAR. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia, años 2003.

INVEMAR, Oscar D. Solano Msc. Levantamiento de información oceanográfica necesaria para las actividades en las plataformas Chuchupa A y B, La Guajira, 2004.

LEFFLER, William L., PATTAROZZI, Richard. & STERLING, Gordon. Deepwater petroleum exploration & production. First edition, 2003. ISBN 0-87814-846-9.

MARPOL 73/78, Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, de 2 de noviembre de 1973 convenio MARPOL (con el protocolo de Londres de 17 de febrero de 1978 y enmiendas posteriores- 1978).Londres.

Ministerio de Ambiente Y Desarrollo Sostenible; Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA. Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos. Bogotá, D.C. 2014.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Metodología general para la presentación de estudios ambientales / Zapata P., Diana M., Londoño B Carlos A et ál. (Eds.) González H Claudia V.; Idárraga A Jorge.; Poveda G Amanda.; et ál. (Textos). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010.

Ministerio del Medio Ambiente. Plan De Manejo Ambiental Para La Perforación De Pozos Exploratorios. Bogotá, D.C.: Colombia. 2010

MORENO, Jhoana; CHADID, David. PLAN PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS DE LAS OPERACIONES DE NAKER HUGHES DE COLOMBIA EN EL PROYECTO CHUCHUPA-B DE CHEVRON TEXACO, Especialización de Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial de Santander, 2006.

Nestor Rivera, Nestor Meza, Jaime Muñoz and Pedro Joya, Chevron Corp, and Carlos Mora, Ecopetrol. Incremental reserves and production potential from horizontal wells in Chuchupa field, Colombia. 2009. SPE 124675.

N. Rivera, N.S. Meza, J.S. Kim, P.A. Clark, R. Garber, A. Fajardo, Chevron, V. Peña, Ecopetrol. Static and Dynamic Uncertainty Management for Probabilistic Production Forecast in Chuchupa Field, Colombia. 2006. SPE 100526.

Patricia Serrano. Delivering Project Value through Effective Stakeholder Engagement. Chevron, 2010. SPE 127082.

PEÑA A, Gladys; MUÑOZ C, Carlos. Metodología De Zonificación Ambiental Para Proyectos Del Sector Hidrocarburos, Según Los Requerimientos De Los Términos De Referencia Expedidos Por El Mavdt. Universidad de la Salle. Bogota D. C. 2008.

Petrobras. Diagnóstico, Zonificación y Plan de Manejo Arqueológico Preliminar del AIPE Jarara – Bloque Tayrona. 2012

Petrobras. Modelación de Derrames Accidentales de Hidrocarburos e de los Depósitos de Lodos y Cortes de Perforación para el AIPE/AMI Jarara, Bloque Tayrona, Caribe Colombiano. 2012.

RODRIGUEZ DIAZ, Hector A. Estudios de impacto ambiental, guía metodológica. Segunda edición. Escuela colombiana de ingeniería ediciones, 2008. ISBN 978-958-8060-74-3.

SHELL EXPLORATION AND PRODUCTION COLOMBIA GMBH (SEPC). Estudio de Impacto Ambiental del Área de Perforación Exploratoria del Bloque Sin Off-7. 2017

VICENTE, CONESA – Vitora. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid. 1995.

W.S. “Bill” Huang, Mike R. French, Barry N. Markitell. Design and Performance of Chuchupa 14 – First Horizontal Gas Well, Offshore Colombia. 1995. SPE 29978.