

**DISEÑO DE UNA GUÍA QUE CONTEMPLE LOS ASPECTOS HSE Y SOCIAL  
REQUERIDOS PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS  
PROFUNDOS – CASO APLICADO**

**MARÍA MÓNICA RINCÓN CAÑAS  
JHON ALEXIS CARVAJAL LÓPEZ**

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

**2011**

**DISEÑO DE UNA GUÍA QUE CONTEMPLE LOS ASPECTOS HSE Y SOCIAL  
REQUERIDOS PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS  
PROFUNDOS – CASO APLICADO**

**MARÍA MÓNICA RINCÓN CAÑAS  
JHON ALEXIS CARVAJAL LÓPEZ**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE  
INGENIERO DE PETRÓLEOS**

**DIRECTOR:**

**M.SC. OLGA PATRICIA ORTIZ CANCINO  
INGENIERA DE PETRÓLEOS**

**CODIRECTOR:**

**KATHY MARGARITA DAZA BROCHERO  
INGENIERA INDUSTRIAL**

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

**2011**

## DEDICATORIA

*A Dios por ser mi guía a lo largo de mi vida.*

*A mis papas Carlos y Maritza que son mi apoyo y con su amor me impulsan a soñar y crecer siempre.*

*A Rafael por su amor, apoyo y confianza.*

*A Jhon mi compañero de proyecto y amigo.*

*A Aserrín por su lealtad y compañía incondicional.*

*María Mónica Rincón Pañas*

## DEDICATORIA

*A Dios por enseñarme el camino a seguir, pues sin su guía mi vida no sería la misma. Simplemente eres lo más importante para mí padre.*

*A mis papás porque fueron quienes me guiaron e impulsaron a estudiar esta preciosa carrera, sin su apoyo y amor no hubiese alcanzado lo que hoy tengo.*

*A mis hermanos por haber sido como mis padres durante aquellos años en que vivimos los tres, pues todo aquello hizo parte de mi formación personal. Gracias por mis sobrinos, porque inundaron nuestro hogar de alegría y su dulzura siempre nos hizo sonreír.*

*En general a mi familia, porque siempre pude sentir su apoyo cuando lo necesité.*

*A mis amigos de CBI, Javier, Nadya, Anyelo, Pili, Diego, Diana, Luchito, Nathaly, Juank, Ferdinand, Tatiana, Angela, Andrés, Ricky, Miguelón, Nelson, Sindy, Fredy, Carlitos, Sergio, Migue, Daniel, Lizbeth, el hermanito Daniel, las Tías y a todos aquellos que no he nombrado pero pertenecen a la congregación, han sido mi segunda familia desde que los conocí. Todos creyeron en mí y me lo hicieron saber siempre que pudieron.*

*A mi compañera de tesis, gracias por su dedicación y su valiosa amistad. Creo que difícilmente conoceré una anfitriona como ella en mucho tiempo.*

*A mis compañeros de estudio y amigos Jair, Rafa, Mariamo, Fabio, Juan Gabriel, creo que no terminaría nunca de mencionarlos. Todos participaron en mi crecimiento como profesional.*

*Jhon Alexis Carrvajal López*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darnos la vida y las fuerzas para culminar esta etapa de nuestras vidas de manera satisfactoria.

A la Universidad Industrial de Santander porque gracias a ella tuvimos el honor de estudiar la carrera que un día soñamos.

A nuestros calificadores Julio Cesar Pérez y Silvia Sánchez por permitirnos trabajar en este proyecto.

A nuestra codirectora Kathy Margarita Daza por dedicarle parte de su tiempo a dirigirnos cuando lo necesitamos.

A nuestra Directora Olga Patricia Ortiz por sus valiosas correcciones y aportes.

A nuestras familias y amigos porque de una u otra manera ayudaron a la culminación de este trabajo.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	18
ABSTRAC .....	19
INTRODUCCIÓN .....	20
GLOSARIO.....	22
1. GENERALIDADES .....	25
1.1 POZOS ESTRATIGRÁFICOS PROFUNDOS.....	25
1.2 TOMA DE REGISTROS DE POZO .....	26
1.2.1 Registros SP (Potencial Espontáneo).....	27
1.2.2 Gamma Ray (GR) .....	27
1.2.3 Registros Sónicos .....	27
1.2.4 Registro Neutrón .....	27
1.2.5 Registro de Buzamiento (Dipmeter).....	28
1.2.6 Registro de resistividad .....	28
1.3 RECOLECCIÓN DE NÚCLEOS DE ROCA O MATERIAL SEDIMENTARIO (CORAZONAMIENTO).....	28
1.4 ASPECTOS HSE Y SOCIAL .....	30
2. PROTOCOLO A SEGUIR PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS PROFUNDOS.....	31
2.1 AUTORIZACIÓN DE PREDIOS.....	36
2.2 SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO CON COMUNIDADES Y AUTORIDADES DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	37
2.2.1 Consulta previa .....	39
2.2.2 Identificación de interlocutores .....	43
2.2.3 Convocatoria a Reunión .....	43

2.2.4	Temporalidad de las reuniones .....	44
2.2.5	Registro .....	45
2.3	PERSONAL REQUERIDO PARA LAS OPERACIONES DE CAMPO .....	46
2.4	RECIBO Y ENTREGA DE PREDIOS .....	50
2.4.1	Recibo.....	50
2.4.2	Entrega .....	51
2.5	CORPORACIONES AUTÓNOMAS REGIONALES .....	52
2.5.1	Corporaciones Regionales actuales en Colombia.....	54
2.5.2	Requerimientos para la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.....	55
2.5.2.1	Aguas superficiales .....	55
2.5.2.2	Aguas subterráneas.....	56
2.5.2.3	Vertimientos .....	57
2.5.2.4	Ocupación de cauces .....	58
2.5.2.5	Materiales de construcción.....	58
2.5.2.6	Aprovechamiento forestal.....	59
2.5.2.7	Residuos sólidos .....	61
2.6	OBRAS CIVILES .....	61
2.6.1	Fase pre-operativa.....	62
2.6.1.1	Localización .....	62
2.6.1.2	Movilización de maquinaria y equipos.....	64
2.6.2	Construcción .....	64
2.6.2.1	Desmonte y descapote .....	64
2.6.2.2	Construcción y adecuación de vías de acceso.....	65
2.6.2.3	Construcción y adecuación del área de perforación.....	65
2.6.2.4	Construcción de campamentos.....	66
2.6.3	Recuperación.....	67
2.7	SUPERVISIÓN DE LOS ASPECTOS HSE EN CAMPO .....	68
2.8	SEGURIDAD FÍSICA.....	69
2.8	MANEJO DE LIXIVIADOS.....	72
2.9	PROTOCOLO DE DESMANTELAMIENTO DE POZOS.....	77
2.9.1	Desmantelamiento de instalaciones.....	77
2.9.2	Limpieza final del área .....	78

2.9.3	Recuperación de áreas afectadas .....	78
<b>3</b>	<b>APLICACIÓN DE LA GUÍA .....</b>	<b>80</b>
3.1	CONTRATO.....	80
3.1.1	Objeto de la propuesta.....	80
3.1.2	Alcance del proyecto.....	80
3.2	GENERALIDADES.....	81
3.2.1	Estado mecánico del pozo a perforar.....	81
3.2.2	Toma de muestras sedimentarias.....	83
3.2.2.1	Cortes de Perforación (Ripios) o Muestras .....	84
3.2.2.2	Núcleos .....	84
3.2.3	Adquisición de registros.....	84
3.3	SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	85
3.4	CONTRATACIÓN DE PERSONAL .....	87
3.5	RECIBO Y ENTREGA DE PREDIOS .....	90
3.6	TRÁMITES CON LA CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL CORRESPONDIENTE.....	91
3.7	OBRAS CIVILES .....	95
3.7.1	Localización del pozo.....	95
3.7.2	Movilización de equipos .....	98
3.7.3	Construcción .....	99
3.7.4	Recuperación.....	100
3.8	SUPERVISIÓN DE LOS ASPECTOS HSE EN EL CAMPO.....	101
3.9	MANEJO DE LIXIVIADOS.....	103
3.10	DESMANTELAMIENTO DE POZOS.....	104
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>111</b>
<b>5</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>113</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>114</b>

**ANEXOS .....115**

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Características del diseño de una planta de tratamiento de lodos activados.....	73
Tabla 2: Propiedades del agua para vertimiento.....	77
Tabla 3: Descripción diseño del pozo .....	82
Tabla 4: Coordenadas del polígono, dentro del cual se ubica el pozo estratigráfico profundo ANH-PATÍA-1-ST-P (Figura 20). Coordenadas Datum Magna-Sirgas, Origen Oeste.....	96
Tabla 5: Localización sugerida del sitio para el taladro de perforación (Figura 20). Coordenadas Datum Magna-Sirgas, Origen Oeste .....	97
Tabla 6: Documentos HSE- proyecto perforación de pozos estratigráficos (tipo slim hole) en la cuenca cauca-Patía.....	102

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1: Toma de registro.....	26
Figura 2: Herramienta de toma de núcleos de roca. ....	29
Figura 3: Áreas de intervención en la perforación de pozos. ....	31
Figura 4: Esquema del proceso de planificación de licenciamiento ambiental.....	35
Figura 5: Fases de las obras civiles del proyecto .....	62
Figura 6: Ejemplo de un esquema del área para pozos estratigráficos. ....	66
Figura 7: Estados mecánicos pozo ANH-PATÍA-1-ST-P @ 12.100 pies y @ 10.000 pies de profundidad .....	83
Figura 8: Socialización del proyecto con autoridades y comunidades del área de influencia directa .....	86
Figura 9: Socialización del proyecto con autoridades .....	86
Figura 10: Socialización del proyecto con comunidades .....	87
Figura 11 : Obreros de patio. ....	88
Figura 12: Personal calificado.....	89
Figura 13: Representante o encargado del predio, Profesional HSE, Representante de la empresa operadora.....	90
Figura 14: Entrega de predios restaurados.....	91
Figura 15: Tramitación de permisos de vertimiento por parte del profesional HSE	92
Figura 16: Visita del personal de la CRC a campo .....	93
Figura 17: Visita del personal de la CRC al lugar de vertimiento .....	93
Figura 18: Carta de Autorización de vertimiento .....	94

Figura 19: Localización general del pozo estratigráfico ANH-PATÍA 1-ST-P. Sistema de Coordenadas Datum Magna-Sirgas, Origen Oeste.....	96
Figura 20: Localización del lote para la perforación del pozo estratigráfico ANH – PATÍA 1 – ST - P y distribución sugerida para los elementos del sistema de perforación. Sistema de Coordenadas Datum Magna-Sirgas, Origen Oeste.....	97
Figura 21: Movilización de maquinaria.....	98
Figura 22: Movilización del taladro de perforación.....	98
Figura 23: Desmonte y descapote .....	99
Figura 24: Adecuación del área de perforación .....	99
Figura 25: Campamento y adecuación del lay out. ....	100
Figura 26: Foto de antes y después de la recuperación .....	100
Figura 27: Pruebas químicas al agua residual antes de ser enviada al lugar de vertimiento. ....	103
Figura 28: Pruebas químicas aguas arriba del lugar del vertimiento. ....	104
Figura 29: Abandono definitivo de pozo.....	106
Figura 30: Área del proyecto desmantelada .....	108
Figura 31: Zona restaurada y revegetalizada.....	109

## LISTA DE ANEXOS

Pág.

**ANEXO A. EJEMPLO FICHA HSE PARA MITIGAR LA CONTAMINACIÓN SONORA EN ÁREAS DE ALTA DENSIDAD POBLACIONAL. ....115**

**ANEXO B. GUÍA HSE Y SOCIAL PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS PROFUNDOS.....118**

## RESUMEN

**TÍTULO: DISEÑO DE UNA GUÍA QUE CONTEMPLE LOS ASPECTOS HSE Y SOCIAL REQUERIDOS PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS PROFUNDOS – CASO APLICADO.<sup>1</sup>**

**AUTOR: MARÍA MÓNICA RINCÓN CAÑAS.**

**JHON ALEXIS CARVAJAL LÓPEZ.**

**Palabras claves:** Pozo estratigráfico profundo, Perforación de pozos.

Con el fin de planificar y ejecutar de manera apropiada la perforación de pozos estratigráficos profundos es necesario contemplar los requisitos referentes a los sectores de la salud, de seguridad, ambiental y social que son críticos para que este tipo de proyectos se lleven a cabo de manera responsable.

En el año 2009 se firmó el acuerdo interadministrativo específico No. 06 suscrito entre la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y la Universidad Industrial de Santander (UIS). El cual inicio con la perforación de pozos estratigráficos tipo Slim Hole o someros en la cuenca Cauca-Patía, departamento del Cauca. Sin embargo para el año 2011 un nuevo contrato con la ANH le permitirá a la UIS aumentar su experiencia y capacidad operativa al acordar la perforación de pozos estratigráficos profundos ubicados en la misma cuenca, comenzando con el pozo ANH-PATIA-1-ST-P localizado en jurisdicción del Municipio de Mercaderes, Vereda Canto Llano.

El presente trabajo es una recopilación del conocimiento y la experiencia adquiridos por los profesionales HSE de la universidad durante los proyectos tipo Slim Hole y la fase pre-operativa del pozo ANH-PATIA-1-ST-P sintetizados en esta guía. Esta guía se desarrollo conjuntamente con el personal HSE de la universidad el cual permitió dar un panorama global del proceso de perforación de pozos estratigráficos profundos.

---

\* **Proyecto de Grado**

\*\* **Facultad de Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos, Director Olga Patricia Ortiz Cancino, Codirector Kathy Margarita Daza Brochero**

## ABSTRAC

**TITLE: DESIGN GUIDE THAT INCLUDES HSE AND SOCIAL ASPECTS NEEDED FOR DEEP STRATIGRAPHIC WELL DRILLING – APPLICABLE CASE.<sup>2</sup>**

**AUTHOR: MARÍA MÓNICA RINCÓN CAÑAS.  
JHON ALEXIS CARVAJAL LÓPEZ.**

**Key words:** Deep stratigraphic well, Drilling.

In order to plan and execute properly the deep stratigraphic well drilling is necessary to consider the requirements concerning to the sectors of health, safety, environmental and social that are critical to carried out this type of projects with responsibility.

In 2009 the inter-administrative agreement No. 06 was signed between the National Hydrocarbons Agency (ANH) and the Universidad Industrial de Santander (UIS). This began with the stratigraphic Slim Hole drilling in the basin Cauca-Patia, In Cauca department. However in 2011 a new contract with the ANH allow the UIS increase its expertise and operational capacity to drill deeper stratigraphic wells located in the same basin, starting with the ANH-PATIA-1-ST-P located in the town of Mercaderes, Canto Llano.

This work is a compilation of knowledge and experience gained by the University HSE professional during the Slim Hole projects and pre-operational stage of ANH-PATIA-1-ST-P synthesized in this guide. This guide was developed in conjunction with the HSE staff of the university which allowed giving an overview of the process of drilling deep stratigraphics wells.

---

\*Degree Project

\*Faculty of Physicochemical, School of Petroleum Engineering, Director Olga Patricia Ortiz Cancino, Codirector Kathy Margaita Daza Brochero

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia se han presentado grandes catástrofes industriales causadas por errores humanos y por la baja adopción de medidas y protocolos de seguridad. Casos como el de Minamata, en 1959 donde más de 3000 personas fueron afectadas por contaminación del agua con Metil-Mercurio vertido por las aguas industriales de una planta de la corporación “Chisso” o el de Bhopal en 1984 el cual ha sido el peor desastre químico de la historia, donde 40 toneladas de gases fueron liberados al ambiente, 16.000 personas murieron y cerca de 500.000 se enfermaron. La industria de los hidrocarburos no ha sido ajena a estas situaciones, pues en el año 1967 se presentó el primer desastre ambiental petrolero, el “Torrey Canyon” donde 860.000 barriles se derramaron en las costas de Inglaterra y Francia.

Dichos desastres ambientales, unidos a temas como el cambio climático y el déficit de recursos despertaron la conciencia del riesgo a nivel mundial. Desde el año de 1972, con la cumbre de Estocolmo se empezaron a celebrar diversas conferencias en las cuales el punto central fue el tratamiento sistemático de los temas ambientales. En 1983 la Organización de Naciones Unidas (ONU) nombra una comisión mundial del medio ambiente y desarrollo (comisión “Bruntland”).

A partir del año 1993, con la creación del Ministerio del Medio Ambiente, se empezaron a establecer en Colombia fundamentos claros de principios del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Los estudios de impacto ambiental se convirtieron en el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.

La perforación de pozos estratigráficos profundos es una herramienta que busca, junto con diferentes técnicas geológicas, definir la estratigrafía de una zona

potencial petrolífera. De esta manera se disminuye la incertidumbre al perforar pozos productores. Debido al compromiso adquirido por la escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), de perforar pozos estratigráficos profundos en diferentes puntos de la geografía colombiana, surge la necesidad de crear una guía que facilite el cumplimiento de los parámetros requeridos para la logística de la perforación de dichos pozos.

Con el fin de garantizar la correcta planificación y ejecución de proyectos de perforación de pozos estratigráficos profundos es necesario tener en cuenta los diferentes protocolos existentes y los requerimientos exigidos en cuanto a gestión ambiental, seguridad industrial, salud ocupacional y trabajo social, con el fin de agruparlos y organizarlos de acuerdo a las necesidades de campo.

En ese orden de ideas, el presente trabajo se ha presentado en tres capítulos. En el primer capítulo se ilustran conceptos básicos en cuanto a perforación y manejo de pozos estratigráficos. En el segundo capítulo se indican los protocolos estudiados, y que se deben seguir, para llevar a cabo una correcta planificación de perforación de pozos estratigráficos profundos. Adicionalmente, como resultado, se anexa la guía propuesta. Por último, en el capítulo final, se describe la aplicación de la guía.

## GLOSARIO

**Área de influencia directa:** Es el área definida en el Estudio de impacto Ambiental (EIA), donde de acuerdo a la zonificación de manejo ambiental del proyecto se pueden adelantar actividades de construcción y operación y/o se manifiestan los impactos generados por dichas actividades.

**Comunidad:** Tipo de organización social cuyos miembros se unen para participar en objetivos comunes. La comunidad la integran individuos unidos por vínculos naturales o espontáneos y por objetivos que trascienden a los particulares.

**Corazonamiento:** Recolección de núcleos de roca durante el proceso de perforación, se realiza con el fin de establecer una secuencia estratigráfica.

**Decreto:** disposiciones y resoluciones o determinaciones del poder ejecutivo que adoptan una forma solemne de redacción, para su difusión al exterior, que varía en función del contenido que incorporan y del órgano de quien emanan.

**Desander ó Dasarenador:** Hidrociclones que remueven partículas finas de menor tamaño de grano.

**Desmonte y descapote:** Proceso mediante el cual se retira la cobertura vegetal presente para dar inicio a la obra.

**Documento:** Información y su medio de soporte.

**Especie en veda:** Especie en peligro crítico de extinción.

**Estudio de Impacto Ambiental (EIA):** Conjunto de información que se debe presentar ante la autoridad ambiental por el peticionario de una licencia ambiental. Es el instrumento básico utilizado por la autoridad ambiental para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.

**Georeferenciación:** Localización puntual de un punto, permite referenciar con precisión sitios en el mapa.

**HSE:** Siglas en ingles Health, safety, and environment.

**Impacto ambiental:** Cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

**Ley:** Disposiciones que adopta el Gobierno de la nación en materias que no son de su competencia y sí del Parlamento o Cámara representativa.

**Licencia Ambiental:** Autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad.

**Litología:** Estructura geológica de determinada área o sitio de estudio.

**Núcleo:** Muestra continua de roca que se obtiene de la formación de estudio.

**Plan de Manejo Ambiental (PMA):** Es el plan, que de manera detallada, establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

**Pozo estratigráfico:** Pozo perforado con el fin de determinar la secuencia litológica completa existente en el subsuelo de un lugar determinado.

**Registro:** Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

**Registro de pozo:** Gráfico de la propiedad física de la roca que se está midiendo contra profundidad del pozo (distancia a partir de un nivel de referencia en superficie).

**Sistemas de Control de sólidos:** Sistema encargado del tratamiento de cortes de perforación conformado por zarandas vibratorias o "SHALE SHAKER", que son mallas de diferentes tamaños de tamizado en donde se recuperan los cortes de mayor tamaño de grano.

**Sistema de Dewatering:** Sistema de tratamiento formado por centrifugas que remueven el agua residual de los cortes de perforación.

**Sotobosque:** Vegetación formada por matas y arbustos que crece bajo los árboles de un bosque.

**Términos de referencia:** Detallan el contenido, la estructura y la profundidad del tratamiento de los temas requeridos por un artículo. Son el marco para la realización de los estudios y la base de discusión de la viabilidad de un proyecto.

**Vertimiento:** Disposición final de aguas domésticas e industriales durante el desarrollo del proyecto.

## 1. GENERALIDADES

Debido al alto impacto que genera la perforación de pozos es necesario estudiar los aspectos en salud, seguridad, ambientales y sociales propios de la actividad con el fin de disminuir o mitigar dichos impactos.

En este capítulo se presentarán los diferentes conceptos necesarios para enfocar al lector en el marco de este proyecto de grado.

### 1.1 POZOS ESTRATIGRÁFICOS PROFUNDOS

De acuerdo con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) un pozo estratigráfico se refiere a la *'Perforación tendiente a determinar la secuencia litológica completa existente en el subsuelo de un lugar determinado. La perforación debe garantizar la recuperación sistemática de sidewall cores (testigos laterales) de toda la secuencia estratigráfica con intervalos máximos de 20 pies, así como fluidos y gases contenidos en todas las formaciones, y de toma de registros eléctricos, sínicos, visuales, o radiactivos, entre otros'*.

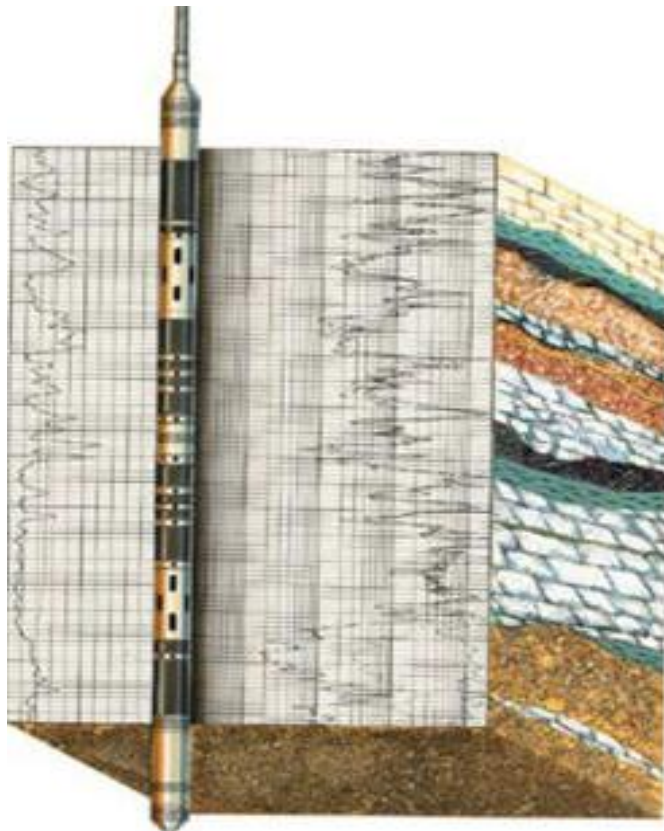
Para la perforación de pozos estratigráficos profundos es necesario garantizar profundidades de 10000 pies como mínimo terminados con diámetros de entre 4 ½ a 6 pulgadas, de esta manera se asegura la obtención de información suficiente para posteriores estudios geológicos de las diferentes cuencas del territorio Colombiano.

Durante la perforación se debe asegurar la recolección de recortes, o material sedimentario (corazonamiento) con el fin de obtener información precisa que permita clasificar la cobertura sedimentaria.

## 1.2 TOMA DE REGISTROS DE POZO

Existen diferentes tipos de registros que pueden llevar a inferir las características de las formaciones.

Los registros eléctricos, pueden proporcionar estimaciones indirectas de la calidad de roca, porosidad y saturación de fluidos. De igual forma la litología de los diferentes bloques sedimentarios permiten reconstruir la historia de los mismos y los diferentes esfuerzos estructurales a los que fue sometida la roca, permitiendo de esta forma establecer paralelos entre las diferentes zonas y encontrar coincidencias las cuales son correlacionadas para definir límites dentro de una zona.



**Figura 1:** Toma de registro.

**Fuente:** Halliburton.

### **1.2.1 Registros SP (Potencial Espontáneo)**

El registro SP es una medida de la diferencia de potencia eléctrica entre un electrodo móvil que se introduce por medio de una sonda a través del hueco, con respecto a un electrodo fijo que se ubica en superficie medido en mili voltios, (mV). El principal objetivo de este registro es localizar los límites de las capas permeables.

### **1.2.2 Gamma Ray (GR)**

Algunos elementos de la naturaleza emiten radiación tales como: potasio, torio, uranio, entre otros. Las rocas almacén contienen casi nada o muy poco de estos, sin embargo los shales o arcillas tienen una gran cantidad de átomos de potasio y torio por lo que los resultados GR son altos.

La herramienta basa su lectura en el registro de los rayos gamma espontáneos emitidos por los 3 isotopos por medio de una sonda a lo largo del pozo.

### **1.2.3 Registros Sónicos**

Este tipo de registro mide la velocidad del sonido en las ondas penetradas por el pozo. Posee un emisor de ondas y un receptor. Se mide el tiempo de tránsito de dichas ondas. El objetivo principal del perfil sónico es la determinación de la porosidad de las rocas penetradas por el pozo (SPHI) a partir del tiempo de tránsito de las ondas. Mientras mayor es el tiempo de tránsito, menor es la velocidad, y por lo tanto, mayor es la porosidad de la roca.

### **1.2.4 Registro Neutrón**

Se basa en la medición de concentración de hidrógeno, lo que indica la presencia de agua o petróleo en la roca. Posee una fuente de neutrones, los cuales colisionan con los hidrógenos presentes en los poros de la roca. La herramienta también posee un receptor que mide los neutrones

dispersos liberados en las colisiones. La herramienta se llama CNL. Sirve para estimar la porosidad neutrónica de las rocas (NPHI). Si el registro neutrónico es alto indica alta índice de neutrones, y si es bajo indica bajo índice de neutrones.

#### **1.2.5 Registro de Buzamiento (Dipmeter)**

Es una herramienta que posee cuatro brazos a 90°, los cuales registran los cambios de buzamientos de los estratos, por medio de lecturas de resistividad. Debe utilizarse junto con un GR, debido a que los buzamientos estructurales se miden sobre los planos de estratificación de las lutitas, ya que las arenas poseen buzamientos estratigráficos dentro de los paquetes, dentro de los cuales puede haber estratificación cruzada.

#### **1.2.6 Registro de resistividad**

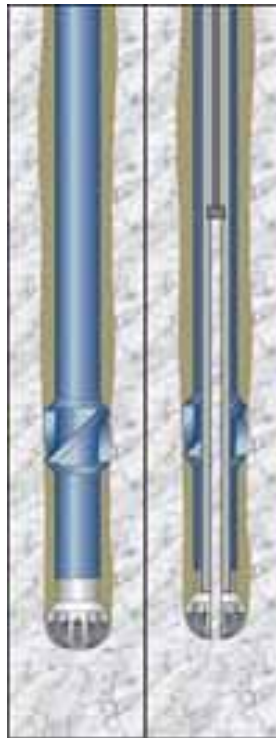
Es un registro inducido. La resistividad es la capacidad que tienen las rocas de oponerse al paso de corriente eléctrica inducida y es el inverso de la conductividad. La resistividad depende de la sal disuelta en los fluidos presentes en los poros de las rocas. Un ejemplo de ello es que si los poros de una formación contienen agua salada presentará alta conductividad y por lo tanto la resistividad será baja, pero si están llenos de petróleo o gas presentará baja conductividad y por lo tanto la resistividad será alta. Así mismo las rocas compactas poco porosas como las calizas masivas poseen resistividades altas.

### **1.3 RECOLECCIÓN DE NÚCLEOS DE ROCA O MATERIAL SEDIMENTARIO (CORAZONAMIENTO)**

Los núcleos son una muestra continua de roca, que se obtiene de la formación mediante perforación con una broca especial hueca, la cual es capaz de cortar

tramos de roca de hasta 20 m de longitud con un diámetro máximo de 20 cm.<sup>3</sup>  
(Figura 2)

La recolección de núcleos de roca o corazonamiento durante el proceso de perforación se realiza con el fin de establecer la secuencia estratigráfica de la cuenca, de igual forma este procedimiento proporciona información geológica como mineralogía, litología y geoquímica entre otras que permiten un estudio especializado en los diferentes estratos que conforman la columna estratigráfica.



**Figura 2:** Herramienta de toma de núcleos de roca.

**Fuente:** Schlumberger Excellence in Educational Development (SEED).

---

<sup>3</sup> Importancia de las actividades de planificación, corte, manejo y análisis de los núcleos de perforación de pozos petroleros; Enrique A. Contreras L. y Pablo García M.  
<http://www.ii.org.mx/boletin032007/art01.pdf>

## **1.4 ASPECTOS HSE Y SOCIAL**

Durante las últimas décadas, a nivel mundial, se ha generado gran preocupación por las consecuencias ambientales, sociales, en seguridad y en salud generadas por las diferentes actividades industriales. Esto ha generado el establecimiento de una normatividad estricta que conlleve a una política clara de manejo de los recursos.

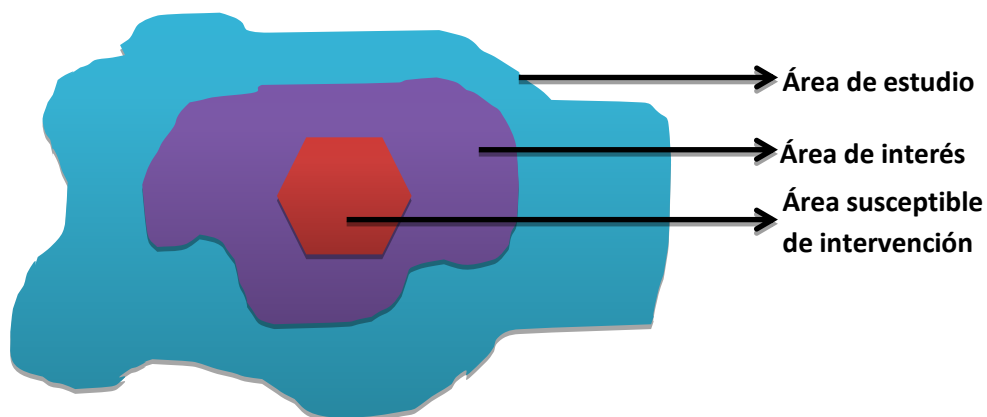
Salud, Seguridad, Medio ambiente y Social son aspectos que necesitan ser regulados en cualquier obra, de cualquier tipo. En el caso de la perforación es necesario llevar un permanente control en dichos aspectos que aseguren un mejor desempeño durante el proyecto.

Los aspectos HSE y social son todos aquellos aspectos que aseguran un cuidado integral del personal, medio ambiente, instalaciones, y población del área de influencia durante un proyecto. Dichos aspectos abarcan la prevención, manejo y reparación de cada proceso.

## 2. PROTOCOLO A SEGUIR PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS PROFUNDOS.

La implementación de este tipo de proyectos se desempeña en el área de interés. El área de interés es definida por el dueño del proyecto con base en estudios previos (exploración sísmica), así como la determinación del área de estudio y el área de influencia. El área de influencia contiene los ecosistemas naturales presentes, el paisaje, la unidad político administrativa (Departamento, Municipio) y de planificación (región) y las entidades territoriales vigentes. El EIA realizado sobre el área de estudio (Figura 3), debe encerrarse dentro de un concepto regional, aplicando criterios de zonificación ambiental, en donde se busca determinar para el área de interés lo siguiente:

- Áreas de exclusión a cualquier tipo de intervención
- Áreas de intervención con restricciones
- Áreas susceptibles de intervención



**Figura 3:** Áreas de intervención en la perforación de pozos.

**Fuente:** Los autores.

## **Exigibilidad de la Licencia Ambiental**

Según el artículo 2820 de Agosto de 2010, Licencia Ambiental “es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje”<sup>4</sup>.

El artículo 8 del decreto 2820 aclara qué proyectos, obras o actividades pertenecientes al sector de los hidrocarburos se encuentran sujetos a la presentación de Licencia Ambiental de la siguiente manera:

- a) Las actividades de exploración sísmica que requieran la construcción de vías para el tránsito vehicular y las actividades de exploración sísmica en las áreas marinas del territorio nacional cuando se realicen en profundidades inferiores a 200 metros.
- b) Los proyectos de perforación exploratoria, por fuera de campos de producción de hidrocarburos existentes, de acuerdo con el área de interés que declare el peticionario.
- c) La explotación de hidrocarburos que incluye, la perforación de los pozos de cualquier tipo, la construcción de instalaciones propias de la actividad, las obras complementarias incluidas el transporte interno de fluidos del campo por ductos, el almacenamiento interno, vías internas y demás infraestructura asociada y conexas.
- d) El transporte y conducción de hidrocarburos líquidos y gaseosos que se desarrollen por fuera de los campos de explotación que impliquen la construcción y montaje de infraestructura de líneas de conducción con

---

<sup>4</sup> Decreto 2820 de 2010; Artículo 3°, Concepto y alcance de la licencia ambiental.

diámetros iguales o superiores a 6 pulgadas (15.24 cm), incluyendo estaciones de bombeo y/o reducción de presión y la correspondiente infraestructura de almacenamiento y control de flujo. Salvo aquellas actividades relacionadas con la distribución de gas natural de uso domiciliario, comercial o industrial.

- e) Los terminales de entrega y estaciones de transferencia de hidrocarburos líquidos, entendidos como la infraestructura de almacenamiento asociada al transporte de hidrocarburos y sus productos y derivados por ductos.
- f) La construcción y operación de refinerías y los desarrollos petroquímicos que formen parte de un complejo de refinación.

En los proyectos que requieran licencia ambiental, el interesado deberá solicitar en la etapa de factibilidad a la autoridad ambiental competente, que ésta se pronuncie sobre la necesidad de presentar o no un Diagnóstico ambiental de alternativas (DAA). El DAA, “tiene como objeto suministrar la información para evaluar y comparar las diferentes opciones que presente el peticionario, bajo las cuales sea posible desarrollar un proyecto, obra o actividad. Las diferentes opciones deberán tener en cuenta el entorno geográfico, las características bióticas, abióticas y socioeconómicas, el análisis comparativo de los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad; así como las posibles soluciones y medidas de control y mitigación para cada una de las alternativas”<sup>5</sup>.

Finalmente, se debe realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), este es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que de acuerdo con la ley y el decreto 2820 se requiera. Este estudio deberá ser elaborado de conformidad con la Metodología General para la Presentación de

---

<sup>5</sup> Decreto 2820 de 2010; Artículo 17, Objeto del Diagnóstico Ambiental de Alternativas.

Estudios Ambientales de que trata el artículo 14 del decreto 2820 de 2010 y los términos de referencia expedidos para el efecto, el cual deberá incluir como mínimo lo siguiente<sup>6</sup>:

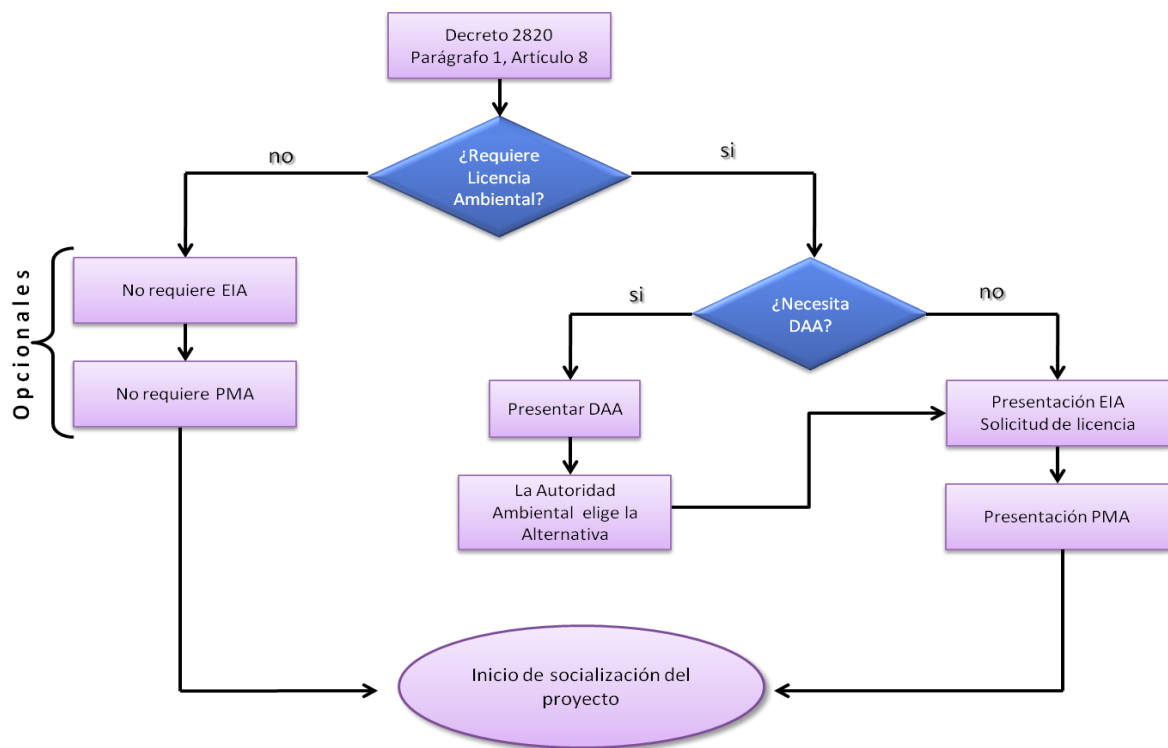
1. Información del proyecto, relacionada con la localización, infraestructura, actividades del proyecto y demás información que se considere pertinente.
2. Caracterización del área de influencia del proyecto, para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
3. Demanda de recursos naturales por parte del proyecto; se presenta la información requerida para la solicitud de permisos relacionados con la captación de aguas superficiales, vertimientos, ocupación de cauces, aprovechamiento de materiales de construcción, aprovechamiento forestal, levantamiento de veda, emisiones atmosféricas, gestión de residuos sólidos, exploración y explotación de aguas subterráneas.
4. Información relacionada con la evaluación de impactos ambientales y análisis de riesgos.
5. Zonificación de manejo ambiental, definida para el proyecto, obra o actividad para la cual se identifican las áreas de exclusión, las áreas de intervención con restricciones y las áreas de intervención.
6. Evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto.
7. Plan de manejo ambiental (PMA) del proyecto, expresado en términos de programa de manejo, cada uno de ellos diferenciado en proyectos y sus costos de implementación.
8. Programa de seguimiento y monitoreo, para cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

---

<sup>6</sup> Decreto 2820 de 2010; Artículo 21, Estudio de Impacto Ambiental.

9. Plan de contingencias para la construcción y operación del proyecto; que incluya la actuación para derrames, incendios, fugas, emisiones y/o vertimientos por fuera de los límites permitidos.
10. Plan de desmantelamiento y abandono, en el que se define el uso final del suelo, las principales medidas de manejo, restauración y reconfiguración morfológica.
11. Plan de inversión del 1%, en el cual se incluyen los elementos y costos considerados para estimar la inversión y la propuesta de proyectos de inversión, cuando la normatividad así lo requiera.

En base a esta normatividad, la figura 4 presenta un esquema del proceso de planificación de licenciamiento ambiental para proyectos que lo requieran.



**Figura 4:** Esquema del proceso de planificación de licenciamiento ambiental.

**Fuente:** los autores.

Como se puede observar, dentro de las exigencias hechas en el decreto 2820 de 2010, los proyectos de perforación estratigráfica se encuentran exentos de solicitar Licencia Ambiental, por tanto tampoco requieren de Diagnóstico Ambiental de Alternativas, Estudio de Impacto Ambiental o Planes de Manejo Ambiental. Sin embargo, debido a políticas propias de la ANH, ésta ha exigido la realización de EIA y PMA´s específicos para sus proyectos de pozos estratigráficos.

A continuación se presenta la metodología sugerida, con el fin de planificar y ejecutar de manera adecuada proyectos de perforación de pozos estratigráficos profundos.

## **2.1 AUTORIZACIÓN DE PREDIOS**

Para poder ingresar al área de trabajo, previamente establecida, es necesario concertar con los dueños de los predios de intervención directa, es decir donde se va a llevar a cabo la perforación, los términos y las condiciones de trabajo por parte de la compañía operadora. Para ello se deben realizar reuniones de acercamiento y diligenciar el contrato de “Avalúo, reconocimiento y transacción de daños y de servidumbre legal petrolera de ocupación temporal y tránsito”, con el fin de cumplir con los requisitos legales.

Se recomienda seguir el siguiente protocolo:

- a) Comunicarse, escrita y/o telefónicamente, con el propietario o representante del predio con el fin de concretar una cita. La información de los propietarios se debió haber establecido previamente, durante la elaboración del EIA y el PMA.
- b) Durante esta cita se le debe presentar el proyecto al representante del predio. Básicamente se le explica la naturaleza de las actividades que allí se realizarán, cuál será el área afectada y los tiempos en los que se planea desarrollar el proyecto. Adicionalmente se debe hacer énfasis en

que la zona de trabajo se entregará en las mismas condiciones, o mejores, que las iniciales.

- c) Si es posible, se lleva a cabo la negociación del predio durante esta reunión, si no se puede adelantar dicho paso, por indisposición o inconformidad del representante del predio, se planifica una nueva cita para una fecha concertada por ambas partes. Es necesario levantar un acta donde quede constancia de que la información fue recibida y entendida por parte del representante del predio.
- d) Durante la negociación de predios se deben acordar las condiciones, el área, el tiempo y el valor de la servidumbre a través de un contrato de arrendamiento debidamente firmado por el representante legal del predio en cuestión.

Para el proceso, se sugiere la conformación de un Comité Técnico designado por la empresa operadora, que asigne de manera concertada los valores mínimos y máximos de negociación, que a su vez facilite y dirima las controversias que se puedan dar como consecuencia del proceso de negociación. Un indicio del precio base de negociación para el Comité, lo debe representar el valor promedio de la hectárea, calculada mediante el valor catastral de la misma.

Vale sugerir que por sus connotaciones geográficas, por la misma productividad de las tierras y por factores de orden socioeconómico, se deben establecer valores de negociación diferentes en cada predio.

## **2.2 SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO CON COMUNIDADES Y AUTORIDADES DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

En el sector de los hidrocarburos, uno de los factores determinantes para el éxito de proyectos de perforación, más allá de los resultados técnicos, es tener

una buena relación con las comunidades afectadas, pues esto evitará posibles sabotajes o inconvenientes de tipo jurídico que finalmente deterioren el desarrollo normal de las actividades previamente planificadas.

La importancia de la participación nace de la Constitución Política y del derecho fundamental que tienen las personas a gozar de un ambiente sano. Para el ejercicio de este derecho, se ha establecido que “la Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo”<sup>7</sup>.

Adicionalmente, la ley colombiana ha establecido que “La explotación de los recursos naturales debe hacerse sin desmedro de la integridad cultural, social y económica de las comunidades indígenas y de las negras tradicionales de acuerdo con la Ley 70 de 1993 y el artículo 330 de la Constitución Nacional, y las decisiones sobre la materia se tomarán, previa consulta a los representantes de tales comunidades”<sup>8</sup>.

En base a esto, se hace necesario contar con la participación de las comunidades (indígenas, negras y otras), en las etapas previas a la ejecución del proyecto. Para ello se deben identificar las comunidades y se surtirá este trámite dentro de la ejecución del EIA o del diseño del PMA (Decreto 1320 de 1998). De esta manera se garantiza el derecho a la participación de las comunidades, y se evita la oposición de cualquier persona al proyecto, una vez obtenida la anuencia mencionada<sup>9</sup>.

Así mismo la comunidad del área de influencia es la primera opción en cuanto a contratación de personal de esta forma se genera empleo en la región y solo cuando no hay personal capacitado en la región se amplía el área de

---

<sup>7</sup> Guía de manejo ambiental para proyectos de perforación de pozos de petróleo y gas; Ministerio del Medio Ambiente; Agosto de 1999; Sección 3, Participación Ciudadana.

<sup>8</sup> Ley 99 de 1993; Artículo 76, De las comunidades indígenas y negras.

<sup>9</sup> Guía de manejo ambiental para proyectos de perforación de pozos de petróleo y gas; Ministerio del Medio Ambiente; Agosto de 1999; Sección 3, Participación Ciudadana.

contratación incluyendo al municipio seguido de la región (cuando se requiera).

### **2.2.1 Consulta previa**

La consulta previa es un mecanismo que pretende garantizar el goce pleno de los derechos y libertades fundamentales de los pueblos indígenas y comunidades negras tribales. Hace énfasis en el derecho inherente que tiene todo ser humano a ser consultado previamente a la toma de decisiones que le puedan afectar su modo de vida, sus creencias, sus tierras y territorios y a participar, cuando sea posible de los beneficios que se derivan de ciertos proyectos de desarrollo<sup>10</sup>.

Según el decreto 1320 de 1998 La consulta previa se debe realizar cuando el proyecto, obra o actividad se pretenda desarrollar en zonas de resguardo o reservas indígenas o en zonas adjudicadas en propiedad colectiva a comunidades negras. Igualmente cuando el proyecto se desarrolle en zonas no tituladas y habitadas en forma regular y permanente por dichas comunidades indígenas o negras<sup>11</sup>.

La consulta previa con comunidades indígenas y negras tiene como principal objeto proteger la integridad de estas comunidades a través de un proceso en el que se dé a conocer plena y anticipadamente todo proyecto que se prevé realizar.

De esta manera las comunidades, teniendo un conocimiento profundo, pueden analizar los impactos sociales, culturales, religiosos, ambientales y económicos que pueden ocasionarse por la explotación de los recursos

---

<sup>10</sup> Control social a la gestión pública; Mecanismos jurídicos para el control social; Plan nacional de formación; Módulo 2.

<sup>11</sup> Decreto 1320 de 1998; Artículo 2º, Determinación de Territorio.

naturales o la realización de una obra o actividad dentro de su territorio colectivo. Así mismo, en desarrollo de la constitución política colombiana, los tratados internacionales y leyes nacionales, se debe surtir la consulta mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente<sup>12</sup>.

Para el proceso de Consulta Previa, con base en la normatividad y la jurisprudencia existentes. El Ministerio del Interior y de Justicia ha desarrollado una Guía de Procesos con base en la cual se desarrollan las consultas actualmente.<sup>13</sup>

- **Fase de Pre consulta**

Esta fase se implementó a partir de la Sentencia C-461 de 2008 de la Corte Constitucional. Esta es realizada de manera previa a la consulta misma y define el marco a partir del cual se desarrolla la consulta.

Los parámetros contenidos en la Guía son de naturaleza flexible, dado que su aplicación se vincula a las características culturales de cada comunidad concernida. No obstante se pueden establecer ciertas características básicas que deben ser concertadas en esta etapa como lo son:

1. Capacitación de la comunidad en los temas referentes a la Consulta Previa.
2. Identificación de las autoridades representativas para la interlocución con la comunidad.
3. Socialización del tema que será posteriormente consultado.

---

<sup>12</sup> Control social a la gestión pública; Mecanismos jurídicos para el control social; Plan nacional de formación; Módulo 2.

<sup>13</sup> Elementos principales de la consulta previa en Colombia En Aplicación del Convenio 169 de la OIT Ginebra, 1º de junio de 2010.

4. Concertación de la metodología. En caso que la comunidad y la parte interesada no lleguen a un acuerdo, el Ministerio del Interior y de Justicia podrá tomar una determinación en relación con la metodología, valorando las posiciones de las partes y buscando siempre la protección de la identidad étnica y cultural.

- **Fase de Apertura**

La autoridad competente se encargará de dar inicio formal a la Consulta Previa, en presencia de los representantes de la comunidad, de la parte interesada, las autoridades ambientales y el Ministerio Público. Al concluir esta fase, se firmara el Acta de Apertura de Consulta Previa por los participantes en la reunión.

- **Fase de Análisis y Concertación de Impactos y Medidas**

Durante las reuniones que se requieran en esta fase, se llevarán a cabo las siguientes actividades en conjunto con los representantes de la comunidad, de la parte interesada, las autoridades ambientales y el Ministerio Público:

- 3 Talleres para la identificación de los impactos, medidas de manejo, prevención, mitigación, control, adecuación, corrección y/o compensación.
- 4 Una vez identificados los impactos y las medidas requeridas para atenderlos, se elaborará un documento que reflejará los preacuerdos establecidos por las partes.

Al concluir esta fase se deberá contar con las Actas de reunión y el Acta de Preacuerdos.

- **Fase de Protocolización de Acuerdos**

La autoridad competente se encargará de liderar y acompañar la protocolización de los acuerdos logrados entre la comunidad y la parte interesada durante la fase de identificación de impactos y medidas. El Acta de Protocolización de Acuerdos de Consulta Previa recogerá los acuerdos así como los desacuerdos evidenciados durante el ejercicio y será suscrita por todos los participantes.

- **Fase de sistematización y seguimiento**

La autoridad competente se encargará de incorporar en la Base de Datos del Ministerio del Interior y de Justicia los acuerdos alcanzados durante la Consulta Previa. El Ministerio dará seguimiento al cumplimiento de los acuerdos en la forma y plazo convenidos y elaborará un informe semestral sobre el cumplimiento de los mismos.

- **Fase de Cierre**

Una vez verificado el cumplimiento de los acuerdos, la autoridad competente procederá al cierre definitivo de la Consulta Previa en presencia de los representantes de la comunidad, de la parte interesada, las autoridades ambientales y el Ministerio Público.

Una vez elaborado el PMA es necesario socializar el proyecto con los entes regionales correspondientes, se recomienda llevar a cabo este proceso de la siguiente manera:

### **2.2.2 Identificación de interlocutores**

Los interlocutores que se deben identificar, para fines de ejecutar las reuniones informativas deben ser:

*Alcaldías municipales:* Junto con cada una de las administraciones municipales, se debe establecer el funcionario o funcionarios delegados que hagan las veces de interlocutores con el Proyecto (Secretaría de Planeación Municipal, Secretaría de Gobierno, Despacho del Alcalde, etc.).

*Comunidades organizadas:* Como canal de comunicación previamente identificado se debe mantener a la Junta de Acción Comunal de cada vereda, organizaciones legítimas y reconocidas por la comunidad.

*Ciudadanos:* Los interlocutores válidos para la gestión socio ambiental a nivel predial deben ser los propietarios de los predios.

### **2.2.3 Convocatoria a Reunión**

El siguiente es el procedimiento recomendado para llevar a cabo las convocatorias a las reuniones informativas:

*Alcaldías municipales:* Se deberá concertar con el o los interlocutores locales el día, hora y lugar de las reuniones informativas. Una vez se haya hecho esta

identificación, se debe convocar a la administración municipal, de manera escrita y verbal, con una semana de anticipación.

*Comunidades organizadas:* Una vez se haya concertado fecha, hora y lugar para las reuniones informativas, se deberá convocar de manera escrita a los dignatarios de cada Junta de Acción Comunal con una semana de anticipación, quienes tendrán la responsabilidad de divulgar dicha convocatoria a la mayor parte de la comunidad.

*Ciudadanos:* La convocatoria a las reuniones informativas con los propietarios de los predios se realizará de manera escrita con una semana de anticipación, una vez concertada la fecha, hora y lugar de la misma.

#### **2.2.4 Temporalidad de las reuniones**

Cada reunión debe tener una temática específica, donde se dé la mayor cantidad de información posible acerca del proyecto a los interlocutores así:

**Reunión de Inicio de las Actividades**, en la cual se deberá contemplar la siguiente temática:

- a) Presentación institucional de la Compañía Operadora
- b) Presentación técnica del Proyecto
- c) Aspectos ambientales y sociales contemplados en el Plan de Manejo Ambiental
- d) Contrato:
  - Empresa contratista (Nombre, representante legal, personal de la región).
  - Cronograma (Fecha de Inicio – Duración del contrato y de las Labores contratadas con personal de la región).

- Contratación de Personal (perfil del cargo, requisitos, tipo de salarios, dotación, alimentación, transporte, seguridad social).
- Lineamientos de contratación de bienes y servicios de cada empresa contratista.
- Información de contacto de la firma contratista y persona responsable en campo.
- Procedimiento para la contratación de personal de la región.

- e) Aclaración de inquietudes de los participantes
- f) Acta de socialización y Registro de asistencia con firmas.

**Reunión de Cierre**, en donde se debe hacer referencia a los siguientes puntos:

- a) Balance de actividades y tiempo en que se desarrollaron.
- b) Presentación del balance del cumplimiento de las obligaciones del PMA.
- c) Recuento de temas, compromisos adquiridos, estado y cumplimiento de los mismos (con base en las reuniones de socialización y reuniones de seguimiento).
- d) Aclaración de inquietudes de los participantes.
- e) Firma del acta de la reunión.

### **2.2.5 Registro**

Cada reunión tiene que estar soportada por un acta en la que debe quedar consignada, como mínimo, la siguiente información:

- a) Participantes.
- b) Agenda.
- c) Desarrollo de temas tratados.

- d) Compromisos definidos con fechas y responsables.
- e) Nombre y firma de los participantes o representantes de los mismos.

Adicionalmente, se recomienda mantener una interacción y comunicación frecuente con la comunidad y autoridades municipales durante la ejecución del proyecto, y atender oportunamente las quejas, reclamaciones e inquietudes manifestadas por las comunidades de influencia del proyecto y las autoridades locales.

## **2.3 PERSONAL REQUERIDO PARA LAS OPERACIONES DE CAMPO**

Aquí se definen las funciones de los trabajadores involucrados en la perforación; el siguiente es el manual de roles y responsabilidades definido en el PMA de los pozos someros Patía 29, 25 y 3<sup>14</sup>.

### **Coordinador de Operaciones**

La Coordinación se debe encargar de las siguientes funciones:

- Elaborar los planes operativos de perforación y corazonamiento de los pozos.
- Coordinar las operaciones de movilización y adecuación de áreas.
- Dirigir las operaciones de perforación y corazonamiento.
- Coordinar la logística de la operación, mantenimiento y suministros.
- Elaborar los reportes de perforación que se requieran.

### **Jefe de Pozo**

El jefe de pozo se debe encargar de las siguientes funciones:

---

<sup>14</sup> Plan de Manejo Ambiental Pozos Slim Hole Patía 29, 25 y 3-ST-S, Marzo de 2010; Capítulo 1, Personal requerido para la operaciones de campo.

- Dirigir las operaciones de perforación y corazonamiento en pozo.
- Coordinar la logística de la operación, mantenimiento y suministros en pozo.
- Formular y preparar el lodo de perforación para cada sección.
- Registrar los parámetros del lodo de perforación.
- Ajustar las propiedades del lodo de perforación según requerimientos.
- Elaborar informe diario de perforación y HSE.
- Manejo de Seguridad y comunidades.
- Reportar estado de operaciones y requerimientos.
- Control de costos y subcontratistas.
- Manejo y aprobación de service tickets.
- Control de personal.

### **Geólogo (WELLSITE)**

Se debe encargar de las siguientes actividades:

- Recopilar la información geológica del área y del pozo a corazonar.
- Identificar topes de formaciones y marcadores.
- Realizar la descripción litológica macro de los núcleos recuperados.
- Elaborar informes geológicos.
- Custodiar los núcleos recuperados.
- Realizar el despacho de los núcleos del pozo al laboratorio para su análisis.
- Revisar y aprobar los registros eléctricos del pozo.

### **Coordinador de HSE**

El profesional encargado de la Dirección en Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (HSE) del Proyecto, es considerado como un

facilitador y apoyo en el cumplimiento de las funciones de todo el personal que hace parte del equipo HSE en campo.

Las funciones específicas del Director HSE del Proyecto, comprenden estar en continua comunicación con el equipo HSE en campo, recibir mensajes de voz y datos (informes, reportes, etc.) y dar respuesta y solución inmediata a lo solicitado en campo, en todo lo relacionado con temas HSE. Entre otras actividades:

- Identificar los riesgos de impacto ambiental y de seguridad.
- Proponer e implementar planes para mitigar los riesgos encontrados.
- Supervisar el correcto uso de los Elementos de Protección Personal (EPP) de las personas involucradas en el proyecto de acuerdo con el riesgo.
- Supervisar la ejecución de las actividades de control ambiental de acuerdo con el PMA.
- Realizar inducciones y capacitaciones de seguridad al personal.
- Implementar el programa de salud ocupacional y seguridad en el trabajo para el proyecto.
- Implementar y hacer seguimiento del Plan de Evacuación y Manejo de Emergencias (MEDEVAC) establecido para el pozo.
- Supervisar las actividades de restauración ambiental del área y verificar que se cumplan los requisitos establecidos en el PMA.

### **Tecnólogo Electromecánico**

Se debe encargar de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo del taladro y de todas las herramientas y equipos requeridos en la operación de perforación de los pozos. Entre otras actividades:

- Elaborar un programa de mantenimiento preventivo.

- Participar en la puesta en marcha de todos los equipos.
- Llevar un control de inventario de repuestos en stock.
- Solicitar los repuestos y consumibles necesarios para el mantenimiento del equipo de perforación y demás equipos y herramientas requeridos en la operación.
- Realizar las instalaciones y reparaciones necesarias para garantizar una operación continua.

### **Operadores de Corazonamiento (Perforadores)**

Comprende el personal encargado de operar el taladro, ajustar los parámetros de perforación, caudal, revisar y registrar torques y presiones, de su experiencia como corazonadores para detectar a tiempo los atascamientos del núcleo, depende el éxito del corte y recuperación del núcleo en superficie. Entre sus principales actividades están:

- Operar en forma segura el taladro de perforación.
- Ajustar los parámetros de perforación de acuerdo con la litología de la formación que se esté cortando, para optimizar la Tasa de Perforación (ROP) y obtener la mejor calidad del núcleo.
- Lanzar y recuperar el barril interno
- Registrar los parámetros de corazonamiento
- Controlar el pozo cuando se presenten amagues de reventón

### **Ayudantes/Patieros**

Se deben encargar de suministrar apoyo en las diferentes actividades, movimiento de materiales y equipos, soporte al perforador al técnico de manejo y preservación y al mecánico. Se encargarán de mantener el orden y aseo en la locación. Este personal será contratado y capacitado en el área.

## **Portero/Vigilante**

El Portero/vigilante, es considerado personal de apoyo, encargado del control de ingreso y salida de todo el personal que labora y visitante. Para esto se deberá registrar en una bitácora toda la información básica necesaria, como nombre y apellido, identificación, seguridad social (EPS, ARP), motivo de ingreso (laboral o visitante), hora de ingreso y salida, observaciones.

Entre sus principales actividades están:

- Mantener el área de portería en completo orden y aseo.
- Revisar todo vehículo y registrar toda la carga que sale o entra.
- Se debe informar por radio, a la persona interesada, la llegada del visitante, antes de permitir su ingreso.
- Todo evento sospechoso se debe informar según el conducto regular.
- Otras asignadas por el equipo HSE en campo.

## **2.4 RECIBO Y ENTREGA DE PREDIOS**

### **2.4.1 Recibo**

Una vez acordados los términos de la servidumbre del predio se debe proceder a hacer una reunión de recibo del predio acordado, allí es necesario diligenciar un acta de recibo del predio por parte del propietario a la compañía encargada de la perforación donde se haga un listado especificando:

- Inventario de propiedades
- Inventario forestal
- Inventario faunístico

Dentro de cada inventario se debe mencionar la distancia al área de trabajo de cada punto enlistado. Es necesario tomar material fotográfico de las condiciones de los terrenos del predio al momento del recibo, y si es posible, material fílmico, con el fin de que las condiciones de recibo sean las acordadas.

En esta reunión de inicio es necesario que se encuentren presentes:

- Representante o encargado del predio
- Profesional HSE
- Representante de la empresa operadora

Finalmente el acta debe ser firmada por el representante del predio y el de la compañía operadora.

#### **2.4.2 Entrega**

La entrega del predio se realiza por medio de una reunión en la cual se exponen los resultados del proyecto se procede con la revisión del listado realizado al recibir el predio.

Para el proceso de entrega se requiere que cada uno de los ítems especificados en dicha lista se encuentre en iguales o mejores condiciones de las que fueron recibidas por la compañía operadora.

Al igual que en el acta de recibo, en esta reunión de finalización es necesario que se encuentren presentes:

- Representante o encargado del predio
- Profesional HSE
- Representante de la empresa operadora

Finalmente el acta debe ser firmada por el representante del predio y el de la compañía operadora.

## **2.5 CORPORACIONES AUTÓNOMAS REGIONALES**

Las Corporaciones Autónomas Regionales son entes corporativos de carácter público, creados por la ley, integrado por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotados de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica encargados por la ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente<sup>15</sup>.

Todas tienen por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente<sup>16</sup>.

Las corporaciones se conforman de tres órganos principales de dirección y administración: La Asamblea Corporativa, El Consejo Directivo y El Director General.

---

<sup>15</sup> Ley 99 de 1993; Artículo 23, Naturaleza Jurídica de las Corporaciones Autónomas Regionales.

<sup>16</sup> Ley 99 de 1993; Artículo 30, Objeto de las Corporaciones Autónomas Regionales

➤ **Asamblea Corporativa**<sup>17</sup>

Es el principal órgano de dirección de la Corporación y está integrada por todos los representantes legales de las entidades territoriales de su jurisdicción.

➤ **Consejo Directivo**<sup>18</sup>

Es el órgano de administración de la Corporación y está conformado por:

- a) El gobernador o los gobernadores de los departamentos sobre cuyo territorio ejerza jurisdicción la Corporación Autónoma Regional, o su delegado o delegados.
- b) Un representante del Presidente de la República.
- c) Un representante del Ministro del Medio Ambiente.
- d) Hasta cuatro (4) alcaldes de los municipios comprendidos dentro del territorio de la jurisdicción de la Corporación.
- e) Dos (2) representantes del sector privado.
- f) Un (1) representante de las comunidades indígenas o etnias tradicionalmente asentadas en el territorio de jurisdicción de la Corporación.
- g) Dos (2) representantes de las entidades sin ánimo de lucro, cuyo domicilio se encuentra en el área de jurisdicción de la corporación.

➤ **Director General**<sup>19</sup>

El Director General es el representante legal de la Corporación y su primera autoridad ejecutiva.

---

<sup>17</sup> Ley 99 de 1993; Artículo 25, De la Asamblea Corporativa.

<sup>18</sup> Ley 99 de 1993; Artículo 26, Del Consejo Directivo.

<sup>19</sup> Ley 99 de 1993; Artículo 28, Del Director General.

Las Corporaciones Regionales actualmente existentes en Colombia son<sup>20</sup>:

### **2.5.1 Corporaciones Regionales actuales en Colombia**

- Corporación Autónoma Regional del Risaralda (CARDER)
- Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO)
- Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR)
- Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA)
- Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ)
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Rionegro y Nare (CORNARE)
- Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS)
- Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (CORPORINOQUIA)
- Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSUCRE)
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM)
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, (CORANTIOQUIA)
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA)
- Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS)
- Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACA)
- Corporación Autónoma Regional de Chivor (CORPOCHIVOR)
- Corporación Autónoma Regional del Guavio (CORPOGUAVIO)
- Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE)
- Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB)
- Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPOMAG)
- Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR)

---

<sup>20</sup> Ley 99 de 1993; Artículo 33, Creación y Transformación de las Corporaciones Autónomas Regionales

- Corporación Autónoma Regional de LA Guajira (CORPOGUAJIRA)
- Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS)
- Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC)
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC)
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Bogotá, Ubaté y Suarez (CAR)
- Corporación Autónoma Regional de Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB)

## **2.5.2 Requerimientos para la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales**

### **2.5.2.1 Aguas superficiales**

Cuando se requiera la utilización de aguas superficiales, se debe presentar como mínimo la siguiente información<sup>21</sup>.

- Nombre de la posible(s) fuente(s) y tramo(s) homogéneo(s) de captación de acuerdo a la oferta del recurso y zonificación de manejo ambiental del proyecto.
- Georeferenciación de los puntos de captación.
- Usos y caudales aguas abajo del tramo. Identificar usuarios, tanto actuales como potenciales de las fuentes a intervenir por el proyecto.
- Caudal de agua requerido. Realizar un estimativo del consumo de agua requerido por el proyecto.

---

<sup>21</sup> Términos de Referencia, Estudio de Impacto Ambiental, Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos, HI-TER-1-02; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010

- Alternativas de Infraestructura y sistemas de captación y conducción a nivel de pre-factibilidad.
- Determinar los posibles conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos del agua, teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes períodos de retorno.

### **2.5.2.2 Aguas subterráneas**

Cuando se requiera la captación de aguas subterráneas, con base en la caracterización hidrogeológica del área de influencia del proyecto, se debe presentar<sup>22</sup>:

- El estudio geo-eléctrico del área donde se pretende hacer la exploración.
- Los puntos de agua subterránea adyacentes y posibles conflictos por el uso de dichas aguas.
- El método de perforación y características técnicas del pozo
- El volumen de agua requerido.

Para la concesión de las aguas subterráneas se debe presentar los resultados de la prueba de bombeo del pozo e informar sobre la infraestructura y sistemas de conducción.

---

<sup>22</sup> Términos de Referencia, Estudio de Impacto Ambiental, Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos, HI-TER-1-02; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010; capítulo 4.2.

### 2.5.2.3 Vertimientos

Cuando se requiera la realización de vertimientos de aguas residuales, se debe describir el sistema de tratamiento, los tramos homogéneos de las corrientes receptoras, el caudal, las características del vertimiento (continuo o intermitente), la clase y calidad del vertimiento.

Para vertimientos en cuerpo de agua se debe como mínimo<sup>23</sup>:

- Geo-referenciar los tramos homogéneos de corrientes receptoras de las descargas de aguas residuales y determinar sus caudales.
- Realizar un muestreo sobre la calidad físico-química de la fuente receptora.
- Determinar la capacidad de asimilación del cuerpo receptor.
- Relacionar los usos del recurso aguas abajo del sitio de vertimiento.
- La estructura tipo para realizar el vertimiento.

Para disposición en suelos se debe como mínimo:

- Geo-referenciar posibles áreas de disposición y presentar las pruebas de percolación respectivas.
- Realizar la caracterización fisicoquímica del área de disposición. (textura, capacidad de intercambio catiónico, pH, relación de adsorción de sodio (RAS), porcentaje de sodio intercambiable, contenido de humedad), para la disposición de aguas industriales se deberá adicionalmente evaluar grasas y aceites,

---

<sup>23</sup> Términos de Referencia, Estudio de Impacto Ambiental, Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos, HI-TER-1-02; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010; capítulo 4.3.

hidrocarburos totales y metales (los metales a evaluar dependerán de la composición fisicoquímica del vertimiento y de los insumos a utilizar por la perforación exploratoria).

- Evaluar el riesgo de contaminación de acuíferos.
- Geo-referenciar los puntos de vertimiento y presentar el diseño final de la estructura del vertimiento.

#### **2.5.2.4 Ocupación de cauces**

Cuando se requiera la intervención de cauces de cuerpos de agua, se debe<sup>24</sup>:

- Identificar y caracterizar la dinámica fluvial de los posibles tramos homogéneos o sectores a ser intervenidos.
- Describir las obras típicas a construir, la temporalidad y procedimientos constructivos.
- Geo-referenciar los puntos y presentar el diseño de las obras y características de la ocupación del cauce.

#### **2.5.2.5 Materiales de construcción**

Cuando se requiera de materiales de construcción para la ejecución de las obras civiles, se debe identificar y localizar los sitios que cuenten con las autorizaciones mineras y ambientales vigentes, que respondan a la demanda del proyecto<sup>25</sup>.

---

<sup>24</sup> Términos de Referencia, Estudio de Impacto Ambiental, Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos, HI-TER-1-02; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010; capítulo 4.4.

<sup>25</sup> Términos de Referencia, Estudio de Impacto Ambiental, Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos, HI-TER-1-02; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010; capítulo 4.5.

### 2.5.2.6 Aprovechamiento forestal

Cuando este sea requerido, se determinarán los volúmenes máximos de aprovechamiento para cada tipo de cobertura vegetal, con base en el inventario forestal<sup>26</sup>.

- Para cada tipo de cobertura vegetal en cada ecosistema se realizará el inventario de la biomasa o volumen total a ser aprovechado sobre todas las especies a partir de un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 0,10 m.
- Los inventarios de la biomasa o volumen total que se presenten para cada tipo de cobertura vegetal, deben realizarse con una intensidad (porcentaje sobre el total del área por tipo de cobertura) que permitan obtener un error de muestro inferior al 15%.
- La caracterización del sotobosque y/o coberturas con un DAP mayor o igual a 0,05 m y menor de 0,10 m, serán inventariadas para cada tipo de cobertura vegetal, con una intensidad que permitan obtener un error de muestro inferior al 20%.
- Para cada tipo de cobertura vegetal en cada ecosistema se realizará el inventario de la biomasa o volumen total a ser aprovechado sobre todas las especies a partir de un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 0,10 m.

---

<sup>26</sup> Términos de Referencia, Estudio de Impacto Ambiental, Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos, HI-TER-1-02; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010; capítulo 4.6.

- Los inventarios de la biomasa o volumen total que se presenten para cada tipo de cobertura vegetal, deben realizarse con una intensidad que permitan obtener un error de muestro inferior al 15%.
- La caracterización del sotobosque y/o coberturas con un DAP mayor o igual a 0,05 m y menor de 0,10 m, serán inventariadas para cada tipo de cobertura vegetal, con una que permitan obtener un error de muestro inferior al 20%.
- Especificar la localización y volúmenes que efectivamente serán aprovechados mediante un inventario al 100%, que en todo caso no podrán superar los volúmenes máximos autorizados por tipo de cobertura vegetal.

Cuando el proyecto pretenda afectar especies en veda nacional o regional, deberá solicitar a la dirección de ecosistemas del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o a las autoridades regionales competentes, la autorización para el levantamiento parcial de la veda para lo cual deberá presentar el inventario al 100% de los individuos de las especies vedadas que se pretenden aprovechar, así como las medidas de manejo y compensación que garanticen que el levantamiento de la veda no afecta la capacidad de regeneración y sobrevivencia de la especie.

Si el proyecto afecta áreas de manglar, se deberá verificar si la zonificación en áreas de manglar definida por la Corporación Autónoma Regional permite su aprovechamiento; en caso contrario, el peticionario deberá presentar el estudio a la Corporación, con el fin de que ésta trámite ante el Ministerio del Medio Ambiente la modificación de la

resolución mediante la cual se estableció la zonificación en áreas de manglar.

#### **2.5.2.7 Residuos sólidos**

Para el manejo integral de los residuos sólidos se debe presentar la siguiente información<sup>27</sup>:

- Caracterizar los residuos domésticos, industriales y especiales.
- Volúmenes de residuos a generar por el proyecto, de acuerdo a la caracterización de los mismos.
- Alternativas de tratamiento, manejo, transporte, disposición final e infraestructura asociada.

Cuando se pretenda utilizar la incineración como manejo se debe tener en cuenta la reglamentación vigente expedida por las autoridades ambientales.

## **2.6 OBRAS CIVILES**

Las obras civiles asociadas a los proyectos de perforación corresponden a la vía de acceso al área del pozo y a la locación, que es el sitio seleccionado para la instalación del taladro.

La construcción de estas obras desarrolla un conjunto de actividades que se inician con la ubicación en campo y culminan con la entrega de la obra terminada para que se inicie el trabajo de perforación. La Figura 5 identifica las actividades principales.

---

<sup>27</sup> Términos de Referencia, Estudio de Impacto Ambiental, Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos, HI-TER-1-02; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010; capítulo 4.7.



**Figura 5:** Fases de las obras civiles del proyecto

**Fuente:** Los autores

## 2.6.1 Fase pre-operativa<sup>28</sup>

### 2.6.1.1 Localización

Delimita las áreas a utilizar de acuerdo con el dueño del proyecto, con el propósito de disminuir la afectación de los recursos naturales.

- Todas las áreas a ocupar serán debidamente demarcadas.
- El ancho de la trocha será máximo de 1.2 m en las áreas con vegetación arbórea o arbustiva.

<sup>28</sup> 'Guía de manejo ambiental para proyectos de perforación de pozos de petróleo y gas' – planificación ambiental del proyecto- fase pre operativa.

- El corte de vegetación se hará únicamente con herramientas manuales, limitándose estrictamente al ancho de la trocha y a las necesidades mínimas de espacio para desarrollar las actividades involucradas
- El diámetro máximo (DAP) del árbol que puede ser talado es de 10 cm. Cuando se encuentren árboles que sobrepasen esta especificación, la línea topográfica los evitará.
- Se respetarán las cercas, broches y demás elementos que delimitan y sirven de acceso a los predios, dejándolos en el estado en que fueron encontrados.
- Se deben delimitar todas las áreas sensibles a proteger como bosques, nacederos, bocatomas, viviendas, entre otras, que pueden verse afectadas por la construcción del proyecto.
- Cuando se trabaje en áreas de comunidades étnicas, debe tomarse en consideración los resultados de los estudios y la consulta previa.
- El material de corte se utilizará en lo posible para fabricar elementos de madera requeridos en el trabajo.
- No se permitirá la quema de vegetación o del material de corte.
- Se deberá colocar el material vegetal removido de la pica de forma que se evite la obstrucción de los cauces.
- Los cruces de cuerpos de agua por las líneas topográficas y la colocación de estructuras temporales se realizarán procurando evitar al máximo la desestabilización de las orillas.

### **2.6.1.2 Movilización de maquinaria y equipos**

Establece las condiciones necesarias en la movilización de maquinaria, equipo y materiales para prevenir y disminuir la afectación de los recursos, además contiene un plan de movilización que incluye:

- Tráfico vehicular.
- Restricciones horarias para el transporte.
- Amplitud de la vía.
- Presencia de autoridades militares.
- Localización de los equipos.
- Prioridad y orden de llegada.
- Coordinación y socialización con entes militares, nacionales y regionales.
- Señalización de la vía.
- Uso de vías privadas.

## **2.6.2 Construcción <sup>29</sup>**

### **2.6.2.1 Desmonte y descapote**

Minimiza la afectación de los recursos naturales, promoviendo el aprovechamiento racional de los materiales de desmonte y descapote y estableciendo medidas que permitan la conservación del suelo para su utilización en labores de restauración de las áreas afectadas.

Dichos procesos comprenden la remoción y aprovechamiento de la cobertura vegetal así como la remoción y acomodación del suelo.

---

<sup>29</sup> Guía de manejo ambiental para proyectos de perforación de pozos de petróleo y gas' – planificación ambiental del proyecto- construcción.

### **2.6.2.2 Construcción y adecuación de vías de acceso**

Las vías de acceso, y su operación incluyen los aspectos de planeación (selección del trazado; diseño), ejecución de la obra civil y su conservación como requisito para garantizar la protección del medio ambiente.

Se buscará que la obra afecte la menor cantidad posible de recursos presentes en el área. Significa que el mejor trazado será aquel que implique menos deforestación, menores movimientos de tierra y menores cruces de cuerpos de agua, entre otros.

En lo posible deberá tratarse de aprovechar la infraestructura vial existente para el acceso al área de interés y al pozo.

### **2.6.2.3 Construcción y adecuación del área de perforación.**

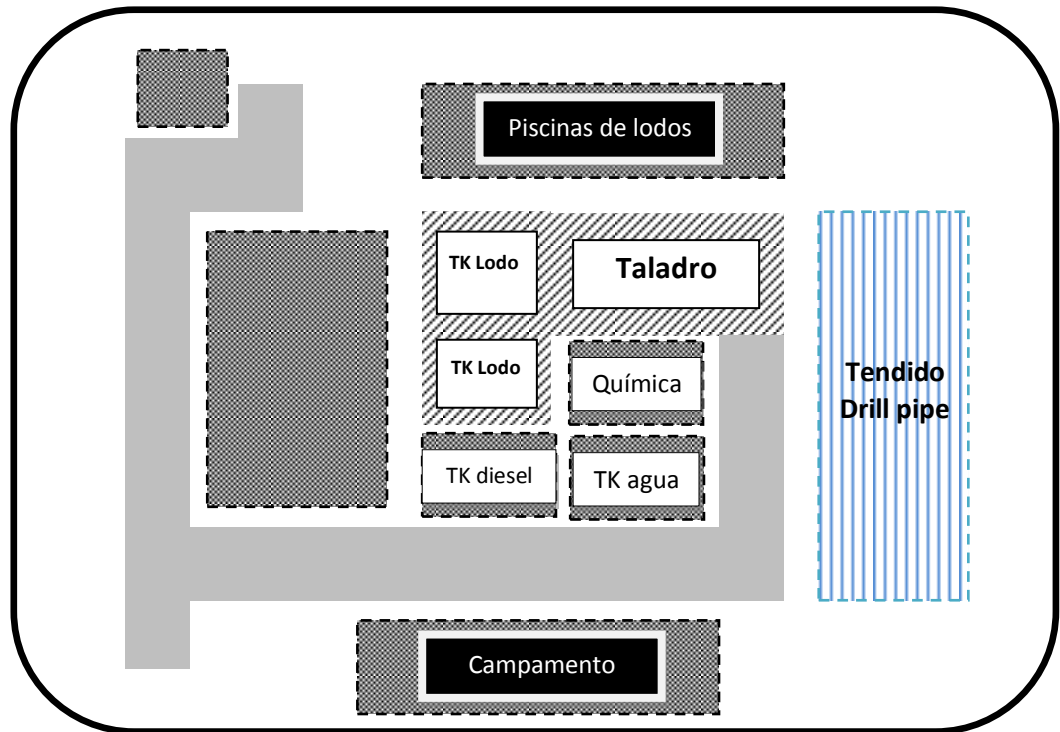
Incluye los principales elementos que hacen parte del área del taladro estableciéndose los requerimientos de manejo y control ambiental para cada uno de ellos, tales como:

La planta de energía, bodega - almacén, taladro, tanques y bombas de lodos, bombas de captación de agua para la operación, tanque de combustible y equipos de control y manejo de sólidos y de cementación.

A su vez el lay out (Figura 6) o esquema del área debe contemplar los requerimientos ambientales del PMA y llevar un protocolo de seguridad que contenga salidas de emergencia.

Las piscinas se consideran obras civiles que incluyen excavación del terreno e impermeabilización con membranas. Una vez cumplen su

función de almacenamiento, deben ser tapadas y el área restaurada y abandonada.



**Figura 6:** Ejemplo de un esquema del área para pozos estratigráficos.

**Fuente:** Los autores

#### **2.6.2.4 Construcción de campamentos**

La necesidad de establecer un campamento, y su localización, durante la construcción de la vía o de la instalación de perforación, obedece a criterios tales como la accesibilidad, bodegaje de equipos y materiales, alojamiento del personal e instalaciones de oficinas para la administración de la construcción.

En estos proyectos pueden existir dos tipos de campamentos:

- Fijos o principales: Caracterizados por ser de larga duración y por proveer servicios de apoyo tales como administración, bodega de materiales, parqueo de maquinaria, reparaciones mecánicas, etc.
- Móviles (o temporales): Tienen carácter provisional y son de corta duración en un mismo sitio, desplazándose con el frente de trabajo. Proveen alojamiento nocturno a cuadrillas que laboran en la obra y facilidades mínimas de almacenamiento, entre otras.

### **2.6.3 Recuperación<sup>30</sup>**

La compañía operadora debe establecer un procedimiento para identificar y mantener actualizado el Inventario de Pasivos Ambientales del proyecto. Así mismo, debe contar con un programa, permanentemente activo, para sanear el pasivo, el cual procederá desde el inicio del proyecto y hasta el abandono del área.

Los sistemas de tratamiento de residuos deberán clausurarse al concluir la operación:

- Pozos sépticos o letrinas sanitarias, el relleno de los pozos, utilizando la tierra sobrante de la excavación.
- La colocación y aseguramiento de las tapas del pozo, para evitar posteriores accidentes.
- La reconfiguración topográfica de las áreas utilizadas para rellenos sanitarios, y la colocación de la cobertura final de dichas áreas.

---

<sup>30</sup> Guía de manejo ambiental para proyectos de perforación de pozos de petróleo y gas' – planificación ambiental del proyecto- fase de recuperación.

- La revegetalización de las áreas afectadas.

La recuperación tiene como objetivos: Garantizar la estabilidad geotécnica de las áreas así como recuperar las áreas para las actividades económicas o ambientales tradicionales.

## 2.7 SUPERVISIÓN DE LOS ASPECTOS HSE EN CAMPO

Los diferentes aspectos HSE se controlan por medio de fichas de manejo, encaminadas a atender, de manera preventiva, las diferentes actividades que podrían presentar algún riesgo para los elementos dispuestos en el área de estudio. El contenido de cada ficha es el siguiente.<sup>31</sup>

- **Objetivo.** El efecto directo que se busca con la aplicación o ejecución de la medida.
- **Área de Aplicación:** Establece el sitio donde se aplicará la medida.
- **Tipo de medida.** Especifica si las acciones incluidas en la ficha son de prevención, protección, mitigación, corrección, compensación, control de los impactos mencionados.
- **Seguimiento y Monitoreo:** Presenta los procedimientos e indicadores de avance y cumplimiento de las medidas adoptadas.
- **Acciones a desarrollar.** Presenta las medidas y criterios de las actividades inherentes a la ficha; así como también, las estrategias que se deben seguir paralelo a las acciones planteadas.
- **Actividades que causan el Impacto.** Descripción de la actividad y los impactos específicos que se quieren evitar, mitigar, corregir o compensar al adoptar las medidas propuestas por la ficha.

---

<sup>31</sup> PMA pozos someros ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S.

- **Manejo y tiempo de aplicación.** Se refiere al momento de inicio de la aplicación o ejecución de la ficha de manejo.
- **Indicadores.** Cuantificables y medibles, que permitan evaluar la efectividad de los programas ambientales diseñados para el proyecto.
- **Cronograma de Actividades:** Especifica el tiempo en el que se ejecutarán las medidas propuestas, de acuerdo con el cronograma de desarrollo del proyecto.
- **Supervisión Ambiental.** Enumera a cargo de que instancia estará a cargo la Supervisión HSE.
- **Presupuesto.** Estimado de los costos de inversión de aplicación de la ficha.

Ver anexo 1.

## **2.8 SEGURIDAD FÍSICA**

La seguridad física pretende proteger la integridad física de la organización cumpliendo con un objetivo principal el cual es:

Impedir el acceso no autorizado, daños, robos, exposiciones al riesgo de los activos, interrupción de las actividades, interferencia en las instalaciones e información de la organización.

Existen 13 parámetros principales de control de físico los cuales serán explicados a continuación:

- **Perímetro de seguridad física:**

Se recomienda que se utilicen perímetros de seguridad (barreras tales como paredes, puertas de entrada controladas por tarjetas o escritorios de recepción

atendidos por personas) para proteger áreas que contengan información e instalaciones del procesamiento de información.

- Controles de acceso físico:

Se recomienda que las áreas seguras se resguarden con controles de acceso adecuados que garanticen que solo se permite el acceso a personas autorizadas.

- Aseguramiento de oficinas, recintos e instalaciones:

Se recomienda que se diseñe y aplique seguridad física para oficinas, recintos e instalaciones.

- Protección contra amenazas externas y del ambiente:

Se recomienda que se diseñe y aplique medios de protección contra daños potenciales causados por fuego, inundación, terremoto, explosión, disturbios civiles y otras formas de desastre natural o provocado por el hombre.

- El trabajo en áreas protegidas:

Se recomienda que se diseñe y aplique protección física y las directrices para el trabajo en áreas protegidas.

- Áreas de acceso público, entrega y carga:

Se recomienda que se controlen los puntos de acceso, como las áreas de entrega y carga y otros puntos donde personas sin autorización pueden llegar a entrar a las instalaciones y de ser posible, se aíslen de las instalaciones de procesamiento de la información para evitar el acceso no autorizado.

- Ubicación y Protección del equipamiento:

Se recomienda que el equipamiento se ubique y proteja de tal manera que se reduzcan los riesgos ocasionados por amenazas y peligros ambientales y oportunidades de accesos no autorizados.

- Elementos de Soporte:

Se recomienda que el equipamiento se encuentre protegido con respecto a posibles fallas en el suministro de energía u otras fallas en los elementos de soporte.

- Seguridad del cableado:

Se recomienda que el cableado de energía y de telecomunicaciones que transporten datos o soporten servicios de información estén protegidos contra interceptaciones o daños.

- Mantenimiento de equipos:

Se recomienda que el equipamiento reciba el correcto mantenimiento para asegurar su disponibilidad e integridad continuas.

- Seguridad de equipos fuera del ámbito de la Organización:

Se recomienda que se aplique la seguridad al equipamiento que este fuera del ámbito de la organización considerando los diferentes riesgos a los que están expuestos.

- Disposición final o reutilización segura del equipamiento

Se recomienda que se verifiquen todas las partes de los equipos que contengan un medio de almacenamiento, para asegurar que cualquier dato sensible y licencia de software ha sido removido o sobrescrito previo a la disposición.

- Retiro de bienes:

Se recomienda que el equipamiento, la información o el software no se retiren de las instalaciones sin previa autorización.

## 2.8 MANEJO DE LIXIVIADOS

Durante la duración del proyecto se debe realizar un correcto manejo, tratamiento y disposición final de aguas residuales generadas por las actividades propias de perforación y residencia de personal.

En base al procedimiento planteado dentro del EIA del pozo ANH-PATIA-1-ST-P se deben efectuar tratamientos separados teniendo en cuenta los siguientes criterios:

**Residuos sólidos Domésticos<sup>32</sup>:** durante la fase de perforación se utilizarán contenedores para el alojamiento del personal calificado, los cuales contarán con unidades sanitarias completas (sanitario, ducha y lavamanos), además de las instalaciones requeridas para el lavado de implementos de cocina y aseo general.

- No se deberá disponer en las corrientes hídricas ni en sus rondas, ningún tipo de residuo de carácter doméstico proveniente de las actividades asociadas a la perforación del pozo.
- El sitio de almacenamiento temporal de residuos sólidos domésticos deberá contar con la ventilación adecuada, techo, impermeabilización y sistema de recolección de lixiviados (en caso de generarse).
- Mantener los recipientes de almacenamiento temporal de residuos tapados y protegidos contra las condiciones medioambientales e ingreso de vectores.

---

<sup>32</sup> Estudio de Impacto Ambiental Pozo Estratigráfico ANH-PATIA-1-ST-P; Ficha 7.7

Estas aguas se tratarán de manera directa en planta de tratamiento portátil tipo REDFOX. Las plantas portátiles de tratamiento de aguas residuales domésticas comúnmente utilizadas son las de lodos activados, que consisten en poner en contacto las aguas residuales con bacterias que se alimentan de residuos orgánicos en presencia de oxígeno. El agua residual que entra al sistema, se mezcla con lodo activado mediante recirculación. La mezcla se airea para permitir que ocurran diferentes reacciones de oxidación, las cuales remueven muchos de los compuestos orgánicos del agua residual.

Las características del diseño de una planta de tratamiento de lodos activados son:

<b>Descripción</b>	<b>Característica</b>
Tiempo de retención hidráulica:	18 – 24 horas
Modo de operación:	Mezcla completa
Tipo de aireación	Aire comprimido o aireación mecánica
Relación alimentación / microorganismos:	0.05 – 0.15d <sup>-1</sup> (d=1= días)
Tiempo de retención de sólidos:	20 –40 días
Concentración de sólidos suspendidos de licor mezclador SSML:	3000 – 5000 mg/l

**Tabla 1:** Características del diseño de una planta de tratamiento de lodos activados.

**Fuente:** PMA pozos someros ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S

Estas aguas domésticas se combinan con las aguas industriales para su posterior manejo en la unidad portátil de tratamiento.

**Residuos sólidos Industriales<sup>33</sup>:** Entre los principales usos del recurso se encuentran los siguientes: preparación del lodo de perforación (lodo base agua – bentonita), operaciones de lavado en la plataforma de operación y en las zarandas, compactación del terreno (obras civiles) y pruebas de tuberías y equipos; agua para uso doméstico y en menor proporción agua para labores de riego de áreas verdes.

- Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la disposición de residuos sólidos como suelos, estopas, recipientes, entre otros materiales contaminados con aceites, solventes, pinturas o hidrocarburos, a las corrientes hídricas ni a sus rondas.
- Las arenillas, material vegetal seco o cualquier otro elemento sedimentado en el fondo de las cunetas perimetrales de aguas de escorrentía de la plataforma, debe ser recogidos, evitando su disposición a los cuerpos de agua.
- Los cortes no aprovechados y a ser tratados, están compuestos por dos fracciones: los cortes separados del lodo en los equipos de control de sólidos, producto de la excavación del suelo por acción de la broca de perforación; y los sólidos provenientes del “Dewatering” o deshidratación del lodo que sale de línea por envejecimiento, pérdida de propiedades reológicas o cambios en el programa de lodos.
  - Los cortes separados mediante el equipo de control son recogidos en una piscina, lo que permite un tiempo de residencia tal que los líquidos se separan de los sólidos por gravedad y las dos fases son manejadas por separado.

---

<sup>33</sup> Estudio de Impacto Ambiental Pozo Estratigráfico ANH-PATIA-1-ST-P; Ficha 7.7

- Los líquidos drenados se envían al equipo de deshidratación de lodos o directamente a la piscina de tratamiento de agua y el corte más seco se estabiliza mediante la mezcla con suelo o en casos extremos con cal en concentración no mayor de 30 lpb (libras por barril) para dar mayor consistencia y reducir el área de disposición a intervenir. Todos los sólidos provenientes del equipo de control de sólidos y los separados de la unidad de deshidratación son recogidos y manejados de la misma forma.
  - Los desechos de lodos base agua se tratan en la unidad de deshidratación para separar el agua de los sólidos. La separación se logra mediante un sistema combinado químico y físico que involucra la floculación mediante ajuste de pH y adición de polímeros, posteriormente la centrifugación de la suspensión.
  - Mientras sea posible y práctico el agua recuperada durante el proceso se recicla al sistema de lodos, al igual que los excesos de agua de la unidad de deshidratación.
  - Las aguas separadas de los cortes y los lodos serán tratados en tanques de tratamiento hasta alcanzar los estándares de calidad que determina el decreto 1594 de 1984 o las condiciones específicas de los correspondientes permisos de disposición.
- Los recipientes de almacenamiento temporal de residuos se deben mantener tapados y protegidos contra las condiciones medioambientales e ingreso de vectores.
  - Se debe verificar que los tiempos de retención en las unidades de control de sólidos sean suficientes para que se produzca la remoción deseada.

- Se debe optimizar la recirculación de cortes a las zarandas o shakers para aumentar la eficiencia en la separación lodo-corte en las primeras fases del tratamiento.
- Se deben ajustar las condiciones de operación de los desarenadores (desander) para reducir la humedad de los cortes, y controlar a través de centrifugación la cantidad de barita en el corte.
- Se debe monitorear el contenido de sólidos (finos de los cortes) en los lodos que se envíen a tratamiento.

En la unidad de dewatering, se procede al tratamiento de la totalidad de fluidos de desecho, separando la mayor cantidad posible de sólidos sedimentables y suspendidos, separando las aguas industriales para su posterior tratamiento. Posterior al dewatering, las aguas serán conducidas al sistema portátil de tratamiento.

En el sistema portátil de tratamiento se ejecutan los procesos de balance de pH, floculación, coagulación, sedimentación y desinfección, desde donde el agua es bombeada sin ninguna presencia de flocks o material contaminante resultante del tratamiento, a un tanque de almacenamiento de aguas tratadas o Frack Tank, desde donde se bombea al carro tanque que se encargará de transportarlo al punto de vertimiento siempre y cuando cumplan con las características expuestas en la siguiente tabla:

<b>Calidad del agua vertida</b>	<b>Unidad</b>	<b>Exigencia</b>
pH	Unidades	6.0-8.0
Conductividad	μS / cm	< 2500
Sulfatos	mg/L	< 200
Cloruros	mg/L	< 200
Alcalinidad	ppm	< 500
Dureza	ppm	< 500
TDS	ppm	< 75
Color	Platino Cobalto (Pt-Co)	50.0
Hierro	mg/L Fe	< 3.0
Turbidez	NTU	< 75

Nitratos	ppm	< 100
Sólidos en suspensión	mg/l sol	< 100
Temperatura	°C	No podrá tener una variación mayor de 3,0 °C en relación con la temperatura del cuerpo de agua continental superficial que recibe el vertimiento puntual al momento y en el sitio de efectuarse el mismo.

**Tabla 2:** Propiedades del agua para vertimiento

**Fuente:** Decreto 3930 de 2010.

**Manejo de aguas lluvias:** Todas las unidades de perforación y equipos de almacenaje de combustibles, lubricantes y químicos, deben contar con su respectiva cubierta, canaleta y/o canal de recolección de aguas lluvias, desde las cuales se conducirán las aguas lluvias, fuera de la cuneta externa del área de perforación.

Se deben construir diques de contención de aguas lluvias, a todos los equipos, con el fin de contener trazas de aceite o combustible y realizar un almacenamiento y disposición adecuada, en procura de minimizar afectaciones al suelo y al entorno.

## 2.9 PROTOCOLO DE DESMANTELAMIENTO DE POZOS

El protocolo de desmantelamiento provee una guía de manejo de las diferentes actividades requeridas para dicho proceso.

### 2.9.1 Desmantelamiento de instalaciones

El desmantelamiento debe realizarse en todas las instalaciones, exceptuando aquellas cuya permanencia haya sido acordada con la comunidad o la autoridad ambiental, por ejemplo: algunas vías de acceso. Todo proyecto debe contar con un plan para el desmantelamiento, que incluya el almacenamiento temporal de los materiales, su descontaminación

si se requiere, la disposición de los residuos, el transporte de los materiales y el destino final de los mismos.

### **2.9.2 Limpieza final del área**

Consiste en retirar de las áreas ocupadas por el proyecto todos los materiales ajenos a las mismas, residuales o no. La limpieza incluye todos los sitios ocupados por instalaciones, así como a los demás sitios intervenidos por el proyecto. En el caso de las actividades temporales como la construcción de la vía y de la instalación de perforación, la limpieza final se realizará luego de concluir la construcción y el desmantelamiento; también se hará limpieza durante la ejecución de los trabajos a medida que avancen y se desarrollen las diferentes etapas o actividades.

### **2.9.3 Recuperación de áreas afectadas<sup>34</sup>**

La recuperación tiene como objetivos:

- Garantizar la estabilidad geotécnica de las áreas, controlando los procesos de remoción en masa actuales.
- Recuperar las áreas para las actividades económicas o ambientales tradicionales.

En consecuencia, el alcance de la recuperación dependerá del área en cuestión y de sus características, además de los resultados de la perforación. Esta labor comprende:

- a) Recuperación morfológica y distribución de la capa orgánica del área.

---

<sup>34</sup> Guía de manejo ambiental para proyectos de perforación de pozos de petróleo y gas' – manejo ambiental del proyecto.

b) Reforestación con especies nativas, en combinación con estolones de gramíneas rastreras que ayuden a aumentar rápidamente la cobertura vegetal. El programa de reforestación comprende los siguientes aspectos generales, que deben definirse con la Interventoría Ambiental:

- Adecuación de las áreas afectadas.
- Selección de especies arbóreas, gramíneas y leguminosas.
- Obtención del material vegetal.
- Trazado y ahoyado.
- Plantación y fertilización.

### **3 APLICACIÓN DE LA GUÍA**

#### **3.1 CONTRATO**

Con base a la gran experiencia adquirida en el Contrato Interadministrativo No. 26 de 2009, celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), referente a la perforación de pozos estratigráficos y someros tipo “Slim Hole” en la cuenca Cauca Patía, el 29 de Septiembre de 2010 la UIS y la ANH celebraron un nuevo contrato para la perforación de un pozo estratigráfico profundo en la cuenca Cauca Patía (contrato interadministrativo 06 de 2010).

##### **3.1.1 Objeto de la propuesta**

Inicialmente se había planteado perforar el pozo estratigráfico ANH–PATÍA-1–ST–P a una profundidad de 10.000 pies, sin embargo éste finalmente se extendió en 2.100 pies adicionales, en la Cuenca Cauca Patía, municipio de Mercaderes, con recuperación de muestras (rocas y fluidos) y toma de registros.

El tiempo de duración del proyecto será diez (10) meses contados a partir de la firma del acta de inicio.

##### **3.1.2 Alcance del proyecto**

- Implementar el Plan de Manejo Ambiental – PMA -, el cual ya fue concertado con la Corporación Autónoma Regional del Cauca– CRC.
- Ejecutar el plan de inversión social definido con las comunidades.
- Perforar de un pozo estratigráfico a una profundidad de 12100 pies, localizado en el Municipio de Mercaderes, en la Cuenca Cauca Patía.

- Obtener un total de 1250 metros (4100 pies) de núcleos de roca así como muestras continuas de zanja (seca y húmeda) y muestras de hidrocarburos en su eventual presencia. Dichas muestras serán preservadas, empaçadas de acuerdo al Manual de Suministros de Información Técnica y Geológica, y enviadas a la Litoteca Nacional (Piedecuesta – Santander), adjuntando una comunicación oficial con los formatos respectivos debidamente diligenciados.
- Adquirir, interpretar y digitalizar 11.200 pies de los siguientes registros de pozo: Rayo gamma (GR), Densidad, Neutrones, Potencial Espontáneo (SP), medida del buzamiento, Resistivos de largo y corto alcance, Acústicos (Sónico y VSP), verticalidad del pozo (*Verticality*), calibrador del hoyo (*Caliper*), Medidor de presiones, Gradiente térmico e Imágenes de pared de pozo.

## **3.2 GENERALIDADES**

### **3.2.1 Estado mecánico del pozo a perforar.**

El incremento en la profundidad en 2.100 pies, produce cambios significativos en el estado mecánico para el pozo propuesto inicialmente hasta 10.000 pies (Figura 7). El objetivo de dichos cambios es garantizar la operatividad hasta los 12.100 pies y disminuir el riesgo operacional, para lo cual se propuso:

- Ensanchar el hueco desde superficie, estableciendo diámetros mayores en cada una de las secciones con el fin de asegurar maniobrabilidad y generar un incremento en el área de flujo para obtener mejor limpieza del hoyo y reducir así riesgos operacionales (Figura 7).

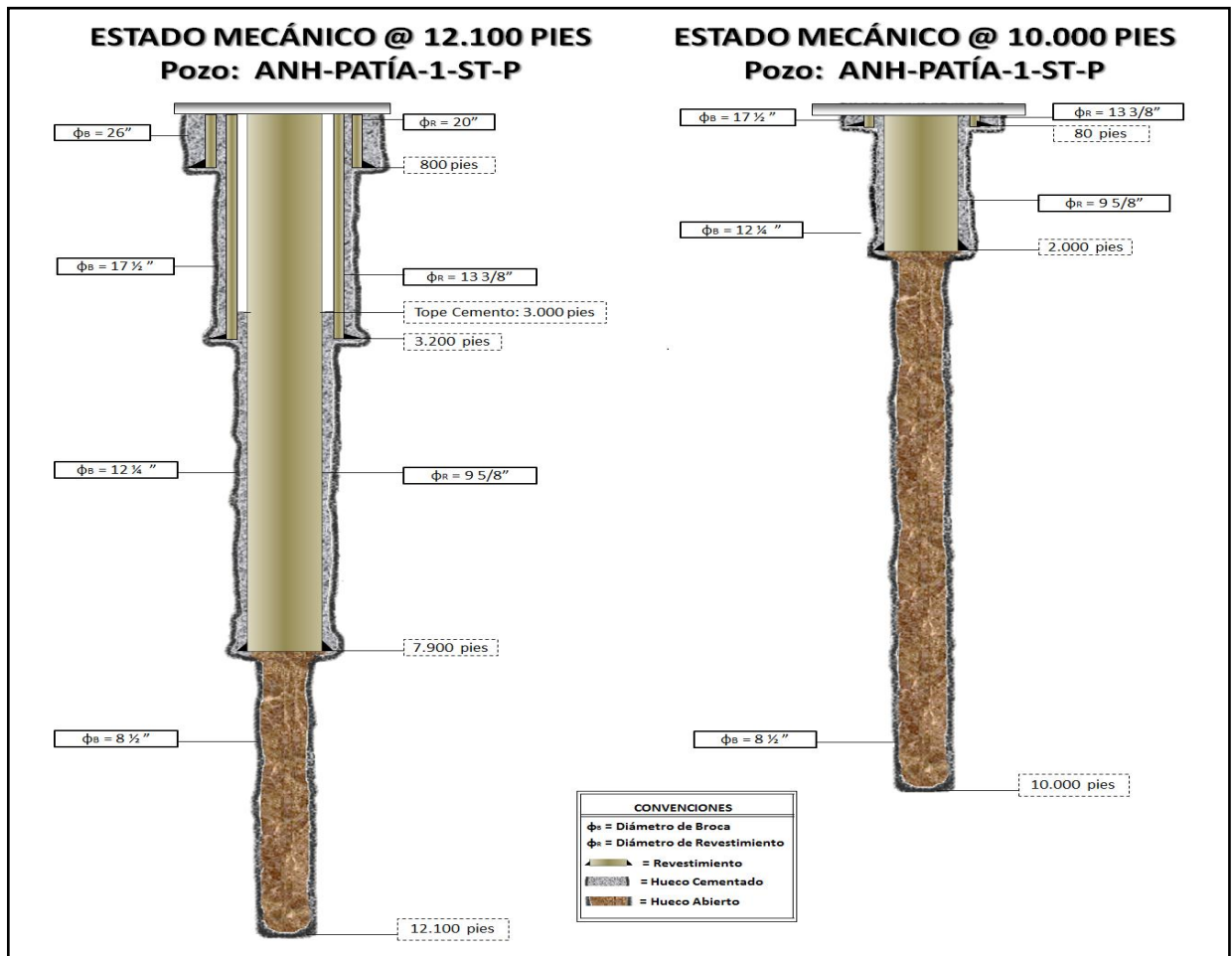
- Asentar tubería de revestimiento a mayor profundidad y mejorar las características de esta, previendo la posible presencia de zonas de presiones anormales, formaciones débiles e in-consolidadas y zonas potenciales de pérdidas de fluidos, con el objetivo de sellar las zonas problemas y permitir la perforación hasta la profundidad total (Figura7).

En la Tabla 3, se presenta la descripción del diseño del pozo:

<b>DIÁMETRO HUECO (PULGADAS)</b>	<b>DIÁMETRO REVESTIMIENTO (PULGADAS)</b>	<b>PROFUNDIDAD PERFORADA (PIES)</b>
26	20	0-800
17 1/2	13 3/8	800-3.200
12 1/4	9 5/8	3.200-7.900
8 1/2	Hueco Abierto	7.900-12.100
<b>Nota:</b>  El estado mecánico propuesto podría ser modificado de acuerdo a las condiciones presentadas en el transcurso de la operación.		

**Tabla 3:** Descripción diseño del pozo

**Fuente:** Propuesta UIS ANH PATIA-1-ST-P



**Figura 7:** Estados mecánicos pozo ANH-PATÍA-1-ST-P @ 12.100 pies y @ 10.000 pies de profundidad

**Fuente:** Propuesta UIS ANH PATIA-1-ST-P

### 3.2.2 Toma de muestras sedimentarias

Todas las muestras recuperadas durante la perforación del pozo se preservarán, empacarán y marcarán, para ser entregadas en la Litoteca Nacional adjuntando los formatos vigentes debidamente diligenciados para dar cumplimiento a lo estipulado en los estándares de la Litoteca para la recepción de muestras.

### **3.2.2.1 Cortes de Perforación (Ripios) o Muestras**

Se recogerán muestras de cortes de perforación (ripios) en el intervalo de 10.000 a 12.100 pies, adicionales a los pactados inicialmente, de manera continua así:

- Zanja húmeda en bolsas con dos (2) kilos de muestra cada 20 pies o menos si la tasa de perforación lo permite.
- Zanja seca en bolsas con 0.5 kilos de muestra cada 20 pies o menos si la tasa de perforación lo permite.

### **3.2.2.2 Núcleos**

Los 2.000 pies de núcleos que se esperan corazonar, se distribuirán entre 0 pies y 12.000 de acuerdo al plan de la ANH y a las características geológicas que se presenten durante la operación.

El corazonamiento se realizará en principio mediante la utilización del sistema de rotación convencional, debido a que es el que ofrece la mayor tasa de recuperación y permite obtener muestras con diámetro de hasta 4". Sin embargo de ser necesario se utilizaría otro sistema.

### **3.2.3 Adquisición de registros**

Considerando el intervalo adicional a perforar y los registros acordados en el Contrato Interadministrativo No. 06 de 2010 y con el fin de poder inferir las características de las formaciones y obtener la mayor información de las propiedades de las rocas y/o fluidos presentes en estas se tomarán registros así: desde 800 a 3200 (2do casing) se va a correr el primer set, el segundo va de 3200 a 7900 y el tercero (a hueco abierto) va desde 7900 hasta 12000. Los últimos 100 pies perforados (desde 12.000 pies hasta

12.100 pies) serán empleados como bolsillo para la sonda de registros. Estas tomas incluyen el siguiente set de registros:

- Rayos Gamma (GR) espectrales (Th, U, K)
- Densidad de dos detectores con factor fotoeléctrico
- Porosidad neutrónica (Neutrones)
- Potencial Espontáneo (SP)
- Medida del Buzamiento (Dipmeter)
- Registro de Verticalidad del pozo (Verticality)
- Resistivos de largo y corto alcance
- Acústicos (Sónico y VSP)
- Calibrador del hoyo (“Caliper”)
- Imágenes de Pared de Pozo
- Medidor de presiones
- Gradiente Térmico

### **3.3 SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto inicia cuando la ANH, entre los trámites de socialización, tenía agendada la presentación de información del proyecto pozo estratigráfico ANH – PATÍA -1-ST-P a las autoridades administrativas municipales.

Aprovechando la presentación de la Agencia en el Municipio de Mercaderes, se coordinó la salida en forma conjunta para reconocer social y ambientalmente el predio escogido donde se desarrollará el proyecto. Dicha salida permitió adicionalmente socializar, en primera instancia, el proyecto de Estudio de Impacto Ambiental, a la corporación regional del Cauca -CRC, básicamente a los funcionarios del departamento de gestión ambiental y recopilar información secundaria.



**Figura 8:** Socialización del proyecto con autoridades y comunidades del área de influencia directa

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH



**Figura 9:** Socialización del proyecto con autoridades

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH



**Figura 10:** Socialización del proyecto con comunidades

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

### **3.4 CONTRATACIÓN DE PERSONAL**

#### **Contratación mano de obra no calificada (MONC)**

Se debe establecer comunicación con las personas asistentes a las reuniones informativas que tengan que ver con la contratación de personal en la zona (líderes o representantes de la comunidad) a quienes se les informará sobre la cantidad y tipo de personal requerido, qué actividades desarrollarán, condiciones y requisitos mínimos que debe llenar cada aspirante, salarios a devengar, tiempo que será contratado, entre otros aspectos. Esto garantiza la participación de las comunidades del área de influencia en el desarrollo del proyecto.

El sistema de selección y contratación de la mano de obra local debe ser transparente y ser acorde a las necesidades del Proyecto, cumpliendo con las políticas y procedimientos de Gestión Social de la ANH. Por último, es necesario desestimular la movilidad de población hacia el área de intervención del proyecto.



**Figura 11** : Obreros de patio.

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

### **Contratación mano de obra calificada**

Cuando se requiere, el Director del proyecto solicita una persona calificada para realizar ciertas actividades o funciones, luego se procede a recibir las Hojas de Vida, las cuales son valoradas en la división de Recursos Humanos de la Universidad Industrial de Santander, después de valoradas las Hojas de Vida el Director del proyecto toma la decisión de si se realiza la contratación por la modalidad de OPS o por contratación externa.

Cualquier persona que vaya a ser contratada por cualquiera de estas dos modalidades, no debe tener antecedentes con el gobierno, debe presentar los antecedentes disciplinarios de la procuraduría y contraloría.

Se procede a realizar la contratación si es por OPS, la persona asume los pagos mensuales de salud, pensión y ARP (en caso de requerirla), con este tipo de contratación se debe presentar un plan de trabajo elaborado por la persona que va a realizar la labor y unos informes con cada pago; si es por contratación externa, no necesita presentar este plan de trabajo. En el caso de la contratación externa no se presentan informes de cumplimiento con cada pago, debido a que es una contratación directa y este tipo de contratación se realiza directamente con la entidad que tiene convenio con la Universidad.

En caso de existir mano de obra calificada dentro del AID, se le debe dar prioridad a esta, siempre y cuando cumplan con los perfiles del cargo establecidos.



**Figura 12:** Personal calificado.

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

### 3.5 RECIBO Y ENTREGA DE PREDIOS

Se tiene presupuestado, para el mes de Junio de 2011, realizar reuniones con los dueños de los predios a intervenir con el fin de diligenciar el acta predial, posteriormente el profesional HSE debe hacer el recibo oficial del predio tomando la mayor cantidad de registros (fotográficos, de video, etc.) posibles.

Dentro del acta de recibo es indispensable adjuntar el inventario de propiedades, forestal y faunístico.



**Figura 13:** Representante o encargado del predio, Profesional HSE, Representante de la empresa operadora

**Fuente:** Proyecto Pozos Profundos Mercaderes; Acuerdo UIS-ANH

Para que el proceso de entrega de predios a los dueños sea satisfactorio, se requiere que cada uno de los ítems especificados en el inventario de recibo se encuentre en iguales o mejores condiciones de las que fueron recibidas por la compañía operadora.



**Figura 14:** Entrega de predios restaurados

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía 29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

### **3.6 TRÁMITES CON LA CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL CORRESPONDIENTE.**

El supervisor HSE del proyecto debe presentarse a determinadas reuniones con la Corporación Regional del Cauca (CRC) con el fin de tramitar la radicación del Plan de Manejo Ambiental y los permisos de concesión de aguas, vertimientos y ocupación de cauces, permisos que se deben empezar a diligenciar en el mes de Mayo.

En dichas reuniones se localizan los servicios autorizados por la CRC para utilizar en el proyecto como: rellenos sanitarios (El bordo), empresas de residuos peligrosos, canteras de la región, ríos y quebradas para vertimiento y captación, acueductos y escombreras.



**Figura 15:** Tramitación de permisos de vertimiento por parte del profesional HSE

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

Luego de hacer efectiva la solicitud para permisos de vertimiento, la Corporación Autónoma Regional respectiva se toma 10 días hábiles con el fin de realizar las respectivas visitas a campo. Posteriormente hay un plazo máximo de 10 días hábiles para recibir el concepto de la corporación y generar el recibo de pago o consignación, según sea el caso, los precios de vertimiento son establecidos de acuerdo al monto de ejecución del PMA.



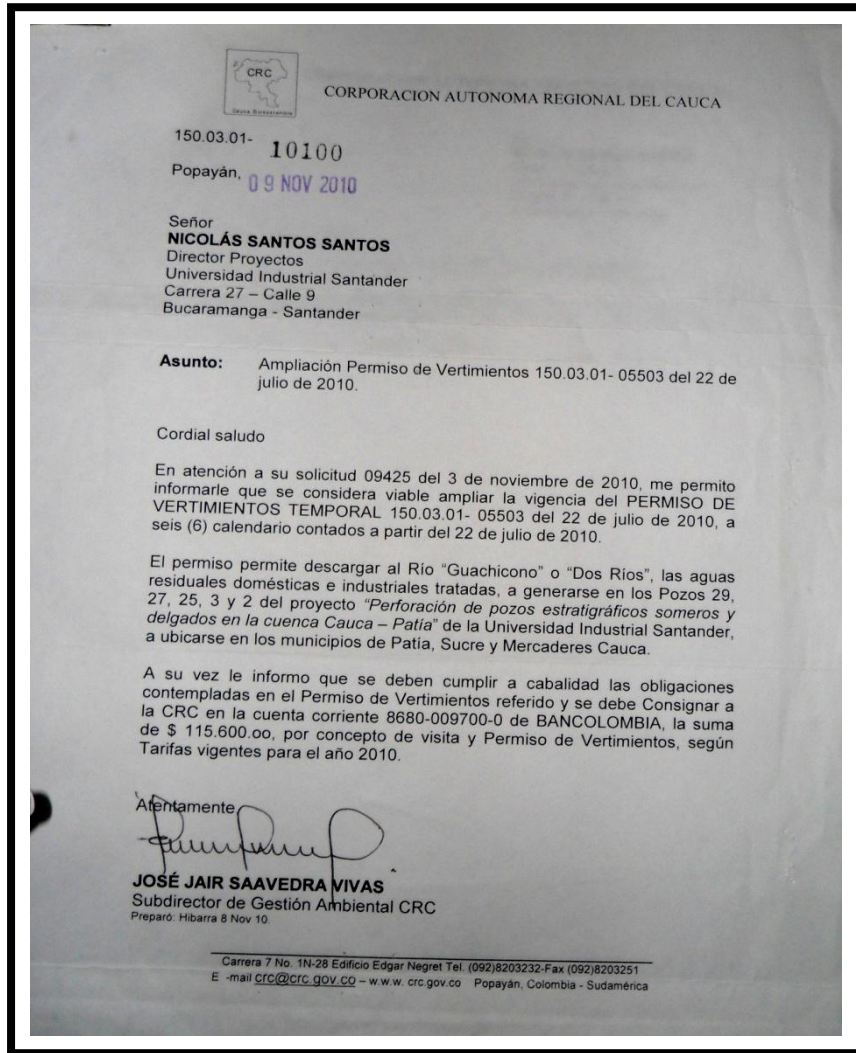
**Figura 16:** Visita del personal de la CRC a campo

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH



**Figura 17:** Visita del personal de la CRC al lugar de vertimiento

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH



**Figura 18:** Carta de Autorización de vertimiento

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

Estos permisos tienen una duración de tres meses, por lo cual es necesario seguir el anterior procedimiento de manera constante para que no caduquen las autorizaciones de vertimiento.

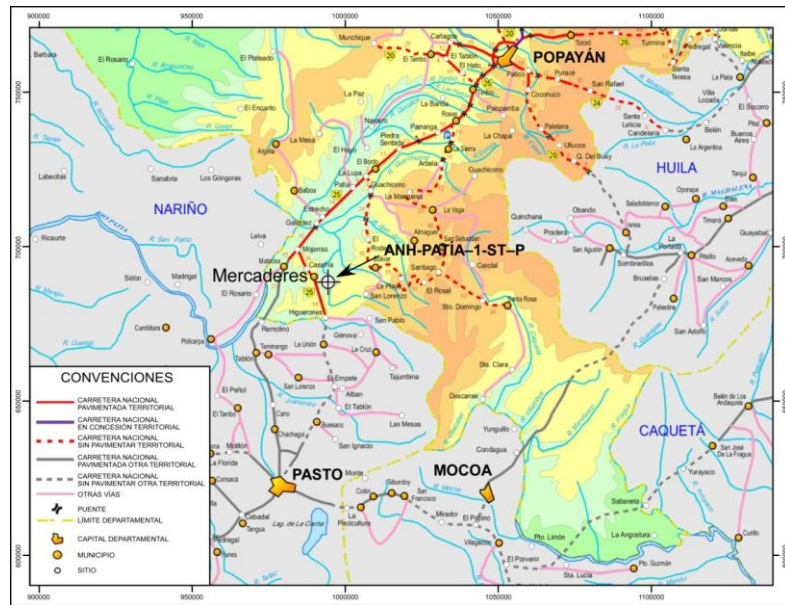
### **3.7 OBRAS CIVILES**

Las obras civiles contempladas inicialmente, estaban planeadas para la instalación de un equipo de perforación con una potencia de 1.200 hp y la adecuación de su área para campamentos, zonas de manejo de fluidos y control de sólidos.

Considerando que el nuevo taladro seleccionado es de 1.500 hp de potencia, es necesario adecuar un área de mayor extensión para su instalación y la de sus componentes. Adicionalmente, el incremento en la profundidad exige un manejo de volúmenes adicionales de fluido y cortes de perforación, lo que conlleva a construir una locación que cumpla con los nuevos requerimientos.

#### **3.7.1 Localización del pozo**

El pozo se localiza en jurisdicción del Municipio de Mercaderes, Vereda Canto Llano, predio Canto Llano Lote 7, en cercanías a la denominada “pista de aterrizaje” y accediendo desde el casco urbano de Mercaderes por la vía que lleva al basurero municipal en el Departamento del Cauca (Figura 19).



**Figura 19:** Localización general del pozo estratigráfico ANH-PATÍA 1-ST-P. Sistema de Coordenadas Datum Magna-Sirgas, Origen Oeste.

**Fuente:** Figura modificada de [www.invias.gov.co](http://www.invias.gov.co)

A continuación, en la Tabla 4 se presenta las coordenadas del área para la plataforma de perforación (Figura 20) y en la Tabla 5 se presenta las coordenadas del sitio donde se sugiere ubicar el taladro de perforación.

AREA (Has)	PUNTO	ESTE	NORTE
1.4	1	989.000	692.000
	2	993.000	692.000
	3	993.000	688.000
	4	989.000	688.000

**Tabla 4:** Coordenadas del polígono, dentro del cual se ubica el pozo estratigráfico profundo ANH-PATÍA-1-ST-P (Figura 20). Coordenadas Datum Magna-Sirgas, Origen Oeste

**Fuente:** Propuesta UIS ANH PATIA-1-ST-P



### 3.7.2 Movilización de equipos

Se realizará la movilización del taladro y los equipos requeridos para la perforación y se desarrollarán las actividades de perforación propiamente dichas.



**Figura 21:** Movilización de maquinaria

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH



**Figura 22:** Movilización del taladro de perforación.

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

### 3.7.3 Construcción

Corresponde a la construcción y adecuación de la plataforma donde se realizarán las actividades de perforación del pozo ANH – PATÍA– 1- ST-P, y de su respectiva vía de acceso que tiene 1.360 metros de longitud.



**Figura 23:** Desmonte y descapote

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Cauca-10-ST-S; Acuerdo UIS-ANH



**Figura 24:** Adecuación del área de perforación

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH



**Figura 25:** Campamento y adecuación del lay out.

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Cauca-10-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

#### **3.7.4 Recuperación**

La actividad de perforación estratigráfica, afectará la cobertura vegetal en forma moderada e inmediata y permanente sobre la vía de acceso, al tener que talar aproximadamente 200 individuos de rastrojo alto con un aprovechamiento forestal calculado en  $8.47m^3$ , es por esto que se requiere la recuperación del terreno.



**Figura 26:** Foto de antes y después de la recuperación

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-27-ST-S; Acuerdo  
UIS-ANH

### 3.8 SUPERVISIÓN DE LOS ASPECTOS HSE EN EL CAMPO

La supervisión de aspectos HSE es esencial en cualquier proyecto, por esta razón siempre se debe tener control sobre los aspectos relevantes que permitan prevenir, proteger y mitigar los aspectos propios del desarrollo del proyecto.

A continuación se presenta el formato que es utilizado en el proyecto Pozos Slim Hole; Acuerdo UIS-ANH para llevar a cabo los controles requeridos:

#### **DOCUMENTOS HSE- PROYECTO PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS (Tipo Slim Hole) EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA**

N°	DOCUMENTO	SUPERVISIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE
1	Plan de movilización	Definición de cómo se realizaría.		
2	Protocolo de Obra Civil			
3	Listado de personal en campo	Listado de personal en campo con identificación, cargo, registro de inmunización y contacto en caso de emergencia.		
4	Afiliación del Sistema de Seguridad Social	Certificación de afiliación de la empresa		
5	Afiliación del Sistema de Seguridad Social	Documentos que acrediten que todo el personal que participa en la ejecución del proyecto se encuentre afiliado al Sistema de Seguridad Social (Salud, pensión y ARP)		
6	Exámenes ocupacionales	Evidencia de exámenes de ingreso, periódicos y retiro según contrato.		
7	Solicitud Manual HSE	Manual HSE actualizado y específico para actividades de perforación y corazonamiento		
8	Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial	Debe estar actualizado y publicado.		
9	Procedimientos HSE	Definir los procedimientos HSE de todas las actividades		
10	Políticas SISO			
11	ATS	ATS específicas por actividad		

12	Programa de inducción al personal			
13	Permisos de trabajo			
14	Tarjetas "T"			
15	Prueba alcoholemia			
16	Panorama de riesgos			
17	Elementos de Protección Personal (EPP)			
18	Kit control de derrames			
19	Programas de gestión			
20	Plan de capacitaciones	Cronograma de capacitaciones en campo de acuerdo al panorama de riesgos		
21	Plan de inspecciones			
22	Definición de cargos HSE	Definición de roles y responsabilidades de integrantes HSE de todo el proyecto C&CO		
23	Definición del supervisor de seguridad en campo	Concretar el cargo y funciones que tendrá la persona encargada de HSE permanente en campo		
24	Plan de contingencias	Deben tener uno para cada pozo		
25	Plan de emergencias	Identificar y socializar las posibles emergencias en campo y los procedimientos para el control de las mismas		
26	MEDEVAC (Atención Médica de Emergencias)			
27	Programa de actos y condiciones inseguras			
28	Cumplimiento de entregables ANH			
29	Indicadores de gestión	Definición de indicadores de todo el desempeño HSE		

**Tabla 6:** Documentos HSE- proyecto perforación de pozos estratigráficos (tipo slim hole) en la cuenca cauca-Patía

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

### 3.9 MANEJO DE LIXIVIADOS

El control de aguas residuales producto de la perforación y uso doméstico deben estar en continua supervisión, debido a que es necesario cumplir con ciertas condiciones ambientales descritas por la autoridad ambiental pertinente. Es por esto que se realizan pruebas químicas a dichas aguas asegurándose de que el contenido de sustancias tóxicas no superen los límites para que la vida en dicho río o quebrada donde se vierten estas agua no se vayan a ver afectados.

En el lugar de vertimiento se deben realizar pruebas también incluyendo pruebas aguas arriba (antes del lugar del vertimiento) y aguas abajo (después del lugar de vertimiento), y de esta forma realizar comparaciones.



**Figura 27:** Pruebas químicas al agua residual antes de ser enviada al lugar de vertimiento.

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía 29-ST-S; Acuerdo UIS-ANH



**Figura 28:** Pruebas químicas aguas arriba del lugar del vertimiento.

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía 29-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

### **3.10 DESMANTELAMIENTO DE POZOS**

El siguiente protocolo fue desarrollado por la universidad industrial de Santander, escuela de ingeniería de petróleos para abandono de pozos y restauración final en los proyectos Slim hole y profundos.<sup>35</sup>

En caso de que alguna estructura construida represente algún beneficio para la comunidad del sector y/o para el medio ambiente, no se clausurará ni demolerá. Se propone entregarla bajo responsabilidad, cuidado y mantenimiento de la comunidad, previa verificación por parte de la UIS y de las condiciones técnicas, de seguridad y saneamiento de dicha estructura.

El desmantelamiento de las instalaciones temporales se inicia por el desarme, retiro y transporte de la infraestructura utilizada durante las actividades de

---

<sup>35</sup> Protocolo de abandono y restauración final para perforación de pozos; escuela de ingeniería de petróleos, Universidad Industrial de Santander.

construcción y perforación que puedan ser utilizados en los siguientes pozos a perforar. Se deben considerar las siguientes condiciones:

- a. Las actividades de cargue y descargue de elementos, se llevarán a cabo observando las normas de seguridad industrial y salud ocupacional que correspondan.
- b. Durante la movilización de los equipos, se mantendrá un estricto control en la velocidad de desplazamiento de los vehículos, evitando la generación de material particulado en las vías y accidentes, cumpliendo con las normas de señalización y seguridad en el manejo de cargas pesadas.
- c. Si se considera necesario, se realizará riego de agua en las mismas. Además, se debe colocar señalización adecuada de tránsito de maquinaria pesada, larga y ancha, de tal manera que se advierta a los usuarios de la vía la situación de riesgo.
- d. Se realizará una limpieza general del área retirando escombros y residuos generados por las actividades de desmantelamiento.
- e. Una vez despejada el área, se procederá a efectuar las labores de adecuación de áreas intervenidas, las cuales incluyen señalización, estabilización y revegetalización de áreas afectadas por las actividades de movimiento de maquinaria y equipos; y obras para el manejo definitivo de aguas lluvias en la plataforma.
- f. Efectuar las obras que se requieran para el control de la erosión en la zona.

Para cada una de estas condiciones es necesario remitirse al protocolo previamente estructurado por la escuela de ingeniería de petróleos para el

pozo en el que se esté trabajando, ya que cada proyecto en particular sigue protocolos de acuerdo a las necesidades.

Adicionalmente, para cada pozo y facilidades de superficie se describen los procesos que se deben realizar para el abandono de la infraestructura, divididos principalmente en tres:

- El abandono físico que hace referencia al retiro de herramientas de subsuelo, taponamiento del pozo y abandono definitivo.



**Figura 29:** Abandono definitivo de pozo

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

- El desmantelamiento de equipos e infraestructura que incluye actividades tales como:
  - Desconectar, recoger y retirar equipos de superficie
  - Desmantelar campamento, cercas, demoler concretos, rellenar y clausurar piscinas, etc.
  - La recuperación y restauración ambiental de áreas afectadas que incluye entre otras:

- Restauración ambiental física (geomorfología / erosión / paisaje).
  - Recuperación de áreas deterioradas asociadas al proyecto.
- El recubrimiento vegetal es una estrategia muy importante de manejo ambiental para minimizar los procesos de inestabilidad, controlar la sedimentación sobre cuerpos de agua y para la recuperación de suelo y de repoblación de áreas desprotegidas.

A continuación se presentan las pautas y recomendaciones sobre los procesos necesarios para asegurar la recuperación de la vegetación. Por su naturaleza, el plan está concebido para efectuar los tratamientos en todas y cada una de las áreas que serán directamente intervenidas por el desarrollo del proyecto.

#### **I. Restauración ambiental**

Para el proceso de restauración ambiental se realizarán labores de estabilización de taludes, empradización mediante diferentes técnicas las cuales están descritas en las fichas de manejo correspondiente.

#### **II. Demolición, limpieza y verificación del sitio**

A continuación se resaltan algunos lineamientos a tener en cuenta para esta actividad:

- Limpieza de las áreas ocupadas por las facilidades.
- Recuperación de las áreas afectadas por las instalaciones propias del proyecto de perforación.
- Desmantelamiento de las instalaciones temporales que incluya un plan de almacenamiento temporal de los materiales,

segregación de residuos, transporte de materiales y destino final de los mismos.

- Cunetas Perimetrales y placas. Se realizará la demolición de las zonas duras y cunetas revestidas, disponiendo estos residuos en escombreras legalizadas de la zona.
- Concluido el desmantelamiento se hará una inspección detallada del área para evaluar las necesidades y el alcance de la limpieza y la restauración ambiental, labores que se realizarán lo más pronto posible.
- La misma inspección visual servirá para detectar los efectos ambientales producidos por la construcción y evaluará la efectividad de las medidas ambientales de restauración que se hayan aplicado durante el trabajo.



**Figura 30:** Área del proyecto desmantelada

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-27-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

### III. Arborización

El programa de arborización se concibe como una medida encaminada a la restauración paisajística y de la cobertura vegetal de las áreas intervenidas por cada proyecto de perforación exploratoria, cuyas acciones se desarrollarán en las etapas de desmantelamiento y abandono y/o en áreas desprovistas de vegetación donde se puedan ubicar focos de erosión.



**Figura 31:** Zona restaurada y revegetalizada

**Fuente:** Proyecto Pozos Slim Hole ANH-Patía-27-ST-S; Acuerdo UIS-ANH

Las zonas verdes intervenidas por el proyecto, deben ser recuperadas mediante la siembra de especies propias de la zona, para lo cual el contratista deberá considerar los siguientes aspectos:

- Para la elección de las especies vegetales a utilizar, se deben tener en cuenta criterios de selección tendientes a obtener resultados óptimos: como el tipo de cubrimiento esperado, la resistencia de las plántulas a condiciones adversas, la

disponibilidad del material en la zona, los cuidados y mantenimientos, las distancias de siembra, sistema radical, porte (altura máxima), morfología, cobertura aérea (diámetro de copa), exigencias climáticas, la forma de propagación y la dominancia frente a otras especies, aspectos que son de gran importancia al momento de escoger las coberturas vegetales.

- Los programas de arborización varían de acuerdo a las condiciones del terreno y a las características climáticas que definen las especies propicias para la zona, por lo tanto el contratista conjuntamente con la interventoría y la autoridad ambiental definirán el programa de arborización específico para el proyecto.
- La altura de las plantas es un factor determinante en el éxito de la plantación, siendo recomendable de 70cm; tamaños menores hacen de las plántulas muy susceptibles a las condiciones ambientales, mientras tamaños por encima de los 75cm pueden dañarse durante la recolección y trasplante.

## 4 CONCLUSIONES

- El éxito de un proyecto de perforación de pozos estratigráficos no radica únicamente en los resultados técnicos obtenidos, como la recuperación de núcleos y la toma de registros, sino también en que se cumplan los requerimientos legales exigidos y en la aplicación de políticas responsables que no deterioren el medio ambiente ni las comunidades afectadas.
  
- La perforación de pozos estratigráficos profundos, en relación con los Slim Hole, implica que la magnitud de dichos proyectos conlleva a :
  - Aplicar políticas de salud y seguridad ocupacional mucho más agresivas, pues la cantidad de personal adicional así lo amerita.
  - Los protocolos y permiso ambientales son más exigentes debido a que las cantidades de emisiones y de agua a captar son mayores.
  - Al aumentar las zonas de influencia directa e indirecta, los procesos de sensibilización a las comunidades se hacen más extensos y complejos, esto implica que el trabajo social debe iniciar con gran tiempo de anticipación previo al inicio de las obras.
  
- Debido a la complejidad de las actividades involucradas en la perforación de pozos y con el fin de crear una herramienta práctica y útil, los protocolos propuestos en esta guía se encuentran organizados en el orden cronológico bajo el cual se han dirigido los proyectos de perforación que ha dirigido la universidad.

- Esta guía le permitirá a la universidad tener una base que facilite el conocimiento y cumplimiento de los parámetros HSE y Social requeridos para la logística de perforación de los pozos profundos que se ha comprometido a perforar para la ANH bajo el marco del contrato interadministrativo 06 de 2010.
  
- A pesar de la gran utilidad de la herramienta propuesta en este trabajo, se debe estudiar posibles aspectos adicionales en cada proyecto a ejecutar, pues todo pozo que se vaya a perforar se encuentra bajo un contexto ambiental y socialmente único que hacen necesario un estudio profundo de las posibles exigencias adicionales a las que se contemplan en esta guía.


## 5. RECOMENDACIONES

- Al momento de implementar la guía, se debe tener en cuenta aspectos extra que puedan concernir al caso específico sobre el cual se esté trabajando y que no se encuentren consignados en este trabajo, pues cabe recordar que el presente proyecto se basa en experiencias de campo específicas.
- Se recomienda actualizar este manual en la medida que los requerimientos legales tales como concesión de aguas, permisos de vertimiento y otras exigencias, especialmente ambientales, así lo determinen.
- En la medida en que la Universidad amplíe su experiencia y conocimientos en cuanto a la perforación de pozos es posible complementar esta herramienta y hacerla mucho más generalizada y útil.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Estudio de impacto ambiental pozo estratigráfico ANH - PATÍA – 1- ST – P, Universidad industrial de Santander 2010.
- GUÍA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL EN LA PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS TIPO SLIM HOLE ‘CASO BASE POZO ANH-PATIA-29-ST-S’: Zulma Smith Rodríguez Bueno: tesis pregrado Universidad Industrial de Santander.
- Legislación y Conceptos Ambientales; Ministerio del Interior y de Justicia.
- Ministerio de medio ambiente ‘Guía de manejo ambiental para proyectos de perforación de pozos de petróleo y gas’ Versión No1 del 1999.
- Plan de manejo ambiental para los pozos someros y estrechos (tipo Slim – hole) ANH-Patía-29, 25 y 3-ST-S; Acuerdo UIS-ANH. departamento del Cauca, marzo de 2010.
- Requisitos y condiciones para la solicitud y obtención de la licencia Ambiental; Resolución 655, Junio21 de 1996; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Términos de referencia, sector hidrocarburos, Estudio de Impacto Ambiental; Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos HI-TER-1-02; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010.

**ANEXO A EJEMPLO FICHA HSE PARA MITIGAR LA CONTAMINACIÓN SONORA EN ÁREAS DE ALTA DENSIDAD POBLACIONAL.**

<b>PROGRAMA MANEJO DE ACTIVIDADES DURANTE LA PERFORACIÓN</b>	
<b>FICHA 2.13</b>	
<b>MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA, EN ÁREAS DE ALTA DENSIDAD POBLACIONAL</b>	
<b>OBJETIVO</b>	
<p>Mitigar la incidencia sonora sobre las viviendas y establecimientos educativos localizados en un radio de 500m de las áreas de perforación, de acuerdo a los límites establecidos en la Resolución 627 del 7 de Abril de 2006.</p>	
<b>ÁREA DE APLICACIÓN</b>	
<p>Estas actividades de mitigación se realizarán sobre las áreas de perforación del Pozo Patía 3</p>	
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>
<p>Prevención</p> <p>Control</p>	<p>La Supervisión HSE para tal fin</p>
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proponer medidas correctivas y de mitigación a los equipos con alto nivel de ruido como la implementación de exhostos y silenciadores.</li> <li>- Si en el Proyecto se llegase a utilizar planta de generación de corriente eléctrica, se debe recubrir con material aislante. Se puede utilizar corcho y/o hules sintéticos.</li> </ul>	

<b>PROGRAMA MANEJO DE ACTIVIDADES DURANTE LA PERFORACIÓN</b>
<b>FICHA 2.13</b>
<b>MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA, EN ÁREAS DE ALTA DENSIDAD POBLACIONAL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar y llevar a cabo programas de mantenimiento correctivo a los equipos que generan exceso de ruido.</li> <li>- Entregar protectores auditivos a todo el personal que trabaje en zonas de alto ruido y a visitantes que deban permanecer en zonas de alto ruido.</li> <li>- Realizar Monitoreo de ruido ocupacional en las casas y en la locación.</li> </ul>
<b>MANEJO Y TIEMPO DE APLICACIÓN</b>
Este programa iniciará con las actividades de perforación y culminará con la finalización de las mismas.
<b>RESPONSABILIDAD DE EJECUCIÓN</b>
La responsabilidad de la medición sonora, son los diferentes contratistas encargados de la ejecución de las actividades de perforación.
<b>INDICADORES</b>
<p>Número de viviendas ubicadas en un radio inferior a 500 m que tengan niveles de intensidad sonora que superen la norma/número de viviendas dentro del mismo radio que no superan los niveles establecidos en la norma</p>
<b>SUPERVISIÓN AMBIENTAL</b>
Será ejercida por la Supervisión HSE.
<b>CONTROL Y SEGUIMIENTO</b>
<p>Se evaluará el indicador y el seguimiento se efectuará por la auditoría.</p> <p>El seguimiento también se podrá efectuar por las autoridades ambientales competentes en las visitas de inspección y seguimiento que estas decidan efectuar.</p>

**PROGRAMA MANEJO DE ACTIVIDADES DURANTE LA PERFORACIÓN**

**FICHA 2.13**

**MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA, EN ÁREAS DE ALTA DENSIDAD POBLACIONAL**

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Actividad	Días											
	Semanas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento de equipos y automotores (Previo al inicio de actividades)	■	■										
Determinación de la incidencia sonora	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Implementación de medidas de mitigación (Equipos responsable)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

**PRESUPUESTO**

DESCRIPCIÓN	UNID	CANT	V/UNIT	V/TOTAL
Mantenimiento de equipos y automotores	Unidad	18	1.000.000	18.000.000
Sonometría	Pozo	18	1.000.000	18.000.000
Aislamiento de equipos	m <sup>2</sup>	180	100.000	18.000.000
<b>Total</b>				<b>54.000.000</b>

## ANEXO B: GUÍA HSE Y SOCIAL PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS PROFUNDOS.

