

Guía para las Operaciones de Abandono en la Industria del Petróleo y del Gas

Recibido para evaluación: 26 de Septiembre de 2003
Aceptación: 24 de Noviembre de 2003
Recibido versión final: 03 de Diciembre de 2003

Julio César Bedoya V.¹
Carmen Elena Zapata S.²

RESUMEN

Las operaciones de abandono, en el sector hidrocarburos, son de vital importancia para mantener un ambiente limpio. Por esta razón este trabajo propone una guía; que proporciona una metodología para estandarizar los procedimientos de abandono estableciendo una estructura lógica en el desarrollo de las operaciones. En ella se plantea la generación de alternativas de abandono posibles que se recogen básicamente en tres tipos, abandono, que sería dejar la infraestructura en el sitio, desmantelamiento, que es el total desmonte de las piezas que lo componen y posterior disposición, reutilización, que será el nuevo uso que se le dará a las cosas. Para finalmente por medio de una adecuada gestión ambiental seleccionar las mejores alternativas, que mitiguen los impactos y la generación de pasivos ambientales, teniendo en cuenta que en un proyecto se pueden presentar simultáneamente el abandono, la reutilización y el desmantelamiento. También como un proceso de retroalimentación se muestra un formulario para organizar y evaluar el proceso de abandono. En este proceso de abandono el trabajo interdisciplinario tiene gran importancia, así como una adecuada gestión social con las comunidades afectadas.

PALABRAS CLAVE: Operaciones de Abandono, Gestión Ambiental, Guía, Pasivos Ambientales, Abandono, Desmantelamiento, Reutilización, Sector Hidrocarburos, Gestión Social

ABSTRACT

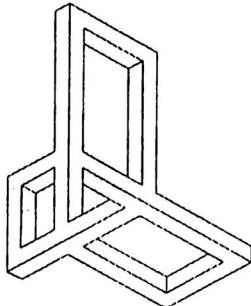
Decommission operations, in the hydrocarbons sector, are essential to maintain a clean environment. We propose a guideliness to provide a methodology to standardize the decommission procedures establishing a logical structure in the operations. It shows the generation of possible decommission alternatives. They are picked up in three types, abandonment that is to leave the infrastructure in the place, dismantlement that is the total dismounts of the pieces that compose it, reutilization that will be the new use that will be given to the things. Finally, through an appropriate environmental management, to select the best decommission alternatives that mitigate the impacts and the generation of environmental passives. A project can be presented the abandonment, the reutilization and the dismantlement simultaneously. Also, there are a form to organize and to evaluate the process of decommission. The interdisciplinary work has great importance in this process, as well as an appropriate social management with the affected communities.

KEY WORDS: Decommission Operations, Environmental Management, Guideliness, Environmental Passives, Abandonment, Dismantlement, Reutilization, Hydrocarbons Sector, Social Management

1. Ingeniero de Petróleos. Est. Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo Universidad Nacional de Colombia.

cesar@interpla.net.co

2. Ingeniera de Petróleos. Profesora de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia.



1. INTRODUCCIÓN

Las operaciones de abandono, en el sector hidrocarburos, son de vital importancia para mantener un ambiente limpio. Por esta razón este trabajo propone una guía; que proporciona una ayuda para la solución de problemas de abandono en cualquier escenario dedicado a la explotación, exploración y transporte de hidrocarburos en Colombia, respetando los dictámenes de la legislación nacional. Además, atendiendo los compromisos adquiridos por aquellos pasivos ambientales generados durante la construcción y operación de los proyectos.

El esquema de la guía contiene los más elementales criterios de conservación del medio ambiente y procedimientos sencillos que optimizan los recursos económicos de una compañía. Este se divide en tres aspectos principales que son las generalidades donde se encuentran las definiciones de la actividad, el por qué y el cuándo se debe abandonar, los agentes que intervienen en el proceso y un inventario generalizado de elementos. Luego se prosigue con las evaluaciones de cada elemento inventariado, la presentación y evaluación de las alternativas de abandono y la aprobación del plan de abandono.

Por último, se presenta el procedimiento para la ejecución del plan de abandono en forma coherente y organizada de acuerdo a las prioridades de éste. En las tres etapas de la industria petrolera considerada por la guía, se analizan todos los aspectos mencionados. Además, se presentan tres alternativas de abandono y sus definiciones.

Un aspecto importante para tener en cuenta en esta guía es la comunidad. Ya que antes de todo se debe informar a esta de la decisión de abandonar alguna infraestructura, para ayudar a la diversificación de aquellas economías y culturas que se basaban en la infraestructura y operación de las actividades petroleras. Para con una concertación del abandono se minimicen los impactos sociales.

Esta guía es producto del proyecto de investigación "Guía de Gestión Social para el Sector de Hidrocarburos en el Marco Legal Colombiano" que se realizó con participación del sector productivo, las autoridades de orden nacional, regional y local, las comunidades y el sector académico.

2. OBJETIVOS

Con la presente guía se pretende:

- Proporcionar una metodología adecuada para efectuar las operaciones de abandono, desmantelamiento y disposición en la industria del petróleo y del gas.
- Estandarizar los procedimientos usados en las operaciones de abandono, desmantelamiento y disposición en la industria del petróleo y del gas.
- Facilitar la ejecución de las operaciones de abandono, desmantelamiento y disposición en la industria petrolera.
- Establecer una estructura lógica de desarrollo de las operaciones de abandono, desmantelamiento y disposición en la industria petrolera.

3. GUIA DE ABANDONO

Se consideran tres alternativas genéricas para operaciones de abandono en la guía, las cuales incluyen otras operaciones derivadas de estas.

- Abandono en el sitio: El abandono en el sitio es la disposición de las instalaciones y estructuras en el lugar donde fueron operadas. Esta alternativa de abandono requiere un mantenimiento y monitoreo periódico para garantizar la seguridad y evitar los impactos al ambiente y a las poblaciones vecinas.
- Desmantelamiento: Es la desarticulación física de las partes funcionales y no funcionales de las instalaciones que pueden ser removidas y dispuestas para diferentes finalidades.
- Reutilización: Es el proceso mediante el cual una unidad productiva continúa prestando un servicio, bien sea en el mismo sitio de operación o en otro diferente.

Metodología

Los pasos a realizar, se definen en concordancia con la etapa en que se encuentre la industria, pero en términos generales los pasos son los mismos, inventariar, analizar, decidir alternativas, elaborar plan y ejecutar; aunque cada caso de estudio será distinto.

3.1 Etapa Exploratoria

Consiste en las actividades destinadas a la búsqueda de áreas potencialmente productoras de hidrocarburos. Dentro de las actividades desarrolladas en esta etapa se tiene:

- Gravimetría.
- Magnetometría.
- Sísmica.
- Perforación de pozos.

Esta guía toma en cuenta únicamente la actividad de perforación exploratoria de pozos, no se consideran en el presente documento la gravimetría, la magnetometría y la sísmica; debido a la existencia de guías para esta última y a que las restantes no tienen efectos significativos al ambiente. En la perforación exploratoria se pueden perforar entre dos a cinco pozos como máximo antes de hacer la declaración de comercialidad del campo.

¿Cuándo se decide el abandono?

La decisión de abandono de un pozo exploratorio, ya sea costa fuera o en tierra, se toma cuando:

- Ha ocurrido un daño irreversible en el pozo, por ejemplo sucedió un colapso en este y no es posible recuperar el pozo para la etapa productiva.
- Se ha detectado que el pozo perforado es seco, es decir no hay producción de hidrocarburos.
- Se determina que este no es comercialmente explotable después de una evaluación técnico – económica.

Por ejemplo la Figura 1 muestra la perforación de un pozo exploratorio en el Valle Alto del Río Magdalena. Una vez terminada la perforación, ya sea que el pozo fue exitoso ó que se presenta una de las tres situaciones anteriormente mencionadas, se debe proceder al abandono total o parcial de las instalaciones teniendo en cuenta las características del ecosistema.



Figura 1.
Pozo exploratorio en Neiva.
(ECOPETROL)

¿Por qué se debe realizar una gestión de abandono?

Existen razones determinantes por las cuales se debe hacer una gestión eficiente en el abandono de un pozo exploratorio, que radican principalmente en los efectos ambientales que puede producir. Entre estos efectos ambientales se destacan:

- La contaminación de aguas tanto subterráneas como superficiales.
- La contaminación de suelos y aire.
- La contaminación visual del paisaje.
- La optimización del uso de materiales y sustancias.
- La pérdida de especies animales y cobertura vegetal.
- La colonización del terreno y el asentamiento humano con el subsecuente cambio del uso del suelo.

Otras razones que deben considerarse son:

- El deterioro de la imagen de la compañía.
- Las exigencias legislativas del estado.
- El costo ambiental.
- Las expectativas creadas en la comunidad vecina y las autoridades locales y regionales.

Planteamiento y presentación de alternativas de abandono

Las alternativas planteadas para la etapa de exploración son las siguientes.

- El abandono en el sitio se propone para el pozo, las piscinas de lodos y las vías de acceso. Una vez cerrado y sellado el pozo, se realiza una remediación y revegetalización en la locación de éste y a las locaciones de las piscinas de lodos. En cuanto a las vías de acceso se realiza una adecuación y mantenimiento.
- La reutilización se recomienda para todos los equipos de perforación y sus sistemas. También se consideran los campamentos transitorios para tal fin, sin embargo, esta consideración se encuentra sujeta a la vida útil de estos elementos.

Presentación, evaluación y aprobación del plan de abandono

- Se debe presentar el plan de abandono para la etapa exploratoria que contiene las diferentes alternativas propuestas con los impactos ambientales y sociales, este plan se le presenta a las autoridades locales y ambientales, a los representantes de las comunidades vecinas y a la compañía estatal. El plan se debe presentar antes de iniciar la exploración preeviendo el éxito o no de la exploración.
- La evaluación del plan de abandono presentado, le corresponde a cada uno de los agentes que intervienen en el proceso, y a quienes fue entregado dicho plan. Estos analizan las diferentes alternativas propuestas a partir de sus propias perspectivas.
- La compañía debe recopilar las recomendaciones hechas por cada uno de los agentes que evaluaron las propuestas, y aprobar el plan¹, conjuntamente con ellos para presentar una solución integrada al problema planteado².

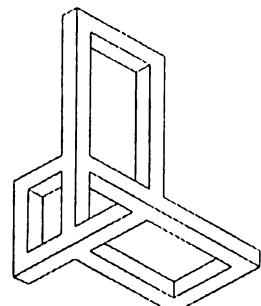
Ejecución del plan de abandono

A partir de la aprobación del plan de abandono, la compañía debe seguir los mecanismos correspondientes para la contratación de ejecutores e interventores del proyecto. El ente ejecutor del plan debe encargarse de la consecución de personal y maquinaria para la realización de las actividades del plan.

El procedimiento propuesto para desarrollar el plan de abandono, está organizado de la siguiente manera. Después de inventariar y evaluar los elementos, se procede con el abandono del pozo, luego el traslado del equipo de perforación y campamentos transitorios y por último el abandono y remediación de piscinas de lodos, locación del pozo y vías de acceso.

3.2 Etapa de Explotación

Una vez culminada la exploración, se procede con las actividades de desarrollo y producción del campo. Puede entenderse como la etapa del proceso, en la cual este se hace comercial. Es la etapa donde se extraen los fluidos del yacimiento, se tratan y se venden.



¹ El contenido del Plan de Abandono difiere para cada etapa en que se encuentre el proyecto a abandonar.

² El proceso de aprobación del Plan de Abandono es igual para cualquier etapa del proyecto.

¿Cuándo se decide el abandono?

El abandono de un campo se presenta cuando el yacimiento se agota o cuando la presión en el yacimiento es tal que es imposible recuperar más hidrocarburos, por lo tanto ya no es comercialmente viable la extracción de fluidos o eventualmente cuando ocurren desastres en el campo que no garantizan la seguridad de la operación completa de explotación.

Un ejemplo lo vemos en la Figura 2 donde se muestra un campo petrolero en el Departamento de Arauca. En el momento en que no sea económicamente viable, se debe hacer un abandono de todas las instalaciones.

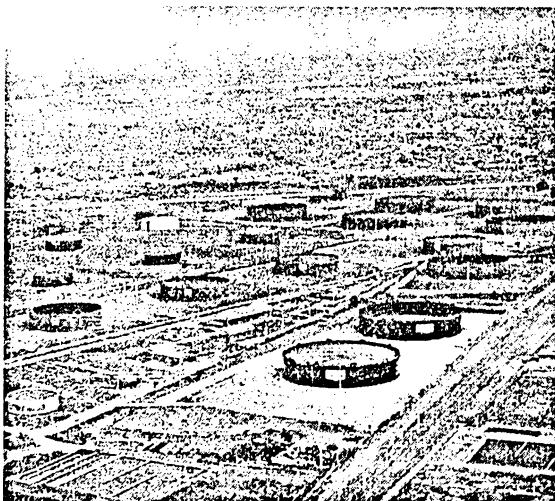


Figura 2.
Campo Petrolero (ECOPETROL)

¿Por qué se debe hacer una gestión eficiente de abandono?

La gestión de abandono después de una etapa productiva está fundamentada en los pasivos y efectos ambientales ocasionados durante la producción de hidrocarburos.

Algunos de los efectos y pasivos ambientales que potencialmente representan impacto son:

- La contaminación con los fluidos producidos, principalmente hidrocarburos y otras sustancias peligrosas utilizadas en la producción de éstos.
- La contaminación visual del paisaje natural con las estructuras e instalaciones necesarias para la producción y desarrollo del campo.
- La producción de material de desecho.
- El desplazamiento de especies nativas de la región.
- La pérdida de capa vegetal.
- La colonización y asentamiento humano.

Planteamiento y presentación de alternativas de abandono

Las alternativas planteadas para la etapa de desarrollo y producción del campo son las siguientes:

- El abandono en el sitio se propone para los pozos, piscinas, placas de cemento, vías de acceso y redes de acueducto y alcantarillado en mal estado. Se debe realizar una remediación y revegetalización a las locaciones de los pozos y piscinas, y una adecuación y mantenimiento respectivo a las vías de acceso; además se propone sellar las redes de acueducto y alcantarillado. El desmantelamiento se plantea para equipos que hayan cumplido su ciclo de vida, tengan problemas para operar normalmente y no justifique su reparación o aquellos donde las propiedades metalmecánicas han sido alteradas y el material solo sirva como chatarra. Dependiendo de las condiciones del equipo, este puede desmantelarse para reciclar como repuestos de un equipo análogo, como chatarra o como desperdicio. También se propone, en

aquellas estructuras y obras civiles que se encuentren en mal estado y que ponen en riesgo el ambiente, la demolición de estas y la disposición adecuada de los escombros y residuos.

- La reutilización se propone para las construcciones, y redes de acueducto y alcantarillado que se encuentren en buen estado, estas obras se entregan a la comunidad para que se aprovechen en servicios sociales preferiblemente. También se tienen en cuenta aquellos equipos en buenas condiciones para que sean trasladados a otro lugar donde se les dé uso.
- Considerando estructuras especiales como las de costa fuera; plataformas, bases y estructuras de cemento, vigas y camisas. Se pueden considerar cualquiera de las tres alternativas. Abandono en el sitio garantizando la seguridad del ambiente, esta práctica se puede realizar para crear arrecifes artificiales. El desmantelamiento se usa en caso que las estructuras se encuentren en mal estado, por tanto se deben desarmar y demoler para aprovechar los materiales o desecharlos. Y la reutilización se usa cuando se necesita de la plataforma y sus estructuras en otro lugar y estas se encuentren en buen estado.

Presentación, evaluación y aprobación del plan de abandono

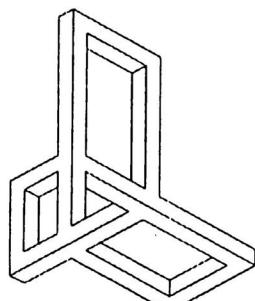
- Se debe presentar el plan de abandono para la etapa de explotación, que contiene las diferentes alternativas propuestas con los impactos ambientales y sociales, este plan se le presenta a las autoridades locales y ambientales, a los representantes de las comunidades vecinas y a la compañía estatal. El plan se debe presentar antes de la reversión del campo a Ecopetrol .
- La evaluación del plan de abandono presentado, le corresponde a cada uno de los agentes que intervienen en el proceso y a quienes fue entregado dicho plan. Estos analizan las diferentes alternativas propuestas a partir de sus propias perspectivas.
- La compañía debe recopilar las recomendaciones hechas por cada uno de los agentes que evaluaron las propuestas y aprobar el plan, conjuntamente con ellos para presentar una solución integrada al problema planteado.
- El plan debe ser aprobado por Ecopetrol y las autoridades ambientales.

Ejecución del plan de abandono

A partir de la aprobación del plan de abandono, la compañía debe seguir los mecanismos correspondientes para la contratación de ejecutores e interventores del proyecto. El ente ejecutor del plan debe encargarse de la consecución de personal y maquinaria para la realización de las actividades del plan.

Para la ejecución del plan de abandono se procede de la siguiente manera. Primero se realiza el inventario y las evaluaciones, luego se cierra la producción, se sellan pozos, se levantan las líneas de flujo, se desmontan los equipos y por último se consideran las instalaciones y la recuperación del área.

3.3 La Etapa de Transporte



El transporte de hidrocarburos consiste en llevar por ductos el crudo y el gas desde los centros de producción hasta los centros de refinación o a los puertos para su exportación.

En consecuencia de las grandes distancias que deben recorrer los ductos (oleoductos, gasoductos y poliductos) es necesario tener en cuenta para las operaciones de abandono las estaciones de bombeo y de almacenamiento, encargadas de proporcionar la presión suficiente a los fluidos para que lleguen a su destino final.

¿Cuándo se decide el abandono?

El abandono de un ducto y/o una estación de bombeo se efectúa cuando no es necesario su servicio de transporte de fluidos o cuando las condiciones de seguridad en el transporte sean críticas y comprometen el transporte de hidrocarburos y el medio ambiente (por ejemplo: cumplimiento de la vida útil del ducto).

En la Figura 3 se muestra la concertación que se realiza con la comunidad para la operación del oleoducto, la misma concertación se debe realizar al terminar la vida útil de este.

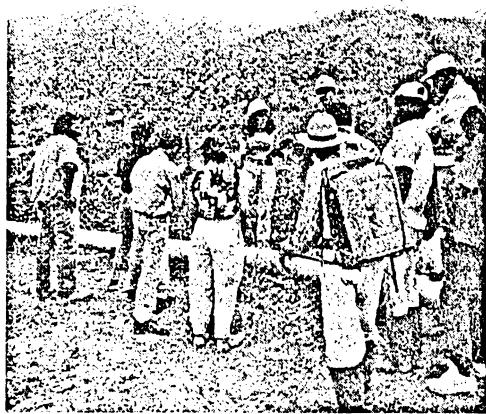


Figura 3.
Diálogos con la comunidad,
oleoducto (ECOPETROL)

¿Por qué se debe realizar una gestión eficiente de abandono?

Las razones por las cuales se debe proponer el abandono de ductos y estaciones de bombeo son los impactos y pasivos ambientales generados por:

- La contaminación de suelos, ríos o mares.
- La contaminación del aire por emisiones de gases.
- La amenaza de peligro de un ducto superficial para los animales y la comunidad.
- El aprovechamiento de los materiales para disposición.
- La pérdida de capa vegetal.
- Problemas con la ciudadanía y las poblaciones afectadas.

Planteamiento y presentación de las alternativas de abandono

Las alternativas planteadas para la etapa de transporte de hidrocarburos son:

- Abandono en el sitio: El abandono en el sitio se propone en las vías de acceso, las piscinas, las placas de cemento y los ductos no expuestos. Se debe realizar una recuperación y revegetalización del terreno de las piscinas, las placas de cemento y los ductos y una adecuación y mantenimiento de las vías.
- Desmantelamiento: Este se propone para los equipos que no se encuentran en condiciones de operación óptima y las propiedades metalmecánicas de los materiales no cumplen los requerimientos exigidos. Considerando las condiciones de los equipos estos pueden utilizarse como repuesto para otros equipos similares o disponerse como chatarra. También se plantea desmantelar los ductos expuestos a la superficie.
- Reutilización: Se propone para las construcciones y obras civiles, y equipos que se hallan en buen estado para ser utilizados con propósitos similares en otro sitio determinado.

Presentación, evaluación y aprobación del plan de abandono

- Se debe presentar el plan de abandono para la etapa de transporte, que contiene las diferentes alternativas propuestas con los impactos ambientales y sociales, este plan se le presenta a las autoridades locales, regionales, nacionales y ambientales, a los representantes de las comunidades afectadas y a la compañía estatal. Este plan se debe presentar cuando se decide que el ducto será cerrado por falta de producción de hidrocarburos y se dejara de usar, o porque cumplió su vida útil.
- La evaluación del plan de abandono presentado, le corresponde a cada uno de los agentes que intervienen en el proceso, y a quienes fue entregado dicho plan. Estos analizan las diferentes alternativas propuestas a partir de las diversas perspectivas e intereses de cada uno.
- La compañía debe recopilar las recomendaciones hechas por cada uno de los agentes que evaluaron las propuestas, y aprobar el plan, conjuntamente con ellos para presentar una solución integrada al problema planteado.

Ejecución del plan de abandono

Una vez la compañía efectúa las correspondientes contrataciones de ejecutores e interventores del proyecto, se procede a implementar el plan de abandono. El procedimiento propuesto para desarrollar el plan de abandono en la etapa de transporte se presenta de la siguiente manera, después de realizar el inventario y la evaluación, se cierra el flujo de hidrocarburos a través de los ductos, se levantan los ductos, se desmantelan los equipos, se abandonan las estructuras y por último se remedian los terrenos dañados.

4. EVALUACIÓN DE LA GUÍA

TABLA 1.
*Formulario para evaluación de la
guía*

CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL SITIO**NOMBRE DE LA LOCACIÓN****LUGAR Y POSICIÓN GEOGRÁFICA****CONDICIONES ATMOSFÉRICAS**

Temperatura_____

Clima_____

CONDICIONES AMBIENTALES

Poblaciones_____

Flora y fauna nativas_____

Recursos hidrológicos_____

TIPO DE ACTIVIDAD**FECHAS DE OPERACIÓN**

Iniciación de la actividad_____

Iniciación del abandono_____

ELEMENTOS

Tipos_____

Cantidad_____

EVALUACIONES

Elementos en buen estado_____

Elementos en mal estado_____

Elementos para reparación_____

ALTERNATIVAS

Abandono en el sitio_____

Desmantelamiento_____

Reutilización_____

INDICADORES DE GESTIÓN EN LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ABANDONO

INDICADORES DE TIEMPO

Tiempo de elaboración del plan _____

Tiempo de ejecución del plan _____

Tiempo perdido en la ejecución del plan _____

INDICADORES DE RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS

Equipos recuperados _____

Materiales reciclados _____

Estructuras reacondicionadas _____

INDICADORES DE GESTIÓN SOCIAL

Grado de concertación con las autoridades _____

Grado de aceptación de la comunidad _____

INDICADORES AMBIENTALES

Recuperación del suelo _____

Recuperación de los recursos hídricos _____

Recuperación de la flora y la fauna _____

OBSERVACIONES EN LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ABANDONO

PROBLEMAS PRESENTADOS _____

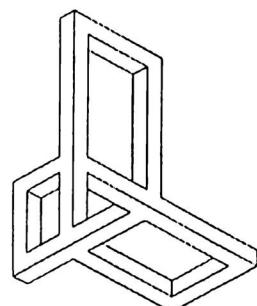
RECOMENDACIONES _____

CONCLUSIONES _____

CORRECCIONES _____

5. CONCLUSIONES

- El abandono de las instalaciones depende de la etapa de la industria en que se encuentre, por lo tanto no debemos desconocer que aun encontrándonos en etapa de exploración se debe realizar un abandono responsable para evitar la generación de pasivos ambientales.
- La importancia de una guía para las operaciones de abandono en la industria del petróleo y del gas radica principalmente en el procedimiento adecuado y respetuosos del ambiente que prevenga los pasivos ambientales y restaure el uso del suelo para otras actividades.
- Las relaciones con la comunidad son un punto crítico en el proceso de abandono y desmantelamiento de cualquier actividad petrolera, sin embargo, es responsabilidad de todos los actores fortalecer los procesos de consulta y concertación con la comunidad para convertir procesos inmóviles en procesos coyunturales, dinámicos y confiables.
- Se debe tener especial atención en las dinámicas económicas de las regiones donde se encuentran los proyectos de infraestructura, para poder mitigar los procesos y las comunidades no sufran mucho con la perdida de regalías y otros agregados económicos de la industria.



- Como en todos los procesos de gestión ambiental, el abandono deberá realizarse de manera inter y transdisciplinaria.
- Cada proyecto de abandono es único y diferente, por lo que en cada caso el uso y la implementación de la guía también lo serán.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Bedoya, J. y Salgarriaga, S. 2000. Modelo de guía de gestión ambiental para las operaciones de abandono en la industria del petróleo y del gas, en el marco de la legislación Colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Trabajo de grado.
- Aabel, J.P. y Moore, S. 1998. How clean is clean-Recommended Framework for Rendering An Offshore Installation Clean. SPE 46588. Society of Petroleum Engineers..
- American Petroleum Institute - API. 1981. Recommended Practice for the Pressure Testing of Liquid Petroleum Pipelines. Segunda edición. (Práctica recomendada API 1110).
- American Petroleum Institute - API. 1993. Well Abandonment and Inactive Well Practices for U.S. Exploration and Production Operations, Environmental Guidance Document. Primera edición.
- Brindley, P.D. 1995. Offshore Abandonment Activities: The Energy and Environmental Impacts. SPE 30373. Society of Petroleum Engineers.
- Decommissioning, 1996. Remediation and Reclamation Guidelines for Onshore Exploration and Production Sites. E&P Forum Report No. 2.70/242.
- El Laithy, W.F. 1998. Sidki Well Abandonment and Platform Removal Case History in the Gulf of Suez. SPE 46589. Society of Petroleum Engineers.
- Griffin, W.S. 1998. The Global and International Regulatory Regime for Decommissioning Disused Platforms. SPE 46591. Society of Petroleum Engineers.
- Guevara, M. J. A. 1998. Decommissioning Alternative for Offshore Structures in Venezuela: Artificial Reefs. SPE 46590. Society of Petroleum Engineers.
- Hatamian, H. 1997. Air Emissions in the Up- Stream Petroleum Operations. SPE 37834. Society of Petroleum Engineers.
- Instituto Colombiano De Normas Técnicas - ICONTEC. 1998. Código Eléctrico Colombiano. Bogotá, ICONTEC, Primera actualización. (Norma Colombiana ICONTEC 2050).
- Nesse, S. 1996. Methodology for Assessing Environmental Impacts of Offshore Installation Abandonment and Disposal. SPE 35917. Society of Petroleum Engineers.
- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98. Ley 400 del 18 de agosto de 1997 que entró en vigencia el 18 de febrero de 1998, Decreto 33 del 9 de enero de 1998 y Decreto 034 del 8 de enero de 1999.
- Passard, J.P. 1997. Environmental Impact from Removal of Installations: The North East Frigg Field Installations. SPE 37857. Society of Petroleum Engineers.
- Peball, U., KšHazy, R. y Dietler, A. 2000. Experiences in Field Decommissioning. SPE 61477. Society of Petroleum Engineers.
- Programa Básico de Capacitación Ambiental para los campos de Cusiana y Cupiagua. Manual didáctico. BP Exploration. Junio de 1997.
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-98. Ley 42 de 1994 y Resolución 0822 de 1998. Ministerio de Desarrollo.
- Seoánez C. M. 1999. El Gran Diccionario del Medio Ambiente y de la Contaminación. Ediciones Mundo-Prensa. Segunda Edición. Madrid.
- Sora, F. y Eftimie, A. 2000. An Example of the Success of Legal and Institutional Reform in Romania. SPE 61009. Society of Petroleum Engineers.
- Villegas, I. 1998. Applications- Risk- Based Corrective Actions for Abandoned E&P Well Sites in Colombia. SPE 46846. Society of Petroleum Engineers.
- National Fire Protection Association NFPA 54 1992. National fuel Gas Code quinta edición U.S.A.

