



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
“ÁREA DE DESARROLLO LLANOS 141”

PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y
ABANDONO
CAPÍTULO 10



CONTENIDO

	Pag
10	PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL 1
10.1	Introducción..... 1
10.2	Objetivos 8
10.3	Actividades de abandono y restauración de las áreas intervenidas por el proyecto 9
10.3.1	Vías de acceso, obras de arte e infraestructura relacionada 9
10.3.1.1	Obras complementarias..... 10
10.3.2	Locaciones 11
10.3.2.1	Estructuras en concreto 12
10.3.2.2	Estructuras en otros materiales 14
10.3.2.3	Estructuras metálicas 15
10.3.3	Pozos y contrapozos 16
10.3.3.1	Integridad, plan de seguimiento y monitoreo de pozos 18
10.3.3.1.1	Instalación de barreras..... 19
10.3.3.1.2	Taponamiento 20
10.3.3.1.3	Identificación de pozos abandonados 21
10.3.4	Líneas de flujo 22
10.3.4.1	Líneas de flujo a desenterrar 23
10.3.4.2	Líneas de flujo a dejar en el sitio (enterradas) 24
10.3.4.3	Líneas aéreas 24
10.3.4.4	Ductos asociados a facilidades de producción 24
10.3.4.5	Marcos H y bases en concreto 24
10.3.4.6	Desmantelamiento de válvulas y accesorios 25
10.3.4.7	Actividades finales 25
10.3.4.7.1	Facilidades y estaciones 25
10.3.5	Infraestructura eléctrica para generación, conducción y distribución de energía (estaciones y subestaciones)..... 29
10.3.5.1	Infraestructura de generación y subestaciones eléctricas 29
10.3.5.2	Sistemas eléctricos..... 29
10.3.5.2.2	Áreas para el manejo integral de residuos sólidos y líquidos..... 31
10.3.6	Instalaciones de apoyo (Áreas administrativas y operativas) 34
10.4	Propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante 34
10.4.1	Recuperación ambiental 35
10.4.2	Reconformación morfológica 35
10.4.3	Establecimiento de cobertura vegetal - Revegetalización..... 36
10.4.4	Mantenimiento de áreas recuperadas (Reconformación paisajística) 40
10.4.5	Manejo y control de aguas de escorrentía..... 40

10.4.6	Manejo de pasivos ambientales.....	41
10.4.6.1	Plan de gestión socio-ambiental al final de la operación del Área de Desarrollo Llanos 141	41
10.5	Otras acciones	42
10.5.1	Manejo de fauna en procesos de restauración ambiental.....	42
10.5.2	Mejoramiento paisajístico en procesos de restauración ambiental.....	42
10.5.3	Áreas frágiles aledañas a las áreas intervenidas	43

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag
Tabla 10-1 Actividades contempladas para el Desmantelamiento, abandono y restauración	2
Tabla 10-2 Acciones básicas contempladas para la Reconformación Morfológica.....	36
Tabla 10-3 Especies vegetales de hábito herbáceo recomendadas para empradización	38
Tabla 10-4 Especies vegetales de hábito herbáceo recomendadas para empradización	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag
Figura 10-1	Proceso para la actividad de desmantelamiento, abandono y restauración 1
Figura 10-2	Líneas de acción para el plan de abandono y restauración de áreas intervenidas 7
Figura 10-3	Proceso para la actividad de desmantelar, abandono y/o restauración 8
Figura 10-4	Ejemplo de vías de acceso, obras de arte e infraestructura relacionada objeto de desmantelamiento o entrega a las autoridades municipales 10
Figura 10-5	Ejemplo de obras de arte e infraestructura relacionada objeto de desmantelamiento o entrega a las autoridades municipales 10
Figura 10-6	Ejemplo de actividades asociadas al desmantelamiento de locaciones. 11
Figura 10-7	Tipo de estructuras de concreto existentes al interior de locaciones. 13
Figura 10-8	Tipos de estructuras en otros materiales 14
Figura 10-9	Tipos de estructuras metálicas 16
Figura 10-10	Ejemplo de pozo y contrapozo 17
Figura 10-11	Modelo de Aseguramiento de pozos 19
Figura 10-12	Consideraciones técnicas en el diseño de las barreras 20
Figura 10-13	Método de taponamiento balanceado en cemento 21
Figura 10-14	Ejemplos de Placa de abandono para pozos 21
Figura 10-15	Ejemplos de tuberías en superficie y enterradas 22
Figura 10-16	Retiro de tramos de líneas de flujo enterradas 23
Figura 10-17	Retiro válvulas y/o accesorios 25
Figura 10-18	Actividades a ejecutar para el desmantelamiento de una ZODMEs 31
Figura 10-19	Ejemplo de especies nativas aptas para recuperación de áreas intervenidas 39

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pag
Fotografía 10-1 Labores de desmantelamiento de infraestructura eléctrica	30
Fotografía 10-2 Labores de desmantelamiento de celdas fotovoltaicas	30

10 PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL

10.1 Introducción

ECOPETROL S.A., en el marco del cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y de su responsabilidad ambiental y social presenta a continuación las acciones a implementar en el Plan para la etapa de abandono y restauración de áreas intervenidas e infraestructura existente derivadas de la actividad de exploración de hidrocarburos que se encuentra dentro del Área de Desarrollo Llanos 141 y su respectiva área de influencia, al igual que las tareas de abandono y restauración de infraestructura petrolera existente en el área, que tal como se señaló subcapítulo .2.1_Infraestructura_existente, numeral 2.2.1.2.1 Tipo de infraestructura existente, se encuentra representada en 3 pozos exploratorios abandonados desde la década de los 90, denominados como Pozo Vanguardia-1, Pozo Llanos-1 y Pozo Guacavía-1. Este se desarrolló en consideración de la normatividad técnica, expedida por el Ministerio de Minas y Energía, Resolución 40048 de 2015 “Por la cual se establecen medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos convencionales continentales y costa afuera” y con base en la normatividad ambiental Artículo 2.2.2.3.1.6 del Decreto 1076 de 2015 “La licencia ambiental se otorgará por la vida útil del proyecto, obra o actividad y cobijará las fases de construcción, montaje, operación, mantenimiento, desmantelamiento, restauración final, abandono y/o terminación”.

Además de los términos de referencia para la Elaboración de Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de Explotación de Hidrocarburos HI-TER 103 del entonces MAVDT (2010), hoy MADS, y de la Metodología general para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (MADS 2018). En la etapa de Desmantelamiento, Abandono y Recuperación Ambiental, según lo establecido en el capítulo 2. Descripción del proyecto, se desarrollará de acuerdo con siete (7) actividades a saber: *Desmantelamiento de instalaciones, retiro de infraestructura y equipos, salida del área; Cierre de piscinas y abandono de áreas para manejo de lodos y cortes de perforación; Cierre y abandono del pozo y contrapozo; Desmonte y demolición de infraestructura; Limpieza de áreas; Reconformación del terreno, empradización y/o revegetalización y por último el Cierre de compromisos sociales y ambientales.*

Figura 10-1 Proceso para la actividad de desmantelamiento, abandono y restauración



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Paso seguido en la **Tabla 10-1**, se relacionan las principales actividades contempladas en la Etapa de Desmantelamiento, Abandono y Restauración del Área de Desarrollo Llanos 141.

Tabla 10-1 Actividades contempladas para el Desmantelamiento, abandono y restauración

ETAPA	SUBETAPA	ESTRATEGIAS DE DESARROLLO ASOCIADAS	ACTIVIDAD	ID *)	DESCRIPCIÓN
DESMANTELIAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN		Aplica para la ejecución de todas las estrategias de desarrollo	Desmantelamiento de instalaciones, retiro de infraestructura, equipos y salida del área	A42	El abandono de la infraestructura se realiza una vez terminadas las actividades en las mismas. De otra parte el cierre definitivo de la operación se debe presentar una evaluación técnica, económica, social que permitirá evaluar si se abandona o se desmantela y en cuanto líneas eléctricas se buscará como primera medida el comisionamiento de líneas de transmisión eléctrica a las empresas prestadoras de este servicio público, en el caso de no ser posible se deberá desmontar y retirar de la zona todos aquellos equipos, materiales y estructuras utilizadas para el desarrollo de la actividad de transporte de energía eléctrica y dejar la zona en condiciones iguales o mejores a las encontradas antes de su construcción. El desmantelamiento estará a cargo de cada una de las compañías de servicios especializados que hacen parte del proyecto y el seguimiento lo realizará Ecopetrol S.A. a través de la Interventoría técnica y ambiental.
			Cierre de piscinas y abandono de áreas para manejo de lodos y cortes de perforación	A43	Luego de finalizadas las actividades de perforación se iniciará la clausura de las piscinas, siempre y cuando, no se contemple la perforación de nuevos pozos en la locación, ya que las mismas corresponden a estructuras construidas con anterioridad. Si en las piscinas se encuentra almacenado algún tipo de residuo, se le dará el manejo y tratamiento según lo consignado y definido en el Capítulo 7, Fichas LL141_PM_AB5 - Manejo de residuos líquidos, LL141_PM_AB7 - Programa de manejo a la Gestión de residuos sólidos y LL141_PM_AB8 - Manejo de lodos y cortes de perforación, asociada al Manejo de Residuos Sólidos Domésticos, Industriales y Especiales del presente EIA. Para la clausura de las piscinas de tratamiento de aguas se realizará como primera medida la evacuación total del agua allí presente, verificando previamente el cumplimiento de los parámetros establecidos en el Decreto 1594 de 1984 o la norma que lo sustituya o modifique (Decreto 3930 de 2010 y su resolución reglamentaria); finalmente, y si no se contempla la perforación de nuevos pozos en la locación, se realizará el cierre mediante relleno con la cortes base agua estabilizados, material sobrante de excavación, recebo u otro material inerte que permita una adecuada compactación, luego de completar el relleno de las piscinas, se compactará y perfilará el terreno al nivel de la cota de explanación y se procederá a revegetalizar el terreno con especies herbáceas y/o gramíneas.

ETAPA	SUBETAPA	ESTRATEGIAS DE DESARROLLO ASOCIADAS	ACTIVIDAD	ID *)	DESCRIPCIÓN
DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN		Aplica para la ejecución de todas las estrategias de desarrollo	Cierre y abandono del pozo y contrapozo	A44	<p>El taponamiento y abandono de un pozo corresponde a la fase final del ciclo de vida de un pozo y consiste en establecer las barreras permanentes dentro del pozo, de tal forma que se conserve la integridad de este, lo anterior con la perspectiva de la no re-entrada futura al pozo</p> <p>En este orden de ideas, un pozo es abandonado cuando se presenta cualquiera de las siguientes condiciones: pozos secos, con daño mecánico o que no cumplan con los requisitos de desarrollo y explotación económica o cuando por orden o consideración técnica, por parte del Ministerio de Minas y Energía, este deba ser abandonado; también cuando durante la perforación del pozo se encuentra con zonas acuíferas y el objetivo es otro, caso en el cual se debe hacer la terminación y abandono de pozo, de tal forma que en el futuro, pueda ser usado para otro fin, en caso de requerirse.</p> <p>Los lineamientos descritos a continuación son aplicables al abandono, temporal y definitivo, de pozos exploratorios, de desarrollo, productores y/o inyectores. Para esto, Ecopetrol S.A. ha desarrollado la Guía para la desincorporación de Activos de Producción IDA-G-010 (2020) (A.5_Desmantelamiento_Abandono), en consideración de la normatividad técnica del Ministerio de Minas y Energía (Resolución 40048 de 2015) y la Agencia Nacional de Hidrocarburos.</p> <p>Las consideraciones para abandono de pozos son presentadas de manera general puesto que cada pozo es un caso particular y debe ser planeado de acuerdo con las características de este y consideraciones técnicas requeridas (ECOPETROL S.A., 2020), sin embargo, de manera integral el Plan de Abandono, ampara las actividades correspondientes a la desincorporación de activos.</p> <p>Para un adecuado diseño de abandono del pozo se considerará como mínimo los siguientes insumos para una correcta ubicación y diseño de las barreras (ECOPETROL S.A., 2020):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar todas las formaciones expuestas a flujo en el momento del abandono del pozo y las formaciones adyacentes como sellos naturales y formaciones con potencial de influjo futuro. • Identificar el estado del pozo en el momento del abandono: estado de los revestimientos, cementación original, "sidetracks", pescados, restricciones, desgastes, colapsos, fracturas, corrosión, etc. Identificación de potenciales puntos de fuga en elementos del completamiento. • Análisis previo de presencia de presiones en los anulares. Realizar una prueba de drenaje y reconstrucción de presión para diagnosticar el problema, si es el caso y realizar todas las actividades que sean necesarias, para determinar la fuente. • Fuerzas tectónicas y sismicidad. • Identificar presión y temperatura actual del yacimiento. • Proyectos futuros EOR de los yacimientos, tales como proyectos térmicos. • Tipos de fluidos existentes en el yacimiento. • Registros de Cementación y cualquier otro dato sobre la integridad durante la vida del pozo. <p>Así las cosas y si por cualquier eventualidad o decisión por parte de la operación, se decida el taponamiento y abandono del pozo perforado, este se realizará siguiendo como mínimo las siguientes consideraciones generales.</p>

ETAPA	SUBETAPA	ESTRATEGIAS DE DESARROLLO ASOCIADAS	ACTIVIDAD	ID *)	DESCRIPCIÓN
DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN		Aplica para la ejecución de todas las estrategias de desarrollo	Desmante y demolición de infraestructura	A45	<p>Esta actividad involucra el retiro de todo material o estructura en concreto existente, estos materiales serán llevados a escombreras (caso de materiales de demolición) en la zona y que cuenten con los permisos ambientales y legales correspondientes y vigentes para la ejecución de este tipo de actividad. En el área se deberán conservar aquellas estructuras cuya remoción pueda implicar la generación de procesos erosivos o de inestabilidad manejo de aguas lluvias, descoles y en general todas aquellas estructuras que hacen parte de los sistemas de drenaje. En lo referente a las demoliciones, estas se realizarán acorde a las siguientes consideraciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • La demolición se realizará en la infraestructura que no se requiera para actividades posteriores. • Trampas de grasas temporales: Se retirarán las trampas de grasas temporales de los sistemas de cunetas y colectores, limpiándolas. • Trampas de grasas fijas: Se efectuará la limpieza de las trampas de grasas y se llevarán los residuos a disposición final por un tercero. Se evacuarán las aguas, se sellarán los drenajes y se rellenarán las trampas con material de excavación o se procederá a su demolición, si es necesario. • Canales y cunetas revestidas: Se iniciará con la demolición de las zonas duras (Suelo-cemento o concreto) y cunetas revestidas. Todas las excavaciones que se hayan realizado deberán ser rellenadas, conformadas y revegetalizadas, si es posible.
			Limpieza de áreas	A46	<p>Esta actividad involucra el retiro de todo material generado durante el desmantelamiento y demolición de infraestructura existente, estos materiales serán llevados a sitios donde serán almacenados (i.e: equipos, tuberías entre otros) o escombreras (caso de materiales de demolición). Para la ejecución de esta actividad se listan las siguientes recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una vez desmontados los equipos, cada una de las compañías contratistas deberá recolectar los residuos por ellas generados y ubicarlos en los sitios definidos • 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. • Se realizará una limpieza general del área, retirando escombros y residuos generados por las actividades de desmantelamiento • La chatarra acumulada durante la etapa de desmantelamiento deberá ser evacuada por cada contratista para su disposición final. • 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.

ETAPA	SUBETAPA	ESTRATEGIAS DE DESARROLLO ASOCIADAS	ACTIVIDAD	ID *)	DESCRIPCIÓN
DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN		Aplica para la ejecución de todas las estrategias de desarrollo	Reconformación del terreno, empradización y/o revegetalización	A47	<p>Esta actividad propende por establecer en lo posible, las condiciones ambientales originales en las que se encontraba el sector antes de su intervención por parte del proyecto a desarrollar. Ya que, al realizar, actividades como el desmonte y descapote, excavaciones, entre otras; componentes como el suelo y la vegetación se ven afectados. En este orden de ideas, se hace necesario establecer una serie de acciones encaminadas a restablecer las condiciones originales los componentes afectados</p> <p>La caracterización de las condiciones originales de los sitios a intervenir, previamente debe ser identificada, con el propósito de que al momento de realizar la actividad de restauración paisajística estas características originales sean tomadas en cuenta, es así como, la profundidad de los horizontes del suelo intervenidos, los tipos de horizontes intervenidos, la composición y profundidad de la capa orgánica existente y el muestreo de la vegetación herbácea y arbustiva presente deben ser identificados y considerados.</p> <p>Para la revegetalización de la cobertura herbácea dependiendo de las condiciones ambientales, de humedad, temperatura, lluvias etc., si dichas condiciones son favorables para que exista revegetalización natural se dejara que haya sucesiones naturales, si de lo contrario dichas condiciones no son favorables, se realizará una revegetalización de manera inducida a todas aquellas áreas que así lo requieran con el fin de no dejar descubierto el suelo. La recuperación paisajística de las áreas afectadas procurará restaurar los atributos estructurales del paisaje como la densidad de la vegetación, la heterogeneidad cromática y la composición escénica. La revegetalización en lo posible se realizará con especies nativas</p>
			Cierre de compromisos sociales y ambientales	A48	<p>Esta actividad se realizará al finalizar la totalidad de las operaciones en el Área de Desarrollo Llanos 141. Su principal objetivo de gestión social es contar con una permanente, oportuna y veraz relación entre ECOPETROL S.A., las comunidades de las áreas de influencia y las autoridades locales, así como informar a estos autores con la socialización del cierre y cese de actividades mediante canales que permitan el intercambio de información como procesos educativos, participativos, comunicativos, resolviendo inquietudes y expectativas por parte de estas; así como el cierre de la Gestión Social, dando cumplimiento a compromisos que integren a comunidades vecinas</p> <p>Dentro del manejo de las relaciones con la comunidad en la fase de abandono, es necesario que la empresa operadora establezca y mantenga un programa de relaciones con la comunidad, en el que se defina la administración de los resultados e implicaciones ambientales y sociales. Este programa se finalizará con el abandono el cual deberá tener en cuenta la eliminación o sustitución del vínculo del proyecto con la región y se deberán tener en cuenta aspectos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efectos sobre el empleo local y regional, y la manera de reducir el impacto. • Efectos relacionados con el saneamiento básico, etc. • El estado de cumplimiento de los compromisos adquiridos por el proyecto con las comunidades, los propietarios de predios afectados y las autoridades locales. Se deben tener en cuenta los pendientes que resulten deben ser satisfechos antes del cierre del proyecto.

Nota: Estas actividades son generales y aplica su ejecución total o parcialmente según el tipo de infraestructura a desmantelar y/o abandonar.

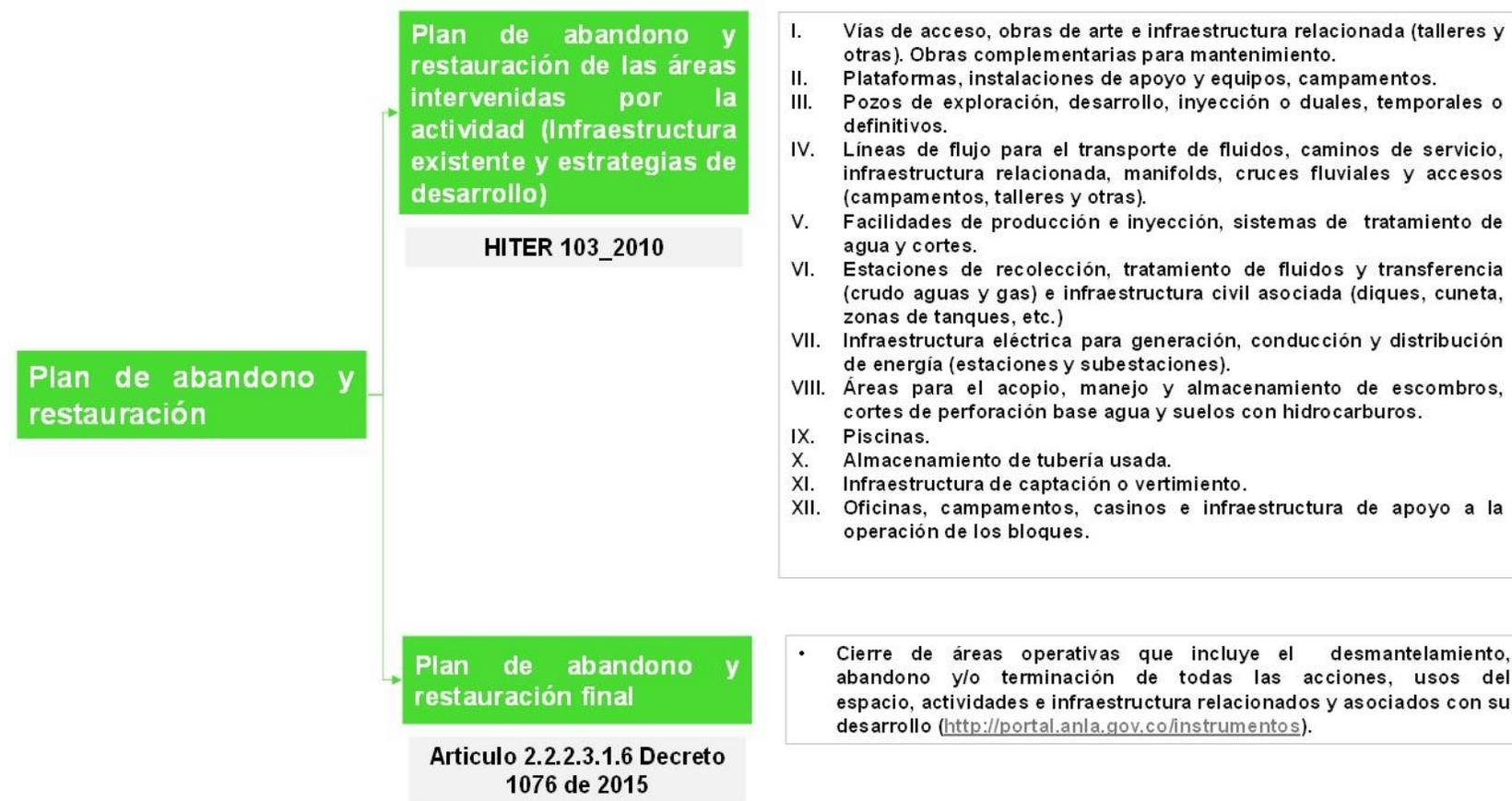
Nota (*): El ID corresponde al identificador de las actividades generales consideradas para el desarrollo operacional del área de desarrollo Llanos 141, tal como se encuentran consignadas en el subcapítulo 2.2. Características del proyecto, Tabla 2.2 3 Actividades asociadas a cada una de las Estrategias de Desarrollo contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental – Área de Desarrollo Llanos 141

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Las anteriores actividades fueron evaluadas en términos del potencial impacto que generarían (capítulo 5. Evaluación de Impactos), para posteriormente implementar las respectivas medidas de manejo contempladas en el plan de manejo y seguimiento del presente estudio (capítulo 7. Plan de manejo ambiental y capítulo 8. Programa de seguimiento y monitoreo).

Así las cosas, el plan de abandono y restauración se desarrolla en dos líneas de acción; la primera relacionada con la necesidad de realizar actividades de desmantelamiento y abandono durante la fase operativa del Área de Desarrollo Llanos 141., y la segunda relacionada con el abandono definitivo de las áreas intervenidas. Así las cosas, la finalidad de la etapa “DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN” es realizar la restauración de las áreas intervenidas durante la ejecución de los diferentes proyectos a ejecutar en el área siguiendo en términos generales los lineamientos que se presentan en la **Figura 10-2** Esto debido a que durante la fase de exploración y explotación de hidrocarburos, las actividades de extracción y producción, se desarrollan de manera progresiva a lo largo de un periodo de tiempo, y dependiendo de los resultados que se van obteniendo por intervenciones puntuales en cada uno de los pozos (según la expectativa de producción), se toman decisiones de sostenibilidad del negocio, que determinan su permanencia en el tiempo, o la necesidad desmantelamiento, abandono y/o terminación de las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura relacionados y asociados con la operación.

Figura 10-2 Líneas de acción para el plan de abandono y restauración de áreas intervenidas



Fuente: ECOPETROL S.A., 2020; adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

En general el proceso, se lleva a cabo siguiendo la hoja de ruta propuesta en la **Figura 10-3** el cual parte de la definición, por parte de Ecopetrol S.A., de la infraestructura a desincorporar o del cierre de áreas intervenidas.

Figura 10-3 Proceso para la actividad de dismantlar, abandono y/o restauración



Fuente: ECOPETROL S.A., 2020; adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.2 Objetivos

El objetivo de este plan es el implementar actividades y medidas que permitan realizar un adecuado dismantlamiento de la infraestructura, abandono y restauración de las áreas intervenidas minimizando las posibles afectaciones, así como plantear estrategias para controlar, mitigar y compensar los impactos negativos generados por estas actividades. De forma específica los objetivos son:

- Desarrollar la estrategia general bajo la cual se enmarcarán las actividades de dismantlamiento y abandono de las instalaciones e infraestructura asociada con la explotación, desarrollo y producción de hidrocarburos, y de recuperación ambiental, dentro del Área de Desarrollo Llanos 141 y su respectiva área de influencia, en cumplimiento con los lineamientos de la normatividad ambiental y técnica, vigente.
- Enunciar y describir las actividades y obras a ejecutar al momento de realizar el abandono, dismantlamiento y restauración de las obras temporales y definitivas a lo largo de las diferentes etapas contempladas dentro del Área de Desarrollo Llanos 141.
- Establecer los criterios para realizar el manejo ambiental y social adecuado, durante la ejecución de las actividades de la etapa dismantlamiento y/o abandono (parcial y definitivo), con el fin de prevenir, controlar, mitigar o compensar impactos socioambientales, que se puedan generar.
- Relacionar las medidas de manejo y reconfiguración morfológica que propendan la estabilidad geotécnica, el restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconfiguración paisajística, según aplique, las cuales deberán ir en línea con la propuesta del uso final del suelo.

Así las cosas, se describen a lo largo de este numeral, los lineamientos generales y las consideraciones a ser tenidas en cuenta para cada una de las líneas de acción y escenarios relacionados con la desincorporación, dismantlamiento, desinstalación o abandono, de la infraestructura asociada al Área de Desarrollo Llanos 141 como en su área de influencia.

10.3 Actividades de abandono y restauración de las áreas intervenidas por el proyecto

El desmantelamiento, abandono y restauración de áreas intervenidas e infraestructura existente derivadas de las actividades de explotación, desarrollo y producción de hidrocarburos que se encuentra dentro del Área de Desarrollo Llanos 141, con su respectiva área de influencia. Comprende las acciones necesarias para el retiro temporal o definitivo de infraestructura en un área determinada, ya sea porque se cumple el ciclo de vida de la instalación o por decisión operativa; además incluye la implementación de acciones o medidas para retornar el territorio a un uso final del suelo, acorde con el medio circundante, evitando afectaciones e impactos futuros, así como previniendo conflictos con terceros.

Se tiene como propósito, el desmantelar toda la infraestructura que se ejecute en el marco de las Estrategias de desarrollo del presente Estudio (**Capítulo 2.2.2 Estrategias de desarrollo**), salvo aquella cuya permanencia sea acordada previamente con las autoridades municipales, ambientales o con las comunidades, en el entendido que esta sea utilizada y cumpla con los estándares técnicos de las autoridades. En todos los casos, la gestión de residuos se podrá llevar a cabo en consideración de la Política de Economía Circular de Ecopetrol S.A., la cual busca maximizar el impacto de la reutilización de materiales y la minimización del impacto en el uso, aprovechamiento y/o demanda de recursos naturales.

En este orden de ideas, las diferentes actividades a ejecutar se realizarán a la luz de lo consignado en la Resolución 1257 de 2021 del Minambiente concerniente a los Residuos generados durante las actividades de construcción y demolición (RCD) y la Guía para la desincorporación de Activos de Producción IDA-G-010 (2020). Finalmente y en consonancia a lo referido en los párrafos y tabla precedentes, se presenta la relación y breve descripción de las acciones de desmantelamiento, abandono y restauración asociadas a la diferente infraestructura presente en el Área de Desarrollo Llanos 141 y su área de influencia, lo anterior acorde a lo consignado en los documentos “IDA-G-010 Guía de Desincorporación Activos de Producción” (Ecopetrol S. A., 2020) y “Especificaciones técnicas abandono_ recuperaciones ambientales (GMA, 2018)”, los cuales se presentan en el **Anexo 10_Desmantelamiento_abandono**.

10.3.1 Vías de acceso, obras de arte e infraestructura relacionada

En cuanto al desmantelamiento y/o abandono de corredores viales, y obras complementarias (alcantarillas, pontones, box culvert, etc.); en primera instancia se debe realizar la identificación, caracterización y evaluación del estado del corredor y/u obras asociadas que sean objeto de abandono y/o desmantelamiento. Adicionalmente, se verificará el contexto de este y de acuerdo con los resultados, se podrá llevar a cabo siguiendo alguna de las dos (2) líneas de gestión que se relacionan a continuación.

- Entrega a autoridades municipales, previo acuerdo para su uso por las comunidades y bajo estándares de seguridad vial; para esto se deberá realizar en primer lugar un inventario de las vías en el Área de Influencia definida para el Proyecto, con el fin de concertar con la autoridad Municipal competente (Alcaldía y JAC); posteriormente se identificarán y definirán las necesidades de su uso para que se formalice su entrega a estas entidades quienes serán a partir de entonces las encargadas de su mantenimiento (**Figura 10-4**).

Figura 10-4 Ejemplo de vías de acceso, obras de arte e infraestructura relacionada objeto de desmantelamiento o entrega a las autoridades municipales



Vía V1_3_1_2_2



Vía V1_3_2_2

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

- En caso de que los corredores no presten funcionamiento y se encuentre en un área que se pueda reintegrar al entorno en forma natural, se procederá al levantamiento de esta infraestructura con el fin de restablecer la dinámica hídrica de la zona y recuperar la cobertura vegetal, implementando para ello el método de revegetalización más adecuado dependiente a las características del terreno y medio circundante. Los residuos serán dispuestos en las ZODMEs aprobadas para el Proyecto o se entregarán a un Tercero autorizado.

10.3.1.1 Obras complementarias

Las obras complementarias asociadas a los corredores viales como alcantarillas (**Figura 10-5**), pontones, box culvert, entre otros podrán ser desmanteladas o entregadas a la comunidad. No obstante, previamente se deberá verificar su estado, y utilidad en procesos de estabilización. En el caso de ser entregados a la comunidad, la concertación se realizará con delegados de la Autoridad Municipal o Junta de Acción Comunal, para que sea la encargada de su mantenimiento

Figura 10-5 Ejemplo de obras de arte e infraestructura relacionada objeto de desmantelamiento o entrega a las autoridades municipales



Alcantarilla sencilla ϕ 12", Vía V1_3_1_2



Alcantarilla sencilla ϕ 12", Vía V1_1_4



Box Culvert "Doble", Vía V1_3_1



Puente existente en el sitio de captación Cap 1, fin de la Vía V1_1_10

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.3.2 Locaciones

El cierre técnico de los Locaciones se fundamenta en el decreto 3279 de 2009 en el que se determinan todas las condiciones para el abandono y se delega al Ministerio de Minas y Energía para autorizar la clausura y supervisión y comprende en términos generales los siguientes procesos:

- Desmantelamiento de todas las estructuras del pozo (torre de perforación y equipos empleados).
- Demolición de las obras en concreto, excepto aquellas destinadas a garantizar la estabilidad de la plataforma multipozo. Algunas de estas obras podrán ser recubiertas con tierra, dependiendo de las consideraciones técnicas y ambientales.
- Clausura de las piscinas, que puede ser por retro llenado por medio de los cortes de perforación tratados y sin lixiviados que puedan afectar la salud humana (**Figura 10-6**).
- Limpieza de las áreas dentro de la plataforma multipozo.
- Limpieza final de la localización.
- Tratamiento y disposición de los residuos generados por el desmantelamiento.
- Tratamiento de la superficie con el fin de adecuarla para la recuperación de la cobertura vegetal, según el uso designado para el suelo.

Figura 10-6 Ejemplo de actividades asociadas al desmantelamiento de locaciones.



Desmante del Taladro



Retiro de sistema de manejo de lodos (Bomba)



Retiro generador

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)



Clausura de las piscinas por sistema de retro llenado

El desmantelamiento y abandono de Locaciones y de las obras civiles asociadas a los mismos, se realizará acorde a lo presentado en los diseños específicos para cada uno de estos, planos de demolición de estructuras y especificaciones técnicas asociadas y se podrán considerar, los lineamientos consignados en el documento “Guía de desincorporación de activos de Ecopetrol S.A.” (**Anexo 10_Desmantelamiento_abandono**), u otro documento que Ecopetrol S.A. en el marco de su gestión proactiva. Se debe precisar, que las cantidades de obra y tiempo de ejecución de las obras asociadas dependerá del área de la plataforma y de la infraestructura existente al interior de esta.

El proceso de desmantelamiento se inicia con el desarme y retiro de los equipos y tuberías de perforación, equipos auxiliares como el del control de sólidos, bombas de lodos, bodegas, campamentos o contenedores de oficinas y talleres; el cual incluye el retiro de todos los equipos, campamentos, líneas eléctricas y telefónicas y demás infraestructura asociada, demolición de todas las estructuras en tierra y áreas cementadas; como son las cunetas, trampas de grasas y skimmer.

Posteriormente se realiza la limpieza de zonas duras, principalmente donde se ubicaron los equipos y el taladro. Los residuos líquidos se conducirán a los sistemas de tratamiento existentes en la plataforma, en donde serán tratados y dispuestos de acuerdo con las autorizaciones, permisos correspondientes establecidos en la Licencia Ambiental, como son los permisos de vertimientos de aguas industriales y domésticas.

Los residuos sólidos generados durante la etapa de desmantelamiento serán clasificados y almacenados temporalmente según la naturaleza de estos, de forma que toda el área intervenida quede totalmente limpia y lista para implementar la propuesta de uso de suelo final.

A continuación, se describe el procedimiento de intervención para el desmantelamiento y abandono de los diferentes tipos de estructuras a presentarse en función del material, en un clúster.

10.3.2.1 Estructuras en concreto

Estas estructuras hacen parte de bases de bombas, contrapozos, “skimmer”, cunetas, anclajes, cajas, bordillos y vías (ECOPETROL S.A., 2020). Para este tipo de actividades se realiza inspección del área de manera visual, para identificar las diferentes facilidades tales como líneas de producción, banco de ductos eléctricos entre otros; teniendo en cuenta que, la infraestructura que se encuentra enterrada se debe tratar de identificar, haciendo apiques para su reconocimiento.

Dichas estructuras de concreto simple o reforzado dentro de la locación (**Figura 10-7**), serán demolidas, teniendo cuidado de no afectar otras instalaciones; podrán ser almacenados, para luego ser aprovechados mediante su reintegración a la cadena productiva buscando eficiencia en costos y optimización en el aprovechamiento de recursos naturales o también podrán ser dispuestos en escombreras autorizadas, teniendo en cuenta las disposiciones establecidas en la Resolución 1257 de 2021 del Minambiente concerniente a los Residuos generados durante las actividades de construcción y demolición (RCD).

El material resultante de las demoliciones debe ser transportado y dispuesto en lugares adecuados definidos por ECOPETROL S.A., de acuerdo con la definición del instrumento ambiental. El aprovechamiento de los materiales estará sujeto a previa verificación de la inocuidad y funcionalidad, siguiendo la Política de Economía Circular de Ecopetrol S.A. El concreto no reforzado podrá ser utilizado en la reconformación de excavaciones de piscinas, contrapozos, entre otros.

En lo referente a las excavaciones existentes y dependiendo del uso final acordado para estas, las mismas podrán ser rellenadas y reconformadas morfológicamente, teniendo en cuenta las condiciones de estabilidad e hidrológicas de la zona. Es de señalar que el material de relleno a utilizar podrá ser aprovechado del material dispuesto en las ZODMEs que hacen parte del Área de Desarrollo Llanos 141 y de igual manera el material de descapote dispuesto en las mismas áreas.

Las áreas luego de ser desmanteladas serán reemplazadas por material que asegure su armonía con el entorno. Por ejemplo, para locaciones operativas se reemplazará dichos desmantelamientos por materiales pétreos que aporten estabilidad al suelo, los cuales deben ser compactados de acuerdo con las especificaciones definidas. Para locaciones no operativas, el material pétreo podrá ser retirado y reemplazado por material orgánico que aporte al inicio de la revegetalización

Finalmente, es de señalar que en lo asociado a las obras para manejo de aguas de escorrentía como son las cunetas perimetrales, estas no serán demolidas en consideración si las mismas pueden ser elementos que contribuyan al control de las aguas posterior al abandono del área y en este orden de ideas mitiguen la gestación y desarrollo de procesos erosivos.

Figura 10-7 Tipo de estructuras de concreto existentes al interior de locaciones.



Contenedor de Diésel



Contrapozo a adecuar



Diques en concreto



Placas en concreto



Cuneta perimetral en concreto



Descole

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.3.2.2 Estructuras en otros materiales

El empleo de otros tipos de materiales se convierte en una alternativa en la que se emplea el uso de sistemas en polímero polipropileno y láminas de acero las cuales disminuyen las construcciones y obras civiles. Los sistemas propuestos son de bajo costo vs concreto y materiales convencionales de construcción (reutilización de las estructuras en otras locaciones), son totalmente reciclables amigables y de mínimo impacto con el medio ambiente (operaciones limpias y eficientes). Adicionalmente, con estas alternativas se requieren mínimos permisos o licencias ambientales, se reducen los costos de transporte de material y el número de trabajadores y herramientas requeridos para su instalación es mínimo (instalación 100 % más rápida vs obras civiles convencionales).

En consonancia con lo anterior, se describe el procedimiento general para el desmantelamiento de este tipo de estructuras.

El retiro se realiza de forma manual, mediante la utilización de herramientas que permitan remover las piezas de forma segura y evitando el daño de las mismas. Estas podrán reutilizarse en otras áreas o gestionarse mediante un tercero que cuente con los permisos pertinentes, en caso de que haya cumplido su vida útil (**Figura 10-8**). Una vez llevada a cabo esta actividad, se procede a retirar el geotextil sobre el cual se encontraban instaladas las diferentes estructuras.

Figura 10-8 Tipos de estructuras en otros materiales



Tapete modular sintético



Caseta de Vigilancia



Tipo de bodega temporal



Cuneta de agua lluvia en alviodren



Rejilla metálica

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.3.2.3 Estructuras metálicas

Dentro de las estructuras metálicas se puede considerar el retiro de casetas, soportes de equipos, soportes de tubería, vigas, casetas de bombas principales, secundarias, estructuras del sistema contra- incendio y todas las estructuras construidas con perfiles metálicos, entre otros. Se planea realizar las siguientes actividades (ECOPETROL S.A., 2020):

- Se realiza inspección visual para identificar si en el área a intervenir cruza alguna línea de producción o algún banco de ductos eléctricos. Si se evidencia la existencia de alguna tubería, se realiza apiques para verificar profundidad y trayectoria.
- Se aplica el SISTEMA DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO SEGURO SAES en los casos que se requiera.
- El Transporte y disposición final hasta el sitio definido por ECOPETROL S.A., en cumplimiento con acuerdos sociales, con las autoridades y bajo el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicables.

Una vez realizado el desmonte de estas, se procederá con su almacenaje en sitios de acopio dispuestos por Ecopetrol S.A., en bodegas, en acopios o en sitios adecuados dentro de las Estaciones. La chatarrización y reutilización de estos materiales, se realizará de acuerdo con las disposiciones establecidas por Ecopetrol S.A: En el caso de ya no ser utilizados por deterioro serán dispuestos en áreas destinadas por la empresa para este fin o entregados a terceros para su manejo y disposición final, bajo la premisa que estos cuenten con los respectivos permisos ambientales y legales vigentes que autoricen el desarrollo de esta actividad. Finalmente, en caso de solicitud explícita de la comunidad estas estructuras podrán ser donadas, teniendo en cuenta parámetros de seguridad, riesgo e impactos ambientales y sociales.

En este tipo de estructuras se consideran entre otros, los desarenadores metálicos, skimmer metálicos, cualquier otro tipo de estructura metálica, así como las mallas y estructuras de soporte de los cerramientos metálicos (**Figura 10-9**).

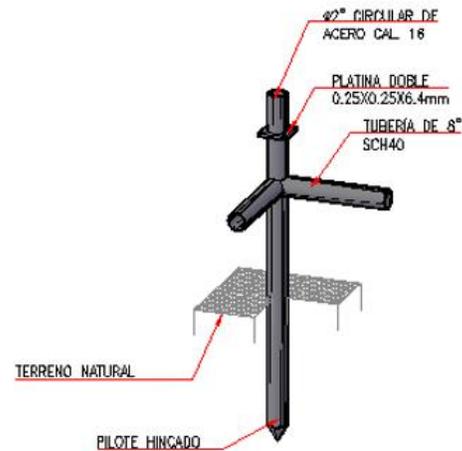
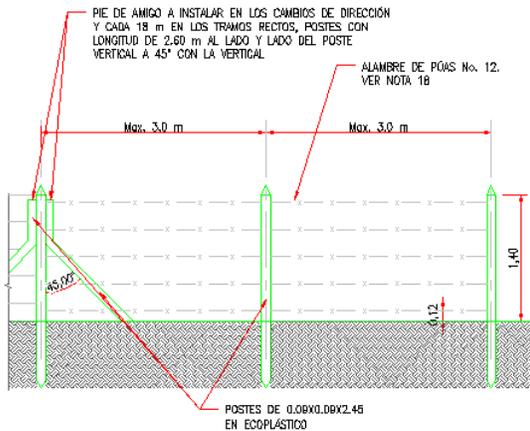
Figura 10-9 Tipos de estructuras metálicas



Desarenador metálico



Skimmer metálico



Cerramiento metálico y componentes

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.3.3 Pozos y contrapozos

El taponamiento y abandono de un pozo corresponde a la fase final del ciclo de vida de un pozo y consiste en establecer las barreras permanentes dentro del pozo, de tal forma que se conserve la integridad del mismo, lo anterior con la perspectiva de la no re-entrada futura al pozo (Figura 10-10).

Figura 10-10 Ejemplo de pozo y contrapozo



Pozo FLO-UP11

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)



Contrapozo a adecuar

En este orden de ideas, un pozo es abandonado cuando se presenta cualquiera de las siguientes condiciones: pozos secos, con daño mecánico o que no cumplan con los requisitos de desarrollo y explotación económica o cuando por orden o consideración técnica, por parte del Ministerio de Minas y Energía, este deba ser abandonado; también cuando durante la perforación del pozo se encuentra con zonas acuíferas y el objetivo es otro, caso en el cual se debe hacer la terminación y abandono de pozo, de tal forma que en el futuro, pueda ser usado para otro fin, en caso de requerirse.

Los lineamientos descritos a continuación son aplicables al abandono, temporal y definitivo, de pozos exploratorios, de desarrollo, productores y/o inyectores. Para esto, Ecopetrol S.A. ha desarrollado la Guía para la desincorporación de Activos de Producción IDA-G-010 (2020) (**Anexo 10_Desmantelamiento_abandono**), en consideración de la normatividad técnica del Ministerio de Minas y Energía (Resolución 40048 de 2015) y la Agencia Nacional de Hidrocarburos. A continuación, se presentan conceptos a tener en cuenta para el abandono y desmantelamiento de los mismos. En los numerales subsiguientes se presentan de manera general, la descripción de los procesos a llevarse a cabo.

- **Abandono:** Conjunto de operaciones que se ejecutan en el pozo para asegurar un aislamiento apropiado de las formaciones almacenadoras de gas y/o petróleo, así como de los acuíferos existentes con el fin de prevenir la migración de fluidos hacia la superficie del terreno o el fondo marino, o entre las diferentes formaciones a través del hueco del pozo o el espacio anular entre el hueco y los revestimientos (Resolución 40048, 2015).
- **Abandono temporal:** Operación de abandono que se implementa considerando que, por diferentes razones, el operador puede tener interés en reentrar al pozo durante la fase exploratoria. El cierre técnico del pozo exige la instalación de tapones mecánicos y/o de cemento para aislar intervalos abiertos e impedir la migración de fluidos, pero permite la permanencia del cabezal de pozo para facilitar futuras intervenciones a consideración del operador, previa autorización del Ministerio de Minas y Energía o quien haga sus veces en materia de fiscalización de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos (Resolución 40048, 2015).
- **Abandono definitivo:** Operación de abandono ejecutada cuando no hay interés de retornar al pozo por parte del contratista, y que incluye no solo la ubicación de tapones mecánicos y de cemento para aislar los diferentes intervalos permeables, sino también el desmantelamiento de facilidades y equipos de producción, así como la limpieza y restauración ambiental de las zonas donde se hayan realizado operaciones de exploración, evaluación o producción (Resolución 40048, 2015).

En cualquiera de los casos anteriormente, se requiere enviar a la Agencia Nacional de Hidrocarburos –ANH-, la información definida según el “Manual de Entrega de Información Técnica de Exploración y Producción-MEITEP” (ECOPETROL S.A., 2020).

- PERMISOS PARA TRABAJOS POSTERIORES A LA TERMINACIÓN OFICIAL (FORMA 7CR): “Permiso para trabajos posteriores a la terminación oficial debidamente aprobada por el Ministerio de Minas y Energía (Forma 7CR o Formulario 7) o por quien éste delegue...”
- Para pozos que se proyectan abandonar, se deben indicar los intervalos de agua dulce, tapones que se colocarán, sus localizaciones y espesores y las propiedades de los fluidos que se dejarán en los tapones”.
- INFORME DE TAPONAMIENTO Y ABANDONO (FORMA 10 ACR): “Forma 10ACR taponamiento y abandono de pozo debidamente revisados y aprobados por el Ministerio de Minas y Energía o por quien esté delegue. Adjuntar un esquema en que se muestre la condición final del pozo, de las tuberías, de las perforaciones y tapones”.

Las consideraciones para abandono de pozos son presentadas de manera general puesto que cada pozo es un caso particular y debe ser planeado de acuerdo con las características del mismo y consideraciones técnicas requeridas (ECOPETROL S.A., 2020), sin embargo, de manera integral el Plan de Abandono, ampara las actividades correspondientes a la desincorporación de activos. Para un adecuado diseño de abandono del pozo se considerará como mínimo los siguientes insumos para una correcta ubicación y diseño de las barreras (ECOPETROL S.A., 2020):

- Identificar todas las formaciones expuestas a flujo en el momento del abandono del pozo y las formaciones adyacentes como sellos naturales y formaciones con potencial de influjo futuro.
- Identificar el estado del pozo en el momento del abandono: estado de los revestimientos, cementación original, “sidetracks”, pescados, restricciones, desgastes, colapsos, fracturas, corrosión, etc.
- Identificación de potenciales puntos de fuga en elementos del completamiento.
- Análisis previo de presencia de presiones en los anulares. Realizar una prueba de drenaje y reconstrucción de presión para diagnosticar el problema, si es el caso y realizar todas las actividades que sean necesarias, para determinar la fuente.
- Fuerzas tectónicas y sismicidad.
- Identificar presión y temperatura actual del yacimiento.
- Proyectos futuros EOR de los yacimientos, tales como proyectos térmicos.
- Tipos de fluidos existentes en el yacimiento.
- Registros de Cementación y cualquier otro dato sobre la integridad durante la vida del pozo.

A continuación, se listan las principales actividades a ejecutar durante el cierre y abandono de pozos:

- Instalación de barreras
- Taponamiento
- Identificación de pozos abandonados

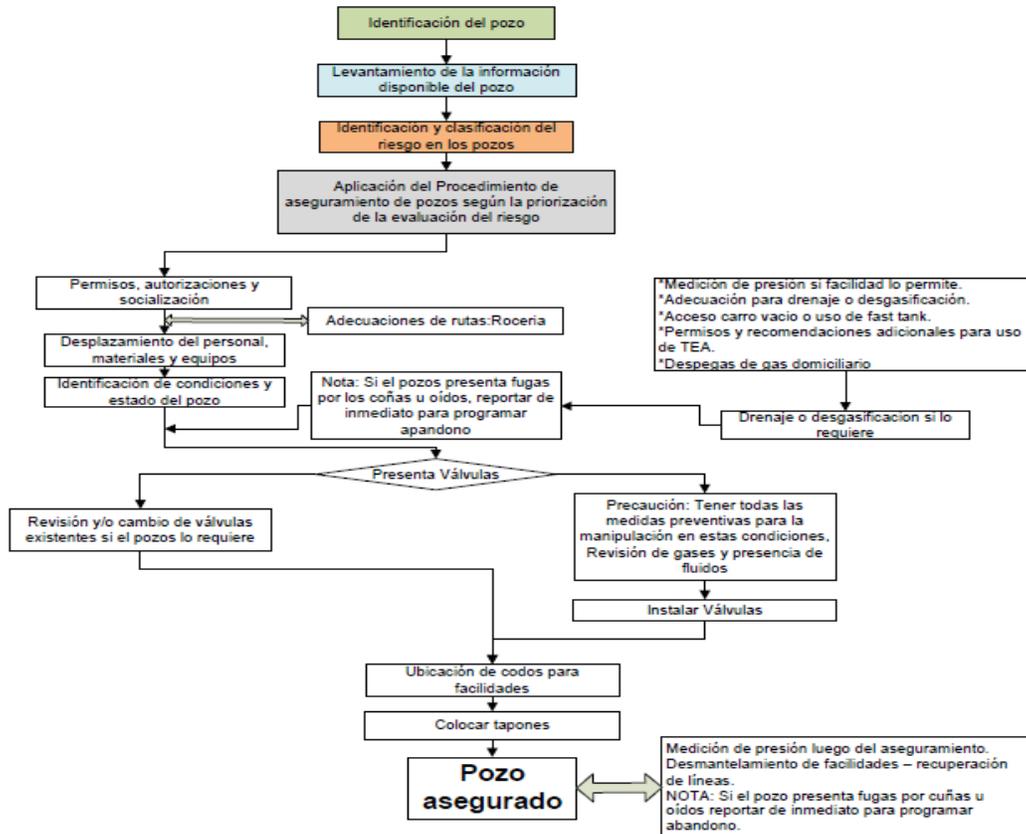
Finalmente, es aconsejable revisar las acciones de monitoreo o las necesidades de intervención entorno a la gestión de minimización de impactos y reducción del riesgo.

10.3.3.1 Integridad, plan de seguimiento y monitoreo de pozos

El modelo de gestión de integridad de subsuelo de pozos inactivos incluye la aplicación de soluciones técnicas, operativas y organizacionales orientadas a reducir el riesgo de descargas no controladas de fluidos del reservorio a lo largo de la vida del pozo. Ecopetrol S.A., constantemente evalúa riesgos de integridad en pozos, la cual considera el levantamiento de información, evaluación de

susceptibilidad de amenazas, y valoración del riesgo en el pozo. La ejecución de las actividades contenidas en el plan de aseguramiento en cabeza de pozo se direcciona según el diagrama de flujo presentado en la **Figura 10-11**.

Figura 10-11 Modelo de Aseguramiento de pozos



Fuente: ECOPETROL S.A., 2020; adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

En los numerales siguientes se describen las principales actividades a ejecutar durante el cierre y abandono de pozos.

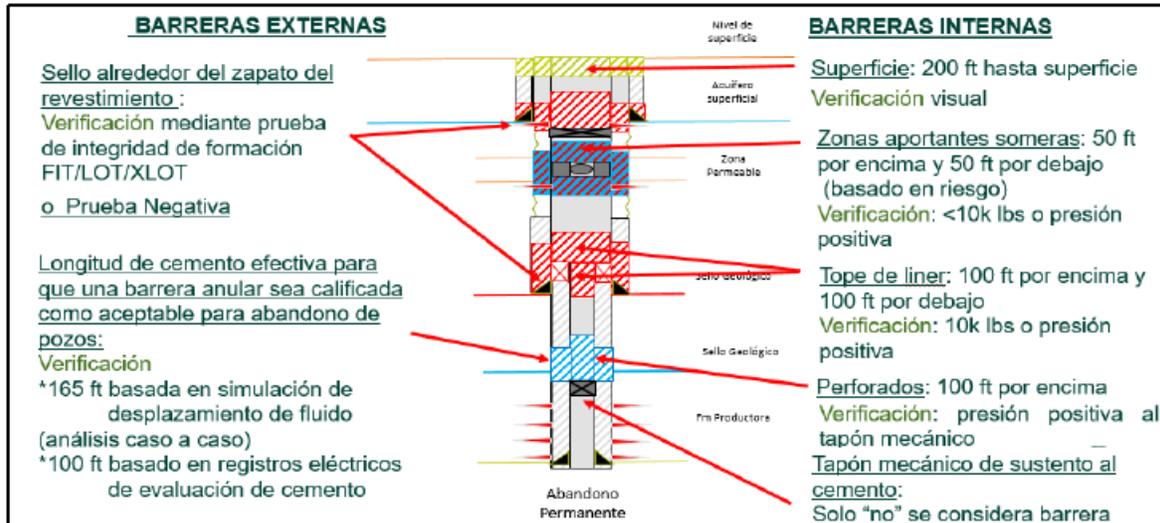
10.3.3.1.1 Instalación de barreras

El abandono de un pozo, parte de implementar una barrera interna, con el fin de evitar migraciones de fluidos. Este cumple con las siguientes características, las cuales son objeto de verificación visual, por presión, por peso o combinados:

- Integridad en el largo plazo (concepto de durabilidad eterna).
- Impermeable.
- No encogible.
- Capacidad de soportar cargas mecánicas y de impacto.
- Resistencia a hidrocarburos, Agua, H₂S y CO₂.
- Adhesión al acero.

Adicionalmente, usualmente, se instala una barrera externa, básicamente compuesta de cemento, alrededor del zapato de revestimiento (**Figura 10-12**). Esta se verifica mediante prueba de integridad de formación o prueba negativa (registros eléctricos).

Figura 10-12 Consideraciones técnicas en el diseño de las barreras



Fuente: ECOPETROL S.A., 2020; adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.3.3.1.2 Taponamiento

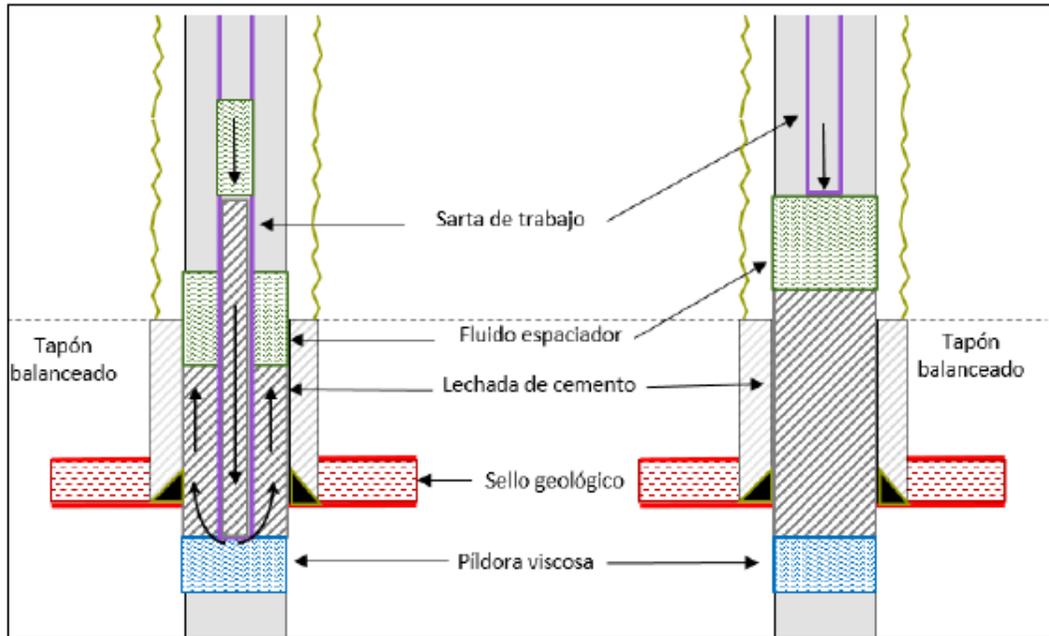
Consiste en la instalación de tapones en la parte baja del pozo, media y en superficie. Este generalmente inicia en el intervalo más bajo de la formación, seguido secuencialmente por el aislamiento de zonas permeables supra yacentes hasta llegar a superficie, con el fin de alcanzar los objetivos del abandono (ECOPETROL S.A., 2020).

El número de tapones a instalar depende principalmente de las zonas intermedias que requieran ser asiladas y protegidas, evaluando el nivel de riesgo y la potencia de flujo, y generación de flujos criadas de fluidos hacia superficie o hacia el fondo de pozo. Se realiza especial manejo en las zonas de acuíferos de interés para la comunidad, en consideración del Artículo 23 de la Resolución 181495 de 2009, de Ministerio de Minas y Energía.

A continuación, se listan algunos de los métodos más usados para el aislamiento de formaciones:

- Método de tapón balanceado (**Figura 10-13**)
- Método de Cementación Remedial
- Método de Taponamiento Mecánico
- Método de colocación de tapones de cemento con "coiled tubing"
- Método "through tubing"
- Método Dump Bailer"

Figura 10-13 Método de taponamiento balanceado en cemento



Fuente: ECOPETROL S.A., 2020; adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.3.3.1.3 Identificación de pozos abandonados

Este se realiza por medio de la instalación de un monumento, el cual tendrá unas dimensiones fijadas según la normatividad vigente, y una placa de abandono (**Figura 10-14**). En ausencia de dicha normatividad, las dimensiones serán las definidas por Ecopetrol S.A, según especificación técnica. La placa por instalar será de un material perdurable y su altura mínima total de 0.5 m sobre el nivel del suelo (**Figura 10-14**).

La placa de abandono debe contener como mínimo la siguiente información:

Figura 10-14 Ejemplos de Placa de abandono para pozos



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

- Compañía.
- Contrato o convenio. (Si aplica)
- Nombre del pozo.
- Tipo de pozo.
- Sistema y coordenadas del pozo de superficie y fondo. (Sistema Magna Sirgas)
- Profundidad Total TVD y MD
- Elevación del terreno.
- Fecha inicio de perforación.
- Fecha de abandono del pozo

En el caso de presentarse abandono especial y/o sumergido en cuerpos de agua se debe definir junto con la entidad competente la mejor manera de identificación del pozo abandonado técnicamente. Posteriormente, es necesario revisar las acciones de monitoreo o las necesidades de intervención entorno a la gestión de minimización de impactos y reducción del riesgo.

10.3.4 Líneas de flujo

En el Área de Desarrollo Llanos 141 se construirán líneas de flujo que discurrirán en tramos enterrados, en superficie o soportadas sobre marcos H (aéreas). El desmantelamiento de las mismas se realizará acorde con los lineamientos generales presentados a continuación y en consideración de la Guía para la desincorporación de Activos de Producción IDA-G-010 (2020) (**Anexo 10_Desmantelamiento_abandono**). En el caso de líneas enterradas, y previo un análisis de implicaciones ambientales y sociales, existe la posibilidad de acuerdo a la evaluación técnica de dejar la línea enterrada bajo estándares de seguridad ambiental y social, soportados en la valoración de los impactos ambientales que genera la desincorporación de la línea o líneas, o la alternativa de mantener la sección de línea en su condición subterránea.

Es importante resaltar que las condiciones ambientales ya se han estabilizado en torno a éstos, dando como resultado una recuperación de las condiciones originales reinantes antes de la instalación de estos materiales dentro del suelo.

Retirar las tuberías, generaría unos impactos ambientales negativos, no solamente en el área directa de las excavaciones, sino que además en sus alrededores hacia los componentes de la flora y fauna. El impacto ambiental es más negativo que positivo, debido al alto grado de perturbación biofísico que se generaría. Existen una serie de factores ambientales que se verían afectados de forma negativa con la excavación y retirado de las tuberías, puesto que implicaría nuevamente cambios en el paisaje, en la aparición de procesos erosivos, cambios en las características de los suelos, pérdida de la regeneración natural y sucesión secundaria ya establecida en los corredores dentro del proceso de mantenimiento operativo que se realiza durante su vida útil y en la dinámica natural de la fauna asociada a las comunidades vegetales aledañas y la afectación de las vías (**Figura 10-15**).

Figura 10-15 Ejemplos de tuberías en superficie y enterradas



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

El desmantelamiento, abandono y restauración de áreas asociadas a este tipo de infraestructura se realizará en función del tipo o clase de la infraestructura a intervenir, según la relación que se presenta a continuación:

- Líneas de flujo a desenterrar
- Líneas de flujo que no se desentierran
- Líneas aéreas
- Ductos asociados a facilidades de producción
- Marcos H y bases en concreto
- Desmantelamiento de válvulas y accesorios
- Actividades finales
- Desmantelamiento específico

10.3.4.1 Líneas de flujo a desenterrar

Basado en las consideraciones anteriores y el marco de referencia internacional se recomienda que las tuberías enterradas a profundidades mayores de un (1) metro, se dejen en el sitio, el procedimiento definido para el abandono de las líneas de flujo incluye en términos generales los siguientes aspectos:

- Antes de iniciar las labores de excavación, se verificará mediante planos o inspección visual la existencia de otras tuberías, estructuras de concreto, acometidas etc.
- Se deberá limpiar el derecho de vía dejándolo en condiciones seguras para el retiro de los tubos. Este debe quedar libre de maleza, pastos y arbustos.
- Se realiza el drenaje, venteo y posterior monitoreo de atmosferas para detectar cualquier situación peligrosa relacionada con explosividad o toxicidad.
- Se realiza excavación mecánica y manual para liberar el segmento de tubería. Las dimensiones de la excavación serán las adecuadas que puedan permitir la instalación de las herramientas requeridas para realizar el corte de los dos extremos de la tubería (**Figura 10-16**).
- Se realiza amarre de la tubería antes de iniciar el corte del tramo a retirar de modo que no se ruede y pueda ser izada por partes, en caso de ser necesario.
- Se realiza el corte de la tubería, limpieza y descontaminación de la tubería a desmantelar. Drenaje de los fluidos contenidos. El fluido residual de este proceso se transportará a una estación para su tratamiento.
- Se carga y transporta la tubería desmantelada con base en el plan de izaje.
- Se desmonta el sistema de protección catódica.
- Se lleva a cabo el tapado de la zanja y recuperación ambiental, según lo definido en el Instrumento Ambiental.
- En los sitios en donde se retiren las válvulas se deberán disponer ciegos en los extremos de la tubería.

Figura 10-16 Retiro de tramos de líneas de flujo enterradas



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.3.4.2 Líneas de flujo a dejar en el sitio (enterradas)

- Se identifica la existencia de otras tuberías mediante el detector de tuberías, verificando la existencia de estructuras de concreto, acometidas etc.
- Se debe realizar el corte de tubería en los extremos, limpieza y descontaminación de la tubería a dismantelar. Se debe asegurar que el límite de limpieza requerida en tubería a dejar enterrada debe ser menor a 5 ppm de hidrocarburos y sólidos.
- Se debe empaquetar la línea definiendo el tipo de fluido a utilizar de acuerdo con las condiciones del entorno, según análisis de riesgo previo. Dentro de los posibles tipos de fluido se encuentran: Gas inerte y Concretos pobres.
- No se requiere el uso de inhibidores de corrosión, secuestrantes de oxígeno y biocidas debido a que la tubería se deja enterrada para su degradación natural y estos tipos de componentes podrían generar una contaminación en el suelo.
- Se debe cegar la tubería en los extremos de esta.
- Para el caso de variantes, cuando sea posible se debe garantizar una distancia de por lo menos 10 metros entre el punto de inicio o finalización de la tubería a abandonar y la tubería que quede en operación, para que en un futuro no interfiera con el trabajo de mantenimiento de esta última.

10.3.4.3 Líneas aéreas

- Se realizan las condiciones de seguridad, se deben tener puntos de acceso para iniciar con la actividad de corte de dismantaje de la tubería en dimensiones que permitan garantizar la fácil manipulación.
- Se realiza el amarre de la tubería antes de iniciar el corte del tramo a dismantelar, de modo que no se rueda y pueda ser izada por partes, en caso de ser necesario.
- Se lleva a cabo el corte de la tubería por segmentos.
- Se realiza el cargue y transporte de la tubería dismantelada con base en el plan de izaje.
- Se realiza el dismantelamiento de los marcos H, para los casos en que se encuentran anclados a bases de concreto.

10.3.4.4 Ductos asociados a facilidades de producción

Para el dismantelamiento de ductos o líneas de flujo que se encuentran dentro de las estaciones o facilidades de producción, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Detener bombeo en el sistema asociado al dismantelamiento de la tubería.
- Para poder realizar los trabajos de dismantelamiento de un segmento de tubería, se aislará el tramo de tubería que comprende la sección a intervenir; lo anterior se logra mediante el cierre de las válvulas de seccionamiento que se encuentran inmediatamente antes y después de la tubería que se va a dismantelar.
- Drenar el fluido que ha quedado confinado en el tramo de tubería aislada, limpiar e inertizar.
- Realizar monitoreo de atmosferas, para detectar cualquier situación peligrosa de explosividad o toxicidad. (Monitorear durante toda la actividad).
- Realizar la desconexión mecánica de los diferentes acoples y conexiones de tuberías e instalar bridas ciegas en donde se requiera.
- Dependiendo si la tubería es enterrada o aérea se aplicará los pasos mencionados anteriormente.

10.3.4.5 Marcos H y bases en concreto

Se dismantelarán los marcos H de las líneas de flujo, y se almacenarán en los sitios dispuestos por ECOPETROL S.A. Las bases en concreto se demolerán y enviarán a las ZODME autorizadas o

serán entregados a terceros autorizados. En las áreas de las excavaciones, dejadas por el retiro de estas bases, se rellenarán y se reconfigurará el terreno

10.3.4.6 Desmantelamiento de válvulas y accesorios

Se refiere a los trabajos necesarios para retirar de la tubería las válvulas de seguridad y/o control, (tipo bola, compuerta, cheques, etc.), y elementos de sujeción (espárragos, tuercas, empaques), además de reducciones, bridas, tés, codos, instrumentos entre otros, los cuales luego de retirados se podrán reutilizar en facilidades o campos que ECOPETROL S.A. determine o se llevarán a los sitios autorizados para su chatarrización o se entregarán a terceros autorizados para su disposición final (**Figura 10-17**).

Figura 10-17 Retiro válvulas y/o accesorios



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.3.4.7 Actividades finales

Contempla la limpieza e inspección final de los derechos de vías asociados a las líneas de flujo desmanteladas y a los cambios de servicio; sobre este se realiza una inspección, y se genera un plan de abandono de acuerdo con el contexto circundante.

10.3.4.7.1 Facilidades y estaciones

Se realizará el inventario de los equipos de cada facilidad de superficie (producción o inyección), luego del cual se procederá a desmantelar las mismas. En este orden de ideas se retirarán todos los equipos y se dispondrán de forma temporal en el sitio que ECOPETROL S.A. determine para este fin.

De otra parte, se podrán reutilizar aquellos equipos que cuenten con las condiciones aptas para esto y de acuerdo con los requerimientos de producción de otros campos; así mismo, se verificará que partes se pueden reutilizar de los equipos inservibles para su remplazo, de manera que las piezas no recuperables sean objeto de chatarrización o entrega a terceros autorizados.

Las facilidades y/o estaciones se pueden componer de equipos que presentan la siguiente clasificación (ECOPETROL S.A., 2020):

- Equipos estáticos: Se considera todas aquellas líneas de flujo, tuberías y facilidades de producción con sus sistemas conexos. Adicionalmente se incluyen tanques, vasijas y/o recipientes, entre otros.

- Equipos rotativos: Se consideran todos aquellos equipos tales como bombas, turbinas, compresores y motores asociados a la infraestructura operativa, entre otros.

Al interior de las facilidades y estaciones se procederá al desmantelamiento de equipos según la siguiente clasificación:

- Tubería y aditamentos (válvulas)
- Tanques y vasijas
- Equipos mecánicos rotativos
- Sistema de abastecimiento y tratamiento de agua superficial y subterránea
- Sistema contra incendios
- Estructuras en concreto reforzado, concreto simple, muros en ladrillo y carpeta asfáltica
- Estructuras metálicas
- Sistemas de tratamiento de residuos líquidos y separadores API

A continuación, se describe de manera general el procedimiento a seguir para el desmantelamiento de cada uno de los anteriores.

10.3.4.7.1.1 Tubería y aditamentos (válvulas)

Se realizará un inventario de la instrumentación y accesorios de las tuberías, tales como piezómetros y válvulas, entre otros, de tal forma que se tenga un control al momento de desmontar estos elementos. Posterior a este inventario se realizará el drenaje y limpieza interna de las tuberías que se encuentren dentro de las facilidades.

Finalmente se realizará el desmonte de la tubería la cual se llevará a los sitios que ECOPETROL S.A. disponga para este fin. Las tuberías se podrán reutilizar en otras facilidades o campos que ECOPETROL S.A. determine; la tubería que se encuentre inservible o dañada se llevará a los sitios autorizados para su chatarrización o se entregarán a terceros autorizados para su disposición final.

Es de señalar que toda tubería que se encuentre en el área de ejecución de los trabajos se debe considerar en servicio y se debe tomar todas las medidas necesarias para su conservación sin deteriorarlas.

10.3.4.7.1.2 Tanques y vasijas

Se debe garantizar el aislamiento seguro (SAS) del tanque o vasija a desincorporar siguiendo los lineamientos descritos a continuación (ECOPETROL S.A., 2020):

- Cerrar todas las válvulas ubicadas en las líneas por las cuales pueda ingresar el fluido al tanque y/o vasija.
- Realizar la desconexión mecánica de los diferentes acoples y conexiones de tuberías del tanque e instalar bridas ciegas en donde se requiera.
- Realizar monitoreo de atmosferas, para detectar cualquier situación peligrosa (explosividad) y desgasificación del sistema. (Monitorear durante la actividad).
- Realizar la limpieza interna del tanque con la remoción de lodos y borras. Los anteriores residuos se manejarán de acuerdo con lo definido por el instrumento ambiental.

Una vez realizada la limpieza se procede al desmantelamiento de los tanques; su disposición se hará de manera temporal en los lugares que ECOPETROL S.A. indique para este fin. Los equipos inservibles serán o podrán ser manejados por terceros o por logística inversa de acuerdo con los lineamientos de Ecopetrol S.A. para el reciclaje de las piezas recuperables, chatarrización de las piezas no recuperables o entrega a un tercero autorizado.

10.3.4.7.1.3 Equipos mecánicos rotativos

Este desmantelamiento considera el retiro de bombas, turbinas, compresores y motores asociados a la infraestructura de producción y considera los siguientes aspectos (ECOPETROL S.A., 2020):

- Realizar monitoreo de atmosferas, para detectar cualquier situación peligrosa (explosividad o toxicidad) y desgasificación del sistema. (Monitorear durante toda la actividad).
- Identificar las fuentes de energía (eléctrica, neumática, hidráulica, entre otras), desconecte técnicamente y realice el aislamiento de las conexiones.
- Identificar los sistemas de sujeción, conexiones, puntos de empotrado, drenaje de fluidos, puntos de izaje y acoples de los equipos mecánicos a desmantelar.
- Desconectar mecánicamente los diferentes acoples y conexiones de tuberías del equipo e instalación de bridas ciegas donde se requiera.
- Para el caso de los equipos funcionales, garantizar la adecuada desconexión de los equipos, para asegurar el buen estado de las partes en el momento del desmontaje, evitando daños por malos procedimientos.
- Para los equipos que contengan aceites o combustibles en su interior, es necesario drenar técnicamente estos productos. El manejo de estos residuos se realizará de acuerdo con lo definido en la normatividad ambiental.
- Cargar y transportar el equipo desmantelado con base en el plan de izaje.

10.3.4.7.1.4 Sistemas de abastecimiento y tratamiento de agua superficial y subterránea

Previo al inicio de esta actividad, se consultará con la comunidad y autoridades (alcaldías y CORMACARENA) si esta infraestructura puede ser utilizado por las comunidades del área de influencia, si es así, se hará entrega soportada mediante acta en la cual se anotará el estado de la infraestructura entregada y se aclara que el mantenimiento y operación de los equipos y el tratamiento del agua, estará a cargo de los entes municipales y/o JAC.

Pozos profundos de agua: Se extraerá el sistema de levantamiento artificial finalizando con el taponamiento y abandono del pozo. Se procederá entonces con el retiro de piezómetros y desmantelamiento de la planta de tratamiento. Los elementos podrán ser reutilizados por la empresa en otras áreas.

10.3.4.7.1.5 Sistemas contra incendio

El sistema contra incendio recibe agua de los pozos de captación autorizados para el Área de Desarrollo Llanos 141, la cual es conducida mediante líneas de flujo a las diferentes facilidades localizadas al interior de este.

Antes de iniciar las labores de desmantelamiento se consultará con las autoridades y comunidades si este puede ser utilizado para su beneficio; en caso contrario se procederá al retiro de los equipos y tanques disponiéndolos como se indica para este tipo de elementos.

10.3.4.7.1.6 Estructuras en concreto reforzado, concreto simple, muros en ladrillo y carpeta asfáltica

Estas estructuras hacen parte de bases de bombas, contrapozos, “skimmer”, cunetas, anclajes, cajas, bordillos y vías (ECOPETROL S.A., 2020).

Para este tipo de actividades se realiza inspección del área de manera visual, para identificar las diferentes facilidades tales como líneas de producción, banco de ductos eléctricos entre otros;

teniendo en cuenta que, la infraestructura que se encuentra enterrada se debe tratar de identificar, haciendo apiques para su reconocimiento. El material resultante de las demoliciones debe ser transportado y dispuesto en lugares adecuados definidos por ECOPETROL S.A., de acuerdo con la definición del instrumento ambiental.

Las áreas luego de ser desmanteladas serán reemplazadas por material de acuerdo con la propuesta de uso final definida en el diagnóstico inicial. Por ejemplo, se podrán emplear materiales pétreos que aporten estabilidad al suelo y/o material orgánico que aporte al inicio de la revegetalización.

Antes de iniciar las labores de demolición se informará y socializará con los propietarios de los respectivos predios acerca de las actividades de desmantelamiento y se levantará acta de conformidad. Los residuos generados de las actividades de construcción y demolición (RCD), se manejan y se disponen atendiendo lo establecido según la Resolución 1257 de 2021 del Minambiente concerniente a la gestión integral de residuos de construcción y demolición – RCD.

10.3.4.7.1.7 Estructuras metálicas

Dentro de las estructuras metálicas se puede considerar el retiro de casetas, soportes de equipos, soportes de tubería, vigas, casetas de bombas principales, secundarias, estructuras del sistema contra- incendio y todas las estructuras construidas con perfiles metálicos, entre otros.

Se planea realizar las siguientes actividades (ECOPETROL S.A., 2020):

- Se realiza inspección visual para identificar si en el área a intervenir cruza alguna línea de producción o algún banco de ductos eléctricos. Si se evidencia la existencia de alguna tubería, se realiza apiques para verificar profundidad y trayectoria.
- Se aplica el SISTEMA DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO SEGURO SAES en los casos que se requiera.
- El Transporte y disposición final hasta el sitio definido por ECOPETROL S.A., en cumplimiento con acuerdos sociales, con las autoridades y bajo el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicables.

Al desmantelarse, los materiales serán almacenados en los sitios dispuestos por Ecopetrol S.A., en bodegas, en acopios o en sitios adecuados dentro de las Estaciones. La chatarrización y reutilización de estos materiales, se realizará de acuerdo con las disposiciones establecidas por Ecopetrol S.A. En caso de solicitud explícita de la comunidad estas estructuras podrán ser donadas, teniendo en cuenta parámetros de seguridad, riesgo e impactos ambientales y sociales.

10.3.4.7.1.8 Sistemas de tratamiento de residuos líquidos y separadores API

Los sistemas de tratamiento de residuos líquidos industriales, y se desmantelarán de la siguiente manera:

El remanente de líquido que quede en los sistemas y separadores API se almacenará en canecas o vehículos diseñados para el almacenamiento de fluidos (carro tanques) y serán transportados a las Estaciones más cercanas que cuenten con el sistema de tratamiento requerido, o serán entregados a terceros que cuenten con los permisos ambientales para el tratamiento de estos residuos. De acuerdo con lo descrito en las fichas de manejo LL141_PM_AB7 Programa de manejo a la Gestión de residuos sólidos, LL141_PM_AB5 Manejo de residuos líquidos y LL141_PM_AB8 Manejo de lodos y cortes de perforación .

10.3.5 Infraestructura eléctrica para generación, conducción y distribución de energía (estaciones y subestaciones)

Para el abandono y restauración de las áreas ocupadas infraestructura de generación, conducción y distribución de energía eléctrica y sus redes, es fundamental la aplicación del SISTEMA DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO SEGURO (SAES), con el cual se debe asegurar la desenergización de los sistemas eléctricos.

- Infraestructura de generación y subestaciones eléctricas
- Sistemas eléctricos
- Desmantelamiento de sistemas de autogeneración de energía (granja fotovoltaica)

10.3.5.1 Infraestructura de generación y subestaciones eléctricas

Se procederá al desmantelamiento de estas, asegurando la desconexión de la alimentación eléctrica, señales de control, y el aislamiento seguro de sus partes energizadas. Posteriormente, se desconecta y remueve el cableado eléctrico de entrada y salida, y todas las partes que componen el sistema. Los productos, en la medida de lo posible serán reutilizados, las piezas no recuperables serán chatarrizadas o entregadas a terceros autorizados.

10.3.5.2 Sistemas eléctricos

En general se realizan los procedimientos citados a continuación (ECOPETROL S.A., 2020):

- Desenergizar la línea eléctrica, sistema de iluminación u otro sistema, mediante la desconexión de acometidas.
- Se generará el aislamiento seguro en los extremos del sistema.
- Se procederá con el retiro de cableado eléctrico, postes, aisladores, herrajes, crucetas, elementos de seccionamiento, pararrayos, cajas de halado, retiro de postes e infraestructura de soporte.
- Se selecciona, separa, almacena y transporta el equipo desmantelado, los cuales se podrán gestionar de acuerdo con la Política de Economía Circular de Ecopetrol S.A., o con terceros que cuenten con los permisos ambientales pertinentes.
- En el caso de los tableros eléctricos, transformadores, variadores y casetas eléctricas, se sigue el procedimiento anteriormente citado, no obstante, se realiza el retiro de componentes extraíbles, desanclaje del equipo, y se tiene especial cuidado con el retiro de aceites y radiadores (**Fotografía 10-1**).

En todos los casos se deberá asegurar el aislamiento eléctrico y taponamiento de ductos. Además de la inocuidad de la infraestructura para el contexto social y ambiental. Se consultará con las autoridades y comunidades la pertinencia de una entrega para la operación de esta.

Fotografía 10-1

Labores de desmantelamiento de infraestructura eléctrica



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.3.5.2.1.1 Desmantelamiento de sistemas de autogeneración de energía (Parque Fotovoltaico)

Las acciones en esta etapa cubren desde el desmonte, desmantelamiento y retiro de los equipos (**Fotografía 10-2**) e infraestructura requeridos durante la operación seguido por la demolición y remoción de estructuras y finalizando con la recuperación ambiental del territorio intervenido. En términos generales las acciones principales a acometer son:

Fotografía 10-2

Labores de desmantelamiento de celdas fotovoltaicas



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

- Cierre y desconexión de equipos y unidades funcionales o de actividades específicas.
- Desmantelamiento, desmonte y retiro de los equipos que forman parte de las unidades funcionales.
- Demolición de estructuras en concreto, carga y retiro de escombros.

En el caso de los módulos fotovoltaicos, se deben transportar a un lugar adecuado para su reciclaje, donde se separará cada uno de los materiales que los conforman. El módulo está formado por:

- Marco de aluminio: Se separará el marco de aluminio del resto de las partes procediendo a su achatarramiento.

- Cables de conexión: Los cables y cajas de diodos, por un lado, procediendo a su reciclaje según la normativa de residuos electrónicos.
- Caja de diodos y encapsulado: está compuesto de obleas de silicio, conexiones de níquel-plata, vidrio y tedlar. Estos componentes se separan y se procederá a su puesta en valor por separado.

Finalizado el desmantelamiento y salida de maquinaria se realizará la limpieza del área, retirando todo aquel elemento que no corresponda al entorno natural.

10.3.5.2.2 Áreas para el manejo integral de residuos sólidos y líquidos

Se consideran diferentes áreas incluidas dentro del plan de abandono y restauración de las áreas requeridas para el manejo integral de residuos sólidos y líquidos, como: ZODMEs, piscinas, [Centros de acopio \(áreas donde se realiza el recibo, manejo secado y disposición de lodos\)](#), área de manejo de residuos líquidos, área de manejo de residuos sólidos e instalaciones de apoyo

10.3.5.2.2.1 ZODMEs

El ZODME se conformará garantizando la compactación de material allí dispuesto y contará con las obras de arte requeridas para la correcta evacuación de agua de escorrentía, (canales de corona, descoles, disipadores de energía, cunetas perimetrales, etc.), elementos para el manejo de agua de subsuelo como filtros, así como las obras geotécnicas requeridas, de tal manera que la estabilidad de estas estructuras no se vea afectada con el tiempo. El área superficial de la Zona de Disposición de Materiales de Excavación se revegetalizará con forme a la propuesta de uso final acorde con el contexto; a continuación, en la **Figura 10-18** se relacionan las actividades a realizar para el desmantelamiento y abandono de este tipo de infraestructura.

Figura 10-18 Actividades a ejecutar para el desmantelamiento de una ZODMEs



**Empradización**

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.3.5.2.2.2 Piscinas

Las piscinas en el área del Área de Desarrollo Llanos 141 podrán ser conformadas en material natural, recubierto con geomembrana y/o revestidas en concreto. El desmantelamiento planeado iniciara con el cierre del servicio que presta la misma. Adicionalmente, se realizará el aislamiento o achique de la infraestructura para que no reciba aguas lluvias u otro tipo de materiales. En el mismo momento se deberá delimitar y señalar el área objeto de intervención.

El remanente de líquido que quede será extraído de la misma. Los mecanismos para esto dependerán de los resultados de análisis de monitoreos (Lixiviados Decreto 4741 de los 2005 cortes Louisiana 29B y Decreto 1076 de 2015) y de las condiciones logísticas que favorezcan la labor de abandono. Incluir la alternativa de no intervenir aquellas piscinas que están dentro de criterios de calidad en cuanto a sus aguas y suelos, y que estén reincorporadas al ecosistema. Lo anterior, soportando en evaluación de impactos y caracterización abiótica, biótica y socioeconómica del área.

En el caso de la entrega de los residuos o remanentes de fluidos se contempla la entrega a terceros, previa verificación de que estos cuenten con los permisos pertinentes para tal actividad. Posteriormente, como estrategia de cierre y entrega, se puede llegar a acuerdos con la comunidad, previo aval de la autoridad, si estos consideran que la infraestructura a desmantelar (Piscinas) prestan algún servicio social o ambiental.

Otra opción para el retiro de estos sobrantes es la movilización mediante vehículos diseñados para el almacenamiento de fluidos (carro tanques) hacia estaciones u otra infraestructura de Ecopetrol S.A., que asegure su tratamiento, y de ser necesario, su uso en otros procesos, en el marco de la Política de Economía Circular de Ecopetrol S.A.

Para las piscinas revestidas en concreto, y con trazas de hidrocarburo estas se lavarán y luego se demolerán estos elementos y los escombros limpios podrán ser dispuestos, entregados a terceros o reutilizado, dependiendo las necesidades de la operación. En aquellas que cuenten con geomembrana, el retiro de esta debe hacerse teniendo en cuenta que es posible que se encuentren adheridas al terreno y con posibilidad de generación de riesgo de desprendimiento de taludes.

Posteriormente, se procederá con la reconfiguración del terreno, relleno de ser necesario con material procedente de canteras licenciada, para posteriormente realizar la revegetalización.

Posteriormente, se procederá con la reconfiguración del terreno, relleno de ser necesario con material procedente de canteras licenciada, para posteriormente realizar la revegetalización.

Se podrá hacer reconfiguración del área con suelos inertes provenientes del retiro los materiales que a un quedan después del desmantelamiento de las locaciones

Los materiales que posean propiedades geomecánicas podrán ser reutilizados en otro tipo de actividad tales como tratamiento abandono de piscinas, previa aprobación de Ecopetrol S.A.

Teniendo en cuenta la Resolución 1257 de 2021 del Minambiente concerniente a la gestión integral de residuos de construcción y demolición – RCD, en donde se podrá dar reusó a los materiales tales como: Productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación, entre otros.

10.3.5.2.2.3 Áreas de disposición de lodos

Estas áreas se conformaran garantizando la compactación de material allí dispuesto y contará con las obras de arte requeridas para la correcta evacuación de agua de escorrentía, (canales de corona, descoles, disipadores de energía, cunetas perimetrales, etc.), elementos para el manejo de agua de subsuelo como filtros, a la luz de los lineamientos presentados en los documentos, así como las obras geotécnicas requeridas, de tal manera que la estabilidad de estas estructuras no se vea afectada con el tiempo. El área superficial de la Zona de Disposición se revegetalizará y reforestará preferiblemente con especies nativas. Es de señalar que como parte de las estrategias de desarrollo y en consonancia con implementación del políticas asociadas al desarrollo de economía circular se contempla la optimización de procesos al interior del Área de Desarrollo Llanos 141, representados en la “Entrega y recibo de fluidos” y “Entrega y recibos de cortes y lodos de perforación”, estrategias de desarrollo que se describen en detalle respectivamente en los Numerales 2.2.2.5.12 y 2.2.2.5.13 del presente Estudio de Impacto Ambiental.

10.3.5.2.2.4 Áreas de manejo de residuos líquidos

Las áreas de tratamiento de residuos líquidos se mantendrán abiertas hasta cuando se deje de generar residuos industriales, al momento de su desmantelamiento, esta se realizará de la siguiente manera:

- Se considerará drenar en primera instancia los tanques de las facilidades de superficie, conduciendo el agua a los separadores existentes en éstas. Una vez realizado el procedimiento, se desviará el agua contenida en los separadores hacia las piscinas de retención.
- Posteriormente, al vaciado de los tanques, el fluido será conducido a las piscinas de oxidación y allí, una vez tratado y verificadas sus características fisicoquímicas, es enviado al sitio de disposición final. Paso seguido, se drena la piscina de oxidación, verificando previamente el cumplimiento de las normas de vertimiento, Decreto 1076, Resolución 631 de 2015, o la que esté vigente en el momento.
- El remanente de fluido que quede en las piscinas se almacenará en canecas y serán transportadas a sitios de Ecopetrol S.A. que cuenten con el sistema de tratamiento o serán entregados a terceros que cuenten con los permisos ambientales pertinentes para su tratamiento y disposición final. Es pertinente señalar, que se deberá solicitar el acta de disposición final y se incluirá en el informe de cumplimiento ambiental ICA.
- Los contenedores deberán estar rotulados de acuerdo con lo estipulado en la NTC 1692 y su transporte deberá hacerse de acuerdo con la normatividad ambiental vigente para el manejo de residuos peligrosos. El transporte y disposición final de estos residuos deberá estar soportada mediante actas de entrega. Su almacenamiento deberá hacerse en áreas impermeabilizadas y aisladas con diques capaces de contener por lo menos el 110% del volumen a almacenar.
- Finalmente, se realizará la reconfiguración de la zona, utilizando los cortes de perforación almacenados y estabilizados y material orgánico original, quedando finalmente la superficie con una pendiente topográfica natural, que deberá asemejarse en lo posible a la del terreno.
- Se realizará el tratamiento final a las aguas contenidas en la piscina, que cumplan de acuerdo con la Resolución 0631 de 2015 del MADS para su posterior entrega para su disposición final a terceros autorizados y/o campos cercanos. Una vez clausurada las piscinas se debe señalar el área, con una valla informativa indicando de la existencia de estas piscinas

Es de señalar que como parte de las estrategias de desarrollo y en consonancia con implementación de políticas asociadas al desarrollo de economía circular se contempla la optimización de procesos al interior del Área de Desarrollo Llanos 141, representados en la “Entrega y recibo de fluidos” y “Entrega y recibos de cortes y lodos de perforación”, estrategias de desarrollo que se describen en detalle respectivamente en los Numerales 2.2.2.2.5.12 y 2.2.2.2.5.13 del presente Estudio de Impacto Ambiental.

10.3.5.2.2.5 Áreas de manejo de residuos sólidos

Para las áreas de manejo de residuos sólidos se llevará a cabo las especificaciones detalladas en la Ficha CGU_PM_AB9 Manejo de residuos sólidos domésticos, Ficha CGU_PM_AB10 Manejo de residuos sólidos industriales y especiales y Ficha CGU_PM_AB11 Manejo de lodos y cortes de perforación; a la luz de las siguientes consideraciones:

- Se extenderá el material sólido y sedimentado (cortes de perforación base agua) en la piscina para la adición de cal viva y material nativo. Este procedimiento debe estar acompañado de la realización de los monitoreos correspondientes hasta los últimos volúmenes estabilizados los cuales deben cumplir con la norma (Lixiviados Decreto 4741 del 2005 y cortes Louisiana 29B).
- En las zonas de almacenamiento temporal de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, se deberá garantizar el retiro de absolutamente todos los residuos, una vez, despejada por completa el área se deberá recoger antes de la demolición de cunetas perimetrales residuos líquidos contaminados y serán entregados a terceros autorizados para su adecuada disposición, de igual manera se solicitará el acta de disposición final la cual será incluida en el informe de cumplimiento ambiental ICA.
- El material de zonas duras contaminado no podrá ser dispuesto en ZODMES, deberá ser entrega a terceros autorizados para su adecuada disposición. El acta debe ser incluida en el informe de cumplimiento ambiental. Finalmente, las celdas de tratamiento de residuos sólidos se clausurarán, demarcarán y revegetalizarán previo análisis por parte del personal de Ecopetrol S.A.

10.3.6 Instalaciones de apoyo (Áreas administrativas y operativas)

Se dismantlarán y retirarán los equipos ubicados en estas áreas, y se demolerán las estructuras en concreto. Los materiales recuperables se podrán utilizar en otras actividades de ECOPETROL S.A., mientras que los no recuperables se dispondrán según sea el caso en ZODME, rellenos sanitarios, sitios para chatarrización, o entrega a terceros autorizados. Entre las instalaciones de apoyo a dismantlar se tienen:

10.4 Propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante

Teniendo en cuenta que todavía no se conocen las coordenadas exactas donde se establecerán los Locaciones, Facilidades Centrales de Producción, Facilidades Satélite, Líneas de Flujo, Parque Fotovoltaico, Líneas de Transmisión y Distribución Eléctrica y demás infraestructura asociada al desarrollo y operación del Área de Desarrollo Llanos 141; no es posible identificar las áreas objeto de estas intervenciones, de manera que el uso final del suelo estará ligado a las condiciones específicas de los lugares donde se ejecuten estas actividades, por lo cual se realizará la reconfiguración topográfica, revegetalización y demás obras o medidas que permitan la reintegración al entorno paisajístico, acorde con los usos circundantes.

Sin embargo, como criterio central, se tomarán como referencia las coberturas que de acuerdo con la zonificación de manejo ambiental serán intervenidas por el mantenimiento y adecuación de las vías, la construcción de líneas de flujo, Locaciones, ZODMEs y Facilidades Centrales de Producción.

En este sentido donde se dismantelen y abandonen cualquier tipo de infraestructura, que se encuentren en las áreas de Bosque denso alto de tierra firme, se realizará un proceso de revegetalización que incorporará un arreglo de diferentes especies especialmente heliófilas, para garantizar el rápido cubrimiento de estas áreas.

Por otra parte, en las áreas donde la infraestructura se sitúe en pastos limpios y/o arbolados, si bien se podrá revegetalizar con gramíneas para establecer otra vez la cobertura de pastos, se buscará negociar con los propietarios de los predios para que estas áreas también puedan ser reforestadas y de esta manera mejorar las condiciones ecológicas de las mismas a la vez que se reduce la fragmentación y se desestimulan los procesos de colonización de esta zona del país.

En cuanto a las líneas de flujo, una vez dismanteladas y abandonadas, se reforestarán en las zonas en que su cobertura original correspondía al bosque denso de tierra firme y/o bosque de galería y ripario, los cuales estarán adecuadamente aislados de manera que se cierre el paso de animales y personas con lo cual se garantizará que no haya procesos de colonización a partir de estos corredores.

Finalmente tener en cuenta instrumentos de planeación territorial existentes en el momento de implementar el uso del suelo final, como áreas de protección definidas en el POT y/o POMCA, orientando así las actividades de reconfiguración a las coberturas que se encuentren allí de definidas.

10.4.1 Recuperación ambiental

Las actividades de recuperación ambiental se realizarán acorde con lo definido por las medidas contempladas en el **Capítulo 7- Plan de Manejo Ambiental** y **Capítulo 8 Plan de Seguimiento y Monitoreo**, de este documento.

De manera general las actividades asociadas a recuperaciones ambientales son entre otras:

- Reconfiguración morfológica.
- Establecimiento de cobertura vegetal - Revegetalización.
- Mantenimiento de áreas recuperadas.
- Gestión de residuos.
- Manejo y control de las aguas de escorrentía.

10.4.2 Reconfiguración morfológica

De acuerdo con el grado de alteración de las condiciones morfológicas en las áreas intervenidas objeto de abandono, se implementarán las obras requeridas para su recuperación y homogenización de las condiciones con el entorno dominante. Las obras básicas estarán enfocadas en la realización de obras y medidas para el control de procesos erosivos o de inestabilidad y para facilitar la adaptación y crecimiento de las especies utilizadas en la revegetalización, en la **Tabla 10-2** se presentan las Medidas de Manejo contempladas para la reconfiguración morfológica; De otra parte, el uso final del suelo se realizará de acuerdo a los lineamientos consignados en el Programa de Seguimiento y Monitoreo Medio Abiótico del presente EIA.

Tabla 10-2 Acciones básicas contempladas para la Reconformación Morfológica

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	
EVALUACIÓN O DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO E IDENTIFICACIÓN DE SITIOS INESTABLES O CON PROCESOS EROSIVOS	Análisis y evaluación de posibles alteraciones inducidas por las obras del Proyecto. Un ingeniero civil o un especialista en geotecnia determinará los sitios inestables, vulnerables o propensos mediante la visita a los sitios, georreferenciación con GPS, registro fotográfico, como evidencias de la identificación. Si es necesario se realizará un estudio geotécnico para determinar las obras y actividades a implementar.	
	Inventarios de las áreas afectadas evaluando el estado geotécnico y de cobertura vegetal.	
	Se identificarán las características geotécnicas y de cobertura de las áreas adyacentes a los sitios clasificados, consideraciones ambientales, entre otros.	
	Identificar tipo de procesos de erosión e inestabilidad presentes en dichas áreas, magnitud, cobertura, causas y estado.	
RECUPERACIÓN	Remoción total de material sobrante.	
	Evaluar el control de escorrentía durante el proceso para evitar el arrastre de residuos contaminantes a nivel de subsuelo y acumulación de material hacia otras áreas.	
	Estabilización de taludes y laderas	Si es necesario se llevará a cabo el tendido de taludes (reducción de la pendiente), y la construcción de obras como trinchos, gaviones, obras en sacos rellenos de suelo, entre otras.
		Se deberá realizar una limpieza y mantenimiento o si se requiere construcción de las obras de drenaje asociadas como zanjas de corona, cunetas, disipadores de energía.
		Si existen superficies de taludes expuestas o con revegetalización en mal estado se debe implementar nuevas acciones como la implementación de nuevas empradizaciones, de tal manera que se mitiguen y eviten procesos erosivos o de inestabilidad.
Se aplicarán las medidas necesarias contempladas en la Ficha CGU_PM_AB2 Manejo de taludes.		
RECUPERACIÓN	Reconformación de zonas intervenidas	Las acciones están orientadas a facilitar o propiciar condiciones para el desarrollo de la cobertura vegetal.
		Se deben retirar placas de concreto o superficies duras que ya no se requieran.
		Realizar una limpieza y manejo de sustancias y residuos sólidos que estén presentes en el medio (Ficha CGU_PM_AB9 Manejo de residuos sólidos domésticos y Ficha CGU_PM_AB10 Manejo de residuos sólidos industriales y especiales)
		Es recomendable escarificar el suelo y extender una capa de materia orgánica sobre el terreno antes de cubrirlo con vegetación, ya que se facilita la infiltración del agua y facilita la penetración de las raíces.
		En zonas inclinadas se podrán instalar trinchos y estacas de madera, de modo que el suelo y el material vegetal a instalar, permanezcan en el sitio y se facilite el proceso de adaptación y crecimiento.
		Extender suelo de distintos estratos, ya que no se trata sólo de extender materia orgánica sino también tierra vegetal, estériles, abono entre otros, que ayuden a evolucionar el suelo de forma estable y uniforme.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.4.3 Establecimiento de cobertura vegetal - Revegetalización

Una vez adelantadas todas las obras de estabilización y reconformación requeridas, se procede al restablecimiento de la cobertura vegetal, de acuerdo con el uso final previsto para cada área intervenida, mediante la ejecución de procesos de revegetalización, empradización y reforestación con especies nativas.

La revegetalización está destinada a la recuperación en términos de cobertura vegetal, de las áreas que fueron intervenidas durante las diferentes actividades, principalmente de la Etapa Constructiva.

Las técnicas de revegetalización que se sugieren se describen a continuación, así como las especies recomendadas:

- **Revegetación con semillas al voleo:** para la siembra de gramíneas, al usar el método al voleo, previamente a la semilla se le deberá realizar un tratamiento pregerminativo y posteriormente se mezclará con cascarilla de arroz u otro material que cumpla el mismo propósito, para prevenir, por una parte, pérdida de esta por acción de los vientos y por otra parte para mantener la humedad, facilitando una rápida germinación. El mantenimiento comprenderá la aplicación de riego periódico y fertilizantes (tres veces por año).
- **Recuperación con hidrosiembra:** consiste en la proyección sobre el suelo de una mezcla homogénea de semillas, mulch, estabilizadores de suelos, fertilizantes u otros elementos, mediante una máquina sembradora. La aplicación se realiza desde una cuba móvil con bomba de presión y boquillas de distribución. En la máquina hidrosembradora se mezclan con agua, una serie de componentes clave: semillas, fertilizantes, estabilizantes, correctores del pH, mulch y aditivos especiales.
El mulch amortigua la erosión por efecto de la lluvia y reducen la escorrentía superficial; reducen la velocidad de evaporación; aumentan el contenido de humedad del suelo; protegen a las semillas; aportan materia orgánica al suelo; moderan la temperatura; y conservan la estructura del suelo, los más utilizados son: aserrín, cascarilla de arroz, paja, coco entre otras. Después de unos minutos de agitación y mezcla constante en el tanque, la mezcla se proyecta a presión a los taludes o superficies. Si las condiciones climáticas son extremas, el terreno debe estar húmedo y se recomienda la instalación de polisombra, geotextil o yute que permitan en pocos días el establecimiento de la cubierta vegetal. En taludes de fuerte pendiente se utilizan soportes de hidrosiembra para revestir el talud y sujetar la mezcla y el suelo.
- **Siembra por estolón:** La siembra por estolón es un sistema de reproducción vegetativo, es decir, toma una parte de la planta desarrollada para generar desde ésta una nueva planta. Para su establecimiento los estolones deben estar bien desarrollados con entrenudos elongados totalmente y con yemas bien desarrolladas en las que se observen esbozos de raíces. La preparación de la tierra es similar a la de la siembra, pero la rastrillada final no debe ser muy fina. Las gramíneas estoloníferas se siembran por trozos de estolones colocados a mano a distancias grandes ya que rápidamente cubrirán el área o pueden ser esparcidos al voleo y enterrados en el suelo húmedo con una rastra de dientes o de discos. La cantidad de estolones necesarios varía según se trate del establecimiento de cobertura, entre 6 – 8 plantas/m² puede considerarse una población ideal. Los estolones deben estar protegidos para evitar que se deshidraten con un tamaño que no exceda los 10 cm con lo cual se garantiza mejor enraizamiento. El método más costoso de establecimiento, debido al número alto de jornales necesarios, es por medios vegetativos, en surcos distanciados 0.50 m y estolones colocados en forma continua. Una alternativa más económica para establecer la cobertura es regar al voleo los estolones, luego pisarlos o cubrirlos con residuos vegetales. Este procedimiento requiere de buena humedad en el suelo. Se debe tener cuidado de evitar la desecación del material y de no hacer este trabajo a pleno sol. La época propicia para el establecimiento del material vegetativo es en los meses de mayor precipitación para asegurar un buen desarrollo de las plantas. El material para sembrar puede ser colocado directamente en el suelo húmedo abriendo los hoyos en el momento inmediatamente anterior a la siembra; en caso necesario, el material a sembrar puede ser apilado a la sombra, regado y cubierto por unos pocos días hasta que comiencen a aparecer las nuevas raíces.
- **Cespedones:** La siembra por cespedones consiste en la colocación sobre el terreno, de bloques de césped de espesor uniforme, tomados de un prado desarrollado podado previamente, de forma aproximadamente rectangular y dimensiones regulares. El tamaño mínimo deberá ser de 0,50 m x 0,50 m y el máximo deberá ser de 1,00 m x 1,00 m. Su espesor no deberá ser inferior a 0,12 m y debe ser tal que los rizomas se hayan incluidos. La selección de la especie a sembrar depende de la disponibilidad en el mercado, por lo que más adelante se presenta algunas especies sugeridas. El transporte de los cespedones deberá hacerse dentro de las 24 horas siguientes al corte de estos y se deberá ejecutar en tal forma que no pierda su capa vegetal. Estos deben tener como características básicas las raíces del pasto sanas y adheridas a una

capa de tierra. Se sugiere reutilizar las capas de pastos (cespedones) retiradas en la fase de descapote, que sean similares a “grama”, que estén en buenas condiciones y que puedan ser utilizadas para empedización. El almacenaje de los cespedones se puede realizar si se mantienen las condiciones adecuadas de humedad, protegiéndolos del sol y evitando que enraícen en el lugar del almacenaje. Estos pueden enrollarse o apilarse uno sobre el otro de tal manera que se evite la deshidratación. No se deben aceptar en malas condiciones o que contengan malezas. Para la ejecución de estos trabajos, se deberá contar con la colaboración de personal experimentado en labores similares. Con anterioridad a la iniciación de las operaciones de siembra, el área donde se instalarán los cespedones deberá estar completamente terminada y nivelada. Antes de colocarlos, se deberá limpiar el suelo de toda clase de maleza para garantizar que queden en perfecto contacto con éste. Las zonas deben tener la suficiente cantidad de suelo orgánico que garantice el enraizamiento del pasto, tal como se mencionó anteriormente en la preparación del terreno. Los cespedones se extenderán sobre la superficie sujetándolos con estacas de madera para evitar que se muevan mientras las raíces se fijan al suelo, haciéndolos casar en la mejor forma, evitando traslapes o áreas vacías, con el fin de dejar una superficie pareja y uniforme.

Si existen zonas disperejas, estas deberán corregirse con el fin de garantizar el prendimiento. Una vez plantada, la superficie deberá regarse suficientemente para garantizar el adecuado desarrollo de la empedización y la fijación del pasto. Se realizará el reemplazo de los cespedones que no hayan desarrollado raíces o que se hayan caído o colapsado dejando descubierto el talud. Se emplearán 100 gr de abono orgánico por m² durante su mantenimiento el cual se hará hasta el prendimiento total del material. El resultado final deberá ser un prado regular, denso y bien enraizado, con la superficie uniforme y pareja dentro de las tolerancias y libre de áreas inadecuadamente cubiertas.

- **Recuperación mediante reforestaciones:** Las zonas verdes intervenidas por las actividades de construcciones civiles como líneas de flujo, ZODME, y demás facilidades, pueden ser recuperadas mediante la siembra de especies propias de la zona las consideraciones citadas en la Ficha CGU_PM_B5 Revegetalización de áreas intervenidas. Especialmente, debe llevarse a cabo a partir de las especies existentes en la zona, es decir especies nativas resistentes y perfectamente adaptables al medio.

Se propone una reforestación con las especies recomendadas para la zona que se muestran en la **Tabla 10-3** sin embargo estas se encuentran sujetas a cambios, de acuerdo a la disponibilidad del material vegetal en viveros de la zona y a las disposiciones de la autoridad ambiental dependiendo del sitio en donde se realice la empedización.

Tabla 10-3 Especies vegetales de hábito herbáceo recomendadas para empedización

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Poaceae	<i>Homolepsis aturensis</i>	Paja comino
	<i>Paspalum virgatum</i>	Maciega
	<i>Brachiaria brizantha</i> (A. Rich.) Stapf	La libertad
	<i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Schweick	Humidicola
	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Amargo
	<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubl.) P.Beauv.	Cañabrava
Leguminosae	<i>Desmodium sp.</i> **	Maquenque

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Con base en el plan de compensación, se recomienda las especies heliófitas de la **Tabla 10-4** y **Figura 10-19**, considerando que son las de más rápido crecimiento y que corresponden a las especies identificadas en la caracterización ambiental del EIA Área de Desarrollo Llanos 141, las cuales se caracterizan por presentar un crecimiento rápido y exitoso en condiciones de alta luminosidad.

Tabla 10-4 Especies vegetales de hábito herbáceo recomendadas para empradización

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Astrocaryum chambira</i> Burret	Palma chambira	ARECACEAE
<i>Anacardium excelsium</i> (Bertero ex Kunth) Skeels	Caracolí	ANACARDIACEAE
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg	Yopo	LEGUMINOSAE
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	MELIACEAE
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	Ceiba	MALVACEAE
<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	Guacharaco	SAPINDACEAE
<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) OFCook	Cachimbo	LEGUMINOSAE
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Guadua	POACEAE
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Trompillo / Palotigre	MELIACEAE
<i>Inga cf. punctata</i> Willd	Guamo	LEGUMINOSAE
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Pavito	BIGNONIACEAE
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Tuno blanco	MELASTOMATACEA
<i>Miconia multispicata</i> Naudin	Tuno negro	MELASTOMATACEAE
<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) WSAIverson	Ceiba roja	MALVACEAE
<i>Rollinia edulis</i> Planch. & Triana.	Anón chirimoyo	ANNONACEAE
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	Tortolito	ARALIACEAE
<i>Spondias mombin</i> L	Hobo	ANACARDIACEAE
<i>Xylopia amazonica</i> R.E. Fr	Tablón	ANNONACEAE
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	Majagüillo blanco	ANNONACEAE

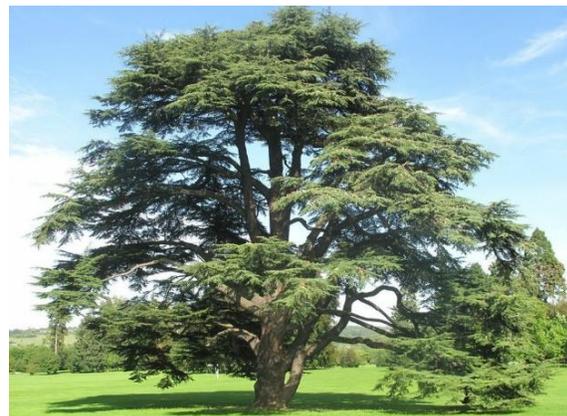
Nota: Es importante resaltar que el listado anterior incluye solo algunas de las especies con alto potencial para recuperación de áreas afectadas y se podrían tener en cuenta un rango más amplio de especies teniendo en cuenta la disponibilidad de especies nativas que se tengan en los viveros de la región.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Figura 10-19 Ejemplo de especies nativas aptas para recuperación de áreas intervenidas



Caracolí



Cedro



Palma Chambira



Yopo

Nota: Es importante resaltar que el registro fotográfico anterior incluye solo algunas de las especies con alto potencial para recuperación de áreas afectadas y se podrían tener en cuenta un rango más amplio de especies teniendo en cuenta la disponibilidad de especies nativas que se tengan en los viveros de la región.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

10.4.4 Mantenimiento de áreas recuperadas (Reconformación paisajística)

La reconformación paisajística es el resultado de la aplicación de todas las acciones de recuperación propuestas, desde el desmantelamiento de los equipos instalados, reconformación morfológica, y las acciones de restablecimiento de la vegetación, que permitirán la homogenización de las condiciones visuales del área intervenida con las de su entorno.

La reconformación paisajística de las áreas afectadas se da al momento del cierre y abandono del área. Apunta a establecer las condiciones necesarias para que cada área posea una reconfiguración rápida y convergente con la situación local, además de mantener o mejorar la calidad visual del paisaje de acuerdo al contexto. Esta se ceñirá a lo estipulado en la Fichas: LL141_PM_AB3 Manejo paisajístico y LL141_PM_B5 Revegetalización de áreas intervenidas, consignadas en el capítulo 7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL del presente EIA.

Una vez establecidas las plántulas es necesario programar las actividades de mantenimiento, tales como: limpiezas, ahoyado, podas y manejo integral de plagas y enfermedades; las cuales se realizarán como mínimo cada trimestre.

Para las áreas recuperadas mediante reforestación se realizará un mantenimiento, seguimiento y monitoreo trimestral de los individuos plantados por un periodo de tres años, a partir de la siembra de los árboles, con el fin de establecer los correctivos necesarios, evitar la pérdida de individuos y resembrar aquellos que no prosperen adecuadamente. Dentro de las actividades a desarrollar para el mantenimiento se realizará resiembra, fertilización, replanteo y realce o aporcamiento.

10.4.5 Manejo y control de aguas de escorrentía

El manejo de aguas escorrentía se establece en las Fichas LL141_PM_AB2 Manejo de taludes y LL141_PM_AB6 Manejo de escorrentía, se debe considerar las siguientes medidas generales:

- Realizar mantenimiento a las obras de drenajes existentes en los taludes a fin de evitar el deterioro de estos.
- Diseñar y construir obras requeridas en los sitios donde las condiciones de erodabilidad presenten problemas reiterados, con el fin de evitar el transporte de material particulado y sedimentos a las áreas aledañas, en especial a los cuerpos de agua.
- Se deben construir obras de drenaje que permitan la conducción de aguas lluvias hacia los drenajes naturales, con el fin de evitar encharcamientos. De ser necesario, se construirán obras geotécnicas e hidráulicas para el control de procesos erosivos y estabilización del terreno

10.4.6 Manejo de pasivos ambientales

Una vez terminadas las actividades de abandono, desmantelamiento y restauración final, se elaborará un inventario minucioso de los pasivos ambientales que posiblemente puedan generarse, tales como:

- Contaminación en zonas de manejo de residuos líquidos y sólidos
- Infraestructura por desmantelar.
- Estructuras enterradas
- Áreas geotécnicamente inestables.

Entre otros, que se identifiquen, esto con el fin de generar un programa de monitoreo y seguimiento, estableciendo las acciones y responsabilidades pertinentes para su resolución final. Las áreas afectadas por derrames de hidrocarburos y/o residuos tales como lodos, material vegetal, suelos, sedimentos y cuerpos de agua que requieran de procesos de tratamiento para su recuperación ambiental serán manejadas in situ o ex situ dependiendo de las características y condiciones del terreno tales como: estabilidad, permeabilidad, accesibilidad etc., en caso de no ser posible se ubicará un área que cumpla con las características para realizar la actividad de tratamiento, dando cumplimiento a las medidas de manejo necesarias para el caso según los lineamientos consignados en las Fichas LL141_PM_AB2 Manejo de taludes, LL141_PM_AB7 Programa de manejo a la Gestión de residuos sólidos, LL141_PM_AB8 Manejo de lodos y cortes de perforación y LL141_PM_AB13 Manejo de aguas residuales domésticos (ARD) y no domésticos (ARnD).

Las actividades de tratamiento estarán a cargo de Ecopetrol S.A. o de terceros autorizados por la Autoridad ambiental competente que cuenten con las tecnologías necesarias y a su vez cumplan con la normatividad ambiental vigente.

De igual manera, se verificará el cumplimiento de los requerimientos por la Autoridad Ambiental mediante los actos administrativos que hayan surgido a lo largo del periodo de operación del Área de Desarrollo Llanos 141; todo ello con el fin de establecer el plan de acción que permita dar cumplimiento y cierre definitivo a los requerimientos que sobre esta materia se encuentren aún pendientes

10.4.6.1 Plan de gestión socio-ambiental al final de la operación del Área de Desarrollo Llanos 141

La gestión social busca promover la comunicación permanente y oportuna entre Ecopetrol S.A. y la comunidad del área de influencia, mediante canales de comunicación que permitan el intercambio de información sobre las actividades de abandono y restauración, así como la finalización de la gestión social, mediante procesos educativos y participativos. Algunas de las actividades previstas incluyen:

- Realizar reuniones de cierre con autoridades locales, con los representantes de las Juntas de Acción Comunal y demás población residente en el área de influencia, para informarles sobre las actividades que la Empresa desarrollará durante la fase de desmantelamiento y restauración final.
- Se verificarán los compromisos registrados para cada programa, resolución de quejas o reclamos, apoyados en soportes escritos (actas de reuniones, programación de talleres, registro de asistencia, indicadores cuantitativos y cualitativos, registro fotográfico, etc.).
- Se realizará registro de los procedimientos de convocatoria y asistencia a los talleres de cierres (actas de verificación del cumplimiento del Plan de Gestión Social, fotografías y listado de asistentes).
- Realizar campañas informativas con el fin de sensibilizar la comunidad acerca de la importancia y cuidado de las actividades de revegetalización y reforestación, la susceptibilidad de las especies a sembrar y el tiempo que requieren para su establecimiento.
- Se generará un acta de entrega, por parte de las partes, luego de concluidas las labores de abandono y restauración final.

Este plan de gestión estará soportado en los lineamientos incluidos dentro de las Fichas LL141_PM_S1 Información y participación comunitaria, LL141_PM_S4 Manejo de educación y capacitación a la comunidad aledaña al proyecto, LL141_PM_S5 Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria y LL141_PM_S6 Manejo de la infraestructura social potencialmente afectada.

10.5 Otras acciones

10.5.1 Manejo de fauna en procesos de restauración ambiental

Fortalecimiento de vínculos interinstitucionales con autoridades ambientales, policivas y ONG's que permitan la articulación de acciones tendientes a procesos de Ahuyentamiento, rescate, movilización y reintroducción de fauna silvestre, en zonas sometidas a procesos de restauración de áreas con extensión considerable que garanticen la supervivencia de los organismos manejados. Este manejo se realizará acorde a lo consignado en la Ficha LL141_PM_B8 Manejo y conservación de las especies faunísticas amenazadas, endémicas, en veda y/o nuevas especies y LL141_PM_B11 Programa de Protección y Conservación de hábitats y/o Áreas protegidas.

10.5.2 Mejoramiento paisajístico en procesos de restauración ambiental

Para la restauración y recuperación de zonas de abandono, es fundamental devolver al área intervenida, las características naturales de acuerdo con el contexto, implementando acciones y prácticas que promuevan los elementos ambientales, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Utilización de cercas vivas como medida de protección, aislamiento y conservación de estas áreas que se encuentran en proceso de recuperación, obteniendo beneficios adicionales tales como un aire más saludable, aumento en la presencia de fauna silvestre favoreciendo su sustento, control de la erosión, enriquecimiento de la vida del suelo y contribuyendo al embellecimiento paisajístico.
- Proporcionar cobertura vegetal arbórea nativa de la región en las áreas intervenidas, no solo como forma de recuperación y conservación de suelos, sino también como equilibrio del paisaje existente, a través de la utilización de formas, texturas y disposición armónica de las especies vegetales, para restaurar la vida escénica del paisaje.
- En caso de requerirse, se ejecutarán actividades de riego que contribuyan al buen desarrollo y crecimiento de pastos, cultivos y cercas vivas.

- Adelantar actividades de revegetalización en márgenes hídricas con el fin de recuperar las áreas que se hayan visto afectadas por la cercanía de las zonas en proceso de abandono, a través de la siembra de especies protectoras que ayuden al mejoramiento del hábitat de la flora y fauna.

Se debe propender por la recuperación de la condición de uso en relación con la actividad que se desarrollaba en estas áreas previo a la intervención de estas.

10.5.3 Áreas frágiles aledañas a las áreas intervenidas

Durante el proceso de abandono y restauración final se realizará una inspección a las áreas frágiles (ecosistemas sensibles, cuerpos de agua superficiales y subterráneos etc.), aledañas a las áreas intervenidas, que se definan previo al inicio de este. En dicha inspección se identificará el estado en el que se encuentran y se implementaran las medidas necesarias en caso de registrarse algún tipo de posible afectación

El manejo de estas áreas se realizara soportado en los lineamientos consignados en las Fichas CGU_PM_B6 Programa de manejo del recurso hidrobiológico, LL141_PM_B7 Manejo y conservación de las especies vegetales amenazadas, endémicas, en veda y/o nuevas especies, LL141_PM_B8 Manejo y conservación de las especies faunísticas amenazadas, endémicas, en veda y/o nuevas especies, LL141_PM_B9 Programa de manejo de especies vasculares en veda (epifitas y en otros usuarios) y epifitas en categoría de amenaza, LL141_PM_B10 Programa de manejo de especies no vasculares en veda (epifitas y en otros sustratos) y LL141_PM_B11 Programa de Protección y Conservación de hábitats y/o Áreas protegidas.