



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
“ÁREA DE DESARROLLO LLANOS 141”

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

CAPÍTULO 4

4.8 Residuos Sólidos



CONTENIDO

	Pág.
4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	1
4.8 RESIDUOS SÓLIDOS	1
4.8.1 Clasificación de los residuos domésticos, industriales y especiales	1
4.8.2 Volúmenes de residuos a generar	5
4.8.2.1 Residuos domésticos	5
4.8.2.2 Residuos industriales	5
4.8.3 Impactos ambientales previsibles	6
4.8.4 Alternativas de tratamiento, manejo, transporte y disposición final e infraestructura asociada.	7
4.8.4.1 Planeación	8
4.8.4.2 Prevención y minimización	8
4.8.4.2.1 Prevención	8
4.8.4.2.2 Minimización	8
4.8.4.3 Generación.....	10
4.8.4.4 Selección y separación	10
4.8.4.4.1 Segregación de residuos solidos.....	10
4.8.4.5 Clasificación y caracterización.....	11
4.8.4.6 Envase, etiquetado y rotulado	12
4.8.4.6.1 Envase	12
4.8.4.6.2 Rotulado.....	16
4.8.4.7 Almacenamiento	18
4.8.4.7.1 Requerimientos de gestión	20
4.8.4.7.2 Almacenamiento de residuos sólidos industriales.....	20
4.8.4.7.3 Almacenamiento de residuos sólidos domésticos.....	23
4.8.4.8 Transporte	26
4.8.4.8.1 Transporte interno de residuos.....	26
4.8.4.8.2 Transporte externo de residuos.....	27
4.8.4.9 Aprovechamiento, valoración, tratamiento y/o disposición final	29
4.8.4.9.1 Residuos sólidos industriales especiales	33
4.8.4.9.2 Residuos radiactivos.....	36
4.8.4.10 Verificación.....	36
4.8.4.10.1 Inspecciones Internas	36
4.8.4.10.2 Inspecciones Externas.....	36
4.8.5 Disposición de materiales sobrantes de excavación	37

4.8.5.1	Áreas para construcción y operación de Zonas de Disposición	37
4.8.1.3	Relación de Volúmenes estimado de cortes y rellenos	38
4.8.1.4	Ubicación de las vías de acceso al sitio, diseño y medidas de manejo ambiental para su construcción y operación	51
4.8.1.5	Programa de revegetalización (diseño paisajístico)	51

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 4.8-1	Residuos a generarse dentro del Área de Desarrollo Llanos 141 2
Tabla 4.8-2	Volumen esperado de residuos domésticos por etapa 5
Tabla 4.8-3	Volumen esperado de residuos industriales por etapa 6
Tabla 4.8-4	Volumen esperado de residuos sólidos (domésticos e industriales) por etapa (Kg/día) 6
Tabla 4.8-5	Impactos generados 7
Tabla 4.8-6	Buenas prácticas para la minimización de residuos sólidos 8
Tabla 4.8-7	Medidas para la minimización en la generación de los residuos 9
Tabla 4.8-8	Segregación de los residuos sólidos por sistema de colores 11
Tabla 4.8-9	Segregación, empaque/embalaje y rotulado de residuos no peligrosos 12
Tabla 4.8-10	Segregación, empaque/embalaje y rotulado de residuos peligrosos 13
Tabla 4.8-11	Ejemplos de rótulos 16
Tabla 4.8-12	Manejo de los residuos sólidos industriales 21
Tabla 4.8-13	Almacenamiento de los residuos sólidos domésticos 23
Tabla 4.8-14	Principios para el manejo y la reducción en la generación de residuos 29
Tabla 4.8-15	Manejo y disposición final de los residuos 30
Tabla 4.8-16	Empresas autorizadas para el manejo de RESPEL..... 33
Tabla 4.8-17	Límites de concentraciones establecidos para residuos de perforación 35
Tabla 4.8-18	Áreas para construcción y operación de Zonas de Disposición de Materiales Sobrantes de Excavación -ZODME- a solicitar 37
Tabla 4.8-19	Volúmenes estimados de cortes y rellenos para el Área de Desarrollo Llanos 141 39
Tabla 4.8-20	Actividades a ejecutar 46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 4.8-1	Estrategia para el manejo integral de residuos 1
Figura 4.8-2	Etapas para el manejo integral de los residuos solidos 7
Figura 4.8-3	Alternativas de minimización de residuos Peligrosos y No Peligrosos 9
Figura 4.8-4	Código de colores y clasificación de residuos..... 11
Figura 4.8-5	Prototipo de rotulado de residuos solidos 16
Figura 4.8-6	Recipientes para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos peligrosos 25
Figura 4.8-7	Placa de identificación de Naciones Unidas 28
Figura 4.8-8	Diseño tipo de las ZODME para el Área de Desarrollo Llanos 141 42
Figura 4.8-9	Tipos de ZODME de acuerdo a la topografía del sector 43
Figura 4.8-10	ZODME por fases adosadas 43
Figura 4.8-11	ZODME con dique o muro de pie 44
Figura 4.8-12	ZODME por fases superpuestas 44
Figura 4.8-13	Cuneta en sacos de suelo cemento 47
Figura 4.8-14	Ejemplo de distribución de red de drenajes y filtros franceses 49
Figura 4.8-15	Detalle piscina sedimentadora 50

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 4.8-1 Caseta para el almacenamiento temporal de los residuos	25
Fotografía 4.8-2 Estabilización de cortes de perforación en piscina	34
Fotografía 4.8-3 Cuneta en geotextil y/o geomembrana	48
Fotografía 4.8-4 Disipador de energía	48

4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

4.8 RESIDUOS SÓLIDOS

La gestión de los residuos sólidos generados en la operación de Área de Desarrollo Llanos 141 se encuentra bajo las directrices contempladas en la Guía para el Manejo Integral de Residuos en Ecopetrol S.A. (Código HSE-G-004), la cual establece los lineamientos y responsabilidades para el manejo integral de los residuos que se generen en ECOPETROL S.A., acorde con la normativa legal vigente y con el objetivo de reducir la generación de residuos a partir del uso de prácticas más eficientes (La guía en mención se encuentra en el **Anexo 4_Usos_aprovechamiento_RN, 4.8_Residuos_Sólidos, 4.8_1 HSE-F-004 Guía para el manejo integral de residuos y basura cero**).

A su vez las prácticas y las estrategias para la gestión de residuos sólidos están enmarcadas en las políticas de Economía Circular de Ecopetrol S.A., buscando las estrategias y tecnologías para la reducción del uso de materias primas vírgenes y la de la disposición final de los residuos sólidos, consiguiendo un ciclo por medio de la transformación, tratamiento y reúso de los diferentes residuos sólidos generados dentro de la operación de los bloques.

El manejo integral de los residuos sólidos también se realiza dando estricto cumplimiento al marco normativo nacional colombiano y de ECOPETROL S.A., así como a la gestión ambiental de los residuos, la cual se enmarca bajo la estrategia presentada en la **Figura 4.8-1**.

Figura 4.8-1 Estrategia para el manejo integral de residuos



Fuente: (Guía para el Manejo Integral de Residuo y Basura Cero en Ecopetrol S.A., 2022)

Con el fin de dar cumplimiento a la estrategia Planteada en la **Figura 4.8-1**, ECOPETROL S.A. cuenta con un el Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIR), para los diferentes campos. A continuación, se presenta cada una de las etapas para la gestión de los residuos sólidos en Área de Desarrollo Llanos 141.

4.8.1 Clasificación de los residuos domésticos, industriales y especiales

Dentro del Área de Desarrollo Llanos 141 los residuos generados pueden ser clasificados en dos grandes grupos, Peligrosos y No Peligrosos que pueden ser origen Doméstico e Industrial y generados en cualquiera de las etapas del proyecto, como se describe a continuación:

- Residuos peligrosos: Objetos, elementos o sustancias que se abandonan, botan, desechan, descartan o rechazan, y que son patógenos, tóxicos, combustibles, inflamables, explosivos, radiactivos o volatilizables, así como los empaques y envases que los hayan contenido, como también, los lodos, cenizas y similares.
- Residuos no peligrosos: Son aquellos producidos por la empresa en cualquier lugar en el desarrollo de su actividad, que no presentan riesgo para la salud humana o el medio ambiente. Estos se pueden clasificar en aprovechables y no aprovechables.
 - Residuo sólido no aprovechable. Estos son los residuos de origen orgánico e inorgánico que son provenientes de actividades domésticas e industriales de la operación de los campos, que por sus características no ofrecen ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo
 - Residuo sólido aprovechable. Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

En caso de generarse un residuo que no esté inventariado y no se disponga de información para su identificación, cada área operativa se encargará de la gestión correspondiente para su caracterización con el apoyo de un tercero idóneo, previo etiquetado del residuo con el nombre de “residuo desconocido”; posteriormente se procederá a la entrega de la caracterización al Departamentos de HSE para definir la pertinencia de la actualización del Catálogo de Residuos de Ecopetrol S.A.

En la **Tabla 4.8-1** se presentan los residuos sólidos que se estiman se van a generar dentro de las actividades que se desarrollarían al interior del Área de Desarrollo Llanos 141, su clasificación y posible origen.

Tabla 4.8-1 Residuos a generarse dentro del Área de Desarrollo Llanos 141

TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	ETAPA DE GENERACIÓN	RESIDUO	ORIGEN
No Peligrosos	Aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> • Preoperativa • Constructiva • Operativa • Desmantelamiento, abandono y restauración • Actividades Transversales 	Papel (Periódico, empaques, papeles de impresión). Cartón (Empaques y embalajes, corrugado, plegadizo). Plástico (Bolsas, baldes, canecas, empaques uso industrial, pitillos, cascos, Tetrapak). Vidrio (Envases de bebidas, alimentos, envases de Laboratorio). Madera (Embalaje, tablas, cajas, estibas, pieza modular oficina). Metales (Envases metálicos de bebidas y alimentos, ganchos legajadores y de cosedora)	Actividad de oficinas en facilidades.
	Orgánicos Aprovechables	<ul style="list-style-type: none"> • Constructiva • Operativa • Desmantelamiento, abandono y restauración • Actividades Transversales 	Biodegradables (Restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente, residuos de poda y alimentos crudos)	Campamentos en la etapa de perforación
	No Aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> • Preoperativa • Constructiva • Operativa • Desmantelamiento, abandono y restauración • Actividades Transversales 	Papel tisú (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios), papeles encerados, plastificados, metalizados, cerámicas, vidrio plano, huesos, material de barrido, colillas de cigarrillo y materiales de empaque y embalaje sucios.	Campamentos en la etapa de perforación

TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	ETAPA DE GENERACIÓN	RESIDUO	ORIGEN	
Peligrosos	Peligrosos Impregnados de Hidrocarburo	<ul style="list-style-type: none"> Operativa 	Lodos y Borrás contaminados con Hidrocarburo.	Proviene de las facilidades de la Operación y Producción, provienen de las actividades de limpieza de los sistemas de tratamiento, tanques.	
		<ul style="list-style-type: none"> Operativa 	Sólidos contaminados con menor proporción de hidrocarburos y/o productos químicos.	Tierra contaminada producto de la atención de emergencias por derrames de hidrocarburo o productos químicos usados en operación.	
		<ul style="list-style-type: none"> Operativa Desmantelamiento, abandono y restauración 	Residuos Impregnados con Hidrocarburos y Químico: Se componen de implementos de seguridad, material vegetal, plástico, mangueras, costales, plástico, madera, filtro, textil	Operación y producción, elementos contaminados con toda actividad relacionada con hidrocarburo.	
	Peligroso	Peligroso	<ul style="list-style-type: none"> Constructiva Operativa Desmantelamiento, abandono y restauración Actividades Transversales 	Residuos de aparatos electrónicos (RAEE'S), chatarra electrónica. (Balastos, redes eléctricas, transformadores, controles, tableros).	Actividades de mantenimiento eléctrico y electrónico del Área de desarrollo, oficinas.
			<ul style="list-style-type: none"> Operativa Desmantelamiento, abandono y restauración Actividades Transversales 	Aceites usados de vehículos	Resultado de su uso en el funcionamiento de maquinaria industrial y vehículos
			<ul style="list-style-type: none"> Operativa Desmantelamiento, abandono y restauración Actividades Transversales 	Filtros	De tipo ferroso (contiene hierro), lo constituyen filtros de aire, combustible o aceite, utilizados por los vehículos y algunos equipos industriales que deben sustituirse por cierto periodo de tiempo.
			<ul style="list-style-type: none"> Constructiva Operativa Desmantelamiento, abandono y restauración Actividades Transversales 	Baterías Pb/ácidos, Níquel/Cadmio, Litio	Fuentes de suministro electrónico para vehículos y maquinaria que han presentado fallas y requieren disposición final.
			<ul style="list-style-type: none"> Preoperativa Constructiva Operativa Desmantelamiento, abandono y restauración Actividades Transversales 	Aislantes Térmicos (Icopor, sílice gel, asbestos, perlita, aislador dieléctrico).	Utilizados para reducción de flujo de calor entre zonas calientes y frías.
			<ul style="list-style-type: none"> Constructiva Operativa 	Metal pesado (Líquidos revelado radiográfico)	Utilizada para el registro de Radiografía en tuberías en las actividades de construcción y reparación de líneas de flujo, para verificar el estado de la tubería, y revisión de la ejecución del proceso de soldadura para controlar fugas y rupturas por altas presiones de la tubería
			<ul style="list-style-type: none"> Operativa 	Material radioactivo (Yodo)	Toma de registros para obtener diagnóstico del estado del yacimiento en cuanto a la cantidad de hidrocarburo presente.

TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	ETAPA DE GENERACIÓN	RESIDUO	ORIGEN
Peligrosos	Peligrosos	• Operativa	Residuos químicos: Solventes, pinturas, productos de limpieza, los generados en producción (químicos de dosificación, rompedor de emulsión, floculante, antiespumante) o químicos vencidos, incluyendo sus respectivos empaques, envases y/o sistemas de embalajes	Residuos líquidos y sólidos generados en operación y producción para el desarrollo de tratamientos químicos
		• Constructiva • Operativa	Combustibles	Utilizados como combustibles y carburantes en vehículos y maquinaria.
		• Operativa	Residuos de fluidos aceitosos (salmuera, agua aceitosa)	Generados en los procesos de Workover, wellservices, limpieza de contrapozos y facilidades de la operación.
		• Operativa	Cortes de perforación base agua	Generado en la etapa de perforación, roca extraída del subsuelo contaminado con el lodo de perforación base agua.
		• Operativa	Cortes de perforación base aceite	Generado en la etapa de perforación, roca extraída del subsuelo contaminado con el lodo de perforación base aceite
		• Operativa	Lodos base agua	Actividades de perforación
		• Operativa	Lodos base aceite	Para la perforación del pozo, se empleará lodo base agua, eventualmente se pueden utilizar lodos base aceite o nitrato de potasio sólo en el caso que se requiera.
		• Operativa	Geles, polímeros, espumas de limpieza, gomas y sus derivados y píldoras viscosas).	Generados en operación de servicio a pozo
		• Constructiva • Operativa • Desmantelamiento, abandono y restauración • Actividades Transversales	Metales no Ferrosos: Aluminio de envases, filamento bombillas, papel envoltura, cobre, aluminio, bronce	Bodegas almacenamiento
		• Constructiva • Operativa • Desmantelamiento, abandono y restauración • Actividades Transversales	Metal ferroso: Chatarra metálica, tubería, filtros, varilla sobrante, viruta, zunchos metálicos, alambres, hojalata.	Construcciones líneas de flujo, reparación equipos.
Especiales	Residuos de construcción y demolición	• Constructiva • Operativa • Desmantelamiento, abandono y restauración	Productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno, productos de cimentaciones y pilotajes, residuos pétreos y no Pétreos	Residuos sólidos sobrantes de las actividades de construcción, reparación o demolición de obra civil
		• Operativa	Biosanitario – Cortopunzante Fármacos – Metal pesado Anatomopatológicos – Medicamentos vencidos	Elementos o instrumentos utilizados durante la ejecución de los procedimientos asistenciales, que tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales, campamentos, centros de atención hospitalarias

Fuente: (ECOPETROL S.A, 2013) modificado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

4.8.2 Volúmenes de residuos a generar

4.8.2.1 Residuos domésticos

Para el cálculo de los residuos domésticos, con base en información aportada por el RAS - 2017¹ y los correspondientes PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos) tanto de Cumaral como de Restrepo- (**Anexo 4 Uso aprovechamiento RN, 4.8 Residuos Sólidos, 4.8.3 PGIRS**), se identifica una producción per cápita para el área del proyecto entre de 0,45 kg/Hab-día y 0,53 kg/Hab-día respectivamente, asumiendo el escenario más crítico se toma el valor de 0,53 kg/Hab-día y el número estimado de personal que laborará durante cada etapa, para así estimar el volumen de residuos domésticos en kg/día.

Tabla 4.8-2 Volumen esperado de residuos domésticos por etapa

ETAPA	NUMERO DE PERSONAL	PRODUCCIÓN PER CÁPITA (kg/Hab-día)	VOLUMEN POR GENERAR (Kg/día)
Preoperativa	*	0,53	*
Constructiva	404		214,12
Operativa	549		290,97
Desmantelamiento, abandono y restauración	46		24,38
Actividades transversales	162		85,86

Fuente: (Antea Colombia SAS, 2023)

* En esta etapa no se tiene establecido un número fijo de personas, pues las actividades que la componen consisten en la negociación de los predios requeridos para la ubicación futura de instalaciones, los profesionales que ejecuten están funciones tendrán la obligación de disponer de forma adecuada los residuos ordinarios a generar en las ubicaciones donde sea posible disponer dichos residuos o donde se lleven a cabo posibles encuentros y/o reuniones.

4.8.2.2 Residuos industriales

Para la obtención de los volúmenes de residuos industriales a generar en cada etapa, se tuvo en cuenta los registros de residuos reportados en los últimos ICA's (2020-2022) (**Anexo 4 Uso aprovechamiento RN, 4.8 Residuos Sólidos, 4.8.2 Registro residuos Campos vecinos**), de los campos de producción cercanos al área de desarrollo Llanos 141, con el fin de tener un estimativo aproximado de los volúmenes y características a esperar durante las diferentes etapas del proyecto en mención, tomando los volúmenes más adecuados de cada reporte según las características de Llanos 141.

Para la proyección de los volúmenes en la etapa **Constructiva**, se adoptó los valores registrados para escombros en el ICA de residuos de 50K, teniendo en cuenta que en esta etapa los residuos resultantes corresponden a aquellos de construcción y demolición para la adecuación de las áreas de interés, asociados a la construcción de clúster.

En cuanto a la etapa **Operativa**, se tuvo en cuenta los valores registrados para la etapa de operación del Campo Chichimene, puesto que este proyecto respecto a su tamaño y desarrollo presenta similitud con el desarrollo del Área de desarrollo Llanos 141, se puede comparar los volúmenes generados en dichas instalaciones con las futuras para el proyecto en mención.

Finalmente, para la etapa de **Actividades transversales**, se tomó como referencia la cantidad de residuos generados en la estación Castilla, la cual muestra una generación de residuos similares a los esperados para el área de desarrollo Llanos 141 en cuanto a las actividades que componen dicha etapa.

¹ Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Ras – 2017. Sección II, Título F – Sistemas de Aseo Urbano. República de Colombia, Ministerio de Desarrollo Económico. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico Bogotá D.C., junio de 2017.

Tabla 4.8-3 Volumen esperado de residuos industriales por etapa

ETAPA	RESIDUOS INDUSTRIALES	
	(Toneladas/año)	(kg/día)
Preoperativa*	-	-
Constructiva	294,62	807,18
Operativa	153,93	421,73
Desmantelamiento, abandono y restauración**	-	-
Actividades transversales	7,87	21,56

Fuente: (Antea Colombia SAS, 2023)

*En esta etapa no habrá generación de residuos industriales, pues las actividades que conforman esta etapa no incluyen la adecuación de ninguna área, al ser una fase de adquisición de predios

**En cuanto al Desmantelamiento, abandono y restauración, se entregará información específica de la generación de residuos, en los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental

Finalmente, se procede a obtener el valor total de residuos a generar por etapa, teniendo en cuenta la suma de residuos domésticos e industriales estimada para cada una, el resultado se presenta en la **Tabla 4.8-4**, sin embargo, es importante aclarar que durante el avance del proyecto se entregara los valores obtenidos durante cada etapa, en los informes de cumplimiento ambiental.

Tabla 4.8-4 Volumen esperado de residuos sólidos (domésticos e industriales) por etapa (Kg/día)

ETAPA	VOLUMEN RESIDUOS DOMÉSTICOS	VOLUMEN RESIDUOS INDUSTRIALES	VOLUMEN TOTAL DE RESIDUOS POR ETAPA
Preoperativa	*	-	-
Constructiva	214,12	807,18	1021,3
Operativa	290,97	421,73	712,7
Desmantelamiento, abandono y restauración	24,38	-	*
Actividades transversales	85,86	21,56	107,42
Total	615,33	1250,47	1841,42

Fuente: (Antea Colombia SAS, 2023)

* En cuanto al Desmantelamiento, abandono y restauración, se entregará información específica del volumen total generado, en los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental

4.8.3 Impactos ambientales previsible

A partir de la evaluación ambiental realizada en el Capítulo 5 del presente estudio, en donde se identificaron los impactos ambientales generados por la actividad de *Manejo y disposición de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales* en la etapa transversal y *Manejo, tratamiento, transporte y disposición final de lodos y cortes de perforación* en la etapa Operativa; se identificaron dos impactos con significancia media: la generación y/o alteración de conflictos sociales, esto se puede producir por conflictos entre la comunidad y el operador por inconformismos con los procesos de información con las comunidades, acuerdos, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, afectación a predios o conflictos entre personas durante el avance y desarrollo normal de las actividades específicas del proyecto y el cambio en la composición de las especies de fauna dado que la disposición de residuos sólidos es una actividad que genera ruido, vibraciones, y emisión de material particulado afectando la presencia de fauna.

Adicionalmente otro impacto identificado, con significancia baja, fue la generación de olores ofensivos. Este impacto es producido por la descomposición de los desechos, que pueden producir la liberación de gases como el metano o patógenos que se liberan al aire (Consortio PGIRS Meta, 2015). Este es dado mayormente en los puntos ecológicos con una menor magnitud, y con una mayor en los puntos de acopio temporal de los residuos, donde son almacenados hasta ser

entregados al servicio de aseo público. En la **Tabla 4.8-5** se presentan los impactos identificados y evaluados en el Área de Desarrollo Llanos 141 y los cuales se detallan y describen en el **Capítulo 5**.

Tabla 4.8-5 Impactos generados

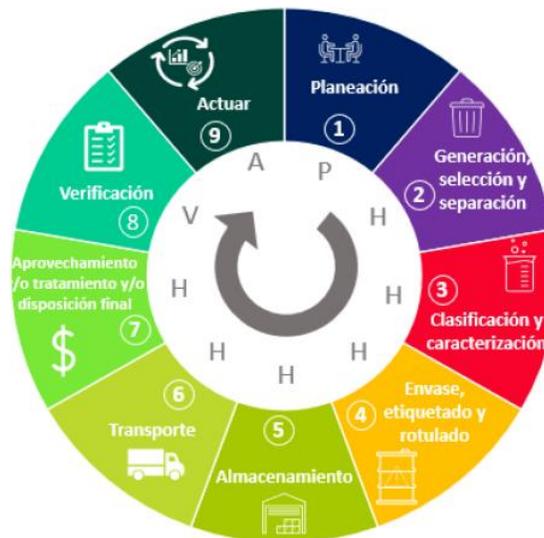
ACTIVIDADES	ELEMENTO	IMPACTO AMBIENTAL	SIGNIFICANCIA AMBIENTAL DEL IMPACTO
Manejo, tratamiento, transporte y disposición final de lodos y cortes de perforación	Calidad del agua subterránea	Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo	BAJA
Manejo, tratamiento, transporte y disposición final de lodos y cortes de perforación	Calidad del aire	Alteración a la calidad del aire	MUY BAJA
Manejo, tratamiento, transporte y disposición final de lodos y cortes de perforación	Calidad del aire	Generación de olores ofensivos	MUY BAJA
Manejo y disposición de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales	Calidad del aire	Generación de olores ofensivos	BAJA
Manejo y disposición de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales	FAUNA	Cambio en la composición de las especies de fauna	MEDIA
Manejo, tratamiento, transporte y disposición final de lodos y cortes de perforación	Organización comunitaria	Generación y/o alteración de conflictos sociales	MEDIA
Manejo y disposición de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales	Organización comunitaria	Generación y/o alteración de conflictos sociales	MEDIA
Manejo, tratamiento, transporte y disposición final de lodos y cortes de perforación	Patrones culturales	Alteración en el uso y manejo del entorno	BAJA

Fuente: (Antea Colombia SAS, 2023)

4.8.4 Alternativas de tratamiento, manejo, transporte y disposición final e infraestructura asociada.

Para el manejo integral de los residuos sólidos, la guía **HSE-G-004 Guía para el manejo Integral de residuos y basura cero** plantea nueve (9) etapas para la gestión integral de residuos, encaminadas a apoyar el óptimo desarrollo de Llanos 141 mientras se da cumplimiento a las normativas vigentes y los lineamientos de Economía Circular propuestos por Ecopetrol S.A. En la **Figura 4.8-2**, se presenta las etapas en mención, para mayor detalle diríjase al **Anexo 4_Usos_aprovechamiento_RN, 4.8_Residuos_Sólidos, 4.8_1 HSE-F-004 Guía para el manejo integral de residuos y basura cero**).

Figura 4.8-2 Etapas para el manejo integral de los residuos sólidos



Fuente: (Guía para el Manejo Integral de Residuo y Basura Cero en Ecopetrol S.A., 2022)

4.8.4.1 Planeación

Etapa del proceso en la cual se deben identificar los residuos peligrosos y no peligrosos generados en las diferentes áreas de acuerdo con el histórico de generación que se lleve para cada actividad realizada, con el fin de tramitar los recursos necesarios para la gestión de los residuos que se generarán en sus diferentes procesos. A su vez en esta etapa se busca garantizar la gestión en cada una de las etapas posteriores del manejo integral de los residuos.

En esta etapa se debe tener una lista de chequeo que permita establecer si se está preparado para gestionar el residuo a generar, identificando si se cuenta con información documental necesaria del residuo (hojas de datos del residuo, hoja de seguridad MSDS de los insumos del residuo, instructivos, etc.), recursos para las etapas de generación y embalaje, presupuesto para los costos de caracterización, gestión para almacenamiento temporal del residuo, costos de transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final del residuo, entre otros recursos necesarios para el manejo integral del mismo.

Desde la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se inicia con la etapa de planeación, al estimar el tipo y cantidad de residuos que se podrían llegar a generar en cada una de las etapas del proyecto Área de Desarrollo llanos 141, llegando hasta la identificación y gestión de la contratación de los proveedores, garantizando en ellos el cumplimiento de la norma, licencias, capacidad técnica operativa y espacial.

4.8.4.2 Prevención y minimización

En esta etapa se deben asegurar planes y programas que ayuden a prevenir y minimizar la generación de los residuos mediante el análisis del proceso productivo de cada área de negocio con el fin de optimizar el consumo de materias primas o sustituir insumos con características de peligrosidad.

4.8.4.2.1 Prevención

La prevención hace referencia a las medidas tomadas que permitan evitar generar residuos mediante la sustitución u optimización de materias primas. Como alternativas de prevención en la generación de residuos, se incorporan buenas prácticas de prevención en la generación de residuos en diferentes áreas. En la **Tabla 4.8-6**, se observan algunas de las buenas prácticas para la prevención dentro de la gestión de residuos sólidos de Área de Desarrollo Llanos 141.

Tabla 4.8-6 Buenas prácticas para la minimización de residuos sólidos

ÁREAS	BUENAS PRÁCTICAS DE PREVENCIÓN	OBJETIVO
ADMINISTRATIVAS Y DE SERVICIOS	Fomentar el uso de tazas y utensilios en materiales reutilizables por cada empleado.	Promover la disminución de residuos de vasos y utensilios
	Se prohíbe el uso del lcopor en su lugar se usarán portacomidas de plástico reutilizables	Prevenir la generación de residuos no reciclables
OPERATIVA	Prevenir a futuro la generación de residuos químicos en áreas operativas de la gerencia. Prevenir a futuro la generación de excedentes de productos químicos utilizados en la operación	Planear las compras de insumos químicos de manera racionalizada para prevenir la generación de excedentes.

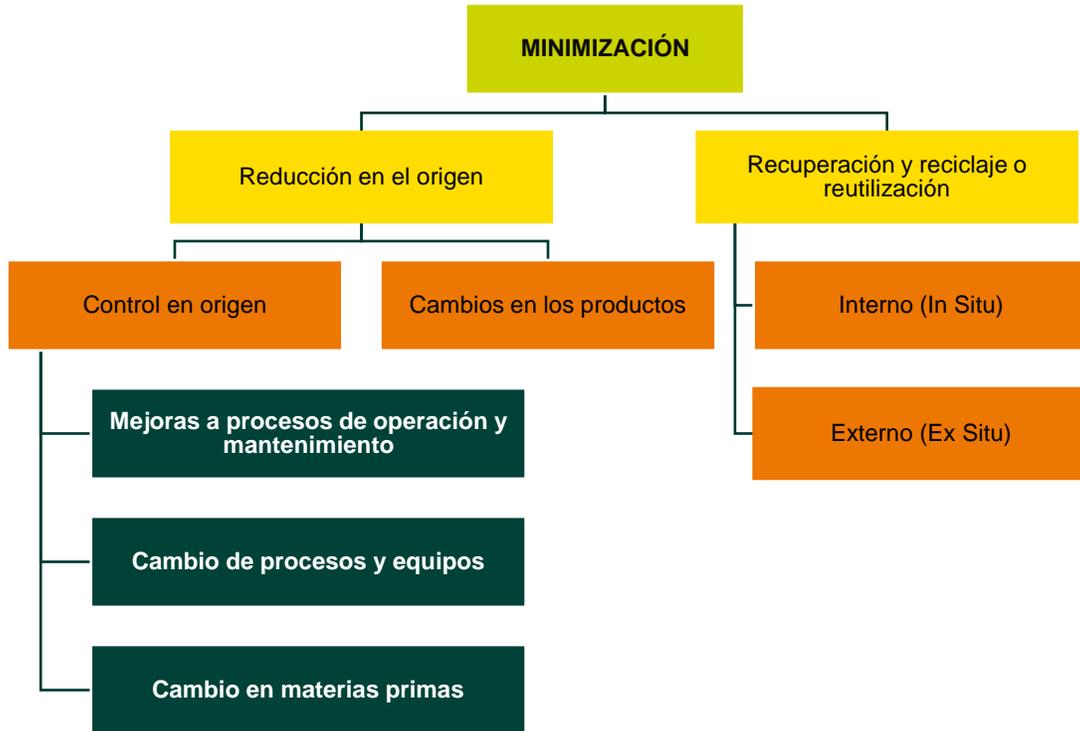
Fuente: (ECOPETROL S.A., 2014)

4.8.4.2.2 Minimización

La minimización comprende la adopción de medidas operativas y organizacionales que permitan disminuir (hasta niveles económicos y técnicamente factibles) en cantidad y peligrosidad los residuos generados, basándose en dos (2) aspectos fundamentales 1: La reducción en la fuente o en el origen

y la recuperación de materiales a través del reúso o reciclaje. ECOPETROL S.A., basa esta etapa en el esquema descrito en la **Figura 4.8-3**.

Figura 4.8-3 Alternativas de minimización de residuos Peligrosos y No Peligrosos



Fuente: (ECOPETROL S.A., 2017) modificado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Algunas de las alternativas para la minimización de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos que podrán ser tomadas por Área de Desarrollo Llanos 141 son las registradas en la **Tabla 4.8-7**.

Tabla 4.8-7 Medidas para la minimización en la generación de los residuos

ÁREA	OBJETIVO	ACCIÓN
Todas las áreas	Estructurar e implementar en la Gerencia el Programa de Minimización para la generación de residuos	Cuantificar los residuos peligrosos y no peligrosos generados en el Área de desarrollo Llanos 141 En caso de generarse residuos no identificados, proceder a la caracterización según lo indicado en el numeral 4.8.4.4 Buscar las alternativas de minimización y aprovechamiento de los residuos generados en los procesos de producción de crudo y gas Evaluar las mejores alternativas para la minimización de los residuos Definir indicadores y establecer metas para la minimización en la generación de residuos.
Administrativas	Fomentar el consumo de menos papel en la ejecución de los procesos de Ecopetrol, contribuyendo a la agilidad y competitividad de la organización	Establecer una cultura de consumo responsable de papel, lo cual busca que para las impresiones o escritura de información de poca importancia se utilice el papel ya impreso por una sola cara con contenidos inservibles o defectuosos Los sobres separadores, carpetas, entre otros, deberán reutilizarse hasta que cumplan su ciclo de vida útil.
Servicios	Minimizar la generación de bolsas	Las bolsas de color azul (vidrio, plástico y recipientes metálicos) y gris (papel y cartón) deberán re-usarse, siempre y cuando sea posible, y de acuerdo con el volumen de residuos que contengan.

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2014)

4.8.4.3 Generación

En esta etapa se lleva el control y el registro de todos (Reportar mensualmente al profesional ambiental de seguimiento, en los 10 primeros días calendario siguiente) los residuos que son generados en las diferentes áreas de la operación de Área de Desarrollo Llanos 141, este punto es fundamental, ya que sirve como indicador de la efectividad de las primeras etapas de la gestión integral de residuos sólidos. Además de cumplir con los registros se debe tener en cuenta:

- Residuos radiactivos: contar con mecanismos para la detección de radiactividad con el fin de evitar entregar a terceros residuos contaminados con algún nivel de radiactividad.
- Residuos con Sustancias Agotadoras de Ozono SAO: el Instructivo para reporte de información sobre Sustancias Agotadoras de Ozono –SAO en Ecopetrol S.A.
- Residuos con Bifenilos Policlorados PCB: cumplir con las demás obligaciones derivadas de la Resolución 222 de 2011 respecto a la gestión de residuos o desechos y seguir la Guía para el manejo de Bifenilos Policlorados –PCB de Ecopetrol S.A.

Por su parte el generador es responsable de los residuos peligrosos que él genere. La responsabilidad se extiende a sus efluentes, emisiones, productos y subproductos, empaques que lo contienen, por todos los efectos ocasionados a la salud y al ambiente. La responsabilidad integral del generador subsiste hasta que el residuo o desecho peligroso sea aprovechado como insumo o dispuesto con carácter definitivo.

Así mismo el generador continuará siendo responsable en forma integral por los efectos ocasionados a la salud o al ambiente, de un contenido químico o biológico no declarado al receptor y a la autoridad ambiental.

4.8.4.4 Selección y separación

En esta etapa cada área de negocio, previa identificación del residuo debe realizar procesos de selección y separación con cada uno de los residuos generados. Este proceso garantiza las condiciones adecuadas de los residuos que se puedan aprovechar, evitando transferir características de peligrosidad a un residuo que no lo es; en este sentido, se debe hacer buen uso de los contenedores dispuestos en los puntos ecológicos y de acopio, acogiéndose al código de colores establecido por Ecopetrol S.A.

4.8.4.4.1 Segregación de residuos sólidos

La actividad de segregación y separación de los residuos sólidos es realizada desde las áreas donde se generan, con la finalidad de evitar la contaminación de residuos aprovechables y dar una mejor gestión a los residuos sólidos. La clasificación es realizada mediante un sistema de colores dependiendo del tipo y clasificación del residuo.

La cantidad de canecas que se ubiquen en las áreas depende del tipo y cantidad de residuos que se generen, es decir, en el punto ecológico y/o de acopio no es estrictamente necesario que se mantengan 5 contenedores. En la **Tabla 4.8-8**, se observa el código de colores para la segregación en la fuente de los residuos sólidos generados, donde cabe mencionar que esta es solo para los residuos sólidos que por su tamaño y cantidad puedan ser embalados o contenidos en canecas y bolsas.

Tabla 4.8-8 Segregación de los residuos sólidos por sistema de colores

COLOR CONTENEDOR	SEGREGACIÓN EN LA FUENTE / RESIDUOS	COLOR BOLSA
	Residuos orgánicos aprovechables (Incluye: restos de comida cruda como cascara de frutas y verduras, pan, restos de café, residuos de poda y corte de arboles)	
	Residuos no aprovechables (Incluye: papel higiénico, toallas de mano, paños húmedos, servilletas, papeles y cartones contaminados con comida, papeles metalizados, papeles encerados elementos de protección personal para prevención del COVID - 19)	
	Residuos aprovechables tales como plástico, vidrio, metales, papel y cartón	Blanca
	Residuos impregnados de hidrocarburos Para el transporte deberá asegurarse que estas canecas lleven sus tapas con anillo para cierre hermético	Transparente
	Residuos de atención medica	

Fuente: (Guía para el Manejo Integral de Residuo y Basura Cero en Ecopetrol S.A., 2022)

Figura 4.8-4 Código de colores y clasificación de residuos

Bolsa			Blanca	Transparente	
Caneca y etiqueta	Caneca plástica VERDE o metálica donde aplique pintada de color VERDE, con bolsa interna VERDE , con su etiqueta Residuos Orgánicos Aprovechables .	Caneca plástica NEGRA o metálica donde aplique pintada de color NEGRO, con bolsa interna NEGRA , con su etiqueta Residuos No Aprovechables .	Caneca plástica GRIS o metálica donde aplique pintada de color GRIS, con bolsa interna BLANCA , con su etiqueta Residuos Aprovechables .	Canecas plástica AZUL o metálica donde aplique pintada de color AZUL, con bolsa interna de polietileno de alta densidad TRANSPARENTE con su etiqueta Residuos Peligrosos Impregnados de Hidrocarburo .	Caneca plástica ROJA con bolsa interna ROJA para ser utilizadas únicamente en Policlínica, CAPA y/o Enfermerías.



Fuente: (Guía para el Manejo Integral de Residuo y Basura Cero en Ecopetrol S.A., 2022)

4.8.4.5 Clasificación y caracterización

Se debe tener en cuenta según lo establecido en la guía para el Manejo Integral de residuos y basura cero de Ecopetrol S.A., que en esta fase se debe asegurar la ejecución de las siguientes actividades:

- Clasificar los residuos que no se encuentren en el Catálogo a través de la información técnica (ficha de datos de seguridad, insumos de proceso, balance de masa) y los Anexos I y II del Título 6 del Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015.
- Para residuos hospitalarios y similares debe tenerse en cuenta el Plan de gestión integral de residuos generados en la atención en salud y otras actividades (PGIRASA) - HSE-L-085.
- Realizar caracterización analítica si es requerido según la Resolución 0062 de 2007 – IDEAM – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de acuerdo con los apartados para el muestreo y análisis de las características peligrosas:
 - Protocolos Metodológicos para Corrosividad
 - Protocolos Metodológicos para Reactividad
 - Protocolos Metodológicos para Explosividad
 - Protocolos Metodológicos para Toxicidad
 - Protocolos Metodológicos para Inflamabilidad

4.8.4.6 Envase, etiquetado y rotulado

En esta etapa se realiza el embalaje para el debido transporte y manejo de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, así como su debido rotulado para la identificación y definición de medidas en casos de contingencia. A continuación, se detallan cada una de estas etapas necesarias.

4.8.4.6.1 Envase

Para el envase se deben escoger elementos o materiales aptos para lograr el confinamiento del residuo, de manera que se facilite el acopio, almacenamiento y transporte de este, evitando fugas, que se exponga al medio ambiente y pueda reaccionar o degradarse en elementos u otras sustancias peligrosas. Además, debe garantizar la conservación del estado del residuo durante el almacenamiento y transporte. En la **Tabla 4.8-9** y **Tabla 4.8-10**, se presentan los tipos de embalajes y cuáles de estos deben ser rotulados dependiendo del residuo sólido generado.

Tabla 4.8-9 Segregación, empaque/embalaje y rotulado de residuos no peligrosos

TIPO DE RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	SEGREGACIÓN		TIPO DE ENVASE O EMPAQUE	TIPO DE EMBALAJE	ROTULADO	
		MANUAL	MECÁNICA			APLICA	NO APLICA
NO PELIGROSO	Residuos orgánicos	X		Bolsa plástica, de acuerdo con el código de colores	Opcionalmente contenedor plástico		X
	No reciclables	X		Bolsa plástica, de acuerdo con el código de colores	Opcionalmente contenedor plástico		X
	Reciclables	X		Bolsa plástica, de acuerdo con el código de colores	Opcionalmente contenedor plástico		X
	Bolsas de cemento y Cal	X		No aplica	Se deben formar pacas de tamaño manejable para el transporte. Rotulado con marcador industrial	X	
	Chatarra metálica	X		Para el caso de piezas metálicas pequeñas, utilizar canecas metálicas o plásticas	En caso de empacar en canecas metálicas o plásticas, transportar el residuo en el empaque utilizado. Rotulado aplica para el caso de utilizar como envase canecas metálicas o plásticas	X	

TIPO DE RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	SEGREGACIÓN		TIPO DE ENVASE O EMPAQUE	TIPO DE EMBALAJE	ROTULADO	
		MANUAL	MECÁNICA			APLICA	NO APLICA
NO PELIGROSO	Plásticos (Zunchos plásticos)	X		Si el residuo está en pedazos pequeños, almacene en tambor metálico o plástico con tapa removible.	Transportar el residuo en el empaque utilizado. Rotularse con marcador industrial	X	
	Llantas y neumáticos	X		No aplica	No aplica		X
	Protectores de varilla y tubería	X		Sacos de polipropileno	Transportar el residuo en el empaque utilizado. Rotularse con marcador industrial	X	
	Transformadores no reparables	X		No aplica	No aplica		X
	Lijas gastadas	X		Bolsas Plásticas	Transportar el residuo en el envase utilizado. Rotulado de bolsa con marcador industrial	X	
	Madera	X		No aplica	No aplica		X
	Gratas (taller latonería)	X		Caneca metálica	Transportar el residuo en el envase utilizado	X	
	Canecas metálicas	X		No aplica	No aplica		X
	Perlita	X		Big bags. Si el residuo está en polvo o pedazos pequeños, almacenar en tambor metálico con tapa removible	Transportar el residuo en el empaque utilizado. Rotularse con marcador industrial	X	
	Fibra de Vidrio	X		Tambores metálicos o de cartón sellados de tapa removible, estibados.	Transportar el residuo en el envase utilizado	X	
	Refrigerantes sin gas	X		No aplica	Cajas de Cartón	X	
	Luminarias sin Mercurio	X		Cajas originales o en contenedores	Opcionalmente embale las cajas en canecas plásticas o bidones para facilitar el transporte.	X	
	Ripios de cañoneo	X		Caneca metálica	Transportar el residuo en el envase utilizado	X	
Cables de cobre	X		Caneca metálica	No Aplica	X		

Fuente: (ECOPEPETROL S.A., 2014)

Tabla 4.8-10 Segregación, empaque/embalaje y rotulado de residuos peligrosos

TIPO DE RESIDUOS	NOMBRE DEL RESIDUO	SEGREGACIÓN		TIPO DE ENVASE O EMPAQUE	TIPO DE EMBALAJE	ROTULADO	
		MANUAL	MECÁNICA			APLICA	NO APLICA
PELIGROSOS	Elementos impregnados con hidrocarburo	X		Bolsas plásticas cerradas de acuerdo con el código de colores y ubicar dentro de canecas metálicas de tapa desmontable.	Transportar en el empaque correspondiente; si el volumen a transportar es menor que la capacidad de una bolsa plástica se puede transportar en la bolsa.	X	
	Lodos aceitosos		X	Piscinas impermeabilizadas que eviten la infiltración	Carrotanque	X	

TIPO DE RESIDUOS	NOMBRE DEL RESIDUO	SEGREGACIÓN		TIPO DE ENVASE O EMPAQUE	TIPO DE EMBALAJE	ROTULADO	
		MANUAL	MECÁNICA			APLICA	NO APLICA
PELIGROSOS	Mezcla y emulsiones de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.		X	Piscinas impermeabilizadas que eviten la infiltración	Carrotanque	X	
	Tierras contaminadas con hidrocarburos			Áreas impermeabilizadas que eviten la infiltración	Vehículo impermeabilizado (Geomembrana)	X	
	Cortes de perforación		X	Piscinas impermeabilizadas que eviten la infiltración	Carrotanque.	X	
	Aceite usado	X		Canecas metálicas de tapa no desmontable, o en el caso de volúmenes grandes, en un tanque superficial.	Transportar el residuo en el envase utilizado, tanques o en carrotanques según el volumen.	X	
	Tubos Fluorescentes y bombillas de iluminación	X		En las cajas originales donde vienen los nuevos tubos fluorescentes y bombillas, exceptuando aquellas lámparas que hayan sufrido daños en su estructura física (grietas o roturas). Las lámparas usadas rotas o con algún daño físico deben envasarse en doble bolsa o envases plásticos cerrados (por ejemplo, canecas plásticas de tapa removible)	Transportar en el empaque correspondiente.	X	
	Baterías Plomo ácido	X		Las baterías en mal estado que hayan sufrido rotura de su carcasa plástica deberán empacarse en canecas plásticas de tapa removible con aro de seguridad, estas canecas deberán estar tapadas, para su transporte.	Estibas de plástico o de madera. En caso de ser necesario, los bornes podrán ser envueltos con cinta aisladora o las baterías colocadas en bolsas plásticas individuales.	X	
	Baterías Níquel-Metal	X		Empacar las pilas por separado en bolsa de polietileno y luego en envase de plástico rígido. Las baterías con daños físicos en la carcasa deben empacarse primero en una bolsa plástica y después depositarse en las cajas plásticas junto con las demás baterías	Cajas de cartón (código UN 4G) de un tamaño adecuado para que quepan aproximadamente 100 baterías por caja.	X	
	Baterías cadmio-Níquel	X		Empacar las pilas por separado en bolsa de polietileno y luego en envase de plástico rígido. Las baterías con daños físicos en la carcasa deben empacarse primero en una bolsa plástica y después depositarse en las cajas plásticas junto con las demás baterías	Cajas de cartón (código UN 4G) de un tamaño adecuado para que quepan aproximadamente 100 baterías por caja.	X	
Equipos Y Aceites Dieléctricos Con PCB	X		Cajas de cartón	Embalar las cajas sobre estibas	X		

TIPO DE RESIDUOS	NOMBRE DEL RESIDUO	SEGREGACIÓN		TIPO DE ENVASE O EMPAQUE	TIPO DE EMBALAJE	ROTULADO	
		MANUAL	MECÁNICA			APLICA	NO APLICA
PELIGROSOS	Refrigeración con Gas	X		Cajas de cartón o madera	Embalar las cajas sobre estibas	X	
	Filtros usados (Aceite y combustible)	X		Canecas plásticas o metálicas de tapa desmontable	Transportar en el tipo de envase correspondiente.	X	
	Chatarra eléctrica y electrónica	X		En cajas de cartón	Cajas de cartón y/o en tambores plásticos, metálicos sellados	X	
PELIGROSOS	Filtros de aire	X		No aplica	Canecas metálicas o plásticas	X	
	Material aislante	X		Tambores metálicos o de cartón sellados de tapa removible, estibados.	No aplica	X	
	Elementos con contenido de asbesto	X		Bolsas, plásticas y posteriormente envasado en tambores metálicos con tapa hermética y anillo de seguridad.	Transportar en el empaque correspondiente.	X	
	Envases vacíos de productos químicos contaminados	X		Caja de cartón para envases pequeños	Los envases que requieren embalaje son aquellos de tamaño pequeño como los recipientes de reactivos e insumos de laboratorios, estos se deben embalar en cajas de cartón	X	
	Productos químicos fuera de especificaciones	X		De acuerdo con la hoja de seguridad.	De acuerdo con la hoja de seguridad	X	
	Tóner y cartuchos	X		Caja de cartón	Transportar en las cajas de cartón donde se almacena.	X	
PELIGROSOS	Residuos de caucho	X		Costales	No aplica. Rotularse con marcador industrial	X	
	Residuos Hospitalarios	X		Bolsas rojas	Realizar el transporte interno en contenedores adecuados y destinados para tal fin.	X	
	Lodos producto mantenimiento Sistemas sépticos	X		No aplica	Camión hermético		X
	Canecas y tambores metálicas contaminados	X		No aplica	No aplica	X	
	Canecas y tambores plásticos contaminados	X		No aplica	No aplica	X	
	Mechas, detonadores y tiros dañados	X		Cajas de cartón (no se puede empacar en la misma caja, todos los residuos, se debe contar con una caja para cada uno de estos residuos. La mezcla de estos residuos produce riesgos de explosión)	Transportar en el tipo de empaque correspondiente (Polvorin)	X	

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2014)

4.8.4.6.2 Rotulado

El etiquetado y rotulado para los envases que contengan residuos peligrosos es fundamental para así saber cuál debe ser su disposición, manejo y acciones en caso de una contingencia que pueda poner en riesgo la salud humana o presentar un riesgo para el ambiente. Para el etiquetado y rotulado del residuo es indispensable conocer la naturaleza del residuo y sus características de peligrosidad. Esta información permite tomar precauciones durante el almacenamiento y transporte, teniendo en cuenta la incompatibilidad con otros residuos; las etiquetas deben cumplir la norma NTC 1692 “Transporte de mercancías peligrosas, clasificación, etiquetado y rotulado”. La etiqueta para el embalaje debe contener la información general del mismo, así como la clasificación de sustancias peligrosas según la ONU.

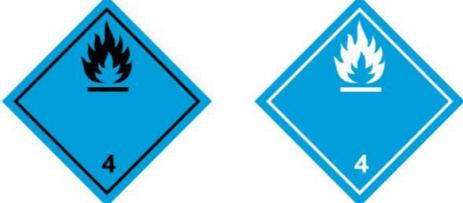
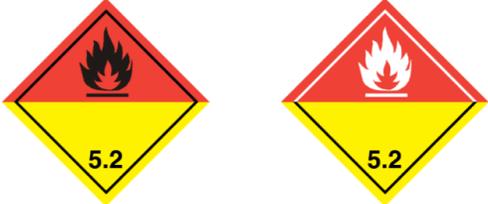
Figura 4.8-5 Prototipo de rotulado de residuos solidos

NOMBRE DEL RESIDUO UN: XXXX	
Datos de Almacenamiento	Clase Clasificación Peligrosidad ONU
Fecha: _____	
Planta: _____	
Proceso: _____	
Recipiente No. _____ De: _____	
Control de Exposición - Equipo de Protección Personal	
Ojos: _____	
Piel: _____	
Protección Respiratoria: _____	
Protección Especial: _____	
Medidas de Emergencia en Caso de Vertido Accidental	

Fuente: (Anexo 2 Almacenamiento de residuos, Ecopetrol S.A, 2022)

Tabla 4.8-11 Ejemplos de rótulos

CLASE	DESCRIPCIÓN	RÓTULO
2 Gases	División 2.3 Gases tóxicos	
3 Líquidos inflamables	-	

CLASE	DESCRIPCIÓN	RÓTULO
4	División 4.1 Sólidos inflamables	
4	División 4.2 Sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea	
4	División 4.3 Sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables	
5	División 5.1 Sustancias comburentes	
5	División 5.2 Peróxidos orgánicos	
6	División 6.1 Sustancias tóxicas	
6	División 6.2 Sustancias infecciosas	

CLASE	DESCRIPCIÓN	RÓTULO
7	Categoría I, II y III	
7 material radioactivo	Material fisionable	
8 sustancias corrosivas	-	
9 sustancias y objetos peligrosos varios	-	

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2014)

4.8.4.7 Almacenamiento

Adecuar en cada plataforma o locación, una caseta de almacenamiento temporal para los residuos sólidos convencionales (aprovechables y no aprovechables) y residuos peligrosos (líquidos y sólidos), en cumplimiento del Decreto 1077 de 2015 (Compila Decreto 2981 de 2013 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio) y del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, los cuales deberán ser independientes y contar con:

- Se ubicarán sobre una base impermeabilizada para evitar una posible contaminación del suelo por los lixiviados.
- Estructuras techadas para impedir que los residuos entren en contacto con la lluvia y la acción directa del sol para evitar la progresiva degradación de estos y consecuente proliferación de vectores infecciosos.
- Se deberán separar en la fuente los residuos convencionales almacenados mediante el uso de recipientes de tres cuerpos identificados por tipo de residuo, que cumplan con el código de colores establecido en la Resolución 2184 de 2009, y almacenar los residuos peligrosos en contenedores que cumplan con las condiciones establecidas en el Título 6, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 o aquella que la modifique, derogue o sustituya.

- El retiro de los residuos será con una frecuencia semanal para ser llevados a facilidades centrales.
- Sistema de diques y cunetas perimetrales para los residuos líquidos.
- Condiciones óptimas o sistemas que permitan la ventilación e iluminación.
- Sistemas de prevención y control de incendios.
- Kits antiderrames (para el almacenamiento de residuos líquidos peligrosos)
- Señalización.
- Los recipientes empleados para el almacenamiento de los residuos deberán ser identificados por tipo de residuo y permitir su fácil limpieza.
- Sistema de pesaje de los residuos sólidos

Dichas medidas locativas permiten prevenir cualquier impacto a la salud o el medio ambiente y serán las únicas áreas habilitadas y autorizadas para el almacenamiento de los residuos (**El cumplimiento de estas, será soportado a través de los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA**). Se deberá tener en cuenta las consideraciones generales sobre el almacenamiento de residuos (**Anexo 4_Uso_aprovechamiento_RN, 4.8_Residuos_Sólidos, 4.8_1 HSE-F-004 Guía para el manejo integral de residuos y basura cero, Anexo 2 Almacenamiento de residuos**), entre las cuales se evalúan los siguientes aspectos:

- Alejado de zonas con elevado tránsito de personal y de fuentes de captación de agua potable.
- Con espacio interior libre que facilite la movilidad de los residuos.
- Fácil acceso para cargue, movimientos internos y transporte y para la atención de emergencias.
- La instalación debe cumplir con las normas técnicas Colombianas de Diseño y Construcción Sismos Resistentes
- Con piso impermeable, liso y libre de grietas.
- Debe tener un desnivel en dirección a una trampa colectora y bordillo perimetral para recolección de líquidos.
- Protegido de la intemperie y la lluvia (bajo techo para el caso de bodegas de almacenamiento temporal de los residuos).
- El techo debe tener canaletas de recolección de aguas lluvias y a su vez impedir la entrada de éstas al sitio (aplica para el caso de bodegas de almacenamiento temporal de los residuos).
- Con ventilación natural y espacio abierto entre la parte superior de los muros y el techo (aplica para el caso de bodegas de almacenamiento temporal de los residuos).
- Dotados con extintores o sistemas contra incendios.
- Debe contar con salidas de emergencia.
- Las salidas de emergencia deben estar debidamente señalizadas
- Dotados con equipos básicos para atención de emergencias.
- Señalizado exteriormente como almacenamiento de residuos.
- Señalizado en cada división interna con los rombos de seguridad de acuerdo con el residuo.
- Estibado de unidades de embalaje (No aplica para los lodos aceitosos, suelos contaminados y material vegetal contaminado que se almacenan en piscinas desinadas para tal fin).
- Sistema de aislamiento para residuos incompatibles.
- Con una capacidad de almacenamiento definida.
- Sin exceder su capacidad de almacenamiento.
- El lugar debe contar con puerta para restringir el ingreso de animales y personal no autorizado (para el caso de los lodos aceitosos, suelos contaminados y material vegetal contaminado que se almacenan en piscinas desinadas para tal fin, en su lugar, aplica tener un cerramiento perimetral).
- Cada centro de almacenamiento temporal deberá contar con los equipos y herramientas necesarias para la manipulación de los residuos.

- La selección de la geomembrana para la impermeabilización de las áreas de almacenamiento de lodos aceitosos, suelos contaminados y material vegetal contaminado con hidrocarburo debe ser tal que garantice la protección del suelo, evite procesos de socavación y facilite la rápida evacuación de aguas lluvias.

4.8.4.7.1 Requerimientos de gestión

- Cada residuo de acuerdo con su clasificación debe estar embalado y almacenado de manera independiente.
- En el caso de la chatarra metálica ferrosa y no ferrosa, ésta se acopiará en patios de chatarra y bodegas de excedentes de las áreas.
- En las áreas de almacenamiento de residuos se debe realizar un pesaje de los residuos que lleguen al sitio con el ánimo de llevar un control más riguroso de la generación de los mismos en las diferentes áreas.
- Se debe contar con las hojas de datos de cada residuo, instructivos y procedimientos sobre emergencias.
- Se debe contar con la matriz de compatibilidad que asegure el almacenamiento seguro de los residuos.
- Se debe llevar un control de inventarios de todos los residuos.
- No se debe almacenar en el mismo espacio residuos peligrosos con no peligrosos.
- Se debe asegurar que los envases no sobrepasen su capacidad y que estén debidamente rotulados.

Para aquellos proyectos donde sus actividades sean de corta duración y no se cuente con áreas permanentes para el almacenamiento de residuos sólidos, se adecuarán casetas, las cuales se denominarán puntos ecológicos; estas deberán contar con recipientes con tapa, de material resistente a la intemperie y con los colores establecidos por el código de colores que se relacionan en el presente documento, así mismo se deberán rotular con el contenido de cada una, con el fin de garantizar la debida segregación in situ de los residuos generados.

En caso de realizar el manejo integral de residuos por medio de un tercero, este debe contar con la respectiva licencia ambiental para la recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos, así como los respectivos planes de contingencia aprobados por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área Especial La Macarena – CORMACARENA - y así mismo ponerse en conocimiento de las Autoridades Ambientales competentes por las cuales se encuentran evaluadas las rutas en el respectivo plan. Estos residuos se cuantificarán en las áreas donde se desarrollan las actividades, en el sitio donde se ubicarán los puntos ecológicos y deberá realizarse el pesaje por medio de básculas para el adecuado control.

En la **Tabla 4.8-16** se presenta información de utilidad en cuanto a posibles gestores aledaños identificados, (se procederá a contactar el/los idóneo(s) en caso de llegarse a requerir del servicio de terceros), información obtenida mediante consulta en geovisor de CORMACARENA.

4.8.4.7.2 Almacenamiento de residuos sólidos industriales

Igual como sucede para los residuos sólidos domésticos, para la gestión completa y adecuada de los residuos sólidos industriales es necesario la identificación de los puntos o fuentes de generación de residuos y determinar sus cantidades aproximadas para establecer un control apropiado y poder reducir en la fuente, logrando un ahorro de recursos y la minimización de impactos al ambiente. Además, se deben almacenar temporalmente los residuos de acuerdo con la norma Guía Técnica Colombiana GTC24 teniendo en cuenta el tipo de residuo y su clasificación previa, identificando los respectivos recipientes.

A continuación, la **Tabla 4.8-12** presenta la información sobre el almacenamiento de los residuos sólidos industriales a generar por el proyecto:

Tabla 4.8-12 Manejo de los residuos sólidos industriales

RESIDUO	DESCRIPCIÓN	ALMACENAMIENTO
Empaques, envases y embalajes libres de productos contaminantes	Materiales diversos (metal; papel; cartón; plástico; madera) asociados a la presentación de los insumos y otras compras del proyecto.	Estos residuos serán manejados como reciclables y serán almacenados de la misma forma descrita para los residuos sólidos domésticos reciclables.
Empaques, envases y embalajes contaminados	Papel y cartón de las bolsas y sacos usados como empaque de químicos, cementos, fluidos de completamiento y tratamiento de agua	Almacenamiento temporal
Chatarra	Partes y piezas de equipo, tuberías, láminas, entre otros.	Estos residuos se deberán apilar a un costado de la caseta de almacenamiento de residuos. Los materiales que no se reutilicen en las actividades propias del proyecto se almacenarán temporal.
Canecas, galones, baldes	Tambores metálicos y pimpinas contaminados con productos químicos o con lubricantes.	Serán almacenados temporalmente en la caseta de residuos sólidos. Aquellos recipientes de lubricantes y demás productos que se puedan derramar o en las que se coloque el aceite usado, podrán colocarse dentro del área confinada del tanque de combustible.
Baterías de vehículos y maquinaria	Contienen ácido diluido y se fabrican con láminas de plomo.	Estos residuos se almacenarán temporalmente en un recipiente debidamente identificado y posteriormente deberán devolverse a los proveedores como parte de un plan posconsumo. (Resolución No. 0372 de 2009 Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Usadas Plomo Ácido).
Baterías secas	Utilizadas en equipos de comunicación o en aparatos electrónicos. Algunas contienen metales pesados.	Estos residuos se almacenarán temporalmente en un recipiente debidamente identificado
Filtros	De aire, combustible o aceite, utilizados por los vehículos y algunos equipos industriales, generalmente contaminados con hidrocarburos.	Cuando sea posible, se separará el componente fibroso del metálico. El componente fibroso de los filtros deberá ser recogido de canecas de 55 galones, debidamente rotulados. El marco metálico podrá incorporarse a la chatarra para su manejo y disposición final.
Partes eléctricas	Herrajes, cable, tableros, controles, balastros, etc. Algunos de estos materiales son reciclables o recuperables.	Para el manejo de estos residuos, se separarán aquellos reutilizables o reciclables de aquellos que no lo son. Los reciclables se adherirán al manejo y disposición final adoptado para este tipo de residuos, mientras que aquellos que se deban desechar serán almacenados temporalmente en la caseta de residuos.
Partes eléctricas especiales	Arrancadores, transformadores, interruptores de potencia y otros elementos con aceite dieléctrico.	Almacenamiento temporal en un recipiente debidamente identificado.
Correas, empaques, sellos, prensa, estopas y textiles contaminados con hidrocarburos	Son residuos que por su función han entrado en contacto con aceites u otros hidrocarburos.	Su almacenamiento se hará en contenedores debidamente marcados para su posterior incineración a través de un tercero que cuente con los permisos ambientales vigentes para el transporte, tratamiento y disposición final de los mismos.
Marranos	Dispositivos que son utilizados para limpieza de las líneas de flujo.	Debido a que estos residuos se encuentran contaminados con aceites e hidrocarburos, se debe realizar su recolección en el punto de generación.
Grasa mecánica	Residuos de grasa que se producen durante el mantenimiento de equipos y maquinaria al servicio del proyecto.	Su almacenamiento temporal se hará en contenedores específicos debidamente señalizados en la caseta de residuos sólidos.

RESIDUO	DESCRIPCIÓN	ALMACENAMIENTO
Colillas de soldadura	Se generan en trabajos de soldadura, especialmente en el montaje de tanques y líneas de flujo.	Deberán ser recolectadas y almacenadas temporalmente al interior de las instalaciones
Escombros de construcción y partes de tubos desechados	Materiales de demolición o materiales de construcción no utilizables, y partes de tubos de diferente diámetro que han sido desechados	Esto residuos serán almacenados en las ZODMES definidas por el proyecto.
Residuos de laboratorio	Envases de productos químicos, papel contaminado con HCs, vidriería, etc.	Estos residuos deberán separarse según sus características. De esta manera, los envases de productos químicos serán almacenados y posteriormente devueltos al proveedor; el papel contaminado con hidrocarburos será entregado a una empresa autorizada para su manejo y disposición final (incineración); por último, la vidriería será incorporada a la cadena de reciclaje siempre que se encuentre libre de contaminantes patógenos o nocivos, o entregado a un tercero autorizado para su disposición final.
Suelos Contaminados	Tierra contaminada por derrames de hidrocarburos o de productos químicos utilizados en la operación.	En caso de presentarse este tipo de residuo, deberá ser recogido y almacenado temporalmente al interior de las instalaciones del proyecto
Lodos y cortes de perforación	Lodo descartado del sistema activo de perforación y roca extraída del subsuelo durante la perforación.	<p>Los lodos base agua descartados se enviarán al sistema dewatering para su deshidratación y posteriormente serán enviados al catch tank de cortes para su almacenamiento. Por su parte, el corte base agua provenientes del sistema de control de sólidos se recogerán y enviarán directamente a un catch tank para su almacenamiento. En esta unidad se puede realizar también la mezcla para su deshidratación o ser enviado a la piscina de mezcla del clúster.</p> <p>Posteriormente se envían estos residuos a la piscina de cortes para su deshidratación final mediante la adición de cal, luego serán almacenados temporalmente (en el clúster o en el centro de acopio) y finalmente se serán dispuestos en Zodmes o utilizados como material para cierre de piscinas.</p> <p>Adicionalmente como medida alterna para tratamiento de lodos de perforación en base agua se tiene contemplado el proceso de deshidratación de cortes mediante el sistema de secado Q. Drying Kiln, en donde los cortes son sometidos a llama directa con el fin de incrementar la temperatura y alcanzar el punto de ebullición del agua, produciendo una deshidratación del corte y por ende su reducción en volumen y humedad. Finalmente, los cortes deshidratados mediante el sistema de calentamiento son almacenados temporalmente (catch tank de 90 bbl) para luego ser cargados y enviados a su sitio de disposición final.</p> <p>En caso de que el Área de desarrollo genere los lodos base aceite, estos se almacenarán temporalmente en un área impermeabilizada para evitar la infiltración donde se podrá realizar un pretratamiento previo para posteriormente ser entregados a terceros que posean las respectivas licencias ambientales para prestar el servicio de transporte y disposición final de estos residuos.</p>

RESIDUO	DESCRIPCIÓN	ALMACENAMIENTO
Lodos aceitosos	Lodos del mantenimiento de tanques, vajijas, entre otros. Específicamente para la actividad de almacenamiento de crudo en tanques, se generan los lodos aceitosos o borras como consecuencia del estado de reposo del fluido y la acción de la gravedad, que genera precipitación de compuestos pesados como parafinas, asfaltenos, entre otros. Con el tiempo, al unirse estos residuos con las sustancias contaminantes se van sedimentando, asumiendo una consistencia viscosa y pastosa en el fondo de los tanques.	Como una alternativa, estos residuos serán almacenados en canecas de 55 galones y posteriormente entregados a terceros que cuenten con las autorizaciones requeridas para su manejo y disposición final. Como alternativa adicional para el caso específico de las borras provenientes del mantenimiento de tanques de almacenamiento de crudo, u otros equipos/infraestructura donde se produzcan residuos del mismo tipo, Ecopetrol podrá utilizar la opción de manejo por medio del proceso de Fluidización de borras y recuperación de hidrocarburos de tanques de almacenamiento, proceso desarrollado por la misma empresa y el Instituto Colombiano del Petróleo, mediante el cual se logra realizar el retiro de todo el material depositado en el fondo de los tanques, y adicionalmente recuperar el hidrocarburo que hacía parte de las borras. Esto permitirá reducir el volumen de lodos aceitosos generados que se requieran entregar a terceros, y aumentar el recobro de hidrocarburos, maximizando la eficiencia.
Otros lodos	Residuos sólidos de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, pozos sépticos, etc., con alto contenido de materia orgánica e importante carga bacteriana.	Estos residuos serán tratados en lechos de secado u otro sistema que permita su deshidratación y desinfección.
Residuos radiactivos	Materiales radiactivos provenientes de la actividad de toma de registro del pozo y de la inspección de líneas de flujo y tanques.	Para los residuos radiactivos que se generen durante el registro de pozos, la empresa contratista, bajo supervisión de Ecopetrol S.A., deberá realizar el manejo, transporte y disposición final de estos residuos. Por su parte, para los residuos radiactivos generados en las labores de inspección de líneas de flujo y tanques de almacenamiento, Ecopetrol S.A. deberá recolectar estos residuos y almacenarlos temporalmente en una zona especialmente adaptada para este fin.

Fuente: (EIA CP 50K CPO-09 modificación, Ecopetrol S.A., 2015) *adoptado por* (Antea Colombia SAS, 2023)

4.8.4.7.3 Almacenamiento de residuos sólidos domésticos

La **Tabla 4.8-13** presenta la descripción del almacenamiento que se le debe dar a los residuos sólidos domésticos producidos en Llanos 141.

Tabla 4.8-13 Almacenamiento de los residuos sólidos domésticos

TIPO DE RESIDUO	DESCRIPCIÓN	ALMACENAMIENTO
Residuos Sólidos Orgánicos	Residuos caracterizados por su alto volumen de producción y su alto impacto medioambiental debido principalmente a su alto contenido de materia orgánica inestable e inmadura, minerales, fitotoxinas y patógenos vegetales. Entre estos se encuentran las lavazas, cáscaras de alimentos, frutas y verduras en descomposición y grasas animales. Estos se pueden descomponer por medio de la acción de microorganismos, a través de sistemas aerobios o anaerobios. Los residuos orgánicos provenientes de alimentos no podrán ser entregados a la comunidad para su aprovechamiento.	Se almacenarán temporalmente en bolsas dentro de recipientes de color negro debidamente cubiertos y marcados.

TIPO DE RESIDUO	DESCRIPCIÓN	ALMACENAMIENTO
Residuos Sólidos Reciclables	<p>Son residuos que por sus características pueden ser reincorporados a diferentes procesos productivos como materia prima y mediante su transformación generan nuevos artículos de consumo, o simplemente pueden ser reutilizados (sin transformarse) para diferentes actividades.</p> <p>Están representados principalmente por plásticos, papel, cartón, madera no contaminada, envases de vidrio, latas de aluminio y otros metales.</p>	<p>La separación de estos materiales se realizará en la fuente y se colocarán en recipientes debidamente identificados. La clasificación de colores para la separación de los residuos reciclables según su origen será la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recipiente Gris: plástico, vidrio, metales, papel y cartón <p>Estos recipientes serán ubicados en la zona de alojamiento, casino, oficinas y zonas de operación, realizando la separación en la fuente según el tipo de residuos.</p> <p>Los residuos reciclables generados se acopiarán en la caseta de almacenamiento temporal de residuos; una vez se alcance una cantidad representativa serán entregados a asociaciones de recicladores o fundaciones de los centros poblados cercanos que se encuentren legalmente constituidas y cumplan con los requerimientos ambientales y de ley para realizar la actividad de reciclaje.</p>
No Reciclables	<p>Estos residuos se caracterizan por no tener valor dentro de procesos productivos, o su transformación tiene costos económicos o ambientales superiores a su costo de disposición final. Entre estos se encuentran el icopor, algunos plásticos, papel y cartón impregnados de otros residuos, bolsas de alimentos, servilletas, toallas de papel, residuos sanitarios, etc.</p>	<p>Estos residuos serán separados en la fuente y depositados en el recipiente de color negra, para luego ser almacenados temporalmente en la caseta de almacenamiento.</p>
Incinerables	<p>Estos residuos, por sus condiciones, pueden tener características patógenas donde la única alternativa segura de disposición final es la incineración; entre estos se encuentran las toallas higiénicas, madera y recipientes contaminados.</p>	<p>El manejo corresponde a su almacenamiento temporal en contenedores para luego ser entregados a un tercero que realice la actividad de incineración.</p>
Peligrosos	<p>Son aquellos residuos provenientes de establecimientos donde se practique atención humana con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento, rehabilitación, inmunización o pruebas biológicas, que pueden llegar a alterar la salud humana por su contenido de microorganismos patógenos o que sus características fisicoquímicas pueden generar problemas de salud a las personas o al ambiente por su contacto o exposición. Entre estos se encuentran los residuos cortopunzantes (agujas, cuchillas, escalpelos), bajalenguas, jeringas, pañuelos, vendas, gasas, algodón, frascos de medicamentos, entre otros.</p> <p>Igualmente, hacen parte de este grupo residuos como pilas, tonner de impresión y bombillos.</p>	<p>Con relación a los residuos de origen de tratamiento médico, estos residuos que se generan en un volumen muy pequeño deben ser almacenados en recipientes de color rojo, y posteriormente ser entregados a una empresa que cuente con los permisos ambientales vigentes para el manejo y disposición final de este tipo de residuos.</p> <p>Por otra parte, los residuos relacionados con baterías, tonners, entre otros, podrán ser almacenados temporalmente y devueltos al proveedor, o entregados a un tercero que cuente con los permisos requeridos para realizar su manejo y disposición final.</p>

Fuente: (EIA CP 50K CPO-09 modificación, Ecopetrol S.A., 2015) adoptado por (Antea Colombia SAS, 2023)

Tal como se mencionó anteriormente, cada residuo debe ser depositado en un lugar definido para su almacenamiento temporal de acuerdo con la norma Guía Técnica Colombiana GTC 24, y posteriormente ser llevado a una caseta destinada para tal fin. A manera general, el sitio de almacenamiento temporal deberá estar ubicada sobre una placa de concreto impermeabilizada, provista de techo (teja o zinc) y cerramiento para evitar el ingreso de animales, el área deberá contar además con sistema para la recolección de posibles lixiviados, lo mismo que con compartimientos individuales que permitan la clasificación acorde con el código de colores que se adopte para cada tipo de residuo. Los colores para la clasificación de residuos se muestran en la **Tabla 4.8-8**.

Los residuos sólidos peligrosos e incinerables que se generen, se deben almacenar temporalmente de acuerdo con la norma Guía Técnica Colombiana GTC24 teniendo en cuenta el tipo de residuo y previa clasificación, identificando los respectivos recipientes, tal y como se puede apreciar en la **Figura 4.8-6**.

Figura 4.8-6 Recipientes para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos peligrosos



Fuente: (Guía para el Manejo Integral de Residuo y Basura Cero en Ecopetrol S.A., 2022)

La estructura de la caseta podrá ser de diferentes tipos. A continuación, se presentan algunas estructuras sugeridas:

4.8.4.7.3.1 Estructura de acopio transportable

Corresponde a una estructura metálica con cubierta, consta de varios compartimentos y cuenta con una bandeja para la retención de eventuales lixiviados que puedan generarse. La estructura puede reutilizarse cada vez que es desocupada, pudiendo ser desmontada del sitio.

➤ **Caseta portátil**

Corresponde a una estructura modular también de varios compartimentos, de fácil armado y desmantelamiento, esta debe garantizar la impermeabilidad (Ver **Fotografía 4.8-1**).

Fotografía 4.8-1 Caseta para el almacenamiento temporal de los residuos



Fuente: (Ecopetrol S.A., 2015)

➤ Caseta fija

Estructura techada, provista con material impermeable en el suelo. La zona debe cumplir con características que eviten proliferación de vectores y la contaminación del subsuelo por lixiviados. Este lugar debe estar delimitado, evitando la entrada de personal no autorizado y/o fauna de la zona; debe estar cubierta para evitar la entrada de aguas lluvias, preferiblemente con una base en concreto, canales para recolectar posible lixiviación, de fácil limpieza, entre otras características. Se almacenará por separado los residuos sólidos reciclables de los peligrosos.

4.8.4.8 Transporte

El transporte de residuos peligrosos y no peligrosos al interior del área de desarrollo Llanos 141, se ajusta a lo establecido en la legislación colombiana, en especial al Decreto 1713 de 2002 derogado por el artículo 120 del Decreto 2891 de 2013, y a lo establecido en el Decreto 1609 de 2002, compilado en Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte 1079 de 2015 – Parte 2, Título 1, Capítulo 7, Sección 8 del Ministerio de Transporte, el capítulo III del Decreto 2981 de 2013, Compilado en el Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015, “por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio” del Ministerio Vivienda, Ciudad y Territorio Capítulo III Recolección y transporte (artículos 2.3.2.2.3.26 a 2.3.2.2.3.50), y demás normas que lo modifiquen o deroguen. Así mismo, se cumple con la reglamentación interna exigida por ECOPETROL S.A., para el uso y manejo de vehículos en las instalaciones del área de Mares garantizando el cumplimiento de condiciones, según lo establecido en la Guía para la Gestión Integral de residuos en ECOPETROL S.A., HSE-G-004.

4.8.4.8.1 Transporte interno de residuos

Para el transporte de residuos peligrosos y no peligrosos al interior de las áreas de desarrollo Llanos 141, se toman las siguientes precauciones mínimas:

- La carga en el vehículo deberá estar debidamente acomodada, estibada, apilada, sujeta y cubierta de tal forma que no presente peligro para la vida de las personas y el medio ambiente.
- El transportador debe contar con elementos básicos para atención de emergencias tales como: extintor de incendios, ropa protectora, linterna, botiquín de primeros auxilios, equipo para recolección y limpieza.
- Cumplir con las normas viales internas.
- Utilizar únicamente las rutas establecidas.
- Asegurar que por cada vehículo utilizado para el transporte de los residuos impregnados de hidrocarburos exista un kit ambiental para transporte de mercancías peligrosas.
- Asegurar la disposición de tarjetas de emergencia y la rotulación de los vehículos que transportan el material de acuerdo con las disposiciones de las Naciones Unidas.
- Se debe tener en cuenta que los residuos peligrosos no se deben mezclar con los demás residuos.
- Dar cumplimiento en los casos que aplique a lo establecido en:
 - Decreto 1609 de 2002 y a la resolución 1164 de 2002, compilado en Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte 1079 de 2015 – Parte 2, Título 1, Capítulo 7, Sección 8 del Ministerio de Transporte.
 - Decreto 2041 de 2014, compilado en el Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS Decreto 4741 de diciembre de 2005
 - Norma Técnica Icontec NTC 1692 para transporte de materiales peligrosos, clasificación, rotulación y marcas.

- Norma Técnica Icontec NTC 3972 para embalaje y transporte terrestre de mercancías Peligrosas.
- Resolución 1209 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS.

Si el residuo es peligroso y se transporta de una instalación a otra por vías nacionales, se debe dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 1609 de 2002, Compilado en Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte 1079 de 2015 – Parte 2, Título 1, Capítulo 7, Sección 8 del Ministerio de Transporte. Para los no peligrosos se deberá asegurar que el prestador del servicio público de aseo cumpla con lo establecido en el Decreto 2981 de 2013, Compilado en el Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015 del Ministerio Vivienda, Ciudad y Territorio.

El generador del residuo y/o administrador del área de almacenamiento temporal ceden la custodia del residuo al transportador realizando el respectivo diligenciamiento del Formato de manifiesto de manejo interno de residuos. Para la recolección y transporte de residuos no peligrosos, el ejecutor de la actividad debe garantizar las siguientes condiciones:

- En el momento de retirar los residuos del punto de acopio y/o almacenamiento, debe asegurarse que el lugar quede en perfecto estado.
- Las frecuencias de recolección serán acordadas con la gestoría técnica de cada contrato.
- Recolección separada por tipo de residuos (vidrio, papel, cartón, etc); en este aspecto es clave que quien realiza la recolección conozca el código de colores para que no se mezclen las diferentes clases de residuos.

4.8.4.8.2 Transporte externo de residuos

La compañía contratada para realizar el transporte de residuos desde las instalaciones del área de desarrollo Llanos 141, hasta el lugar de aprovechamiento, valorización, tratamiento o disposición final deberá cumplir con lo establecido en el artículo 16 del Decreto 4741 de 2005, Compilado Decreto 1076 de 2015 – Título 6, Capítulo 1, así como el Decreto 1609 de 2002, Compilado en Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte 1079 de 2015 – Parte 2, Título 1, Capítulo 7, Sección 8 del Ministerio de Transporte, para los residuos peligrosos. Para los no peligrosos se deberá asegurar que el prestador del servicio cumpla con lo establecido en el Decreto 2981 de 2013, compilado en el Decreto 1077 de 2015.

Para el caso específico de los residuos radiactivos se debe asegurar que el vehículo de transporte de estos residuos cumpla con lo establecido en la Resolución 18-1682 de 2005 (Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos).

A continuación, se resumen los requerimientos para el transporte externo de residuos peligrosos y no peligrosos. Para la selección de empresas transportadoras de residuos, se debe dar cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Debe ser una empresa legalmente constituida.
- Debe tener experiencia certificable en el mercado.
- Debe estar habilitada por parte del Ministerio de Transporte.
- Debe suscribir pólizas de responsabilidad civil.
- Debe contar con un Plan de Contingencias para la atención de accidentes durante las operaciones de transporte de residuos peligrosos.
- Debe dar cumplimiento, si aplica, a lo establecido en el Decreto 4728 de 2010, compilado en el decreto único reglamentario 1076 de 2015 y a la Resolución artículo 5 de la resolución 1209 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS o las normas que las derogan o modifiquen.

- En el caso de residuos peligrosos debe disponer de vehículos y unidades de transporte que presten el servicio identificado de acuerdo con lo establecido en el artículo 5 del Decreto 1609 de 2002, derogado parcialmente por el artículo 10 del Decreto 198 de 2013.
- Para el transporte de residuos peligrosos debe disponer de vehículos dotados de equipos y elementos de protección para atención de emergencias.

Para el transporte fuera de las instalaciones del Área de desarrollo Llanos 141 hasta el sitio de aprovechamiento, tratamiento/disposición final, el generador del residuo y/o administrador del área de almacenamiento temporal efectuara la entrega del residuo al transportador mediante el diligenciamiento de manifiesto de manejo externo del residuo.

Los requisitos que debe cumplir la unidad de transporte y el vehículo de carga destinado al transporte de mercancías peligrosas se encuentran a continuación:

- Rótulos de identificación de acuerdo con lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana.
- Rombo de clasificación de las Naciones Unidas, ubicado en las caras laterales y posteriores del vehículo, en un tamaño mínimo de 25 cm x25 cm.
- Placa con el número de clasificación de las Naciones Unidas (Número UN) para el residuo peligroso transportado (ver **Figura 4.8-7**).

Figura 4.8-7 Placa de identificación de Naciones Unidas



Fuente: (Departamento de transporte de Canadá, 2020)

- Elementos básicos para atención de emergencias.
- Tener el sistema eléctrico con dispositivos que minimicen los riesgos de chispas o explosiones.
- Portar mínimo dos (2) extintores tipo multipropósito de acuerdo con el tipo y cantidad de mercancía peligrosa transportada, uno en la cabina y los demás cerca de la carga, en sitio de fácil acceso y que se pueda disponer de él rápidamente en caso de emergencia.
- Contar con un dispositivo sonoro o pito, que se active en el momento en el cual el vehículo se encuentre en movimiento de reversa.
- Los vehículos que transporten mercancías peligrosas en cilindros deben poseer dispositivo de cargue y descargue de los mismos.
- En ningún caso un vehículo cargado con mercancías peligrosas puede circular con más de un remolque y/o semirremolque.
- El vehículo debe cumplir unos requisitos técnicos relacionados con las especificaciones de llantas, frenos, dirección, señales y otras condiciones de tipo mecánico y de emisión de gases que regulan el transporte en Colombia.

Finalmente, para el transporte de mercancías y residuos peligrosos se deberá contar con una serie de documentos que hacen referencia tanto al vehículo como a la sustancia transportada como son, entre otros: Tarjeta de emergencia, registro nacional de carga, manifiesto de carga y hojas de seguridad.

4.8.4.9 Aprovechamiento, valoración, tratamiento y/o disposición final

En esta etapa se define si un residuo es aprovechable, si es susceptible de valorización o si se debe tratar y/o disponer, y se procederá a implementar la mejor alternativa para cada tipo de residuo.

En primera instancia, para el manejo integral de los residuos sólidos derivados del proyecto Área de Desarrollo Llanos 141, se deben identificar los puntos o fuentes de generación de estos y determinar las cantidades generadas aproximadas para establecer un control y reducir en la fuente; este control estará enfocado en el ahorro de recursos y minimización de impactos al ambiente, aplicando los principios presentados en la **Tabla 4.8-14**.

Tabla 4.8-14 Principios para el manejo y la reducción en la generación de residuos

PRINCIPIO	OBJETIVO
Reducción	Minimización en la generación de los residuos por medio de estrategias como la optimización de los procesos operativos y el cambio de materias primas.
Reutilización	Adaptar materiales, equipos y residuos reutilizables en labores útiles.
Reciclaje	Emplear los residuos como materia prima para la elaboración de nuevos utensilios.

Fuente: Ecopetrol S.A., 2012

El manejo de los residuos en esta etapa dependerá del tipo de residuo y de su clasificación. En la **Tabla 4.8-15**, se presentan los diferentes manejos y disposición final para los residuos generados en Área de Desarrollo Llanos 141.

Tabla 4.8-15 Manejo y disposición final de los residuos

TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	RESIDUO	MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS		
			Aprovechamiento y/o valorización	Tratamiento	Disposición final
No Peligroso	Aprovechable	Papel (Periódico, empaques, papeles de impresión).	Los residuos sólidos aprovechables serán entregados a empresas recicladoras, las cuales cumplan con los requisitos ambientales.		Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Cartón (Empaques y embalajes, corrugado, plegadizo).			
		Plástico (Bolsas, baldes, canecas, empaques uso industrial, pitillos, cascos, tetrapak).			
No Peligroso	Orgánicos Aprovechables	Vidrio (Envases de bebidas, alimentos, envases de Laboratorio).	Los residuos sólidos de los casinos de los campamentos temporales podrán ser utilizados para compostaje mediante entrega a empresas gestoras de este tipo de residuos y que cuenten con permisos para realizar la actividad		Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Madera (Embalaje, tablas, cajas, estibas, pieza modular oficina).			
		Metales (Envases metálicos de bebidas y alimentos, ganchos legajadores y de cosedora)			
No Peligroso	No Aprovechable	Biodegradables (Restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente, Residuos de poda y alimentos)			Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Papel tisú (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios), papeles encerados, plastificados, metalizados, cerámicas, vidrio plano, huesos, material de barrido, colillas de cigarrillo y materiales de empaque y embalaje sucios.			
		Lodos y Borrás contaminados con Hidrocarburo.			
Peligroso	Peligrosos Impregnados de Hidrocarburo	Sólidos contaminados con menor proporción de hidrocarburos	Biorremediación In Situ o Ex situ	Tratamiento fisicoquímico	Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Residuos Impregnados con Hidrocarburos y Químico: Se componen de implementos de seguridad, material vegetal, plástico, mangueras, costales, plástico, madera, filtro, textil		Incineración y coprocesamiento para reducción del volumen, convenio con gestor externo para tratamiento y disposición final (Tratamiento térmico)	Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Residuos de aparatos electrónicos (RAEE'S), chatarra electrónica. (Balastos, redes eléctricas, transformadores, controles, tableros).	Separación, comercialización y tratamiento de las partes aprovechables por parte de gestor externo.		Entrega a gestor externo que cuente con autorización
Peligroso		Baterías Pb/ácidos, Níquel/Cadmio, Litio		Agente externo que se encargará de separar, el componente plástico para triturarlo, se tratan las aguas ácidas y se funde el plomo para reutilizarlo en nuevas baterías (Tratamiento fisicoquímico)	Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Filtros	Aprovechamiento de fracción férrica	Tratamiento por parte de gestor externo que consiste en drenar aceite contenido en el filtro (Tratamiento físico)	Entrega a gestor externo que cuente con autorización
				Incineración de la mezcla papel, aceite usado (Tratamiento térmico)	

TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	RESIDUO	MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS		
			Aprovechamiento y/o valorización	Tratamiento	Disposición final
Peligroso		Aceites usados de vehículos	El aceite usado será almacenado y posteriormente entregado a un gestor externo quien lo utiliza como materia prima para la fabricación de grasa lubricante.		Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Aislantes Térmicos (Icopor, sílice gel, asbestos, perlita, aislador dieléctrico).		Tratamiento y disposición final por parte de terceros	Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Metal pesado (Líquidos revelado radiográfico)		Tratamiento por parte de tercero del residuo generado, en los líquidos de revelado se recupera el metal pesado y la placa radiográfica se guarda en expediente como parte de los trabajos realizados en tuberías (Tratamiento físico)	Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Material radioactivo (Yodo)		Almacenamiento temporal en contenedores plomados y medición tasa de dosis radioactiva para aislar residuo, posterior tratamiento por parte de terceros	Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Residuos químicos: Solventes, pinturas, productos de limpieza, los generados en producción (químicos de dosificación, rompedor de emulsión, floculante, antiespumante) o químicos vencidos.			Almacenamiento, codificación por peligrosidad y etiquetado por tipo de residuo para tratamiento y disposición final de material posconsumo a terceros o entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Empaques, envases y embalajes			Almacenamiento, codificación por peligrosidad y etiquetado por tipo de residuo para tratamiento y disposición final de material posconsumo a terceros o entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Combustibles	Almacenamiento taller de reparación de vehículos, tratamiento y disposición final de envases y residuos posconsumo con gestor externo autorizado.		Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Residuos de fluidos aceitosos (salmuera, agua aceitosa)		Tratamiento fisicoquímico	Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Cortes de perforación base agua		Tratamiento fisicoquímico, secador de llama directa Q Drying Kiln, secador vertical Dewatering y/o secador de vacío.	Disposición final en ZODME
		Cortes de perforación base aceite		Deshidratación mediante un sistema centrifugo vertical secadora de cortes o similar.	Entrega a gestor externo que cuente con autorización

TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	RESIDUO	MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS		
			Aprovechamiento y/o valorización	Tratamiento	Disposición final
Peligroso		Lodos base agua	Reacondicionamiento y reuso en perforación de nuevos pozos.	Estabilización y pruebas de laboratorio para corroborar su estabilidad para disposición	Disposición final en ZODME
		Lodos base aceite	Reacondicionamiento y reuso en perforación de nuevos pozos.	Estabilización y pruebas de laboratorio para corroborar su estabilidad para disposición	Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Geles, polímeros, espumas de limpieza, gomas y sus derivados y píldoras viscosas).			Entrega a gestor externo que cuente con autorización
Especiales		Material de excavación y sobrantes	Transportados y dispuestos en ZODMES		Disposición final en ZODME
		Metales no Ferrosos: Aluminio de envases, filamento bombillas, papel envoltura, cobre, aluminio, bronce.		Almacenamiento en bodegas y tratamiento por parte de terceros	Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Metal ferroso: Chatarra metálica, tubería, filtros, varilla sobrante, viruta, zunchos metálicos, alambres, hojalata.	Almacenamiento en bodegas de partes y piezas de equipos e infraestructura no utilizada para el análisis de su posible reutilización o comercialización.		Entrega a gestor externo que cuente con autorización
		Escombros y Tierra: Productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno, productos de cimentaciones y pilotajes, residuos pétreos y residuos no pétreos.	En caso de que haya material sobrante este será dispuesto en una ZODME (más información Capítulo 2.2.2. Estrategias de desarrollo) de las que sea autorizadas para el área de desarrollo Llanos 141, los diseños específicos de su conformación serán presentados en los diferentes Planes de Manejo Ambiental Específicos. El material en mención se podrá utilizar en adecuación de zonas duras, rellenos o reconfiguración de áreas que no generen afectación ambiental. Adicional también se podrá utilizar para la reconfiguración de vías y montajes de plataformas		Disposición en sitios que cumplan con los lineamientos mínimos que establece la Resolución 1257 de 2021 y bajo gestores autorizados por la CORMACARENA.
Residuos de Atención Médica		Biosanitario - Cortopunzante Fármacos - Metal pesado Anatomopatológicos - Medicamentos vencidos		Segregación (Tratamiento físico), almacenamiento en sitio de generación	Entrega a gestor externo que cuente con autorización

Fuente: Anexo 4_Uso_aprovechamiento_RN, 4.8_Residuos_Sólidos, 4.8_1_HSE-F-004 Guía para el manejo EC, (Anexo 2 Almacenamiento de residuos, Ecopetrol S.A, 2022) adaptado por (Antea Colombia SAS, 2023)

Algunos de estos residuos pueden entrar en el proceso de Logística Inversa, el cual se basa en actividades como: investigaciones de mercado, definición de estrategias de disposición de residuos, aseguramiento en la contratación de los servicios de disposición, elaboración de convenios y gestión para la venta de excedentes y residuos de acuerdo con la normatividad contractual y la legislación ambiental. Con este proceso se asegura la disposición final de cada uno de los residuos generados según el tipo.

Según la gestión que sea requerida a lo largo del desarrollo del proyecto, para los diferentes tipos de residuos generados, se contactará a los más idóneos para el manejo de estos, por lo tanto, a continuación, se presenta información de utilidad, en caso de llegarse a requerir del servicio de terceros (**Tabla 4.8-16**), la cual fue obtenida del geovisor de CORMACARENA.

Tabla 4.8-16 Empresas autorizadas para el manejo de RESPEL

EMPRESA	ACTO ADMINISTRATIVO	VEREDA	MUNICIPIO	PERMISO OTORGADO
Championx De Colombia LTDA	Resolución PS-GJ 1.2.6.19.0053 de 29 de enero de 2019	Brisas de Orotoy	Guamal	Manipulación, transporte y almacenamiento de productos químicos y sustancias peligrosas
Plusambiente S.A.S ESP	Resolución PS-GJ 1.2.6.18.0830 de 07 de mayo de 2022	Alto Manacacias	Puerto Gaitán	Almacenamiento de residuos y/o sustancias peligrosas. Disposición final de residuos de construcción y demolición RCD. Permiso de concesión de aguas subterráneas. Permiso de vertimiento ZODAR. Evaporación mecánica y relleno sanitario.
ATP ingeniería S.A.S	Resolución PS-GJ 1.2.6.15.1922 de 30 de octubre de 2015, modificado por la resolución PS-GJ 1.2.6.17.2805 de 20 de diciembre de 2017,	Patagonia	San Carlos de Guaroa	Manejo de residuos peligrosos y especiales
Serviambiental	Resolución PS-GJ 1.2.6.16.1000 de 03 de agosto de 2016	La Esmeralda	Acacias	Recolección, transporte, clasificación y almacenamiento de residuos peligrosos industriales

Fuente: (CORMACARENA, 2023)

En ninguno de los dos municipios inmersos en el área del proyecto (Cumaral y Restrepo) se detectó asociaciones que realicen el aprovechamiento de residuos sólidos que sean de carácter reciclable, según lo establecido en los PGIRS de cada municipio y que fue corroborado según respuesta de Cormacarena, bajo radicado PM.GA 3.22.11104 (**Anexo 4_Usos_aprovechamiento_RN, 4.8_Residuos_Sólidos, 4.8_4 Respuestas informativas solicitud de información**).

4.8.4.9.1 Residuos sólidos industriales especiales

Corresponden a los lodos y cortes base agua y base aceite (si son utilizados). Su manejo debe estar direccionado a reducir la cantidad de residuos a tratar y a la prevención de la afectación del medio circundante.

La gestión de los lodos y cortes de perforación se presentará en los Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA según el periodo reportado, y se cumplirá con las siguientes condiciones:

- Almacenarse en un tanque/ piscina impermeabilizada con geomembrana cercana al sitio de perforación, la cual contará con cunetas perimetrales de recolección y conducción de aguas lluvias hacia el medio natural.
- Realizar los análisis fisicoquímicos de los lodos y cortes previo a su disposición, de acuerdo con los con los parámetros establecidos en el Título 6, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 y el Protocolo Louisiana 29B.

c) Estabilizar los lodos y cortes de perforación antes de su disposición final."

4.8.4.9.1.1 Lodos base agua

Los lodos base agua son residuos provenientes del sistema de control de sólidos del taladro, sistema en el cual se separan estos lodos de los cortes o ripios por medio de equipos como zarandas vibratorias, hidrociclones y centrifugas. El mayor porcentaje de los lodos separados en la unidad de control de sólidos se puede recircular nuevamente al sistema activo de perforación, previa confirmación de que sus características son compatibles con la operación. Por otro lado, cuando el lodo ya no se puede reutilizar es descartado del sistema y enviado a la unidad de Dewatering para su tratamiento, en donde se somete a procesos de deshidratación. El agua separada se reciclará en la preparación de la solución del polímero, para el mismo proceso de dewatering o hacia el sistema de lodo base agua como dilución o como fluido base para la preparación de lodo nuevo; para esto el agua del dewatering debe cumplir la prueba de compatibilidad con el lodo para no afectar sus propiedades físicas y reológicas. El agua que no es reutilizada para dilución se enviará a un tanque de almacenamiento, desde el cual es enviada al sistema de tratamiento de agua para ser mezclada con el agua residual proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales y realizar el tratamiento final para ser descargada o ser reutilizada para el lavado del equipo, enfriamiento de bombas o preparación de lodo. Los lodos secos son almacenados temporalmente en catch tanks y mezclados con los cortes de perforación para su tratamiento y disposición en la piscina para cortes, en donde serán estabilizados mediante la adición de cal viva y material nativo, para que finalmente sean dispuestos en una ZODME.

4.8.4.9.1.2 Cortes base agua

Los cortes base agua son residuos provenientes del sistema de control de sólidos del taladro; en esta unidad los cortes o ripios son separados del lodo mediante la utilización de zarandas vibratorias. El equipo permite el paso de las partículas más finas (lodos) mientras las partículas más gruesas (ripios) quedan atrapadas en la parte superior. Posteriormente, mediante la utilización de una retroexcavadora, los ripios separados de los lodos son enviados a un catch tank para su almacenamiento. En esta misma unidad se podrá hacer el manejo preliminar de los cortes generados o ser enviados a la piscina de mezcla, para posteriormente disponerlos en la piscina de cortes para su estabilización con cal viva en la proporción adecuada, que permita la remoción hasta de un 40% de la humedad del corte (Ver **Fotografía 4.8-2**).

Fotografía 4.8-2 Estabilización de cortes de perforación en piscina



Fuente: (Ecopetrol S.A., 2015)

Otro sistema de secado de cortes de perforación es el Q drying Kiln, el cual consiste en que los cortes producidos por el hueco y separados por el equipo de control de sólidos son almacenados en catch tanks destinados para este propósito, estos son transferidos mediante una bomba un cilindro giratorio donde son sometidos a llama directa con el fin de incrementar la temperatura y alcanzar el punto de ebullición del agua, produciendo una deshidratación del corte y por ende su reducción en volumen y humedad. Por último, los cortes deshidratados mediante el sistema de calentamiento son removidos del cilindro y almacenados temporalmente (catch tank que podrá ser de hasta 90 bbl) para luego ser cargados y enviados a su sitio de disposición final.

Finalmente, es necesario asegurar la inocuidad de los lodos y cortes de perforación de manera previa a su disposición final, comparando la concentración de algunos elementos con los límites establecidos por la normatividad existente para residuos peligrosos, realizando el análisis de lixiviados de acuerdo a lo establecido en el Decreto 4741 del 30 de Diciembre de 2005 del MAVDT; además la disposición final de tales residuos solo podrá realizarse si la mezcla residuo/suelo cumple con los parámetros estipulados por la norma Louisiana 29B, de acuerdo a la **Tabla 4.8-17**.

Tabla 4.8-17 Límites de concentraciones establecidos para residuos de perforación

CONTAMINANTE	UNIDADES	NORMA LOUISIANA 29B	NIVEL MÁXIMO MGL/LIXIVIADO DECRETO 4741/05
Arsénico	mg/kg	10	5
Bario	mg/kg	20	5
Cadmio	mg/kg	10	100
Cromo	mg/kg	500	1
Plomo	mg/kg	500	5
Mercurio	mg/kg	10	0,2
Selenio	mg/kg	10	1
Plata	mg/kg	200	5
Zinc	mg/kg	500	
Contenido de grasas y aceites	% peso seco		
Conductividad eléctrica	Mmhos/cm	<4	
RAS		<12	
Porcentaje de Sodio intercambiable	%	15	
pH	Unidades	6-9	
Contenido de Humedad	% en peso	50	

Fuente: Norma Louisiana 29B, Decreto 4741/05

4.8.4.9.1.3 Lodos y cortes base aceite

Como primera opción de manejo de este tipo de residuos se contempla su reacondicionamiento para ser reutilizados en el proceso de perforación. Para el logro de este objetivo se podrá utilizar un sistema que integre un centrífugo vertical secadora de cortes o similar, que corresponde a un equipo utilizado como barrera primaria in situ para reducir el contenido de fluido en los cortes obtenidos de las zarandas y recuperar este fluido para acondicionarlo y posteriormente reutilizarlo en el sistema activo de lodos durante la perforación del pozo. El equipo es un recipiente cónico que integra una malla con capacidad para separación entre 15 a 20 mesh promedio, el cual gira entre 650 a 750 rpm y genera una fuerza G' entre 300 a 350. Los cortes separados obtenidos deben tener rangos de fluido remanentes menores al 20% en volumen y 10% en peso. Este tratamiento permite una reducción significativa del contenido de fluidos (agua y/o diésel) en la descarga de sólidos, también considerados como cenizas por su mínima humectación, mientras que el fluido separado es recuperado y reutilizado en el sistema de lodos para la perforación.

El volumen que ya no pueda ser reutilizado y sea descartado del sistema se cargará a un catch tank mediante una retroexcavadora y posteriormente será almacenado temporalmente para su posterior

disposición final. La zona de almacenamiento temporal (ya sea en el clúster o en el centro de acopio) deberá estar impermeabilizada en los costados con material de baja permeabilidad (arcillas), para evitar la infiltración y se podrá cubrir con geomembrana para asegurar el aislamiento total del sistema. Esta área dispondrá de una canaleta perimetral para el control de agua lluvia y de escorrentía, con una caja de inspección y su respectiva trampa de aceites. Alternativamente, podrá ser cubierta con tejas de zinc en épocas de invierno o zonas de alta pluviosidad. También se tiene como alternativa el almacenamiento de estos cortes en tanques frac tank o fast tank.

Una vez sean estabilizados los lodos y cortes base aceite, serán entregados a una compañía especializada en este tipo de residuos para su transporte, tratamiento y disposición final, la cual deberá contar con los permisos y autorizaciones otorgadas por la autoridad ambiental competente para dicha operación.

4.8.4.9.2 Residuos radiactivos

Durante la ejecución del proyecto, es posible que en la actividad de toma de registros de cada pozo se generen residuos radiactivos. Los residuos de este tipo serán manejados y dispuestos directamente por el contratista de registros eléctricos. Ecopetrol S.A. verificará que dicha empresa cuente con los permisos necesarios para realizar esta actividad, o en su defecto que haga la entrega a terceros que si presenten las autorizaciones requeridas. El seguimiento por parte de Ecopetrol deberá ser continuo y anexará a los informes de cumplimiento ambiental todos los soportes que permitan confirmar el manejo adecuado de estos residuos.

Por ningún motivo se deben desechar en las estaciones de residuos convencionales residuos que hayan tenido contacto con las fuentes radioactivas, estos deben ser tratados por separado para evitar contaminación de otros residuos.

En caso de pérdida de la fuente en el hueco, se deberá notificar a INGEOMINAS y realizar el respectivo tapón de cemento clausurando el intervalo. Igualmente se deberá incluir dentro de la placa informativa del pozo, la información detallada relacionada con la fuente que ha quedado atrapada en el hueco.

Por otra parte, en el evento que se generen residuos radiactivos como consecuencia de las actividades de inspección de la soldadura de líneas de flujo y tanques de almacenamiento (para algunos de estos trabajos se utiliza como fuente radiactiva Iridio 192), estos residuos deberán ser almacenados temporalmente en un recipiente adecuado para este fin y posteriormente deberán ser entregados a un tercero que cuente con los permisos requeridos para el transporte y disposición final de estos residuos. Ecopetrol S.A. deberá presentar en los informes de cumplimiento ambiental copia de las autorizaciones de los terceros y volúmenes de residuos generados y entregados.

4.8.4.10 Verificación

4.8.4.10.1 Inspecciones Internas

En cada área de interés se debe chequear mínimo 2 veces al año el cumplimiento de la gestión de residuos al interior de las áreas.

4.8.4.10.2 Inspecciones Externas

Los interventores de los contratos de residuos deben verificar mínimo 2 veces al año el cumplimiento de lo pactado y la normatividad legal aplicable para garantizar que los gestores externos, cumplan

con el transporte, aprovechamiento, almacenamiento, tratamiento y/o disposición final. Se podrá solicitar el acompañamiento de las áreas ambientales, ICP u otras necesarias para la inspección

4.8.5 Disposición de materiales sobrantes de excavación

Las Estrategias de desarrollo que involucran procesos constructivos usualmente, requieren el retiro de cobertura vegetal, capa orgánica y los primeros centímetros del suelo. Además de movimientos de tierra, descapotes y/o excavaciones, lo que conlleva a la generación de excedentes de material, que dadas sus características no son adecuados para el uso dentro de los proyectos de construcción. Estas zonas, centralizan y optimizan las operaciones de recepción, manejo y disposición de los sobrantes de excavación de procesos de construcción de toda la infraestructura necesaria para llevar a cabo la explotación de hidrocarburos al interior del Área de Desarrollo Llanos 141.

4.8.5.1 Áreas para construcción y operación de Zonas de Disposición

La gestión completa de los residuos de construcción y demolición (RCD) debe enfocarse en una serie de prioridades. En primer lugar, se debe dar máxima importancia a las actividades de prevención o reducción de la generación de estos residuos. En segundo lugar, se deben implementar alternativas para su aprovechamiento. Por último, en caso de que no sea posible aplicar ninguna de estas opciones, se debe considerar la disposición final de los RCD.

Los residuos que no hayan sido objeto de aprovechamiento deben ser depositados en lugares específicos destinados para la disposición final de RCD, como las áreas específicas para tal fin en los municipios, o en los ZODME (Zonas de Disposición de Material Sobrante de Excavaciones). Los ZODMEs han sido técnicamente seleccionados y diseñados siguiendo principios de ingeniería para garantizar una disposición final controlada de los RCD. Esto se hace con el objetivo de minimizar al máximo los impactos ambientales y asegurar la confinación y aislamiento adecuados de estos residuos.

Se solicita para el desarrollo de esta estrategia hasta un área máxima de ocho (8) hectáreas, las cuales no corresponden a un único polígono sino que permitirá la conformación de hasta dos (2) áreas de extensión variable (**Tabla 4.8-18**) que se localizaran en sectores cercanos a donde se esté realizando actividades constructivas esto con el propósito, entre otros, de minimizar el transporte entre los frentes de obra y el lugar de disposición, escenario que redundará en la disminución del impactos asociados al transporte; en este orden de ideas, se podrán adecuar las áreas que sean necesarias pero que en conjunto no superen el máximo de área solicitado. Es de señalar que adicionalmente cada plataforma contará con áreas para ZODME que serán de uso mixto (material y descapote), pero las mismas no hacen parte de las áreas de ZODME a solicitar, sino que hacen parte integral de cada Locación. La conformación de estas se realizará en consonancia a las necesidades del desarrollo del Área de desarrollo Llanos 141 y su localización se establecerá de acuerdo a la zonificación de manejo ambiental que hace parte integral de este estudio.

Tabla 4.8-18 Áreas para construcción y operación de Zonas de Disposición de Materiales Sobrantes de Excavación -ZODME- a solicitar

TIPO DE ACTIVIDAD	ÁREA TOTAL (ha)
Construcción y operación de Zonas de Disposición de Materiales Sobrantes de Excavación -ZODME-	Se solicita un área de ZODME de hasta ocho (8 ha); esta área podrá estar distribuida hasta en dos (2) zonas (ZODME) cuya extensión en conjunto sume hasta las ocho (8 ha) a solicitar Cabe precisar que cada locación y/u otra infraestructura contará con áreas para ZODME que serán de uso mixto (material y descapote); sin embargo, estas no hacen parte de hasta las ocho (8 ha) objeto de la solicitud

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

4.8.1.3 Relación de Volúmenes estimado de cortes y rellenos

Los volúmenes de material tanto en corte como en relleno serán estimados al momento de la intervención de cada Locación y presentados dentro de los respectivos Planes de Manejo Ambiental Específicos, pero teniendo como premisa no superar la cantidad de plataformas a construir solicitadas para la presente estrategia de desarrollo (**Tabla 4.8-19**); sin embargo a manera de guía se presenta en la **Tabla 4.8-19** un estimado del movimiento de tierras asociado a las diferentes estrategias contempladas en el presente EIA y en específico las correspondientes a la conformación de este tipo de facilidad.

Tabla 4.8-19 Volúmenes estimados de cortes y rellenos para el Área de Desarrollo Llanos 141

ESTRATEGIAS DE DESARROLLO	OBJETO SOLICITUD	Área total a solicitar para esta estrategia (ha)	Espesor Descapote (m)	Volumen Descapote (m3)	Espesor promedio excavación (m)	Volumen excavación (m3)	Espesor Rellenos (m3)	Volumen Rellenos (m3)
Adecuación, mantenimiento y/o ampliación de vías existentes	Se solicita la inclusión de actividades de adecuación, mantenimiento y ampliación de calzada sobre vías existentes; según las necesidades y en las longitudes máximas relacionadas	86,1	0,5	430.500,00	2,00	1.722.000,00	1,50	1.291.500,00
Construcción de nuevas vías	Se solicita la construcción de nuevas vías según las necesidades y en las longitudes máximas relacionadas; estas vías permitirán acceder a los sectores donde se proyecte la construcción de infraestructura requerida para la operación del Área de Desarrollo Llanos 141 en sus diferentes etapas de desarrollo	24	0,5	120.000,00	2,00	480.000,00	1,50	360.000,00
Construcción de locaciones	Se solicita la construcción hasta de diez (10) nuevas locaciones al interior del Área de Desarrollo Llanos 141 con un área máxima cada una de hasta 5 ha con el objeto de albergar en su interior la ubicación y perforación de nuevos pozos ya sea productores, inyectores (recobro secundario y/o disposal) y/o NFE (Near Fear Exploration)	50	0,5	250.000,00	2,00	1.000.000,00	1,50	750.000,00
Construcción y operación de líneas de flujo	Se solicita la construcción de nuevas líneas de flujo para el transporte de fluidos (i.e: Crudo, gas, agua de producción, agua para inyección, entre otros), las cuales tendrán hasta una longitud máxima de 30 km para tuberías con diámetros de hasta de 36" en un derecho de vía de hasta de 20 m.	60	0,5	300.000,00	2,00	1.200.000,00	1,50	900.000,00
Construcción y operación de Facilidades Centrales de Producción -CPF-	Construcción de 1 CPF con un área máxima de hasta 25 ha.	25	0,5	125.000,00	2,00	500.000,00	1,50	375.000,00
Construcción y operación de facilidades satélite -FS-	Dentro del área que hace parte del Área de Desarrollo Llanos 141 se proyecta la construcción y operación de hasta dos (2) facilidades satélites, las cuales reúnen un conjunto de procesos, materiales, equipos y/o elementos requeridos en superficie para la separación, medición, y despacho de fluidos producidos provenientes de los pozos productores (Crudo, Gas, Agua de Producción) y cuya complejidad de operación es mucho menor que la asociada a un CPF. La capacidad será como apoyo a los CPF; en este sentido, el máximo de fluidos a tratar en conjunto entre las 2 FS será de (33.6k aceite + 240k agua), sin superar en total los volúmenes a manejar en el CPF	10	0,5	50.000,00	2,00	200.000,00	1,50	150.000,00

ESTRATEGIAS DE DESARROLLO	OBJETO SOLICITUD	Área total a solicitar para esta estrategia (ha)	Espesor Descapote (m)	Volumen Descapote (m3)	Espesor promedio excavación (m)	Volumen excavación (m3)	Espesor Rellenos (m3)	Volumen Rellenos (m3)
Construcción y operación de Zonas de Disposición de Materiales Sobrantes de Excavación -ZODME-	Se solicita un área de ZODME de hasta ocho (8 ha); esta área podrá estar distribuida hasta en dos (2) zonas (ZODME) cuya extensión en conjunto sume hasta las ocho (8 ha) a solicitar. Cabe precisar que cada locación y/u otra infraestructura contará con áreas para ZODME que serán de uso mixto (material y descapote); sin embargo, estas no hacen parte de hasta las ocho (8 ha) objeto de la solicitud.	8	0,5	40.000,00	2,00	160.000,00	1,50	120.000,00
Construcción y operación de centro de acopio	Se solicita una extensión de hasta cinco (5 ha); con el propósito de conformar un (1) centro de acopio en el que se realizará el recibo, manejo y almacenamiento temporal de lodos y/o cortes de perforación antes de ser enviados a las áreas destinadas para su disposición final, definidos por la compañía o entregados a terceros autorizados, para su manejo final.	5	0,5	25.000,00	2,00	100.000,00	1,50	75.000,00
Construcción de Instalaciones de apoyo (e.i: helipuertos, oficinas, campamentos centrales, talleres, entre otros)	Se solicita un área de hasta diez (10) hectáreas para las construcción y funcionamiento de Instalaciones de apoyo que, a bodegas, campamentos, oficinas, parqueaderos, patios, sitios de almacenamiento y talleres, entre otros.	10	0,5	50.000,00	2,00	200.000,00	1,50	150.000,00
Construcción de planta solar fotovoltaica	Generación solar fotovoltaica: Construcción de un Parque Fotovoltaico de hasta 15 ha con una capacidad de generación de hasta 18,75 MW como infraestructura de apoyo para suplir la demanda energética del Área de Desarrollo Llanos 141 a lo largo de las diferentes etapas y operación asociada.	15	0,5	75.000,00	2,00	300.000,00	1,50	225.000,00
Instalación y operación de líneas eléctricas de 34,5 / 115 kV	Construcción de líneas de distribución para niveles de tensión entre 34,5 kV y 115 kV, las cuales discurrirán dentro de un derecho de vía hasta de 20 m de ancho	260	0,5	1.300.000,00	2,00	5.200.000,00	1,50	3.900.000,00
Instalación y operación Centros de Maniobra -CM-, Centros de Distribución -CD- y/o Subestaciones Eléctricas -SE-	Centro de Distribución de Potencia - CDP- para el recibo y entrega de potencia a 115 / 34,5 kV.	6	0,5	30.000,00	2,00	120.000,00	1,50	90.000,00
	Centro de Maniobra -CM- para el recibo y entrega de potencia a 115 / 34,5 kV. El CM permitirá la alimentación e interconexión en anillos de la infraestructura del Área de desarrollo Llanos 141	3	0,5	15.000,00	2,00	60.000,00	1,50	45.000,00

MATERIAL A DISPONER EN ZODMES AL INTERIOR DE CADA CLÚSTER A CONSTRUIR (SE CONSIDERA QUE TODO EL MATERIAL DE EXCAVACIÓN ASOCIADO A CADA CLÚSTER SE DISPONGA EN LOS MISMOS				
Cantidad de locaciones a construir	Material de descapote por Clúster (m3)	Total, Material Descapote	Material de Excavación por Clúster	Total, Excavación
10	25.000,00	250.000,00	100.000,00	1.000.000,00

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

4.8.5.2 Análisis de la capacidad portante

El análisis de las condiciones de suelo, se realizará en los respectivos PMA específicos, una vez se defina la localización de las ZODMEs, de acuerdo a la zonificación establecida para el Área de desarrollo. Esto se podrá realizar a través de información secundaria del área o por medio de estudios de suelos que permiten tener las características de los materiales de soporte de los sobranes, capacidad portante del suelo, el estado de los mismos y proponer alternativas de cimentación de los materiales técnica y económicamente viables que permitan garantizar la estabilidad de las áreas en la vida útil del proyecto.

4.8.5.3 Diseño y obras tipo de las ZODME para el Área de Desarrollo Llanos 141

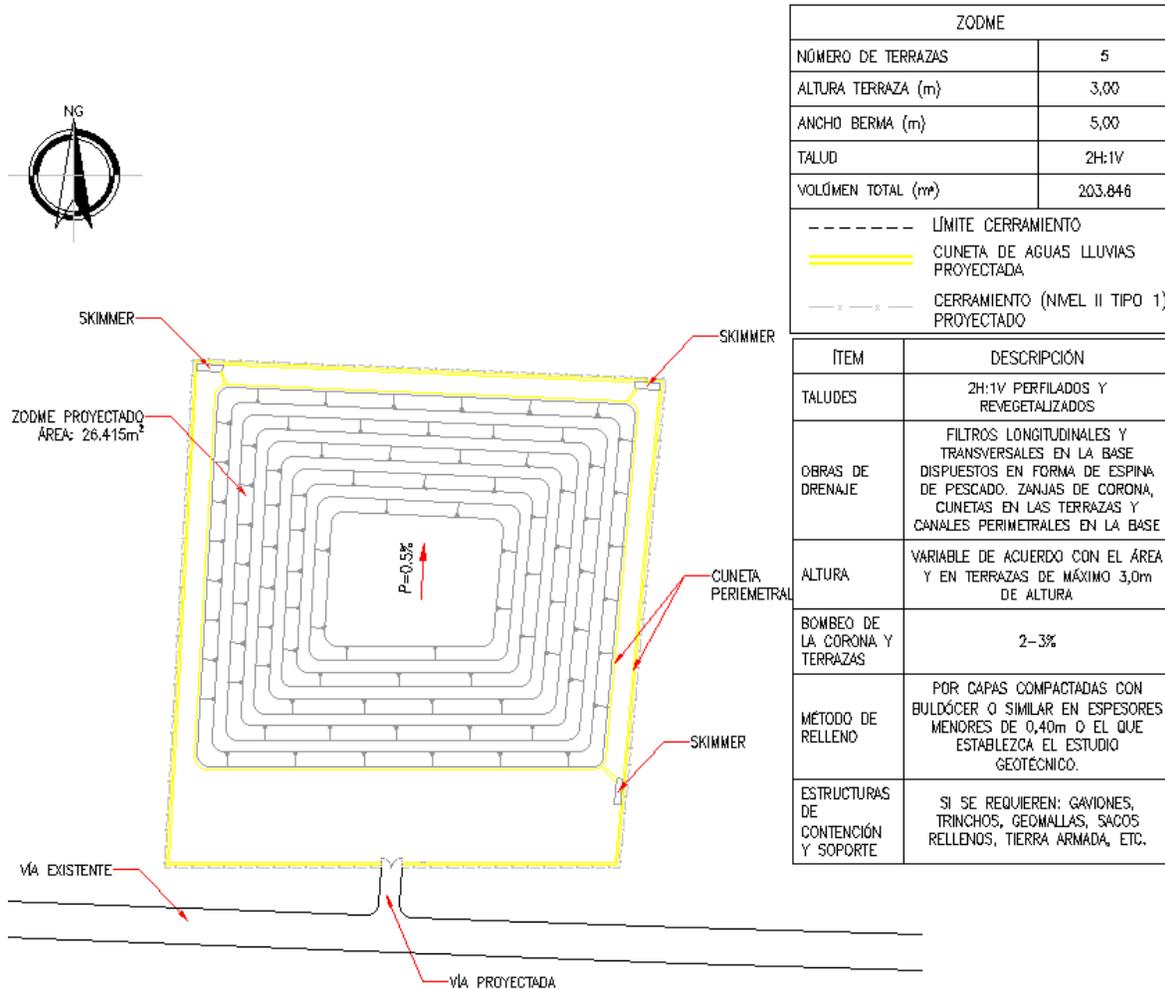
El proceso de construcción de las zonas para disposición de sobranes de excavación, usualmente se lleva a cabo teniendo en cuenta las siguientes consideraciones en la fase de diseño:

- Levantamiento topográfico del área objeto del proyecto el cual dependiendo de las necesidades y de la magnitud del área a intervenir, puede incluir desarrollo de los accesos viales, la trama vial al interior de las zonas de disposición de sobranes y el área para la implantación de los equipos, conformación y tratamiento de los sobranes de excavación y toda la infraestructura requerida para la correcta operación de las ZODMEs.
- Establecimiento de las condiciones del suelo, a través de información secundaria del área o por medio de estudios de suelos que permiten tener las características de los materiales de soporte de los sobranes, el estado de los mismos y proponer alternativas de cimentación de los materiales técnica y económicamente viables que permitan garantizar la estabilidad de las áreas en la vida útil del proyecto.
- Modelamiento de movimientos de tierras con proyecciones de ubicación de los sobranes de descapote y de excavación acordes, contemplado la utilización de los materiales, in situ para las adecuaciones.
- Desarrollo de vías internas de carácter temporal, las cuales por su dinámica se deben acondicionar en la medida del avance del relleno, esto dependiendo del área de la intervención y de las consideraciones de los diseños específicos.
- Manejo de las aguas lluvias y de escorrentía planteando un sistema de captación y de recolección con entregas de las mismas de manera controlada.
- Emplazamiento, de obras requeridas para garantizar la estabilidad de la obra y del terreno, así como aquellas tendientes a lograr una menor afectación a los recursos naturales (estabilización de taludes, obras de revegetalización, canales perimetrales para control de aguas de escorrentía y erosión, filtros para control de aguas de infiltración, muros de gaviones en las patas de las ZODMES si es que éstos se requieren).
- Mediante la consulta de Normas y Estándares de la industria, se definen y validan parámetros de diseño que determinan las características de materiales, resistencia de materiales y condiciones operacionales las cuales permiten validar el diseño, la construcción, operación y funcionamiento. Internamente aplicarán las normas y estándares de ECOPETROL S.A. más recientes.

En el desarrollo del Área de Desarrollo Llanos 141, y como parte de la implementación de nuevas estrategias se plantea de todos modos reutilizar la mayor cantidad posible de los excedentes de excavación en actividades de nivelación del terreno, fundaciones y obras de relleno, etc. Asimismo, se contempla que los excedentes de excavación, de acuerdo a la necesidad, sean conservados en zona de disposición temporal dentro del área de los proyectos, en la medida en que ellos puedan ser reutilizados.

La disposición y conformación de estos materiales depende de las condiciones topográficas de la zona, por cuanto, para su ejecución existen diferentes tipologías en función de las características naturales del terreno y de la topografía; escenarios que definen la conformación y la extensión del sitio de disposición final; en este orden de ideas, es posible que para su desarrollo sea necesario la combinación de los tipos de material de relleno con el fin de lograr la conformación total de la ZODME. (Figura 4.8-8).

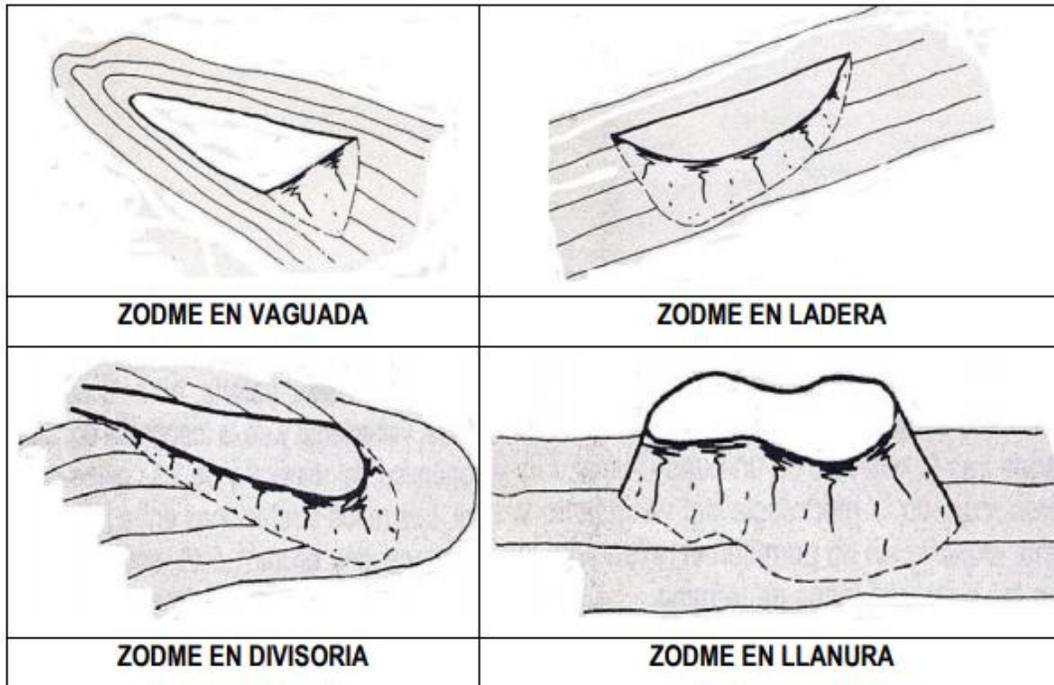
Figura 4.8-8 Diseño tipo de las ZODME para el Área de Desarrollo Llanos 141



Fuente: Anexo 2. Descripción del proyecto / 5.CIV / ECP-ULL-LLANOS141-IP01-0-CI-PL-001-D1; Adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

De otra parte, los tipos más comunes de rellenos según la topografía del sitio de disposición se presentan en la **Figura 4.8-9**.

Figura 4.8-9 Tipos de ZODME de acuerdo a la topografía del sector



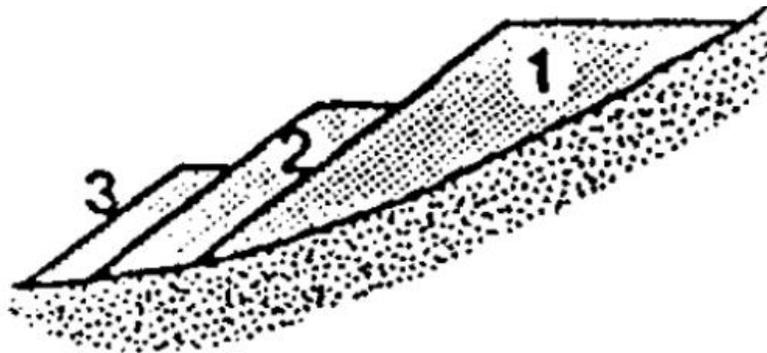
Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España, 1989; Adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

El sistema constructivo de la ZODME incide directamente sobre su estabilidad. Por lo anterior, el mismo puede ser ejecutado a través de diferentes mecanismos de conformación, dentro de los cuales se destacan los siguientes: por fases adosadas, con dique o muro de pie y por fases superpuestas.

➤ **ZODME por fases adosadas**

Sistema constructivo de mayor estabilidad, desde el punto de vista del factor de seguridad, dado que logra desarrollar taludes medios de baja altura y estables por su secuencia de conformación, los taludes inferiores del relleno aportan fuerzas externas estabilizantes a las zonas medias y altas de la ZODME; sin embargo, debido a su secuencia, no es aconsejable en los casos de requerirse grandes alturas a causa de la falta de acceso a las zonas más bajas de la misma (**Figura 4.8-10**).

Figura 4.8-10 ZODME por fases adosadas

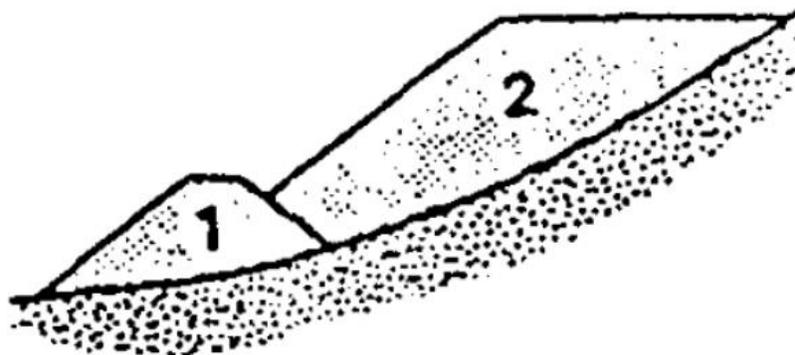


Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España, 1989; Adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

➤ **ZODME con dique o muro de pie**

Este tipo de conformación es recomendable cuando se presenta grandes volúmenes de material heterogéneo con una diversidad de tamaño de grano y gran presencia de depósitos térreos de tipo limoso o arcilloso, bajo esta condición, se busca realizar un muro de contención de tipo gravedad con los materiales más gruesos que contengan el relleno del material depositado. Suele sugerirse este tipo de conformaciones a fin de evitar el uso de grandes extensiones de terreno para poder lograr la estabilidad de los depósitos de relleno, o cuando las condiciones del suelo de base no presentan buenas características de resistencia y deformación (**Figura 4.8-11**).

Figura 4.8-11 ZODME con dique o muro de pie

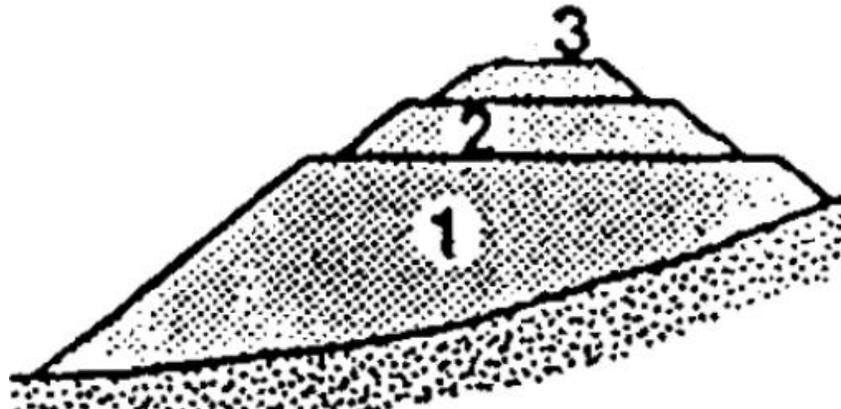


Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España, 1989; Adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

➤ **ZODME por fases superpuestas**

Este tipo es de alta estabilidad, dado que reduce los taludes a medida que se asciende en su conformación, así mismo, dan un mayor aporte a la compactación de los elementos inferiores, la ejecución de estos rellenos parte desde la base con un área extensa a una altura determinada, se da una transición en el relleno a fin de reducir la altura máxima del talud a conformar, posteriormente se levanta nuevamente la ZODME a una altura menor y se vuelve a realizar la transición del material, este proceso se ejecuta hasta la altura máxima prevista que deba alcanzar la ZODME (**Figura 4.8-12**).

Figura 4.8-12 ZODME por fases superpuestas



Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España, 1989; Adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Bajo el panorama reseñado, los principales criterios que se tienen en cuenta para la definición de estas áreas son:

- Zonas planas o de baja pendiente, localizadas en proximidades de vías principalmente existentes.
- Áreas preferiblemente desprovistas de vegetación arbórea o arbustiva.
- Sectores con condiciones geotécnicas adecuadas referentes a zonas estables que no registren fenómenos de remoción en masa.
- Una vez seleccionada la ubicación, para la disposición de estos materiales, se tendrán en cuenta entre otras las siguientes consideraciones constructivas:
 - Remoción de la capa vegetal.
 - Conformación de un acopio temporal.
 - Construcción de un sistema de contención en la base del relleno (diques; muro de gaviones; muro en concreto; otros).
 - Implementación de sistemas de drenaje para el manejo de aguas subsuperficiales y producto de infiltración.
 - Implementación de obras para el manejo de aguas de escorrentía por medio de cunetas, estructuras de caída y canales en caso de requerirse. Estas estructuras contarán con disipadores de energía en los puntos de entrega con el fin de prevenir fenómenos erosivos.
 - La disposición de los materiales se hace principalmente en forma de terraplén o de acuerdo los métodos constructivos descritos anteriormente.
 - En caso de construir taludes, las pendientes que pueden variar entre 2H y 3H: 1V y 2 V, y de requerirse bermas no menores de 3 metros, o la recomendada en el diseño según las características de los materiales.
 - Consideraciones de acuerdo con el tipo de material a disponer, por ejemplo, cuando se trata de material rocoso, se puede ubicar de adentro hacia afuera para que se pueda hacer una selección de tamaños; los fragmentos más grandes pueden situarse hacia la parte externa del depósito, de forma que sirvan de protección definitiva del talud.
 - El material más fino puede quedar ubicado hacia la parte interior del depósito, con el fin de disminuir las infiltraciones de agua al depósito, deben densificarse las dos últimas capas, mediante varias pasadas del tractor de orugas (se recomienda por lo menos 10 pasadas).
 - Generalmente el método, requiere que los materiales depositados se perfilen los taludes, para proceder a su cobertura con los materiales de descapote, evitando así la erosión por escorrentía superficial, cuando se requiere suspender la colocación de materiales, se protegen en el menor tiempo posible las zonas desprovistas del relleno.
 - Terminada la colocación del material, se construirán canales interceptores en la corona del depósito y a lo largo del mismo, los descoles de estos drenajes se deberán llevar hasta los canales naturales o niveles base.
 - No hay una altura final estándar, ya que esta variable depende de múltiples factores entre los cuales se cuenta la estabilidad, que también es función de las obras que se hayan contemplado en el diseño para evitar que la ZODME colapse.
 - En la etapa de clausura se cubre la superficie de la ZODME con una capa orgánica producto del descapote y se realizara la siembra de especies nativas.
 - El material dispuesto en las ZODME existentes y/o proyectadas podrá ser tratado y/o mejorado fisicoquímicamente y podrá ser reutilizado internamente o como materia prima para otros procesos o actividades industriales con aliados externos (simbiosis industrial), como iniciativas de Economía Circular de ECOPETROL S.A.

En la **Tabla 4.8-20** se listan las actividades a ejecutar para la conformación de las ZODMEs.

Tabla 4.8-20 Actividades a ejecutar

ETAPA	SUBETAPA	ACTIVIDAD	ID
CONSTRUCTIVA (OBRAS CIVILES NECESARIAS)	ADECUACIÓN Y/O CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA BÁSICA, APOYO, FACILIDADES DE PRODUCCIÓN Y ELÉCTRICA	Localización y replanteo	A3
		Desmonte, descapote, rocería y limpieza	A4
		Cuneteo, extendido, nivelación y compactación	A5
		Movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos)	A6
		Construcción de obras para cruces de drenajes (ocupaciones de cauce)	A7
		Obras para manejo de drenajes, aguas superficiales y aguas aceitosas	A8
		Construcción de estructuras en concreto	A9
		Estabilización y revegetalización de Taludes	A10
		Suministro e instalación de estructuras metálicas	A11
		Operación de maquinaria y equipos	A12

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2023)

Las actividades a realizar para la conformación de las ZODMEs, son similares a las descritas en la estrategia de desarrollo **Construcción de Locaciones**, literal **Proceso constructivo** del presente Estudio de Impacto Ambiental; a continuación, se describen algunas consideraciones, diferenciales:

➤ **Obras para manejo de drenajes, aguas superficiales y aguas aceitosas**

Esta actividad cubre las diferentes labores destinadas a realizar un control y manejo de las aguas de escorrentía en procura de evitar la gestación y desarrollo de procesos erosivos que afecten las ZODMEs; por lo cual, será necesaria la construcción de obras de drenaje para la evacuación del agua de escorrentía superficial hacia los drenajes naturales, de manera que no se altere la escorrentía natural de la zona a intervenir.

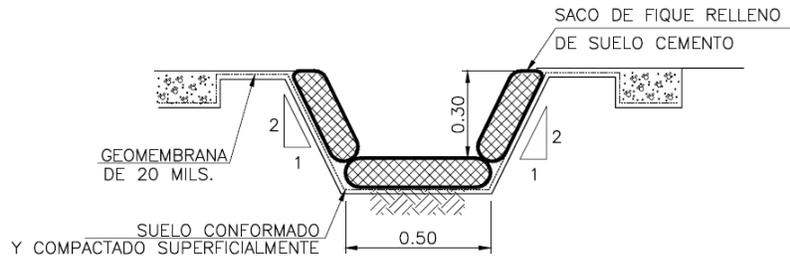
Las obras contemplarán sistemas de recolección de agua lluvia que permita su rápida y eficiente evacuación, los cuales pueden estar constituidos por cunetas, descoles, disipadores, cortacorrientes, desarenadores, entre otros, que permitan reducir la velocidad del agua, evitando el desarrollo de procesos erosivos y el aporte de sedimentos a las zonas aledañas que puedan generar el deterioro de áreas y/o estructuras.

En las terrazas conformadas se construirán obras de manejo de aguas de escorrentía para garantizar su estabilidad, se implementarán canales de coronación evitando el desarrollo de procesos erosivos. Este tipo de obra podrá ser construido en cualquier material que garantice su durabilidad, pueden estar constituidas por cunetas, descoles, disipadores, cortacorrientes, desarenadores, entre otras.

a. Sacos rellenos de suelo o suelo-cemento instalados sobre el terreno natural

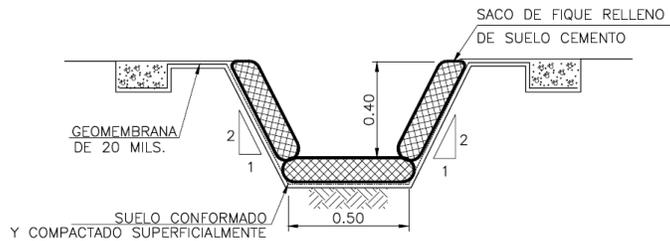
Esta opción busca dar una protección al suelo de tal manera que se minimicen los procesos de socavación. Consiste en llenar y sellar sacos de fibra natural con suelo sobrante o una mezcla de suelo-cemento sin elementos extraños como palos, vegetación o cualquier otro que pueda disminuir la vida útil del saco (Figura 4.8-13).

Figura 4.8-13 Cuneta en sacos de suelo cemento



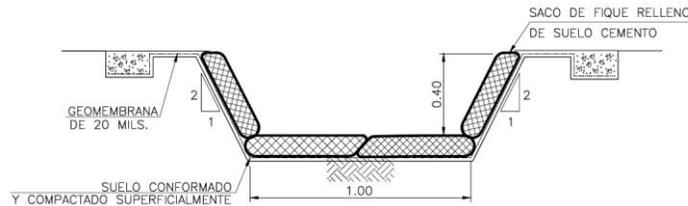
DETALLE 3

CUNETA TRAPEZOIDAL TIPO 1 EN SACOS DE SUELO-CEMENTO
ESCALA 1:20



DETALLE 4

CUNETA TRAPEZOIDAL TIPO 2 EN SACOS DE SUELO-CEMENTO
ESCALA 1:20



DETALLE 5

CUNETA TRAPEZOIDAL TIPO 3 EN SACOS DE SUELO-CEMENTO
ESCALA 1:20



SECCIÓN LONGITUDINAL

CUNETA TRAPEZOIDAL EN SACOS DE SUELO-CEMENTO
ESCALA 1:20

Fuente PLAN DE MANEJO AMBIENTAL ESPECÍFICO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA ZODME 3 Y SU VÍA DE ACCESO EN EL CAMPO DE PRODUCCIÓN 50K, Ecopetrol S. A. 2022; Adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

✓ **Geomembranas o Geotextiles instalados sobre el terreno natural**

Consiste en instalar una geomembrana o textil impermeable que garantice la protección del suelo, evite procesos de socavación y facilite la rápida evacuación de las aguas lluvias (**Fotografía 4.8-3**).

Fotografía 4.8-3 Cuneta en geotextil y/o geomembrana



Fuente: https://www.infoagro.com/empresas/producto.asp?ide=15745&idp=11&_geotextiles+para+cunetas+y+torreteras+y+lagunas&_mercurio+construcciones ; Adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

✓ **Descoles**

Se pueden conformar en tierra, en material in situ o en conglomerado, en sectores donde la pendiente transversal sea suave y podrán ser revestidas en sacos de suelo – cemento, piedra pegada o concreto, en lugares donde la pendiente transversal sea muy pronunciada, conformando o incluyendo disipadores de energía.

✓ **Disipadores de energía**

El agua recogida por los canales e interceptores de la vía o los taludes, es entregada a los canales de alta velocidad, generalmente en la dirección del talud, lateralmente a la zona inestable, mediante estructuras de reducción de velocidad conocidas como torreteras o “disipadores”. Los canales deben conducirse a entregas, en gradería u otro disipador de energía, que conduzcan el agua recolectada hasta un sitio seguro. Se utilizan dos tipos de torretera: el canal rápido y el canal en gradería, cada uno de éstos tiene varias posibilidades de metodología de disipación de la energía (**Fotografía 4.8-4**).

Fotografía 4.8-4 Disipador de energía



Fuente: http://www.idea.manizales.unal.edu.co/gestion_riesgos/descargas/ponencias/Manual_estructuras_vertimiento.pdf; Adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

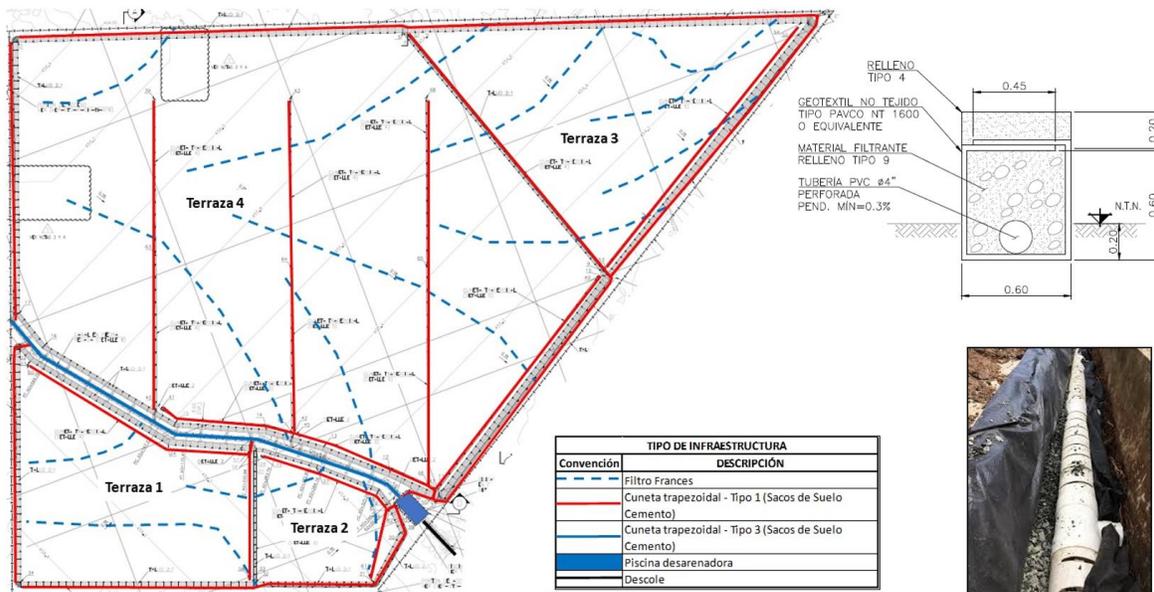
✓ **Canal rápido**

Este sistema de conducir las aguas recolectadas en un talud es muy empleado por ser el más económico. En sencillos modelos hidráulicos de laboratorio, se puede obtener el valor de rugosidad que se debe emplear de acuerdo con las características del flujo. El canal rápido se construye con una pendiente igual a la del talud, generalmente con forma de canal. A lo largo de las torrenteras se recomienda colocar elementos que produzcan alta rugosidad para generar flujo amortiguado y minimizar la velocidad del agua. Es importante que los canales incluyan elementos o estructuras para disipar la energía del agua y de acuerdo con las necesidades de disipación y con las condiciones del flujo.

✓ **Filtro francés**

Son zanjas poco profundas recubiertas de geotextil y rellenas de material filtrante, en el que suele haber un conducto inferior de transporte. Están diseñados para estos filtros se utilizan para abatir el nivel freático.

Figura 4.8-14 Ejemplo de distribución de red de drenajes y filtros franceses

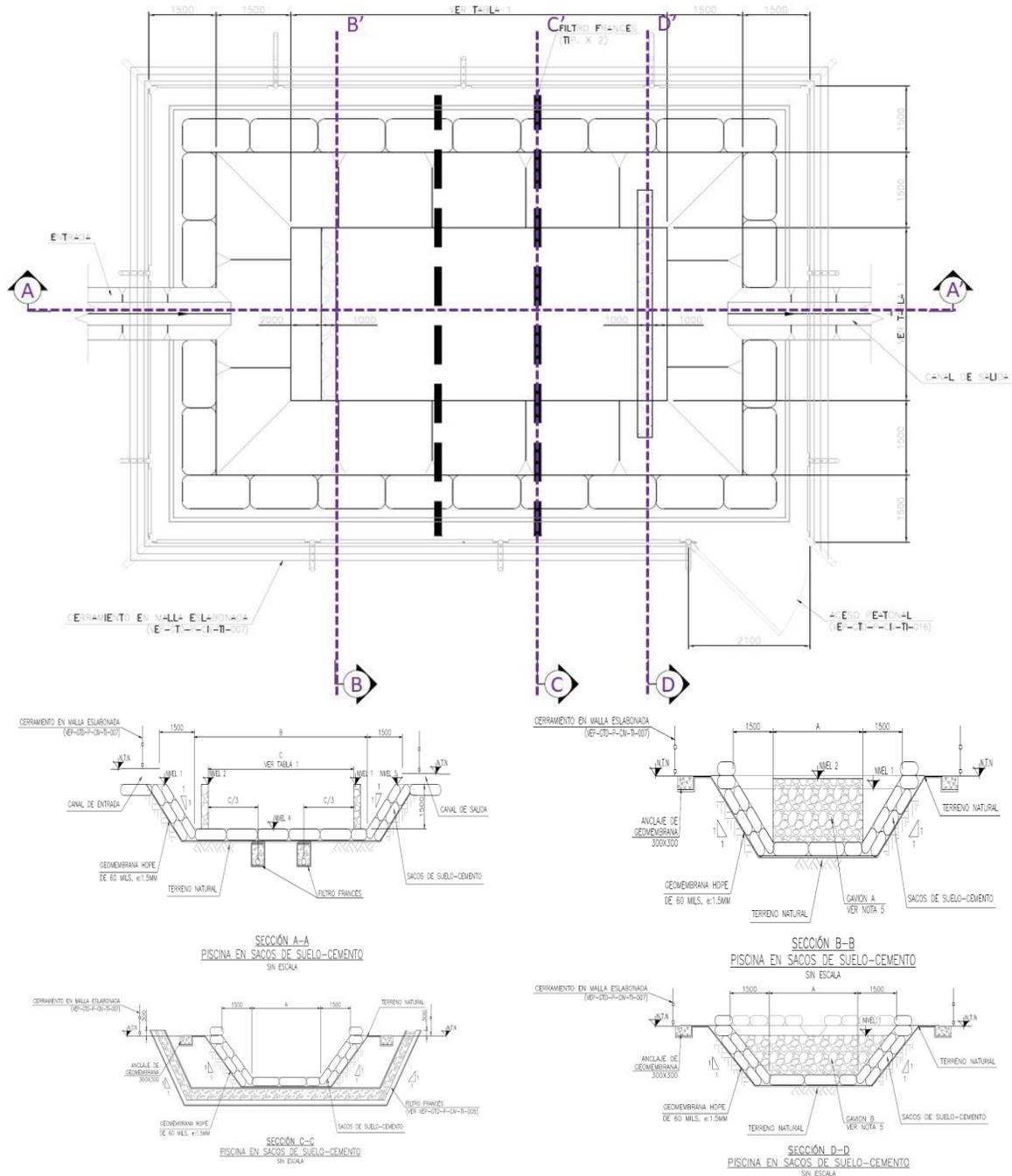


Fuente PLAN DE MANEJO AMBIENTAL ESPECÍFICO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA ZODME 3 Y SU VÍA DE ACCESO EN EL CAMPO DE PRODUCCIÓN 50K, Ecopetrol S. A. 2022; Adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

✓ **Piscina sedimentadora**

Una piscina de sedimentación es una excavación artificial destinada a la acumulación de sólidos y líquidos con alto contenido de sedimentos cuya función principal es permitir la decantación de los sólidos en suspensión en un determinado período de tiempo. Esta estructura recibe las aguas entregadas por el sistema de drenaje: Drenes franceses y Cuentas trapezoidales. En la **Figura 4.8-15** se presenta esta estructura en planta y secciones de diseño respectivas.

Figura 4.8-15 Detalle piscina sedimentadora



Fuente PLAN DE MANEJO AMBIENTAL ESPECÍFICO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA ZODME 3 Y SU VÍA DE ACCESO EN EL CAMPO DE PRODUCCIÓN 50K, Ecopetrol S. A. 2022; Adoptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2020)

4.8.1.4 Ubicación de las vías de acceso al sitio, diseño y medidas de manejo ambiental para su construcción y operación

Una vez se defina la localización de la ZODME de acuerdo con la zonificación establecida para el Área de desarrollo Llanos 141, se presentará en el respectivo PMA específico la ubicación de las vías de acceso y su diseño tipo se describe en el Capítulo 2, 2.2.2_Estrategias_Desarrollo_EIA AD_LLanos 14.

Las medidas de manejo establecidas para el presente EIA del área de desarrollo llanos 141, se detallan en el **capítulo 7** Plan de manejo Ambiental, en la ficha **LL141_PM_AB1** Manejo y disposición de materiales sobrantes, de excavación y manejo de ZODMES, **LL141_PM_AB2** Manejo de taludes, **LL141_PM_AB4** Manejo de materiales de construcción y **LL141_PM_AB6** Manejo de escorrentía.

4.8.1.5 Programa de revegetalización (diseño paisajístico)

La propuesta de manejo paisajístico y revegetalización para las de actividades asociadas al Área de desarrollo Llanos 141 se detalla en el **capítulo 7**, en la ficha **LL141_PM_AB3** Manejo Paisajístico, y **LL141_PM_B5** Revegetalización de áreas intervenidas del presente estudio.