ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
ÁREA DE DESARROLLO BUCARE

CAPÍTULO 2
Descripción del Proyecto
2.2.2.4 Líneas de Flujo

S.G.I. S.A.S.
Consultoría e Ingeniería

CONTENIDO

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 1
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 1
2.2.2 Estrategias de desarrollo 1
2.2.2.4 Líneas de flujo 1
2.2.2.4.1 Construcción y operación de líneas de flujo (ED9) 1
2.2.2.4.1.1 Cantidades requeridas para el Área de Desarrollo Bucare 1
2.2.2.4.1.2 Alternativas de trazado, cruces fluviales y posibles accesos incluyendo las longitudes 3
2.2.2.4.1.3 Métodos constructivos, prueba hidrostática e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otras) 26
2.2.2.4.1.4 Diámetro de la tubería a instalar, incluyendo longitud y Derecho de vía 47
2.2.2.4.1.5 Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir ... 48
2.2.2.4.1.6 Estimativo de maquinaria, equipos y mano de obra 48
2.2.2.4.1.7 Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la actividad 51
2.2.2.4.1.8 Duración de las obras, etapas y de actividades 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Estrategias de desarrollo para las líneas de flujo 1
Tabla 2-2 Alcance de las líneas de flujo a solicitar 2
Tabla 2-3 Especificaciones técnicas de las líneas de flujo a instalar 4
Tabla 2-4 Listado de ocupaciones de cauce a solicitar 6
Tabla 2-5 Listado de ocupaciones de cauce a solicitar 21
Tabla 2-6 Proceso constructivo en cruces subfluviales 23
Tabla 2-7 Proceso constructivo en Perforación Horizontal Dirigida (PHD) 24
Tabla 2-8 Actividades a ejecutar en la construcción de líneas de flujo 26
Tabla 2-9 Zonas de trabajo en los derechos de vía DDV 29
Tabla 2-10 Estimativo del volumen de agua a utilizar en pruebas hidrostáticas por Km de longitud en relación con su diámetro 40
Tabla 2-11 Especificaciones generales de las líneas de flujo 47
Tabla 2-12 Estimativo de maquinaria en la construcción de líneas de flujo por frente de obra .. 48
Tabla 2-13 Estimativo de maquinaria y equipos para cruces especiales PHD 49
Tabla 2-14 Equipos, insumos y materiales para la prueba hidrostática 49
Tabla 2-15 Personal estimado para la construcción de líneas de flujo 50
Tabla 2-16 Personal estimado para los cruces especiales por perforación horizontal dirigida ... 51
Tabla 2-17 Duración estimada para la construcción de 1 Km de línea de flujo 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Derecho de vía para líneas de flujo 2
Figura 2-2 Infraestructura en paralelo (vías, líneas de flujo y eléctricas) 3
Figura 2-3 Ocupaciones de cauce a solicitar para el Área de Desarrollo Bucare 16
Figura 2-4 Corte Transversal de zanja a cielo abierto 18

Figura 2-5 Sistema de tuneleado o Ramming 19
Figura 2-6 Detalle típico con puente colgante para cruce aéreo de líneas de flujo 21
Figura 2-7 Detalle típico cruce con cercha metálica 22
Figura 2-8 Cruce aéreo con estructura tipo cercha 22
Figura 2-9 Sección transversal para zanja de cruce subfluvial 23
Figura 2-10 Esquema de tipo de cruce subfluvial mediante excavación a cielo abierto para drenajes 24
Figura 2-11 Diseño típico de cruce subfluvial por método a zanja a cielo abierto 24
Figura 2-12 Tiro de la lingada a lo largo del túnel construido 25
Figura 2-13 Procedimiento en la perforación horizontal dirigida 26
Figura 2-14 Áreas que hacen parte del DDV 29
Figura 2-15 Tipo de señal informativa 30
Figura 2-16 Obras de estabilización geotécnica en derechos de vía DDV 32
Figura 2-17 Obras de estabilización geotécnica en coronas de taludes 33
Figura 2-18 Diseños tipo de Trinchos 34
Figura 2-19 Diseños tipo de Marcos H para diferentes niveles 38

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1 Excavación de zanja a cielo abierto 18
Fotografía 2-2 Excavación e hincado de tubería 19
Fotografía 2-3 Instalación tubería Flexsteel 20
Fotografía 2-4 Cruces aéreos tipo puente colgante y marcos H 21
Fotografía 2-5 Alineamiento del derecho de vía (DDV) 28
Fotografía 2-6 Apertura del derecho de vía (DDV) 28
Fotografía 2-7 Derecho de vía compartido (Línea de flujo+ Línea de flujo) 31
Fotografía 2-8 Derecho de vía compartido (Línea de flujo+ Vía de acceso) 31
Fotografía 2-9 Derecho de vía compartido (Línea de flujo+ Línea eléctrica) 32
Fotografía 2-10 Transporte de tubería 34
Fotografía 2-11 Soldadura de tuberías en líneas de flujo 35
Fotografía 2-12 Prueba radiográfica y de ultrasonido realizada en líneas de flujo 36
Fotografía 2-13 Apertura de zanja en instalación de líneas de flujo 37
Fotografía 2-14 Prueba hidrostática 41
Fotografía 2-15 Mantenimiento de líneas de flujo 42

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

2.2.2 Estrategias de desarrollo

2.2.2.4 Líneas de flujo

Las líneas de flujo son tuberías utilizadas para el transporte de fluidos que se lleve a cabo entre las plataformas (Locaciones Multipozo) y sus pozos asociados con las diferentes facilidades en superficie y/o los campos y/o bloques con los que se haga intercambio (entrega y/o recibo) de fluidos. Estas líneas de flujo se diseñan de forma tal que soportan altas presiones y temperaturas, garantizando la seguridad y confiabilidad en la transferencia de fluidos. Estas tuberías suelen estar fabricadas en acero al carbono, aceros inoxidables, materiales compuestos, entre otros, con diámetros, espesores y recubrimientos protectores en función de las necesidades del proyecto y servicio que prestan.

Dentro de esta estrategia de desarrollo general se conjuga la construcción de infraestructura requerida que ayude al transporte de diferentes fluidos entre equipos y áreas operativas. Bajo el panorama reseñado se contemplan una (1) estrategia de desarrollo enfocada en la Construcción y operación de líneas de flujo. La estrategia en mención se lista en la **Tabla 2-1**.

Tabla 2-1 Estrategias de desarrollo para las líneas de flujo

ESTRATEGIAS DEFINIDAS EN LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA HI-TER-1-03		ESTRATEGIAS DE DESARROLLO DEFINIDAS EN EL EIA ÁREA DE DESARROLLO BUCARE	
ID	**Estrategia de Desarrollo Generales**	**Estructura del documento (Numeral 2.2.2) para la presentación de las Estrategia de Desarrollo**	**ED**
4	**Líneas de flujo**	2.2.2.4.1. Construcción y operación de líneas de flujo	**ED9**

Fuente: S.G.I S.A.S, 2025

2.2.2.4.1 Construcción y operación de líneas de flujo (ED9)

Dentro de las necesidades de infraestructura se requiere aquella que ayude al transporte de diferentes fluidos entre equipos y áreas operativas. Esta actividad contempla la construcción de líneas de flujo desde las plataformas nuevas o existentes hasta la conexión a líneas existentes o conexiones directas a estaciones y/o facilidades, existentes o proyectadas y entre campos y bloques con los que se haga entrega y/o recibo de fluidos. Las líneas de flujo podrán ser construidas en superficie, sobre racks o marcos H, o enterradas, y podrán funcionar como gasoductos, oleoductos, poliductos, líneas de pozos, líneas colectoras, oleoductos secundarios o principales.

2.2.2.4.1.1 Cantidades requeridas para el Área de Desarrollo Bucare

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 132,00 km que abrigarán tuberías con diámetros hasta un máximo 36” e instaladas en un Derecho de Vía -DDV- de hasta 20 m de sección transversal. La definición y trazados de estas, se realizará en función de las necesidades del campo.

Tabla 2-2 Alcance de las líneas de flujo a solicitar

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ALCANCE	LONGITUD TOTAL (Km)
Construcción y operación de Líneas de Flujo	Se solicita la construcción de líneas de flujo con una longitud de hasta 132,00 Km para el transporte de fluidos (agua, crudo, gas). Diámetros de hasta 36" en derechos de vía de hasta 20 m.	132,00

Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

- **Optimización del derecho de vía en Líneas de Flujo**

En un derecho de vía (DDV) de 20 metros de ancho se podrán instalar en paralelo una o más tuberías de diferentes diámetros siempre y cuando se asegure que ninguna de estas quede por fuera de los 20 metros esto con el fin de optimizar los DDV y asegurar el manejo adecuado del territorio.

En caso hipotético de completar la capacidad del DDV con varias líneas instaladas y que se identifique que no es viable técnicamente la instalación de más tubos en paralelo se procederá con la planeación de un DDV independiente el cual tendrá como máximo los 20 metros solicitados, como se puede apreciar en la **Figura 2-1**.

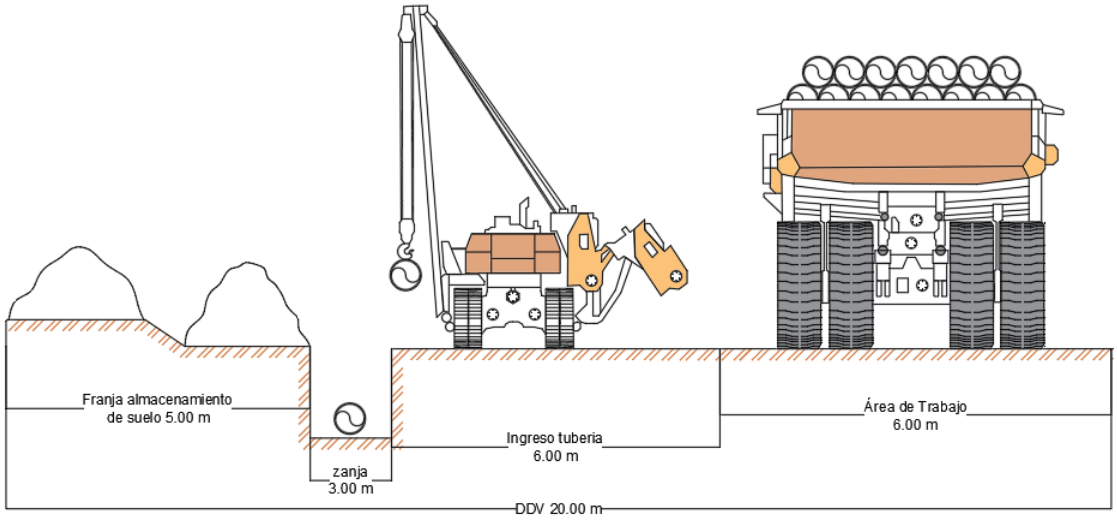


Figura 2-1 Derecho de vía para líneas de flujo
Fuente: SGI S.A.S, 2025

Para los derechos de vía en los cruces con cuerpos de agua, donde se requiere instalación de tuberías superficial, aérea o subfluvial, se contemplan permisos de ocupaciones de cauce con derechos de vía de 100 m (50 m aguas arriba y 50 m aguas abajo) como rango de movilidad para ejecutar las actividades de acuerdo al método descrito en el numeral 2.2.2.4.1.2.3 del presente capitulo.

Así mismo, en el capítulo 4. DEMANDA USO Y APROVECHAMIENTO/ 4.6 Aprovechamiento forestal, se plantea el escenario de intervención para la actividad de construcción y operación de líneas de flujo, proyectando un traslape en el cual se comparten los derechos de vía entre líneas de flujo, con el objetivo optimizar la intervención sobre los corredores.

- **Optimización de Derechos de Vía con infraestructura lineal**

Cuando la infraestructura lineal requiere estar en paralelo se deben contemplar los DDV independientes para cada uno de los servicios (vías, líneas de flujo, líneas eléctricas) sin embargo se podrá optimizar los DDV compartiendo centros de acopio y distribución de material.

Se contemplan derechos de vía compartido donde se pueda construir una obra lineal dentro del derecho de vía de infraestructura lineal ya existente o que en un diseño se contemplen varias obras lineales dentro de un mismo derecho de vía, de acuerdo a los compromisos y permisos adquiridos con el encargado de la línea existente.

En la siguiente **Figura 2-2**, se presenta una sección de infraestructura en paralelo, donde los DDV son optimizados para las zonas de acopio de material y tránsito de maquinaria y equipos.

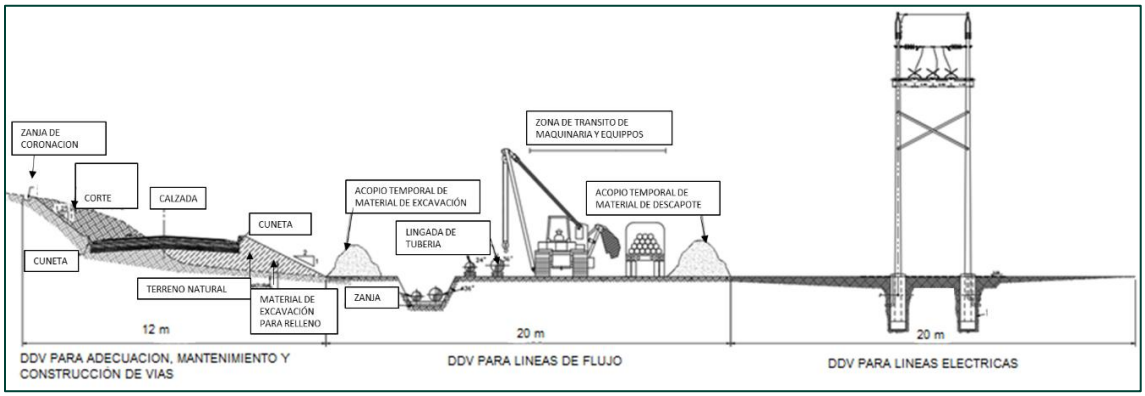


Figura 2-2 Infraestructura en paralelo (vías, líneas de flujo y eléctricas)
Fuente: SGI S.A.S, 2025

2.2.2.4.1.2 Alternativas de trazado, cruces fluviales y posibles accesos incluyendo las longitudes

La información específica de trazado de las líneas de flujo a construir, la localización y cantidad de cruces fluviales (ocupaciones de cauce) y accesos a emplear para poder acceder a los diferentes tramos de cada línea durante su construcción, serán identificados y presentados dentro de los respectivos Planes de Manejo Ambiental Específicos (PMAE) que sean necesarios para la ejecución de los proyectos que involucren este tipo de actividad; sin embargo, la generalidad de estos trazados se presenta a continuación:

- ✓ Serán realizados en correspondencia con la zonificación de manejo ambiental.
- ✓ Dependerá de la localización final de la infraestructura petrolera (i.e: localizaciones, estaciones e instalaciones en general) a las que se requiera acceder.
- ✓ Su punto de inicio se localizará sobre manifold existentes o proyectados en las plataformas y finalizará en manifold, separadores, Tie-In, entre otros, localizados en líneas de conducción o en estaciones a la que se necesita conectar.
- ✓ Se propenderá por mantener la menor longitud de línea y la misma deberá considerar la estabilidad geotécnica y presentar en lo posible menores volúmenes de corte y relleno.
- ✓ El acceso a las áreas donde se construirán las diferentes líneas de flujo requeridas para el Área de Desarrollo Bucare se realizará por las diferentes vías de acceso identificadas para uso de la operación (tanto existentes como proyectadas) y, desde el punto donde estas intercepten con los DDV conformados para la instalación de las líneas, el acceso se podrá realizar a lo largo de estos hasta los diferentes frentes de obra.

2.2.2.4.1.2.1 Especificaciones técnicas de los cruces especiales

Los corredores de línea de flujo serán empleados para interconectar plataformas, CPF, entre sí o entre esta infraestructura y campo o bloques con los que se realice la entrega y/o recibo de fluidos; la construcción e instalación de las líneas de flujo podrán ser a nivel de superficie del terreno y/o apoyadas en soportes marcos "H" paralelas a las vías y/o enterradas, y estas a su vez podrán ir en paralelo.

En los derechos de vía, estimados en un máximo de hasta 20 m, las líneas de flujo podrán ir sobre un rack de tuberías, con diámetros de hasta 36", cuyo diámetro final será definido en función de los análisis hidráulicos y de procesos y presentado en los respectivos. Las líneas de flujo estarán dentro del Área de Desarrollo Bucare y podrán ser a campo traviesa y paralelo a las vías, superficiales y/o enterradas. A continuación, en la **Tabla 2-3** se identifican las principales especificaciones técnicas de las líneas de flujo a instalar, cabe aclarar que las especificaciones de materiales podrán cambiar de acuerdo con las necesidades del proyecto. En los Planes de Manejo Ambiental específicos se identificará a detalle los trazados y especificaciones técnicas de cada tramo de línea de flujo a construir.

Tabla 2-3 Especificaciones técnicas de las líneas de flujo a instalar

ITEM	CARACTERÍSTICAS
Tipo de línea	A nivel de superficie del terreno y/o apoyadas en soportes marcos "H" paralelas a las vías y/o enterradas, y estas a su vez podrán ir en paralelo (corredores).
Tubería	API5L GR.X65
Diámetro	Hasta de 36"
Longitud estimada	Hasta 132 km
Longitud del tubo	Secciones de 6 a 12 m
Derecho de vía (DDV)	Varía de acuerdo con el diámetro de la tubería y al número de líneas simultáneas. Se estima un DDV máximo de 20,00 m de ancho
Presión de la tubería	De 100 psi a 5000 psi; según diseños
Profundidad para tubería enterrada	Mínimo 1,20 m medidos desde la cota superior de la tubería
Conexión entre tubos	Uniones soldadas de acuerdo con la norma
Ancho de la zanja para tubería enterrada	Varía de acuerdo con el diámetro de la tubería
Prueba hidrostática	De acuerdo con la norma vigente de diseño aplicable (ASME B31.4) y estándar corporativo vigente.
Cruces sobre cuerpos de agua	Estructuras elevadas o cruces subfluviales por zanjas o perforación dirigida y otros

Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

La instalación de tubería se ejecutará bajo las normas y estándares de construcción e instalación de líneas de flujo que se encuentren vigentes, garantizando la protección del ambiente y buscando el menor impacto posible.

Los materiales para las tuberías podrán variar según las necesidades de los fluidos a transportar, siendo la tubería de acero al carbón la más empleada, sin ser limitante del uso de otras tecnologías que permitan demostrar a través de diseños su seguridad y funcionalidad. Las líneas podrán vincularse para formar troncales, ductos especiales, poliductos, alivio de presión y otros que garanticen la seguridad y operatividad del transporte de los fluidos.

El acopio de tubería temporal, podrá realizarse tanto en el área de campamento en el área de la localización de perforación o en áreas libres de los pozos existentes desde donde será transportada hacia los frentes de obra (aprovechando las vías objeto de uso contempladas dentro del presente EIA, así como a lo largo del derecho de vía eventualmente, corredores de apoyo para el tendido y

que luego sean recuperados) en donde será alistada para su instalación y donde podrá ser acopiada temporalmente.

Considerando la construcción de nuevas líneas de flujo, se identifica la necesidad de la realización de cruces especiales de elementos tales como vías (pavimentadas y no pavimentadas), así como de cuerpos de agua superficiales lóticos y su respectiva zona de exclusión. Para la definición de las eventuales solicitudes de ocupación de cauce a los que son sujetos los cruces de cuerpos de agua, se presenta la **Tabla 2-4**, que muestra la relación de los cuerpos de agua susceptibles de intervenir por las obras a realizar en el marco de la construcción de líneas de flujo y vías, además en la **Figura 2-3**, se presenta su respectiva ubicación. Es importante resaltar, que en el capítulo 4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales) se presenta en detalle los tipos de obras planteados para líneas de flujo en las ocupaciones de cauce.

Tabla 2-4 Listado de ocupaciones de cauce a solicitar

ID	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		ESTADO DEL CRUCE	FUENTE QUE INTERVENIR	PERMANENCIA	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ARRIBA (m)	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ABAJO (m)	INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A CONSTRUIR O MEJORAR
	ESTE	NORTE						
OC-1	4938409,83	1998625,95	Existente	Caño NN6	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert.
OC-2	4930961,53	1998738,62	Existente	Caño Hondo	Perenne	50	50	Captación de agua superficial por motobomba
OC-3	4927141,20	1996695,26	Existente	Caño NN14	Perenne	50	50	Construcción y/o adecuación de estructura tipo Box Culvert, Pontón
OC-4	4929038,15	1996398,23	Existente	Caño NN38	Perenne	50	50	Construcción y/o adecuación de estructura tipo Box Culvert, Pontón
OC-5	4932764,12	1997958,51	Proyectada	Caño Hondo	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Pontón, Puente
OC-6	4933229,84	1997409,78	Existente	Caño Hondo	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-7	4933224,68	1997279,58	Proyectada	Caño Hondo	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Pontón, Puente
OC-8	4933268,09	1997293,53	Proyectada	Caño Hondo	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Pontón, Puente
OC-9	4934166,60	1999074,53	Proyectada	Caño Innominado	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón
OC-10	4935341,76	1998344,11	Proyectada	Caño NN7	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o

ID	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		ESTADO DEL CRUCE	FUENTE QUE INTERVENIR	PERMANENCIA	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ARRIBA (m)	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ABAJO (m)	INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A CONSTRUIR O MEJORAR
	ESTE	NORTE						
								adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-11	4935427,73	1998253,85	Existente	Caño NN7	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-12	4935180,57	1997807,40	Proyectada	Caño NN8	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-13	4935667,93	1997651,36	Existente	Caño NN8	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-14	4935697,82	1998232,74	Existente	Caño NN7	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-15	4935909,42	1997314,42	Proyectada	Caño NN8	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Box Culvert, Pontón
OC-16	4936048,26	1996786,60	Proyectada	Caño NN9	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Box Culvert, Pontón
OC-17	4936088,96	1996512,92	Existente	Caño NN10	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-18	4936409,43	1996451,36	Proyectada	Caño NN10	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o

ID	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		ESTADO DEL CRUCE	FUENTE QUE INTERVENIR	PERMANENCIA	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ARRIBA (m)	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ABAJO (m)	INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A CONSTRUIR O MEJORAR
	ESTE	NORTE						
								adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-19	4936418,77	1997245,12	Existente	Caño NN8	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-20	4936917,39	1998104,58	Existente	Chucua Negra	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-21	4936985,02	1997679,34	Existente	Caño NN7	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-22	4937166,66	1996795,45	Existente	Caño NN9	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-23	4939016,67	1997889,26	Proyectada	Chucua Negra	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-24	4939128,19	1996778,27	Proyectada	Caño NN9	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-25	4939314,12	1996002,07	Proyectada	Caño NN11	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-26	4939953,86	1996586,37	Proyectada	Caño Chivisnavi	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o

ID	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		ESTADO DEL CRUCE	FUENTE QUE INTERVENIR	PERMANENCIA	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ARRIBA (m)	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ABAJO (m)	INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A CONSTRUIR O MEJORAR
	ESTE	NORTE						
								adecuación de estructura tipo Box Culvert, Pontón
OC-27	4939934,72	1995668,66	Proyectada	Caño NN3	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Box Culvert, Pontón
OC-28	4939994,48	1995307,11	Proyectada	Caño NN12	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Box Culvert, Pontón
OC-29	4930396,35	1995176,05	Existente	Río Acacías	Perenne	50	50	Captación de agua superficial por motobomba
OC-30	4930352,40	1995061,77	Existente	Caño NN15	Perenne	50	50	Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-31	4930411,98	1994852,69	Existente	Caño NN16	Perenne	50	50	Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-32	4930212,95	1994279,45	Existente	Caño NN13	Perenne	50	50	Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-33	4929941,11	1993346,11	Existente	Caño NN17	Intermitente	50	50	Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-34	4929411,40	1991989,38	Existente	Caño La Unión	Perenne	50	50	Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-35	4930714,07	1992026,83	Existente	Caño La Unión	Perenne	50	50	Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-36	4931570,30	1994254,83	Proyectada	Caño NN13	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-37	4932439,40	1993634,41	Existente	Caño NN18	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert

ID	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		ESTADO DEL CRUCE	FUENTE QUE INTERVENIR	PERMANENCIA	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ARRIBA (m)	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ABAJO (m)	INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A CONSTRUIR O MEJORAR
	ESTE	NORTE						
OC-38	4932870,44	1994817,62	Proyectada	Caño NN19	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-39	4933705,32	1994479,80	Proyectada	Río Acacías	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales) y/o líneas eléctricas. Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-40	4934116,68	1993493,26	Proyectada	Caño NN20	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-41	4934002,00	1994070,08	Proyectada	Río Acacías	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales) y/o líneas eléctricas. Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-42	4933969,87	1994496,15	Proyectada	Río Acacías	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales) y/o líneas eléctricas. Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-43	4934629,44	1995042,21	Proyectada	Caño NN21	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-44	4935468,56	1995367,80	Proyectada	Caño Hondo	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-45	4935532,95	1995427,10	Proyectada	Caño NN22	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert

ID	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		ESTADO DEL CRUCE	FUENTE QUE INTERVENIR	PERMANENCIA	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ARRIBA (m)	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ABAJO (m)	INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A CONSTRUIR O MEJORAR
	ESTE	NORTE						
OC-46	4937485,56	1994746,10	Proyectada	Caño NN23	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-47	4937793,13	1994652,37	Proyectada	Caño NN24	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-48	4938015,74	1994211,34	Proyectada	Caño NN24	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-49	4937980,96	1994157,88	Proyectada	Caño NN25	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-50	4937931,08	1994023,61	Proyectada	Caño Hondo	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-51	4937910,36	1993976,69	Proyectada	Caño NN34	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-52	4937813,44	1993766,35	Proyectada	Río Acacías	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales) y/o líneas eléctricas. Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-53	4937640,91	1993384,37	Proyectada	Caño NN5	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert

ID	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		ESTADO DEL CRUCE	FUENTE QUE INTERVENIR	PERMANENCIA	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ARRIBA (m)	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ABAJO (m)	INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A CONSTRUIR O MEJORAR
	ESTE	NORTE						
OC-54	4937231,22	1993067,92	Proyectada	Caño NN4	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-55	4934564,22	1992632,53	Existente	Caño Cornetal	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón
OC-56	4933503,89	1991362,73	Existente	Caño NN26	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-57	4933507,72	1991198,57	Existente	Caño NN27	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-58	4933503,46	1990859,62	Existente	Caño La Unión	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales) y/o líneas eléctricas. Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente.
OC-59	4932845,76	1990205,43	Existente	Caño San Luis	Perenne	50	50	Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente.
OC-60	4932848,56	1990001,09	Existente	Caño NN36	Perenne	50	50	Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-61	4931989,67	1990330,43	Proyectada	Caño San Luis	Perenne	50	50	Construcción y/o adecuación de estructura tipo Box Culvert, Pontón o Puente
OC-62	4933641,19	1991104,88	Existente	Caño NN27	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-63	4933758,18	1991220,57	Existente	Caño NN26	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o

ID	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		ESTADO DEL CRUCE	FUENTE QUE INTERVENIR	PERMANENCIA	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ARRIBA (m)	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ABAJO (m)	INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A CONSTRUIR O MEJORAR
	ESTE	NORTE						
								subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-64	4934370,27	1991190,01	Existente	Caño NN28	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-65	4934855,66	1990805,32	Proyectada	Caño La Unión	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales) y/o líneas eléctricas. Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón
OC-66	4934833,04	1990666,33	Proyectada	Caño NN30	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón
OC-67	4936021,55	1990997,83	Proyectada	Caño NN31	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón
OC-68	4935621,78	1988604,43	Existente	Caño San Luis	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-69	4936694,80	1989750,40	Existente	Caño La Unión	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales) y/o líneas eléctricas. Construcción y/o adecuación de estructura tipo Box culvert multiple, Puente
OC-70	4936881,99	1990098,51	Existente	Caño NN33	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-71	4937044,70	1991378,44	Proyectada	Caño Seco	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o

ID	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		ESTADO DEL CRUCE	FUENTE QUE INTERVENIR	PERMANENCIA	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ARRIBA (m)	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ABAJO (m)	INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A CONSTRUIR O MEJORAR
	ESTE	NORTE						
								subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón
OC-72	4937365,03	1991832,59	Proyectada	Caño Cornetal	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón
OC-73	4938168,71	1992947,06	Proyectada	Caño NN4	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón, Puente
OC-74	4938210,07	1993016,69	Proyectada	Caño NN35	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón, Puente
OC-75	4940489,06	1992391,47	Proyectada	Caño NN37	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Box Culvert, Pontón, Puente
OC-76	4940257,38	1992098,57	Proyectada	Río Acacías	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales) y/o líneas eléctricas. Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-77	4940237,11	1992072,71	Proyectada	NN32	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón
OC-78	4939984,07	1991754,60	Proyectada	Caño NN39	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón

ID	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		ESTADO DEL CRUCE	FUENTE QUE INTERVENIR	PERMANENCIA	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ARRIBA (m)	LONGITUD FRANJA DE MOVILIDAD AGUAS ABAJO (m)	INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A CONSTRUIR O MEJORAR
	ESTE	NORTE						
OC-79	4939181,98	1991843,33	Proyectada	Caño NN40	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón
OC-80	4939174,27	1991390,04	Existente	Caño Cornetal	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón
OC-81	4939392,91	1991341,17	Proyectada	Caño Cornetal	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert, Pontón
OC-82	4940076,89	1991539,63	Existente	Caño NN41	Intermitente	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Alcantarilla, Box Culvert
OC-83	4938404,84	1990434,97	Proyectada	Caño Seco	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Box Culvert, Pontón, Puente
OC-84	4938841,18	1990028,81	Existente	Caño Seco	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales). Construcción y/o adecuación de estructura tipo Box Culvert, Pontón, Puente
OC-85	4938466,45	1989106,04	Proyectada	Caño La Unión	Perenne	50	50	Instalación de líneas de flujo (Aérea con marco H o subfluviales) y/o líneas eléctricas. Construcción y/o adecuación de estructura tipo Puente
OC-86	4938564,65	1988868,93	Existente	Caño La Unión	Perenne	50	50	Captación de agua superficial por motobomba

Fuente: S.G.I S.A.S, 2025

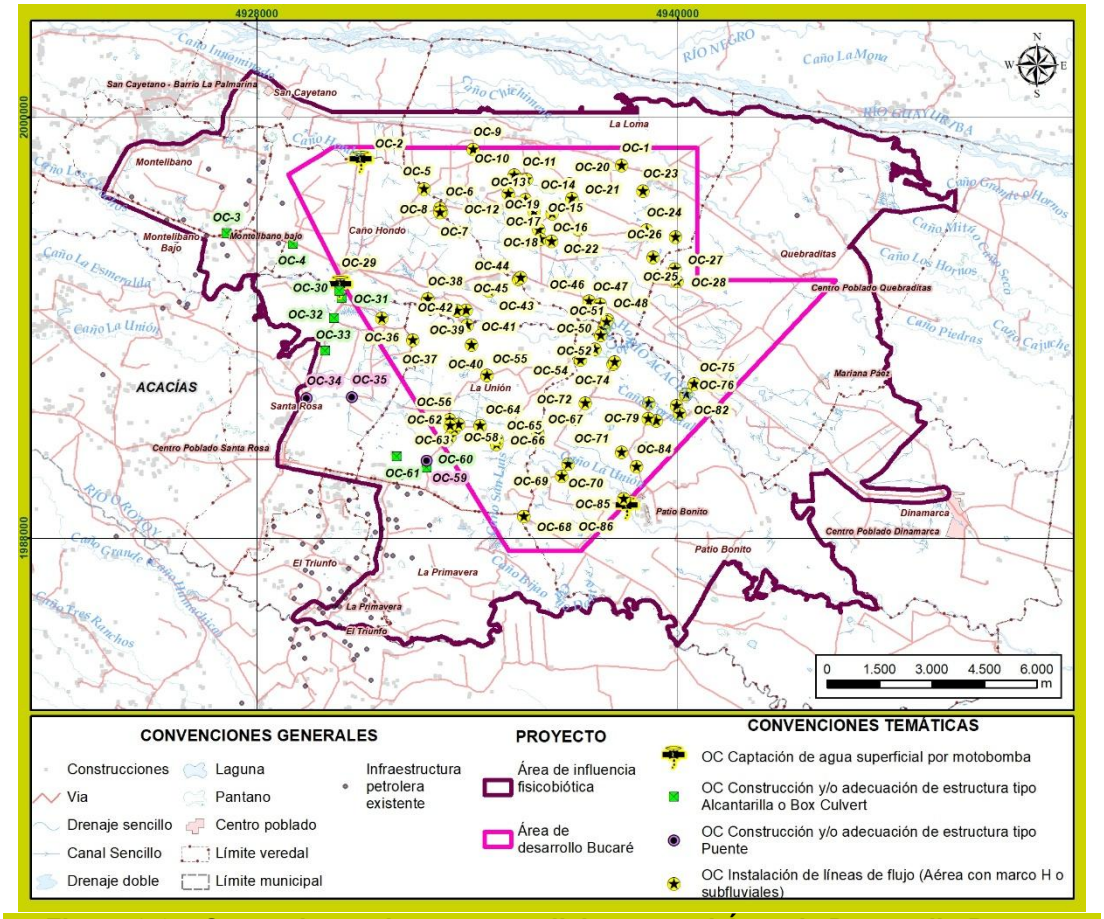


Figura 2-3 Ocupaciones de cauce a solicitar para el Área de Desarrollo Bucare
Fuente: SGI S.A.S, 2025

Los trazados para corredores de líneas de flujo se plantean con las siguientes consideraciones técnicas, ambientales y de seguridad física:

- ✓ Localización de alineamientos en zonas con adecuadas condiciones de estabilidad geotécnica.
- ✓ Menor intervención posible de zonas importantes desde el punto de vista ambiental, tales como áreas con cobertura de bosque, cruces con drenajes naturales y asentamientos poblacionales, entre otros.
- ✓ Facilidades de acceso a los corredores y a los sitios de obras complementarias; para su construcción, vigilancia y mantenimiento.
- ✓ Condiciones topográficas más favorables (continuidad del trazado y pendientes moderadas).
- ✓ La alineación de la tubería se efectuará con grapa externa, verificando el completo enfrentamiento de los biseles y las paredes de los tubos a soldar, para reducir al mínimo la posibilidad de defectos en la soldadura por este motivo.

2.2.2.4.1.2.2 Cruces con infraestructura existente

Entre este tipo de cruces se contemplan los cruces de líneas de flujo en vías y los cruces con otras líneas o tuberías existentes, cada uno de los cuales se describe a continuación.

- **Cruces con otros ductos**

El cruce correspondiente al de la tubería de la nueva línea con otros ductos existentes, ya sean ductos de transporte de hidrocarburos, acueductos, alcantarillados u otros ductos excluyendo instalaciones domiciliarias donde el paso se considera como una línea regular. Donde sea necesario el cruce con otros ductos, debe realizarse inicialmente una excavación manual a cielo abierto (apiques) u otro tipo de exploración para determinar con exactitud la profundidad a la cual se encuentra el tubo.

La tubería de la línea en construcción, además de cumplir con la profundidad mínima para la línea regular, debe quedar generalmente a una distancia libre mínima de 0.80 metros por debajo del tubo existente o de acuerdo con las exigencias del administrador del ducto a cruzar. Solo en casos excepcionales, en donde el diseño lo indique, la nueva línea puede instalarse por encima de la tubería existente.

- **Cruces con vías existentes**

Dentro de los diseños de los posibles trazados de líneas se podrán generar cruces sobre vías, lo cual implica una intervención de estas durante la etapa de construcción de la línea, para adelantar estas actividades se deben seguir los siguientes lineamientos:

- ✓ Durante la ejecución de los trabajos se señalizará adecuadamente el sector de cruce de la vía, con el fin de evitar accidentes. Se colocarán y operarán durante el tiempo que sea necesario señales informativas y restrictivas, barricadas, vallas de protección, señales luminosas, y acciones de control, que se consideren necesarios para mantener el tránsito y salvaguardar a los usuarios de la vía durante el tiempo que dure la construcción del cruce.

- ✓ La profundidad de enterramiento de la tubería a lo largo del cruce garantizará que ésta no se vea afectada posteriormente debido a las cargas transmitidas al suelo por el paso de los vehículos.

- ✓ Inmediatamente terminada la instalación de la tubería, se procederá a reconstruir las estructuras y elementos afectados de la vía, como la capa de rodadura, entre otros.

Las labores para la construcción de líneas de flujo en los cruces con esta infraestructura se llevarán a cabo mediante cualquiera de las siguientes alternativas:

- **Excavaciones de zanja a cielo abierto**

Esta alternativa requiere del cerramiento de la vía por 10 horas aproximadamente y por ende la habilitación de rutas alternativas para el desplazamiento de los vehículos. Debido al corto tiempo que se dispone para este tipo de trabajo se deben tomar todas las medidas de seguridad establecidas para el tráfico vehicular.

Esta técnica consiste en la excavación de una zanja de 1,80 m de profundidad sobre la vía conformada (Ver **Fotografía 2-1**), para la colocación del tubo y habilitación de la línea, esta zanja será de un ancho medio de dos veces y medio (2,5) el diámetro de la tubería, independiente de la clase o condición del terreno.

Finalmente se realiza el tapado de esta hasta el nivel de la rasante compactando al 95% del ensayo Proctor modificado y se reconforma la vía en afirmado granular garantizando sus condiciones iniciales. En la **Figura 2-4**, se presenta un esquema de este tipo de cruce.



Fotografía 2-1 Excavación de zanja a cielo abierto
Fuente: SGI S.A.S, 2025

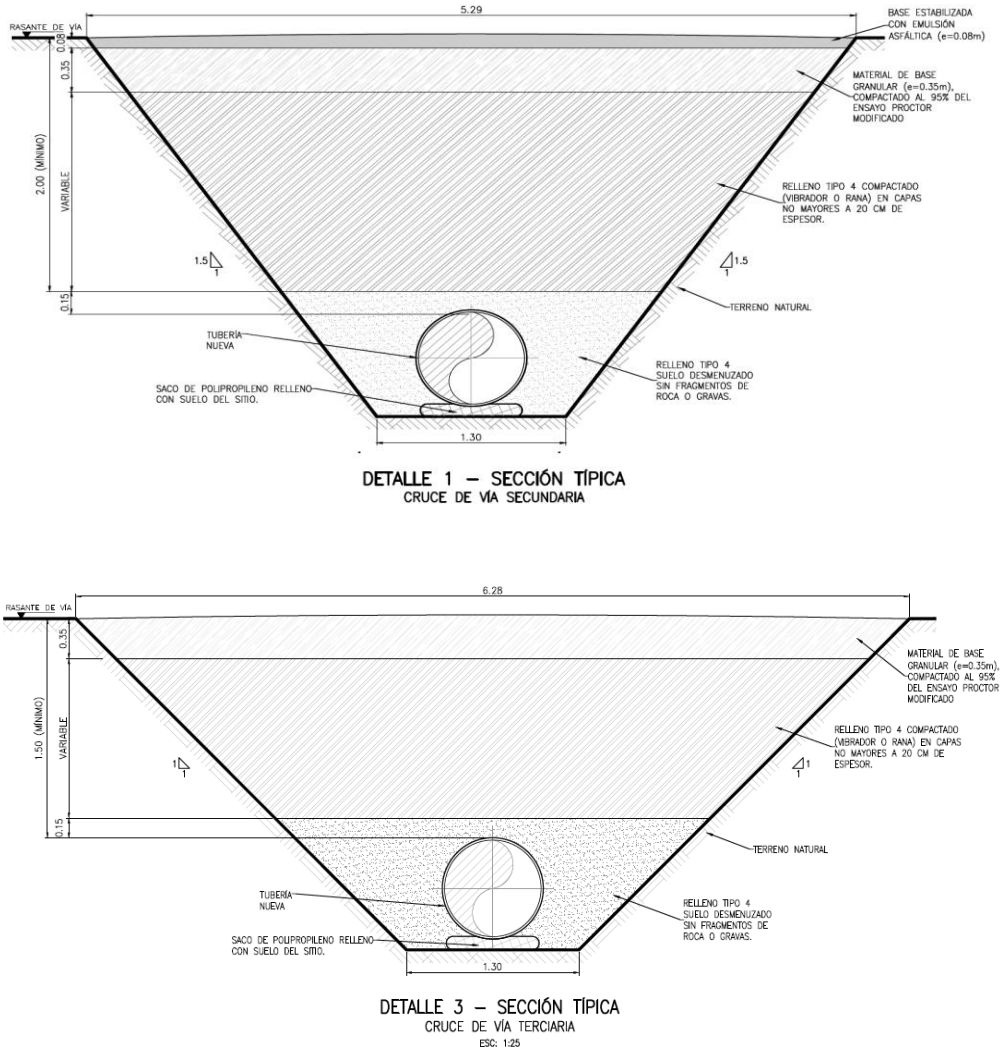


Figura 2-4 Corte Transversal de zanja a cielo abierto
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

- **Sistema de hincado o "Ramming"**

Este sistema es utilizado para la instalación de cruces viales, en aquellos casos en los que las vías se encuentran pavimentadas o cuya capa de rodadura sea difícilmente recuperable con respecto al nivel de soporte inicial. El proceso se utiliza en tubos de acero de hasta 4 m de diámetro y una longitud de hasta 80 m. Este método consiste en la apertura de dos zanjas en ambos extremos de la vía en donde se instala un equipo que va hincando la tubería de acero y se va soldando tubo por tubo sucesivamente, hasta lograr la longitud deseada. El equipo es de forma cilíndrica, excepto en las partes anterior y posterior, que son de forma cónica para la adaptación del cono de empuje. En la **Figura 2-5**, se ilustra el procedimiento de cruce a través del sistema de "Ramming".

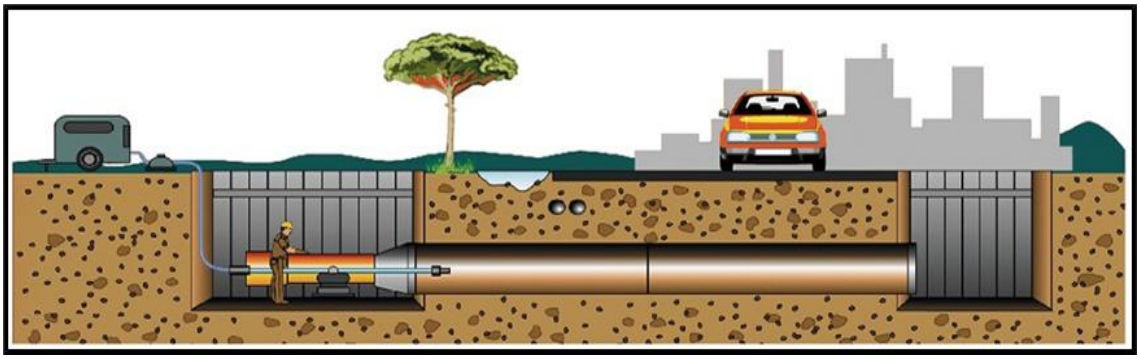


Figura 2-5 Sistema de tuneleado o Ramming
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

La propulsión se realiza con compresores de aire que transmiten la fuerza necesaria a la máquina y esta a su vez al tubo a instalar; posteriormente se extrae el suelo dentro de la camisa con agua a presión, aire comprimido o manualmente, este sistema es ideal para instalaciones de grandes diámetros. En la **Fotografía 2-2**, se presentan algunas de las obras realizadas en vías existentes para el cruce de tuberías de acero por este sistema.



Fotografía 2-2 Excavación e hincado de tubería
Fuente: SGI S.A.S, 2025

- **Cruces con tubería Flexible**

La instalación de la tubería flexible en cruces en vías se realizará encamisada a través de conductos de acero (Ver **Fotografía 2-3**); de acuerdo con esto, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ Los bordes de la tubería de acero deben ser inspeccionados y si se observan los bordes afilados estos deben ser pulidos o eliminados.
- ✓ La tubería flexible debe entrar directamente en el tubo y no entrar en ángulo, esto minimiza la posibilidad de que la tubería flexible roce el tubo de acero evitando el riesgo de daños en el tubo.
- ✓ Al realizar una transición entre tubería flexible y tubería metálica se debe conservar un solo plano, nivelado horizontal.
- ✓ Cuando existen estructuras para el cruce vehicular de cuerpos de agua (puentes) con longitudes mayores a 20 m, la tubería flexible se debe cruzar utilizando una la cercha metálica para soportar la tubería metálica de 12" que servirá de encamisado a las líneas de flexible.
- ✓ Los cruces aéreos con longitudes inferiores a 20 m se ubicarán al costado de cada uno de los puentes o box coullvert que cruzan los cuerpos de agua, los cruces se harán con tubería metálica de 4" que servirá de encamisado a las diferentes líneas de Thermoflex®.



Fotografía 2-3 Instalación tubería Flexsteel
Fuente: Instalación de la tubería Flexsteel en el pozo P-100. Campo La Paz, La Concepción – Edo. Zulia. Venezuela, 2009

2.2.2.4.1.2.3 Cruces de cuerpo de agua

Los cruces de cuerpo de agua se realizan a través de los permisos de ocupación de cauce para los drenajes naturales donde se requiera alguna intervención dentro de su ronda hídrica, en los casos donde se realicen actividades que no impliquen ningún tipo de actividad dentro de dichas rondas hídricas, no se requerida solicitar permiso de ocupación de cauce como ocurre por ejemplo en los casos de las perforaciones horizontales dirigidas, cuyo Para los cruces de las líneas de flujo con los cuerpos de agua superficiales lóticos se consideran las siguientes opciones:

- ➢ **Cruces aéreos**

Las estructuras construidas para el paso aéreo de las líneas de flujo a través de corrientes de agua generalmente corresponden a puentes colgantes (Ver **Figura 2-6**) o a cerchas de apoyo para luces mayores. En otro caso, para cruces con luces menores podrán utilizar marcos “H” en ambas márgenes de la corriente (Ver **Fotografía 2-4**). Este tipo de estructuras se caracterizan por cimentarse en terrenos firmes por fuera del cauce activo de la corriente, lo que genera una mínima afectación de esta ya que no es necesario realizar desvíos temporales o intervención del flujo de agua.

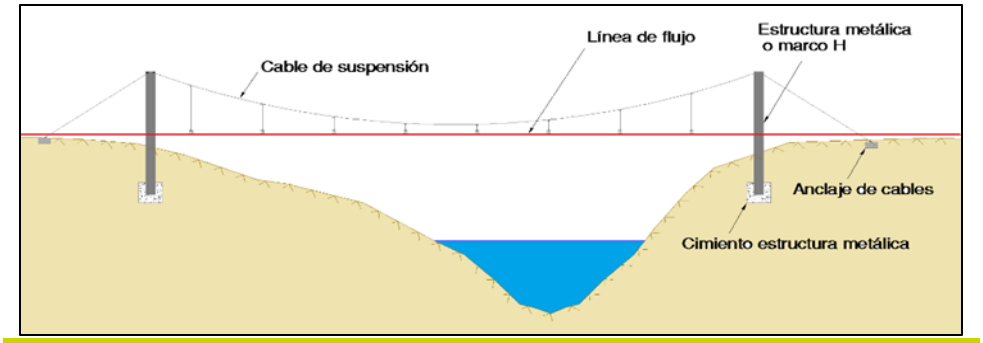


Figura 2-6 Detalle típico con puente colgante para cruce aéreo de líneas de flujo
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025



Fotografía 2-4 Cruces aéreos tipo puente colgante y marcos H
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

Tabla 2-5 Listado de ocupaciones de cauce a solicitar

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Localización y replanteo	Consiste en marcar en el terreno la ubicación de los elementos correspondientes a la cimentación de anclajes, las estructuras metálicas y/o marcos H según los planos de diseño.
Preparación del terreno	Consiste en realizar las correspondientes excavaciones para construir los cimientos y anclajes de las estructuras metálicas y/o marcos H.
Adecuación de pasos provisionales	En caso de que se requiera la adecuación de pasos provisionales sobre el cuerpo de agua, se deberá realizar la instalación de todas aquellas estructuras que permitan el paso tanto de personal como de maquinaria y equipos, buscando realizar la menor intervención posible sobre la cobertura vegetal natural y siempre dentro del derecho de vía (DDV) establecido. Esta infraestructura deberá retirarse una vez sea finalizada la construcción de la estructura definitiva o antes si es posible.
Cimentación	Implica la construcción de las zapatas, vigas y atraques en concreto ciclópeo o reforzado con el objetivo de apoyar y transmitir las cargas de las estructuras metálicas y/o marcos H. Se debe prever la instalación de varillas de acero, pernos y anclajes que sirvan de arranque y amarre de las estructuras metálicas y/o marcos H, así como de los cables de suspensión.
Instalación de estructuras metálicas o marcos H	Comprende la ubicación sobre los cimientos, izado, alineación vertical y apuntalamiento temporal de las estructuras metálicas o marcos H que servirán de soporte para los cables y líneas de flujo. La estructura podrá variar de material para garantizar el diseño.
Bases	Consiste en el amarre del acero de refuerzo, encofrado, vaciado y vibrado del concreto para fundir y anclar la estructura metálica y/o marcos H, a la cimentación. La base podrá variar de material para garantizar el diseño.
Cables de suspensión	Hace referencia al tendido, instalación, anclaje y tensión de los cables que servirán para sostener las líneas de flujo a lo largo de la luz.
Líneas de flujo	Comprende la instalación de las líneas de flujo sobre las estructuras metálicas y/o marcos H y el correspondiente amarre a los cables de suspensión mediante abrazaderas y ganchos. Antes de instalar la tubería, a la misma se le debe realizar la respectiva prueba hidrostática.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Actividades de limpieza y finalización	Se refiere a todas las labores de retiro y limpieza de los materiales sobrantes de construcción y aquellas involucradas con la respectiva señalización.

Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

- **Cruces Cerchas Metálicas**

Las cerchas o armaduras son estructuras compuesta de elementos delgados, unidos en sus extremos. Los elementos que se usan comúnmente en la construcción consisten en puntales, barras de metal, ángulos o canales. Las conexiones en las juntas suelen formarse al empernar o soldar los extremos de los elementos a una placa común, llamada placa de empalme o simplemente pasando un perno o un pasador de gran tamaño a través de cada uno de los elementos estructurales. Más allá del uso de formas triangulares para darle su estabilidad a la cercha, no existe un diseño específico que determina el aspecto de una cercha (Ver **Figura 2-7** y **Figura 2-8**). El diseño de una cercha se determina realmente según cuál sea su finalidad de uso

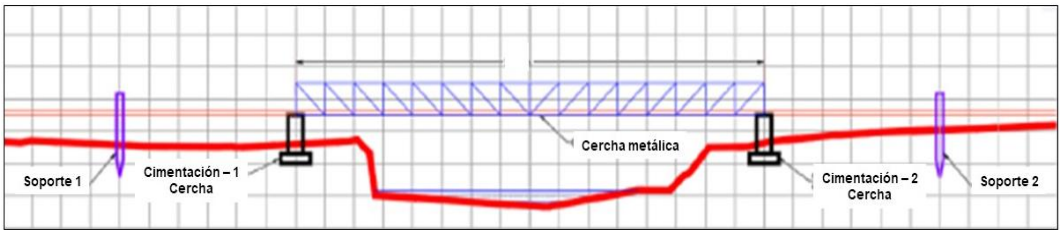


Figura 2-7 Detalle típico cruce con cercha metálica
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

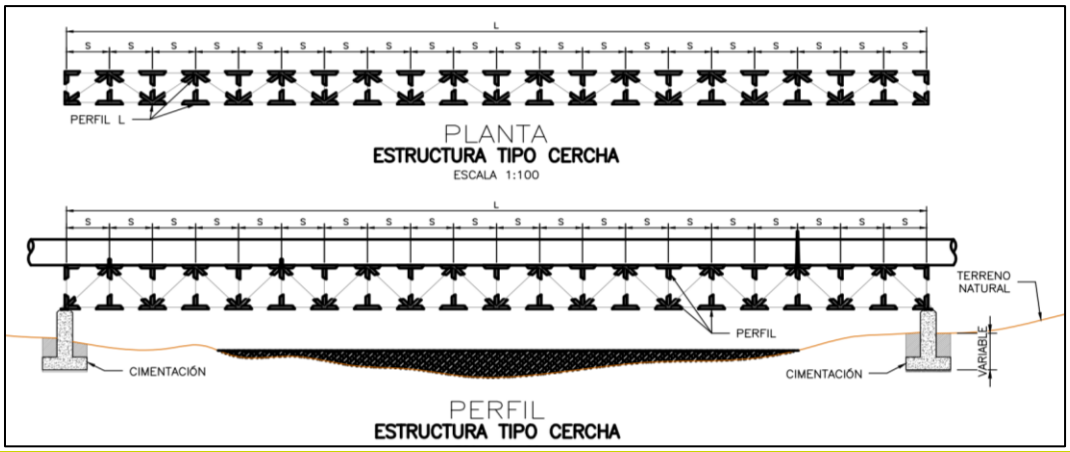


Figura 2-8 Cruce aéreo con estructura tipo cercha
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

- **Cruces subfluviales**

Los cruces subfluviales básicamente se construyen mediante excavaciones a cielo abierto o a través del método de perforación horizontal dirigida, descritos a continuación:

✓ Excavación a cielo abierto

Este procedimiento requiere del permiso de ocupación de cauce, comprende la intervención directa de la corriente mediante la excavación de una zanja en el lecho del cauce, generalmente de forma

perpendicular al flujo de agua, en la cual se instala la tubería a una profundidad por debajo del nivel de socavación (Ver **Figura 2-9**, **Figura 2-10** y **Figura 2-11**). El proceso constructivo se describe en la **Tabla 2-6**.

Tabla 2-6 Proceso constructivo en cruces subfluviales

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Localización y replanteo	*Consiste en ubicar en las márgenes y cauce de la corriente, los ejes y líneas guía correspondientes al ancho de la zanja donde se ubicará la tubería de cruce, áreas para las plataformas de perforación y de salida, así como aquellos elementos y estructuras para la estabilización y control de procesos erosivos, de acuerdo con los planos de diseño.*
Adecuación áreas provisionales	*Previa identificación de las áreas de las plataformas, se debe realizar la adecuación de estas tanto para el inicio como para la salida, considerando el DDV definido previamente y la franja para armar la lingada que se dispondrá luego en el túnel guía.*
Preparación de la tubería	*Implica el proceso de soldar, radiografiar y llevar a cabo la prueba hidrostática del tramo de tubería que se instalará antes de abrir la zanja y en un lugar fuera del curso del agua. Posteriormente se realizará el revestimiento de la tubería en concreto o en el material que determinen los diseños para cumplir la función de protección y/o lastrado.*
Intervención de la corriente	*La actividad se basa en construir un canal, desviar de manera temporal la corriente o intervenir por sectores el cauce, de tal forma que se puedan ejecutar las acciones sin interrupciones del flujo.*
Preparación del terreno	*Consiste en realizar la excavación, perfilado y adecuación de la zanja para la instalación de la línea de flujo hasta una profundidad inferior al nivel de socavación natural del cauce, según lo indicado en los planos.*
Rellenos	*Hace referencia a las labores de extender y compactar el material excavado de la zanja para cubrir la línea de flujo. También se pueden utilizar otros materiales de mejores características de acuerdo con las especificaciones establecidas en los diseños. En la última capa se puede instalar enrocados, concreto, sacos rellenos o geo sintéticos para controlar los procesos de socavación y erosión del cauce.*
Obras de estabilización y reconformación	*Consiste en la construcción de obras como muros en gaviones, instalación de enrocados, trinchos, geosintéticos, sacos rellenos, cortacorrientes, canales y en general todas aquellas estructuras y elementos que permiten estabilizar el cauce y controlar procesos erosivos*
Actividades de limpieza y finalización	*Se refiere a todas las labores de retiro y limpieza de los materiales sobrantes de construcción y aquellas involucradas con la respectiva señalización.*

Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

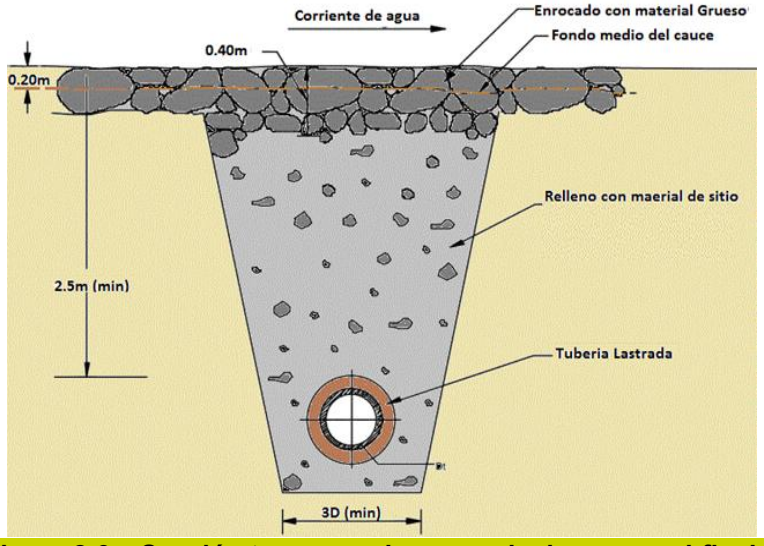


Figura 2-9 Sección transversal para zanja de cruce subfluvial
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

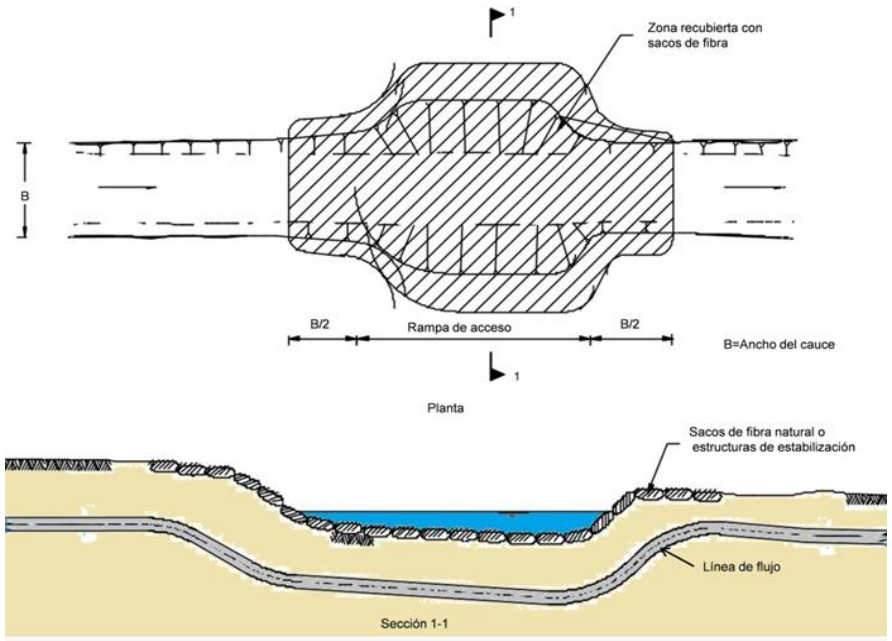


Figura 2-10 Esquema de tipo de cruce subfluvial mediante excavación a cielo abierto para drenajes
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

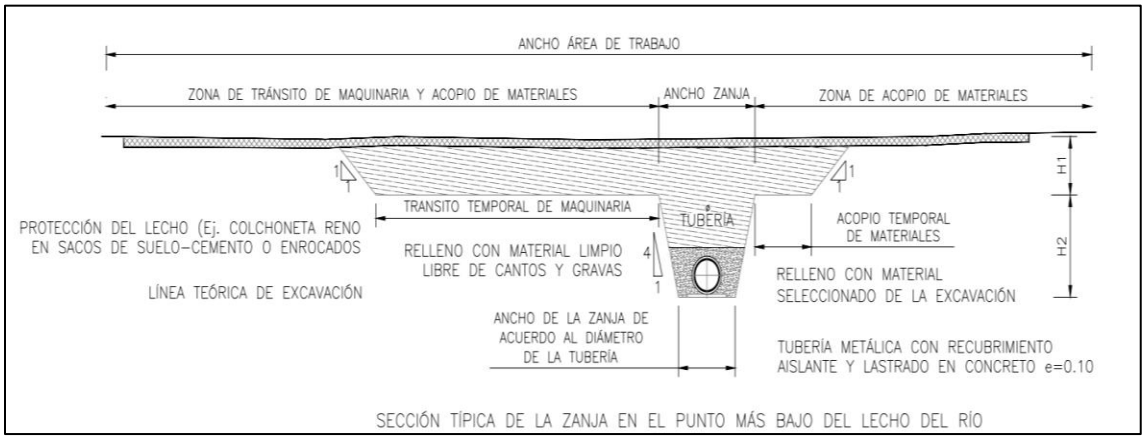


Figura 2-11 Diseño típico de cruce subfluvial por método a zanja a cielo abierto
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

✓ Perforación Horizontal Dirigida (PHD)

Este procedimiento implica la perforación de un túnel por debajo del lecho de la corriente a cruzar, de tal manera que no se realiza intervención directa del cauce ni del flujo de agua (Ver **Figura 2-12** y **Figura 2-13**). El proceso constructivo involucra las actividades descritas en la **Tabla 2-7**.

Tabla 2-7 Proceso constructivo en Perforación Horizontal Dirigida (PHD)

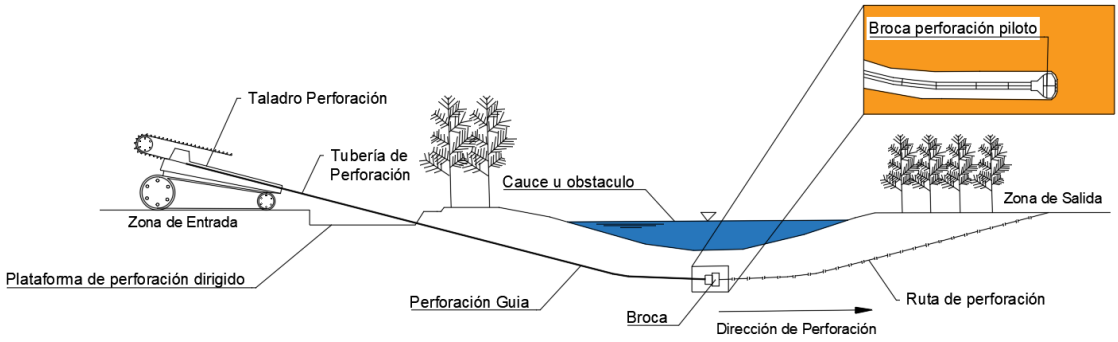
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Localización y replanteo	*Consiste en ubicar los sitios donde se dará inicio y fin a la perforación en ambas márgenes lejos del alcance de la corriente.*

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Excavación de zanjas	*Consiste en la excavación de zanjas a la entrada y salida del túnel para ubicar el equipo de perforación y otros accesorios como tuberías.*
Perforación del túnel guía	*Consiste en la perforación del túnel piloto por la trayectoria elegida a partir de la zanja de inicio. La perforación se realiza con un equipo de perforación brocas, tuberías y la inyección de lodos a alta presión de forma similar al funcionamiento de un equipo para perforación de pozos de petróleo y gas. La profundidad, dirección y ángulo de la perforación se controlan en superficie mediante una sonda de medición que transmite información a través de un cable conductor.*
Ensanchamiento del túnel	*Consiste en aumentar el diámetro del túnel piloto con un accesorio del equipo de perforación de tal manera que se facilite la instalación de la tubería.*
Preparación de la tubería	*Implica el proceso de soldar, radiografiar y llevar a cabo la prueba hidrostática del tramo de tubería que se instalará en un sitio fuera del curso de agua. Posteriormente se realizará el revestimiento de la tubería en concreto o en el material que determinen los diseños para cumplir la función de protección y/o lastrado.*
Instalación de la tubería	*La tubería por instalar se ubica en la zanja de salida y es amarrada al accesorio que realiza la operación de ampliación del túnel piloto. Posteriormente, se retira la tubería de perforación al tiempo que se arrastra la tubería a instalar.*
Retiro de equipos	*Consiste en el retiro del equipo de perforación y demás elementos utilizados, así como en el relleno de las zanjas de entrada y salida del túnel.*
Actividades de limpieza y finalización	*Se refiere a todas las acciones de retiro y limpieza de los materiales e insumos sobrantes y a la restauración de las áreas intervenidas.*

Fuente: ECOPETROL S.A, 2025



Figura 2-12 Tiro de la lingada a lo largo del túnel construido
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025



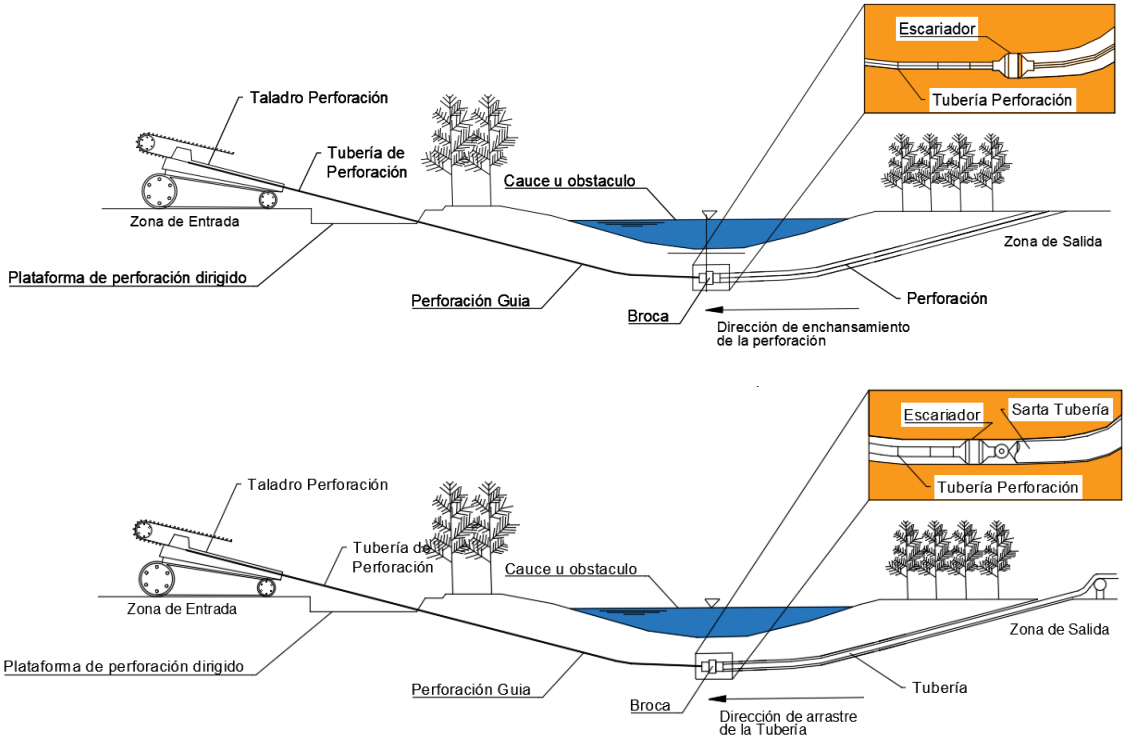


Figura 2-13 Procedimiento en la perforación horizontal dirigida
Fuente: SGI S.A.S, 2025

2.2.2.4.1.3 Métodos constructivos, prueba hidrostática e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otras)

Para el desarrollo de esta estrategia se requiere la ejecución de una serie de actividades que se listan en la **Tabla 2-8** las cuales dan el alcance constructivo y sus instalaciones de apoyo necesarias para el desarrollo de esta estrategia.

Tabla 2-8 Actividades a ejecutar en la construcción de líneas de flujo

ETAPA	SUBETAPA	ID	ACTIVIDAD
ETAPA PREOPERATIVA		***A-01***	*Adquisición de predios y derechos de servidumbres*
CONSTRUCTIVA	***LÍNEAS DE FLUJO (incluye infraestructura conexa)***	***A-12***	*Apertura y adecuación del derecho de vía (incluye replanteo, descapote y limpieza)*
		A-13	*Conformación obras de geotécnicas preliminares y estabilización de taludes*
		A-14	*Transporte, acopio, tendido de tubería*
		A-15	*Alistado de la tubería (Doblado, soldado, sandblasting y pruebas no destructivas de la tubería)*
		A-16	*Apertura de zanja, instalación y tapado de tubería*
		A-17	*Instalación estructuras sobre marcos H*
		A-18	*Cruces de vías e infraestructura*
		A-19	*Cruces sobre cuerpos de agua*
		A-20	*Pruebas hidrostáticas y/o neumáticas y No Destructivas*
OPERATIVA	***MANTENIMIENTO***	***A-43***	*Mantenimiento de los derechos de vía para las líneas de flujo, válvulas, accesorios y modificación de diámetros de tubería*

ETAPA	SUBETAPA	ID	ACTIVIDAD
DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN		***A-46***	*Desmantelamiento de instalaciones, retiro de equipos e infraestructura y salida de maquinaria.*
		A-49	*Demolición y desmonte de infraestructura*
		A-50	*Limpieza de áreas*
		A-51	*Reconformación del terreno, empradización y/o revegetalización*
		A-52	*Cierre de compromisos socio ambientales*
ACTIVIDADES TRANSVERSALES		***A-53***	*Contratación de mano de obra*
		A-54	*Adquisición de bienes y servicios*
		A-55	*Transporte terrestre y/o aéreo de materiales, equipos, maquinaria, insumos y personal*
		A-56	*Instalación y operación de campamentos temporales*
		A-58	*Uso de productos químicos, lubricantes y combustibles*
		A-59	*Captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua superficial para uso doméstico e industrial*
		A-60	*Captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua subterránea para uso doméstico e industrial*
		A-61	*Gestión (Manejo, tratamiento y disposición final) de residuos líquidos domésticos y no domésticos*
		A-62	*Gestión (Manejo, tratamiento y disposición final) de residuos sólidos*
		A-63	*Manejo y disposición de residuos peligrosos*
		A-64	*Reubicación de infraestructura de servicios públicos*

Fuente: S.G.I S.A.S, 2025

✓ Etapa Preoperativa

- Adquisición de predios y derechos de servidumbres (A-01)

Actividad que se asocia a la negociación con los propietarios de los terrenos, donde se proyectan las áreas de intervención para la construcción de infraestructura como vías, locaciones, facilidades de producción, infraestructura eléctrica, líneas de flujo que son propuestas por el proyecto, con el fin de realizar la negociación o constitución de las servidumbres requeridas. La negociación se realiza en atención a la Ley 1274 de 2009 “Por la cual se establece el procedimiento de avalúo para las servidumbres petrolera” (o la que se encuentre vigente al momento de ejecución del proyecto).

✓ Etapa constructiva

- Apertura y adecuación del derecho de vía (incluye replanteo, descapote y limpieza) (A-12)

Dentro de las primeras actividades se realiza la localización y replanteo que consistirá en materializar en el terreno el alineamiento y diseños de la línea (Ver **Fotografía 2-5**). Se ubicarán en campo los elementos de diseño plasmados en los planos como ejes de referencia, niveles, ancho del corredor, eje de la tubería y puntos importantes como cruces fluviales, viales etc. Dicha ubicación se materializa sobre el terreno mediante la utilización de estacas cada 50 metros en promedio; de igual forma se debe establecer el abscisado de la línea cada 100 metros en promedio.



Fotografía 2-5 Alineamiento del derecho de vía (DDV)
Fuente: SGI S.A.S, 2025

La apertura del derecho de vía comprende todas las actividades requeridas para la preparación del corredor donde se realizará el tránsito temporal, los trabajos asociados a la instalación de líneas de flujo, la construcción de infraestructura asociada y el posterior mantenimiento de la misma (Ver **Fotografía 2-6**); adicionalmente define el área donde, previa construcción de las obras de geotecnia preventivas, el material de corte y descapote extraído de esta labor, se acopiará temporalmente y en forma separada a un lado del derecho de vía utilizando trinchos laterales. Es de señalar que el ancho del derecho de vía se define en función del diámetro de las tuberías a instalar y el cual no supera un ancho máximo de 20,00 m.



Fotografía 2-6 Apertura del derecho de vía (DDV)
Fuente: SGI S.A.S, 2025

Previa a la apertura de la zanja, se replanteará un eje guía para las retroexcavadoras, el material excavado se acordonará separado del material de descapote en el espacio comprendido entre el borde de la zanja y el límite del derecho de vía, conservando una distancia prudencial para evitar el deslizamiento de material al interior de la zanja o el derrumbe de las paredes por efecto del peso del material de excavación dispuesto de forma adyacente, el ancho promedio de la zanja definido en función del diámetro de la tubería a instalar y corresponderá como mínimo a dos veces y medio el diámetro de las tuberías a instalar.

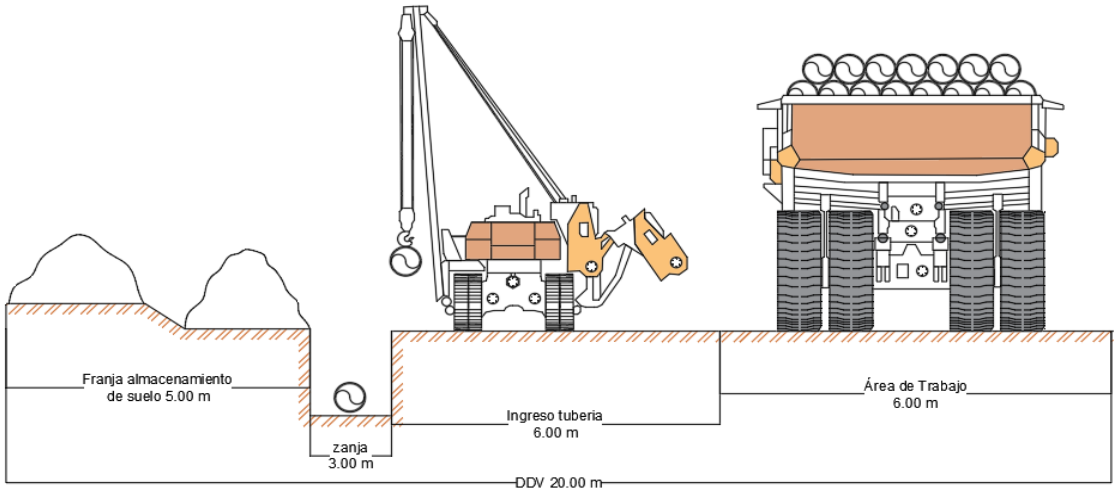


Figura 2-14 Áreas que hacen parte del DDV
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

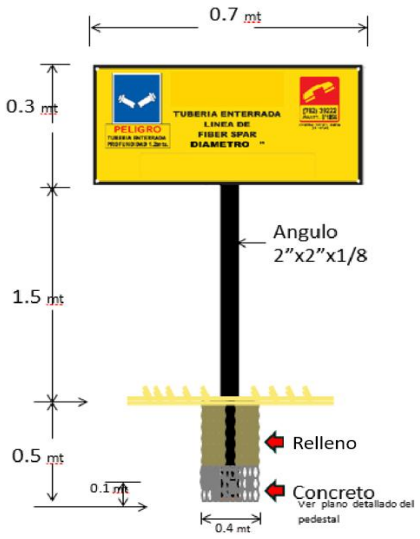
Tabla 2-9 Zonas de trabajo en los derechos de vía DDV

DDV HASTA PARA TRES TUBERÍAS	ANCHO DE LA FRANJA (METROS)
A: Zona de acopio de material de descapote orgánico (disposición material de descapote)	*Entre 1 y 2 m*
B: Área de trabajos, tránsito de maquinaria pesada, disposición de lingadas y tránsito de personal.	*Entre 5 y 6 m*
C: Zanja para la instalación de tuberías	*Entre 4,0 m a 5,0 m*
D: Berma para tránsito de maquinaria liviana y personal	*2,0 m*
E: Zona de acopio de material de zanjado (disposición de material de corte y excavación)	*2,0 m*
D: Zona libre para instalación de obras de drenaje o estabilización.	*3,0 m*
TOTAL ANCHO DDV	***20 m***

Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

Dentro de esta actividad también se incluye las labores asociadas a la señalización del DDV, en este sentido, se señalizará el trazado de las líneas enterradas para prevenir a contratistas de construcción y a terceros sobre la presencia de líneas de flujo por medio de avisos auto soportados, de acuerdo con la **Figura 2-15**, indicada abajo de la siguiente manera:

- ✓ En los tramos rectos deben instalarse avisos, donde se requiera, que permitan una adecuada visualización.
- ✓ En los cambios de dirección debe instalarse un aviso.
- ✓ Antes y después del cruce de vías deben instalarse avisos.



Nota: Las dimensiones presentadas pueden variar en función de los requerimientos del DDV y de las señales a instalar

Figura 2-15 Tipo de señal informativa
Fuente: Suárez Díaz, Jaime. Control de erosión en zonas tropicales. Universidad Industrial de Santander. 2001, adaptado por SGI S.A.S, 2025

- Derechos de vía compartidos

Para la construcción de líneas de flujo nuevas, se considera derechos de vías compartidos con infraestructura lineal como vías, líneas eléctricas y líneas de flujo existentes en una franja de hasta 20 m (Ver **Fotografía 2-7**, **Fotografía 2-8** y **Fotografía 2-9**)

El derecho de vía compartido corresponde a las condiciones de instalación de tubería que se diseñan longitudinalmente paralelo a infraestructura existente en sectores donde comparten el Derecho de vía, considerándose paralelismo cuando se cumplan las siguientes características teniendo como referencia las normas NTC 2505 para transporte:

- Se encuentren los ejes de las líneas (existente y a instalar) a una distancia menor o igual a 0,20 m o al límite del ancho del derecho de vía.
- Que el derecho de vía de la estructura de terceros se sobreponga al derecho de vía proyectada o viceversa.
- Físicamente sea posible identificar en campo un solo corredor y se compartan obras de protección geotécnica.
- Cuando a pesar de ser dos fajas de protección separadas, debido a las conficiones topográficas, las obras de protección geotécnica de un derecho de vía descolen en el otro derecho de vía.

Se recomienda una distancia mínima entre líneas de 0,20 m en paralelo y de 0,10 m en transiciones al cruce entre estas. Cuando por causas justificadas, no puedan mantenerse a distancias mínimas entre servicios, se debe interponer pantallas de fibrocemento o similares. Para los sectores que van a quedar en paralelo, se debe tener en cuenta las condiciones del operador de la línea existente.



Fotografía 2-7 Derecho de vía compartido (Línea de flujo+ Línea de flujo)
Fuente: SGI S.AS, 2024.

Este ancho de vía se utilizará como área de manejo de materiales, disposición temporal de tuberías en la instalación de nuevas líneas mecánicas y para el manejo de materiales y equipos requeridos en la construcción de líneas eléctricas. Es importante precisar que los diseños definitivos de los DDV se definirán y presentarán en los PMAE los cuales deberán cumplir con la normatividad vigente para la construcción de infraestructura lineal (vías, líneas de flujo y líneas eléctricas).



Fotografía 2-8 Derecho de vía compartido (Línea de flujo+ Vía de acceso)
Fuente: SGI S.AS, 2024.

Es de aclarar, que se estima un ancho de hasta 20 metros para los DDV compartidos, sin embargo, ese valor no sustituye los valores de derechos de vía especificados para la construcción de manera individual, en las condiciones explicadas para cada una de las estrategias de desarrollo del presente EIA. Es decir, en el caso de vías nuevas el derecho de vía requerido es de hasta 12 metros, para líneas de flujo hasta 20 metros y para líneas eléctricas hasta 20 metros en líneas de media tensión.



Fotografía 2-9 Derecho de vía compartido (Línea de flujo+ Línea eléctrica) Fuente: SGI S.AS, 2024.

- Conformación obras de geotécnicas preliminares y estabilización de taludes (A-13)

Una vez demarcado el corredor, se plantearán las obras necesarias para la adecuación del derecho de vía que servirán para controlar la generación de procesos erosivos, la gestación de fenómenos de remoción en masa que puedan afectar la integridad del corredor y la infraestructura existente al interior de este (Ver **Figura 2-16**).

Para la consecución de estos objetivos, se plantearan y construirán obras destinadas a mantener la estabilidad de los taludes (corte y terraplenes) asociados a la apertura del derecho de vía en el cual se instarán las futuras líneas de flujo y por el cual se realizará la movilización de maquinaria, equipo y personal necesarios para la instalación de las tuberías y su mantenimiento futuro; también se consideran las obras conducentes a mantener la estabilidad de las paredes de las excavaciones asociadas a la conformación de la zanja, tapado de tubería y/o excavaciones menores asociadas a la instalación de estructuras de soporte para tuberías "marcos H" (en caso que esta vaya sobre superficie) y finalmente el manejo de las aguas de escorrentía para evitar el lavado de los materiales de relleno y/o suelo expuesto.

Las obras de geotecnia cobijan la instalación de trinchos en madera, entibados, muros en gaviones, cunetas, descoles, y alcantarillas, obras que pueden ser de temporalidad provisional o permanente.



Figura 2-16 Obras de estabilización geotécnica en derechos de vía DDV ECOPETROL S.A, 2025

El acopio adecuado de materiales de excavaciones y descapote se plantea como un requerimiento de carácter ambiental y constructivo para realizar un manejo adecuado de la construcción acopiando el material de corte que posteriormente será utilizado durante la etapa de reconformación final del área intervenida por el corredor. La implementación de determinada estructura de contención depende principalmente de la pendiente longitudinal del corredor y de la cantidad de material a disponer. Las obras que se podrán utilizar entre otras son: coronas en sacos rellenos de suelo, trinchos en madera y gaviones provisionales.

- Coronas en sacos de suelo

Corresponde a barreras longitudinales conformadas generalmente con dos (2) o (3) tres niveles de sacos de fique rellenos de suelo cemento pero de ser requerido podrán ser conformados un mayor número niveles (Ver **Figura 2-17**), ubicadas en zonas donde el derecho de vía presenta pendientes longitudinales entre el 3% y el 5%, con el objetivo de retener perimetralmente los materiales resultantes de la actividad de desmonte y descapote de tal manera que se minimice la posibilidad que dichos materiales por efecto de la escorrentía en periodos de lluvias fluyan hacia las corrientes de agua de la zona.



Figura 2-17 Obras de estabilización geotécnica en coronas de taludes
ECOPETROL S.A, 2025

- Trinchos

Son estructuras en madera o en sacos de suelo o suelo – cemento, que se disponen de forma paralela o transversal al corredor, para acopio de material generado como resultado de las labores de adecuación del derecho de vía. Los trinchos deben ser construidos previamente a la conformación del corredor. El tipo de trincho y sus dimensiones dependerá de las condiciones topográficas del terreno. Así las cosas, en franjas con gradientes longitudinales entre el 6% y el 15%, se construirán trinchos en madera de altura variable pero en promedio de hasta de 1m de altura mientras que en los sectores donde el corredor aumenta localmente la pendiente a valores por encima del 15%(Ver **Figura 2-18**), la estructura deberá ser de mayor capacidad y en este orden de ideas se construirán trinchos en madera de alturas superiores definidas en función de la pendiente de la ladera y del espesor del material a contener, con el fin de contar con la capacidad suficiente para acopio del material de corte. Es de señalar que también se podrá emplear “tubería de pozo” para la conformación de este tipo de estructuras.

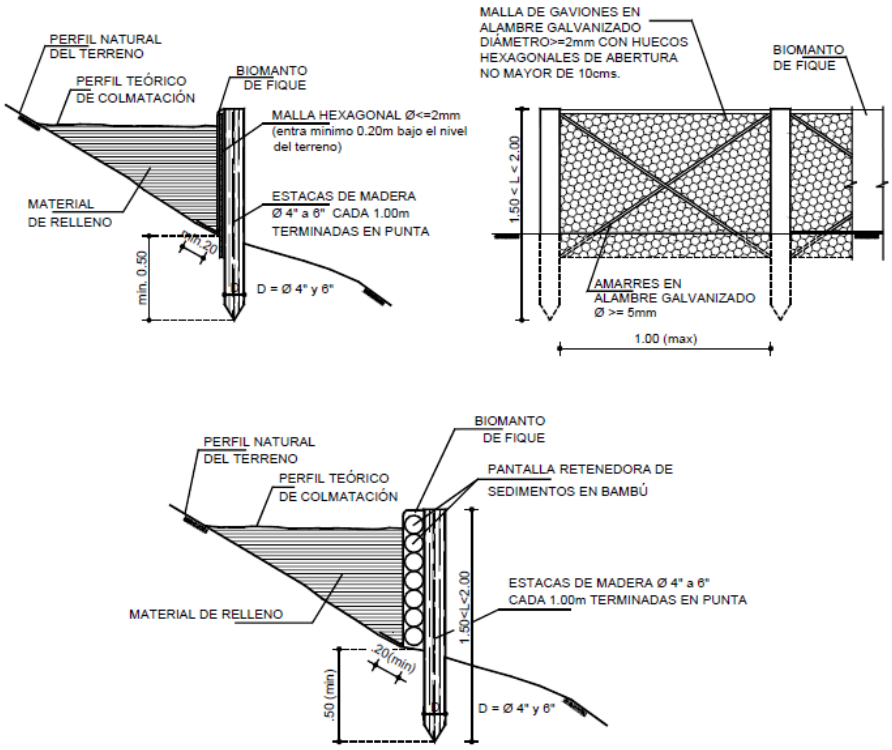


Figura 2-18 Diseños tipo de Trinchos
ECOPETROL S.A, 2025

- Transporte, acopio, tendido de tubería (A-14)

Luego de tener el derecho de vía conformado, se realiza la movilización de las tuberías, accesorios, soportes y marcos (si aplica). desde los lugares de acopio (i.e: plataformas, CPF, instalaciones de apoyo) hacia los frentes de obra donde finalmente se instalará la tubería. Se efectuará a través de las vías existentes usando camiones adecuados especialmente para el transporte de tubería (ver **Fotografía 2-10**), solo se llevarán al área de trabajo los equipos y materiales que se usarán e instalarán durante el día según la planeación, evitando recorridos innecesarios de vehículos y personal.



Fotografía 2-10 Transporte de tubería
Fuente: SGI S.A.S, 2025

El tendido de las tuberías se realizará de acuerdo con los frentes establecidos para la ejecución de la obra según el diseño de detalle y el replanteo, procurando que ésta se encuentre protegida contra daños se realizará sobre soportes de madera, sacos de fique o de polipropileno rellenos de suelo generado durante los movimientos de tierras para evitar el contacto directo con el suelo, la distribución debe hacerse de tal manera que no interfiera el tránsito de vehículos, maquinaria, equipos, personas y animales.

- Alistado de la tubería (Doblado, soldado, sandblasting y pruebas no destructivas de la tubería) (A-15)

En cuanto al alistado y doblado de tuberías consiste en primer lugar en ajustar la tubería a los cambios de dirección establecidos en el alineamiento o a los cambios topográficos, para lo cual la comisión de topografía determinará el grado de curvatura para cada tubo con el objetivo de adecuarlo el máximo posible con el fondo de la zanja o a la forma del terreno; este proceso se efectúa en frío mediante el empleo de una máquina dobladora con la capacidad de impacto apropiada a la clase y resistencia de las tuberías y con la ayuda de la maquinaria apropiada para sostenerla (Side Boom, retroexcavadoras, pluma grúas entre otros). El procedimiento de doblado evitará arrugamientos o deformaciones que afecten los espesores requeridos (Ver **Fotografía 2-11**).



Fotografía 2-11 Soldadura de tuberías en líneas de flujo
Fuente: SGI S.A.S, 2025

Luego del proceso de doblado, se realizará mediante grapa externa o alineador interno para fijar las tuberías entre sí, se verifica el correcto enfrentamiento de los biseles y las paredes de los tubos a soldar para reducir al mínimo la posibilidad de defectos en la soldadura por este motivo, posteriormente se realiza una inspección mediante prueba radiográfica o de ultrasonido del 20% de las pegas soldadas en línea regular y en los cruces de corrientes de agua principales la inspección se hará al 100% de las juntas o uniones. Esta actividad, deberá acogerse a las Normas API-STD-1104 "Standard for Welding Pipelines and Related Facilities", AWS D1.1, “Structural Welding Code” (American Welding Society).

Al finalizar el proceso de soldadura se realiza una inspección mediante pruebas radiográficas o de ultrasonido al 30% de las pegas soldadas en línea regular (o lo que técnicamente sea necesario) mientras en los cruces de corrientes de agua principales la inspección se hace al 100% de las pegas. Así las cosas y en caso de detectarse fallas se procederá a repararlas o si es el caso, a reemplazar las pegas que se encuentren defectuosas. El control radiográfico o de ultrasonido (Ver **Fotografía 2-12**) se realiza por personal especializado que se encarga del manejo de los equipos y materiales utilizados, durante la ejecución de esta actividad.

Terminadas y verificadas radiográficamente las pegas o soldaduras de juntas, se procede a su limpieza superficial, de la cual se retira todo tipo de impurezas corrosivas, residuos de soldadura, protuberancias, aceite, grasa y cualquier material extraño mediante métodos como el esmerilado con pulidoras y limpieza con chorros de arena a presión, esta operación deberá realizarse empleando recipientes para recolectar fragmentos de material, colillas de soldadura y los demás residuos industriales que se produzcan. Paso seguido se aplica un recubrimiento anticorrosivo y la capa de pintura final para proteger la tubería contra la oxidación y finalmente, se efectúa la inspección de la lingada con equipo especial (holliday detector), para detección de posibles puntos de falla en el revestimiento de las tuberías.



Fotografía 2-12 Prueba radiográfica y de ultrasonido realizada en líneas de flujo
Fuente: SGI S.A.S, 2025

- Prueba Catódica

Todas las estructuras metálicas de acero al carbón están expuestas a procesos corrosivos debido a la interacción con el medio, bien sea en su parte interna (fluido transportado o almacenado) o en su parte externa medioambiente si son estructuras aéreas y el terreno si se trata de estructuras enterradas.

La protección catódica consiste en el montaje de un circuito que se compone de cuatro elementos ánodo, cátodo, electrolito y un camino eléctrico entre el ánodo y el cátodo, este circuito genera una corriente continua que va de los ánodos al cátodo la cual causa que la estructura protegida (tanque o tubería) se comporte como el cátodo de este circuito electroquímico (de ahí deriva su nombre), en el cátodo de este circuito es donde ocurren las reacciones de reducción y en el ánodo donde ocurren las reacciones de oxidación, es decir los ánodos se consumen y la estructura (cátodo) se protege.

- Apertura de zanja, instalación y tapado de tubería (A-16)

La tubería generalmente debe estar enterrada en toda su longitud exceptuando los sitios donde los diseños indiquen lo contrario. En este orden de ideas y antes de proceder a ejecutar el trabajo se preparará la tubería en los tramos sobre el derecho de vía existente, disponiéndola sobre un costado del lineamiento proyectado y procurando el uso del menor espacio posible para la posterior ejecución de los trabajos.

Antes de instalar la tubería debe verificarse que el fondo de la zanja este perfectamente nivelado a la profundidad establecida en los diseños y libre de rocas o de objetos que puedan deteriorar su recubrimiento, la instalación se realizará de manera gradual y uniforme, con ayuda de malacates, poleas diferenciales o retroexcavadoras, de manera que se distribuya uniformemente el peso de esta

y quede completamente apoyada en el fondo de la zanja, la tubería se dispondrá sobre sacos de fique rellenos de suelo colocados en el fondo de la zanja.

Previa a la apertura de la zanja, se replanteará un eje guía para las retroexcavadoras. El material excavado se acordonará separado del material de descapote en el espacio comprendido entre el borde de la zanja y el límite del derecho de vía, El ancho promedio de la zanja será como mínimo dos veces y medio el diámetro de las tuberías a instalar. (Ver **Fotografía 2-13**)

La zanja se llenará después de bajadas las tuberías con el material procedente de la excavación, libre de materia orgánica o de suelos muy húmedos o blandos, el relleno deberá ser terminado extendiendo el material, a una altura recomendada de 20 cm por encima del nivel del terreno adyacente y compactando con ayuda del buldócer el cual pasará sobre el relleno las veces requeridas para asegurar la compactación del suelo definida en los diseños.



Fotografía 2-13 Apertura de zanja en instalación de líneas de flujo
Fuente: SGI S.A.S, 2025

- Instalación estructuras sobre marcos H (A-17)

Comprende la instalación de estructuras metálicas sobre los que descansará la tubería en los tramos donde no va enterrada y definidos en la etapa de diseños (i.e: puntos de conexión a trampas, manifold, entre otros); esta actividad comprende la ubicación sobre los cimientos, izado, alineación vertical y apuntalamiento temporal de las estructuras metálicas o marcos H que servirán de soporte para las líneas de flujo en los sitios referidos anteriormente, estos marcos H podrán ir en varios niveles de acuerdo con la cantidad de líneas de flujo que se requieran instalar en un mismo cruce y de acuerdo con las necesidades del proyecto. En la **Figura 2-19**, se presentan dos secciones típicas de Marcos “H” para tubería.

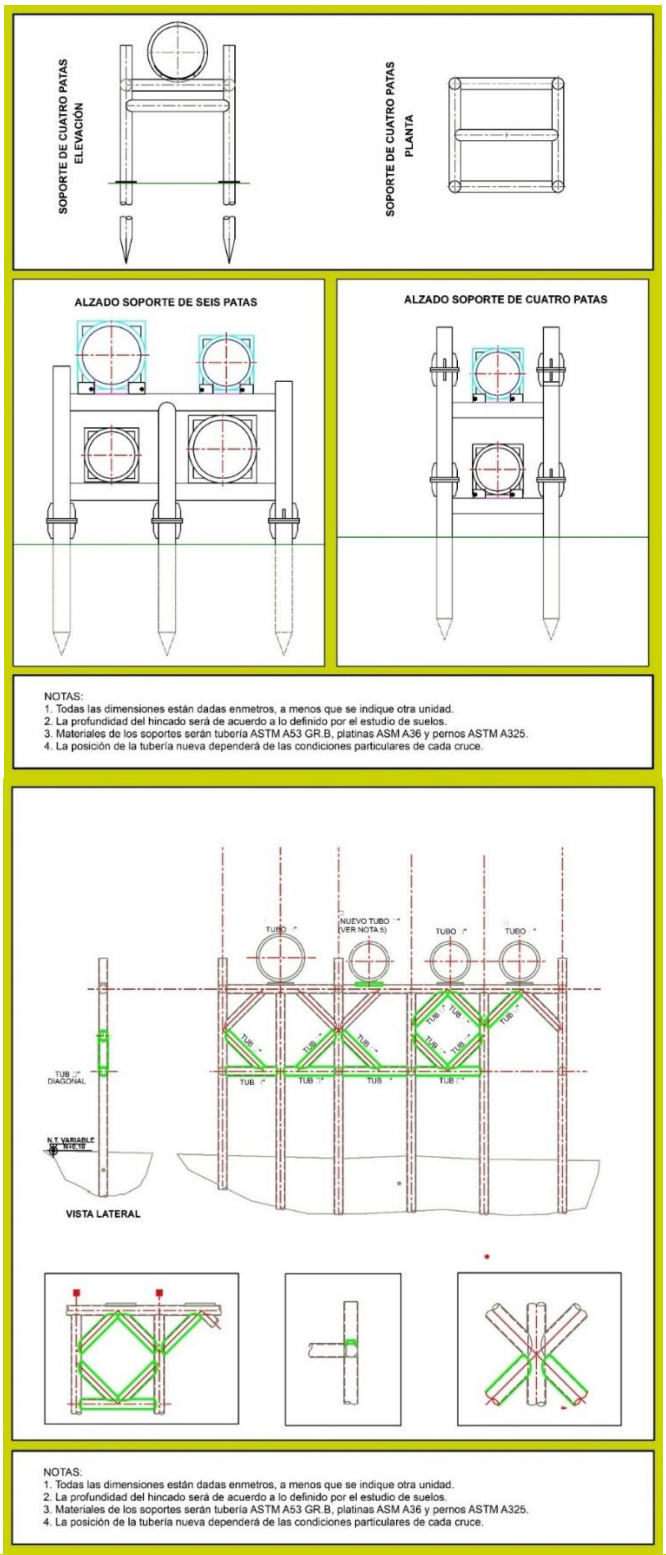


Figura 2-19 Diseños tipo de Marcos H para diferentes niveles
ECOPETROL S.A, 2025

- Cruces de vías e infraestructura (A-18)

Esta actividad contempla el cruce de tramos de líneas de flujo que en su trazado interceptan vías o accesos a predios, en estos sectores la línea proyectada puede cruzar la vía ya sea de forma perpendicular o diagonal, lo anterior según lo señale los planos de diseño civiles y mecánicos. Este tipo de cruce podrá realizarse ya sea por medio de perforaciones o "a cielo abierto", lo cual será definido desde la etapa de diseño del cruce a conformar y la profundidad de la tubería a lo largo del cruce se definirá de manera que se garantizará que ésta no se vea afectada posteriormente debido a las cargas transmitidas al suelo por el paso de los vehículos.

Durante la ejecución de los trabajos se señalizará adecuadamente el sector de cruce de la vía, con el fin de evitar accidentes, se colocarán y operarán durante el tiempo que sea necesario señales informativas y restrictivas, barricadas, vallas de protección, señales luminosas, y acciones de control, que se consideren necesarios para mantener el tránsito y salvaguardar a los usuarios de la vía durante el tiempo que dure la construcción del cruce.

En el caso de cruces "a cielo abierto" luego de instalada la tubería debe rellenarse la zanja inmediatamente, la compactación debe ser, como mínimo, igual a la existentes en la vía antes de su intervención y se procederá a reconstruir las estructuras y elementos afectados de la vía, como la capa de rodadura, entre otros. Las características de este tipo de cruces se presentaron anteriormente en el numeral 2.2.2.4.1.2 Alternativas de trazado, cruces subfluviales y posibles accesos incluyendo longitudes

- Cruces sobre cuerpos de agua (A-19)

Los cruces con cuerpo de agua corresponden a los diferentes métodos de instalación de tubería donde implica la intervención del cruce natural, para lo cual se requieren permisos previos de ocupaciones de cauce y los métodos para instalaciones de líneas de flujo cruzando los drenajes sin afectar el cauce natural por diferentes métodos. En el numeral 2.2.2.4.1.2.3 Cruces con cuerpos de agua, se describen los diferentes métodos y tipos de cruces a utilizar por el proyecto.

- Pruebas hidrostáticas y/o neumáticas y No Destructivas (A-20)

Se realizará la prueba hidrostática al tendido de la línea de flujo, cumpliendo con las normas planteadas en API-1110: “Recommended Practices for Pressure Testing of Liquid Petroleum Pipelines” o las que técnicamente corresponda y se encuentran vigentes al momento de la actividad; el agua para la prueba hidrostática será proveniente de los sistemas de separación ubicados en el CPF las que pudiera recibir de los campos o bloques con los que se realice entrega y/o recibo de fluidos; al igual que de las aguas lluvia que pudieran estar recolectadas en la infraestructura del campo o recolectadas en campos con los que se tenga la posibilidad de entrega y/o recibo de fluidos a la luz de lo contemplado en la estrategia de desarrollo “Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A. y/o terceros autorizados (ED 20)”.

Esta prueba consiste en inyectar agua a presión a través de la tubería de acero, con el fin de verificar la resistencia tanto de la tubería como de las soldaduras, uniones de estas y la hermeticidad del sistema. La prueba hidrostática comprende la limpieza interna, calibración de la tubería, llenado (con agua), purga de aire, presurización, despresurización, desplazamiento de agua y secado de la tubería. Una vez el agua haya sido extraída en su totalidad de la tubería, se llevan a cabo los empalmes finales entre tramos.

El agua residual de la prueba hidrostática se llevará hasta los tanques y/o frac tanks o llevadas al CPF donde se almacenarán hasta ser gestionadas según las diferentes alternativas contempladas en el Área de Desarrollo Bucare para el manejo y disposición de aguas como son: aguas para para

procesos de recobro, Disposal, o se hará la entrega a terceros o a los campos cercanos contemplados para la entrega y/o recibo de fluidos.

- Presurización

La realización de la prueba hidrostática representa la fase final de la construcción de una línea de flujo y tiene por objeto verificar que el tramo de prueba tenga la integridad estructural requerida para soportar la presión normal y máxima de operación. Esta prueba consiste en llenar la sección a probar de la tubería con un fluido, generalmente agua, y someterla a presión verificando que no se presenten escapes ni pérdidas por las uniones soldadas o por los accesorios como válvulas y demás.

Cuando la sección de prueba está lista, se conecta la bomba de presión a la instalación, bombeando hasta alcanzar una presión de prueba y permitiendo que dicha presión se mantenga a ese nivel durante un tiempo que se define por diseño (en función del tipo y tamaño de la línea), con el propósito de probar que no existen fugas mayores.

Los equipos utilizados para la prueba hidrostática son bombas de presión y de caudal, registradores de presión y temperatura y carro tanque. Esta prueba se realiza según lo consignado en la Especificación Técnica de Construcción para Prueba Hidrostática de Tubería (EDP-ET-118). En la **Tabla 2-10**, se presentan los volúmenes de referencia estimados para la realización de la prueba hidrostática en líneas de 1 km de longitud (estos podrán variar en función de las necesidades y condiciones del proyecto y de la prueba a realizar).

Tabla 2-10 Estimativo del volumen de agua a utilizar en pruebas hidrostáticas por Km de longitud en relación con su diámetro

DIÁMETRO	VOLUMEN m³
6”	23,70
8”	42,20
10”	65,90
12”	94,80
14”	129,10
16”	168,60

Fuente: ECOPETROL S.A

- Llenado y purga de aire

Se instalará un medidor en el lado de la succión de la bomba de llenado con el fin de determinar el tiempo aproximado requerido para llenar cada sección de prueba y un proporcionador con su bomba de descarga, con el fin de inyectar el inhibidor de corrosión en el agua de prueba. En el caso que el agua de prueba vaya a permanecer un tiempo significativo dentro de la tubería, se emplear a además un secuestrante de oxígeno. Durante el llenado, la columna de agua ir a precedida de raspadores de desplazamiento para eliminar bolsas de aire y hacer una limpieza interna adicional. Cuando los raspadores de desplazamiento llegan a las trampas receptoras, la válvula del extremo opuesto a la inyección se abre y el agua se deja salir libremente a un recipiente que permite la sedimentación de partículas, hasta que se nota que el agua fluye libre de polvo, herrumbre o materiales extraños; en este momento, todas las válvulas en los tramos de la sección de prueba se cierran y se instalan los tapones de prueba o bridas ciegas, habiendo detenido previamente la bomba de llenado (Ver **Fotografía 2-14**)



Fotografía 2-14 Prueba hidrostática
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

- Ubicación de los sitios de prueba

La ubicación definitiva de los puntos o tramos en donde se va a realizar la prueba hidrostática serán definidos y presentados en los Planes de Manejo Específicos (PMAE) que incluyan la construcción de líneas de flujo y en función de distintos factores como pendiente, longitud de tubería, rendimientos de obra, entre otros. Cabe precisar que estos puntos obedecen a las condiciones técnicas y operativas de la línea objeto de prueba.

✓ Operativa

- Mantenimiento de los derechos de vía para las líneas de flujo, válvulas, accesorios y modificación de diámetros de tubería (A-43)

Debido a que los procesos corrosivos son acumulativos en el tiempo y que se pueden presentar variaciones en la cantidad de corriente que recibe una estructura lo que incide directamente en los valores de los potenciales de polarización de la misma debido a diversos factores tales como variación en la humedad del terreno (invierno, verano), deterioro del recubrimiento, cambios en el terreno por terceros (cultivos), instalación de nuevas estructuras, interconexión con otras estructuras, daño de aislamientos eléctricos o por el deterioro del sistema (consumo de los ánodos), adicionalmente de los daños que se puedan presentar en las Unidades Rectificadoras de Protección Catódica (URPCs) debidas a sobrecargas del sistema o a descargas atmosféricas, es necesario contar con un plan de monitoreo periódico de las URPCs (inspección mensual programada), de los niveles de potenciales de polarización de las estructuras protegidas (Close Interval Survey, CIS) y del estado del recubrimiento de las tuberías enterradas (Direct Current Voltage Gradient, DCVG).

Del análisis de toda la información recolectada en campo se generan planes de acción para atención de anomalías (fallas del recubrimiento), ajuste de los sistemas de protección catódica instalados (ajuste de la salida de corriente de las URPCs), necesidades de instalación de nuevos sistemas o reemplazo de sistemas deteriorados, necesidades de realizar aislamientos eléctricos en puntos determinados, necesidades de mitigación de interferencias eléctricas y en general de todas las acciones tendientes a mantener y mejorar los sistemas de protección catódica del Campo que permitan hacer una mitigación efectiva de los procesos corrosivos que puedan deteriorar los activos.



Fotografía 2-15 Mantenimiento de líneas de flujo
Fuente: ECOPETROL S.A, 2025

✓ Desmantelamiento, Abandono y Restauración

- Desmantelamiento de instalaciones, retiro de equipos e infraestructura y salida de maquinaria. (A-46)

El abandono de la infraestructura se realiza una vez terminadas las actividades operativas en estas, se procede al desmantelamiento de equipos y estructuras, para esta labor se utilizará maquinaria similar a la contemplada en la para la construcción de infraestructura.

En lo referente a líneas de flujo se realizará el desmantelamiento y retiro de equipos accesorios a las líneas de flujo, los mismos (en función de su estado) podrán ser utilizados en otros lugares donde

se requieran y en el caso de haber cumplido con su vida operativa serán retirados y almacenados para su posterior chatarrización, mientras que para la tubería se desmantelara la tubería en superficie paras su empleo en otras actividades (i.e: estructuras de contención "trinchos", puentes, entre otros), mientras para la tubería enterrada se evaluara la pertinencia de su retiro o permanencia con su debido manejo.

- Demolición y desmonte de infraestructura (A-49)

Cuando finaliza, o incluso en simultánea, con la actividad “Desmantelamiento de instalaciones, retiro de equipos e infraestructura y salida de maquinaria” (A-46), se hace el retiro de materiales que pueden se reutilizados o reciclados y se procede a la demolición controlada a través del uso de equipos de corte o cizallas (o cualquier otro equipo que pueda servir en la demolición). En el área se deberán conservar aquellas estructuras cuya remoción pueda implicar la generación de procesos erosivos o de inestabilidad manejo de aguas lluvias, descoles y en general todas aquellas estructuras que hacen parte de los sistemas de drenaje.

Es importante mencionar que en el marco de la Resolución 1257 de 2021 “Por la cual se modifica la Resolución 412 de 2017 sobre la gestión integral de residuos de construcción y demolición – RCD y se adoptan otras disposiciones”, se podrán realizar aprovechamiento de los RCD generados entre este y otros Campos aledaños, para su uso en diferentes proyectos, en cumplimiento con las disposiciones establecidos en la mencionada resolución.

Corresponde a la demolición de las estructuras en concreto (obras de drenaje y manejo de aguas, muertos de anclajes, placas de concreto…etc.), desmonte de estructuras y elementos portátiles y retiro de todos los residuos y elementos contaminantes del área.

Las estructuras que previenen la generación de procesos erosivos como cunetas de aguas lluvias, filtros, zanjas de coronación, trinchos, gaviones y desarenadores deben conservarse.

- Limpieza de áreas (A-50)

Una vez se ha desmontado la infraestructura, equipos y demoliciones se procede a dejar el sitio libre de escombros y residuos y en condiciones seguras para su uso futuro o para la restauración a sus condiciones iniciales. Se realiza entonces el retiro de escombros, residuos y materiales sobrantes producto del desmantelamiento (estructuras metálicas, cables, restos de equipos, etc.) y se hace la debida separación y clasificación de estos de acuerdo con su naturaleza, características y opciones de uso y/o reciclaje. Se finaliza con una limpieza del área garantizando el retiro de cualquier sobrante o residuo generado como tal en el desmantelamiento.

- Reconformación del terreno, empradización y/o revegetalización (A-51)

En algunos casos, es posible que se deba realizar una restauración del área para devolverla a su estado original o para prepararla para un nuevo uso. Esto puede incluir la nivelación del terreno, la siembra de vegetación, la reparación de estructuras circundantes, o cualquier otra acción necesaria para asegurar que el sitio esté en buenas condiciones.

La reconformación del terreno se inicia con la nivelación y restauración del área inicialmente intervenida (zonas excavadas y/o rellenadas durante la construcción y operación de la instalación); una vez se cuenta con un terreno conformado, se procede a la empradización (siembra de césped u otro en el área de intervenida) que ayuda a estabilizar el suelo, prevenir la erosión y mejorar la apariencia del sitio. Además de la empradización, es posible realizar la siembra de árboles o plantas que permitan la restauración del paisaje (revegetalización).

Cabe precisar que, si bien anteriormente se describió una empradización y revegetalización inducida, es posible que, por las condiciones ambientales del área, estas se den de manera natural ante lo cual no sería necesario el forzar la restauración más allá de la reconformación del terreno.

- Cierre de compromisos socio ambientales (A-52)

Esta actividad se realizará al finalizar la totalidad de las operaciones en el Campo. Su principal objetivo es de realizar el seguimiento y la entrega de las áreas intervenidas donde se valida el cumplimiento de la gestión ambiental, buscando que la entrega de las áreas intervenidas, se encuentren en condiciones iguales o mejores a las que se identificaron en la línea base del proyecto, lo cual debe ser soportado con las evidencias documentarles como actas, informes y registros fílmicos y fotográficos.

El uso final del suelo de las vías de acceso y facilidades será el mismo que se tenía antes de la intervención. Para el caso de las vías, se establecerá con el propietario, previa aprobación por parte de ANLA si este considera dejar tal como están (haciendo responsable de su mantenimiento al propietario por medio de acta) o ser devueltas a su condición original en cuanto a uso del suelo se refiere.

Se cumplirá con el programa de compensación para el medio biótico, mediante las actividades de reforestación, buscando la regeneración natural y promover la vocación de conservación de los ecosistemas sensibles como de las especies de fauna asociadas a estos ecosistemas. Este proceso se lleva a cabo una vez que se han cumplido todas las condiciones y requisitos establecidos en el acto administrativo de licenciamiento.

Para el Medio Socioeconómico se realiza el seguimiento y cierre a los compromisos derivados del PMA y PBC, los cuales están orientados a mantener informados y atender las PQRS a los grupos de interés como: Autoridades locales, comunidades, asociaciones y agremiaciones, propietarios de predios, y los programas de capacitación y fortalecimiento institucional y comunitario en sectores distintos a hidrocarburos ejecutados durante la operación como alternativa de implementar nuevas prácticas económicas y reactivación o recuperación de la vocación económica del territorio.

✓ Actividades Transversales

- Contratación de mano de obra (A-53)

El proceso de contratación involucra el cumplimiento de la normativa existente:

1) El Servicio Público de Empleo (SPE) creado por la Ley 1636 de 2013 como una herramienta eficiente y eficaz de búsqueda de empleo. Su función principal es lograr la mejor organización posible del mercado de trabajo. Para ello, ayuda a los trabajadores a encontrar un empleo conveniente, y a los empleadores a contratar trabajadores apropiados a las necesidades de las empresas.
2) del decreto 1668 de 2016, Reglamentario del Sector Trabajo, referente a la contratación de mano de obra local en municipios donde se desarrollen proyectos de exploración y producción de hidrocarburos, en cumplimiento de la normativa generada por el ministerio del trabajo, las normas sobre vacantes en el sector hidrocarburos.

- Adquisición de bienes y servicios (A-54)

La contratación de bienes y servicios en Ecopetrol se ejecuta mediante un modelo estratégico de abastecimiento transversal y habilitador, con el objetivo de asegurar el suministro efectivo, responsable y sostenible a largo plazo, de bienes y servicios de forma segmentada en términos de costo, oportunidad, desempeño, calidad y nivel de riesgo, con talento humano capacitado y motivado, y en un entorno organizacional y tecnológico basado en mejores prácticas.

La adquisición de bienes y servicios estará alineada a la justa y sana competencia, la transparencia, equidad y oferta disponible. Se aprovecharán los recursos disponibles asociados a hoteles, víveres y materiales que se encuentren dentro de las veredas y municipios establecidos como área de influencia del estudio en la medida que sea requerido. También se podrá adquirir bienes y servicios acorde con la política de la empresa y la legislación correspondiente. Se promoverá la contratación de bienes y servicios locales.

- Transporte terrestre y/o aéreo materiales, equipos, maquinaria, insumos y personal (A-55)

El transporte de material, equipos, maquinaria, personal, fluidos u otros, es una actividad que se presentará tanto en la fase constructiva como en la operativa del Campo. En estas es necesario movilizar los materiales y equipos desde los sitios de acopio y/o almacenamiento hasta los frentes de obra; la maquinaria necesaria (por ejemplo, retroexcavadoras, Vibrocompactadores, montacargas, entre otros) se lleva a los frentes de obra a través de otro medio de transporte como lo son grúas, camas bajas, camas altas, entre otros.

El personal involucrado en la construcción y operación se lleva o desplaza también por algún medio de transporte terrestre a los sitios de trabajo. Por su parte, los fluidos requeridos en fase constructiva como los generados en esta (y durante la operación) se transportan desde y hacia los frentes de trabajo.

Los vehículos utilizados en estos transportes corresponden a volquetas, carrotanques, camiones, busetas, buses, vans, camionetas y en general, a aquellos que por el tipo de carga a transportar sean aplicables; las vías por donde se movilizarán estos vehículos serán o bien las existentes en el área o aquellas que se construyan con ocasión del proyecto.

- Instalación y operación de campamentos temporales (A-56)

Solo se adecuarán campamentos temporales compuestos por carpas modulares en estructura metálica armable, una cubierta en tela de poliéster recubierta de PVC resistente al agua y al sol, en estas carpas servirán para el almacenamiento de materiales que requieren estar cubiertos; instalación de canecas para la disposición de residuos, baños temporales y, sitio de descanso, adicionalmente se habilitará una zona demarcada para el parqueo de maquinaria, adicionalmente podrán utilizarse contenedores metálicos a manera de oficinas o sitios de descanso.

- Uso de productos químicos, lubricantes y combustibles (A-58)

En lo referente a esta estrategia de desarrollo, está actividad cobija el transporte y suministro del combustible (Diesel) requerido para el funcionamiento de la maquinaria que este siendo utilizada (i.e: Retroexcavadora, “Rana”, Vibro Compactador, Bob Cat, entre otros; el transporte se realizará en camiones cisterna y el suministro del combustible a los diferentes equipos y/o maquinaria se realizará desde el camión cisterna, contando con las medidas de seguridad necesarias para evitar y/o controlar eventos como derrames, conflagraciones, entre otros. De igual manera esta actividad se realizará en sectores donde no se esté manejando asfalto ya que en caso de un derrame este material se puede contaminar y no servirá; el suministro de combustible generalmente este se programa cada tres días, pero puede modificarse según las necesidades de la actividad que se esté ejecutando (se programará en función del desarrollo de las actividades y el rendimiento de la maquinaria y equipos).

Finalmente, en caso de requerirse se podrá habilitar un área para el almacenamiento de combustible en el área de trabajo en sitios debidamente adecuados para este fin (i.e: cuenten con una barrera de contención para manejo de posibles derrames, cerramiento, cobertura para evitar la exposición de los tanques de almacenamiento al medio ambiente, kit de derrame y contraincendios, entre otros).

- Captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua superficial para uso doméstico e industrial (A-59)

El agua requerida en las diferentes actividades tendientes a la construcción y operación de la infraestructura y/o equipos será tomada de los puntos de captación (superficial y/o subterránea) autorizados al Área de Desarrollo Bucare. Adicionalmente, se hará uso de las aguas lluvias que sean recolectadas en diferentes instalaciones en los frentes de trabajo, así de las alternativas de suministros del recurso que le sean autorizadas en el área de Desarrollo.

- Captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua subterránea para uso doméstico e industrial (A-60)

Como alternativa en la captación de agua, se podrá hacer uso del líquido proveniente de los pozos profundos que se autoricen en el área de Desarrollo Bucare para las diferentes actividades tendientes a la construcción y operación de la infraestructura y/o equipos. Adicionalmente, se hará uso de las aguas lluvias que sean recolectadas en diferentes instalaciones del Campo así de las alternativas de suministros del recurso que le sean autorizadas en el Área de Desarrollo Bucare.

- Gestión (Manejo, tratamiento y disposición final) de residuos líquidos domésticos y no domésticos (A-61)

Las aguas residuales domésticas -ARD- y no domésticas -ARND- se gestionarán en función de lo autorizado al Área de Desarrollo Bucare; en este sentido, las aguas residuales domésticas podrán ser gestionadas a través de un tercero que cuente con los debidos permisos (vigentes) otorgados por las autoridades competentes. También se podrán gestionar a través de los fitoevaporadores (si estos se encuentran operativos y disponibles para recibir el ARD) en función de lo propuesto como medida de manejo para la gestión de ARD.

Con respecto a las ARND (de llegar a existir como producto de mantenimientos u otras actividades constructivas y/u operativas), estas, al igual que las ARD, serán entregadas a un tercero que cuente con los debidos permisos (vigentes) otorgados por las autoridades competentes, o podrán ser llevadas a los CPF para integrarse en el proceso de tratamiento que allí se lleve a cabo. Cabe mencionar, que en el marco de la optimización de procesos del proyecto Área de Desarrollo Bucare se incluye la estrategia de desarrollo Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A. y/o terceros autorizados (ED20) con lo que también se podría adelantar la gestión de las ARD y ARND producidas en la construcción y operación de la diferente infraestructura que hace parte del campo.

- Gestión (Manejo, tratamiento y disposición final) de residuos sólidos (A-62)

La actividad se enmarca en la generalidad de lo autorizado al Área de Desarrollo Bucare y a las alternativas de gestión de los posibles residuos a generar en este tipo de instalaciones. En este sentido, se debe hacer la clasificación, separación, etc. por tipo de residuo y atender lo específico dado en las medidas de manejo ambiental.

Dentro del desarrollo de esta estrategia de desarrollo se contempla la generación de residuos vegetales provenientes de las actividades de rocería, poda o tala, estos deberán ser seleccionados para evitar la mezcla con los demás residuos domésticos generados en los diferentes frentes de trabajo. La disposición final de todos los residuos mencionados se podrá realizar a través de terceros que estén debidamente autorizados por la autoridad ambiental competente para tal fin.

El manejo de los residuos domésticos se realizará mediante su acopio en un punto ecológico. En este orden de ideas, los residuos sólidos domésticos se deberán separar según el código de colores establecido en la guía para el manejo integral de los residuos sólidos de Ecopetrol S.A. (HSE-G-004)

y el programa de Manejo Integrado de Residuos Sólidos "MIRS" establecido para el campo. Además de puntos ecológicos para la separación de residuos, se contará con áreas de almacenamiento temporal, que cumpla con las características establecidas en el Programa de Manejo Ambiental del presente documento.

En lo referente a los residuos sólidos industriales o no domésticos, estos corresponden al material sólido o semisólido generado en el proceso y que se descarta, el cual es susceptible de ser aprovechado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final. Estos pueden ser materiales agotados (i.e: bolsas de empaque de cemento), subproductos sin uso, productos fuera de especificaciones, materias primas cuya fecha de caducidad se ha superado, entre otros. Estos residuos deben ser separados y ubicados en un punto ecológico para posteriormente entregarlos a terceros autorizados que cuenten con las debidas licencias para su manejo y disposición final.

- Manejo y disposición de residuos peligrosos (A-63)

Contempla las actividades de planeación del manejo de los residuos sólidos peligrosos, caracterización, inventario, prevención, minimización, Manejo interno ambientalmente seguro y manejo externo ambientalmente seguro de todo tipo de residuos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgos, daños o efectos a la salud o al medio ambiente; dando cumplimiento al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos aplicable a la operación de cada proyecto.

El uso de materiales radioactivos se hace necesario durante la toma de registros eléctricos para la obtención de datos de interés del subsuelo; de esta actividad se derivan residuos que contienen compuestos capaces de emitir, de forma directa o indirecta, radiaciones ionizantes, de naturaleza corpuscular o electromagnética que en su interacción con la materia produce ionización en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo, a través de los perfiles del subsuelo. Una vez terminadas las actividades de registro de la perforación las fuentes radiactivas en condiciones son recuperadas y manejadas directamente por el personal Contratista de la actividad

- Reubicación de infraestructura de servicios públicos (A-64)

Hace referencia a la gestión desarrollada para la reubicación o traslado de infraestructura existente (Servicios públicos y/o sociales) presente en las áreas de intervención para el desarrollo del Proyecto o que pueda interferir con las actividades de este, con la autorización y en cumplimiento de la normatividad vigente con la cuentan las entidades o empresas, propietarias y operadoras de la infraestructura.

2.2.2.4.1.4 Diámetro de la tubería a instalar, incluyendo longitud y Derecho de vía

El diámetro y longitud de la tubería a instalar, será definido a partir de los diseños específicos presentados en los Planes de Manejo Específicos (PMAE) que incluyan la construcción de líneas de flujo; de otra parte, el ancho del derecho de vía será definido en función del diámetro de la tubería. En la **Tabla 2-11**, se estiman las especificaciones máximas generales para la construcción de las líneas de flujo en el Área de Desarrollo Bucare.

Tabla 2-11 Especificaciones generales de las líneas de flujo

TIPO DE ACTIVIDAD	DERECHO DE VÍA (M)	MÁXIMO DIÁMETRO DE TUBERÍA A INSTALAR (")	LONGITUD DE LÍNEAS A CONSTRUIR (KM)
Construcción y operación de líneas de flujo	20	36	132

Fuente: ECOPETROL S.A

2.2.2.4.1.5 Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir

El proyecto Área de Desarrollo Bucare, determinó una Zonificación de Manejo Ambiental -ZMA- a partir de la cual se proyectaría la ubicación de las diferentes estrategias de desarrollo en función de las exclusiones y/o condiciones que esta ZMA establece; en este sentido, los asentamientos humanos no serían intervenidos con ocasión del proyecto. Sin embargo, en función de las condiciones que desde el diseño se visualizan, de los procesos y métodos constructivos y demás premisas para la intervención en el área con las diferentes estrategias de desarrollo y sus actividades particulares, enmarcado siempre en la Jerarquía de la Mitigación (como enfoque estratégico para abordar los impactos ambientales desde la prevención y minimización de estos), es factible la intervención en áreas que cuenten con algún tipo de infraestructura social que pueda ser trasladada o construida de nuevo prestando el servicio para el cual fue inicialmente concebida (v.g aljibes y/o pozos profundos). Por su parte, las unidades familiares que eventualmente presenten algún tipo de afectación, con ocasión de las actividades del proyecto, serían objeto de un traslado temporal que no implica la reubicación de la unidad familiar.

En virtud de lo anterior, se reitera que los asentamientos humanos no serán objeto de intervención y que en todos los casos (y para todas las estrategias de desarrollo del proyecto Área de Desarrollo Bucare) en el presente EIA se incluye medidas para su manejo.

2.2.2.4.1.6 Estimativo de maquinaria, equipos y mano de obra

Para el estimativo de maquinaria y equipos se identifican los estimativos para las actividades propias de la construcción y las actividades relacionadas con las pruebas hidrostáticas. En la **Tabla 2-12** se presenta el estimativo de la maquinaria y equipos para la construcción de líneas de flujo que se estiman por frente de trabajo, estas cantidades podrán variar de acuerdo con las necesidades del proyecto y el estimativo ajustado se presentará en los respectivos PMAE para cada obra a construir.

Tabla 2-12 Estimativo de maquinaria en la construcción de líneas de flujo por frente de obra

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Bulldozer	1
Retroexcavadora	2
Dobladora de Tubería	2
Malacates o poleas diferenciales	2
Equipo de soldadura	4
Pulidoras	4
Equipo de hidrolavado	2
Equipo prueba de presión	1
Mezcladoras	2
Carrotanque	1
Soldadoras tipo diesel	2
Cable para soldar	300 m
Equipos de oxicorte	2
Kit de derrames	1
Juegos de grapas	2
Corta tubo	1
Extintores	2

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Juego de Herramientas Manuales	2
Andamios	2
Guadañadora	1
Grúa	1
Camión cama alta	1
Vehículo para transporte de personal	1
Cámara fotográfica con fechador	1
Equipo de GPS submétrico	1
Juego de galgas	1
Juego de Herramientas menores	2
Extensiones Eléctricas	2
Elementos de Seguridad	Para todo el personal

Fuente: ECOPETROL S.A

En la **Tabla 2-13**, se reúne el listado de maquinaria y equipos necesarios para las actividades asociadas a la perforación dirigida (PHD)

Tabla 2-13 Estimativo de maquinaria y equipos para cruces especiales PHD

VEHÍCULO O MAQUINA	CANTIDAD
Máquina perforadora	1
Unidad de mezcla de lodos de perforación	1
Bomba de agua	1
Equipo de separación de lodos	1
Bomba slurry	1
Almacenaje de bentonita	1
Generadores de potencia	1
Almacenamiento de suministros	1
Carrotanque	1
Volquetas	1

Fuente: ECOPETROL S.A

De otra parte, en la **Tabla 2-14**, se reúne la relación de maquinarias y equipos requeridos para la ejecución de la prueba hidrostática

Tabla 2-14 Equipos, insumos y materiales para la prueba hidrostática

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	FUNCIÓN
Múltiples	2	Enviar y recibir los raspadores
Raspadores	Varios	Para limpieza interior de la tubería y desplazamiento de fluidos
Bomba de llenado 100 psi	1	Inyección del agua dentro del ducto
Bomba de presión 200 psi	1	Para alcanzar la presión de prueba

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	FUNCIÓN
Válvulas	Varias	Controlar entrada y salida de agua
Bridas ciegas (tapón de prueba)	Varias	Sellado de la sección a probar
Flow meter	1	Medición de la cantidad de agua entrando al ducto
Manómetros	Varios	Medición y control de presión
Termómetros	Varios	Medición y control de temperatura
Probadores de peso muerto	Varios	Para calibrar los manómetros
Proporcionador con bomba de descarga	Varios	Para inyección de aditivos al agua
Aditivos	Varios	Inhibidor de corrosión
		Secuestrante de oxígeno

Fuente: ECOPETROL S.A

En cuanto a la ejecución de las actividades de obra civil, es necesario contar con una cantidad de cuarenta y dos (42) personas; el personal referido comprende mano de obra profesional y que está constituida por ingenieros, ayudantes técnicos, supervisores, operadores de equipo y maquinaria pesada, conductores y maestros de obra, así como mano de obra no profesional. En la **Tabla 2-15**, se relaciona el personal estimado para la construcción de una línea de flujo. La cantidad de personal es estimada y podría variar por imprevistos en el desarrollo de las obras o variación de las condiciones del entorno, entre otros casos

Tabla 2-15 Personal estimado para la construcción de líneas de flujo

CARGO	CONSTRUCCIÓN	
	TIPO MO	CANTIDAD
Director de obra	Profesional	1
Ingeniero Civil	Profesional	1
Ingeniero Mecánico	Profesional	1
Ingeniero Eléctrico	Profesional	1
Inspector de HSE	Profesional	1
Supervisores	Profesional	3
Soldadores	Profesional	3
Electricistas	Profesional	2
Topógrafo	Profesional	1
Cadeneros	No Profesional	2
Operadores de maquinaria pesada	Profesional	2
Operador de camión grúa	Profesional	1
Conductor de volqueta	No Profesional	1
Auxiliar vial	No Profesional	2
Técnicos inspección de soldadura y revestimientos	Profesional	2
Técnicos pruebas hidrostáticas	Profesional	2
Dobladores	No Profesional	3
Alineadores	No Profesional	3
Ayudantes de soldadura	No Profesional	3

CARGO	CONSTRUCCIÓN	
	TIPO MO	CANTIDAD
Oficiales	No Profesional	1
Obreros	No Profesional	6
TOTAL		42

Nota: El personal indicado es estimado, y podrá variar de acuerdo con las necesidades en la ejecución de cada actividad en el desarrollo del proyecto.
Fuente: ECOPETROL S.A

De otra parte, para el desarrollo de las actividades asociadas a la Perforación Horizontal Dirigida (PHD) se requieren alrededor de 14 personas, que hacen parte de la mano de obra calificada conformada por ingenieros, ayudantes técnicos, supervisores, operadores de equipo y maquinaria pesada, conductores y maestros de obra, como se detalla en la **Tabla 2-16**.

Tabla 2-16 Personal estimado para los cruces especiales por perforación horizontal dirigida

CARGO	TIPO MO	CANTIDAD
Ingeniero Especialista PHD	Profesional	1
Ingeniero Especialista en Direccionado PHD	Profesional	1
Ingeniero Especialista en Fluidos PHD	Profesional	1
Supervisor de PHD	Profesional	1
Técnico de Lodo y Recicladora	Profesional	1
Operario de Equipo PHD	Profesional	1
Técnico de Taladro PHD	Profesional	2
Mecánico Especialista en PHD	Profesional	1
Eléctrico Especialista en PHD	Profesional	1
Obrero	No Profesional	3
Operador de Excavadora	Profesional	1
TOTAL		14

Nota: El personal indicado es estimado, y podrá variar de acuerdo con las necesidades en la ejecución de cada actividad en el desarrollo del proyecto.
Fuente: ECOPETROL S.A

2.2.2.4.1.7 Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la actividad

El desmantelamiento y retiro de líneas de flujo se realiza acorde con los lineamientos generales presentados a continuación y en consideración de la Guía para la desincorporación de Activos de Producción IDA-G-010 (2020). En el caso de líneas enterradas, y previo un análisis de implicaciones ambientales y sociales, existe la posibilidad de acuerdo con la evaluación técnica de dejar la línea enterrada bajo estándares de seguridad ambiental y social, soportados en la valoración de los impactos ambientales que genera la desincorporación de la línea o líneas, o la alternativa de mantener la sección de línea en su condición subterránea.

- **Líneas aéreas**

Son aquellas asociadas a pasos aéreos ya sea en cruces de cuerpos de agua o en zonas deprimidas

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

➢ **Líneas Enterradas**

Si las lineas de flujo se localizan a profundidades menores o iguales a 1,00 m, se procede al retiro y recuperación de estos tramos de acuerdo al siguiente procedimiento:

- ✓ Realizar un diagnóstico general de la tubería, el cual sirve como elemento para determinar su utilización o destino.
- ✓ En el reconocimiento se debe, identificar los sectores críticos para las labores de desmantelamiento.
- ✓ Verificar si contiene aditivos químicos para definir el sistema de manejo de aguas residuales.
- ✓ Verificar que previamente se haya desmontado el sistema de protección catódica.
- ✓ Verificar si la tubería se encuentra presurizada, en cuyo caso se procederá a despresurizarla.
- ✓ Tomar medidas preventivas necesarias para eliminar los riesgos de explosión.
- ✓ Definir los sitios, temporal y final, de acopio de la tubería.
- ✓ Verificar la ubicación de la tubería con ayuda de equipo convencional (detector de metales), y la realización de apiques de ubicación del alineamiento y profundidad de ésta.
- ✓ Desmonte y adecuación: retiro de árboles, arbustos, rocas, cercas y elementos extraños
- ✓ de la franja a intervenir; manejo de aguas superficiales; y construcción de obras de geotecnia preliminar, especialmente de contención de materiales de corte (ej. trinchos).
- ✓ Descapote: retiro de la capa orgánica y disposición sobre un costado para su posterior reutilización (según condiciones existentes).
- ✓ Conformación: obtención de una superficie de trabajo apta para el retiro de la tubería. Disposición de materiales sobre los costados, haciendo uso de las obras de geotecnia preliminar. Corrección y prevención de problemas geotécnicos.
- ✓ Excavar con ayuda de equipo convencional, hasta una profundidad de 0,20 m por encima de la cota clave del tubo, la tubería se termina de destapar manualmente.
- ✓ Establecer las medidas adecuadas de manejo de materiales de corte.
- ✓ Cuando se encuentre limpia el área de corte de la tubería habiendo retirado su recubrimiento externo, se procede a seccionar ésta en la zanja con ayuda de equipo convencional (oxicorte o cortatubo) lo más cerca posible a las juntas o pegas de la tubería.
- ✓ El levantamiento y cargue de la tubería seccionada con ayuda de equipo convencional y luego ser enviada al sitio de acopio temporal o final.
- ✓ La tubería desmantelada se levanta y retira con ayuda de equipo convencional para ser enviada al sitio de acopio temporal o final.
- ✓ Una vez levantada y retirada la tubería de la zanja, se procede a tapar ésta con ayuda de equipo convencional dejando un camellón de 0,20 m por encima de la cota superficial a todo lo largo de la zanja tapada.
- ✓ Durante la reconformación se suaviza la forma del terreno intervenido. Para la recuperación se construyen obras de protección geotécnica. Posteriormente se revegetalizan las áreas intervenidas.

Para los tramos de líneas de flujo enterradas a profundidades mayores a un metro se considera el abandono de los tramos de acuerdo al siguiente procedimiento:

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

- ➢ **Marcos H y bases de concreto**

Se desmantelarán los marcos H de las líneas de flujo, y se almacenarán en los sitios dispuestos por ECOPETROL S.A. Las bases en concreto se demolerán y se dispondrán en sitios autorizados o serán entregados a terceros autorizados. En las áreas de las excavaciones, dejadas por el retiro de estas bases, se rellenarán y se reconformará el terreno.

- ➢ **Desmantelamiento de Válvulas y Accesorios**

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

Adicionalmente, se realizará la limpieza de todos los residuos generados tales como sobrantes de concreto, bolsas de cemento, cintas de seguridad, madera, sobrantes de acero, alambres, etc.; el retiro de la maquinaria pesada que se usó junto con las herramientas menores como mezcladoras, carretillas, palas, etc.; la clausura de las letrinas secas o el retiro de los baños portátiles (en caso de que se hubiesen empleado) y finalmente la empradización de taludes y limpieza final de las áreas intervenidas. Estas actividades se encuentran detalladamente en el Capítulo 10 PLAN DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO, del presente Estudio de Impacto Ambiental Área de Desarrollo Bucare.

2.2.2.4.1.8 Duración de las obras, etapas y de actividades

A continuación, en la **Tabla 2-17** se presentan las fases de desarrollo del campo en las que se contempla la construcción de líneas de flujo y la duración de las actividades asociadas a la implementación de esta estrategia de desarrollo.

Tabla 2-17 Duración estimada para la construcción de 1 Km de línea de flujo

ETAPA	SUBETAPA	ID	ACTIVIDAD	TIEMPO (SEMANAS)							
				1	2	3	4	5	6	7	8
ETAPA PREOPERATIVA		A-01	Adquisición de predios y derechos de servidumbres								
CONSTRUCTIVA	LÍNEAS DE FLUJO (incluye infraestructura conexa)	A-12	Apertura y adecuación del derecho de vía (incluye replanteo, descapote y limpieza)								
		A-13	Conformación obras de geotécnicas preliminares y estabilización de taludes								
		A-14	Transporte, acopio, tendido de tubería								
		A-15	Alistado de la tubería (Doblado, soldado, sandblasting y pruebas no destructivas de la tubería)								
		A-16	Apertura de zanja, instalación y tapado de tubería								
		A-17	Instalación estructuras sobre marcos H								
		A-18	Cruces de vías e infraestructura								
		A-19	Cruces sobre cuerpos de agua								
		A-20	Pruebas hidrostáticas y/o neumáticas y No Destructivas								
OPERATIVA	MANTENIMIENTO	A-43	Mantenimiento de los derechos de vía para las líneas de flujo, válvulas, accesorios y modificación de diámetros de tubería								
DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN		A-46	Desmantelamiento de instalaciones, retiro de equipos e infraestructura y salida de maquinaria.	Las actividades de desmantelamiento, abandono y restauración contemplan el desmantelamiento y restauración de todas las áreas intervenidas para la ejecución de las actividades correspondientes a la presente estrategia de desarrollo. Su principal objetivo es recuperar y mejorar ambientalmente dichas áreas, para esto se llevará a cabo un plan de acción que contemple el restablecimiento de las condiciones ambientales anteriores a la intervención							
		A-49	Demolición y desmonte de infraestructura								
		A-50	Limpieza de áreas								
		A-51	Reconformación del terreno, empradización y/o revegetalización								

ETAPA	SUBETAPA	ID	ACTIVIDAD	TIEMPO (SEMANAS)							
				1	2	3	4	5	6	7	8
		A-52	*Cierre de compromisos socio ambientales*								
ACTIVIDADES TRANSVERSALES		A-53	*Contratación de mano de obra*	Las actividades transversales son ejecutadas a lo largo de todas las etapas del proyecto, razón por la cual no cuentan con un cronograma de ejecución de actividades específico							
		A-54	*Adquisición de bienes y servicios*								
		A-55	*Transporte terrestre y/o aéreo de materiales, equipos, maquinaria, insumos y personal*								
		A-56	*Instalación y operación de campamentos temporales*								
		A-58	*Uso de productos químicos, lubricantes y combustibles*								
		A-59	*Captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua superficial para uso doméstico e industrial*								
		A-60	*Captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua subterránea para uso doméstico e industrial*								
		A-61	*Gestión (Manejo, tratamiento y disposición final) de residuos líquidos domésticos y no domésticos*								
		A-62	*Gestión (Manejo, tratamiento y disposición final) de residuos sólidos*								
		A-63	*Manejo y disposición de residuos peligrosos*								

Fuente: ECOPETROL S.A, 2025