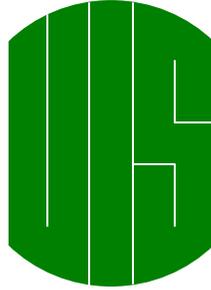


**MODELO TÉCNICO Y ECONOMICO PARA DESARROLLO DE PROYECTOS
DE DISEÑO DEL TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN DE GASODUCTOS**

SERGIO BLANCO ALVIAR

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PETROLEOS**

**BUCARAMANGA
2004**



**MODELO TÉCNICO Y ECONOMICO PARA DESARROLLO DE PROYECTOS
DE DISEÑO DEL TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN DE GASODUCTOS**

SERGIO BLANCO ALVIAR

**Monografía para optar al título de
Especialista en Ingeniería de Gas**

**DIRECTOR
EMILIANO ARIZA LEON
Ingeniero de Petroleos**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PETROLEOS
BUCARAMANGA
2004**

A mis Padres Ramiro y Lia,
a mis hermanos Martha Inés,
Jose Luis, Rafael Alberto y
Hernando,
A mi esposa Adriana.
A mis hijos
Sergio Alonso y Margarita
Maria.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

La Empresa Colombiana de Gas – Ecogás, al Director de la Monografía Ingeniero Emiliano Ariza León y al Cuerpo docente de la Universidad Industrial de Santander UIS.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
1 GENERALIDADES.	
4	
1.1 ASPECTOS PREVIOS	5
1.1.1 Localización del proyecto.	5
1.1.2 Justificación técnica de la necesidad.	6
1.1.3 Antecedentes técnicos, jurídicos etc.	6
1.2 ESTUDIOS PREVIOS	7
1.3 ANÁLISIS TIPOLOGÍAS Y/O ESTUDIO DE PROYECTOS SIMILARES.	7
1.4 DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA RUTA	8
2 DESARROLLO DEL PROYECTO	8
2.1 BASES PARA LA INGENIERIA DE DETALLE	8
2.2.1 DEFINICIÓN SISTEMA DE MEDIDAS.	9
2.2.2 SIMBOLOGIA Y NOMENCLATURA	10
2.2.3 CÓDIGOS Y NORMAS APLICABLES AL PROYECTO	15
2.2.4 CARACTERISTICAS DEL GAS A TRANSPORTAR	18
2.2.5 CONDICIONES DE OPERACIÓN.	19
3. ETAPAS DEL PROYECTO.	20
3.1 Actividades Previas a la Ejecución del proyecto	20
3.1.1 Determinación del punto de conexión y el punto de entrega o Transferencia.	20
3.1.2 Aspectos topográficos del área de influencia.	20
3.1.3 Consideraciones ambientales	21
3.1.4 Aspectos Hidrológicos.	22
3.1.5 Consideraciones económicas.	22
3.1.6 Condiciones Operacionales.	22
3.1.7 Orden público.	22
3.1.8 Tierras	22
3.1.9 Estudios de suelos, estratigrafía.	24
3.1.10 Clasificación de zonas. "Location Class"	24
3.1.11 Geomorfología del suelo.	25
3.1.12 Estudios sobre otras infraestructura existentes.	26
3.1.13 Licenciamiento Ambiental.	26
3.2 DESARROLLO DE LA INGENIERÍA	35
3.2.1 Conceptual	35

3.2.2	Ingeniería Básica.	35
3.2.3	Ingeniería detallada.	36
3.2.4	Análisis de costos	36
4	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	38
4.1	Actividades Básicas	38
4.2.1	Movilización y Desmovilización.	38
4.2.2	Localización y Replanteo	38
4.2.3	Apertura y Conformación del Derecho de Vía.	45
4.2.4	Alineación y Soldadura, Corte y Rebiselamiento.	56
4.2.5	Transporte, tendido y Limpieza Interna de Tuberías.	65
4.2.6	Recubrimiento de Juntas.	71
4.2.7	Apertura de Zanja.	75
4.2.8	Cruce de Vías Principales y Secundarias.	77
4.2.9	Cruces Subfluviales.	82
4.2.10	Bajado de Tubería y Tapado de Tubería.	87
4.2.11	Barreras en la Zanja	91
4.2.12	Reconformación del Derecho de Vía	95
4.2.13	Obras de Geotécnia	102
4.2.14	Prueba Hidrostática.	115
4.2.15	Topografía Final y Planos As-Built.	126
4.2.16	Cruce con Otros Ductos.	128
4.2.17	Instalación de Filtros en zonas húmedas.	132
4.2.18	Lastrado de Tubería.	136
4.2.19	Rebiselamiento	138
4.2.20	Alineación y Soldadura	140
4.2.21	Predoblado y Doblado de Tubería	149
4.2.22	Concretos	151
4.2.23	Acero de Refuerzo	169
4.2.24	Cerramiento en Malla Eslabonada Estaciones	179
4.2.25	Entrega Final	183
5	ANÁLISIS DE COSTOS	185
6	CONCLUSIONES	186
	BIBLIOGRAFIA.	188

LISTA DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Componentes Cromatográficos	19
Tabla 2	Factores de la Geología	25
Tabla 3	Tamaño Tamiz del concreto	153
Tabla 4	Resistencia promedio del concreto	158
Tabla 5	Peso nominal de barras de acero	170
Tabla 6	Diámetro máximo de doblamiento de barras de acero.	172
Tabla 7	Condiciones de dificultad de obras	185

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Disposición de Tubería	71
Figura 2	Tapado de Zanjas	81
Figura 3	Cruce de vías férreas	81
Figura 4	Relleno de zanjas.	91
Figura 5	Barreras en Zanjas.	94
Figura 6	Reconformación del terreno	100
Figura 7	Reconformación pronunciada.	101
Figura 8	Tipos de trinchos laterales	107
Figura 9	Zanjas de coronación	108
Figura 10	Alcantarillas provisionales	109
Figura 11	Reconformación del derecho de vía	113
Figura 12	Cruces bajo tuberías.	131
Figura 13	Filtros.	134
Figura 14	Lastrado de tuberías enterradas	138

RESUMEN

El objetivo principal de éste trabajo es determinar los factores técnicos más importantes que deben ser considerados en el desarrollo de un proyecto de diseño, trazado y construcción de gasoductos durante las diferentes etapas. Son muchos estos factores que intervienen en la ingeniería, el diseño, la operación y mantenimiento como son la geología del suelo, la topografía, las normas ambientales, la propiedad del terreno, la longitud, las características del gas a transportar y su volumen. Todos estos factores y muchos otros que se trataran en este trabajo deben adaptarse a las necesidades del constructor y/o propietario del gasoducto con el objeto de lograr el equilibrio económico del proyecto. Por otra parte todos los procesos que se involucran durante la construcción de un sistema de transporte de gas deben estar en armonía con las exigencias ambientales de las entidades competentes.

En este trabajo se plantean aspectos puntuales que ilustran los procedimientos generales para el diseño del trazado de una línea de transporte de gas natural y permita a quien consulte este documento la toma de decisiones con el objetivo de garantizar la factibilidad técnica del proyecto y de igual forma se garantice la operatividad del gasoducto en condiciones óptimas de seguridad e integridad.

Con la experiencia de la ingeniería Colombiana, se ha podido evidenciar que aunque se han desarrollado muchos proyectos con altas inversiones no existe un criterio claro sobre los aspectos motivo de estudio y que en cualquier momento de ser ignorados podrían incidir perjudicando el desarrollo del proyecto y en muchos casos desequilibrándolo económicamente o en casos extremos comprometiendo la nueva instalación

Autor: Sergio Blanco Alviar, Septiembre de 2004

Abstract: The primary target of this one work is to determine the more important technical factors that they must be considered in the development of a project of design, layout and construction of Gas line transmission during the different stages. They are many these factors that take part in engineering, the design, the operation and maintenance as they are the geology of the ground. the environmental topography, norms, the property of the land, the length, the characteristics of the gas to transport and their volume. All these factors and many others that treated in this work must adapt to the necessities of the constructor and/or proprietor of Gas line transmission with the intention of obtaining the economic balance of the project. On the other hand all the processes that become jumbled during the construction of a system of gas transport must be in harmony with the environmental exigencies of the competent organizations

In this work precise aspects consider that illustrate the general procedures for the design of the layout of a line of natural gas transport and allows to that consults east document the decision making with the objective to guarantee the technical feasibility of the project and similarly the operativity of Gas line transmission in optimal conditions of security and integrity is guaranteed. With the experience of Colombian engineering, it has been possible to demonstrate that although many projects with high investments have been developed does not exist a clear criterion on the aspects reason for study and that at any time of being ignored they could affect economically harming the development of the project and in many cases unbalancing it or in extreme cases jeopardizing the new installation

Author: Sergio Blanco Alviar, September 2004



UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE
SANTANDER

NOTA DEL PROYECTO DE GRADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE		CÓDIGO
SERGIO BLANCO ALVIAR		2028231
TÍTULO DEL PROYECTO		
MODELO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA PROYECTOS DE DISEÑO DE TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN DE GASODUCTOS		
REGISTRO No.	FACULTAD	CARRERA
	INGENIERIAS FISICOQUIMICAS	ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA DEL GAS
CALIFICACION (LETRA Y NUMERO)		CREDITOS
APROBADO		

DIRECTOR DEL PROYECTO

NOMBRE	FIRMA
EMILIANO ARIZA	

CALIFICADORES

		FECHA		
N	N	A	M	D
NICOLAS SANTOS SANTOS	JULIO CÉSAR PÉREZ ANGULO	04	10	07

INTRODUCCION

La presente Monografía, responde a un requerimiento de carácter académico como requisito para obtener el título de Especialización de Ingeniería de Gas, y en consecuencia es coherente con el proceso formativo que se lleva a cabo en la Universidad Industrial de Santander UIS de Bucaramanga y estipulado ampliamente en el proyecto educativo institucional.

Los temas aquí tratados serán fundamentados, examinados y sintetizados, conjugando el proceso de aprendizaje con la experiencia profesional del autor. Así mismo, estarán presentes en este documento, las actividades de investigación, validación y análisis de las teorías y/o fundamentos relacionados con el tema y los planteamientos propios del estudiante.

Esta investigación es realizada a través de la consulta de fuentes primarias y secundarias así como la consulta directa a expertos en el tema.

De otra parte es importante aclarar que la presente Monografía esta orientada a la investigación y análisis de los negocios del transporte de Gas Natural en el aspecto económico principalmente, con referencia al entorno nacional.

El documento se presenta, tratando particularmente el tema de Construcción de gasoductos y posteriormente presentando unas conclusiones básicas de los aspectos estudiados.

Por otra parte, y en relación con el tema, se presenta a continuación una visión general del autor a cerca de la importancia de los principios básicos lo que permitirá introducir al lector en el tema propiamente dicho.

En Colombia se cuenta con una gran variedad de energéticos que le facilita tener una base importante de alternativas para la generación de energía. Dentro de éste abanico de alternativas se destaca el Gas natural como un energético primario

Este combustible ha sido y seguirá siendo, la base del desarrollo energético tanto a nivel nacional y se vislumbra una gran perspectiva a nivel internacional como fuente de suministro para la generación y consumo industrial y domiciliario.

Las energías alternativas o renovables han adquirido importancia en la medida en que la tecnología para su utilización ha ido madurando y los costos se han ubicado dentro de rangos competitivos respecto a las demás tecnologías. Por otro lado, las presiones ambientales y la búsqueda de mecanismos de producción mas limpia le abren nuevas oportunidades a este tipo de energías que hasta ahora no resultaban atractivas y no resultaría extraño que en un mediano plazo se estén incorporando dentro del conjunto de posibilidades energéticas técnicas y económicamente rentables para el sistema.

Si bien, a nivel nacional aún no se vislumbra la incorporación de éste tipo de fuentes dentro de las opciones de desarrollo para el sistema, se deben estudiar como

alternativas que en un mediano plazo pueden adquirir importancia y relevancia en los análisis de alternativas de suministro de energía.

Dentro de las etapas de la industria del gas natural, una vez se logra la calidad de gas comercial exigida, el paso siguiente es el despacho en cantidades y tiempos pactados. La forma como se hará llegar el gas a cada cliente, depende de las cantidades, la localización geográfica y la utilización final del producto.

Las etapas en el diseño y construcción de gasoductos han sido esencialmente las mismas desde el comienzo de la industria. Las innovaciones en el diseño con frecuencia son necesarias, para acomodarse a las variaciones del terreno, las variaciones climáticas y las especificaciones técnicas de construcción., por estos sin embargo no se altera la secuencia de la construcción, la cual es básicamente la misma para todos los tipos de tuberías. De todas maneras día a día las técnicas y procedimientos de construcción se mejoran, en un esfuerzo por obtener mayor eficiencia en el trabajo y condiciones de seguridad.

1 GENERALIDADES.

Con la experiencia adquirida durante el ejercicio de la actividad profesional, se ha podido evidenciar que aunque se han desarrollado muchos proyectos con altas inversiones no existe un criterio claro sobre los aspectos motivo de estudio y que en cualquier momento de ser ignorados podrían incidir perjudicando el desarrollo del proyecto y en muchos casos desequilibrándolo económicamente o en casos extremos comprometiendo la instalación

El objetivo principal es determinar los factores técnicos básicos que deben ser considerados en las diferentes etapas, en el desarrollo de un proyecto de construcción de gasoducto (Trazado, construcción). Igualmente se busca determinar los elementos que influyen en el diseño de gasoductos.

Con el propósito de determinar integralmente los elementos que intervienen en el desarrollo de una nueva infraestructura de transporte de gas natural, se plantean diferentes aspectos los cuales son muy importantes analizar.

Una vez se hallan tomado las decisiones de tipo gerencial por parte de la empresa, encaminadas a la construcción de un proyecto que contribuya a la ampliación de una infraestructura de transporte de gas natural, el propietario iniciará la actividad en el área.

Previo al inicio de la construcción se deben realizar un conjunto de actividades enfocadas a asegurar la disponibilidad técnica de las zonas por donde se prevé el trazado del gasoducto. En esta etapa, es evidente que el propietario no tiene definido el corredor de la tubería, sin embargo se conoce el punto de inicio y el

destino del transporte, lo que identifica un área de influencia la cual será el motivo de estudio.

Para esto la empresa deberá contar con un equipo multidisciplinario de trabajo en la etapa de diseño y un equipo adecuado para la etapa de construcción.

Dentro del grupo de actividades previas a la etapa de construcción se considera muy importante la logística, suministro de materiales y personal y las gestiones en las negociaciones de tierras.

1.1 ASPECTOS PREVIOS

1.1.1 Localización del proyecto.

Esta es una de las primeras etapas del proyecto en donde por la necesidad del proyecto ya es conocida el área de influencia del gasoducto y se ubicará tomando las regencias geográficas existentes (Ríos, vertientes, departamentos y municipios).

Para lograr y asegurar de manera eficiente y objetiva la correcta ubicación geográfica se consultará la cartografía existente en el INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI los cuales serán la referencia para localizar la nueva infraestructura desde los cuatro puntos cardinales (Oriente, Occidente, Norte y Sur)

No está demás que en esta localización se realice una descripción del proyecto, en la que se indique de manera muy general su ubicación, la justificación del proyecto, una ubicación georeferenciada (coordenadas). El corredor en esta etapa de diseño ya tiene características de ubicación y ya tiene definidos puntos de inicio, el sitio de empalme o punto final.

Si en los estudios previos de localización se detectan a simple vista infraestructuras existentes como carreteras, otros ductos, subestaciones y redes eléctricas etc., es recomendable tenerlas evaluar desde el principio sus características ya que podrían afectar el gasoducto o generar inconvenientes durante la construcción.

1.1.2 Justificación técnica de la necesidad.

En un país en desarrollo como el nuestro, esta visto que la industria del gas natural ofrece una de las mejores alternativas económicas y sin duda el transporte de este recurso será a través de una infraestructura de gasoductos. Es de resaltar que estos nuevos proyectos requieren altas inversiones, diseño específico, cumplimiento de normas de calidad y seguridad industrial, correcta aplicación de las políticas ambientales que garanticen el mínimo riesgo de impacto social.

Por todo lo anterior y una vez definida la importancia del proyecto, deberá ser enmarcado dentro de un programa de operación y mejoramiento de transporte de gas del propietario y deberá responder a la creciente necesidad del mercado, garantizando capacidad de transporte.

1.1.3 Antecedentes técnicos y jurídicos.

El promotor del proyecto debe tener enmarcado dentro de su programa de operación y mejoramiento de transporte de gas y el proyecto debe responder a la creciente necesidad del mercado en el interior, cuyo objetivo garantice la capacidad de transporte del actual gasoducto a desarrollar.

El proyecto debe responder a una necesidad clara, ya sea con el objeto de dar solución a un problema de cualquier tipo técnico y/o geológico en una infraestructura

existente o la construcción de un gasoducto cuyo objetivo es el transporte de gas hacia un fuerte consumidor industrial, térmico o municipio.

1.2 ESTUDIOS PREVIOS.

En la etapa de diseño, la geotecnia preliminar y definitiva juega un papel importante en la selección de la ruta, la evaluación del trazado definitivo, el estudio de cruces de corrientes de agua según su clasificación, carreteras según su clasificación, cruces con líneas férreas, asentamientos urbanos, posible ubicación de facilidades de otras infraestructuras existentes, y todos aquellos componentes que tienen que ver con el funcionamiento de la nueva instalación.

El relieve tan variado característico en el territorio nacional ha generado en la ingeniería condiciones de diseño complejas.

1.3 ANÁLISIS DE TIPOLOGÍAS Y/O ESTUDIO DE PROYECTOS SIMILARES.

Antes de iniciar cualquier proceso de diseño y presupuestación, vale la pena que el propietario del proyecto realice un análisis de proyectos similares por empresas vinculadas con el sector, con el objeto enmarcar el proyecto dentro de una tipología acorde con el mercado. Los análisis de las experiencias de otras compañías ilustrarán al propietario sobre las características técnicas de este tipo de ejercicios. El hecho de conocer los criterios de diseño, aspectos económicos y sondeos del mercado permitirán al propietario realizar un proceso de contratación objetivo y dinámico, lo cual permitirá la competencia entre las empresas interesadas y con experiencia.

1.4 DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA RUTA

Las características de la zona imponen las dificultades en el diseño, la construcción y la operación de los gasoductos. Esto ha llevado al desarrollo y aplicación de métodos de la geotécnica en este tipo de obras. La geotécnica de gasoductos, oleoductos y Polidúctos en Colombia abarca la selección de la ruta, la evaluación del corredor para el trazado definitivo, los cruces de corrientes de agua y el estudio del suelo y cimentaciones. Además es frecuente el estudio de problemas de inestabilidad de taludes, procesos de erosión y socavación de causes, en áreas de condiciones geológicas, climáticas y topográficas desfavorables.

Los principales componentes de selección y evaluación geotécnica de la ruta involucra consultas de documentos existentes referentes a:

- Mapas Topográficos.
- Geología regional.
- Censores remotos.
- Clima e hidrología.
- Mapas de riesgo sísmico
- Reconocimiento aéreo.
- Inspección del terreno.

Dentro de los criterios básicos para la ingeniería de detalle, se deben considerar criterios generales de ingeniería en cuanto a: Estabilidad geotécnica ambiental, riesgo, vulnerabilidad, topografía, accesos, longitud, grado de dificultad de construcción y usos del suelo.

2 DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 BASES PARA LA INGENIERIA DE DETALLE

A continuación se definen los parámetros técnicos de acuerdo a estándares que se deberán considerar en el desarrollo del proyecto

2.2.1 DEFINICIÓN SISTEMA DE MEDIDAS.

Para estandarizar un lenguaje técnico claro en la totalidad del proyecto y en especial en lo que respecta a los cálculos y simulaciones, es necesario establecer las unidades de medidas a utilizar en el ejercicio. Dentro de las más utilizadas y conocidas en el sector se tienen son las correspondientes al sistema inglés. Algunas veces los resultados se muestran en este sistema adicionado las correspondientes al sistema internacional entre paréntesis.

Las siguientes unidades del sistema inglés mas usadas son:

- ✓ Temperatura : °F. (Grados Fahrenheit) - °C. (Grados Centígrados)
- ✓ Presión : PSI (Libras por pulgada cuadrada)/Mpa (Megapascuales).
- ✓ Presión relativa : PSIG PSIA (Libras por pulgada cuadrado relativas a la atmósfera).
Mpa (Megapascuales relativos a la atmósfera).
- ✓ Volumen de Gas : MMPCD (Millones de Pies Cúbicos de Gas).
- ✓ Flujo de Gas : PCD (Pies cúbidos día) MPCD (Miles de Pies Cúbicos de Gas al día).
MMPCD (Millones de Pies Cúbicos de Gas al día).
- ✓ Diámetro de Tubería: 0.00" (Pulgadas) / mm (Milímetros).
- ✓ Espesor de Tubería : 0.00" (Pulgadas) / mm (Milímetros).
N/m2 (Punto de Fluencia según API 5L Standard).

- ✓ Calidad de Tubería : PSI (Punto de Fluencia según API 5L Standard).
- ✓ Longitudes : P (Pies) / m (Metros) / k (kilómetro)

2.2.2 SIMBOLOGIA Y NOMENCLATURA

La resultados del proyecto en cuanto a estudios, memorias, carteras planos (geológicos, trazado, detalles de ingeniería etc), líneas, instrumentos, y toda la simbología deberá ser lo suficientemente clara de manera que permita una clara identificación y clasificación de la información con el fin de facilitar la ubicación de la información durante el proceso de diseño y especialmente durante la construcción.

Dicha nomenclatura no es estándar ni tampoco existe una parametrización establecida que se exija. Por el contrario la clasificación de la información depende y se relaciona muchas veces con plan de gestión de calidad establecido por la empresa o simplemente obedece a los criterios de la misma.

A continuación se presenta un modelo de clasificación de la información que ilustran la forma cómo podría ser la codificación de la información:

Codificación de Planos

001 – PE – GBBCA – AA – CCC

001 : Número del Proyecto.

P : Significa plano.

E : Significa el área a la que pertenece el plano, manejada con la siguiente clasificación:

P : Proceso.

M : Mecánica.
I : Instrumentación.
E : Eléctrica.
C : Civil.

GBBCA: Sigla que identifica el proyecto. Ejemplo: “Gasoducto Bucaramanga, Barrancabermeja.

AA : Tipo de plano.

P : Simbología, Diagrama de bloques.

P&ID : Diagramas de tubería e instrumentación.

M : Mecánico.

L : Tubería.

E : Eléctrica.

C : Civil.

TOP : Topográfico

GEO : Geología.

CCC : Consecutivo numérico de 3 dígitos. “025”

Codificación de Tuberías

A” - BBB - C - DDD

A” : Diámetro en pulgadas, (20”)

BBB : Tipo de Servicio.

PRO : PROCESO.

DRE : DRENAJE

VEN : VENTEO.

HPR : ALIVIO ALTA PRESION

HPR : ALIVIO ALTA PRESION

TPR : ALIVIO TERMICO.

FUG : FUGA.
COM : COMBUSTIBLE
INS : INSTRUMENTOS.
SCL : SISTEMA CONTRA INCENDIO
SUM : LINEAS DE SUMIDERO.

C : Tipo de fluido: Gas natural
N : GAS NATURAL
P : ANTICORROSIVO

DDD : Consecutivo (025)

Codificación de Instrumentos y Equipos

AA – B – CC

Conformado por dos caracteres numéricos con los cuales se identifica el elemento dentro del área de servicio.

La asignación puede tener en cuenta los siguientes criterios:

AA : Siglas de equipos de proceso e instrumentación.

Equipos:

TLR1 : Trampa de Lanzamiento de raspadores
TRR2 : Trampa de Recibo de raspadores.
TBLR : Trampa bidireccional de lanzamiento de raspadores.
FS : Filtros separadores
CGN : Calentador de gas natural.
SO : Sistema Odorizador.

Instrumentos:

Presión:

PI	:	Indicador de presión
PT	:	Transmisor de presión
PIT	:	Transmisor indicador de presión
PSL	:	Interruptor por baja presión
PSH	:	Interruptor por alta presión
PDI	:	Indicador de presión diferencial
PSDH:		Interruptor por alta presión diferencial
PSV	:	Válvulas de seguridad
PCV	:	Válvulas de control – Reguladoras
PIC	:	Controlador indicador de presión

Temperatura:

TIT	:	Transmisor indicador de temperatura
TI	:	Indicador de temperatura
TT	:	Transmisor de temperatura
TE	:	Elemento de temperatura

Flujo:

FE	:	Elemento de flujo
FX	:	Computador de flujo
FRE	:	Medidor de flujo
FT	:	Transmisor de flujo

Nivel:

LI	:	Indicador de nivel
----	---	--------------------

LIT : Transmisor indicador de nivel
LSL : Interruptor por bajo nivel
LSH : Interruptor por alto nivel
ESDV : Válvulas de cierre de Emergencia
XIS : Elemento indicador de paso de raspador

B : Áreas Operacionales.
Elemento Ubicado en múltiples de entrada y salida de la estación.
Servicios auxiliares: Calentamiento, colector drenajes, Filtración y Medición etc.

CC : Consecutivo. (025)

Codificación de Documentos.

0104 – AA – B – CCC

XXXX : Número proyecto interno. (0104)
AA : Tipo de documento
MC : Memoria de cálculo.
LI : Listas.
SP : Especificaciones.
IN : Informe.
DT : Detalle típico.
B : Especialidad
P : Procesos
B : Ambiental.
C : Civil.
D : Programación y control.

E	:	Eléctrica.
G	:	General.
I	:	Instrumentación.
L	:	Tubería.
M	:	Mecánica
P	:	Procesos.
T	:	Topografía.

CCC : Consecutivo del documento. (025)

2.2.3 CÓDIGOS Y NORMAS APLICABLES AL PROYECTO

En la actualidad es tal la cantidad de normas y códigos aplicables que se han publicado, que prácticamente cada servicio tiene su norma. Los códigos y normas informan sobre los requisitos básicos o mínimos para cada industria, en ellas se definen materiales de construcción, métodos de fabricación, requisitos de inspección y prueba, tolerancias dimensionales entre otros.

El diseño, construcción y operación de un gasoducto admite riesgos por las características del flujo que este maneja. Por esta razón se han desarrollado códigos y estándares internacionales y nacionales a fin de minimizar los factores de riesgo.

Dentro de las asociaciones internaciones mas importantes, mencionaremos las siguientes:

- ✓ **ISO:** Organización internacional para la estandarización

Facilita la coordinación y unificación internacional de normas internacionales cuyo propósito es promover el desarrollo de la estandarización y de las actividades mundiales relacionadas, para facilitar el intercambio internacional de bienes, productos y servicios, y desarrollar cooperación en la actividad intelectual, científica, tecnológica y económica

- ✓ **NFPA:** National FIRE Protection Association.
El objetivo es reducir el peso mundial del fuego y otros riesgos en la calidad de vida. Busca prevenir catástrofes generadas por incendios y brinda con sus normas seguridad de vida.

- ✓ **AWS:** American Welding Society.
Es una sociedad americana de soldadura con el objetivo de adelantar la ciencia, tecnología y aplicación de la soldadura y las disciplinas relacionadas.

- ✓ **AWWA:** American Water Works Association.
Tiene como objetivo la mejora en la calidad del agua de consume y su suministro

- ✓ **ANSI:** American National Standards Intitute.
Administra y coordina la estandarización voluntaria Americana. Refuerza la competitividad de la industria americana y su calidad.

- ✓ **ASME:** American Society of Mechanical Engineers.

Desarrolla normas aplicables a tuberías y desarrolla códigos y normas para la ingeniería, la industria, el público y el gobierno. Existen mas de 600 normas publicadas por ASME dentro de las cuales se destacan:

ASME V 14.5 M – 1994: Dimensiones y tolerancias.

ASME B16.5-1996: Flanges y montaje de flanges en tuberías.

ASME B 31.4 – 1998 : Sistemas de transporte por tuberías de hidrocarburos y otros líquidos.

ASME B31.8:Sistemas de transporte y distribución de Gas por tuberías

- ✓ **API:** American Petroleum Institute.
Cubre la producción de materiales y lubricantes y certificación para tanques de almacenamiento, recipientes de presión e inspectores de tubería. Publican prácticas recomendadas, informes de investigación, especificaciones en tuberías, válvulas, estructuras, procedimientos para responder ante derrames de petróleo, protección del medio ambiente, exploración y mucho mas.

- ✓ **NACE:** National Association of Corrosion Engineers.
Promueve el conocimiento público de la salud, seguridad, materiales de medio ambiente y económicas para el control de la corrosión, degradación de los materiales, promoción. Diseño e investigación, las consecuencias de la corrosión y los beneficios del control de la corrosión para conservar la infraestructura, conservar los recursos naturales y el medio ambiente.

- ✓ **ASTM:** American Society for Testing and Materials.
Sociedad Americana de prueba de materiales. Desarrollo y publicación de estándares para materiales, productos, sistemas y servicios.

- ✓ **AGA:** American Gas Association
Normas internacionales para el diseño y construcción de fluidos gaseosos.

Existen gran variedad de normas aplicables a diferentes ramas del diseño y construcción de gasoductos como son: ACI, AISI, CSA, DEP, IEEE, IP, ISA, MSS, SSPC etc. y rigen para Gasoducto, Tubería, Válvulas y Accesorios, Instalaciones Civiles, Instalaciones Eléctricas, Protección contra la Corrosión, Ruido, Instrumentación y Control, Comunicaciones y Seguridad.

Además la instalación, su operación y mantenimiento deben cumplir con lo establecido por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia a través de decretos, manuales de operación, reglamentos de transporte, etc.

Todas estas normas establecen estándares que cubren la mayoría de las actividades que se encuentran clasificadas dentro de la industria y fuera de ella.

2.2.4 CARACTERISTICAS DEL GAS A TRANSPORTAR

Las propiedades del gas a transportar tienen gran importancia en el diseño de un gasoducto. Las propiedades del gas a condiciones determinadas de presión y temperatura son un aspecto importante del diseño al igual que su volumen, factor de

súper compresibilidad, calor específico, coeficiente de Joule Thompson, coeficiente isentrópico, entalpía, entropía y viscosidad.

Las condiciones de presión y temperatura influyen determinantemente en las propiedades de un gas y su incremento o disminución varía la capacidad de transporte.

La composición del gas se valora en la mayoría de los casos teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla1 Componentes del Gas

COMPONENTE	FÓRMULA	COMPOSICIÓN PORCENTAJE MOLAR
Metano	CH4	
Nitrógeno	N2	
Dióxido de carbono	CO2	
Etano	C2H6	
Propano	C3H8	
Agua	H2O	
Sulfuro de hidrógeno	H2S	
Hidrógeno	H2	
Monóxido de carbono	CO	
Oxígeno	O2	
i-Butano	C4H10	
n-Butano	C4H10	
i-Pentano	C5H12	
n-Pentano	C5H12	
n-Hexano	C6H14	
n-Heptano	C7H16	
n-Octano	C8H18	
n-Nonano	C9H20	
n-Decano	C10H22	
Helio	He	
Argón	Ar	
	TOTAL	

Gravedad específica real de la mezcla, a condiciones estándar, 14.73 psia y 60°F, $Gr = G_i * (Z_{sair}/Z_s) =$

Compresibilidad, Z_b , a 14.65 psia y 60° F =

Poder calorífico bruto real, ($@P_b$ y T_b), a 14.65 psia y 60°F =

Densidad

2.2.5 CONDICIONES DE OPERACIÓN.

En la etapa de diseño e ingeniería básica se fijan las condiciones de operación del gasoducto y así mismo se consideran las facilidades para evitar el riesgo y posibles fallas en el transporte del gas natural como son: Válvulas de seccionamiento ESD, sistemas de monitoreo y control etc.

Los parámetros básicos de diseño son:

- Presión máxima y mínima de operación.
- Flujo a transportar

- Niveles de ruido
- Temperatura del gas

3. ETAPAS DEL PROYECTO.

Durante el desarrollo de un proyecto de estas características participan activamente el propietario, el constructor y la Interventoría como representante del propietario, las comunidades del área de influencia. Las actividades previas del proyecto se describen a continuación de manera general.

3.1 Actividades Previas a la Ejecución del proyecto

3.1.1 Determinación del punto de conexión y el punto de entrega o transferencia.

Comprende la definición exacta, en lo posible localización georeferenciada, determinando el lugar de conexión a la fuente de abastecimiento o a o a un gasoducto determinado si es el caso. Para el efecto la ingeniería básica debe contemplar las facilidades necesarias para la correcta operación en el punto de inicio y el punto final.

3.1.2 Aspectos topográficos del área de influencia.

Evaluación detallada de la topografía con el objeto de plantear el trazado del gasoducto teniendo en cuenta todos aquellos aspectos que puedan intervenir en las facilidades de construcción, como son accesos, fuentes de agua, tipografía, fauna, flora, infraestructuras existentes etc.

3.1.3 Consideraciones ambientales

Consultas previas con corporaciones autónomas regionales y el ministerio de medio ambiente en lo referente a:

Normas de cumplimiento: Legislación ambiental, Guías de manejo ambiental, Coordinación y auditorías, recomendaciones geotécnicas, volcánicas y sísmicas.

Guías de protección ambiental

Guías para el control de erosión: Tipos de erosión, riesgos, protección de erosión.

Guía para proteger calidad del agua: análisis de calidad del agua, medidas de impacto y mitigación.

Protección arqueológica: Recursos históricos, estudios arqueológicos, regulaciones.

Métodos re-protección ambiental: Reparación del Derecho de Vía, anchos del DV, procedimientos de construcción de obras de protección geotécnica.

3.1.4 Aspectos Hidrológicos.

Condiciones a las cuales puede estar sometida la tubería como fuerzas de flotabilidad en cruces de causes o zonas pantanosas.

3.1.5 Consideraciones económicas.

Este aspecto define los parámetros de diseño y construcción del gasoducto determinando la mejor alternativa de diseño y ofrece los mejores beneficios y ventajas como son el diámetro, espesor de tubería, material de la tubería, requerimientos en cuenta a facilidades de la nueva instalación y costos de transporte.

3.1.6 Condiciones Operacionales.

En la primera etapa del proyecto “Etapa de Diseño” se establecen reglas mediante las cuales se operará el sistema y así mismo se prevén facilidades para la seguridad del sistema para prevenir fallas.

3.1.7 Orden público.

En Colombia esta presente este factor que afecta directamente los procesos de construcción y operación de las redes de transporte. La situación actual del país hace vulnerable cualquier sistema de transporte ante la presencia de subversión y atentados terroristas. Sin embargo, una buena evaluación del territorio nacional puede permitir el planteamiento de diferentes trazados que pueden hacer menos vulnerable el sistema.

3.1.8 Tierras

En la construcción de gasoductos esta labor es fundamental. El propietario del proyecto realiza una labor de servidumbre varios meses antes de iniciarse la construcción, solicitándole a cada uno de los propietarios de predios el permiso para el paso de la línea por sus terrenos y establece una servidumbre mediante escritura pública.

Igualmente se realiza un inventario de los daños que se causarían para indemnizar al propietario del predio. El dueño de la obra pagará los daños causados en el ancho establecido para el derecho de vía. Generalmente los daños ocasionados fuera de este derecho de vía son responsabilidad del constructor de la obra.

Estas servidumbres se pueden clasificar así:

Servidumbre de ocupación permanente: Para la construcción de facilidades como casetas, centros operacionales, estaciones etc.

Servidumbres de ocupación temporal: Para enterrar el tubo y tránsito de los equipos de construcción y tránsito durante la operación y mantenimiento del gasoducto.

Al final de la construcción el propietario de la obra normalmente exige al contratista los respectivos Paz y Salvos de cada uno de los propietarios de los predios al finalizar las obras de construcción y garantiza su entrega reteniendo el 10% del valor del contrato. Esta a pesar de ser una medida razonable, se presta para muchos abusos conocidos como "Ley del tubo". Por tal razón el contratista de construcción debe tener un negociador de tierras

que normalmente es un abogado, el cual se encarga de hablar con cada uno de los propietarios y solicitar los permisos de obra.

El encargado de tierras debe iniciar labores varios meses antes de iniciar la construcción debido a que una parada por falta de negociación puede constar mucho dinero y el incumplimiento al programa de construcción.

La labor de tierras puede representar para el propietario un buen porcentaje del valor del proyecto y no debe descuidarse. A título de ejemplo se puede decir que las negociaciones de tierras representan entre un 3% y un 7% del valor del proyecto

3.1.9 Estudios de suelos, estratigrafía.

Con el objeto de determinar la estratigrafía del suelo por donde se ha planteado la ruta inicial del proyecto, el propietario de proyecto debe conocer la clasificación del suelo para proyectar sus recursos durante la construcción. Los estudios estratigráficos evidencian las diferentes capas del subsuelo y su condición proyectando los recursos económicos necesarios al igual que los equipos necesarios para la construcción. A manera de ejemplo, estos estudios muestran la presencia de areniscas, rocas, arcillas etc. Los que dificulta la construcción. Estas características indican al propietario que se debe prever en el presupuesto de construcción algunos ítems como apertura de zanjas en terrenos rocosos y otros.

3.1.10 Clasificación de zonas. “Location Class”

De acuerdo a las alternativas del trazado se evaluara la clasificación de las zonas, tal como como se definen en ASME B31.8 sección 840.2. “Clases de localización”.

Clase de Localización 1: En una milla entre 1 y 10 construcciones.

Clase de Localización 2: En una milla entre 10 y 46 construcciones

Clase de Localización 3: En una milla más de 46 construcciones.

Clase de Localización 4: Presencia de edificios, áreas populares etc.

3.1.11 Geomorfología del suelo.

Comprende el estudio de las formas del relieve terrestre; estudio de las formas de la superficie de la tierra y su desarrollo geomorfológico.

La meteorización, erosión y el transporte forman la superficie terrestre como nosotros conocemos. Por las fuerzas de agua viento y hielo se forman cerros, valles o llanuras. Principalmente los sectores más altos sufren más erosión y/o transporte como las regiones cerca del nivel del mar.

Los factores más importantes de una construcción las cuales deben ser motivo de estudio son: Factores climáticos, tipo de roca, desgaste estructural y fallas geológicas. (ver tabla 2)

Tabla 2 Geología; factores importantes para la construcción

Factores climáticos	Factores en las rocas	Factores estructurales
Temperatura (máx.-min.)	resistencia de la roca	presencia de fallas
cantidad de	porosidad de las	Cantidad de clases

precipitaciones	rocas	
Temperaturas bajo cero	solubilidad de los minerales	fracturamiento

3.1.12 Estudios sobre otras infraestructura existentes.

En el trazado de la ruta, se deben considerar la presencia de redes Eléctricas, hidráulicas, hidrocarburos. Otros, lo que podría dificultar el proceso de construcción y además podría afectar la tubería a lo largo del tiempo. En lo posible se deben evitar este tipo de eventos y de no ser posible se deben tomar todas las medidas para evitar que estas redes afectan el buen funcionamiento del sistema.

3.1.13 Licenciamiento Ambiental.

Tal vez es considerada una de las etapas más importantes del proyecto y es una gestión que compete al propietario de la obra y cumplimiento por parte del constructor. Deberá ir acompañada de todos aquellos documentos de tipo social, ambiental y busca mitigar todos los impactos que el proyecto genere desde el punto de vista ambiental. Deberá ir acompañada también del Plan de Manejo Ambiental PMA, Plan de Contingencia, plan de Socialización, Plan de Divulgación y todos aquellos planes que exija la entidad rectora.

La evaluación ambiental de un ruteo es parte integral del diseño y construcción, por lo que se exige asegurar una planeación efectiva. Inicialmente se determinará el trazado los recursos existentes y fijar los

impactos potenciales. Entre los recursos se tienen. Vida animal y vegetal, bosques, parques naturales, lugares arqueológicos, áreas pobladas etc.

El derecho de vía, como área a lado y lado del trazado, debe ser evaluado teniendo en cuenta la vegetación y propietarios del terreno a fin de prevenir conflictos. Los procedimientos de protección se definen teniendo en cuenta los recursos existentes y se integran en los parámetros de diseño y especificaciones de construcción.

Con anterioridad al desarrollo de las distintas etapas que componen un proyecto de construcción y operación de un gasoducto, se debe realizar una serie de estudios ambientales que parten del conocimiento de las áreas a ser afectadas y sus características desde los puntos de vista físico, biótico y socio-económico. Tales estudios deben considerar y determinar los procedimientos más convenientes para la realización de los trabajos que implican los distintos pasos en el avance del proyecto.

Este estudio previo, permite determinar cuáles son los impactos potenciales que pueden presentarse, así como seleccionar los métodos constructivos y de manejo más convenientes a aplicar, para mitigar los impactos negativos.

Teniendo en cuenta las distintas fases de la etapa de construcción de un gasoducto (cuando se produce la mayor interacción con el medio), el conocimiento de los impactos negativos que potencialmente se pueden presentar, elegir la metodología constructiva más adecuada, disminuye los impactos negativos causados al ecosistema, los que pueden variar en forma considerable según se tengan en cuenta en la fase de planificación o después.

Desarrollando lo señalado, a continuación se presentan las distintas etapas que abarcan la fase de construcción de un gasoducto, se describe en qué consisten y se realizan las consideraciones ambientales a tener en cuenta en cada una de ellas.

1) Programa de Construcción: Es importante contar con un buen programa para determinar con precisión los tiempos convenientes para cada etapa (cronograma), pues se deben minimizar los plazos en tareas sensibles como por ejemplo zanjas abiertas, tendido previo de la tubería, etc. , se debe tratar de no interferir con otras actividades y prever los tiempos más propicios respecto al clima. Esta planificación permite contar con los recursos (humanos, de equipos, materiales, contratos, etc.) en tiempo y forma, lo que asegura continuidad, evitando tiempos muertos que pueden constituir una perturbación adicional.

2) Relevamiento Topográfico: En esta actividad, se deberá tener un conocimiento pleno de la sensibilidad del área al trazar el derecho de tendido de ductos y determinar la forma de salvar las pendientes pronunciadas sin perder la calidad del suelo, que permita la revegetalización de la zona, evitando futuras erosiones. También se debe eludir las zonas de inestabilidad geológica o con afloramiento rocosos importantes, entre otros.

3) Despeje: El proceso de despeje de la servidumbre de tendido de ductos depende del tipo de suelo, de la topografía, del uso del terreno, tipo de vegetación, máquinas a utilizar, etc.

Esta tarea es la primera agresión real al medio y una de las que causa mayor perturbación de la superficie.

La tarea comprende, entre otros pasos los siguientes:

a) Remoción de la capa vegetal, lo que puede producir problemas de erosión de la superficie, especialmente en pendientes pronunciadas. En aquellos casos en que no sea necesario el retiro de la capa vegetal se deberá trabajar sobre ella ya que mejora la futura revegetalización

b) Cambios topográficos que pueden variar los escurrimientos superficiales del terreno.

c) Talado de árboles. Este es un aspecto importante al atravesar una zona boscosa ya que se deberá tener un respeto especial por los ejemplares de gran tamaño o aquellos cuya especie se encuentre en peligro de extinción. Este recurso deberá manejarse con criterio conservacionista y comercial a la vez, por lo que se deberá efectuar cortes en largos normalizados y obtener un aprovechamiento económico de los mismos, así como disponer correctamente los despuntes, que pueden ser aprovechados como colchón sobre pendientes con falta de vegetación, etc.

La aplicación de técnicas inadecuadas, pueden generar daños mayores a los necesarios y no permitir el aprovechamiento económico de la madera, de la zona afectada.

4) Nivelación: La nivelación del terreno permite proveer un área de trabajo lisa y pareja con cambios de dirección suaves, que eviten doblar las cañerías

más allá de sus especificaciones. Para lograr estas características del terreno es necesario desbastar áreas y rellenar otras para obtener un nivel uniforme en la tubería.

Esta labor requiere el retiro del suelo superficial (orgánico) el cual si no es tratado adecuadamente (sin mezclar con áridos) la pérdida de fertilidad en el área es significativa, disminuyendo la posibilidad de revegetalización del suelo. También se modifica la geometría superficial del terreno variando su escurrimiento natural.

De lo señalado, se desprende que si no se efectúa un estudio minucioso del suelo en toda la trayectoria del tendido, la agresión al medio puede aumentar significativamente.

5) Excavación: En esta operación, se requiere como primera medida, la elección del equipo de zanjado (pala, retroexcavadora, zanjadora de rueda, etc.) los cuales generan impactos diferentes. Al igual que la etapa anterior, la capa superior del suelo debe ser separada del resto por los motivos señalados, por lo tanto el equipo seleccionado y las etapas de zanjado deben permitir tal selección.

La apertura de la zanja debe hacerse en tiempo y forma ya que influye en el pasaje de animales, vehículos y personas, por lo tanto, debería estudiarse el tránsito en el área, las condiciones de vida de la fauna silvestre y períodos de recría de la misma, permitiendo corredores libres de obstáculos.

Una mala canalización plantearía un sistema de trampa para los animales, dificultaría el traslado del ganado en establecimientos agropecuarios etc.

Por otra parte, existe en esta operación, acciones particulares que deben estudiarse en forma especial como por ejemplo el cruce de caminos, vías férreas, cursos de agua, etc.

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta, son los tiempos máximos de permanencia de zanjas abiertas (la norma señala que no debe ser mayor de 20 días).

6) Manejo de Tuberías: El impacto en el manejo de las tuberías es significativamente menor que los señalados en las etapas anteriores, no obstante se debe minimizar la compactación del terreno por parte de los equipos mecánicos utilizados. Se debe tener la precaución de dejar espacios entre los caños fuera de la zanja (desfile) para permitir el pasaje de los animales, personas, etc.

Todo lo señalado, requiere un mínimo de estudio y cuidados en la tarea, sobretodo en los tiempos reales de tendido, ya que los caños no deben trasladarse mucho tiempo antes que se coloquen dentro de la zanja.

7) Relleno: La operación de relleno comprende la reposición del suelo excavado (o el material seleccionado) en la zanja, sobre la cañería. Esta tarea es compleja ya que en ella se conjugan una serie de pasos como por ejemplo:

Aprovechamiento de los distintos tipos de suelos extraídos, facilitando la revegetalización, para lo cual se deberá colocar como última capa de relleno,

la superficial con alto contenido de materia orgánica, escarificar su superficie y, en ciertos casos, sembrar con semillas apropiadas.

Compactación del material y colocación en forma cóncava del relleno para su posterior asentamiento.

Construcción de zanjas con subdrenajes para impedir la filtración de agua sobre la cañería y no modificar el escurrimiento natural del terreno.

Construcción de bermas para dirigir la esorrentía sobre la zanja.

En áreas agrícolas, asegurar un mínimo de 0,30 m. de profundidad de arado, libre de rocas y otros elementos contundentes.

8) Ensayos: Existen distintos tipos de ensayos, para probar la estanqueidad y limpieza. Entre otros, señalamos que la línea puede probarse desplazando un taco de limpieza propulsado por aire comprimido por su interior que permite el barrido de sólidos y constatar posibles obstrucciones.

La estanqueidad es probada mediante la presurización por un período de tiempo determinado y por encima de la presión de trabajo, los medios generalmente usados son agua, aire, etc.

Por último la línea es secada mediante una mezcla de metanol antes de ponerla en servicio. Este producto (metanol) debe ser recuperado en su totalidad por ser una sustancia tóxica.

En esta etapa, si las tareas son manejadas correctamente, el impacto puede ser mínimo, salvo cuando se detectan fallas, pues en dichos puntos se vuelve a los problemas de la etapa de construcción.

No obstante la baja incidencia de impactos, estos pueden ser de importancia en caso de no utilizar el procedimiento más seguro según la zona de trabajo (presión hidrostática o con aire comprimido).

Otro aspecto a tener en cuenta es la carga y descarga del agua durante la prueba cuando es tomada y devuelta a cursos de agua. En ese caso se deberá controlar la erosión ante la fuerza de descarga para lo cual deben diseñarse amortiguadores de energía del fluido y tener en cuenta que el máximo caudal que puede ser extraído del curso de agua es el 10 % del mismo, etc.

9) Limpieza: La tarea de limpieza, normalmente es la etapa final del proceso de construcción.

En este paso, se deben retirar todos los elementos sobrantes en la servidumbre de tendido de tubos (escombros, desechos metálicos, estructuras auxiliares, etc.). También es responsabilidad en el momento de la limpieza la revegetalización de la zona afectada, prestando mayor atención en pendientes y terrenos fácilmente erosionables. Se debe además reconstituir en lo posible la topografía y paisaje de la zona de trabajo a fin de no variar el escurrimiento natural del terreno (reponer relleno de zanja en caso de asentamiento excesivo o retirar el material sobrante que produce un efecto de corona).

Otro punto en el que se debe prestar mayor atención, es en el retiro de los restos de combustibles, lubricantes, insecticidas y todo tipo de producto químico, en la zona.

Como vemos, en todas las etapas es imprescindible un conocimiento cabal del suelo y los elementos que se manejan en cada paso.

Cumplimiento de la Ley

Por otra parte, desde el punto de vista normativo, las Leyes exigen para este tipo de obras un Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.) etc.

A efectos de su cumplimiento, el interesado en realizar la obra, deberá presentar ante el Ministerio de Medio Ambiente y del ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente toda la documentación referente al proyecto.

Para obtener dicha solicitud, deberá cumplir con las siguientes etapas:

- Comunicación del proyecto.- Clasificación del proyecto.- Solicitud de la Autorización Ambiental Previa.- Puesta de manifiesto.- Audiencia pública y- Resolución.

Como se desprende de lo expresado, la tarea de llevar adelante una obra como la del gasoducto, no es una empresa fácil, ya que se deben tener en cuenta un sin número de detalles, que van desde lo constructivo (ingeniería de proyecto), la preservación del Medio Ambiente (estudios de impactos), a lo

reglamentario (aplicación de las Leyes Nacionales y Normativas Departamentales).

Ante esta realidad y reiterando lo que establece una Política Ambiental, se entiende que las acciones tendientes a procurar el desarrollo económico-social del País, pueden y deben ser acompañadas de acciones orientadas a la conservación y protección ambiental, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de la población sobre bases sólidas y sostenibles.

3.2 DESARROLLO DE LA INGENIERÍA

3.2.1 Conceptual

Esta es una etapa del proyecto en la cual se establecen las condiciones básicas del proyecto y su diseño. Se plantean las condiciones y el lenguaje del proyecto, sus objetivos, las estrategias de diseño y su filosofía. Es una etapa mas que todo corporativa en la que el propietario fija estándares, conforma el equipo multidisciplinario de trabajo y el organigrama de funcionamiento de la organización para el proyecto.

Establece además los cronogramas de las diferentes etapas del proyecto, los cuales serán modificados en la medida que el proyecto se desarrolle.

Se entiende que esta etapa el propietario del proyecto ya ha realizado análisis de mercado, oferta y demanda y todos aquellos estudios de tipo financiero que permiten vislumbrar a futuro una sería y garantizada recuperación de la inversión ya sea a corto, mediano o largo plazo según el caso.

3.2.4 Ingeniería Básica.

Es una etapa netamente técnica, donde el Propietario desarrolla los estudios preliminares de diseño, cuyos resultados permiten al propietario escoger las diferentes alternativas en cuanto a selección de Ruta, capacidad de diseño, volúmenes a transportar, características del gas.

En esta etapa el propietario del proyecto cuenta con la suficiente información la cual le permite la toma de decisiones la cual se verá reflejada en costos del proyecto. Es claro que aquí ya son conocidas muchas variables en cuanto densidad poblacional, geomorfología del suelo, estratigrafía del suelo, geografía etc.

3.2.5 Ingeniería detallada.

Definida la factibilidad del proyecto se procede con la elaboración de ingeniería de detalle. La ejecución de los estudios de detalle permiten definir con buena exactitud las características de la obra, cuantificar la cantidad de las protecciones requeridas y precisar el estimativo de costos de construcción con el objeto de realizar las apropiaciones presupuestales de mayor confiabilidad.

Dentro de los estudios de detalle se incluyen entre otros:

Diseño de estaciones, sistemas de filtración, sistemas de conducción, sistemas de medición, regulación, válvulas de seccionamiento, sistemas de odorización, obras civiles, diseño eléctrico, diseño hidráulico, la definición precisa del trazado, el diseño de los sistemas de protección catódica y la definición del plan de construcción.

3.2.4 Análisis de costos

Es tal vez el factor que más incide en el éxito o fracaso del proyecto. La buena o mala selección de materiales, equipos y mano de obra vistos desde el punto de vista económico incide notablemente en la calidad y vida útil del proyecto. El dimensionamiento de las inversiones que el proyecto demanda y el buen criterio técnico de los profesionales a cargo se verá reflejado en la fase operativa.

La presupuestación y análisis de costos de acuerdo y en armonía con unas buenas especificaciones técnicas de construcción se verán reflejadas a futuro, mostrando utilidades que permitirán recuperar en un menor tiempo las inversiones realizadas.

No está demás que el propietario realice un “Brench Parking” en la industria con el objeto de enmarcase dentro del mercado nacional o internacional. Contar con el conocimiento de experiencias similares de empresas vinculadas a la industria, representan gran importancia.

4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

4.1 Actividades Básicas

Las actividades más importantes en un proceso de construcción son: Movilización y desmovilización, localización y replanteo, transporte y tendido de tubería, apertura de zanja, rebiselamiento de tubería, alineación y soldadura, limpieza de la tubería, recubrimiento de la tubería, instalación bajado y tapado de la tubería, empalmes especiales, instalación de facilidades, cruces especiales, pruebas, geotecnia preliminar y definitiva y otras.

En este numeral se presenta un modelo de las especificaciones técnicas más comunes de la industria (Simulado para un gasoducto de 20 pulgadas), las cuales han sido resultado de la ingeniería colombiana en el desarrollo de proyectos similares e igualmente han sido estudiadas detenidamente por el autor. Los parámetros analizados y planteados en estas especificaciones son sugeridas y dependen del tipo de proyecto y sus características las cuales las pueden ser objeto de cualquier modificación y pueden aplicar proporcionalmente al diámetro de la tubería a instalar.

4.2.1 Movilización y Desmovilización.

Esta especificación es muy subjetiva y especial para cada proyecto a realizar y se refiere básicamente a la movilización y desmovilización del personal especializado y de los equipos que intervienen en el proyecto.

4.2.2 Localización y Replanteo.

DESCRIPCION

Esta especificación se refiere a la ejecución de las operaciones iniciales y permanentes de localización y replanteo de las obras que se ejecuten en cada actividad, al control planimétrico y altimétrico de las mismas, y las señalizaciones provisionales, esta actividad deberá ejecutarse previamente al avance del frente de apertura del Derecho de Vía con base en las coordenadas y cotas indicadas en los planos las cuales deberán ligarse a la Red Geodésica Nacional. Este replanteo se hará con la aprobación de la INTERVENTORIA, buscando optimizar los alineamientos del trazado, así como las zonas más convenientes y más estables.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El CONTRATISTA suministrará estacas, mojones, pinturas, puntillas, cintas, etc., utilizando materiales de primera calidad.

El CONTRATISTA suministrará el equipo de topografía tipo Estación Total y el transporte necesario para desplazar al grupo de topografía con sus materiales y equipos a los diferentes frentes de trabajo donde sean requeridos.

En las obras de replanteo se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Las labores de topografía y otras que surjan durante el desarrollo de la obra deberán ser ejecutadas por personal técnico calificado, con equipo de precisión.
- La localización se hará ciñéndose a los planos de localización general de la obra, utilizando sistemas de precisión que permitan fijar adecuadamente los puntos topográficos auxiliares.

- El replanteo se hará basándose en los planos de construcción y carteras topográficas de la obra, referenciando los ejes en el modo adecuado para garantizar la fijación y estabilidad de las marcas.
- El control planimétrico y altimétrico se hará permanentemente con base en mojones fijados con máxima precisión.
- De los trabajos de Localización, Replanteo y Control Topográfico se deberá llevar las respectivas carteras de campo, las cuales serán entregadas al contratante en medio magnético al concluir la obra, junto con el levantamiento topográfico final.
- EL CONTRATISTA deberá solicitar con un mínimo de (24) horas de anticipación, a la ejecución de la actividad que así lo requiera, la revisión y aprobación de los ejes y/o niveles por parte de LA INTERVENTORIA (si la hay)

SEÑALIZACION TEMPORAL

Si se requiere, esta especificación reglamenta la señalización que debe realizar el CONTRATISTA, en todo momento en las diferentes áreas de trabajo a fin de garantizar la seguridad de sus trabajadores y de terceros.

Cuando se ejecuten obras o actividades cerca o sobre carreteras, ferrocarriles, caminos y/o construcción a borde de carreteras, EL CONTRATISTA deberá mantener día y noche señales adecuadas para proteger a las personas de cualquier accidente y prevenir a los conductores de la obstrucción existente. En particular debe informar de la ubicación de vías de acceso a la obra para no interferir con el tráfico continuo de vehículos por vías principales.

Los diferentes tipos de señales se instalarán antes de la iniciación de las operaciones de construcción en el sector. El diseño y aplicación de señales será normalizado por la entidad afectada.

EL CONTRATISTA utilizará los materiales con la calidad requerida para trabajos a intemperie, necesarios para la construcción de las señales de acuerdo con las características y aplicación de cada una, de tal forma que cumplan con el objetivo para el cual fueron diseñadas.

De ser necesarias las señales provisionales deben cumplir con las siguientes condiciones para su correcta aplicación:

- **Visibilidad**

Todas las señales que exijan visibilidad durante las horas de la noche, deben ser reflectivas o estar convenientemente iluminadas.

- **Conservación**

Todas las señales deben permanecer en una posición correcta, suficientemente claras y legibles durante el tiempo de su utilización y ser reemplazadas o retocadas aquellas que por agentes externos se hayan deteriorado y ya no cumplan su función.

- **Especificaciones de diseño para señales preventivas:**

Forma: Cuadradas. Se colocará con una diagonal en sentido vertical.

Dimensión Mínima: Lado del cuadrado noventa (90) centímetros.

Color: Fondo anaranjado y orla negra.

- **Especificaciones de diseño para señales reglamentarias:**

Forma: Circular

Dimensión Mínima: Diámetro del círculo Noventa (90) centímetros

Color: Fondo Blanco, símbolo y orla negra, trazado oblicuo rojo.

Las señales reglamentarias que indican prohibición, deben tener un trazo oblicuo descendente a cuarenta y cinco grados (45°) con la horizontal de izquierda a derecha, desde el punto de vista del usuario.

- **Especificaciones de diseño para señales informativas:**

Forma: Rectangular. Se hará con la mayor dimensión en posición horizontal

Dimensión Mínima: Las dimensiones del rectángulo varían de acuerdo con el mensaje. El lado será mínimo de CINCUENTA (50) centímetros. Las señales informativas indicarán además entradas y salidas de equipos pesados y su ubicación debe ser escogida en forma tal que sea fácilmente visible y no interfiera el tránsito continuo de los vehículos, ni la visibilidad, ya por ubicación o por las demoras ocasionadas por su lectura.

- **Especificaciones de las Barricadas**

Serán formadas por bandas o listones horizontales de longitud no superiores a TRES (3) metros y ancho de TREINTA (30) centímetros separados por espacios iguales a sus anchos. La altura de cada barricada debe tener un mínimo de UNO Y MEDIO (1.5) metros. Las bandas horizontales se pintarán con franjas alternadas negras y anaranjadas reflectivas que formen un ángulo con la vertical de cuarenta y cinco grados (45°).

- **Canecas**

Las canecas deberán pintarse con franjas alternadas negras y anaranjadas de VEINTE (20) centímetros de ancho, la altura de las canecas no será inferior a OCHENTA (80) centímetros.

- **Conos de delimitación y delineadores luminosos**

Se deben utilizar señales intermedias con una altura mínima de cuarenta y cinco (45) centímetros. Se emplearán para delimitar los sitios temporales de construcción, cuando el flujo de tránsito ha de ser temporalmente desviado de su ruta. Se podrán utilizar señales intermitentes que demarquen la calzada de tránsito por medio de focos luminosos distanciados no más de diez (10) metros.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

El propietario o la INTERVENTORIA durante todo el tiempo de construcción dará el visto bueno a todas las actividades de localización y replanteo incluyendo principalmente las siguientes:

- Mediciones referenciadas con postes preliminares de abscisado, los cuales deberán quedar ubicados cada Kilómetro Lineal y con referencias intermedias cada 100 metros. Este abscisado se utilizará para el control de avance de la obra y el CONTRATISTA deberá conservarlo durante todo el tiempo de construcción.

- EL CONTRATISTA presentará para aprobación todas las carteras de campo que servirán como soporte a los diseños que deberá realizar antes de la construcción de las obras especiales como cruces de vías y cruces subfluviales.

UNIDAD DE MEDIDA

Los trabajos de localización, replanteo, control topográfico y señalización provisional debidamente recibidos por LA INTERVENTORIA, se medirán por metro lineal (m) de Derecho de Vía.

FORMA DE PAGO

Se pagarán por el método de la cadena pisada de Derecho de Vía construido y al precio unitario consignado en la propuesta.

Para efectos de cuantificar el valor de la Localización y Replanteo y la Señalización Preventiva se procederá de la siguiente manera:

La Localización y Replanteo equivalen al 70% del valor ítem y el 30% restante corresponde a la Señalización Temporal.

La INTERVENTORIA recibirá en forma independiente la Localización y Replanteo, y la Señalización de cada Kilómetro de Derecho de Vía realmente construido.

En caso de encontrarse una deficiente señalización de alguna área de trabajo, La INTERVENTORIA, no recibirá la señalización y notificará de esta decisión al

CONTRATISTA para que subsane la omisión, si en un plazo prudente según el caso, no se procede a la señalización, LA INTERVENTORIA podrá ordenar que se haga la misma, por medio de un contratista independiente y descontar de las actas de Pago el valor correspondiente a la fracción del Derecho de Vía afectado, más el 20% por concepto de administración.

En caso de no ejecutarse la señalización esta no será recibida y el valor a pagar corresponderá únicamente al valor correspondiente a la Localización y Replanteo.

Lo anterior no sustituye ni exonera al CONTRATISTA de la obligación de señalar las áreas de trabajo, ni en la responsabilidad ante terceros por los daños que pueda ocasionarse por la falta de señalización o la señalización deficiente.

El valor unitario mencionado incluirá todos los costos de personal, suministro, fabricación, transporte y almacenamiento de estacas, mojones, varas, pinturas, piolas, equipos de topografía, miras, jalones, plomadas, cintas métricas, detector de metales, etc., y la mano de obra para las labores permanentes de topografía, fundición de mojones, elaboración de señales, barricadas, cintas de señalización, construcción de referencias, pinturas de señales, y en general cualquier costo relacionado con la completa ejecución de los trabajos especificados.

4.2.3 Apertura y Conformación del Derecho de Vía.

DESCRIPCIÓN

El Derecho de Vía se define como la franja de terreno necesaria para la ejecución de las obras, conforme a las dimensiones y alineaciones indicados en planos y figuras.

Esta norma reglamenta generalmente las labores de apertura, adecuación o conformación del Derecho de Vía, disposición de sobrantes de excavación y utilización de la franja o área de terreno en donde se deben ejecutar los trabajos necesarios para instalar la tubería.

La franja de terreno que se va a utilizar se divide en:

- Generalmente es una zona de trabajo de Dieciséis (16) metros de ancho, aunque podrá haber sitios que por sus condiciones topográficas y difícil proceso de negociación de servidumbres se debe adelantar en un ancho máximo de 12 metros.
- Zonas adyacentes de dos (2) metros de ancho, para disponer los materiales provenientes de la conformación del terreno y hacer obras de adecuación final.

El ancho total del Derecho de Vía será de Veinte metros (20) metros lineales, de los cuales dieciséis (16) metros corresponderán al ancho útil durante la construcción y los cuatro (4) metros restantes como ancho adicional solo serán disponibles para las obras laterales de protección final.

El pago de sobreanchos utilizados será responsabilidad del CONTRATISTA o quien el propietario defina.

Esta especificación contiene las normas mínimas que el CONTRATISTA debe cumplir para la Apertura y Conformación del Derecho de Vía, su mantenimiento y protección, de acuerdo con las dimensiones y alineamientos indicados en los planos y diseños. Estas normas se complementan con las contenidas en el Código ASME B 31.8 última edición.

El Derecho de Vía deberá estar abierto con anterioridad al tendido de la tubería y de acuerdo con los siguientes requisitos:

- Existen tramos donde las características topográficas, geotécnicas del terreno o de otra índole impiden obtener el ancho nominal del Derecho de Vía. Estos tramos que se indican en los planos. La determinación del ancho del Derecho de Vía en cada sitio es opción única de El propietario del proyecto. Los cambios en el ancho del Derecho de Vía con respecto al nominal, no darán lugar a reclamo alguno por parte del CONTRATISTA, ya que deben ser considerados dentro del costo de apertura y Conformación del Derecho de Vía.

El Propietario gestionará y proporcionará oportunamente el Derecho de Vía, con el pago de daños y servidumbres, o los permisos de los poseedores o propietarios que se consideren necesarios para la ejecución de las obras.

Los daños que el CONTRATISTA ocasione fuera de los 20 metros, o del ancho estipulado previamente por la INTERVENTORIA, serán de cuenta y cargo del CONTRATISTA y deberán ser pagados a los afectados antes de la terminación de las obras. El CONTRATISTA debe obtener los respectivos paz y salvos a todos los propietarios de los predios por donde se ejecutaron las obras y entregarlos a LA INTERVENTORIA, quién los avalará. Estos son requisitos para efectuar el último pago.

Si el CONTRATISTA, produce daños fuera de las áreas asignadas para la construcción del Derecho de Vía y no asume su pago oportunamente, el propietario del proyecto podrá nombrar un tercero que los evalúe y proceder a su pago. EL CONTRATISTA acepta el avalúo obtenido de esta forma y su valor, mas un 20% por

administración, será descontado de las actas de pago del mes respectivo o de la última acta de pago, o de la liquidación del Contrato, según sea el caso.

Una vez terminadas las obras, EL CONTRATISTA deberá dejar el Derecho de Vía, los accesos y las áreas de trabajo en las mismas condiciones en que se encontraban antes de iniciar las labores.

Se debe restituir la capa vegetal, las cercas, mangueras de riego, las líneas eléctricas o telefónicas, obras de arte en carretera, adecuar quebradas, caños, drenajes, etc. EL CONTRATISTA deberá reparar y reconstruir hasta el estado original las obras de drenaje (cunetas, alcantarillas, cabezales, descoles, etc.) o de contención (muros, gaviones, etc.) que haya afectado para la instalación de la línea. El CONTRATISTA colocará los brocheros necesarios para evitar la pérdida de ganado y otros daños, y será su responsabilidad los costos en que incurra por negligencia, así mismo será responsable por los semovientes que resulten afectados por la manipulación inadecuada de broches.

CONFORMACIÓN DEL DERECHO DE VIA

EL CONTRATISTA procederá inicialmente a desalojar o reubicar del área de Derecho de Vía, todos los árboles, arbustos, troncos, rocas, postes, torres de energía eléctrica, demoler viviendas y demás elementos que puedan entorpecer las labores de construcción, conforme al Plan de Manejo Ambiental y las instrucciones de la INTERVENTORIA.

Para la reubicación de las estructuras del alumbrado público o redes de transmisión de energía eléctrica se deberá solicitar el concurso de las empresas propietarias de dicha infraestructura y realizarse por personal idóneo.

Los servicios públicos no deberán ser interrumpidos indefinidamente y solo se podrá hacer previa información a los usuarios y pleno conocimiento y acuerdo con las empresas o propietarias de las líneas o servicios afectados.

En las pequeñas zonas de bosques o arbustos, los árboles deberán ser talados de tal forma que al caer lo hagan en dirección paralela al eje del Derecho de Vía y no provoque daños o distorba la zona boscosa adyacente al mismo. Siempre deberá acudirse al uso de motosierra que permita una tala dirigida evitando el empuje y volcamiento con maquinaria pesada.

Posteriormente se retirará la capa vegetal colocándola a un lado del Derecho de Vía; una vez terminados los trabajos en la zona, el material de descapote se extenderá apropiadamente sobre el Derecho de Vía. Se deben tomar las precauciones necesarias para evitar que la capa vegetal se contamine con otros materiales de excavación o se inviertan las capas vegetales dentro de la zanja.

En la parte del terreno en donde se trate de zonas planas o levemente onduladas, o de lomos amplios, de superficie suave y continua, horizontales o simplemente inclinados en sentido longitudinal, se usará un ancho máximo de (16 metros); allí no será necesario descapotar ni cortar para obtener el ancho de Derecho de Vía; el CONTRATISTA tan solo deberá desmontar y enrasar el terreno localmente para eliminar protuberancias, bloques rocosos o superficies que puedan dificultar el movimiento del equipo.

Cuando se requiera el uso de explosivos, EL CONTRATISTA deberá presentar un plan para el manejo de estos materiales y el personal deberá ser ampliamente capacitado en su uso y medidas de seguridad preventiva.

Antes de cualquier voladura, procederá a aislar y acordonar el área, tomando todas las medidas de seguridad para evitar que material proveniente de las mismas afecte personas, animales, vehículos o cause daños.

Para el uso de explosivos deberá contar con personal autorizado por el Ministerio de Defensa para el uso, manejo y transporte de estos elementos y contar con la seguridad que se requiera para que estos elementos no sean hurtados por grupos al margen de la ley.

En todos los casos deberá contar con la autorización de la INTERVENTORIA y de las autoridades competentes, presentando además el procedimiento constructivo utilizando explosivos. Cualquier problema generado por la utilización de explosivos será responsabilidad del CONTRATISTA.

En el frente que se disponga del uso de explosivos, se debe contar con implementos de primeros auxilios, sistemas de comunicación y un vehículo disponible para el traslado de personal en caso de emergencia.

Las rocas producto de la apertura del derecho de vía deberán retirarse del Derecho de Vía o enterrarse de tal modo que no queden expuestas produciendo daños a los terrenos laborables.

MANEJO AMBIENTAL

- Los trabajos objeto de esta norma deben realizarse conforme a las dimensiones y lineamientos indicados en los diseños, con las normas de protección ambiental vigentes en Colombia y con lo indicado en el Plan de manejo ambiental (PMA),

que incluye entre otros la Licencia Ambiental del Proyecto, las Resoluciones de las Corporaciones Autónomas Regionales a las que corresponda, y el Plan de Aprovechamiento Forestal.

- El Contratista de la construcción debe conformar un Derecho de Vía, sin alterar o afectar áreas diferentes a la asignada para su trabajo, manteniendo los criterios establecidos y los diseños geotécnicos. La INTERVENTORIA realizará inspecciones permanentes para garantizar la aplicación y efectividad de las medidas de mitigación.
- Dentro del corredor del Derecho de Vía se encuentran afloramientos de agua, que será necesario proteger durante el proceso constructivo y el Proponente deberá informarse sobre su localización y modo de manejo durante la construcción, de tal forma que no se produzcan daños a los mismos. El manejo ambiental de estos afloramientos es de mucha importancia en el manejo ambiental y social del proyecto y no se considerarán sobre costos por su manejo, ya que deberán ser considerarlos dentro de la propuesta.
- El Proponente deberá considerar los afloramientos y cuerpos de agua, ya que a su paso, de ser necesario, deberá disminuir el ancho del Derecho de Vía, a fin de evitar su deterioro. También deberá implementar medidas protectoras con obras de geotecnia como trinchos laterales y filtros. En caso de requerirse la reubicación de algunos de estos pozos se debe concertar con el propietario, antes de proceder a la misma. Los costos de reubicación de estos pozos se debe incluir dentro del ítem de Apertura y Conformación del Derecho de Vía.
- Con el fin de mitigar los efectos sobre el ambiente, el Contratista debe cumplir con lo dispuesto en el PMA, en la Licencia Ambiental del Proyecto y llevar a cabo como mínimo las siguientes medidas:

- No mezclar los horizontes del suelo; el horizonte orgánico debe ser retirado y colocado en un sitio diferente al que se dispondrá el material inerte, y almacenado de forma tal que no se presente homogeneización del mismo, de esta manera se asegura que el banco de semillas que guarda este horizonte esté siempre disponible para germinar y así se evita la fragmentación del ambiente y se disminuye el impacto sobre la dinámica de las poblaciones edáficas de insectos y colonias de micorrizas que juegan un importante papel en la nutrición mineral de los vegetales, especialmente en la relación de fósforo, así como en el proceso de intercambio catiónico y la posible intoxicación por aluminio que podría presentarse en los suelos de condición árida.
- Evitar en lo posible la presencia de suelos desnudos en los sectores donde se haya hecho algún tipo de remoción de materiales.
- El material orgánico producto del descapote debe disponerse y acordonarse en sitios donde se garantice su almacenamiento, para su posterior utilización en la fase final de recuperación de la cobertura vegetal.
- En la vecindad de vías de uso público se debe disponer de una señalización adecuada, que informe a los usuarios sobre posibles inconvenientes que puedan producir las actividades de construcción.
- La construcción del Derecho de Vía debe quedar terminada antes de iniciar las labores de transporte y manejo de tubería.
- La disposición de materiales orgánicos para su posterior utilización debe ser controlada constantemente durante las labores de apertura del Derecho de Vía.
- Para la ubicación y contención de los materiales deben construirse trinchos, zanjas, cunetas, alcantarillas y otras obras de contención. LA INTERVENTORIA

se encargara de aprobar los sitios para la disposición de materiales y la calidad de las estructuras construidas para este fin, así como la adecuación y conformación del Derecho de Vía, incluyendo los pasos por drenajes o cuerpos de agua bien definidos.

ADECUACIÓN

Se refiere a las actividades previas a la apertura del Derecho de Vía, dirigidas a la conservación y protección de las zonas aledañas. Entre estas actividades se incluye el manejo de corrientes menores que puedan producir arrastre de materiales y la construcción de estructuras sencillas de contención de tierras (trinchos), y en algunos casos muros de gaviones en roca o sacos de suelo cemento, muros en concreto ciclópeo, etc, que se ubicarán en el sitio de acuerdo con las condiciones del terreno. Todas las estructuras que se construyan deberán localizarse topográficamente de acuerdo con lo especificado en el ítem “Localización y Replanteo”.

CERCAS

En todas las cercas que sea necesario cortar deberán instalarse puertas o broches, los cuales deben permanecer cerrados cuando no estén en uso. Estas puertas deben ser construidas con una calidad por lo menos igual a la de la cerca destruida y deben garantizar la seguridad de ganados y sementeras. Los perjuicios ocasionados por la falta de las puertas o broches, a mala calidad o mal manejo de los mismos será responsabilidad del CONTRATISTA, y los costos generados serán asumidos por él. Durante la ejecución de los trabajos se debe contar con personas encargadas de abrir y cerrar los broches (“brocheros”).

APERTURA Y/O ADECUACION DE ACCESOS

En la ejecución de la obra El Contratista puede utilizar, en algunos casos, caminos existentes y en otros, debe adecuar accesos que pueden ser provisionales o permanentes.

El Contratista debe obtener las autorizaciones de las entidades correspondientes o de los propietarios para el uso de las vías públicas y privadas, y ceñirse en todo a las indicaciones que al respecto le suministren.

Los trabajos que se realicen tanto en vías públicas como privadas deben ejecutarse con la máxima diligencia posible para evitar traumas a la región. El Contratista debe realizar una señalización provisional durante la ejecución de las obras, además de la señalización definitiva requerida por el Instituto Nacional de Vías. Deben llevarse a cabo las labores que sean necesarias para mantener en permanente servicio las vías ocupadas.

El Contratista debe llevar a cabo una inspección detallada de las vías existentes que va a utilizar y realizar los trabajos que considere necesarios para evaluar la capacidad de la estructura del pavimento y la conveniencia del trazado de la vía en cuanto a alineamiento, pendientes y curvatura para el paso de grandes vehículos.

Con quince (15) días de anticipación EL CONTRATISTA, LA INTERVENTORIA y la Autoridad Municipal correspondiente deben realizar un reconocimiento detallado de las vías de acceso a emplear, de acuerdo con el Plan de Uso previamente aprobado, con el fin de protocolizar el uso de las vías. Durante este reconocimiento debe realizarse una filmación y un diagnóstico detallado del estado de la vía, soportados por un acta firmada por los asistentes al recorrido del sector en cuestión. Para la coordinación de esta actividad, el Contratista debe informar a El propietario

del proyecto con la suficiente anticipación para realizar los contactos correspondientes con las autoridades municipales y la comunidad.

Si de la evaluación se concluye que la vía no cumple con uno o varios de los requisitos, el Contratista debe realizar por su cuenta las adecuaciones que sean necesarias, tales como refuerzo de la capa de rodadura, ampliación de la banca, reparacheos, reparación de obras de arte, etc.

Los daños que se causen a las vías luego de ser utilizadas deben ser reparados por cuenta del Contratista. La reparación de estas vías debe garantizar que queden en un estado por lo menos igual al que se encontraban antes de iniciarse los trabajos.

Si fuere necesario adecuar o construir vías de acceso, el Contratista debe solicitar por su cuenta los permisos correspondientes, pagar los daños y Derechos de Servidumbre y presentar a El propietario del proyecto para su aprobación los permisos, el trazado, el diseño de la vía y de las obras de protección geotécnica y ambiental y el plan de restitución al finalizar las labores de construcción. Estas obras deben garantizar la estabilidad de la vía y el menor impacto ambiental. Al finalizar la utilización de la vía se deben presentar a El propietario del proyecto los paz y salvos expedidos por los propietarios de las vías y de los predios ocupados por ellas.

UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida es el metro lineal (m) de Derecho de Vía, medido a cadena pisada, debidamente terminado y recibido por la INTERVENTORIA.

FORMA DE PAGO

Los trabajos de Apertura y Conformación del Derecho de Vía, debidamente recibidos por LA INTERVENTORIA, medido a cadena pisada, se pagarán al precio unitario consignado en la propuesta. El precio unitario deberá incluir todos los costos correspondientes al suministro de materiales, madera, explosivos, combustibles, rellenos, manejo de aguas (incluye la protección de pozos o afloramientos de agua), herramientas, equipos, transporte, limpieza del área, desmonte, descapote, excavaciones, instalación, operación y mantenimiento de broches en las cercas, adecuación y mantenimiento de los accesos; empradización y arborización de botaderos, disposición de sobrantes, obtención de permisos y la mano de obra necesaria para las respectivas labores y cualquier costo relacionado con la completa ejecución de los trabajos especificados.

4.2.4 Alineación y Soldadura, Corte y Rebiselamiento.

DESCRIPCIÓN

La Alineación y soldadura de tubería se refiere a todo el proceso de unión de los tubos. La Norma API – STD 1104 “Standard For Welding Pipelines and Related Facilities”, última edición. Para soldadura de tubería en campo regulará todo el proceso, excepto cuando expresamente se indique otro procedimiento.

El tipo definitivo y diámetro de electrodos a utilizar en las pegas, se establecerá de acuerdo con el resultado obtenido en la calificación del procedimiento de soldadura, lo cual no dará lugar a modificaciones en los precios pactados.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Para la ejecución de los trabajos se debe disponer como mínimo de los siguientes elementos:

- Electrodo revestidos, Discos abrasivos, Grata circular entorchada, gases, polines, accesorios para manipulación de tubería, entre otros.

- Motosoldadores montados sobre trineos, Tiende tubos (side boom), biseladoras, grapas de alineamiento interno (opcional) y/o externo, equipo para movilización de materiales, entre otros. Los equipos deben ser adecuados, teniendo en cuenta el peso, longitud de la tubería y cuidados que se deben tener para no producir daños al revestimiento y a la tubería.

Para el alineamiento de los tubos, el CONTRATISTA podrá disponer de grapas alineadoras internas o externas para la soldadura, previamente aprobadas por LA INTERVENTORIA, conjuntamente con herramientas que faciliten la separación adecuada para la soldadura.

Cuando se utilice grapa interna en el alineamiento, esta solo podrá removerse hasta que el cordón de raíz (Fondeo) esté terminado por completo y exista un soporte adecuado en la tubería; y si se utiliza grapa externa, solo podrá removerse cuando se tenga el cincuenta por ciento (50%) de las circunferencia en el pase de raíz y se haya soportado adecuadamente la tubería. En el proceso de alineamiento no se permitirá el uso del calor; se deberá guardar el mayor cuidado para no golpear o dañar la tubería.

Calificación del procedimiento de soldadura

El CONTRATISTA someterá a aprobación de LA INTERVENTORIA, el procedimiento de soldadura para la ejecución de la obra.

EL CONTRATISTA deberá realizar los ensayos de pruebas destructivas y no destructivas a las probetas soldadas, con las cuales calificó el procedimiento de acuerdo con lo descrito en el API 1104 y 1105 última edición, mediante un laboratorio debidamente calificado para ello y suministrará todos los elementos y el personal necesario para ejecutar la totalidad del ensayo.

Teniendo en cuenta que la tubería puede proceder de diferentes fuentes diferentes, se deberá calificar los procedimientos de soldadura para cada caso.

Si LA INTERVENTORIA lo considera conveniente, podrá exigir una o varias pruebas durante la ejecución de los trabajos, si los resultados de los trabajos de soldadura observados en campo, así lo demuestran.

Las máquinas soldadoras deberán ser calibradas y certificadas, grapas, biseladoras y demás equipos y herramientas, deberán ser aprobadas por LA INTERVENTORIA y deben ser mantenidas por el CONTRATISTA en buenas condiciones de trabajo; en caso contrario se ordenará su reemplazo

Se deberá describir y detallar el sistema y método que se utilizará para la soldadura de la tubería así como la lista del equipo mínimo que requerirá en cada frente de trabajo.

Calificación de los soldadores

Los soldadores que intervienen en los trabajos de instalación de tubería, deberán ser calificados de acuerdo con la norma API – STD – 1104, por ensayos destructivos. Para las pruebas de calificación, EL CONTRATISTA proveerá la mano de obra, los consumibles, la soldadura, que será del mismo tipo y marca que se vaya a utilizar en el transcurso de la obra, equipo de corte para la preparación de la muestra y su alistamiento, equipo de soldadura y equipo para la prueba. Las pruebas de calificación de soldadores se realizarán en un sitio o centro especializado aprobado por LA INTERVENTORIA; los costos de estas pruebas serán a cargo del CONTRATISTA.

EL CONTRATISTA suministrará a la INTERVENTORIA, los certificados de calificación de soldadores. Solamente se aceptará que el soldador trabaje en el terreno de acuerdo con la forma en que presentó la prueba. Si la INTERVENTORIA lo considera conveniente, puede ordenar pruebas adicionales para los soldadores durante la construcción sin costo alguno. Si el soldador no pasa esta prueba, será retirado del trabajo. Todo soldador debe efectuar una junta completa a 45° para calificar la prueba. El soldador que realice la soldadura de derivaciones (Tie-ins) y accesorios, debe cumplir los requerimientos de la prueba múltiple del API – 1104.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

LA INTERVENTORIA, previo análisis radiográfico o sin este cuando se considere pertinente a juicio de la INTERVENTORIA, se podrá solicitar al CONTRATISTA el corte y retiro de juntas soldadas en la línea, para la realización de ensayos destructivos. Si estas soldaduras resultan defectuosas de acuerdo con la norma API – 1104, el costo de restaurar la misma y las pruebas realizadas serán por cuenta del CONTRATISTA, caso en el cual se podrá si se considera conveniente, descalificar el soldador o soldadores respectivos.

Además de los anteriores requerimientos y de los que especifique el fabricante de la soldadura aprobada, el procedimiento deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

- Toda junta de producción debe inspeccionarse visualmente en todas y cada una de las etapas de su ejecución. Las fallas detectadas durante esta inspección deben corregirse para poder proseguir con su ejecución.
- Los biseles de la tubería deben limpiarse perfectamente con equipo mecánico (discos abrasivos, gratas y limas) hasta dejar el metal libre de óxido en toda su superficie. Esta operación no podrá adelantar a la soldadura más de CIEN (100) metros o DIEZ (10) secciones, y permanecer la superficie del biselado expuesta mas de UNA (1) hora después de haber sido limpiado, en caso contrario, se deberá limpiar nuevamente los biseles.
- El amperaje y el voltaje apropiados se mantendrán para cada tipo de varilla de tal manera que se logre una completa fusión y una penetración adecuada, sin producir excesivo espaciamento entre los extremos colindantes de los tubos.
- No se permitirá limpieza manual en ninguno de los diferentes cordones; el primer pase se debe limpiar con disco abrasivo de espesor y clase adecuados; en los otros pases se debe limpiar con grata de espesor y clase apropiados. Cada cordón debe limpiarse de impurezas antes de aplicar el cordón siguiente.
- La soldadura no deberá hacerse cuando esta se vea sujeta a un enfriamiento demasiado rápido; las uniones soldadas no deberán sufrir movimiento bruscos antes de que se hayan enfriado suficientemente; no se deberá mover el tubo hasta que no esté completamente terminado el fondeo. En caso contrario se

ordenará cortar la pega y el costo de restauración de la misma será totalmente por cuenta del CONTRATISTA.

- Las conexiones a tierra entre las máquinas soldadoras y los tubos deben ser revestidas en bronce para evitar quemaduras. Todas las quemaduras que ocurran en los tubos deberán ser removidas y/o reparadas según las instrucciones de LA INTERVENTORIA y su costo será por cuenta del CONTRATISTA.
- Los cordones de pase caliente deberán ser aplicados inmediatamente después de los cordones de fondeo y nunca deberán ir más de CINCO (5) juntas atrás. El cordón de presentación no debe ir más de VEINTE (20) juntas atrás del cordón de fondeo. Al finalizar el día de trabajo, no debe quedar ninguna soldadura sin el segundo pase de relleno. Se prohíbe soldar cuando este lloviendo, a no ser que se disponga de elementos de protección que garanticen la calidad de la soldadura; no obstante, esta situación no generará sobre costos, ni sobre tiempos al contrato.
- Diariamente no podrán dejarse juntas sin terminar con menos del 75% de soldadura.
- Los soldadores deben identificar su trabajo por medio de marcas en los tubos adyacentes a la soldadura, de manera aceptable para LA INTERVENTORIA, de modo que se pueda identificar no solo el nombre del soldador o soldadores, sino el pase que ejecutó. Estas marcas se deben ejecutar en la totalidad de soldaduras y se debe llevar un registro diario acerca de las personas que ejecutaron las mismas; este reporte será entregado diariamente al INTERVENTOR y consignado en la base del proyecto.

- Las pegas se deben numerar en forma continua en el sentido de flujo del gas, evitando los cambios y repeticiones de numeración, de manera que sea posible localizar en cualquier momento una soldadura determinada.
- Durante el proceso de soldadura se deberán proteger con bandas de neopreno en la tubería los sectores adyacentes a la junta, para evitar el deterioro del revestimiento por efecto del proceso de soldadura, los daños producidos al revestimiento serán a cargo del CONTRATISTA.
- EL CONTRATISTA reparará por su cuenta aquellas soldaduras que a juicio de LA INTERVENTORIA y con base en el análisis radiográfico estén defectuosas de acuerdo con la norma API – 1104, edición vigente. Si al radiografiar la reparación ésta se encuentra nuevamente defectuosa, se deberá reparar nuevamente; si al radiografiar la segunda reparación está se encuentra defectuosa, será necesario cortar la pega; para esto, se debe cortar un tramo de tubería de un metro (1) a cada lado de la soldadura y se debe colocar un carrete nuevo. El costo de esta reparación incluyendo la tubería empleada y las radiografías tomadas será imputado al CONTRATISTA y se descontará de las actas de pago.
- Todas las soldaduras que sea necesario efectuar en la línea después de ejecutada la prueba hidrostática, deben ser radiografiadas. Una vez aprobado un tramo de tubería por LA INTERVENTORIA; si es necesario efectuar cortes, biseles, soldaduras, radiografías, etc, en caso de ser requeridos por el CONTRATISTA, serán por su cuenta todos los costos de los trabajos solicitados; si son solicitados por LA INTERVENTORIA.

- Para efectos de pago, solamente se consideran en cada acta los tramos continuos, ya radiografiados y cuyas reparaciones hayan sido debidamente terminadas y aprobadas por la INTERVENTORIA.
- Todas las reparaciones se deben hacer antes de ejecutar la prueba hidrostática.
- Los carretes sobrantes mayores de DOS (2) metros deberán ser utilizados en la línea.
- Cuando el CONTRATISTA decida soldar de noche, debe solicitar previa autorización por escrito de LA INTERVENTORIA, indicando claramente los equipos auxiliares (iluminación, señales, etc.), que va a utilizar. Si esto no satisface a la misma, el trabajo nocturno no se autoriza.
- Una vez soldada la tubería deberá quedar sobre polines de madera cruzados o sobre sacos rellenos con suelo desmenuzado libre de rocas o material que pueda dañar el revestimiento de la tubería, con un espaciamiento no mayor de 6 metros.
- La soldadura deberá ser protegida de la humedad en la forma que recomienden los fabricantes de la misma, tanto en los centros de almacenamiento como en los frentes de soldadura, para lo cual el CONTRATISTA deberá proveer de los equipos y facilidades para mantener su calidad. LA INTERVENTORIA diariamente verificará que los electrodos permanezcan en buen estado y podrá solicitar el cambio de los mismos, cuando no cumplan los estándares de calidad.

INSPECCIÓN RADIOGRAFICA (25% DE JUNTAS)

Consiste en la inspección por métodos no destructivos de las uniones soldadas. El método a utilizar es la inspección por rayos gamma. El porcentaje de inspección en línea regular será del 25% del total de la producción diaria, el cual se incrementará al 40% si los defectos encontrados en la producción diaria superan el 20% del número de juntas inspeccionadas. En caso que al incrementarse la radiografía al 40% se encuentren defectos por encima del 20%, la inspección se incrementará la 100% de la producción de ese día. En los Pasos Especiales la inspección será al 100% y su costo deberá estar incluido dentro del costo del Especial y su valor será descontado por el propietario de las facturas mensuales. En todos los casos las radiografías serán tomadas por el personal de la Interventoría.

El propietario asumirá el control radiográfico del veinticinco por ciento (25%) de las pegas soldadas en cualquier longitud en línea regular, siendo obligación del CONTRATISTA reemplazar o reparar por su cuenta las pegas que se hallen defectuosas, incluyendo el costo de las radiografías adicionales.

EL CONTRATISTA deberá disponer de personal y equipo para realizar las reparaciones necesarias el mismo día en que se ordenen. Si transcurridos TRES (3) días no se ha efectuado, se detendrá el frente regular o principal de soldadura hasta concluir el total de reparaciones ordenadas hasta el momento; tal acción no generará ningún tipo de sobre tiempo o costo adicional para El propietario. En caso de presentarse un alto porcentaje de defectos de soldadura, ocasionado por mala calidad del trabajo de soldadura, LA INTERVENTORIA podrá restringir, a su juicio, el avance del frente de soldadura, hasta que se haya recuperado satisfactoriamente la calidad del trabajo en dicho frente.

En los frentes de pasos especiales, todas las pegas deberán ser radiografiadas (100%) y los costos se deberán incluir en los precios unitarios de la Propuesta económica.

UNIDAD DE MEDIDA

La alineación y soldadura se mide generalmente por metro lineal (m) medida con cadena pisada sobre el terreno ya conformado, con aproximación a la unidad.

4.2.5 Transporte, tendido y Limpieza Interna de Tuberías.

DESCRIPCIÓN

Consiste en el cargue y recibo de la tubería en los centros de acopio establecidos por el propietario y su posterior cargue y transporte a los sitios de acopio en la obra y al tendido de la tubería en el Derecho de Vía.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Los materiales fungibles requeridos por esta especificación son entre otros sin limitarse a: polines, sacos, manilas para guiar la tubería, eslingas, espaciadores de nylon, sondas y otros materiales menores.

El equipo mínimo requerido se compone de Grúa para el cargue de tubería, tiende tubos para el descargue de la tubería en campo y para su posterior tendido, tractomulas con cama alta para el transporte de la tubería y demás elementos que se requieran para la ejecución de las obras.

- **Transporte de tubería**

El CONTRATISTA deberá hacer los arreglos necesarios para la recepción, descargue y almacenamiento de todos los materiales, los cuales serán transportados por su cuenta hasta los sitios convenientes escogidos cerca del lugar de las obras y debidamente distribuidos de acuerdo con las necesidades.

El transporte de los materiales a los diversos sitios donde se necesiten, será efectuado por el CONTRATISTA a su cuenta y riesgo y bajo su exclusivo cuidado y responsabilidad.

EL CONTRATISTA deberá proteger convenientemente los materiales que puedan sufrir daños hasta que El propietario del proyecto reciba la obra a plena satisfacción.

El transporte, cargue y descargue, acopio y tendido de los materiales deben ser ejecutados en forma tal que estos no sufran daños. Cualquier daño en los materiales suministrados por El propietario del proyecto imputable al CONTRATISTA será pagado por este, o descontado del valor de las cuentas por obra ejecutada. La tubería deberá quedar soportada al menos cada seis (6) metros y deberá hacerse directamente sobre los diferentes tipos de soportes previstos en estas especificaciones.

- **Tendido**

La tubería no podrá bajarse al terreno sin las debidas protecciones a fin de evitar abolladuras o daños al revestimiento, condiciones que se deberán mantener hasta que sea instalada en la zanja; antes de soldar cada tubo, deberá estar apoyado sobre polines de madera o sacos rellenos de material suelto, libre de partículas duras que puedan dañar el revestimiento, para evitar el contacto con el suelo, lo cual deberá ser aprobado por LA INTERVENTORIA.

- **Limpieza interna de los tubos**

El CONTRATISTA deberá tomar las precauciones necesarias para que el interior de los tubos se mantenga libre de materias u objetos extraños. Antes de proceder a alinear y soldar cada tramo, el tubo debe ser sondeado, para verificar su limpieza interna.

Al finalizar cada jornada de trabajo, los extremos de la tubería deberán ser tapados adecuadamente para evitar la entrada de elementos extraños a la misma.

Cuando sea necesario dejar tramos sin soldar en forma temporal, tales como cruces de carreteras, caminos, cruces subfluviales, etc., los extremos de la tubería deberán ser tapados convenientemente, manteniendo esta protección hasta que la tubería sea soldada definitivamente y quede la línea continua.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

El CONTRATISTA debe cumplir con los requisitos anteriores y evitar daños a la tubería o al revestimiento. La tubería que llegue a resultar dañada deberá ser

reemplazada por una tubería nueva. El costo de retirar y reponer la tubería será por cuenta del CONTRATISTA. El propietario del proyecto cobrará la tubería dañada y su valor se descontará de las actas de pago.

El cargue de la tubería en los remolques debe hacerse de acuerdo con el procedimiento presentado por el CONTRATISTA y aprobado por El propietario del proyecto.

El CONTRATISTA debe usar equipos con capacidad adecuada y en buen estado para el cargue en el sitio de entrega de tubería y descargue en los sitios de acopio a lo largo de la línea.

Los ganchos de las grúas o equipos utilizados para el manejo de la tubería deben ser de un diseño adecuado para esta labor y deben estar recubiertos con una banda de caucho de 1.0 cm de espesor, o de otro material que garantice la protección de los biseles de la tubería; los protectores de bisel, cuando existan, deben mantenerse en su sitio durante estas operaciones.

Durante toda la operación de manejo de la tubería debe tenerse especial cuidado con los biseles de la misma, evitando que éstos sean golpeados con los remolques o contra otros tubos. Para facilitar el manejo debe contarse con manilas que sirvan para evitar movimientos bruscos.

Durante el cargue de la tubería en el remolque, deben manejarse los tubos sin dejarlos caer y se colocan pareados en su longitud con los otros tubos. Después de acomodarlos, se aseguran con eslingas de *nylon*, debidamente protegidas para fijar la carga a los apoyos. Se deben utilizar cojines de caucho o manilas de *nylon* para evitar el contacto tubo a tubo; los apoyos deben ser suficientemente anchos para distribuir la carga. Durante el viaje debe evitarse el deslizamiento de los tubos.

ACOPIO

Se refiere al almacenamiento de los tubos en los sitios previamente adecuados y en la forma conveniente, para evitar daños a aquellos.

Sitios de acopio

Será responsabilidad del CONTRATISTA la adecuación, manejo, transporte y cuidado de la tubería, incluyendo vigilancia, la obtención de los permisos ambientales o de los propietarios de los sitios escogidos para acopios temporales de tubería, ya sea dentro o fuera del Derecho de Vía.

La consecución y adecuación de los lotes necesarios para bodegas y la seguridad de dichos sitios, son responsabilidad del CONTRATISTA. Los lugares escogidos deben estar localizados en terrenos firmes y bien nivelados, con las pendientes y drenajes adecuados, que permitan la escorrentía y no pongan en peligro la vida de personas, animales o del terreno mismo.

Disposición de los tubos

La primera hilada de tubos se debe apoyar sobre durmientes de madera o montículos de tierra revestida con sacos o similar y en ningún caso sobre el terreno natural. Para evitar el contacto tubo a tubo se debe emplear lazos (manilas) de *nylon* (1/2"), adecuadamente dispuestas en sentido transversal a la tubería en cada tercio de su longitud. (ver figura 1)

Se deben extremar los cuidados en el manejo y acopio de los tubos con el fin de evitar en ellos distorsiones, aplastamiento, abolladuras u otros daños; debe, además, garantizarse la estabilidad de los acopios. Cualquier daño o pérdida debidos al descuido, mal manejo, mal almacenamiento, o cualquier otra causa imputable al CONTRATISTA, es responsabilidad de éste, sin que el tiempo perdido

por su reposición o reparación sea causal de aumento en el valor o en el plazo para la ejecución del contrato.

TRANSPORTE LOCAL

Se define como el transporte de la tubería desde los sitios de acopio hasta los puntos de instalación a lo largo del Derecho de Vía.

El CONTRATISTA debe utilizar únicamente el Derecho de Vía o los accesos autorizados, para el transporte de la tubería desde el lugar de almacenamiento principal hasta los acopios locales en el Derecho de Vía.

El transporte debe realizarse utilizando los equipos convenientes (carga-tubos), cuyos soportes ("cunas") deben estar debidamente protegidos con bandas de caucho. Deben tomarse las medidas necesarias para evitar el contacto tubo a tubo durante el transporte.

UNIDAD DE MEDIDA

El transporte, tendido y limpieza interna de la tubería generalmente se mide y paga por metro (m) lineal con aproximación al primer decimal de cadena pisada, previamente aprobado por LA INTERVENTORIA.

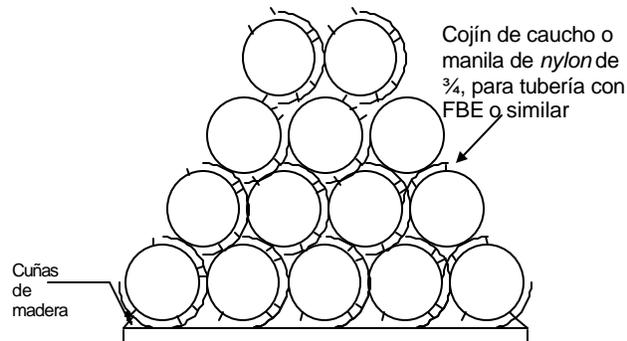
MEDIDA Y PAGO

Las actividades de transporte y acopio de tubería se pagan por metro lineal de tubería transportada desde los sitios de entrega por parte de El propietario del proyecto y los frentes de instalación en el Derecho de Vía.

En ningún caso la cantidad de tubería transportada debe ser superior a la cantidad de tubería instalada.

El precio unitario debe incluir todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos incluidos en esta especificación, tales como suministro y operación de equipos de cargue y descargue, transporte y manejo de la tubería, alquiler, adecuación y administración de terrenos o sitios de acopio (bodegas), reparaciones, suministro y utilización de materiales, combustibles, mano de obra, trámite y consecución de permisos, pago de vigilancia, adecuación de accesos, y los demás que se requieran para la ejecución del presente ítem.

Figura 1: Disposición de la Tubería durante el Transporte.



4.2.6 Recubrimiento de Juntas.

DESCRIPCIÓN

Las partes averiadas o discontinuidades de los recubrimientos, ya sea por poros o rayones, deberán ser reparadas con el mismo producto utilizado para el recubrimiento de las juntas.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Para el revestimiento de juntas o para las reparaciones del revestimiento, el CONTRATISTA deberá calificar un procedimiento y bajo las condiciones de humedad y temperatura, imperantes en la región del proyecto, en presencia de LA INTERVENTORIA y bajo control de una entidad de reconocido prestigio y experiencia, además de garantizar asesoramiento técnico por parte de los fabricantes de los recubrimientos para las juntas, antes y durante el proyecto. Las visitas técnicas deben ser por lo menos una mensual, iniciando desde que empiece el proceso de reparación del revestimiento de poros y rayones.

El Contratista proveerá todo el equipo, materiales y mano de obra para la realización de los recubrimientos de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Así mismo deberá preservar los productos de acuerdo con las especificaciones del fabricante durante las etapas de almacenamiento, manejo, transporte y aplicación, los sitios de almacenamiento deberán mantenerse a temperatura y humedad relativa adecuada.

Antes de la aplicación de resina epóxica líquida, EL CONTRATISTA debe preparar el área a revestir retirando los contaminantes y limpiando la superficie hasta metal blanco, con chorro de arena, posteriormente aplicar lijado hasta metal casi blanco, y limpiar con grata o lima escofina el Polipropileno adyacente.

Después se aplica el adhesivo estructural especificado por la casa fabricante.

Después de aproximadamente QUINCE (15) minutos (cuando el adhesivo ya no se transfiera al tacto), se aplica la resina epóxica líquida con brocha sobre el área a revestir y sobre el extremo del Polipropileno al que le fue aplicado el adhesivo.

En todos los casos, EL CONTRATISTA debe cumplir con las indicaciones estrictas del fabricante.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Antes de iniciar los trabajos, el CONTRATISTA debe someter a prueba el procedimiento a utilizar, en presencia de LA INTERVENTORIA y con la participación de los fabricantes de los materiales los cuales deberán prestar asesoría durante toda la fase de aplicación del producto.

Si durante el transcurso de la obra se considera que la calidad de alguno de los productos aprobados está desmejorando, LA INTERVENTORIA solicitará al CONTRATISTA el cambio de dicho producto, el cual debe ser reemplazado en forma inmediata, sin que esto modifique en manera alguna ni el precio ni el plazo propuesto por el CONTRATISTA, sometiéndose nuevamente al proceso de aprobación exigido.

Al completarse la operación de revestimiento se debe inspeccionar para verificar la continuidad del recubrimiento, utilizando un detector "Holyday Detector", a un voltaje adecuado, de acuerdo con el espesor y lo indicado por el fabricante del recubrimiento original de la tubería, con el fin de localizar roturas, agujeros, variación en el espesor y discontinuidades. No se permitirán grietas, ampollas o burbujas o cualquier tipo de daño que permita vulnerabilidad de la tubería al óxido.

EL CONTRATISTA deberá disponer equipo y personal capacitado para realizar ensayos que verifiquen en el revestimiento características como: adherencia, espesor, resistencia al impacto, flexibilidad, apariencia, color, resistencia al agua caliente, penetración, área de dispersión catódica, resistencia a la abrasión y dureza. Estos resultados serán aprobados por LA INTERVENTORIA.

UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida para las reparaciones del recubrimiento de la tubería es el centímetro cuadrado (cm²).

FORMA DE PAGO

Las reparaciones que se efectúen en las tuberías, se pagarán por centímetro cuadrado reparación (cm²), ya sea que se trate de poros o rayones, previa firma de un acta recibida y aprobada por LA INTERVENTORIA. Solamente se pagarán aquellas reparaciones correspondientes a las discontinuidades detectadas durante la entrega de la tubería por parte de El propietario del proyecto al CONTRATISTA y que conste en las Actas de recibo y Entrega de Tubería.

4.2.7 Apertura de Zanja.

ALCANCE

Esta especificación se aplica a la excavación de la Zanja a lo largo del Derecho de Vía, con el fin de realizar instalación de tubería nueva, inspecciones y/o reparaciones a la tubería en cualquier tipo de suelo.

- El fondo de la zanja será nivelado uniformemente y quedará libre de rocas sueltas, gravas, raíces y materiales extraños que pudieran dañar la tubería y/o su revestimiento.
- La ejecución de las operaciones de localización y apertura de la zanja, se harán con base en el replanteo llevado a cabo por el CONTRATISTA y aprobado por la Interventoría.

- Las paredes de la zanja deben ser lo más verticales posible y deberán ser entibadas, apuntaladas o acodaladas en la zona donde la estabilidad del terreno así lo requiera.
- La profundidad estimada a la cota clave del tubo es de uno con veinte (1.5) metros, excepto donde se estipula una mayor profundidad en planos o por la INTERVENTORIA. El ancho promedio de la zanja será de 1.2 metros, independientemente del tipo de terreno.
- Además de esta especificación deberá tenerse en cuenta la Norma ANSI B 31.8 Gas transmission and distribution piping systems 1995.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Para la realización de esta actividad el CONTRATISTA deberá disponer de los equipos apropiados y personal experimentado en la apertura de zanja.

El material producto de la excavación se acordonará al lado de la zanja, evitando que se mezclen los horizontes internos, con la capa vegetal retirada durante la apertura del Derecho de Vía, que debe tenerse cuidado y manejarlo en forma adecuada para evitar su lavado por escorrentía.

Antes de iniciar un frente de zanjado EL CONTRATISTA, deberá hacer una inspección visual y de ser el caso apiques para determinar la existencia de tuberías, mangueras de riego, acueductos, alcantarillados, cables, instalaciones eléctricas y otras estructuras que puedan ser dañadas durante la excavación o que puedan poner en riesgo la vida de los trabajadores, el CONTRATISTA será responsable de cualquier daño.

En los casos donde el Derecho de Vía cruce estructuras subterráneas o zonas urbanas o donde a criterio del Interventor el uso de equipo mecánico pueda ocasionar daños a las propiedades cruzadas, la Interventoría podrá exigir al CONTRATISTA que la excavación se haga a mano, trabajo sin costo adicional para El propietario del proyecto.

En los predios donde se desarrolla la ganadería o agricultura en forma intensiva se deberán poner cercas provisionales y señalización adecuada que impida que el ganado o las personas caigan dentro de la zanja, así como hacer pasos provisionales para que el ganado pueda ser trasladado de un lugar a otro, o para que los trabajadores puedan acceder a sus lugares de trabajo. Estas actividades deberán estar contempladas dentro del precio unitario de la actividad.

Donde se requiera mayor profundidad de excavación, como en los cruces de carreteras, caminos, quebradas, cruces con líneas existentes, o donde el perfil del terreno lo exija, o por solicitud de la INTERVENTORIA, el valor de esta no implicará en ningún caso un costo adicional para El propietario del proyecto

En las vías secundarias las obras deben programarse de tal manera que no se suspenda el paso de vehículos y personas. Se deberán instalar señales preventivas adecuadas para cada caso y hacer pasos provisionales, para permitir el paso de productos agrícolas y alimentos perecederos, así como evitar accidentes de animales, personas o vehículos.

Se puede permitir el uso de explosivos cuando las circunstancias lo exijan, previa autorización de El propietario del proyecto y de las autoridades competentes, presentando además el procedimiento constructivo utilizando explosivos. Cualquier

problema generado por la utilización de explosivos debe ser responsabilidad del CONTRATISTA.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

EL CONTRATISTA es responsable por el mantenimiento de la geometría y el fondo de la zanja, los costos generados para restablecerla serán exclusivamente de su cuenta y riesgo. EL CONTRATISTA velará porque el alineamiento horizontal y vertical del eje de la zanja sea tal que reduzca al mínimo el doblado de la tubería.

MEDIDA Y PAGO:

La unidad de medida es por lo general el METRO LINEAL (m) de apertura de zanja medida a cadena pisada.

El precio unitario incluye sin limitarse a la totalidad de los equipos, herramientas, materiales, adecuación del sitio, mano de obra, dirección técnica y demás elementos que se requieran para este ítem e incluye además los imprevistos, administración, utilidades, etc.

4.2.8 Cruce de Vías Principales y Secundarias.

DESCRIPCIÓN

Su construcción se rigen generalmente por el API – RP – 1102 “Recommended Practice for liquid Petroleum Pipelines Crossing Railroads and Highways” Numeral 4.4, el ANSI B31.8 y también por los reglamentos y requisitos que exijan las autoridades afectadas en las vías que cruzará la línea del gasoducto (vías férreas, carreteras principales) y los diseños correspondientes.

El propietario del proyecto es el responsable en la mayoría de los casos de los trámites y gestiones necesarios para obtener oportunamente los permisos indispensables para cruzar con la línea del gasoducto las carreteras, caminos y vías férreas que se encuentren en la ruta del mismo.

Una vez obtenido el permiso, el Contratista deberá coordinar con las autoridades viales, municipales y de servicios, las fechas y horas de ejecución de los cruces y la definición de especificaciones, procedimientos, normas de seguridad, señalización, etc; para su debida aplicación y seguimiento.

El Contratista deberá presentar un diseño detallado y un programa de trabajo, donde se señalen los recursos para la ejecución de las obras, antes de iniciar la construcción del respectivo cruce de Vía.

En excavaciones por perforación la tubería del gasoducto debe llevar un recubrimiento adicional resistente a la abrasión, tal como una cobertura de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio u otra equivalente presentada por el Contratista y aprobada por El propietario del proyecto. EL CONTRATISTA debe demostrar mediante ensayos la adherencia al recubrimiento y la resistencia a la abrasión. Todos los costos relacionados deberán incluirse dentro del precio unitario del cruce. Para cada caso específico se deberán seguir las recomendaciones del propietario de la vía. (Ver Figura 3, Cruce de vías principales y férrea)

Este recubrimiento puede ser reemplazado por un lastrado de concreto de 3000 psi y un espesor de dos (2) pulgadas. El Contratista deberá indicar en la oferta el recubrimiento que utilizará.

EL CONTRATISTA deberá proveer durante el tiempo que sea necesario, barricadas, señales letreros, linternas, señalizadores y cualquier medida protectora que se considere necesaria para mantener el tráfico y salvaguardar el público durante el tiempo de la construcción.

Cualquier accidente y/o indemnización por falta de estas señales será imputable al CONTRATISTA y su costo podrá ser descontado del valor del contrato sin que por ello cese su responsabilidad.

Una vez terminados los trabajos, el CONTRATISTA deberá obtener una aceptación escrita de la entidad o entidades afectadas; dicha aceptación deberá ser entregada a LA INTERVENTORIA.

El cruce de caminos de buena especificación se considerará como línea regular.

El cruce deberá tener una longitud perpendicular a la vía a cruzar más (3) tres metros a cada lado de esta y una profundidad mínima de 2.0 metros a la clave del tubo, medidos desde la cuneta más profunda.

UNIDAD DE MEDIDA

Se paga generalmente por metro lineal (m) de cruce de vía, realmente construido y aceptado por INTERVENTORIA.

FORMA DE PAGO

Incluye absolutamente todas las actividades requeridas para hacer el cruce y se cancelarán una vez estén recibidas y aprobadas por LA INTERVENTORIA, estas cantidades de obra se descontarán de la longitud de la Línea Regular.

Este precio unitario incluirá todos los costos de las actividades de Adecuación del Derecho de vía, Transporte, Acopio, Tendido de Tubería, Limpieza Interna de los Tubos, Limpieza final, camisas en tubería de acero, ventilas, separadores, sellos, perforación direccional, Predoblado y Doblado, Alineación y Soldadura, Bajado y Tapado, revestimiento de juntas, Prueba neumática, mano de obra, materiales, equipos, movimiento de tierra, negociación y pago de sobreanchos al Derecho de Vía y en general todas las obras y costos derivados de las actividades necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, sin discriminar el tipo de terreno que se va a excavar (rocoso, arenoso, suelto, pantanoso, etc.) ni el tapado, en consecuencia, no hay lugar a modificación del precio por este concepto.

En forma independiente y a los precios establecidos dentro del contrato se pagarán las obras de geotecnia, barreras en la zanja comprendidas dentro de la longitud del cruce, reconstrucción de cunetas en concreto, gaviones, drenajes, muros y obras de arte de las vías, cajas de alcantarilla, que sea necesario demoler o construir para darle estabilidad a la obra ejecutada.

Para el caso de vías secundarias se deberá considerar todo material requerido para la ejecución total de los rellenos en zanja y reconfiguración de la vía secundaria. (ver figura 2, Tapado en la zanja de vías secundarias)

Figura 2, Tapado en la zanja de vías secundarias.

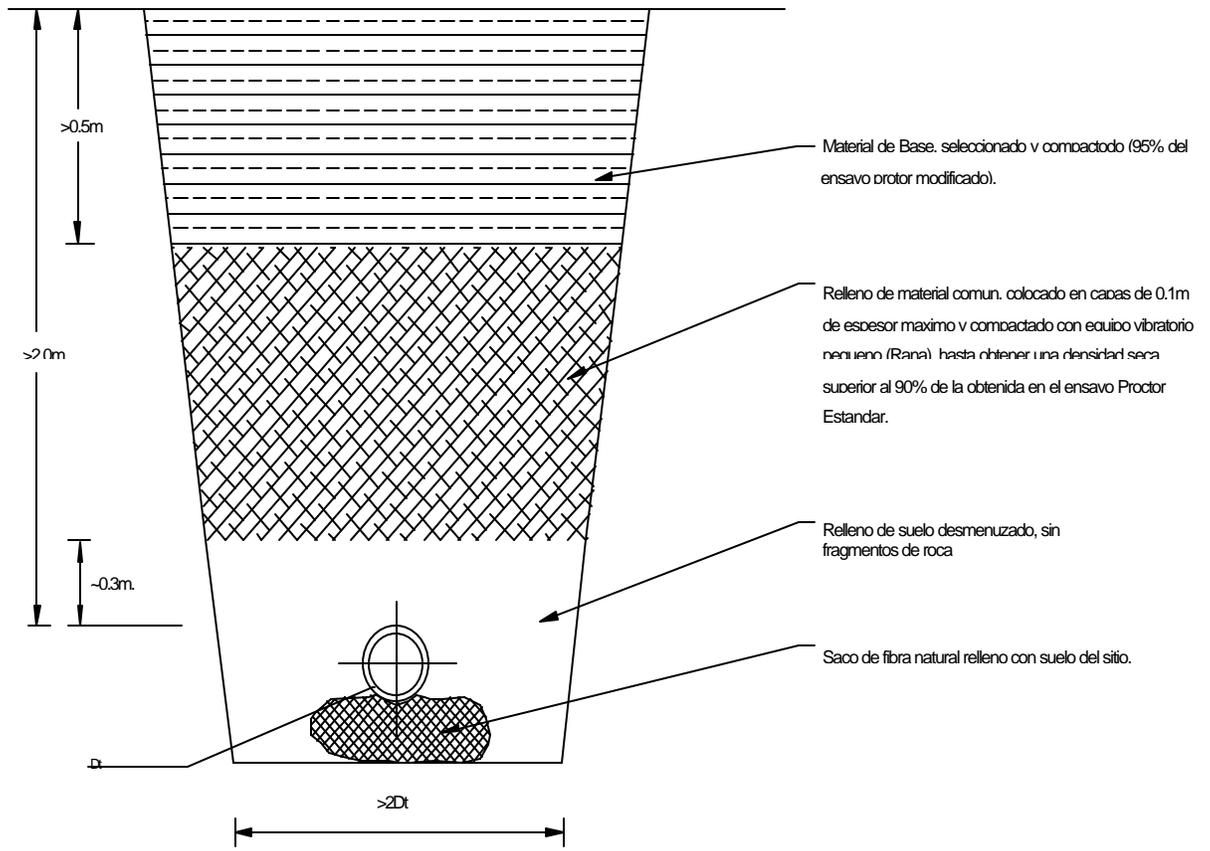
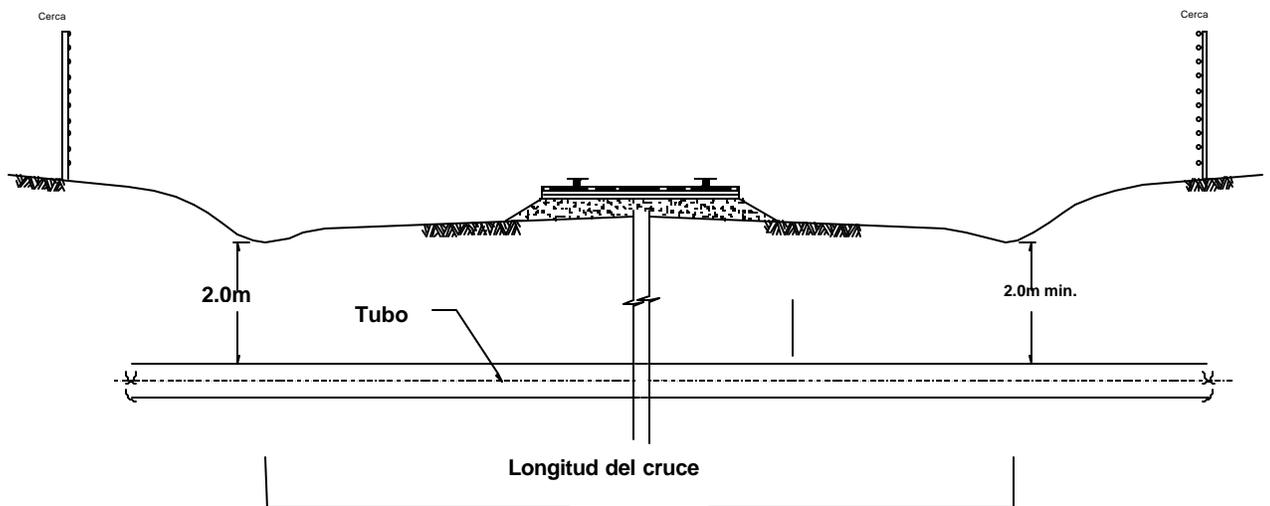


Figura 3, Cruce de vías principales y férreas.



4.2.9 Cruces Subfluviales.

DESCRIPCIÓN

Esta especificación reglamenta los cruces de cuerpos de agua con el gasoducto. Dependiendo de sus características los cuerpos de agua se pueden clasificar como principales, secundarios y menores. Para el caso se plantea una especificación de carácter general, la cual servirá de guía para la posterior clasificación.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Cruces subfluviales principales

Los cruces subfluviales se ejecutarán en tubería de diámetro nominal. LA INTERVENTORIA autorizará la longitud del cruce según los diseños presentados por el CONTRATISTA.

Los cruces principales se ejecutarán mínimo a 3.0 metros de profundidad por debajo del punto más bajo del lecho de socavación.

La extensión del cruce entre bayonetas se definirá en sitio con LA INTERVENTORIA.

Después de 0.60 m de tapado con material escogido libre de rocas, el CONTRATISTA podrá realizar el tapado colocando las rocas de mayor tamaño cuidando de no dañar la tubería o producir daños en el lastre de concreto.

Debe observarse la legislación concerniente al recurso agua y acatarse todas las disposiciones, específicamente prohibición expresa del uso de materiales del fondo de los lechos de los ríos para actividades de construcción sin el correspondiente permiso de la autoridad competente.

Con el fin de no someter la tubería a tensiones extremas y evitar doblado excesivo en los cauces de orillas con talud muy inclinado, se deberá efectuar las excavaciones necesarias en las orillas para dar conformación adecuada a la forma de la tubería y facilitar las labores de instalación del cruce subfluvial. Una vez efectuado el cruce, las orillas excavadas se deberán proteger con enrocados o gaviones tanto en las partes sumergidas como en el talud exterior. De toda forma, deberán obtenerse las condiciones que aseguren la estabilidad del cruce.

Realizados los cruces, se procederá inmediatamente a re conformar o restablecer los lechos de las quebradas sus elevaciones y pendientes originales. Los escombros y el material de construcción deberán ser removidos del cruce para evitar la interferencia con el flujo normal de agua, implementándose las medidas de protección y manejo ambiental necesarias para evitar al máximo el aporte de sedimentos a los cuerpos de agua.

El CONTRATISTA presentará a LA INTERVENTORIA el diseño y el procedimiento para el cruce de los cruces subfluviales, trabajos de protección geotécnica, movimiento de tierra etc., y todas aquellas obras de protección y demás necesarias para la correcta ejecución de las obras. De todas maneras el CONTRATISTA será responsable de la garantía de operación de estos trabajos, sea cual fuere el procedimiento aplicado.

En su longitud están incluidas las bayonetas hasta unirse con la línea regular o en su defecto la longitud acordada con la INTERVENTORIA, para aquellos casos específicos en que no se requiera hacer bayonetas.

Corrientes Secundarias

Son aquellas que cumplan con alguna de las siguientes características: Ancho de cauce entre 10 y 30 m, caudal permanente mayor de 5 m³ por segundo, ancho entre hombros mayor que 30 m y altura de éstos superior a 6 m, o que por sus características se han definido así durante la etapa de estudio.

En los cruces de corrientes secundarias la profundidad mínima será de 2.5 m por debajo del punto más bajo del cauce, protegiendo el tubo con lastre en concreto, esterilla de guadua o tablillas de madera, según el plano aprobado por la Interventoría.

Con el fin de no someter la tubería a tensiones extremas y evitar doblado excesivo en los cauces de orillas con talud muy inclinado, se deberán efectuar las excavaciones necesarias en las orillas que lo requieran para dar conformación adecuada a la tubería y facilitar las labores de instalación del cruce subfluvial. Una vez efectuado el cruce, las orillas excavadas se deberán restituir y proteger con enrocados o gaviones tanto en las partes sumergidas como en el talud exterior de acuerdo al diseño específico. De todas formas, deberán obtenerse condiciones tales que aseguren la estabilidad del cruce.

En su longitud están incluidas las bayonetas hasta unirse con la línea regular o en su defecto la longitud acordada con la INTERVENTORIA, para aquellos casos específicos en que no se requiera hacer bayonetas.

Corrientes menores

Los cruces serán realizados mediante excavación, profundizando la tubería 2.0 m por debajo de la cota de fondo del cauce, con el propósito de no afectar los mismos.

La tubería se instala lo más rápido posible. Los cruces menores se pagarán como línea regular y su profundidad mínima será de dos (2.0) metros a la cota del tubo.

UNIDAD DE MEDIDA

Los cruces subfluviales principales y secundarios se pagarán por metro lineal (m) de cruce.

FORMA DE PAGO

Incluye absolutamente todas las actividades requeridas para hacer el cruce, se pagarán una vez estén recibidas y aprobadas por LA INTERVENTORIA. En aquellos casos donde se requiera, el Contratista debe gestionar los correspondientes permisos por ocupación temporal del cauce ante las autoridades competentes.

Todas las uniones que se realicen en los cruces subfluviales deben radiografiarse.

Las obras de protección de las márgenes y de los lechos de las corrientes se pagarán separadamente.

Para los casos en que se requiera disminuir la profundidad mínima de instalación indicada, esta deberá ser sustentada y deberán tomarse medidas adicionales para asegurar la estabilidad del cruce. En cauces conformados por roca, puede disminuirse la profundidad y adoptarse el procedimiento de tapado y protección mostrado en las figuras 3 y 4, en cuyo caso el costo del tapado en concreto se incluirá dentro del precio unitario del cruce. En todo caso la tubería debe quedar por debajo del nivel de socavación natural del cauce.

Para cruces de corrientes principales y secundarios debe realizarse una prueba neumática del tramo de tubería para el cruce antes de bajarla, sin eliminar de ninguna manera la prueba hidrostática para la aceptación del cruce terminado.

Con el fin de no someter la tubería a tensiones extremas y evitar doblado excesivo en los cauces de orillas con talud muy inclinado, deben efectuarse las excavaciones necesarias en las orillas que lo requieran, especialmente en la zanja, para dar conformación adecuada a la tubería y facilitar las labores de instalación del cruce subfluvial. Una vez efectuado el cruce, las orillas excavadas se deben restituir y proteger con enrocados o gaviones tanto en las partes sumergidas como en el talud exterior. De toda forma, se deben obtener condiciones tales que aseguren la estabilidad del cruce.

El precio unitario debe incluir el costo de las actividades de adecuación, negociación de sobrecostos, apertura y conformación del derecho de vía, manejo de aguas, manejo de tubería, transporte, acopio, tendido y limpieza interna de los tubos, doblado, alineación, soldadura y recubrimiento de juntas, zanjado, bajado y tapado de la tubería, teniendo en cuenta todos los costos correspondientes a suministro de materiales, combustibles, equipos, herramientas, transportes, mano de obra y en general cualquier costo relacionado con la completa ejecución de los trabajos, sin discriminar el tipo de terreno a excavar (rocoso, arenoso, suelto, pantanoso, etc.) ni el tapado, bien sea con suelo o concreto; en consecuencia, no hay lugar a modificación del precio por este concepto.

Incluye absolutamente todas las actividades requeridas para hacer el cruce y se cancelarán una vez estén recibidas y aprobadas por LA INTERVENTORIA, estas cantidades de obra se descontarán de la longitud de la Línea Regular.

El lastrado de tubería deberá ser continuo en todo el cruce y se pagará en forma independiente del cruce subfluvial.

4.2.10 Bajado de Tubería y Tapado de Tubería.

DESCRIPCIÓN

Se refiere a las actividades relacionadas con el traslado de la tubería desde el sitio de alineación y soldadura hasta el fondo de la zanja y posterior llenado de la misma.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todo programa de bajado y tapado debe ser avisado por escrito, a la INTERVENTORIA, al menos con dos (2) días de anticipación, con el fin de disponer del personal de inspectores requeridos durante las actividades programadas en el frente de Bajado y Tapado de tubería.

La tubería solo podrá bajarse a la zanja utilizando bandas de material adecuado para el manejo de tubería de 20" después de efectuadas las reparaciones a las soldaduras que hayan resultado defectuosas y los resultados de las nuevas placas sean satisfactorios, cuando haya sido reparado el revestimiento de poros y rayones, se haya secado el recubrimiento de las juntas soldadas y se haya efectuado la inspección con el detector de fugas del revestimiento "Holiday detector" y se de la aprobación por la INTERVENTORIA.

Se debe quitar del fondo de la zanja, toda protuberancia que pueda dañar la tubería o el recubrimiento, como raíces, rocas sueltas, bloques de madera, tubos, herramientas y varillas de soldadura.

En el fondo de la zanja deben colocarse sacos rellenos con material de la excavación libre de rocas y material que pueda dañar el recubrimiento, cada seis (6) metros sobre la cual se apoyará la tubería para que el peso de la misma quede bien distribuido.

Salvo en los casos indicados por LA INTERVENTORIA, el material de relleno de las zanjas será el mismo de la excavación, libre de materia orgánica o de suelos muy húmedos y blandos.

Durante el bajado, se deben evitar golpes o fricciones contra los lados de la zanja. Todo daño al recubrimiento debe ser reparado por cuenta del CONTRATISTA antes de bajar la tubería en el fondo de la zanja.

Se debe utilizar bandas apropiadas para el manejo de la tubería, de tal forma que no se produzca daños a los biseles o al revestimiento.

La zanja se debe rellenar inmediatamente después de la instalación de la tubería para evitar daños al revestimiento de la tubería. Antes del tapado se deben retirar los objetos que puedan dañar el revestimiento o la tubería. Después de colocar sobre la tubería unos treinta (30) centímetros de relleno con tierra suelta, se pueden incluir los objetos duros separados anteriormente, sin incluir rocas de gran tamaño, raíces, madera, ni varillas que pueden causar abolladuras a la tubería.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

En los sitios de pendiente pronunciada y cuando el frente de apertura de zanja vaya separado del frente de bajado y tapado más de DOS (2) días, a juicio del Representante de El propietario del proyecto, se colocará en la zanja protecciones para evitar erosión y confinar posteriormente el relleno.

El relleno deberá ser terminado acamellonando el material, de manera que la parte superior de dicho camellón quede de diez (10) a veinte (20) centímetros por encima del terreno adyacente, apisonando con un mínimo de cuatro (4) pasadas de la oruga del bulldózer D-6 o similar. En algunos sitios no se requerirá el acamellonamiento o no se podrá hacer para no variar las condiciones de drenaje del terreno, por lo tanto se debe apisonar en forma apropiada y no dejar en ningún caso acequias que permitan la canalización del agua. En los predios de ganadería intensiva en terreno relativamente llano, se debe tener especial cuidado para no modificar su drenaje, para lo cual se tomarán las medidas pertinentes por parte del CONTRATISTA.

El CONTRATISTA será responsable por los prejuicios que se causen a personas o animales por mantener abierta la zanja, antes o después de bajar la tubería. En zonas de alto tránsito de personas y animales se preverán puentes provisionales para el paso de las mismas.

Todos los tramos de Derecho de Vía donde la tubería se haya bajado y tapado, deben ser conservados por el CONTRATISTA hasta que se ejecuten y reciban las obras de Geotecnia definitivas, por parte de LA INTERVENTORIA.

Adicionalmente durante el proceso de tapado debe colocarse una cinta de señalización de polipropileno de color rojo de cuatro (4) pulgadas de ancho, con la leyenda "GASODUCTO 20" o el diámetro que corresponda de color negro,

impresa cada DOS (2) metros. La cinta se colocará a 30 o 40 cm por encima de la tubería y posteriormente se continúa con el tapado. Dicha cinta permitirá que en futuras excavaciones se detecte la tubería con anterioridad.

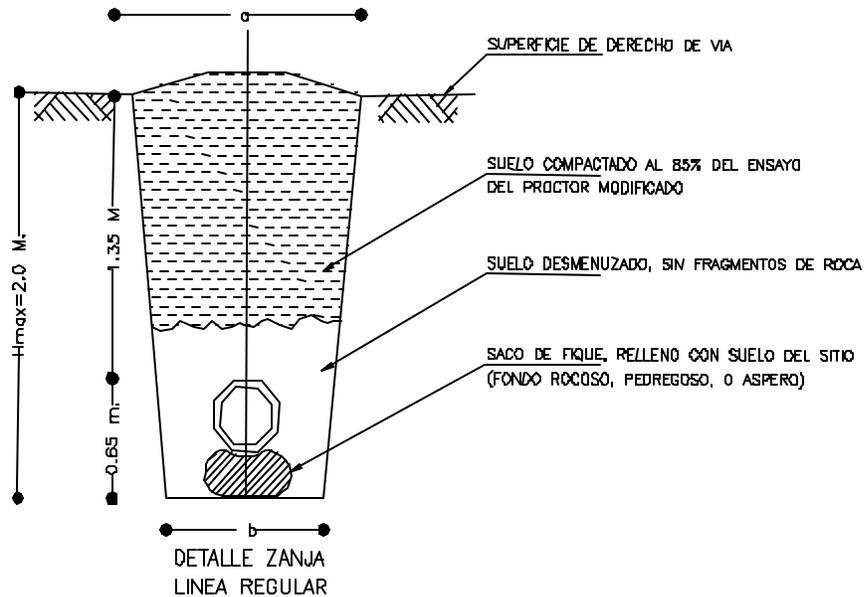
UNIDAD DE MEDIDA

El ítem “Bajado y Tapado” se mide generalmente a cadena pisada se y paga por metro lineal (m) de tubo instalado aprobado por LA INTERVENTORIA, aproximando el valor a la unidad. De la longitud total se debe descontar, la correspondiente a los Cruces Especiales.

FORMA DE PAGO

La medida se realiza con cadena pisada sobre el terreno ya conformado. En el precio unitario se debe incluir el costo correspondiente a suministro de materiales, sacos de polipropileno o de fique, combustibles, maquinarias, equipos, herramientas, transporte, mano de obra y en general cualquier costo relacionado con la completa ejecución de los trabajos.

Figura 4 Relleno de Zanja



NOTAS:

- 1- LAS PAREDES DE LA ZANJA SERAN TAN VERTICALES COMO EL TIPO DE SUELO EXISTENTE LO PERMITA
- 2- EL ANCHO PROMEDIO DE ZANJA SERA IGUAL A 1.30 M.
- 3- LA PROFUNDIDAD MAXIMA EN LINEA REGULAR SERA 2.0 M.

4.2.11 Barreras en la Zanja

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte y elaboración de los materiales para la construcción de Barreras en la Zanja.

Comprende la instalación de estructuras de contención construidas con sacos de material biodegradable y suelo – cemento. Las barreras se instalarán dentro de la zanja desde el fondo de la misma hasta un nivel 10 centímetros por debajo de la rasante del terreno.

En las pendientes por encima del 10% las Barreras llevarán una madera rolliza que servirán como estructura de contención que evitarán su volcamiento. Las barreras deberán empotrarse en las paredes en una longitud mínima de 0.30 metros y el fondo debe quedar debidamente nivelado, para que la barrera quede uniformemente apoyada.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Se dispondrá de materiales como sacos de fibra natural, madera (poste tablón) $\varnothing >12$ cm. Se utiliza de relleno suelo cemento proporción 6:1 en volumen.

Se requieren principalmente equipos para el transporte de los materiales, herramientas para la excavación y conformación de zanjas y para la elaboración de la mezcla de suelo-cemento.

Las barreras en la zanja se harán conforme figure en los planos y el ancho de cada barrera mínimo será de 1.0 metro, e irán en una sola hilera trabada. (Ver figura 5, Barreras en Zanjas)

El CONTRATISTA establecerá con LA INTERVENTORIA la localización de la estructura. Seguidamente, excavará, adecuará y preparará el terreno, para así acomodar los sacos y apisonarlos, en hileras trabadas.

Una vez llenados los sacos de suelo cemento en el sitio de la obra, EL CONTRATISTA procederá a colocarlos en la zanja, abrazando la tubería con sacos rellenos tanto debajo de la tubería como en los lados y en la parte superior del tubo. Para garantizar la estabilidad los sacos se colocarán traslapados tanto horizontal como verticalmente.

Para pendientes del terreno menores a 10% se puede omitir el estacón de madera. Este elemento se empotrará mínimo 0.50 metros por ambos lados en la sección transversal.

Estas barreras en la zanja también se utilizarán cuando no existe tubería alguna expuesta y se requiere continuar o estabilizar un relleno.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, LA INTERVENTORIA adelantará los siguientes controles principales:

Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el constructor para la ejecución de los trabajos.

Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad establecidos.

Comprobar que los trabajos se ajusten a las exigencias de esta especificación.

Confirmar e identificar cualquier daño hecho durante las labores de construcción, los cuales de existir deberán ser corregidos en el menor tiempo posible y por cuenta de EL CONTRATISTA.

Medir, para efectos de pago la cantidad de obra correctamente ejecutada.

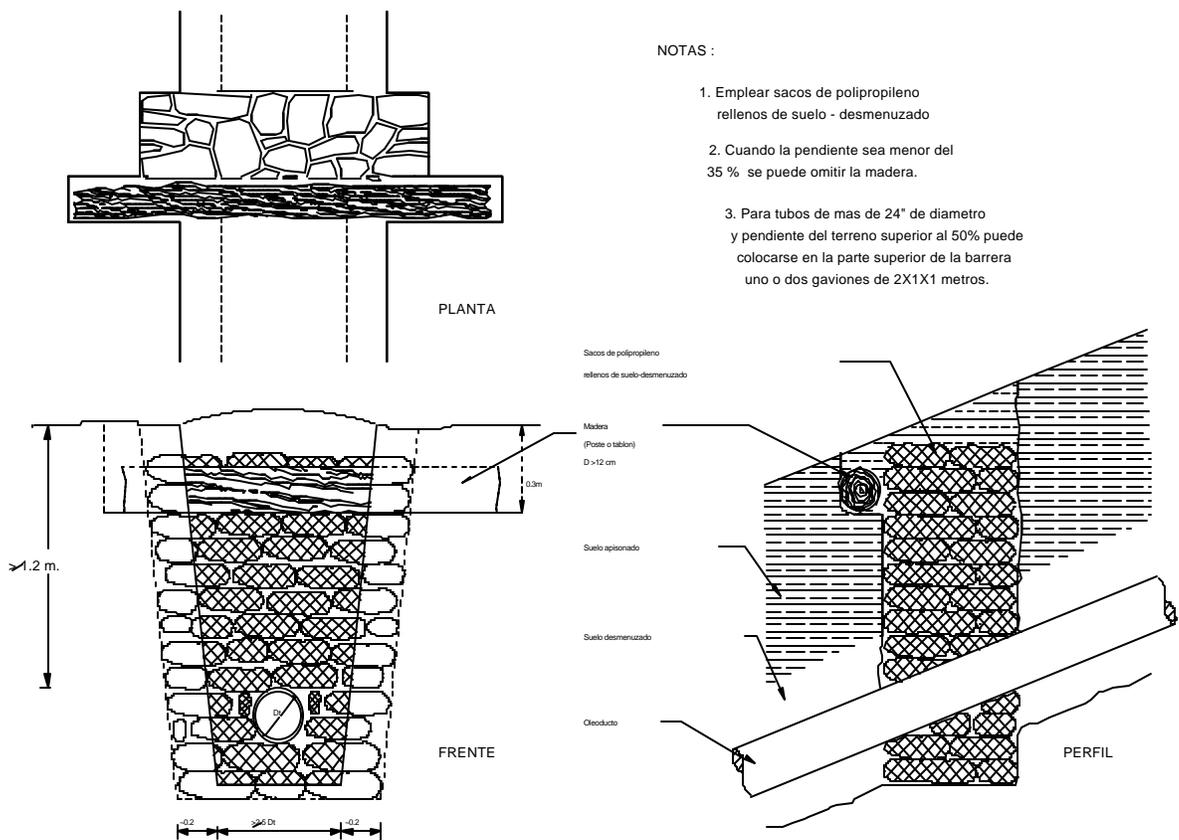
UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de pago se paga generalmente por unidad de Barrera en la Zanja realmente instalada y aprobada por LA INTERVENTORIA.

FORMA DE PAGO

El precio unitario incluye el suministro de la totalidad de los materiales, mano de obra, equipos, herramientas, transportes, adecuaciones previas del terreno, movimiento de tierras, excavaciones, rellenos, disposición de residuos, manejo de aguas durante la construcción, indemnizaciones por daños causados a terceros, dirección técnica y todos los demás elementos que se requieran para la construcción correcta y total del ítem.

Figura 5; Barreras en zanjas



4.2.12 Reconformación del Derecho de Vía

ALCANCE

Esta norma reglamenta los trabajos que se realizan después de instalada la línea para lograr un perfil del terreno parecido al original, en los sitios donde se ejecutaron cortes en la conformación del derecho de vía y que se indican en los planos o fueron solicitados por LA INTERVENTORIA, utilizando los materiales provenientes de los cortes que fueron dispuestos en los alrededores.

MATERIALES.

- Todos los estolones y/o semillas empleadas en esta revegetalización, se conseguirán de acuerdo a la disponibilidad del aprovechamiento forestal de la región, con sus respectivos permisos.

- Dentro y fuera del DDV el Contratista sembrará los estolones o macetas de pasto Brachiaria, Vetiver, Pangola, Elefante, San Agustín, Estrella, Puntero, Limonaria, Argentino, Gordura o especies similares, que ya se han adaptado en el corredor del gasoducto. El sitio de obtención del material vegetal debe tener la autorización escrita del propietario del predio o finca donde se ejecute el banco de préstamo.

- El suelo orgánico estará compuesto por tierra negra constituida por limos arenosos orgánicos y humus apto para la siembra de cualquier especie vegetal. Deberá ser suelta, poco cohesiva, libre de cualquier otro tipo diferente de materiales de subsuelo como raíces, troncos, restos vegetales, piedras de

diámetro mayor a 2 pulgadas y cualquier otro elemento inconveniente para el apropiado crecimiento de las semillas.

PROCEDIMIENTO

- En los sectores en donde se hayan ejecutado cortes de más de 2 m de altura durante la apertura del derecho de vía y se requiera disminuir la pendiente del talud, se procederá a colocar y compactar los materiales contra la pata del talud de corte, hasta una altura equivalente al 60% de la altura del corte y con una inclinación máxima de 2H:1V, suavizando su forma y asimilándola a la existente antes de iniciar la obra en la forma indicada en la figura 1, de esta Norma.
- El material debe colocarse en capas de 0.40 m de espesor máximo y apisonarse con un mínimo de cuatro pasadas de la oruga del bulldozer.
- La forma final debe ser suave y con pendiente definida para evitar apozamientos de agua.
- Cuando la pendiente final del Talud sea superior al 30%, se deben colocar refuerzos con gaviones perpendiculares o transversales al derecho de vía, en sacos de suelo cemento o en piedra, según se acuerde y apruebe por LA INTERVENTORIA, dependiendo de la estabilidad del área y de los materiales a conformar y tipo de zona a recuperar (Ver Figura 6, Reconformación del terreno. Y Ver figura 7, Reconformación en pendiente pronunciada)
- El suelo orgánico que se había dispuesto en sitios especiales durante la labor de desmonte y conformación del derecho de vía se debe extender sobre la superficie conformada. Cuando la pendiente sea superior al 10% se deben colocar elementos que sostengan el suelo, tales como barreras y terrazas.

- El Contratista verificará con el Interventor el área a revegetalizar, demarcando con estacas e hilo el sector que requiere este tratamiento forestal.
- El Contratista verificará con el Interventor la localización del suelo orgánico a colocar, manteniendo como mínimo un espesor de diez (10) centímetros.
- El Contratista explotará, cargará, transportará y descargará este material (suelo orgánico) hasta el sitio de la obra. El sitio de obtención del material deberá tener la autorización escrita del propietario del predio o finca para los bancos de préstamo.
- Una vez situado el material orgánico en el sitio de la obra a revegetalizar, el Contratista extenderá la tierra negra en un espesor tal, que una vez ocurrido el asentamiento natural, se obtenga el espesor mínimo de diez (10) centímetros.
- No se deberá extender el material cuando se encuentre demasiado húmeda el área del trabajo o del mismo material.
- Una vez extendido, emparejado y nivelado con los espesores requeridos, la superficie deberá repararse con rastrillos manuales, para retirar raíces, troncos, piedras y cualquier elemento desechable, añadiendo el material adicional necesario.
- Para esta capa orgánica se trabajará con un factor de semicompactación de 1.2; así por cada m³ semicompactado en la obra, el Contratista deberá acarrear y situar 1.20 m³ en volqueta o similar.
- Para la selección de los estolones y semillas, debe primeramente ponerse atención a la vegetación natural de la zona y determinar si los pastizales nativos circundantes reúnen las condiciones especificadas, ya que mediante un manejo adecuado es factible continuar y mantener el desarrollo de éstas.

- Los estolones deberán ser vigorosos, transportados y sembrados el mismo día, manteniendo una porción mínima de “pan de tierra” alrededor de sus raíces. Seguidamente se esparcirá la semilla Brachiaria o pastos similares en proporción de 4 Kg. por hectárea (0.4 gr/m²). In situ se deben conformar surcos de 0.10 metros de ancho a lo largo del área a tratar, con una profundidad de 0.10 sobre las curvas de nivel. La separación entre surcos será de 0.35 metros libre; Seguidamente, los estolones se deben cubrir levemente con el material orgánico de los surcos.
- El Contratista aplicará riego durante el tiempo en que las condiciones de las plantas lo requieran. Como mínimo se deberá hacer riego durante 15 días si no hay lluvias y se hará fertilización lineal con abono orgánico.
- Las semillas se sembrarán en los espacios entre surcos, mediante la práctica del “voleo”, esparciendo la semilla al azar a mano o por dispersiones aéreas, tratando de que la distribución sea uniforme a través de toda el área al revegetalizar.
- La época de siembra dependerá principalmente de las características de la especie y de los factores climáticos. El Contratista antes de sembrar solicitará la aprobación al Interventor.
- La mano de obra no calificada deberá contratarse con las juntas veredales vecinas al área de ejecución del proyecto.
- Esta revegetalización sólo es eficiente en áreas donde no ocurran lluvias torrenciales y con pendientes inferiores a 1.5H:1V.

El Contratista deberá mantener en perfecto estado la totalidad de los “estolones” hasta la entrega y recibo final de los trabajos, lo cual no tendrá ningún caso, antes de

60 días después de terminada la siembra. Con tal propósito deberá aplicar el riego, fertilizantes, insecticidas y cualquier otro material necesario de acuerdo a las instrucciones de la Interventoría. Además, deberá tomar todas las medidas para la protección del trabajo.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor debe adelantar los siguientes controles principales:

- El Contratista deberá reemplazar a satisfacción del Interventor, cualquier estolón y/o semilla que no presentare condiciones satisfactorias una vez sembrado.
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el constructor para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad establecidos.
- Comprobar que los trabajos se ajusten a las exigencias de esta especificación.
- Confirmar e identificar cualquier daño hecho durante las labores de construcción, los cuales de existir deberán ser corregidos en el menor tiempo posible y por cuenta del Contratista.
- Medir para efectos de pago la cantidad de obra correctamente ejecutada.

MEDIDA Y PAGO

Para efectos de facturación se tendrá en cuenta que la Reconformación del Terreno vale el 40% del valor total del ítem de Limpieza Final y Reconformación del Terreno. La Limpieza Final equivale al restante 60%.

La Reconformación del Terreno se medirá y pagará por metro lineal (ml) de derecho de vía , según medida a cadena pisada de derecho de vía; el precio unitario debe incluir el suministro de equipo, la mano de obra, las labores de disposición de los materiales y cualquier otro costo en que se incurra para la correcta ejecución del trabajo. Las obras de geotecnia autorizadas por LA INTERVENTORIA, tales como gaviones para estabilizar taludes en pendientes pronunciadas, se pagarán en forma separada, pero su pago estará sujeto a la terminación de la Reconformación del derecho de Vía, de tal forma que el terreno esté listo para la construcción de las obras de geotecnia finales.

Figura 6, Reconformación del terreno.

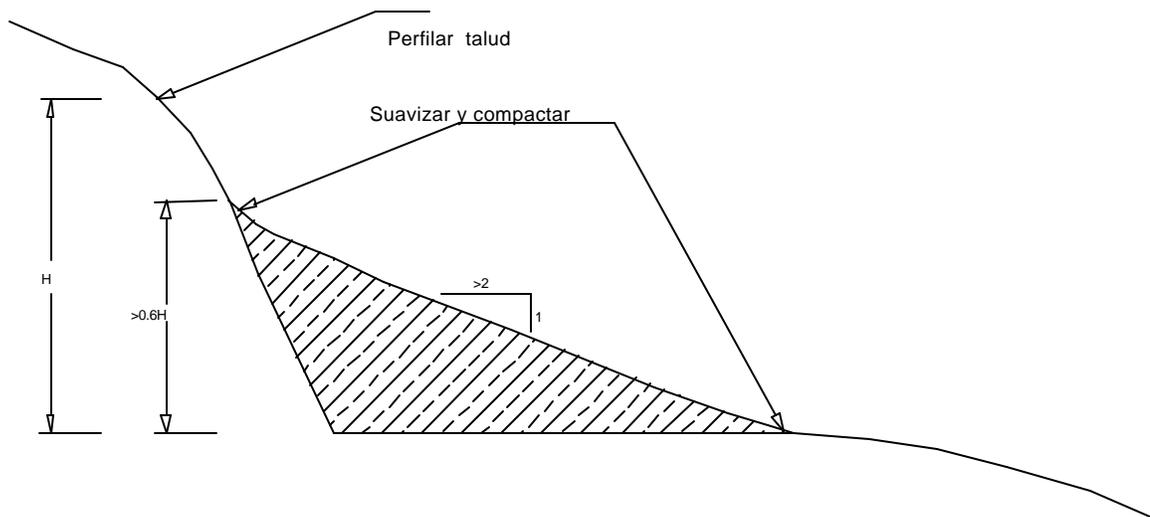
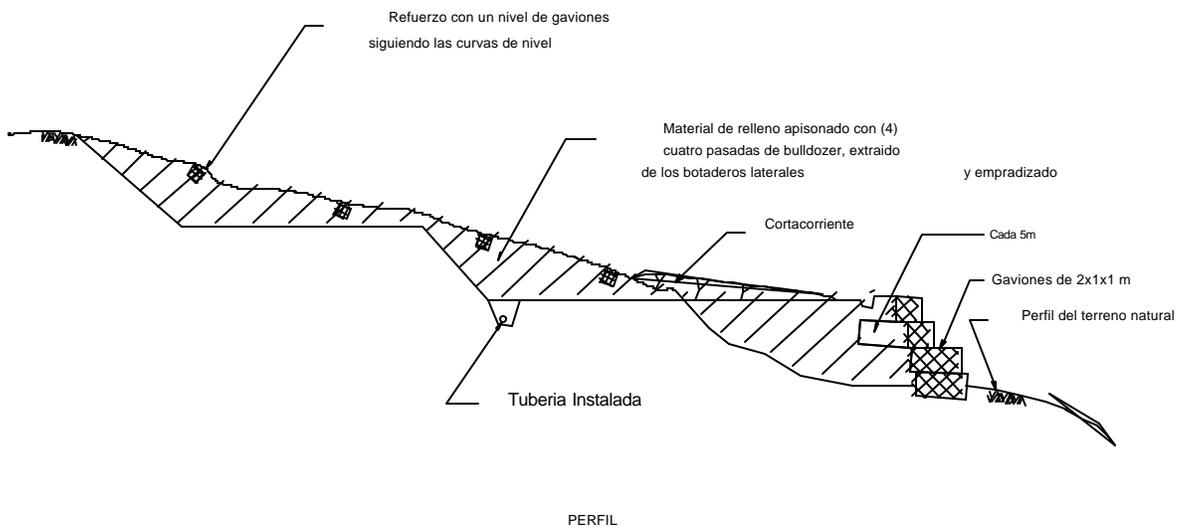
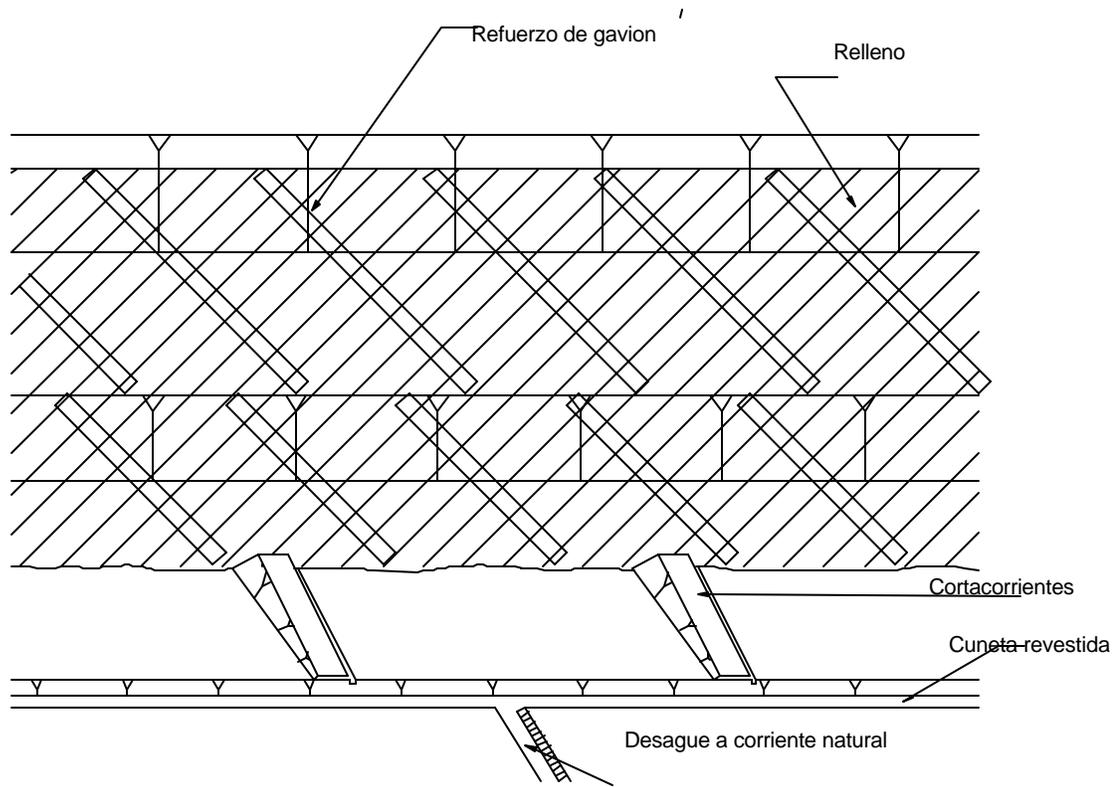


Figura 7. Reconformación en pendiente pronunciada (planta)



4.2.13 Obras de Geotécnia

OBRAS PRELIMINARES DE GEOTECNIA

DESCRIPCION

Antes de la apertura adecuación y conformación del Derecho de Vía debe realizarse algunas obras preliminares (provisionales) de acuerdo con los requerimientos del terreno, dirigidas a la conservación y protección de zonas aledañas, entre estas actividades se incluye el manejo de corrientes menores que puedan producir arrastre de materiales y la construcción de trinchos laterales y otras obras para la contención de tierras.

Todas las obras que se construyan deben localizarse topográficamente.

Los sacos de fique que se usarán para obras de geotecnia preliminar y definitiva deberán tener las siguientes dimensiones mínimas: 0.5m x 0.6m x 0.15m y una densidad mínima de 20 por 15 hilos por decímetro cuadrado. Los 0.15 m de espesor serán considerados una vez se hayan compactado los sacos.

El suelo que se utilice como relleno para las obras de geotécnia debe estar libre de rocas, raíces, vegetación, palos, bloques, o cualquier elemento extraño que pueda romper el saco. Cuando el suelo se encuentre bajo de humedad y no haga liga con el cemento, se debe humedecer la mezcla de suelo-cemento antes de llenar el saco. No debe emplearse mezcla de suelo-cemento de más de 2 horas de efectuada. La composición del material usado como relleno debe ser areno arcilloso.

En todos los casos deben coserse los sacos con hilo de fique, doblando un poco la boca de la bolsa para evitar la fuga del material.

Los sacos, luego de ser colocados en su sitio definitivo, se deben compactar con pisonos ya sean de madera o metálicos. El volumen de agua dependerá del grado de humedad del terreno y de las condiciones climáticas en el momento de la mezcla. En todo caso el volumen de agua no deberá ser inferior de 1 litro de agua por saco a fin de garantizar un adecuado fraguado. No se deben compactar ni humedecer sacos de suelo-cemento ya compactados.

LA INTERVENTORIA no aceptará por ningún motivo sacos de suelo-cemento rotos, cualquiera que sea la causa del deterioro de estos en el momento de la entrega definitiva.

ALCANCE

Esta especificación reglamenta las actividades previas a la construcción del derecho de vía, dirigidas a la conservación y protección de las zonas aledañas. Entre estas actividades se incluye el manejo de corrientes menores que puedan producir arrastre de materiales y la construcción de estructuras sencillas de contención de tierras (trinchos), y en algunos casos de muros de gaviones o de concreto.

Todas las estructuras que se construyan deben localizarse topográficamente.

CERCAS

En todas las cercas que sea necesario cortar, deben instalarse previamente broches, los cuales deben permanecer cerrados cuando no estén en uso. Estas

cercas deben ser construidas con una calidad por lo menos igual a la de la cerca destruida y deben garantizar la seguridad de ganados y sementeras.

Los perjuicios debidos a la falta de las cercas o broches, a la mala calidad o mal manejo de los mismos son responsabilidad del Contratista, y los costos generados deben ser asumidos por él.

Durante la ejecución de los trabajos se debe contar con personas encargadas de abrir y cerrar los broches ("brocheros"), especialmente en los sectores de actividad agropecuaria intensa.

TRINCHOS LATERALES

Son estructuras paralelas al Derecho de Vía, construidas como se indica en las presentes especificaciones. Estas estructuras se instalan previamente a la construcción del derecho de vía y sirven para contener los sobrantes de excavación provenientes de dicha actividad (ver figura Figura No.8. Tipo De Trinchos).

.

El Contratista debe ejecutar estos trabajos, de acuerdo con lo indicado en los planos y los esquemas de la figura 1, con suficiente anticipación de manera que en ningún momento los sobrantes queden apilados o acordonados en sitios no apropiados.

El tipo de trincho que se construye depende de las condiciones y la pendiente del terreno, y debe estar de acuerdo al tipo de cobertura vegetal:

Bosque: En este caso debe reducirse la deforestación y para la construcción del derecho de vía. Para contener los materiales producto de la excavación deben construirse trinchos con troncos y ramas provenientes de árboles de la franja de terreno del derecho de vía, apoyados en los árboles existentes. Los detalles se muestran en la figura 1 (A).

Pastos y cultivos: En este caso se deben contener los materiales producto de la excavación mediante un trincho elaborado con sacos de fibra natural rellenos con suelo del sitio o con un entramado de estacones y varas o tablas, siguiendo las indicaciones que se dan en la figura 1 (B y C). Las rocas que resulten de la excavación se deben apilar al lado y enfrente del trincho para darle mayor capacidad de soporte.

MANEJO DE AGUAS

En el caso de que el derecho de vía cruce drenajes naturales cuya pendiente sea mayor del tres por ciento (3%) o se produzca arrastre de material, se debe proteger el derecho de vía con trinchos o vertederos hechos con troncos, ramas, piedras, sacos de fibra natural o gaviones.

En el terreno arriba de los cortes, donde se requiera drenaje interceptor y en las zonas pantanosas que se deban desecar para facilitar la operación de equipos, se deben excavar cunetas y zanjias de coronación o de desagüe cuyas dimensiones y demás características deben fijarse.(ver figura No.2 Zanjias De Coronación).

Deben instalarse alcantarillas provisionales en los sitios indicados por La INTERVENTORIA, en las quebradas y caños que se vayan a cruzar durante la construcción. Estas alcantarillas deben construirse con capacidad suficiente para evitar la obstrucción del caño o quebrada en cualquier época. (ver Figura 10, Alcantarillas Provisionales).

Debe evitarse el aporte de sedimentos a los cuerpos de agua, o la resuspensión de estos como consecuencia de cualquier actividad atribuible al proyecto. En el caso de presentarse una situación anómala temporal debe informarse a LA INTERVENTORIA y tomarse las precauciones necesarias para minimizar los

efectos, y actuar con diligencia en el caso de encontrarse poblaciones aguas abajo que hagan uso de este recurso.

MEDIDA Y PAGO

Las obras de adecuación se miden y pagan así:

- Manejo de cercas y broches, se incluyen dentro de la construcción del Derecho de Vía.
- Trinchos laterales por metro lineal.
- Trinchos en sacos de suelo por metro lineal.
- Zanjas y cunetas por metro lineal, independiente del diseño que se adopte.
- Alcantarillas por metro lineal de tubo de drenaje instalado, cuando constan de un solo tubo y en caso de alcantarillas dobles, teniendo en cuenta la mitad de la tubería instalada.

Se miden y pagan sólo las obras que cumplan con los diseños suministrados o aprobados por la INTERVENTORIA y que hayan sido realizados dentro del derecho de vía. En el precio unitario se deben considerar los materiales, equipos, herramientas y mano de obra empleados y en general cualquier costo relacionado con la completa ejecución de los trabajos.

Figura No.8. Tipo De Trinchos.

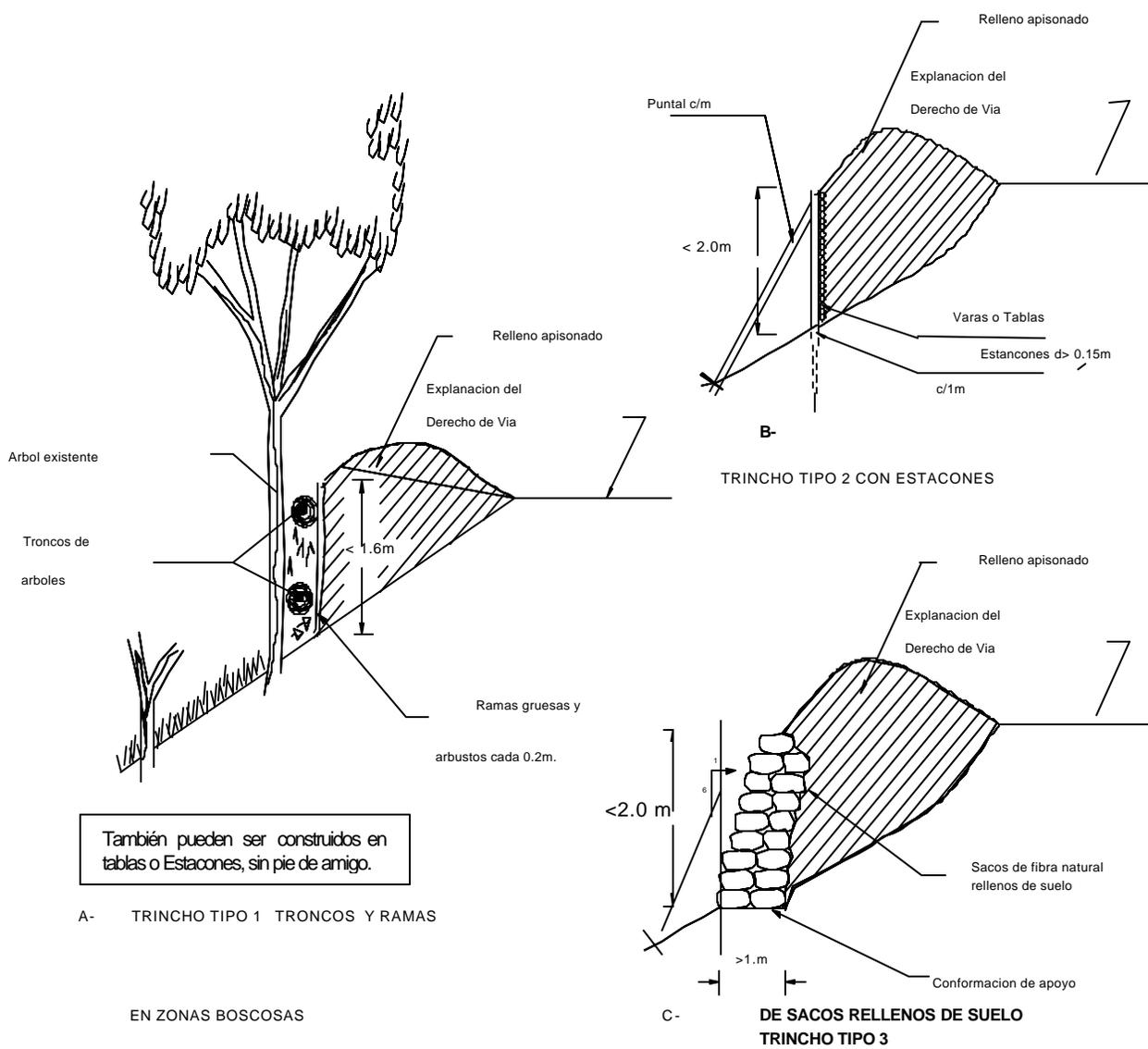


Figura No.9 Zanjas De Coronacion

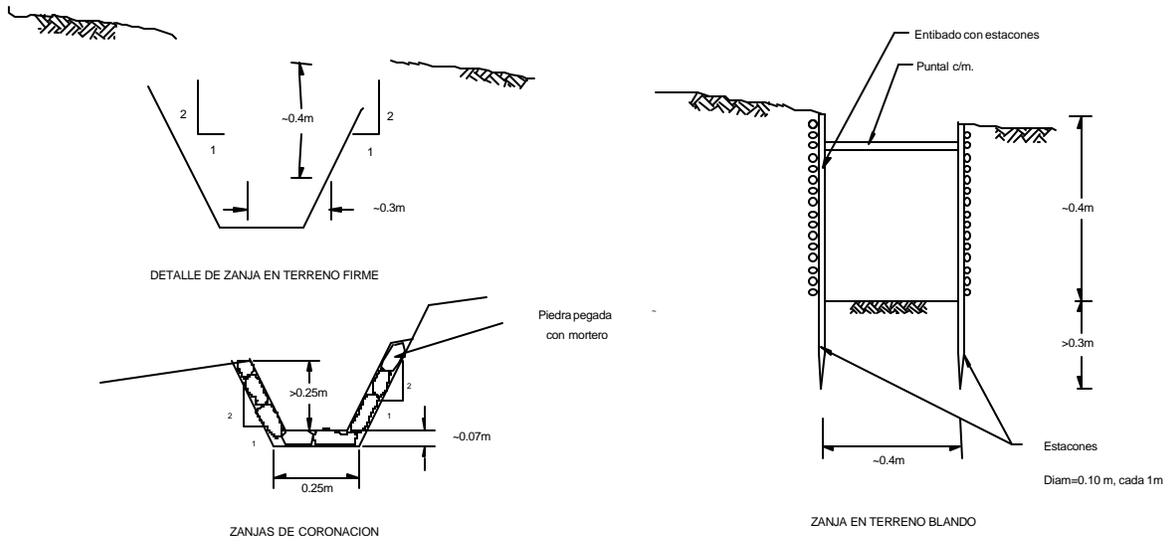
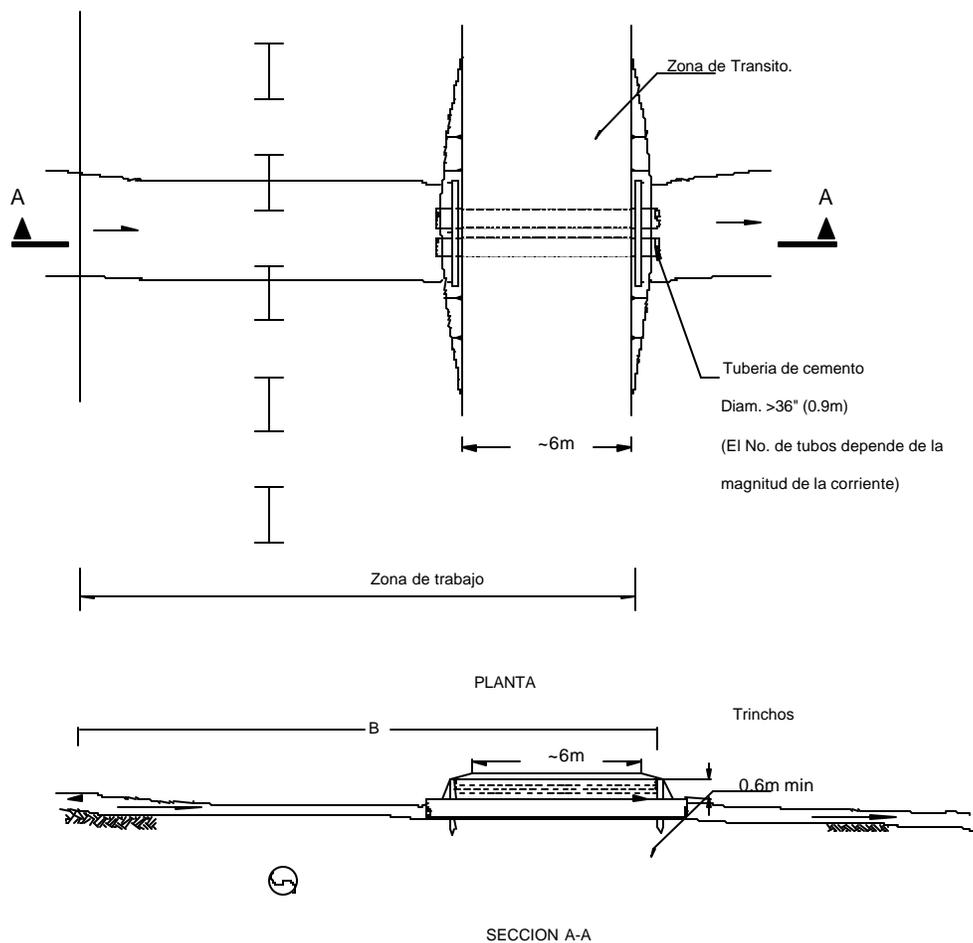


Figura 10, Alcantarillas Provisionales



Obras de Geotecnia Definitivas

DESCRIPCIÓN

Con el fin de controlar los problemas de erosión e inestabilidad del terreno a lo largo del Derecho de Vía, el CONTRATISTA deberá construir las obras de protección, prevención y corrección que se indican en los planos o que ordene LA INTERVENTORIA, cuyas especificaciones se presentan a continuación.

ALCANCE

Esta norma reglamenta todas las obras de protección geotécnica y ambiental que deben realizarse durante y después de la construcción del proyecto a fin de darle al Derecho de Vía los elementos que le permitan mantener, mejorar o recuperar las condiciones geotécnicas y ambientales de las zonas afectadas dentro de la franja suministrada por El propietario del proyecto.

MANEJO AMBIENTAL

Si se presentan erosión, cárcavas y deslizamientos durante la ejecución de la obra porque el Contratista no tuvo en cuenta oportunamente las posibles fallas del Derecho de Vía o por no ejecutar a tiempo las obras de protección, el costo de la reparación y las protecciones que se requieran son por cuenta del Contratista.

Prever los sistemas de estabilización para lograr el menor impacto ambiental y aumentar la vida útil de la obra. Cuando el Contratista cause daños por fuera de la zona suministrada por El propietario del proyecto, debe construir elementos de protección y solicitar permiso al propietario del terreno y si es del caso indemnizarlo por los daños causados. Dichas obras son por cuenta del Contratista.

Responsabilizar al Contratista del estado final del Derecho de Vía y de la construcción de las obras para el control de procesos erosivos. El propietario del proyecto se encarga de supervisar el cumplimiento de las medidas recomendadas.

Evitar la utilización de terrenos aledaños.

Evitar la presencia de suelos desnudos a lo largo del derecho de vía.

Iniciar a la mayor prontitud las labores conducentes a un rápido y efectivo proceso de recuperación de cobertura vegetal.

Evitar la ocupación de los cauces durante el proceso de construcción de las estructuras de entrega de aguas de esorrentía.

Tratar de utilizar especies nativas en los cortacorrientes de acuerdo con el sector. En lo posible se recomienda utilizar materiales procedentes de las áreas circunvecinas.

Trasplantar materiales de otros sectores donde se ha de practicar la remoción de la cobertura vegetal. Con este fin, especialmente para árboles y arbustos, se recomienda la elaboración de cespedones de trasplante cuyo diámetro puede estar entre 3 y 4 veces el del tronco y una profundidad superior a 80 cm. Dejarlos madurar en el sitio inicial por lo menos durante un período de 8 días antes de proceder a su colocación en el sitio definitivo.

Construir protecciones en las márgenes de las corrientes de agua afectadas, según indicaciones de la Interventoría.

Adelantar labores de revegetalización, donde se autorice por la INTERVENTORIA.

Determinar el grado de fertilidad de los suelos; esto implica practicar análisis físicoquímicos completos que incluyan las recomendaciones para fertilización.

Realizar prácticas de fertilización antes de la siembra de las nuevas especies.

Para un mejor éxito en las labores de reforestación se recomienda seguir el patrón de la sucesión vegetal; es decir, las siembras iniciales deben consistir en plantas herbáceas y arbustivas de poca altura, pero de alta capacidad de invasión. Una vez éstas hayan prosperado se recomienda la siembra de especies arbóreas con alturas no inferiores a los 1.20 m. de altura.

Desarrollar prácticas de manejo de suelos que conlleven un pronto restablecimiento de especies vegetales, que en algunos casos debe incluir el uso de fertilizantes para la obtención de una rápida respuesta.

MEDIDA Y PAGO

Para la medida y pago serán fijadas por el propietario del proyecto según el caso.

- **CORTACORRIENTES.**

Los cortacorrientes son obras de drenaje que se construyen de manera transversal dentro del Derecho de Vía, con el fin de captar y evacuar fuera de éste las aguas de escorrentía y evitar que hagan un recorrido muy largo por sobre la superficie del terreno desprotegido. Figuras 1, 2, 3 y 4.

- **CANALES DE RECOLECCION**

Las aguas captadas por los cortacorriente deben ser conducidas por medio de canales de recolección hasta entregarlas en forma controlada en los cauces naturales vecinos.

- **DISIPADORES DE ENERGIA**

Cuando la pendiente longitudinal del canal de recolección sea mayor del 10% se requiere la construcción de disipadores de energía en el fondo, cuya separación se puede determinar en función de la pendiente del fondo del canal y de la altura efectiva de la estructura de disipación.

Los disipadores deben estar hechos, es sacos de suelo cemento 4:1.

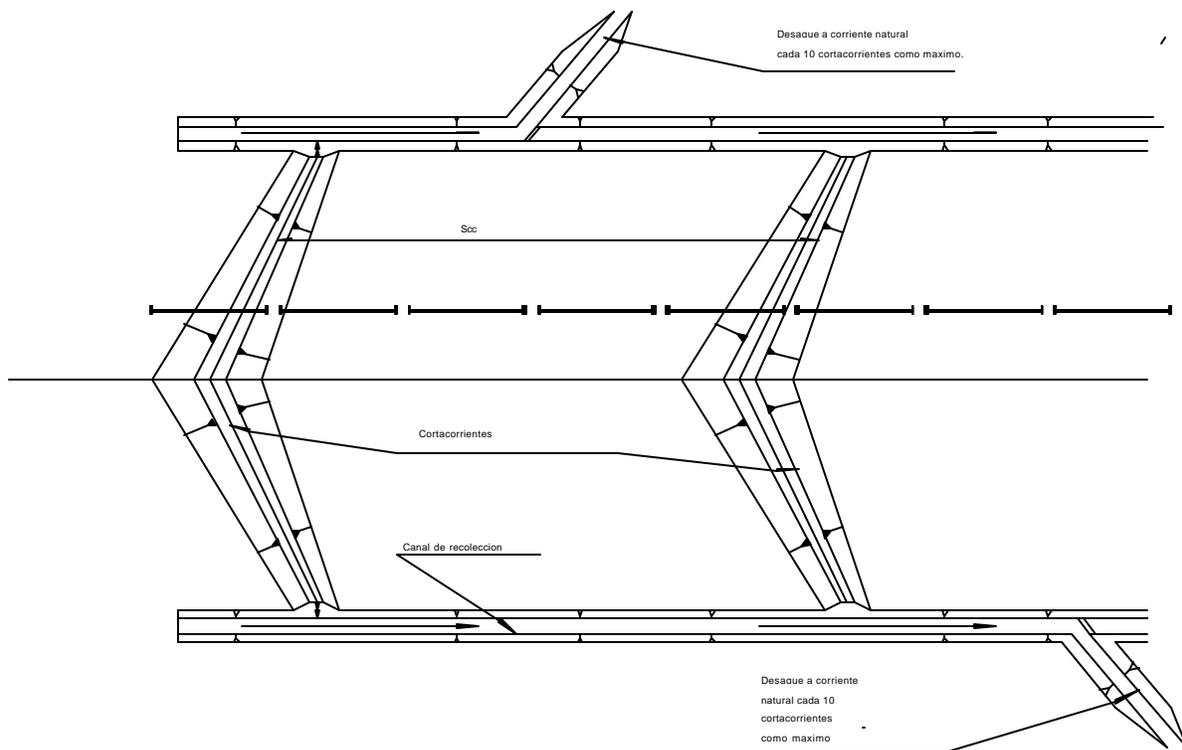
- **DESCOLES Y ADECUACION DE CAUCES**

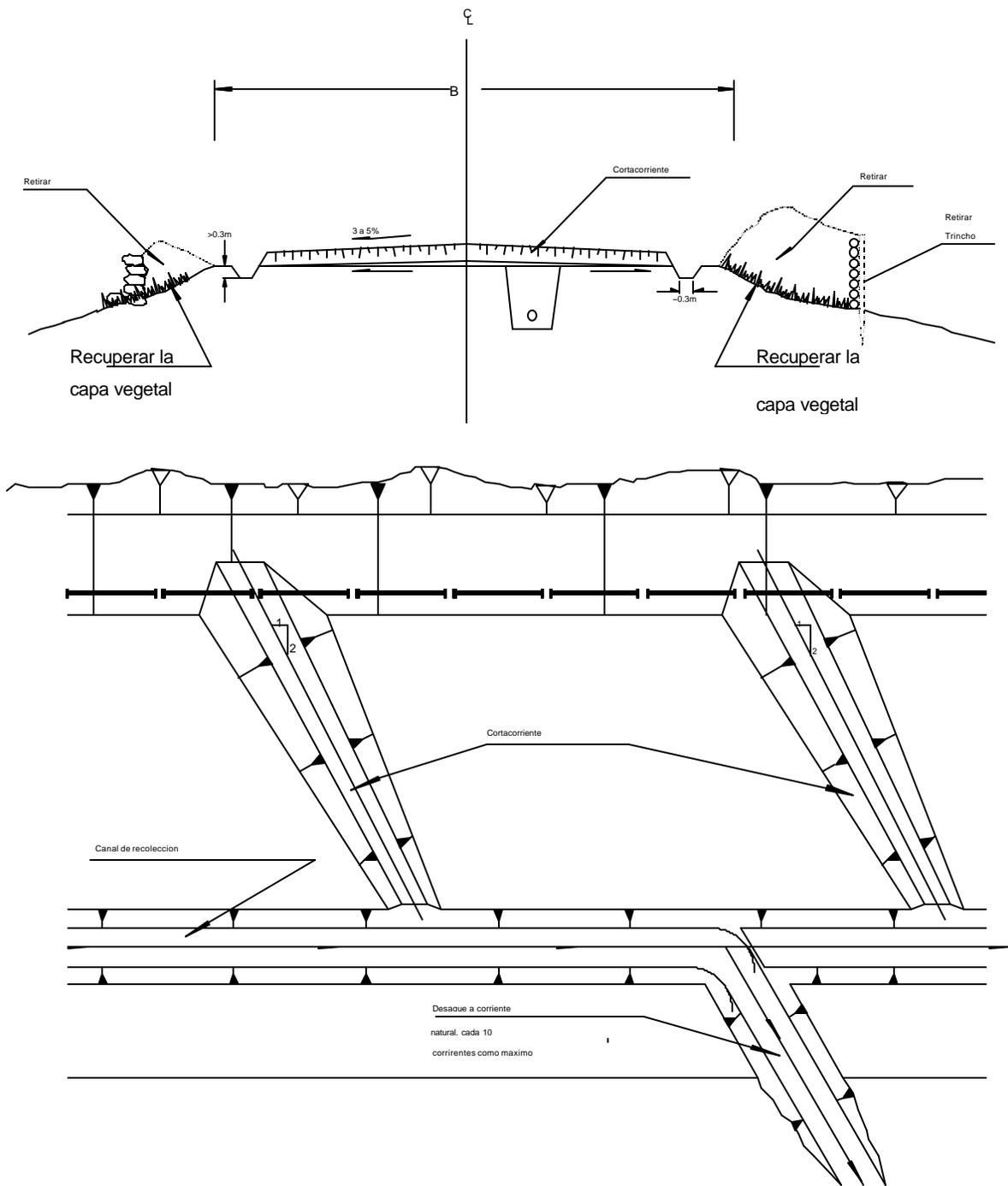
Los canales de recolección deben desaguar a corrientes naturales cercanas y su entrega debe realizarse por medio de estructuras de descole construidas con gaviones, sacos de suelo cemento, piedra pegada o concreto, colocados por los menos cada 10 cortacorrientes.

Una vez terminada la instalación de la tubería y ultimado el proceso de limpieza final se debe restablecer el lecho de la corriente a su condición original. En cauces de pendiente pronunciada y que exista la posibilidad de profundizar el lecho por socavación; se deben instalar estructuras que fijen el fondo e impidan la profundización. (ver Figura 11, Reconformación del derecho de vía en lomo -planta).

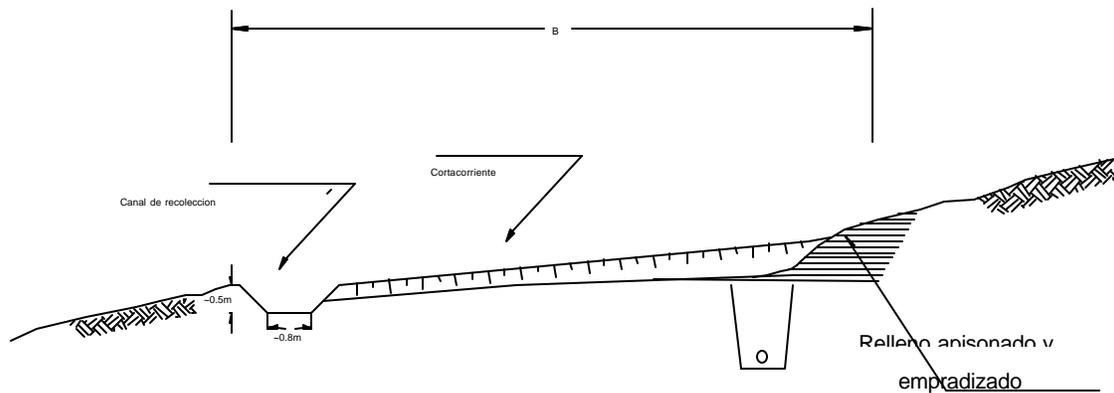
El precio unitario debe incluir todos los costos directos e indirectos por adecuación del sitio de emplazamiento, materiales, mano de obra, herramientas y equipos, aspectos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Figura 11, Reconformación del derecho de vía en lomo (planta)





Reconformación del derecho de vía en ladera (planta)



Reconformación del derecho de vía en ladera (perfil)

4.2.14 Prueba Hidrostática.

DEFINICIÓN

Esta especificación se refiere a los procedimientos para ejecutar la prueba hidrostática de tuberías de acero, para el transporte de Gas Natural. EL CONTRATISTA hará las pruebas de presión necesarias, de acuerdo con los requerimientos contenidos en estas especificaciones.

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA

EL CONTRATISTA proporcionará las válvulas, tubería y conexiones necesarias para la construcción de múltiples, trampas temporales y accesorios para la prueba; los instrumentos de prueba, las bombas para llenado y/o los compresores para el llenado y el soplado con aire, los filtros para el agua, inhibidores, tuberías para el llenado y drenaje de agua, mano de obra, equipo de transporte y soldadura y cualquier otro material o equipo

que se requiera en la limpieza interior de las tuberías, las pruebas y el secado de las mismas, para la reparación o reemplazo de materiales y trabajos defectuosos y hacer las uniones necesarias entre tramos para poner en uso la tubería.

Los accesorios suministrados para incorporar a la línea en forma definitiva, no podrán ser utilizados para la prueba. LA INTERVENTORIA inspeccionará las pruebas hidrostáticas. Los accesorios necesarios para la prueba tendrán "Rating" conforme al API 1110, ASME B.31.8 y ANSI 16.5.

REQUISITOS PREVIOS.

La prueba hidrostática se realizará cuando LA INTERVENTORIA considere que la línea está en condiciones de ser probada, la línea deberá estar totalmente tapada. Cualquier prueba adicional que necesite EL CONTRATISTA será totalmente por su cuenta y su aprobación deberá ser solicitada a LA INTERVENTORIA; para la aprobación se debe incluir toda la información referente a las secciones de prueba, presiones, puntos de control, sitios de toma y de vertimiento de agua, biocidas, inhibidores de corrosión, secuestrantes de oxígeno, equipos, medidas de seguridad, etc.

Esta totalmente prohibido el uso de elementos "hechizos" como boca de pescado, etc. La prueba hidrostática no precederá en ningún caso a la toma de radiografías y por lo tanto a la reparación de las soldaduras defectuosas.

El CONTRATISTA proporcionará "los raspadores o marranos" para la limpieza, calibración y secado de la línea.

Las pruebas de presión deberán ser practicadas de acuerdo con el ANSI B.31.4 y el API RP.1110, última edición.

La válvula de Seccionamiento será de paso completo y permitirá el paso de los raspadores por el interior de la línea, por lo tanto debe ser instalada antes de iniciar la prueba, además, todas las conexiones permanentes y válvulas de venteo y drenajes a lo largo del tramo de línea que va a probarse, deberán instalarse antes de iniciar cualquier operación de prueba.

Antes de empezar la prueba de cada sección, El CONTRATISTA localizará la fuente adecuada de aprovisionamiento de agua para llenar y probar cada sección y obtendrá la aprobación impartida por LA INTERVENTORIA, El CONTRATISTA gestionará los permisos de concesión y disposición de agua, necesarios para la prueba y no deberá iniciar la captación hasta tanto no exista una indicación por escrito de LA INTERVENTORIA sobre los permisos correspondientes. Adicionalmente, El CONTRATISTA planeará y describirá en detalle el procedimiento adecuado para la prueba hidrostática de cada sección que incluya:

1. El perfil topográfico de los tramos de seccionamiento.
2. La revisión de los sitios de presiones máximas y mínimas.
3. Análisis hidráulico de cada tramo con la incidencia en las bombas de llenado y pérdidas, volumen a inyectar, sensibilidad volumétrica, sensibilidad térmica y test de aire.

El Agua de prueba deberá estar libre de impurezas y materia orgánica; además cumplirá los requerimientos mínimos establecidos a continuación:

Sales Disueltas: 1000 ppm máximo

Sulfatos: 150 ppm máximo

Cloruros: 100 ppm máximo

Ph: 6.5 -9

El procedimiento deberá ser aprobado por LA INTERVENTORIA, antes de comenzar cualquier operación de prueba y será requisito indispensable para su iniciación. Si se considera más práctico emplear secciones de prueba distintas de las programadas inicialmente en el plan general aprobado, EL CONTRATISTA deberá avisar al representante de El propietario del proyecto y obtener una nueva aprobación.

Si durante el periodo de prueba se presenta una caída de la presión no identificada, EL CONTRATISTA procederá a seccionar el tramo de prueba por mitades hasta encontrar la causa de la pérdida, para lo cual debe estar provisto de todos los recursos necesarios e incluir en el procedimiento esta eventualidad. De no contarse con los equipos necesarios para esta labor, LA INTERVENTORIA podrá dar por suspendida la prueba.

Los manómetros utilizados se deben calibrar de tal forma que la indicación de la presión de prueba no sea menor que el 25%, ni mayor que el 75% de la lectura máxima.

Cualquier prueba adicional que necesite EL CONTRATISTA será totalmente por su cuenta y deberá ser solicitada al representante del propietario del proyecto para su aprobación.

Cada sección deberá ser aprobada como unidad aislada. El procedimiento para llevar a cabo las operaciones de prueba será el que se describe a continuación:

LIMPIEZA INTERIOR Y CALIBRACIÓN DE LA TUBERÍA.

El procedimiento que deberá seguirse para la limpieza interior de la línea será el siguiente:

- Se instalará en el extremo del tramo opuesto al punto de inyección un múltiple receptor del “raspador”.

- El múltiple de envío deberá ser instalado en el extremo de la sección de prueba seleccionada para la inyección del fluido y desde dicho punto se enviará un raspador de limpieza a través de la tubería, empujado por aire comprimido. En caso de considerarlo necesario LA INTERVENTORIA, se correrán otros raspadores hasta que quede perfectamente limpio el interior de la tubería.
- En algunos casos puede resultar conveniente limpiar dos o más secciones adyacentes de prueba en una sola operación, en cuyo caso EL CONTRATISTA deberá obtener de LA INTERVENTORIA para cualquier caso de esta naturaleza, el permiso correspondiente.
- La platina calibradora deberá tener un diámetro de 95% del diámetro interno y un espesor de 3/8 " si es de aluminio; en caso de que sea de acero, el espesor será de 3/16"; las ranuras serán radiales y estarán separadas 60° y su ancho de 3/16".

LLENADO Y PURGA DE AIRE

Durante la operación de limpieza interior, deberán hacerse los arreglos necesarios para bombear y llenar de agua la tubería, con el objetivo de eliminar pérdidas de tiempo durante la operación de prueba.

Deberá instalarse un medidor en el lado de la succión de la bomba de llenado, con el objeto de determinar el tiempo aproximado requerido para llenar cada sección de prueba. Un proporcionador con su bomba de descarga, deberá ser insertado en el lado de la succión de la bomba principal de llenado con el fin de inyectar el inhibidor de corrosión y el biocida, según sea el caso, al agua de prueba. En el caso que el agua de prueba vaya a permanecer un tiempo significativo dentro de la tubería, debe emplearse además un secuestrante de oxígeno.

Los inhibidores deben ser biodegradables y de acción biocida y soluble en el agua en las dosis indicadas por el fabricante, los cuales se adicionarán al agua en aquellos casos en donde LA INTERVENTORIA lo considere conveniente.

El procedimiento para la operación del llenado y purga, deberá considerar como mínimo lo siguiente:

- Obtención de la aprobación escrita de LA INTERVENTORIA para la fuente de aprovisionamiento de agua y del drenaje de ésta después de la prueba con los correspondientes inhibidores de corrosión. LA INTERVENTORIA no se pronunciará sobre el procedimiento hasta tanto no se haya presentado la correspondiente aprobación por parte de las Autoridades Ambientales de la concesión de agua y del permiso del vertimiento, que deberá ser tramitado por el CONTRATISTA.
- Preparar los filtros, malla mesh 100, bombas de llenado y la bomba de inyección adecuados y aceptados por LA INTERVENTORIA.
- Instalar los raspadores de desplazamiento y proceder a llenar la tubería con agua. Los raspadores de desplazamiento precederán la columna de agua tanto para ayudar a eliminar bolsas de aire como para hacer una limpieza interna adicional.
- Cuando los raspadores de desplazamiento lleguen a las trampas receptoras, las válvulas del extremo opuesto a la inyección se abrirán y el agua se dejará salir libremente hasta que se note que fluya libre de polvo, herrumbre o materiales extraños; en este momento, todas las válvulas en los tramos de la sección de prueba se cerrarán y se instalarán los tapones de prueba o bridas ciegas, habiendo parado previamente la bomba de llenado.

- Se tendrá especial precaución durante la operación de llenado, para mantener una presión suficiente para los raspadores de desplazamiento que preceden a las columnas de agua, a fin de prevenir la formación de bolsas de aire en los puntos más altos de la sección de llenado.
- El llenado debe ser continuo y preferiblemente de abajo hacia arriba a un caudal de llenado mínimo de 2 Km./hora.
- Es necesario indicar claramente las piscinas de oxidación y la forma como se va a disponer el agua y obtener los permisos que sean necesarios, ante las autoridades competentes, y no producir daños o inundaciones en terrenos vecinos fuera del Derecho de Vía.

PRESURIZACIÓN

Estando lista la sección de prueba, deberá conectarse la bomba de presión a la instalación de llenado, bombeando hasta alcanzar una presión de 100 a 200 psi aproximadamente, permitiendo que dicha presión se mantenga a ese nivel durante un mínimo de 30 minutos, con el propósito de probar que no existen fugas mayores. Se continuará comprimiendo hasta alcanzar el 90% de la presión de prueba, la que se mantendrá 30 minutos hasta que se estabilicen presiones y temperaturas.

Posteriormente se realizarán incrementos de 10 psi, los cuales deben ser perfectamente leídos en la escala del manómetro y registrados, hasta alcanzar la presión de prueba, la cual debe mantenerse por una hora; posteriormente se reducirá la presión 50 psi para realizar la prueba de hermeticidad con el propósito de prevenir aumentos de presión por encima del rango de presión hidrostática por efecto del aumento de temperatura de la tubería. Una vez haya sido alcanzada la presión de la prueba, se detiene y se apaga la bomba.

Se hará una cuidadosa revisión final para asegurar que ninguna de las válvulas en la sección de prueba tenga fuga. No debe comenzarse el período oficial de prueba hasta que se hayan estabilizado presiones y temperaturas. Los datos se registrarán en el formato de prueba durante las operaciones de elevación de presión. Previamente a la iniciación oficial de las pruebas todos los instrumentos de registro deberán ser calibrados, en el cabezal de prueba deberá utilizarse una balanza de peso muerto debidamente calibrada y certificada. El propietario del proyecto se reserva el derecho de revisar los certificados de calibración de los instrumentos y podrá rechazar aquellos que a su juicio sean inadecuados para el buen desarrollo de la prueba.

Se deberá tener 2 registradores de presión durante 24 horas con adecuado rango, para medir la máxima presión de prueba, estos deben ser complementados con una provisión de cartas y tintas.

Se debe contar con un registrador de temperatura durante 24 horas con rango de 0- 50 grados centígrados del tipo que pueda ser operado con una termocupla remota, este debe estar completo y contar con provisión de cartas y tintas.

El CONTRATISTA debe contemplar el suministro de termocuplas para medición de la temperatura de la pared del tubo.

PROCEDIMIENTOS

Antes de iniciar el período de prueba deberá darse un tiempo de 6 horas para estabilización térmica, la línea se considera estabilizada si la diferencia de temperaturas entre el agua y el suelo es menor de 1°C. Al iniciarse el período oficial de pruebas deberá registrarse la presión del fluido, determinada mediante el manómetro instalado en un

extremo de la sección de prueba, y simultáneamente registrarse la temperatura en dos puntos diferentes a la sección de prueba.

Se debe hacer un test de aire a la línea, el cual se dará como satisfactorio si no excede el 6% del teórico.

Para la realización de los ensayos pulsatorios de la tubería se debe ejecutar el siguiente procedimiento:

- Elevar al 50% de la presión de prueba y mantener por espacio de una hora, luego bajar la presión a cero.
- Elevar al 75% de la presión de prueba y mantener por espacio de una hora, luego bajar la presión a cero.
- Elevar al 100% de la presión de prueba y mantener por espacio de una hora, luego bajar la presión a 200 psi.
- Finalmente para la prueba de presión propiamente dicha se deberá mantener la presión durante un período mínimo de 24 horas, el cual podrá ampliarse a juicio de LA INTERVENTORIA si los resultados obtenidos así lo ameritan, esto no implicará en ningún caso reajustes o costos adicionales para El propietario del proyecto. Simultáneamente deberán tomarse lecturas de presión y temperatura cada hora. Deberán registrarse todos los datos de la prueba en el formato establecido e incluirlos en la base de datos del proyecto. Una vez que se haya completado el período de prueba y habiéndose registrado todos los datos, LA INTERVENTORIA interpretará los resultados. Todos los datos y registros relativos a la prueba pasarán a integrarse definitivamente a los archivos de El propietario del proyecto durante la vida útil de este sistema de tuberías.

PRESIONES DE LA PRUEBA HIDROSTÁTICA

La máxima y la mínima presión de prueba no podrán ser superiores al 90% ni inferior al 72% del punto de fluencia de material especificado, respectivamente.

Las bombas de presión deberán tener 2 válvulas de alivio calibradas 5% por encima de la presión máxima especificada.

Interpretación de resultados

La prueba de alta presión sostenida durante el período de tiempo establecido por LA INTERVENTORIA determinará la resistencia de la línea y permitirá la detección de cualquier posible fuga en la misma. La línea del gasoducto habrá pasado satisfactoriamente la prueba si no sobreviene una caída de presión durante el período de prueba, o si los cambios de presión que llegaren a efectuarse pueden ser correlacionados satisfactoriamente con las variaciones en la temperatura.

Desplazamiento del agua y empates

Si el gasoducto comienza a funcionar inmediatamente después de la prueba hidrostática, el agua de la prueba podrá ser desalojada por medio de raspadores empujados por compresores, previa autorización de LA INTERVENTORIA.

Deberá tenerse especial cuidado para mantener una contrapresión suficiente que evite la separación del agua durante el desplazamiento y llenado. La rapidez de la operación deberá ser controlada de manera que en ningún sitio se sobrepasen las presiones de trabajo del sistema.

El CONTRATISTA será responsable de la disposición adecuada del agua de la prueba en los sitios y formas presentados en el programa de pruebas aprobado por LA INTERVENTORIA. Una vez que el agua haya sido desalojada satisfactoriamente de la tubería, las operaciones de empates o conexiones de secciones podrá ser llevada a cabo.

Procedimiento

A continuación se presentan algunos puntos a considerar en el procedimiento general para el desplazamiento de agua y la operación de empate o conexión de cada una de las secciones de prueba:

- La brida ciega instalada sobre la válvula que se encuentra en el extremo de aguas abajo de la sección de prueba será retirada y la trampa receptora de raspadores será instalada (cabeza de prueba).
- Para el retiro del agua de prueba, se conectará tubería desde la válvula de esta trampa (cabeza de prueba) hasta el lugar autorizado para el drenaje de agua. Todas las tuberías provisionales para despresionar la línea y para desalojar el agua se asegurarán adecuadamente (por medio de estacas, sacos de arena etc.) para evitar que las líneas se muevan bruscamente y queden fuera de control.
- La balanza de peso muerto y los manómetros deberán ser calibrados con no más de 6 meses de anticipación por una entidad competente, la balanza tendrá una resolución mínimo de un (1) un psi.
- En caso de hacer el desplazamiento con aire deben abrirse las válvulas para el desecho del agua y la válvula principal en el extremo de aguas abajo de la sección de prueba. Una vez que la presión inicial haya disminuido suficientemente a causa del flujo

de agua, se debe abrir la válvula principal en el extremo de aguas arriba de la sección de prueba y poner a funcionar el compresor de aire.

- Después que el raspador de desplazamiento de agua ha llegado al múltiple receptor, otros raspadores o esferas podrán ser corridas dentro de la tubería para eliminar cualquier residuo de agua, a juicio de LA INTERVENTORIA.
- Cualquier falla debida a materiales defectuosos o mano de obra proporcionada por EL CONTRATISTA, deberá ser reparada por él mismo, sin cargo alguno para El propietario del proyecto.
- En caso de falla la línea deberá ser reparada y presionada nuevamente hasta obtener una prueba totalmente satisfactoria.
- LA INTERVENTORIA decidirá en cada caso los límites de presión y las velocidades de ascenso y descenso de la misma, lo mismo que la duración de la prueba.

Precauciones de seguridad

Durante la prueba, el área de bombeo debe ser acordonada y solo personal autorizado puede ingresar, las mangueras de llenado deben amarrarse con cadenas.

Las cabezas de prueba, deben estar probadas con anterioridad a la prueba hidrostática y deben ser instaladas conforme a los procedimientos aprobados por LA INTERVENTORIA.

Ningún tipo de trabajo se debe realizar durante todo el tiempo que la línea este siendo presurizada o se encuentre bajo presión. La presión debe ser llevada a niveles seguros antes de permitir cualquier trabajo en las líneas.

MEDIDA

La unidad de medida de la prueba hidrostática se mide generalmente por metro lineal (m).

FORMA DE PAGO

Las pruebas de presión se pagan por metro lineal de tubería probada y en su precio se deben incluir todos los costos de Inhibidores, biocidas, secuestrantes de oxígeno, limpieza interna y calibración de la tubería, llenado, presurizado y vaciado, suministro de materiales, equipos, instrumentos, mano de obra requeridos para la correcta ejecución de las pruebas, manejo de agua y obtención de permisos de vertimiento.

La prueba local previa que debe realizarse en los tramos de tubería de cruces especiales y zonas pantanosas no se paga por aparte; su costo forma parte del ítem específico al cual se refiere.

4.2.14 Topografía Final y Planos As-Built.

DESCRIPCIÓN

Esta especificación aclara los procedimientos más utilizados para el amarre a la Red Geodésica Nacional y la preparación y presentación de los planos finales en donde se indica la localización real de la obra, con base en los resultados del replanteo de todas las actividades del proyecto.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

AMARRE A LA RED GEODÉSICA NACIONAL

En caso de deficiencia en las mediciones efectuadas durante el replanteo permanente, debe realizarse un levantamiento topográfico detallado de toda la obra, el cual es por cuenta del CONTRATISTA.

El replanteo general debe amarrarse a la Red Geodésica Nacional mediante la instalación de mojones con placa metálica, localizados con precisión de segundo orden (1/15.000), a una distancia no mayor de 200 m de la línea y separadas entre sí una distancia de 15 a 20 km; cada punto debe tener dos referencias cercanas (20 a 50 m) y una señal de azimut, localizada a una distancia de 300 a 1.000 m.

Cuando durante la etapa de diseño o de construcción del derecho de vía se hayan dejado mojones de amarre, se debe verificar su localización y complementar las referencias y señal de azimut, si éstas son insuficientes.

Las labores de topografía deben ser ejecutadas por personal técnico calificado, con equipos de precisión adecuada.

El CONTRATISTA debe suministrar los equipos de topografía, estacas, mojones, pinturas, puntillas, piolas, etc., utilizando equipos y materiales de primera calidad.

PLANOS

El CONTRATISTA entrega generalmente al representante de El propietario del proyecto un juego de carteras de tránsito y nivel, una copia de los cálculos de coordenadas y los planos correspondientes (reproducibles) en planta y perfil, en escalas horizontal 1:2000 y vertical 1:500. En estos planos se debe indicar la localización de las válvulas, postes de abscisado, cruce de carreteras, cruce de ríos, quebradas y caños, espesores de tubería, tipo de revestimiento, sistema de protección catódica y obras importantes, distribución de propietarios (nombre del propietario y del predio y número del certificado de paz y salvo). Se debe presentar además un plano reducido de la línea en escala 1:50000, así como un perfil en escala 1:50000 horizontal por 1:5000 vertical.

Para los cruces subfluviales, de carreteras, válvulas y en general todas las obras especiales, el CONTRATISTA debe entregar los planos correspondientes finales *AS BUILT* donde se indiquen todos los detalles constructivos y las características mecánicas y estructurales. La escala de estos planos debe ser conveniente y debe ser definida de común acuerdo con LA INTERVENTORIA.

Se deben entregar a LA INTERVENTORIA, además de los planos, los archivos correspondientes en el formato que así lo indique.

Los planos *AS BUILT* además de ser entregados en archivo físico deberán ser entregados por EL CONTRATISTA en archivo magnético. Dicha información deberá contar con el visto bueno de LA INTERVENTORIA.

UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida es el kilómetro lineal (km) de tubería instalada.

FORMA DE PAGO: El precio unitario incluye todas las actividades, personal, equipo y materiales que se hacen indispensables para la correcta elaboración de los planos finales.

4.2.16 Cruce con Otros Ductos.

ALCANCE

Esta norma reglamenta el cruce de tubería con otros ductos existentes, ya sean líneas de transferencia de hidrocarburos, acueductos, alcantarillados u otros ductos, mayores de 6", donde no se pueda interrumpir el servicio, excluyendo las instalaciones domiciliarias donde el paso se considera línea regular.

PROCEDIMIENTO

Donde sea necesario el cruce con otros ductos, deben realizarse inicialmente excavaciones a cielo abierto (apiques) u otro tipo de exploración aprobado por El

propietario del proyecto y por la empresa propietaria del ducto a cruzar, para determinar con exactitud la profundidad a la cual se encuentra el tubo. Estos sondeos deben hacerse extremando las precauciones para evitar daños a los tubos existentes y con las recomendaciones y precauciones exigidas por el propietario de la línea.

La tubería, además de cumplir con la profundidad mínima para la línea regular, debe quedar a una distancia libre mínima de 2 diámetros (se tendrá en cuenta la tubería de mayor diámetro) por debajo del tubo existente (figura 1), o la que exija el propietario de la línea. (ver Figura 12, Cruce bajo tuberías existentes).

EL CONTRATISTA deberá informar y coordinar con suficiente antelación al inicio de los trabajos a la empresa propietaria de la línea existente, solicitar la autorización y suministrar la información sobre procedimientos, diseños y medidas de seguridad adoptadas para evitar daños a la tubería o al revestimiento.

El cruce de la línea específica, reviste especial importancia y para tal efecto El Contratista deberá considerar todas las condiciones exigidas por tal Empresa para el cruce de la línea de conducción de crudo de 36" de diámetro y para la ejecución de obras y trabajos dentro del Derecho de Vía de 30 metros.

El propietario del proyecto suministra la información sobre las especificaciones y requerimientos de la empresa propietaria del ducto para realizar obras dentro de su derecho de Vía, pero sin embargo es obligación del contratista verificarlas y establecer su impacto sobre el precio de construcción e igualmente de realizar los contactos con personal de esta Empresa oportunamente.

EL CONTRATISTA deberá obtener un Paz y Salvo de la propietaria de la línea, para que haya aceptación de la obra.

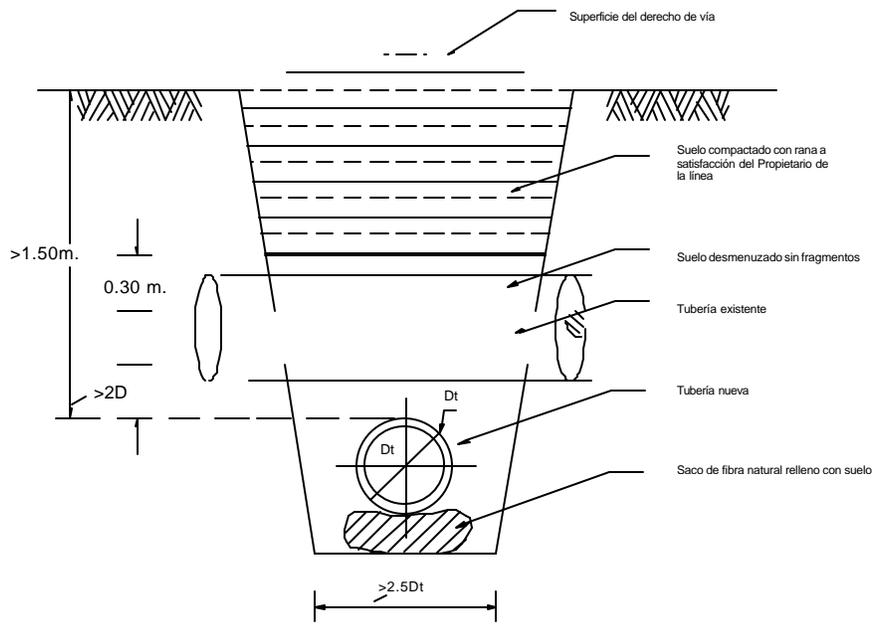
Los daños que se causen a los tubos existentes deben repararse inmediatamente y el costo es por cuenta EL CONTRATISTA.

MEDIDA Y PAGO

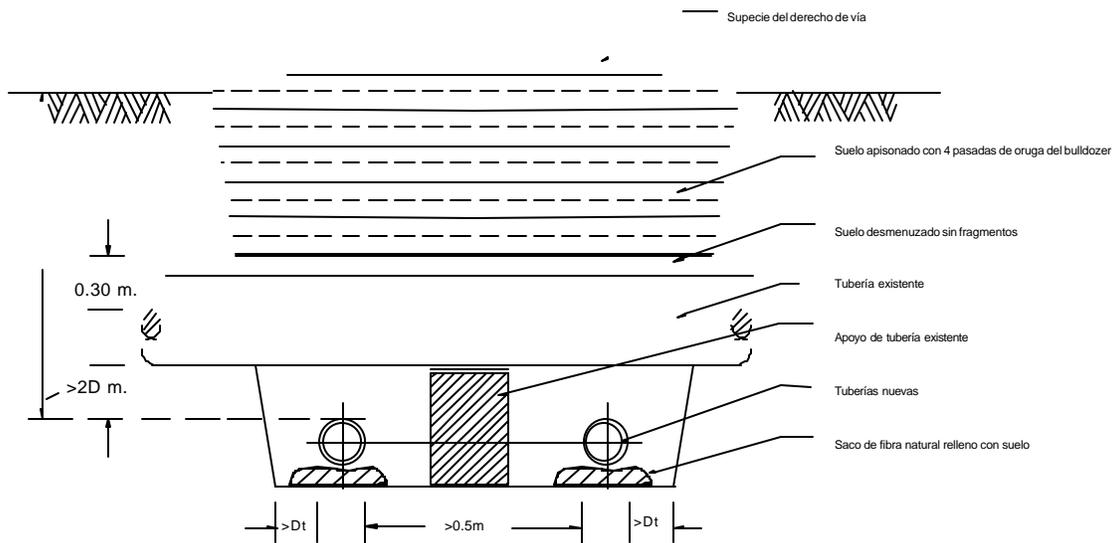
Los cruces con otros ductos se miden y pagan por unidad, teniendo en cuenta la longitud del tubo de trabajo, generalmente de 12 m; cuando se crucen varias tuberías en un sector y la longitud del paso especial requiera de más de un tubo de trabajo, se consideran para efectos de pago tantas unidades como tubos de trabajo queden involucrados en el cruce, al precio unitario establecido en el contrato.

El precio unitario debe incluir el costo de las actividades de elaboración de procedimientos, adecuación, exploración previa, señalización, manejo de tubería, excavación, soportes, alineación y soldadura, limpieza y recubrimiento y tapado de la tubería, teniendo en cuenta todos los costos correspondientes a suministro de materiales, combustibles, mano de obra, herramientas, transportes y en general cualquier costo directo e indirecto relacionado con la completa ejecución de los trabajos, como en los demás cruces especiales, estas cantidades de obra se descontarán de la longitud de la Línea Regular.

Figura 12, Cruce bajo tuberías existentes



A. UNA LINEA



B. DOS LINEAS

4.2.17 Instalación de Filtros en zonas húmedas.

ALCANCE

Esta norma reglamenta los trabajos relacionados con el suministro de materiales, mano de obra, y demás costos directos e indirectos que demande la construcción de filtros en piedra y con Geodrén (tubo circular de 100 milímetros), de acuerdo con los lineamientos establecidos en los diseños y/o en los sitios indicados por el INTERVENTOR; para el control de aguas subterráneas.

MATERIALES

Se debe utilizar geotextil drenante.

El material granular debe ser triturado, rajón o gravas, de diámetro máximo 0.10 m (4”), el cual debe estar libre de material fino y materia orgánica.

Geocompuesto con materiales sintéticos (geodrén de 4”), conformando un sistema prefabricado de drenaje.

CONSTRUCCION

Se deben construir filtros longitudinales y transversales donde sea necesario proteger el derecho de vía y la tubería de flujos de agua subterránea que puedan originar deslizamientos del terreno.

Los filtros pueden ser de los tipos presentados en las figuras 1 y 2 y se construirán donde indiquen los planos de diseño o LA INTERVENTORIA

Los filtros deben desaguar a una estructura de salida o caja de inspección desde la cual se conducirán las aguas hasta alguna corriente cercana o drenaje natural del terreno.

En el proceso constructivo de filtros con geotextil, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Excavar la zanja hasta la profundidad requerida, y desenrollar la tela sobre la zanja en una longitud de 10 a 15 m. sosteniéndola con piedras.

Colocar la primera capa de relleno de tal manera que el peso del agregado acomode la tela contra las paredes de la zanja. El resto del relleno debe colocarse en forma gradual y cuidadosa para evitar roturas del geotextil.

El traslapo longitudinal entre telas debe ser mínimo de 1 m. No se deben pegar ni coser los extremos de las fajas.

Al completar el relleno del dren se debe doblar la tela hasta envolverlo para evitar su contaminación. Los bordes de la tela deben traslaparse como mínimo 0.35 m en secciones de 1 m y 0.25 m en secciones de 0.5 m.

Se debe cubrir el dren con una capa del material del sitio.

Al terminar la jornada diaria de trabajo, el extremo de la tela debe dejarse enrollado afuera de la zanja para evitar la contaminación del relleno.

Proceso constructivo del filtro con Geodrén

Debe instalarse el Geodrén dentro de una zanja o trinchera angosta, excavada a la profundidad y con la pendiente requerida; con un ancho mínimo de 0.40 m., en forma manual. La excavación de la zanja debe garantizar el flujo libre del agua hasta el sitio de descarga. (ver figura 13. Filtros)

Colocación de la tubería uniendo cada panel de Geocompuesto, traslapar y coser antes de bajarse a la zanja, a fin de evitar la intrusión de material en las uniones de los paneles. Una vez ensamblados proceder al bajado del Geodrén.

Una vez colocado en la zanja excavada, se debe asegurar la parte superior clavando una estaca en la manija del Geodrén, para anclarlo al suelo, mientras es atracado con material,

preferiblemente grava. Paso siguiente se procede al relleno con material seleccionado (grava o arena), hasta 0.10 m. por debajo de la corona o rasante del terreno, continuando el relleno con una capa de material del sitio. Se debe realizar la compactación de los suelos granulares descritos, para obtener la acomodación de las partículas.

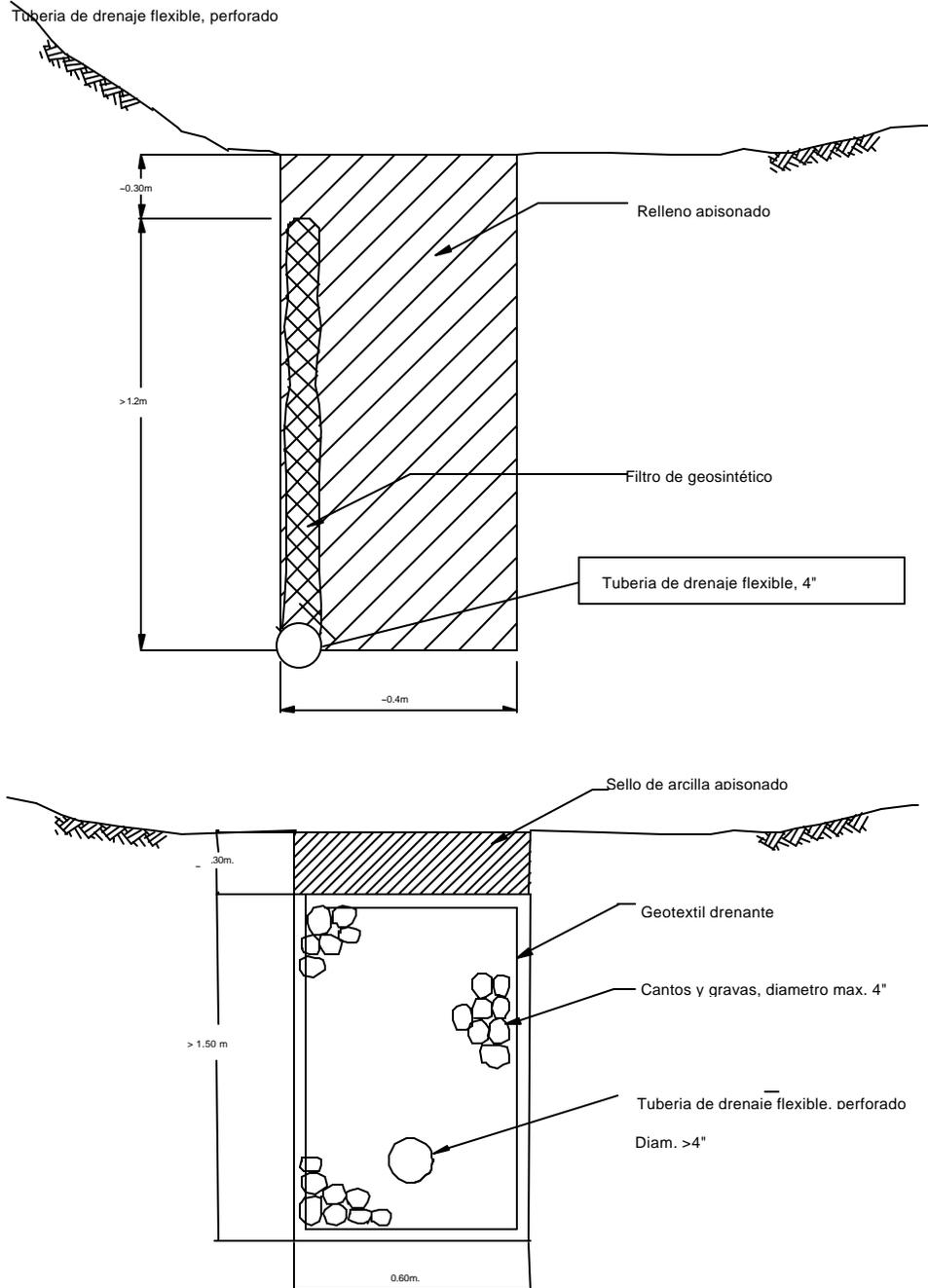
El sistema de drenaje deberá contar en la salida con una estructura de entrega que disipe la energía del agua.

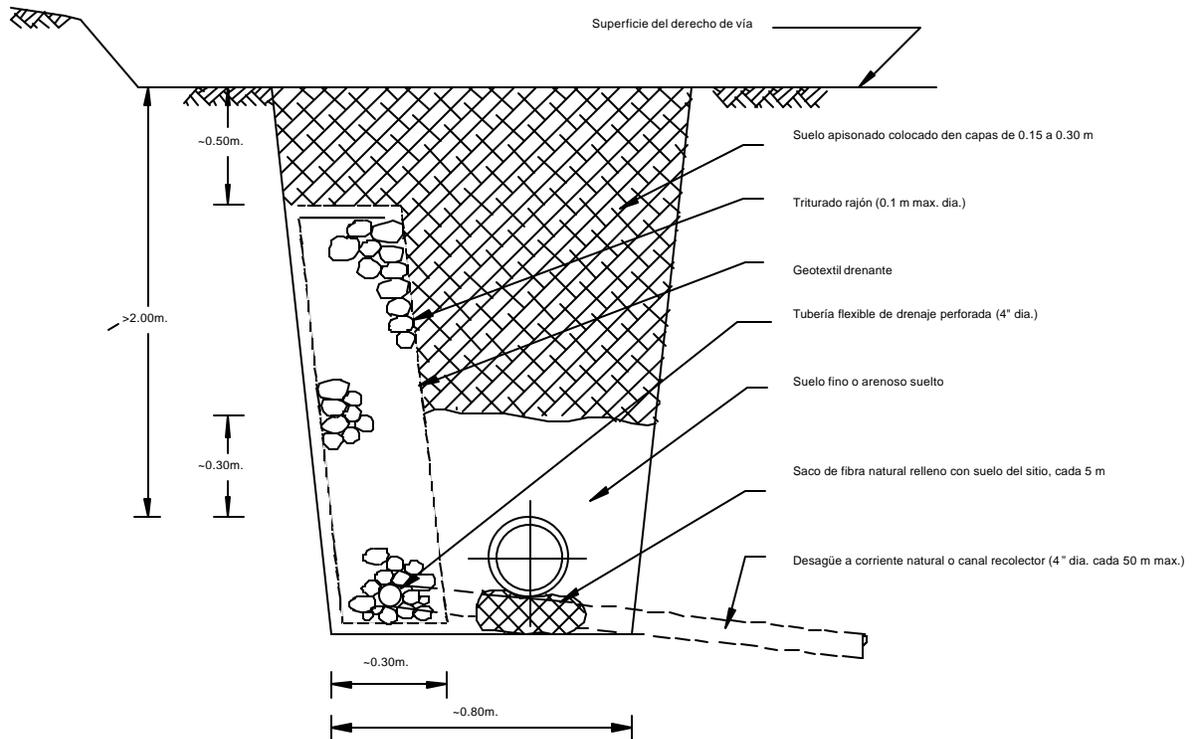
MEDIDA Y PAGO

Los filtros en piedra y en geosintéticos (Geodrén), se miden y pagan por metro lineal instalado. Las actividades de excavación deberán contemplarse dentro del análisis unitario para el ítem de Filtros.

El precio unitario debe incluir todos los costos por adecuación del sitio de emplazamiento, materiales, mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Figura 13, Filtros





4.2.18 Lastrado de Tubería.

DESCRIPCIÓN

El lastre de concreto deberá construirse en los cruces subfluviales o en las zonas pantanosas permanentes o en los sitios que indique LA INTERVENTORIA. Si el CONTRATISTA estima que es necesario lastrar en otras zonas, deberá solicitar autorización y aprobación por escrito a LA INTERVENTORIA.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Se utilizará malla electrosoldada de 5 mm cada 0.20 m en ambos sentidos y varillas de acero de 3/8 de pulgada cada 0.20 metros, concreto de 3000 psi, formaletas, materiales menores.

Se dispondrá de mezcladora, vibradores, equipo para movilización de materiales, entre otros.

Todos los materiales y la mano de obra serán suministrados por el CONTRATISTA, el cual deberá presentar para su aprobación un plan de trabajo en cada caso particular que requiera lastrado de la tubería; LA INTERVENTORIA aprobará con base en dicho plan, la instalación, así como las condiciones especiales de manejo de la tubería que juzgue necesario con el fin de evitar esfuerzos excesivos en la misma.

Las especificaciones del lastre se muestran en los planos y el espesor del lastre debe ser de 2" el cual debe contener una malla electrosoldada de 5 mm y concreto de 3000 psi. (ver Figura 14, Lastrado de tubería)

Para la ejecución de esta actividad se aplicará la especificación de concretos

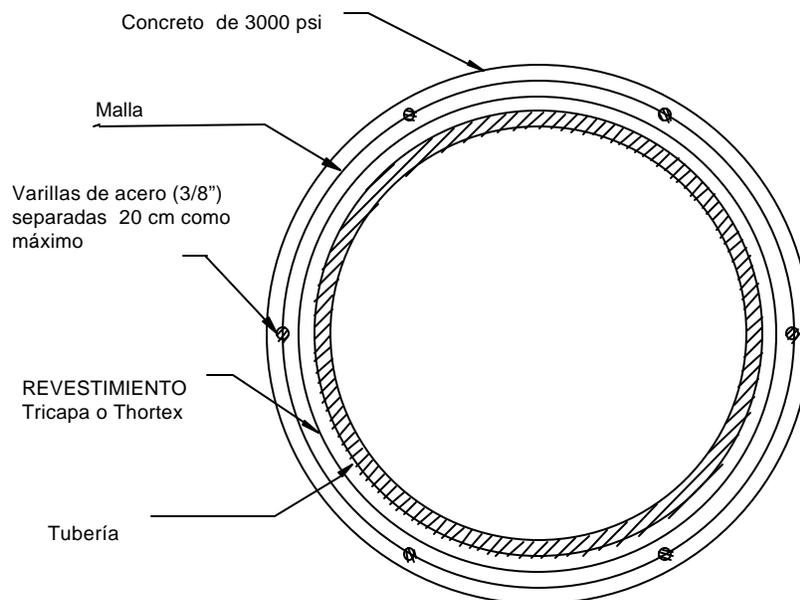
UNIDAD DE MEDIDA

La medida más utilizada es el metro lineal (m) del lastre en concreto realmente instalado y aprobado por LA INTERVENTORIA y al precio unitario pactado en el Contrato.

FORMA DE PAGO

Este precio incluye todos los costos de mano de obra, transporte, materiales, equipos y en general todos los costos derivados de las actividades necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Figura 14, Lastrado de tubería



4.2.19 Rebiselamiento

DESCRIPCIÓN

Consiste en el rebiselamiento de la tubería que por razones ajenas al CONTRATISTA resultare averiada, con los biseles defectuosos, o donde se hayan requerido cortes. Por ningún motivo se permitirá el biselado manual.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Se debe contar mínimo con los siguientes elementos y equipos: Gases (Oxígeno y Propano), discos para pulidora, gratas, Biseladora , equipo de oxicorte, etc.

Estas especificaciones y la norma API SPEC 5L “API ESPECIFICACION FOR HIGH – TEST PIPELINE”, ultima edición, particularmente el numeral 7.9, regularán todo el proceso de rebiselamiento en la instalación de tuberías.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Sólo se reconocerá al CONTRATISTA el valor del Rebiselamiento de aquella tubería que le haya señalado por escrito previamente LA INTERVENTORIA durante la entrega de los materiales. Todos los biseles y los daños que haya necesidad de reparar y/o hacer con posterioridad al recibo de la tubería serán por cuenta del CONTRATISTA.

Todos los biseles y rebiselamientos deben hacerse con biseladora y pulidora, bajo ninguna circunstancia se aceptará biselar manualmente.

UNIDAD DE MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Para efectos de pago se cancelará por unidad (un) de biseles realmente ejecutados y aprobados por LA INTERVENTORIA.

4.2.20 Alineación y Soldadura

DESCRIPCIÓN

La Alineación y soldadura de tubería se refiere a todo el proceso de unión de los tubos. La Norma API – STD 1104 “Standard For Welding Pipelines and Related Facilities”, última edición. Para soldadura de tubería en campo regulará todo el proceso, excepto cuando expresamente se indique otro procedimiento en estas especificaciones.

El tipo definitivo y diámetro de electrodos a utilizar en las pegas, se establecerá de acuerdo con el resultado obtenido en la calificación del procedimiento de soldadura, lo cual no dará lugar a modificaciones en los precios pactados.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Para la ejecución de los trabajos se dispondrá como mínimo de los siguientes elementos:

- Electrodos revestidos, Discos abrasivos, Grata circular entorchada, gases, polines, accesorios para manipulación de tubería, entre otros.

- Motosoldadores montados sobre trineos, Tiende tubos (side boom), biseladoras, grapas de alineamiento interno (opcional) y/o externo, equipo para movilización de materiales, entre otros. Los equipos deben ser adecuados, teniendo en cuenta el peso, longitud de la tubería y cuidados que se deben tener para no producir daños al revestimiento y a la tubería.

Para el alineamiento de los tubos, el CONTRATISTA podrá disponer de grapas alineadoras internas o externas para la soldadura, previamente aprobadas por LA INTERVENTORIA, conjuntamente con herramientas que faciliten la separación adecuada para la soldadura.

Cuando se utilice grapa interna en el alineamiento, esta solo podrá removerse hasta que el cordón de raíz (Fondeo) esté terminado por completo y exista un soporte adecuado en la tubería; y si se utiliza grapa externa, solo podrá removerse cuando se tenga el cincuenta por ciento (50%) de las circunferencia en el pase de raíz y se haya soportado adecuadamente la tubería. En el proceso de alineamiento no se permitirá el uso del calor; se deberá guardar el mayor cuidado para no golpear o dañar la tubería.

Calificación del procedimiento de soldadura

El CONTRATISTA someterá a aprobación de LA INTERVENTORIA, el procedimiento de soldadura para la ejecución de la obra.

EL CONTRATISTA deberá realizar los ensayos de pruebas destructivas y no destructivas a las probetas soldadas, con las cuales calificó el procedimiento de acuerdo con lo descrito en el API 1104 y 1105 última edición, mediante un laboratorio debidamente calificado para ello y suministrará todos los elementos y el personal necesario para ejecutar la totalidad del ensayo.

Si LA INTERVENTORIA lo considera conveniente, podrá exigir una o varias pruebas durante la ejecución de los trabajos, si los resultados de los trabajos de soldadura observados en campo, así lo demuestran.

Las máquinas soldadoras deberán ser calibradas y certificadas, grapas, biseladoras y demás equipos y herramientas, deberán ser aprobadas por LA INTERVENTORIA y deben ser mantenidas por el CONTRATISTA en buenas condiciones de trabajo; en caso contrario se ordenará su reemplazo. Todos los materiales consumibles y tuberías de menos de 20” de diámetro serán suministrados por el CONTRATISTA. La tubería de 20” de diámetro será suministrada por el propietario del proyecto en los centros de acopio y bodegas según el caso.

En la propuesta, se deberá describir y detallar el sistema y método que se utilizará para la soldadura de la tubería así como la lista del equipo mínimo que requerirá en cada frente de trabajo.

Si por cualquier circunstancia se hace necesario cambiar la marca de la soldadura, la nueva deberá ser aprobada por el Representante de el propietario del proyecto previas pruebas de la misma y calificación del nuevo procedimiento a costo del CONTRATISTA.

Calificación de los soldadores

Los soldadores que intervienen en los trabajos de instalación de tubería, deberán ser calificados de acuerdo con la norma API – STD – 1104, por ensayos destructivos. Para las pruebas de calificación, EL CONTRATISTA proveerá la mano de obra, los consumibles, la soldadura, que será del mismo tipo y marca que se vaya a utilizar en el transcurso de la obra, equipo de corte para la preparación de la muestra y su alistamiento, equipo de soldadura y equipo para la prueba. Las pruebas de calificación de soldadores se realizarán en un sitio o centro especializado aprobado por LA INTERVENTORIA; los costos de estas pruebas

serán a cargo del CONTRATISTA. La tubería de 20" será suministrada por el propietario del proyecto, en los centros de acopio o en las bodegas según el caso.

EL CONTRATISTA suministrará a la INTERVENTORIA, los certificados de calificación de soldadores. Solamente se aceptará que el soldador trabaje en el terreno de acuerdo con la forma en que presentó la prueba. Si la INTERVENTORIA lo considera conveniente, puede ordenar pruebas adicionales para los soldadores durante la construcción sin costo alguno para el propietario del proyecto. Si el soldador no pasa esta prueba, será retirado del trabajo. Todo soldador debe efectuar una junta completa a 45° para calificar la prueba. El soldador que realice la soldadura de derivaciones (Tie-ins) y accesorios, debe cumplir los requerimientos de la prueba múltiple del API – 1104.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

LA INTERVENTORIA, previo análisis radiográfico o sin este cuando se considere pertinente a juicio de la INTERVENTORIA, se podrá solicitar al CONTRATISTA el corte y retiro de juntas soldadas en la línea, para la realización de ensayos destructivos. Si estas soldaduras resultan defectuosas de acuerdo con la norma API – 1104, el costo de restaurar la misma y las pruebas realizadas serán por cuenta del CONTRATISTA, caso en el cual se podrá si se considera conveniente, descalificar el soldador o soldadores respectivos.

Además de los anteriores requerimientos y de los que especifique el fabricante de la soldadura aprobada, el procedimiento deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

- Toda junta de producción debe inspeccionarse visualmente en todas y cada una de las etapas de su ejecución. Las fallas detectadas durante esta inspección deben corregirse para poder proseguir con su ejecución.
- Los biseles de la tubería deben limpiarse perfectamente con equipo mecánico (discos abrasivos, gratas y limas) hasta dejar el metal libre de óxido en toda su superficie. Esta operación no podrá adelantarse a la soldadura más de CIENTO (100) metros o DIEZ (10) secciones, y permanecer la superficie del biselado expuesta más de UNA (1) hora después de haber sido limpiado, en caso contrario, se deberá limpiar nuevamente los biseles.
- El amperaje y el voltaje apropiados se mantendrán para cada tipo de varilla de tal manera que se logre una completa fusión y una penetración adecuada, sin producir excesivo espaciamiento entre los extremos colindantes de los tubos.
- No se permitirá limpieza manual en ninguno de los diferentes cordones; el primer pase se debe limpiar con disco abrasivo de espesor y clase adecuados; en los otros pases se debe limpiar con grata de espesor y clase apropiados. Cada cordón debe limpiarse de impurezas antes de aplicar el cordón siguiente.
- La soldadura no deberá hacerse cuando esta se vea sujeta a un enfriamiento demasiado rápido; las uniones soldadas no deberán sufrir movimiento bruscos antes de que se hayan enfriado suficientemente; no se deberá mover el tubo hasta que no esté completamente terminado el fondeo. En caso contrario se ordenará cortar la pega y el costo de restauración de la misma será totalmente por cuenta del CONTRATISTA.

- Las conexiones a tierra entre las máquinas soldadoras y los tubos deben ser revestidas en bronce para evitar quemaduras. Todas las quemaduras que ocurran en los tubos deberán ser removidas y/o reparadas según las instrucciones de LA INTERVENTORIA y su costo será por cuenta del CONTRATISTA.
- Los cordones de pase caliente deberán ser aplicados inmediatamente después de los cordones de fondeo y nunca deberán ir más de CINCO (5) juntas atrás. El cordón de presentación no debe ir más de VEINTE (20) juntas atrás del cordón de fondeo. Al finalizar el día de trabajo, no debe quedar ninguna soldadura sin el segundo pase de relleno. Se prohíbe soldar cuando este lloviendo, a no ser que se disponga de elementos de protección que garanticen la calidad de la soldadura; no obstante, esta situación no generará sobrecostos, ni sobretiempos al contrato.
- Diariamente no podrán dejarse juntas sin terminar con menos del 75% de soldadura.
- Los soldadores deben identificar su trabajo por medio de marcas en los tubos adyacentes a la soldadura, de manera aceptable para LA INTERVENTORIA, de modo que se pueda identificar no solo el nombre del soldador o soldadores, sino el pase que ejecutó. Estas marcas se deben ejecutar en la totalidad de soldaduras y se debe llevar un registro diario acerca de las personas que ejecutaron las mismas; este reporte será entregado diariamente al INTERVENTOR y consignado en la base del proyecto.

- Las pegas se deben numerar en forma continua en el sentido de flujo del gas, evitando los cambios y repeticiones de numeración, de manera que sea posible localizar en cualquier momento una soldadura determinada.
- Durante el proceso de soldadura se deberán proteger con bandas de neopreno en la tubería los sectores adyacentes a la junta, para evitar el deterioro del revestimiento por efecto del proceso de soldadura, los daños producidos al revestimiento serán a cargo del CONTRATISTA.
- EL CONTRATISTA reparará por su cuenta aquellas soldaduras que a juicio de LA INTERVENTORIA y con base en el análisis radiográfico estén defectuosas de acuerdo con la norma API – 1104, edición vigente. Si al radiografiar la reparación ésta se encuentra nuevamente defectuosa, se deberá reparar nuevamente; si al radiografiar la segunda reparación está se encuentra defectuosa, será necesario cortar la pega; para esto, se debe cortar un tramo de tubería de un metro (1) a cada lado de la soldadura y se debe colocar un carrete nuevo. El costo de esta reparación incluyendo la tubería empleada y las radiografías tomadas será imputado al CONTRATISTA y se descontará de las actas de pago.
- Todas las soldaduras que sea necesario efectuar en la línea después de ejecutada la prueba hidrostática, deben ser radiografiadas. Una vez aprobado un tramo de tubería por LA INTERVENTORIA; si es necesario efectuar cortes, biseles, soldaduras, radiografías, etc, en caso de ser requeridos por el CONTRATISTA, serán por su cuenta todos los costos de los trabajos solicitados; si son solicitados por LA INTERVENTORIA serán pagados por el propietario del proyecto, a los precios unitarios del Contrato.

- Para efectos de pago, solamente se consideran en cada acta los tramos continuos, ya radiografiados y cuyas reparaciones hayan sido debidamente terminadas y aprobadas por la INTERVENTORIA.
- Todas las reparaciones se deben hacer antes de ejecutar la prueba hidrostática.
- Los carretes sobrantes mayores de DOS (2) metros deberán ser utilizados en la línea.
- Cuando el CONTRATISTA decida soldar de noche, debe solicitar previa autorización por escrito de LA INTERVENTORIA, indicando claramente los equipos auxiliares (iluminación, señales, etc.), que va a utilizar. Si esto no satisface a la misma, el trabajo nocturno no se autoriza.
- Una vez soldada la tubería deberá quedar sobre polines de madera cruzados o sobre sacos rellenos con suelo desmenuzado libre de rocas o material que pueda dañar el revestimiento de la tubería, con un espaciamiento no mayor de 6 metros.
- La soldadura deberá ser protegida de la humedad en la forma que recomienden los fabricantes de la misma, tanto en los centros de almacenamiento como en los frentes de soldadura, para lo cual el CONTRATISTA deberá proveer de los equipos y facilidades para mantener su calidad. LA INTERVENTORIA diariamente verificará que los electrodos permanezcan en buen estado y podrá solicitar el cambio de los mismos, cuando no cumplan los estándares de calidad.

INSPECCIÓN RADIOGRAFICA (25% DE JUNTAS)

Consiste en la inspección por métodos no destructivos de las uniones soldadas. El método a utilizar es la inspección por rayos gamma. El porcentaje de inspección en línea regular será del 25% del total de la producción diaria, el cual se incrementará al 40% si los defectos encontrados en la producción diaria superan el 20% del número de juntas inspeccionadas. En caso que al incrementarse la radiografía al 40% se encuentren defectos por encima del 20%, la inspección se incrementará la 100% de la producción de ese día. En los Pasos Especiales la inspección será al 100% y su costo deberá estar incluido dentro del costo del Especial y su valor será descontado por el propietario del proyecto de las facturas mensuales. En todos los casos las radiografías serán tomadas por el personal de la Interventoría.

El propietario del proyecto asumirá el control radiográfico del veinticinco por ciento (25%) de las pegas soldadas en cualquier longitud en línea regular, siendo obligación del CONTRATISTA reemplazar o reparar por su cuenta las pegas que se hallen defectuosas, incluyendo el costo de las radiografías adicionales.

EL CONTRATISTA deberá disponer de personal y equipo para realizar las reparaciones necesarias el mismo día en que se ordenen. Si transcurridos TRES (3) días no se ha efectuado, se detendrá el frente regular o principal de soldadura hasta concluir el total de reparaciones ordenadas hasta el momento; tal acción no generará ningún tipo de sobre tiempo o costo adicional para El propietario del proyecto. En caso de presentarse un alto porcentaje de defectos de soldadura, ocasionado por mala calidad del trabajo de soldadura, LA INTERVENTORIA podrá restringir, a su juicio, el avance del frente de soldadura, hasta que se haya recuperado satisfactoriamente la calidad del trabajo en dicho frente.

En los frentes de pasos especiales, todas las pegas deberán ser radiografiadas (100%) y los costos se deberán incluir en los precios unitarios de la Propuesta económica.

UNIDAD DE MEDIDA

La alineación y soldadura se medirá y pagará por metro lineal (m) medida con cadena pisada sobre el terreno ya conformado, con aproximación a la unidad.

FORMA DE PAGO

El precio unitario deberá incluir todos los costos relacionados con la total terminación del presente ítem tales como materiales, equipos, herramientas, combustible, pruebas de soldadores, mano de obra necesaria para la completa ejecución de los trabajos especificados.

4.2.21 Predoblado y Doblado de Tubería

DESCRIPCIÓN

Comprende el doblado de la tubería antes de su alineación y soldadura siguiendo el perfil del terreno en el fondo de la zanja, sin generar en el tubo doblado, cortes o sobrantes de tubería innecesarios por la mala conformación de la zanja.

Las curvas se deberán hacer de acuerdo con las normas vigentes para el doblado en frío; no se permitirá el alargamiento, el arrugamiento o el adelgazamiento indebido en la pared del tubo.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Se debe disponer como mínimo de los siguientes elementos:

- Estacas, pintura, materiales menores.
- Equipo de topografía, Dobladora hidráulica de 20", Tiende tubos tipo 572 o similar

El radio mínimo de las curvas será igual a 30 veces el diámetro de 20" según el ASME B 31.8 – 841.2.3.1

La distancia mínima entre una junta y una curva circunferencial soldada no podrá ser inferior a 1.5 metros.

Los dados o zapatas de la dobladora deben estar adecuadamente cubiertos con bandas de caucho u otro material suave que evite el deterioro del revestimiento.

El Contratista debe presentar el procedimiento de doblado y la maquinaria que se va a emplear para la elaboración de las curvas, teniendo en cuenta el diámetro del tubo, material, espesor y tipo de revestimiento. Particularmente deben indicarse las condiciones a partir de las cuales debe emplearse mandril interno. El propietario del proyecto exigirá la calificación de dicho procedimiento; se deberá localizar el vértice de la misma en el sitio exacto del tubo al doblarse, a fin de lograr el empalme entre la línea ya soldada y la curva.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Toda la tubería dañada por el CONTRATISTA, o arrugada por el mal doblamiento a juicio de LA INTERVENTORIA, será a cargo del CONTRATISTA y su valor descontará de las actas de pago.

La costura longitudinal del tubo debe ser colocada en la dobladora de tal forma que quede lo más cerca posible del eje neutro de la curva.

Las soldaduras longitudinales deben quedar localizadas de tal manera que queden en los cuadrantes superiores del tubo después que haya sido bajada a la zanja. Las juntas longitudinales adyacentes deben quedar desplazadas mínimo 4”.

UNIDAD DE MEDIDA

El doblado se mide generalmente y paga por Metro Lineal de tubería instalada (m) medida con cadena pisada sobre el terreno ya conformado con aproximación a la unidad.

FORMA DE PAGO

El precio unitario deberá incluir todos los costos correspondientes, materiales, equipos, Herramienta, transportes, combustible, mano de obra necesaria para la completa ejecución de los trabajos específicos de predoblado y doblado.

4.2.22 Concretos

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción de placas, columnas, vigas, anclajes, obras de drenaje, andenes y estructuras en general, de acuerdo con los planos de ingeniería civil y mecánica de la obra, las especificaciones y las instrucciones de LA INTERVENTORIA.

EJECUCION DE LOS TRABAJOS

MATERIALES

- **Cemento.**

El cemento utilizado será Portland, de marca aprobada oficialmente. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I.

- **Agregados.**

El agregado fino deberá ser arena limpia, silicosa y lavada, de granos duros y libres de polvo, esquistos, pizarras, álcalis, ácidos, materias orgánicas y sustancias nocivas.

La gradación del agregado fino deberá estar comprendida dentro de los límites de la tabla mostrada adelante. El módulo de finura deberá estar comprendido entre 2.5 y 3.0.

El agregado grueso deberá ser material pétreo, triturado y clasificado, de elementos duros y limpios de polvo, materia orgánica y otras sustancias de carácter nocivo. No debe contener piedra, mica desintegrada o cal libre. Tampoco se aceptarán piedras planas o alargadas. El agregado grueso no deberá tener una pérdida mayor al 40% en el ensayo de abrasión.

La gradación del agregado grueso deberá estar dentro de los límites indicados en la tabla.

El tamaño máximo de los agregados gruesos no deberá ser mayor de una quinta parte de la dimensión mínima entre paramentos de la estructura construida y/o $\frac{3}{4}$ de la distancia entre varillas de refuerzo.

Tabla 3 Tamiz

TAMIZ	TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN mm				
	19	25	38	50	65
76.2 MM (3")					100
63.5 MM (2 ½)				100	90 – 100
50.8 mm (2")			100	95 – 100	--
38.1 mm (1 ½)		100	95 – 100	--	35 – 60
25.4 mm (1")	100	95 – 100	--	35 – 60	--
19.0 mm (¾")	90 – 100	--	35 – 60	--	10 – 40
12.7 mm (½)	--	25 – 60	--	10 – 30	--
9.5 mm (3/8")	20 – 55	--	10 – 30	--	0 – 15
No.4	0 - 10	0.10	0.5	0.5	0.5

El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

TAMIZ	AGREGADO FINO% QUE PASA
9.5 mm (3/8")	100
No. 4	95 - 100
No. 8	70 - 90
No. 16	45 - 80
No. 30	25 - 55
No. 50	10 - 30
No. 100	2 - 10
No. 200	0 – 5

- **Agua**

El agua que se usa para concreto, mortero y lechada así como para el curado, deberá ser limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, sales, álcalis, limo, materia orgánica y otras impurezas. Si LA INTERVENTORIA así lo requiere, el Contratista deberá presentar análisis químicos del agua que proponga utilizar.

- **Aditivos**

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura.

EQUIPO

El contratista podrá utilizar cualquier tipo de equipos apropiados para la ejecución de la estructura de concreto, incluyendo mezcladoras, equipos de transporte, equipos de colocación de la mezcla, vibradores, etc.

El equipo deberá mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto en la construcción de acuerdo con los programas de trabajo aprobados.

- **Equipo para la elaboración de agregados y la fabricación del concreto.**

Se permite el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, cuya capacidad no deberá exceder de tres metros cúbicos (3 m^3).

La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización de LA INTERVENTORIA, para estructuras pequeñas de muy baja resistencia o en casos de emergencia que requieran un reducido volumen de concreto. En tal caso, las cochadas no podrán ser mayores de un cuarto de metro cúbico (0.25 m^3).

- **Elementos de transporte**

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación de LA INTERVENTORIA. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el CONTRATISTA y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros (300 m), no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación de LA INTERVENTORIA. Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a seiscientos metros (600 m), el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

- **Vibradores**

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de seis mil (6.000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para fundiciones delgadas, donde las formaletas estén especialmente diseñadas para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de formaleta.

- **Equipos varios**

El CONTRATISTA deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

PROCEDIMIENTO

Las proporciones de los componentes de la mezcla y las gradaciones de los agregados deberán ser las del diseño previamente aprobado por LA INTERVENTORIA.

Cualquier cambio de cemento, agregados y de sus proporciones en las mezclas, requieren la autorización de LA INTERVENTORIA y el rediseño de la mezcla, si lo considera necesario.

Las cantidades de los componentes de la mezcla se medirán y controlarán por peso, con excepción del agua, que podrá medirse en volumen. Se admitirá el control del cemento por sacos de la capacidad garantizada por el fabricante.

La medida de los agregados por volumen solamente podrá ser autorizada para cantidades de obra pequeñas, bajo la responsabilidad del CONTRATISTA y sin perjuicio de la calidad de la obra terminada, en caso de efectuarse, se determinará una relación inicial de peso / volumen de agregado y se controlarán estrechamente las variaciones de esta, durante la construcción.

El tiempo de mezcla, después de que todos los componentes se encuentren en el tambor de la mezcladora, no será menor de uno y medio (1-1/2) minutos, excepto en mezcladoras en acción forzada, para las cuales LA INTERVENTORIA fijará el tiempo mínimo requerido. El concreto se mezclará en las cantidades requeridas para uso inmediato.

El CONTRATISTA deberá considerar que el concreto será dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a compresión promedio lo suficientemente elevada, que minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de resistencia a compresión especificada en los planos del proyecto. Los planos indicarán claramente la resistencia a la compresión, para la cual se ha diseñado cada parte de la estructura.

Al efectuar las cochadas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas. Se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua / cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a compresión a veintiocho (28) días. La curva se deberá basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen cochadas que den lugar a resistencias por encima y por debajo

de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por lo menos tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (28) días.

La máxima relación agua / cemento permisible (o el contenido mínimo de cemento) para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda suficientemente la resistencia de diseño del elemento, según lo indica la Tabla.

Tabla 4. Resistencia Promedio Requerida

RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESION, $f'c$ (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA A LA COMPRESION, (Kg/cm ²)
< 210 (3000 psi)	$f'c + 70$
210 – 350 ($f'c + 85$
> 350	$f'c + 100$

La aprobación que de LA INTERVENTORIA al diseño no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al CONTRATISTA de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

Preparación de la zona de los trabajos

La preparación de la excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto, incluye su limpieza y apuntalamiento. Cualquier deterioro ocurrido después de terminada la excavación, deberá ser subsanado por EL CONTRATISTA, empleando procedimientos aceptables por LA INTERVENTORIA.

Formaletas y obra falsa

Todas las formaletas en las cuales sea necesario confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece, deberán ser diseñadas por EL CONTRATISTA y aprobadas por LA INTERVENTORIA. Las formaletas deberán ser diseñadas de tal manera, que permitan la colocación y consolidación adecuada de la mezcla en su posición final y su fácil inspección; así mismo, deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero de la mezcla.

La aprobación del diseño por parte de LA INTERVENTORIA, no exime al CONTRATISTA de su responsabilidad respecto a la seguridad, calidad del trabajo y cumplimiento de todas las especificaciones.

Las formaletas, tanto de madera como metálicas, se ensamblarán firmemente y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto. Antes de iniciar la colocación del concreto, se deberán limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie se deberá cubrir con aceite u otro producto que evite la adherencia y no manche la superficie del concreto.

Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaletas y que queden embebidas en el concreto, deberán ser pernos de acero provistos de rosca, tuercas y acoples adecuados, que permitan retirar los extremos exteriores sin producir daños en las superficies del concreto. Todos los huecos resultantes del retiro de las abrazaderas, se deberán llenar con mortero de consistencia seca.

Las formaletas se podrán remover parcial o totalmente tan pronto como la mezcla haya adquirido la resistencia suficiente, comprobada mediante ensayos, para sostener su propio peso y el peso de cualquier otra carga.

Fabricación de la mezcla

Almacenamiento de los agregados

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestas de tal forma, que se evite al máximo la segregación de los agregados.

Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor a metro y medio (1.50 m.) y no por montones cónicos.

Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en seco se deberá almacenar en sitios secos y aislado del suelo, en acopios de no más de 2 metros de altura.

Si el cemento se suministra a granel se deberá almacenar en sitios aislados de la humedad.

Todo cemento que tenga más de dos meses de almacenamiento en sacos o tres en silos deberá ser examinado por LA INTERVENTORIA, para verificar si aún es susceptible de utilización.

Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación.

Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos.

Elaboración de la mezcla

Salvo indicación en contrario de LA INTERVENTORIA, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad ($1/2$) del agua requerida para la cochada; a continuación se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte ($1/3$) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla disueltos en una parte del agua de mezclado.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, EL CONTRATISTA, con la supervisión de LA INTERVENTORIA, transformará las cantidades correspondientes a la fórmula de trabajo a unidades volumétricas. LA INTERVENTORIA verificará que existen los elementos de dosificación precisos para obtener una mezcla de la calidad deseada.

Cuando se haya autorizado la ejecución manual de la mezcla, ésta se realizará sobre una superficie impermeable, en la que se distribuirá el cemento sobre la arena, y se verterá el agua sobre el mortero anhidro en forma de cráter. Preparado el mortero, se añadirá el agregado grueso, revolviendo la masa hasta que adquiera un aspecto y color uniformes.

Descarga, transporte y entrega de la mezcla

El concreto al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 1/2) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que LA

INTERVENTORIA fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

A su entrega en la obra, LA INTERVENTORIA rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado o no tenga el asentamiento dentro de los límites especificados.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por LA INTERVENTORIA, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por EL CONTRATISTA, a su costa, por un concreto satisfactorio.

Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el CONTRATISTA notificará por escrito a LA INTERVENTORIA al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras LA INTERVENTORIA no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deberán encontrarse completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método no es obligatorio.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas completamente, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige LA INTERVENTORIA.

Colocación del concreto

Esta operación se deberá efectuar en presencia de LA INTERVENTORIA, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el CONTRATISTA suministre cubiertas que, a juicio de LA INTERVENTORIA, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra las formaletas o el refuerzo.

Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

Al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna

gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

A menos que los documentos del proyecto establezcan lo contrario, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de medio metro (0.5 m). LA INTERVENTORIA podrá exigir espesores aún menores cuando lo estime conveniente, si los considera necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas.

El CONTRATISTA deberá tener la precaución de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto, por lo menos durante las primeras veinticuatro (24) horas luego de colocado el concreto.

Colocación del concreto bajo agua

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o lo autorice LA INTERVENTORIA, quien efectuará una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto tendrá una resistencia no menor de la exigida y contendrá un diez por ciento (10%) de exceso de cemento.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medios aprobados por LA INTERVENTORIA. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

Vibración

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de las formaletas, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Juntas

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique LA INTERVENTORIA. El CONTRATISTA no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en los planos o aprobadas por LA INTERVENTORIA, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las

juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

Curado

Generalidades

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el hormigón a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por LA INTERVENTORIA, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

Curado con agua

El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de fique o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados.

No se permitirá el humedecimiento periódico; éste debe ser continuo.

El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por EL CONTRATISTA, según lo requiera LA INTERVENTORIA. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la reparación del concreto, serán suministrados a expensas de EL CONTRATISTA.

Limpieza final

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, EL CONTRATISTA deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptada por LA INTERVENTORIA, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Controles

Durante la ejecución de los trabajos, LA INTERVENTORIA adelantará los siguientes controles principales:

Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el CONTRATISTA.

Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.

Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.

Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.

Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.

Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.

Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.

Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida para concretos de 3000 PSI, 2500 PSI, 2000 PSI y 1500 PSI, será el metro cúbico (m³) debidamente terminado.

FORMA DE PAGO

El precio unitario incluye la totalidad de los equipos, herramientas, materiales, transportes, mano de obra, dirección técnica, ensayos y demás elementos que se requieran para la construcción correcta y total del título e incluye además los imprevistos, administración, utilidades, etc.

4.2.24 Acero de Refuerzo

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras

permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones de LA INTERVENTORIA.

EJECUCION DE LOS TRABAJOS

MATERIALES

Barras de refuerzo

Deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: ICONTEC 161, 245 y 248; AASHTO M-31 y ASTM A-706.

Alambre y mallas de alambre

Deberán cumplir con las siguientes normas AASHTO, según corresponda: M-32, M-55, M-221 y M-225.

Pesos teóricos de las barras de refuerzo

Para efectos de pago de las barras, se considerarán los pesos unitarios que se indican en el cuadro.

Figura 5 Peso De Las Barras Por Unidad De Longitud

BARRA No.	DIAMETRO NOMINAL		PESO kg/m
	Cm	Pulgadas	
2	0.64	1/4	0.25
3	0.95	3/8	0.56
4	1.27	1/2	1.00

5	1.57	5/8	1.55
6	1.91	3/4	2.24
7	2.22	7/8	3.04
8	2.54	1	3.97
9	2.87	1 1/8	5.06
10	3.23	1 1/4	6.41
11	3.58	1 3/8	7.91
14	4.30	1 3/4	11.38
18	5.73	2 1/4	20.24

Los números de designación, son iguales al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de las barras respectivas.

EQUIPO

Se requiere equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo. Si se autoriza el empleo de soldadura, el CONTRATISTA deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

Planos y despiece

Antes de cortar el material a los tamaños indicados en los planos, EL CONTRATISTA deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los planos no los muestran, éstos deberán ser preparados por EL CONTRATISTA para la aprobación LA INTERVENTORIA, pero tal aprobación no exime a aquel de

su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, EL CONTRATISTA deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados, en los precios de su oferta.

Si EL CONTRATISTA desea reubicar una junta de construcción en cualquier parte de una estructura para la cual LA INTERVENTORIA le haya suministrado planos de refuerzo y listas de despiece, y dicha reubicación es aprobada por LA INTERVENTORIA, el CONTRATISTA deberá revisar a sus expensas, los planos y listas de despiece que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas a aprobación de LA INTERVENTORIA, cuando menos treinta (30) días antes a la fecha prevista para el corte y doblamiento del refuerzo para dicha parte de la obra. Si, por cualquier razón, el CONTRATISTA no cumple este requisito, la junta y el refuerzo correspondiente deberán ser dejados sin modificación alguna.

Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote o colada correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Doblamiento

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por LA INTERVENTORIA. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, serán los indicados en el siguiente cuadro.

Figura 6 Diametro Minimo De Doblamiento

NUMERO DE BARRA	DIAMETRO MINIMO
2 a 8	6 diámetros de barra
9 a 11	8 diámetros de barra
14 a 18	10 diámetros de barra

El diámetro mínimo de doblamiento para flejes u otros elementos similares de amarre, no será menor que cuatro (4) diámetros de la barra, para barras No.5 o menores. Las barras mayores se doblarán de acuerdo con lo que establece el cuadro anterior.

Colocación y amarre

Al ser colocado en la obra y antes de fundir el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar adversamente la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser quitado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de las formaletas deberá ser mantenida

por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado por LA INTERVENTORIA. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas por LA INTERVENTORIA. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de treinta centímetros (30 cm), en el cual se amarrarán alternadamente.

El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro equivalente de 0.0625 ó 0.00800 pulgadas (1.5875 ó 2.032 mm), o calibre equivalente. No se permitirá la soldadura de las intersecciones de las barras de refuerzo.

Las barras deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre barras paralelas colocadas en una fila, no sea menor que el diámetro nominal de la barra, ni menor de veinticinco milímetros (25 mm), ni menor de una y un tercio ($1\frac{1}{3}$) veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Cuando se coloquen dos (2) o más filas de barras, las de las filas superiores deberán colocarse directamente encima de las de la fila inferior y la separación libre entre filas no deberá ser menor de veinticinco milímetros (25 mm).

Estos requisitos se deberán cumplir también en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras. Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en la norma NSR-98.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para uso en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

LA INTERVENTORIA deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el CONTRATISTA inicie la colocación del concreto.

Traslapos y uniones

Los traslapos de las barras de refuerzo deberán cumplir los requisitos de la NRS-98 y se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique LA INTERVENTORIA, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El CONTRATISTA podrá introducir traslapos y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por LA INTERVENTORIA, los traslapos y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por el CONTRATISTA.

En los traslapos, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, con relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar entre sí suficientemente, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslapo de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

Sustituciones

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización de LA INTERVENTORIA. En tal caso, el acero sustituyente deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño.

Mano de Obra

La mano de obra no calificada deberá contratarse con las juntas veredales vecinas al área de ejecución del proyecto

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Controles

Durante la ejecución de los trabajos, LA INTERVENTORIA adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el CONTRATISTA.
- Solicitar al CONTRATISTA copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a muestras representativas de cada suministro de barras de acero.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que el corte, doblado y colocación del refuerzo se efectúe de acuerdo con los planos de esta especificación y sus instrucciones.

- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

Calidad del producto terminado

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

a. Desviación en el espesor de recubrimiento:

Con recubrimiento menor o igual a cinco centímetros (≤ 5 cm)	0.5 cm
Con recubrimiento superior a cinco centímetros (> 5 cm)	1.0 cm

b. Desviación en los espaciamientos prescritos:

Se deberá cumplir lo indicado.

c. Área

No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el CONTRATISTA, a su costa, de acuerdo con procedimientos aceptados por LA INTERVENTORIA y a plena satisfacción de éste.

UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida podrá ser el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto, realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por LA INTERVENTORIA, incluyendo el usado en los traslajos.

La medida no incluye el peso de soportes separados, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos, que sean autorizados por LA INTERVENTORIA para conveniencia del CONTRATISTA.

Tampoco se medirá el acero específicamente estipulado para pago en otros renglones del contrato.

Si se sustituyen barras a solicitud del CONTRATISTA y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará en el peso computado para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando los pesos unitarios indicados en el cuadro.

La medida para malla de alambre será el producto del área en metros cuadrados de la malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra, por su peso real en kilogramos por metro cuadrado.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por LA INTERVENTORIA.

FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por LA INTERVENTORIA.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por toda mano de obra, materiales, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones de LA INTERVENTORIA.

El precio unitario deberá incluir, también, todos los costos por concepto de elaboración de listas de despiece y diagramas de doblado, por suministro e instalación de abrazaderas, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el refuerzo en su sitio; y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados cuando ellos no hayan sido suministrados.

No habrá lugar a pago separado por el acero de refuerzo para concreto, colocado con el propósito de reemplazar estructuras de concreto que se deterioren o queden defectuosas, o en el concreto que el CONTRATISTA haya utilizado por su conveniencia con o sin autorización de LA INTERVENTORIA. Tampoco se pagará por separado el acero cuyo pago se haya estipulado en otros renglones del contrato, ni por los trabajos de soldadura que se autoricen para uniones soldadas en reemplazo de uniones traslapadas.

4.2.25 Cerramiento en Malla Eslabonada

DESCRIPCIÓN

Estas especificaciones comprenden las actividades necesarias para la construcción de los cerramientos exteriores que se levantarán en el perímetro de los predios utilizados para trampas de raspadores y válvulas de Seccionamiento de acuerdo a lo contemplado en los planos de construcción o indicaciones de LA INTERVENTORIA. La actividad comprende localización y replanteo, excavaciones, rellenos, acero, pintura, cimiento corrido en concreto ciclópeo de 0.20 x 0.20 metros, viga cimiento de 0.20 x 0.20 metros con acero de refuerzo, un medio muro en bloque de cemento de 0.15 x 0.20 x 0.40 de fachada chaflán, alambre de puas en la parte superior y una malla metálica eslabonada instalada perimetralmente, de conformidad con los diseños, dimensiones, materiales y detalles indicados en los planos de construcción suministrados por El propietario del proyecto.

El CONTRATISTA deberá construir los cerramientos perimetrales exteriores conservando los niveles del terreno natural.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Cimiento

Previo a la construcción de la viga en concreto reforzado, EL CONTRATISTA fundirá, como mejoramiento del suelo de soporte, un cimiento en concreto ciclópeo de las especificaciones y dimensiones señaladas en los planos de construcción.

Los cimientos a construirse para el cerramiento exterior serán en concreto reforzado conformados por una viga continua, cuyas dimensiones, tipo de refuerzo y secciones

se indican en los planos de construcción; la resistencia mínima de la mezcla será de 3000 PSI, a menos que en los planos del proyecto se indique una mezcla diferente.

La viga cimiento se construirá con formaleta plana y su refuerzo serán: Cuatro varillas de 1/4 pulgada $F_c = 60000$ psi y estribos de 3/8 de pulgada distanciados entre sí 0.20 metros.

Muro en Bloque de cemento.

En el perímetro del cerramiento exterior señalado en los planos, el CONTRATISTA construirá desde el nivel del cimiento y hasta la altura indicada en los planos de construcción, levantes de muro en bloque de cemento de 15x20x40 centímetros en las dimensiones, separación y áreas indicadas en dichos planos.

El mortero de pega se mezclará en proporción 1:3 adicionado con cal y las juntas entre bloques adyacentes se estriarán, conformando ranuras horizontales y verticales perfectamente uniformes.

EL CONTRATISTA deberá velar porque las unidades de bloque suministrados sean de buena calidad, textura y tamaños uniformes, éstos deberán ser colocados en las áreas donde lo indiquen los planos de construcción.

EL CONTRATISTA deberá cerciorarse de que estas unidades de mampostería a adquirir estén libres de terrones, rayones, hendiduras o cualquier otro defecto que afecte la resistencia, el aspecto y durabilidad de los muros, no deberán humedecerse los bloques antes de asentarse, por el contrario deberán protegerse contra la humedad. No se permitirá el uso en las obras de unidades de mampostería

que presenten grietas, deterioro o de una referencia diferente a la indicada en estas especificaciones.

Malla Eslabonada y Accesorios

Se incluye en este ítem las actividades necesarias para el suministro, transporte e instalación de las mallas metálicas eslabonadas a utilizarse en los cerramientos exteriores de las casetas de válvulas y trampas de raspadores, de conformidad con los diseños, dimensiones, materiales y detalles indicados en los planos de construcción.

Se incluye también la construcción de puertas necesarias para el acceso peatonal y vehicular.

EL CONTRATISTA suministrará e instalará mallas metálicas eslabonadas, de alambre galvanizado calibre No. 9 y con huecos de 2"x2". Los elementos de soporte de la malla serán tubos galvanizados de 2", los diagonales o arriostramientos serán en tubería galvanizada en $\phi 1\frac{1}{2}$ de diámetro, según los detalles indicados en los planos de construcción.

En la parte superior de la malla se colocarán 3 cuerdas de alambre de púas calibre 14, con púas de 4 puntas, con el espaciamiento indicado en el diseño y rígidamente templadas.

La boca de los extremos superiores de los tubos de soporte deberá llevar tapones metálicos galvanizados para evitar la entrada de agua lluvia. Todos los materiales a usar serán nuevos y de la mejor calidad.

La tubería galvanizada que sirve de soporte a la malla deberá ser anclada a la mampostería en su parte inferior, mediante la fundida de una columneta en concreto simple de 2500 psi. EL CONTRATISTA deberá ubicar los elementos diagonales en los sitios adecuados con el fin de garantizar la estabilidad de los parales y todo el cerramiento, previa aprobación de LA INTERVENTORIA.

Los elementos metálicos que hacen parte del cerramiento en malla se pintarán siguiendo las siguientes instrucciones: Se preparará la superficie para eliminar el óxido suelto y cualquier otra suciedad, posteriormente se aplicará una capa de pintura anticorrosiva con espesor 2.0 mils, fenólica Ref.: 504 de PINTUCO o su equivalente, cuya aplicación se hará siguiendo las recomendaciones dadas por el fabricante.

Posteriormente se aplicará la capa de acabado en esmalte sintético brillante para exteriores del color estipulado en los planos o indicado por LA INTERVENTORIA, con un espesor de 2.5 mils, teniendo en cuenta la dilución, el secamiento entre manos y el número de pasadas recomendadas por el fabricante.

EL CONTRATISTA deberá aplicar sobre todos los elementos galvanizados una base adherente (tipo Wash Primer), para protegerlos de la corrosión.

UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida será el Metro Lineal (m) de encerramiento en malla eslabonada, debidamente terminada y aprobado por LA INTERVENTORIA.

FORMA DE PAGO

El precio unitario incluye el suministro de la totalidad de los materiales, mano de obra, equipos, herramientas, transportes, adecuaciones previas del terreno, movimiento de tierras, excavaciones, rellenos, disposición de residuos, manejo de aguas durante la construcción, indemnizaciones por daños causados a terceros, dirección técnica y todos los demás elementos que se requieran para la construcción correcta y total del ítem.

Para efectos de pago, el andén y cuneta no se incluyen en este ítem. La cimentación, incluido su refuerzo y el concreto ciclópeo, la mampostería, la malla, los tubos y sus anclajes, el alambre de púas, la puerta de acceso y la pintura exterior deben ser considerados en este ítem.

4.2.26 Entrega Final

Es la entrega formal de la infraestructura construída la cual se entrega con un Dossier con toda la información pertinente en todas las actividades. Los planos As Built de toda la instalación, las certificaciones de calidad de todos los materiales incorporados a la obra, los certificados de los ensayos destructivos y no destructivos aplicados en el aseguramiento de la calidad a todos los procesos de construcción, la relación de las “no conformidades” expedidas a lo largo de la ejecución de las obras con sus respectivas certificaciones de levantamiento, paz y salvo de proveedores, paz y salvo de propietarios de predios por donde se construyo el gasoducto, paz y salvo de los trabajadores.

5 ANÁLISIS DE COSTOS

A nivel de modelo, se plantean diferentes aspectos que intervienen en la elaboración del presupuesto de la obra y los cuales inciden notoriamente en el valor total del unitario. Las condiciones geográficas de la obra y su localización inciden en alto porcentaje en la valoración del precio de insumos, materiales, equipo y mano de obra

El modelo de evaluación que se presenta a continuación (ver tabla 7. Condiciones de dificultad) plantea determinados aspectos los cuales se encuentran valorados con un porcentaje y la suma de todos ellos representa el factor planteado a aplicar en las bases de datos del presupuesto establecidas para Transporte y Equipos. Estos factores son: Accesibilidad, Topografía, Orden Público, Transporte y Disponibilidad de Insumos.

Previamente a la elaboración de los análisis de precios unitarios de cada uno de los capítulos del presupuesto se debe reconocer claramente la características de la zona que será intervenida. Con este conocimiento el diseñador clasificará la obra dentro del la matriz y el resultado final en porcentaje será el factor de dificultada de la obra. Dicho factor incrementará proporcionalmente los equipos y el transporte permitiendo establecer precios objetivos y reales.

Tabla 7 Condiciones de dificultad

ID	ACCESIBILIDAD	PESO %	% TOTAL
1	Sin vías de penetración automotor	15,00%	30%
2	Vías de penetración sin pavimento con alta dificultad de movilización, apta solo para camperos o caminetas de doble tracción	10,00%	
3	Vías de penetración sin pavimento con accesibilidad de trafico pesado	7,50%	
4	Vías de penetración pavimentadas con acccecibilidad de trafico pesado	0,00%	
TOPOGRAFIA			
1	Topografía agreste y solo accesible con transporte mular	7,50%	15%
2	Topografía quebrada de altas pendientes	5,00%	
3	Topografía media de bajas pendientes	3,75%	
4	Topografía plana	0,00%	
ORDEN PUBLICO.			
1	Alta presencia de paramilitarismo y subersión	5,00%	10%
2	Presencia eventual de paramilitarismo y subersión y presencia de fuerza pública	3,33%	
3	Areas con baja presencia de paramilitarismo y subersión	0,00%	
TRANSPORTE			
1	Medios de transporte restringidos entre capitales y cabeceras municipales	12,50%	25%
2	Disponibilidad de dedios de transporte diarios entre cabeceras municipales /capitales	8,33%	
3	Disponibilidad permanente de medios masivos de transporte urbano y sub urbano	0,00%	
DISPONIBILIDAD DE INSUMOS			
1	Solo disponible en cabeceras municipales a más de 80 kms de distancia	10,00%	20%
2	Solo disponible en cabeceras municipales entre 80 y 50 kms de distancia	6,67%	
3	Solo disponible en cabeceras municipales entre 50 y 25 kms de distancia	5,00%	
4	Disponibile en cabeceras municipales a menos de 25 kms de distancia	0,00%	
TOTAL			100%

6 CONCLUSIONES

- ✓ Los factores más importantes que influyen en el diseño de un sistema de transporte de Gas Natural Son: Propiedades del gás, Condiciones de diseño, puntos de recibo y entrega de gas, códigos y estándares, Ruteo, topografía y acceso, impacto ambiental, economía, impacto hidrológico, impacto sísmico y selección de materiales.
- ✓ Los códigos y estándares publican los requisitos básicos o mínimos para cada industria. En ellos se definen materiales de construcción, métodos de fabricación, requisitos de inspección y prueba, tolerancias y dimensiones.
- ✓ La evaluación ambiental de la ruta del trazado de un gasoducto es parte integral del diseño y construcción, por lo que se exige asegurar una planeación efectiva y estratégica
- ✓ El Derecho de Vía de un proyecto debe ser evaluado teniendo en cuenta la vegetación y propietarios de predios.
- ✓ La valoración de daños y constitución de servidumbres es una actividad esencial en el desarrollo de un proyecto de construcción, la cual se debe realizar con suficiente anticipación, con el objeto de evitar conflictos con los propietarios de predios y puede repercutir en sobre costos al propietario y posteriores reclamaciones e indemnizaciones.
- ✓ A partir de la ecuación de flujo para los fluidos compresibles por tuberías se determina como afecta el dimensionamiento del sistema.
- ✓ El desarrollo de una infraestructura de transporte de Gas Natural requiere de altas inversiones, un cuidadoso diseño y estricto cumplimiento de las normas de seguridad.
- ✓ La acertada aplicación de las políticas ambientales garantizaran el mínimo riesgo en la operación y mínimo impacto ambiental sobre las diferentes áreas de influencia del proyecto.

- ✓ El propietario del proyecto debe ser consciente que un proyecto de esta magnitud, requiere ser diseñado y construido con una prolífica de conservación efectiva y concebido para ser duradero.
- ✓ Los sistemas de integridad y protección de las tuberías, serán diseñados objetivamente con el objeto de no comprometer el gasoducto durante su fase operativa. (Sistemas de medición, protección catódica etc.)
- ✓ Con anterioridad al desarrollo de las distintas etapas que componen un proyecto de construcción y operación de un gasoducto, se debe realizar una serie de estudios ambientales que parten del conocimiento de las áreas a ser afectadas y sus características desde los puntos de vista físico, biótico y socio-económico. Tales estudios deben considerar y determinar los procedimientos más convenientes para la realización de los trabajos que implican los distintos pasos en el avance del proyecto.
- ✓ La tarea de llevar adelante una obra como la del gasoducto, no es una empresa fácil, ya que se deben tener en cuenta un sin número de detalles, que van desde lo constructivo (ingeniería de proyecto), la preservación del Medio Ambiente (estudios de impactos), a lo reglamentario (aplicación de las Leyes Nacionales y Normativas Departamentales).
- ✓ Las condiciones geográficas de la obra y su localización inciden en alto porcentaje en la valoración del precio de insumos, materiales, equipo y mano de obra

7 BIBLIOGRAFIA.

GAS TRANSMISSION AND DISTRIBUTION PIPING SYSTEMS, ASME B318 1995
The American Society of Mechanical Engineers.

UNDERGROUND CONSTRUCTION, Edición Agosto 2003, Aggressive attitude,
Dedication pay off for prime time, Pag 28.

Revista Pipeline & Gas Journal, Edición mayo 2002.

MAYA MOLINA, Federico. Diplomado en Gerencia y Economía del Gas.
AMOROCHO CORTÉS, Enrique y OLIVEROS VILLAMIZAR, Germán. 1999,
Apuntes sobre Energía.

GREG, Resoluciones Comisión de Regulación de Energía y Gas.

RUT, Reglamento Único de Transporte.

W.Griem & S.Griem-Klee (1999), Universidad de Atacama, Apuntes de Geología.

WEB, ADMINISTRACION NACIONAL DE COMBUSTIBLES ALCOHOL Y
PORTLAND, Consideraciones ambientales en gasoductos del Uruguay.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Tesis y otros trabajos de
grado. Bogotá: ICONTEC, 2002 Norma Técnica Colombiana NTC1486.

Ecopetrol. Ocesa, BP, Oxicol, consultas personalizadas.

UIS, Documentación, material y ayudas, Especialización Ingeniería de Gas, Modulo
Diseño y Construcción de Gasoductos.

UNAB, Documentación, material y ayudas, Especialización en Gerencia de
Recursos Energéticos, Modulo II, Reconocimiento de los recursos energéticos no
renovables.

EMPRESA COLOMBIANA DE GAS, Ecogás.