

2005



FES Aragón

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA
INSTALACIÓN DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA
DENSIDAD (FLEXODUCTO) PARA FIBRA ÓPTICA DE
TELEFONÍA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A:
E M M A N U E L I S A Y C R U Z P E R E Z

ASESOR: ING. JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ TORRES

SAN JUAN DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO

2005

m. 344391



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a divulgar en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE EMMANUEL ISAY
CRUZ PÉREZ

FECHA: 25 DE ABRIL DE 2005

FIRMA: Crúz Pérez E.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA ACADÉMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. MARTÍN ORTIZ LEÓN
Jefe de la Carrera de Ingeniería Civil,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 12 de abril del año en curso, por la que se comunica que el alumno EMMANUEL ISAY CRUZ PEREZ, de la carrera de Ingeniero Civil, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA INSTALACIÓN DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (FLEXODUCTO) PARA FIBRA ÓPTICA DE TELEFONÍA", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 12 de abril de 2005
EL SECRETARIO

Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesis.
C p Interesado.

AIR/v

A MIS PADRES:

Todo lo que soy... es gracias a ustedes, con todo mi amor y respeto les brindo mi tesis que simboliza años de trabajo y sacrificio, en los cuales siempre estuvieron conmigo con su guía y apoyo incondicional, siempre juntos, los amo.

A MIS HERMANOS:

A Liz y Josué mis queridos y adorados hermanos, gracias por darme las dos más enormes alegrías de mi vida: Fernanda e Ingrid, los amo.

INDICE

	CONTENIDO	PAGINA
	OBJETIVO	1
1.	ANTECEDENTES Y ESTUDIOS	1
1.1.	PERFIL DE ZANJAS Y CLASIFICACIÓN DE DUREZAS DE TERRENOS EN CONSTRUCCIÓN DE ENLACES DE FIBRA ÓPTICA.	2
1.1.1.	CLASIFICACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE SUELOS	2
1.1.1.1.	SUELO TIPO "A"	2
1.1.1.2.	SUELO TIPO "B"	3
1.1.1.3.	MATERIAL TIPO "C-1"	4
1.1.1.4.	MATERIAL TIPO "C-2"	5
1.1.2.	PRUEBAS PARA DETERMINAR TIPOS DE SUELOS Y TERRENOS	7
1.1.2.1.	PRUEBA DE ABRASIÓN (ESCALA DE MOHS) PARA DETERMINAR MATERIALES TIPO C-1 Y C-2	7
1.1.2.2.	PRUEBAS DE CAMPO	8
1.1.2.3.	CALAS DE CONTROL	12
1.1.3.	ELABORACIÓN DEL PERFIL DE ZANJA PARA CANALIZACIÓN	13
1.1.3.1.	PROCEDIMIENTO DE LLENADO DEL FORMATO DEL PERFIL DE ZANJA	13
1.2.	CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES A UNA DETERMINADA PROFUNDIDAD DEBIDO A CARGAS EN LA SUPERFICIE	15
1.2.1.	ESFUERZOS POR UNA CARGA VERTICAL CONCENTRADA	15
1.2.2.	ESFUERZOS BAJO UNA SUPERFICIE RECTANGULAR UNIFORMEMENTE CARGADA	16
1.3.	CALCULO DE ESFUERZOS SOBRE LA SUPERFICIE DEL FLEXODUCTO DIRECTAMENTE ENTERRADO A DIFERENTES PROFUNDIDADES	18
1.3.1.	CALCULO DE ESFUERZO TOTAL DEBIDO A UNA CARGA VIVA POR PASO VEHICULAR MÁS LA CARGA MUERTA DEBIDA AL MATERIAL DE RELLENO, A UNA PROFUNDIDAD DE 0.80 M.	18
1.3.2.	CALCULO DE ESFUERZO TOTAL DEBIDO A UNA CARGA VIVA POR PASO VEHICULAR MÁS LA CARGA MUERTA DEBIDA AL MATERIAL DE RELLENO, A UNA PROFUNDIDAD DE 1.20 M.	19
1.3.3.	CALCULO DE ESFUERZO TOTAL DEBIDO A UNA CARGA VIVA POR PASO VEHICULAR MÁS LA CARGA MUERTA DEBIDA AL MATERIAL DE RELLENO, A UNA PROFUNDIDAD DE 1.50 M.	20
2.	PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA INSTALACION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (FLEXODUCTO)	22
2.1.	DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (FLEXODUCTO)	23
2.1.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES	23
2.2.	MAQUINARIA Y EQUIPO A UTILIZAR	25
2.2.1.	MAQUINARIA REQUERIDA PARA LA INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO	25
2.2.2.	EQUIPO	27

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
2.3. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO DENTRO DEL DERECHO DE VÍA DE LAS CARRETERAS	28
2.3.1. PUNTOS A CONSIDERAR ANTES DE LA INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO	28
2.3.2. NORMAS DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	29
2.4. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO	32
2.4.1. PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO	32
2.4.2. INSTALACIÓN DE LOS POSTES DE SEÑALIZACIÓN	36
2.5. TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	37
2.5.1. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO DIRECTAMENTE ENTERRADO	37
2.5.2. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO A CEPA ABIERTA	40
2.6. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO EN CUNETAS DE LA CARRETERA	42
2.6.1. PROCESO CONSTRUCTIVO CON MAQUINARIA PESADA	42
2.6.1.1. EN CUNETAS CON REVESTIMIENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	42
2.6.1.2. EN CUNETAS CON REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERÍA	46
2.6.1.3. EN CUNETAS SIN REVESTIMIENTO	48
2.6.2. PROCESO CONSTRUCTIVO CON MAQUINARIA MENOR	50
2.6.3. INSTALACIÓN DEL SUBDREN EN CUNETA	52
2.6.3.1. ZANJA REALIZADA CON MAQUINA CORTADORA DE DISCO	52
2.6.3.2. ZANJA REALIZADA A MANO	54
2.7. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO EN ZONA DE MANGLARES	56
2.7.1. PROCESO CONSTRUCTIVO	57
2.7.1.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO	57
2.7.1.2. BRECHA A MANO	61
2.7.1.3. EXCAVACIÓN DE CEPA A MANO	61
2.7.1.4. COLOCACIÓN A MANO DEL FLEXODUCTO EN CEPA ABIERTA	63
2.7.1.5. RELLENO E INSTALACIÓN DE LA CINTA DE ADVERTENCIA	64
2.7.2. INSTALACIÓN DE POZOS EN ZONA DE MANGLE	65
2.8. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO EN TERRENOS CON ROCA	71
2.9. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO EN EL CRUZAMIENTO DE CARRETERAS	71
2.9.1. CRUZAMIENTO DE CARRETERA POR ALCANTARILLAS O PUENTES	71
2.9.2. CRUZAMIENTO DE CARRETERA POR TUNELEO O HINCADO	73

INDICE

	CONTENIDO	PAGINA
2.10.	OTROS CASOS PARTICULARES DE INSTALACIÓN	74
2.10.1.	CRUCES DE GASOLINERAS	74
2.10.2.	CRUCES CON DESAGÜES DE ALCANTARILLAS Y ARROYOS	77
2.10.3.	ESTACIONAMIENTOS DE VEHÍCULOS Y PASOS	77
2.11.	OBRAS DE DRENAJE PARA PROTECCIÓN DEL FLEXODUCTO CONTRA EROSIONES	78
2.11.1.	MUROS DE CONTENCIÓN	79
2.11.2.	SUBDRENES	79
2.11.3.	LAVADEROS	80
2.11.4.	FILTROS	80
2.11.5.	BAJADAS	80
2.11.6.	CUNETAS	81
2.11.7.	BORDOS	81
2.11.8.	VEGETACIÓN	82
2.11.9.	COMPACTACIÓN	82
2.12.	INSTALACIÓN DE POZOS CÓNICOS PREFABRICADOS	84
2.13.	INSTALACIÓN DEL COPLE METÁLICO Y LA MANGA TERMO CONTRÁCTIL	84
2.13.1.	INSTALACIÓN DEL COPLE METÁLICO	86
2.13.2.	INSTALACIÓN DE LA MANGA TERMO CONTRÁCTIL	87
2.13.3.	TAPONES EXPANDIBLES PARA SELLAR FLEXODUCTOS	88
2.14.	SEÑALIZACIÓN EXTERNA E INTERNA	88
2.14.1.	DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN DE UBICACIÓN Y TRAYECTORIA	88
2.14.1.1.	SEÑALIZACIÓN PERMANENTE	89
2.14.1.2.	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL	89
2.14.2.	POSTES CON PLACAS DE SEÑALIZACIÓN	89
2.14.2.1.	POSTES	91
2.14.2.2.	PLACAS DE SEÑALIZACIÓN DE POZO DE EMPALME	91
2.14.2.3.	PLACAS DE CAMBIO DE TRAYECTORIA	92
2.14.3.	CARACTERÍSTICAS DE LOS POSTES, PLACAS Y BASE	93
2.14.3.1.	INSTALACIÓN DE LOS POSTES	93
2.14.3.2.	UBICACIÓN DE LOS POSTES	94

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
2.14.4. CINTA DE ADVERTENCIA	97
2.14.4.1. CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DE LA CINTA DE ADVERTENCIA	97
2.14.4.2. COLOCACIÓN DE LA CINTA DE ADVERTENCIA ARRIBA DEL FLEXODUCTO	97
2.14.5. BANDEROLAS DE SEÑALAMIENTO	99
2.14.6. INSTALACIÓN DE ETIQUETAS DE IDENTIFICACIÓN	99
2.14.6.1. PLACAS PARA IDENTIFICACIÓN DEL FLEXODUCTO CON CABLES DE FIBRA ÓPTICA EN POZOS	100
2.14.6.2. PLACAS PARA IDENTIFICACIÓN DEL FLEXODUCTO CON CABLES DE FIBRA ÓPTICA	101
2.15. RECEPCIÓN DE OBRA	101
2.15.1. PRUEBA DE VÍA DEL FLEXODUCTO	101
2.15.2. VERIFICACIÓN DE PROFUNDIDAD DEL FLEXODUCTO	103
3. ENLACE FRONTERA, TABASCO - CD. DEL CARMEN, CAMPECHE	105
3.1. INTRODUCCIÓN	106
3.2. PROBLEMÁTICA	107
3.2.1. ZONAS SATURADAS Y PANTANOSAS	107
3.2.2. PROPIEDAD PRIVADA	109
3.3. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL FLEXODUCTO	110
3.3.1. DESMONTE Y NIVELACIÓN	110
3.3.2. EXCAVACIÓN DE ZANJA	111
3.3.3. MOVIMIENTO DEL FLEXODUCTO	113
3.3.4. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO	114
3.3.4.1. EN ZONAS SATURADAS Y PANTANOSAS	114
3.3.4.2. ADOSAMIENTO DEL FLEXODUCTO EN PUENTES	114
3.3.5. RELLENO Y CONFORMADO DEL FLEXODUCTO	120
3.4. RECEPCIÓN DE OBRA	120
CONCLUSIONES	122
BIBLIOGRAFIA	123

OBJETIVO

La presente tesis tiene como finalidad, definir los principales procesos constructivos para las condiciones detectadas en la exploración y muestreo en lo relativo a diferentes tipos de suelo y a cruces especiales de infraestructura existente, en la instalación del ducto de polietileno de alta densidad (flexoducto) para fibra óptica de telefonía, dentro de zonas urbanas y rurales, involucrando la investigación, el cálculo, la optimización de recursos materiales y estableciendo los conocimientos necesarios para la planeación y ejecución de proyectos similares.

1. ANTECEDENTES Y ESTUDIOS

1.1 PERFIL DE ZANJAS Y CLASIFICACION DE DUREZAS DE TERRENOS EN LA CONSTRUCCION DE ENLACES DE FIBRA OPTICA

Se tiene la necesidad de contar con un medio práctico que sirva como apoyo para determinar los tipos de terreno y facilitar la estimación de las cantidades de obra realizadas por las compañías constructoras, esto se debe reflejar en un perfil gráfico de zanja, que incluye, espesores de tipos de terrenos A-B, y material C1-C2, además del espesor de las posibles demoliciones en estructuras existentes y de los revestimientos, utilizando como apoyo para determinación de los terrenos tipo A-B el penetrómetro estándar y la prueba de abrasión para determinar los materiales C1-C2.

1.1.1 CLASIFICACION Y TIPIFICACION DE SUELOS

A continuación se describe en forma general, la metodología práctica establecida por Teléfonos de México para determinar en las obras de enlaces de fibra óptica, los diferentes tipos de suelos o terrenos de acuerdo a la dureza o dificultad que presentan durante su proceso de excavación, en la que se manifiesta algunas de sus características más relevantes para su identificación.

1.1.1.1 Suelo tipo "A".

Se entenderá por suelo tipo "A", a todo aquel que por sus características físicas pueda ser excavado o removido eficientemente con la ayuda de herramienta menor (pico y pala manual), al material que presente poca o nula cohesión entre partículas, ya sea que esté constituido únicamente por suelos finos no compactos, o bien, que su estructura presente arenas o gravas bien graduadas, con baja compacidad y/o fragmentos de roca cuyo diámetro sea menor a la anchura teórica de la cepa excavada y se encuentre "empacados" en una matriz de suelo poco cohesiva.

Entre los suelos que presentan las características antes señaladas, se encuentran los siguientes:

- Agrícolas.
- Suelos que constituyen rellenos poco o nada compacto (cualesquiera que sean sus características).
- Tobas poco cohesivos (alteración y descomposición de cenizas volcánicas de origen basáltico).
- Turbas (masa de suelo fibrosa de color café oscuro, poroso, de olor desagradable y de muy alta compresibilidad).
- Arcillas y limos francos o con presencia de arenas, gravas y/o fragmentos de roca mezclados heterogéneamente y sin consolidación (aglomerados).

En general, se clasifica como suelo tipo "A" todo aquel que presente una matriz con poca cohesión, ya sea en estado seco o con presencia de humedad.

1.1.1.2 Suelo tipo "B".

Se entenderá por suelo tipo "B", a todo aquel que por sus características físicas presente una mayor resistencia al ataque con herramienta menor (pala o pico de mano), pero que permita el empleo de ésta sin hacer necesaria la utilización de otro tipo de herramientas; al material medianamente cementado que presente en su estructura contenidos de arenas, gravas y/o fragmentos de roca cuyo diámetro sea menor a la anchura teórica de la cepa excavada y se encuentren "empacados" en una matriz de suelo cohesivo en proceso de consolidación y/o alteración provocada por la acción del intemperismo (lluvia, viento, sol, nieve).

Entre los suelos que presentan las características antes señaladas se encuentran los siguientes:

- Conglomerados mediante consolidados (mezcla heterogénea de arcillas, limos, arenas, fragmentos de grava)

- Arcillas y limos arcillosos francos de escasa grava o fragmentos de roca y las tobas de cualquier tipo (arcillosos, limosos, arenosos, arcillo-arenosos, etc.) que se encuentren en fase de consolidación intermedia-alta.

Así mismo, se entenderá como suelo tipo "B" a las rocas que presentan fuerte alteración en su estructura, como lo son:

- Areniscas (arenas cementadas de grano fino, medio o grueso)
- Lutitas (consolidación de arcillas y limos de estructura laminar o finamente estratificada)
- Cretas (caliza pulverulenta de poca consistencia y de color blanco-crema)
- Margas (roca formada por arcilla y carbonato de calcio)
- Pizarras de grano fino y opacas

Estos materiales, en fases intermedias de cementación o alteración se comportan como un suelo y presentan una resistencia media durante su ataque o excavación, siempre y cuando su ataque pueda ser con medios manuales a pesar de su resistencia.

Concluyendo, se considerará suelo tipo "B", a todo material que presente una matriz con cohesión y una consolidación de rango intermedio, ya sea en estado seco o con presencia de humedad.

1.1.1.3 Material tipo "C-1".

Se entenderá por material "C-1", porque para éste caso no se debe usar el término "suelo" ya que la alta consolidación manifiesta características de roca, a todo aquel que se encuentre altamente cementado y consolidado, a las rocas duras y compactadas que presenten un cierto grado de alteración y un sistema múltiple de fracturación en su estructura, a las rocas que se rayan fácilmente con el acero (navaja de bolsillo por ejemplo) cuya dureza es de 5.5 en la escala de Mohs y que estas no rayen el acero con facilidad al practicar la prueba de abrasión (tabla 1).

Así mismo, se entenderá por material "C-1", a todo aquel que por su alto grado de consolidación no pueda ser atacado con herramienta manual como lo es el zapapico, pero que permita la penetración continua de cuñas de acero mediante impactos como marro, acción que genera el aflojamiento o fracturación de la masa rocosa y/o material altamente cementado.

Por lo general, éste tipo de material o terrenos es atacado con herramienta manual apropiada, como lo son: barras con punta tipo pincel, cuñas de acero y marro, o bien pulsetas o martillos de acción neumática si se desea obtener mayores rendimientos por jornada laboral.

Entre los materiales clasificados como "C-1" se encuentran los siguientes:

- Fragmentos de roca cuyo diámetro sea mayor a la anchura teórica de la zanja excavada que permite su labrado o corte mediante el empleo de barras, marro y cuñas de acero.
- Rocas como areniscas, lutitas, tobas, margas, calizas y/o conglomerados cuya estructura se encuentra altamente cementada.
- Escorias volcánicas como piedra pómez o tezontle.

En resumen todas aquellas rocas que presenten alto grado de fracturación, que sean duras y compactadas pero densas y que presenten cierto grado de alteración y/o porosidad.

1.1.1.4 Material tipo "C-2"

El material tipo "C-2", es todo aquel que se encuentre constituido por formaciones rocosas o fracciones de roca cuya estructura sea altamente consolidada, sana, compacta, dura, densa, poco fracturada y por consiguiente poco alterada, a los materiales cuya dureza sea mayor a 5.5 en la escala de Mohs (tabla 1).

Por lo general este tipo de materiales presentan una coloración oscura, ya que la pasta o masa de los mismos cuentan con un alto porcentaje de

minerales ferro magnesianos, haciéndolos más densos y por consiguiente más abrasivos, o rocas que rayen el acero y dejen un surco bien definido y visible en su superficie.

Dadas las características de este tipo de materiales, su explotación requiere el empleo de equipos especializados como lo son las "rompedoras" o martillos de acción neumática, zanjadoras de disco, ya que el desgaste que provoca en las herramientas utilizadas para trabajar este tipo de rocas es alto.

Considerando lo anterior, se menciona que este tipo de rocas no permite para su eficiente explotación el empleo de barras, marro y cuñas de acero.

Por otra parte, el producto de su explotación se presenta en forma de pequeñas lajas o fragmentos con aristas muy agudas, los cuales ofrecen alta resistencia al tratar de provocar su ruptura. En ocasiones, este tipo de materiales los cuales presentan una coloración rojiza, la cual se debe a la oxidación de los minerales ferrosos, o clara por la presencia de cristales de cuarzo y mica.

Concluyendo, se clasificará como material tipo "C-2" a la formación rocosa cuya dimensión sea mayor a la anchura teórica de la zanja y que presente las características físicas antes mencionadas de dureza, textura, densidad, sanidad, etc.

Entre las rocas más comunes de este tipo se encuentran las siguientes:

- El granito.
- El basalto.
- El grado.
- La andesita.
- La cuarcita.
- Los exquisitos micazos.
- Los silicosis, entre otras.

1.1.2 PRUEBAS PARA DETERMINAR EL TIPO DE SUELO Y TERRENO

1.1.2.1 Prueba de Abrasión (escala de Mohs) para determinar materiales tipo "C-1" y "C-2".

Dureza escala de Mohs

La dureza de un mineral (material) se determina rayando la superficie tersa de un mineral con el filo de otro. Al probar la dureza debe uno estar seguro que el mineral sometido a la prueba se raya realmente. Algunas veces, simplemente se desprenden algunas partículas del ejemplar, dando la idea de que se ha rayado, aún cuando no ha sido así.

La escala de Mohs, mediante la cual se determina la dureza relativa de los minerales incluye diez minerales ordenados en la tabla 1:

El más suave	Talco	2 ½ del dedo	
	Yeso		
	Calcita		
	Fluorita		3 moneda de cobre
	Apatita		
	Ortoclasa		5 ½ – 6 hoja de la navaja o lámina de vidrio
	Cuarzo		6 ½ – 7 lima de acero
	Topacio		
	Corundo		
	Diamante		
El más duro			

Tabla 1. Escala de dureza de Mohs.

Procedimiento para determinar material "C-1" ó "C-2"

Cuando el material es tipo "C" se toma la muestra y se practica la prueba de abrasión por medio de un vidrio o una navaja de acero:

- Si el material se raya fácilmente y este no raya al vidrio o al acero, se considera como material tipo "C-1".
- Si el material no se raya y este raya el vidrio o al acero entonces se considerará como material tipo "C-2".

1.1.2.2. Pruebas de Campo

Procedimiento general

En la construcción de antemano se considera que el suelo es tipo A-B, pero para la determinación de la dureza de éste, desde la planificación, el constructor junto con la supervisión y alguna representación de Teléfonos de México, llevan a cabo un recorrido el cuál consiste en una inspección física y visual de la ruta en la cuál se va llevar a cabo la obra de acuerdo al proyecto establecido, para obtener un preliminar del tipo y dureza del suelo.

Pero dada la distancia o profundidad, es posible que exista duda en cuanto a la determinación del tipo y dureza del suelo sobre la ruta. Por lo que se determinará ésta al efectuarse el ripeo o aflojamiento del terreno.

Pruebas durante el Ripeo

Al realizar el ripeo se ubican tramos en que no se pueda profundizar a la distancia requerida con el ripper o desgarrador, por encontrarse material duro, entonces el constructor junto con la supervisión, harán una revisión física y visual del material y determinarán si es C-1/C-2, si todavía persiste la duda elaborará la prueba de abrasión (escala de Mohs).

Cuando se trate de una zona con piedras de diámetro mayor al del ancho de la zanja (boleo), se considerará material "C" y se tendrá que sacar el ripper para no aflojar el material y evitar que el ancho de la zanja se haga mayor y no tener que rellenar, el constructor informará a la supervisión para certificar esta condición, en este caso el constructor tendrá que usar la cortadora de disco o cadena, en la construcción de la zanja para aprovechar la consolidación (empacado) del suelo para el enterrado del ducto de polietileno de alta densidad.

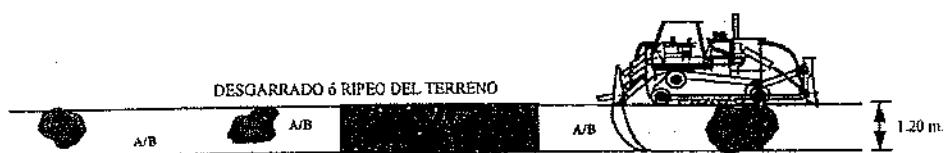


Figura 1. Rípeo de ruta y ubicación de material C-1/C-2.

Prueba del Penetrómetro

Descripción del Penetrómetro estándar

El penetrómetro estándar es una herramienta diseñada y fabricada específicamente para determinar la diferencia entre un suelo clasificación tipo "A" y un suelo clasificación tipo "B", misma que se describe a continuación en la tabla 2 y en la figura 2.

COMPONENTES	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	ALTURA (cm.)	DIAMETRO (cm.)	PESO (Kg.)
BARRA	ACERO	PIEZA	1	125.0	1.27	--
RONDANAS	ACERO	PIEZA	2	--	5.72	--
MARTINETE	ACERO	PIEZA	1	12.7	8.50	5

Tabla 2. Elementos componentes del penetrómetro.

El penetrómetro no está diseñado para emplearse en aquel tipo de terrenos altamente cementados y consolidados, rocas suaves y/o muy fracturadas o rocas duras, compactas, sanas, etc. (tipo C-1/C-2).

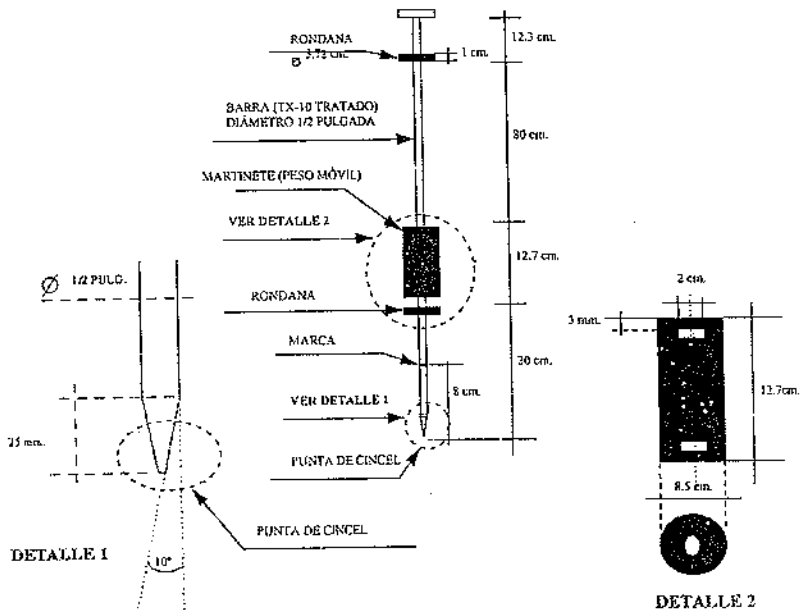


Figura 2. Elementos componentes del penetrómetro estándar.

Funcionamiento u Operación del Penetrómetro

La manera en que se utiliza es la siguiente:

- a) Retire el material suelto del estrato que se desea probar.
- b) Coloque el penetrómetro en posición vertical con la punta tipo cincel sobre la superficie del terreno.
- c) Desplace el martinete (peso móvil) hasta la rondana superior.
- d) Suelte el martinete (peso móvil) para tener una caída libre sobre la barra o eje hasta que impacte con la rondana inferior.
- e) Repita el punto anterior cinco veces en el mismo punto antes de analizar el resultado.

Los resultados se pueden interpretar como:

- Si la varilla penetra arriba de la marca de 8 cm. se trata de un suelo tipo "A".
- Si la penetración es menor a la marca de 8 cm. se trata de un suelo tipo "B".

Realice esta prueba en cinco puntos diferentes de la excavación si existe duda en la clasificación.

La clasificación del suelo será sobre la base de la obtención de al menos tres resultados iguales de las cinco pruebas que se realicen, ejemplo:

PRUEBA	PRUEBA					TIPO DE TERRENO
	1	2	3	4	5	
1	A	A	B	B	A	"A"
2	B	A	A	B	A	"A"
3	B	B	A	B	B	"B"
n						

Puntos de Prueba con el Penetrómetro

Esta prueba se llevará a cabo una vez cada 20 m. cuando no se presenten cambios muy variados en el perfil de zanja de la canalización, ya sea en distancia o profundidad (figura 3).

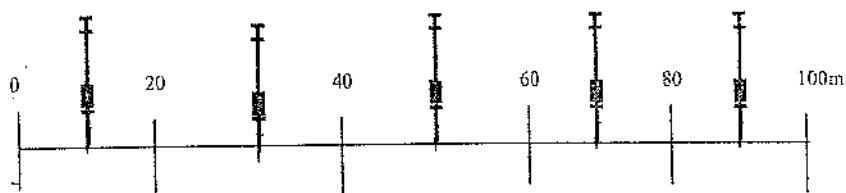


Figura 3. Puntos de prueba del penetrómetro.

Cuando cambie radicalmente el perfil de la zanja y el terreno no sea fácil de diferenciar entre tipo "A" y "B", se deberán hacer las pruebas por tramo de 20 m. (figura 4).

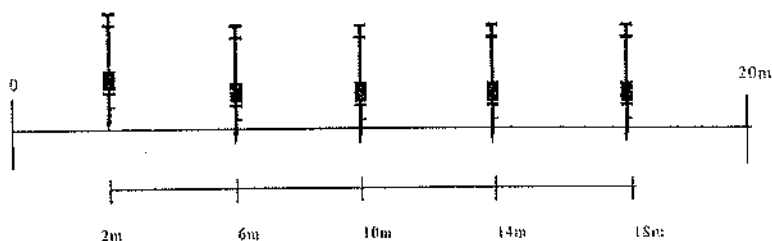


Figura 4. Puntos de prueba del penetrómetro en otras condiciones.

1.1.2.3 Calas de control

La Supervisión del contratista, al recibir la obra solicitará la gráfica del perfil de zanja y la tabla de pruebas, en caso de dudas respecto al tipo de terreno indicado por la compañía constructora, y en los casos en que la Supervisión no haya asistido a verificar el tipo de terreno y dureza, durante el proceso, Teléfonos de México podrá solicitar calas en los sitios que considere conveniente, estas serán del tipo de control de calidad realizada con la retroexcavadora con cucharón angosto de 30 cm, que sirven para verificar el tipo de terreno, la carga y la calidad de obra ejecutada. Cuando el tipo de terreno corresponde al reportado por el constructor, teléfonos de México pagará el importe de los trabajos de la cala, de lo contrario si no corresponde al reportado en el perfil, el constructor absorberá los costos de los trabajos.

1.1.3 ELABORACION DEL PERFIL DE ZANJA DE CANALIZACION

1.1.3.1 Procedimiento de llenado del formato del perfil de zanja

En el eje horizontal se encuentran las distancias con un rango de 0 a 1,200 m. con divisiones a cada 20 m. y en eje vertical tenemos la profundidad hasta 3 m. con divisiones a cada 0.10 m.

El constructor podrá presentar el perfil de zanja en varias hojas (larguillo), de 28 x 63 cm. integrando la gráfica DISTANCIA - PROFUNDIDAD, (figura 5).

El constructor debe elaborar el perfil de la zanja indicando del lado izquierdo del formato los datos de referencia y del lado derecho los datos de la gráfica en la figura 5 de acuerdo al siguiente procedimiento.

1. En este cuadro se anotará el número y nombre de la ruta correspondiente a la obra, se identificará el tramo el cual se está analizando, número de bobina de las que se utilizaron, la ubicación del mismo y la población a la que pertenece.
2. En este punto se llevará el control en cuanto a la fecha de inicio y terminación de la obra.
3. Se indica la simbología de los estratos de los diferentes tipos de suelos o materiales encontrados en la sección de la excavación, demoliciones, rellenos y reposiciones.
4. Se anota el nombre y firma de los responsables de la supervisión por parte de Teléfonos de México y la compañía constructora.
5. Se llevará el control de avance de obra, mediante el número consecutivo del perfil en cada hoja.
6. En esta gráfica DISTANCIA - PROFUNDIDAD, representar la sección de la excavación por medio de la simbología el nivel de los estratos de los diferentes tipos de suelos y se marcarán también las instalaciones adicionales a las de Teléfonos México encontradas en la obra.

7. En este cuadro se llevará un control exacto de las anotaciones pertinentes de acuerdo a lo anotado en la gráfica DISTANCIA - PROFUNDIDAD.
8. En este campo se utilizará para comentarios de trabajos que requieran ser precisados o trabajos fuera de norma (en sacre), ordenados por el responsable de la supervisión de Teléfonos de México.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> TELÉFONOS DE MÉXICO S.A. DE C.V. GOBIERNO DE INFRASTRUCTURA Y CANTIDAD OPERATIVA EQUIPO </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> RUTA _____ TRAMO _____ BOBINA _____ UBICACIÓN _____ 1 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> FECHA DE OBRAS: _____ FECHA DE TERMINACIÓN: _____ 2 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">SIMBOLOGÍA</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; background-color: #cccccc;"></td><td style="padding: 2px;">TERRENO A/B</td></tr> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; background-color: #e0e0e0;"></td><td style="padding: 2px;">TERRENO C/D</td></tr> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; background-color: #d3d3d3;"></td><td style="padding: 2px;">ASfalto</td></tr> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; background-color: #c0c0c0;"></td><td style="padding: 2px;">CONCRETO</td></tr> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; background-color: #a0a0a0;"></td><td style="padding: 2px;">AGUA</td></tr> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; background-color: #808080;"></td><td style="padding: 2px;">CANALETA</td></tr> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; background-color: #606060;"></td><td style="padding: 2px;">TUBO</td></tr> </table> 3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> SUPERVISIÓN _____ TELÉFONOS _____ FISCAL _____ 4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> PERFIL _____ DE _____ 5 </div>		TERRENO A/B		TERRENO C/D		ASfalto		CONCRETO		AGUA		CANALETA		TUBO	<p style="text-align: center; margin: 0;">DISTANCIA</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 40%; text-align: center;">0+000 0+500 1+000</td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">P R O F U N D I D A D</td> <td style="text-align: center;"> </td> <td></td> </tr> </table> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;"> PROFUNDIDAD DEL QUETE ANCHO DE LA CAVACIÓN DEMARCACIÓN CONCRETO DEMARCACIÓN ASFALTO EXPANSIÓN EN TERRENO A/B CAVACIÓN EN TERRENO C/D RELLENO PROF. DE CANAL RELLENO PROF. DE EXPANSIÓN RELLENO GRAVA CEMENTADA RELLENO DE BARRA Y TAPA DE FLESO REPOSICIÓN CONCRETO REPOSICIÓN ASFALTO BARRA CON PROFUNDIDAD DEL AGU ADOSAMIENTO CON CANALETA CAUCER/CARR. HIRACAO CRUCE CARR. DIRECCIONAL LEVANTAR PIEDRA ADOSAD </td> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">8</div> </td> </tr> </table> <p style="margin-top: 5px;">OBSERVACIONES</p>		0+000 0+500 1+000		P R O F U N D I D A D			PROFUNDIDAD DEL QUETE ANCHO DE LA CAVACIÓN DEMARCACIÓN CONCRETO DEMARCACIÓN ASFALTO EXPANSIÓN EN TERRENO A/B CAVACIÓN EN TERRENO C/D RELLENO PROF. DE CANAL RELLENO PROF. DE EXPANSIÓN RELLENO GRAVA CEMENTADA RELLENO DE BARRA Y TAPA DE FLESO REPOSICIÓN CONCRETO REPOSICIÓN ASFALTO BARRA CON PROFUNDIDAD DEL AGU ADOSAMIENTO CON CANALETA CAUCER/CARR. HIRACAO CRUCE CARR. DIRECCIONAL LEVANTAR PIEDRA ADOSAD			<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">8</div>
	TERRENO A/B																								
	TERRENO C/D																								
	ASfalto																								
	CONCRETO																								
	AGUA																								
	CANALETA																								
	TUBO																								
	0+000 0+500 1+000																								
P R O F U N D I D A D																									
PROFUNDIDAD DEL QUETE ANCHO DE LA CAVACIÓN DEMARCACIÓN CONCRETO DEMARCACIÓN ASFALTO EXPANSIÓN EN TERRENO A/B CAVACIÓN EN TERRENO C/D RELLENO PROF. DE CANAL RELLENO PROF. DE EXPANSIÓN RELLENO GRAVA CEMENTADA RELLENO DE BARRA Y TAPA DE FLESO REPOSICIÓN CONCRETO REPOSICIÓN ASFALTO BARRA CON PROFUNDIDAD DEL AGU ADOSAMIENTO CON CANALETA CAUCER/CARR. HIRACAO CRUCE CARR. DIRECCIONAL LEVANTAR PIEDRA ADOSAD																									
	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">8</div>																								

Figura 5. Perfil de zanja de canalización.

1.2 CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES A UNA DETERMINADA PROFUNDIDAD DEBIDO A CARGAS EN LA SUPERFICIE

1.2.1 ESFUERZOS POR CARGA VERTICAL CONCENTRADA

Partiendo del análisis establecido en la teoría de Boussinesq, la cual dice que los esfuerzos que una sola carga vertical concentrada actuante en la superficie horizontal de un medio semi-infinito, homogéneo, isótropo y linealmente elástico, induce en los puntos de cualquier vertical trazada en el medio, de acuerdo a la ecuación 1 y representada en la figura 6.

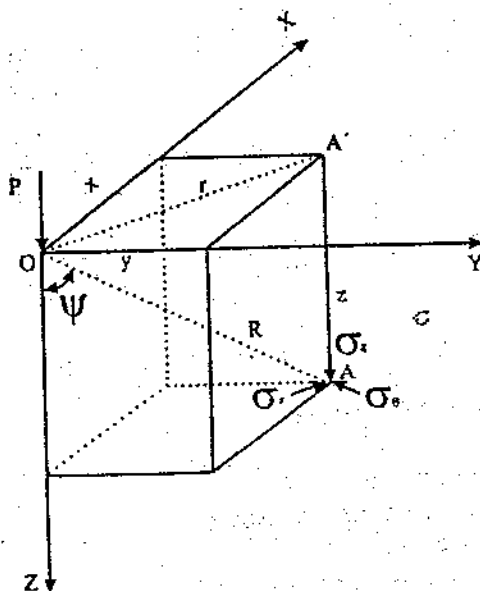


Figura 6. Esfuerzos provocados en un punto de una masa de suelo por una carga concentrada.

$$\sigma_z = \frac{3P}{2\pi} \frac{\cos^5 \psi}{z^2} = \frac{3P}{2\pi} \frac{z^3}{r^5} \dots\dots\dots (1)$$

De donde:

- σ_z = Esfuerzos verticales en un punto.
- P = Carga concentrada actuante según la vertical.
- (x,y,z) = Las coordenadas del punto en que se calculan los esfuerzos.
- r = Distancia radial de A' a O.
- ψ = El ángulo entre el vector posición de A (R) y el eje Z.

1.2.2 ESFUERZOS BAJO UNA SUPERFICIE RECTANGULAR UNIFORMEMENTE CARGADA

Un caso de condición de carga aún más interesante en la práctica que el anterior es el que corresponde a la figura 7, en la que se analiza la influencia en la masa del suelo continuo homogéneo, elástico e isótropo de una superficie rectangular uniformemente cargada, con w unidades de carga por unidad de área.

El esfuerzo σ_z bajo una esquina de la superficie cargada y a una profundidad z puede obtenerse por integración de la ecuación 1 en toda el área rectangular, obteniéndose la ecuación 2, la cual es:

$$\sigma_z = \frac{w}{4\pi} \left[\frac{2xyz(x^2+y^2+z^2)^{1/2}}{z^2(x^2+y^2+z^2)+(x^2+y^2)} * \frac{x^2+y^2+2z^2}{x^2+y^2+z^2} + \text{arc. tg} \frac{2xyz(x^2+y^2+z^2)^{1/2}}{z^2(x^2+y^2+z^2) - x^2y^2} \right] \dots (2)$$

Adaptando los parámetros m y n, tales que $m = x/z$ y $n = y/z$, la ecuación 2 puede escribirse adimensionalmente como ecuación 3, siendo esta:

$$\frac{\sigma_z}{w} = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2mn(m^2+n^2+1)^{1/2}}{(m^2+n^2+1) + m^2n^2} * \frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} + \text{arc. tg} \frac{2mn(m^2+n^2+1)^{1/2}}{(m^2+n^2+1) - m^2n^2} \right] \dots (3)$$

Esta ecuación se presenta gráficamente para la obtención del índice.

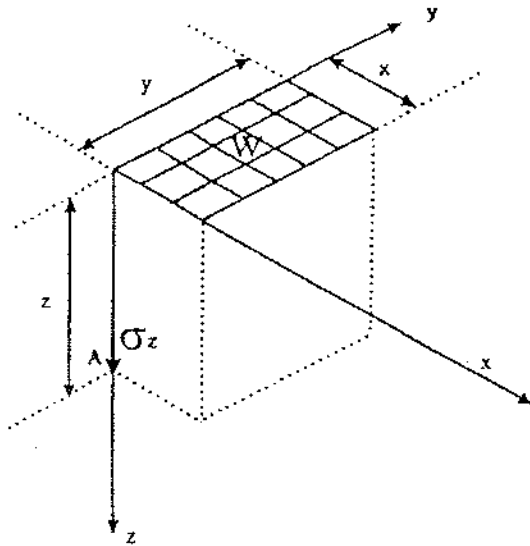


Figura 7. Distribución de esfuerzos bajo una superficie rectangular uniformemente cargada.

Si al segundo miembro de esta ecuación se le llama w_0 puede tabularse su valor en función de distintos m y n .

Para encontrar el valor de σ_z en un punto A bajo una esquina de la superficie rectangular uniformemente cargada se procede a calcular las distancias x y y (figura 8), con las que pueden obtenerse los valores de m y n para diferentes profundidades z a lo largo de la vertical. Al calcular w_0 se aplica la ecuación 4:

$$\sigma_z = w * w_0 \dots\dots\dots (4)$$

De donde:

σ_z = esfuerzo presente a una determinada profundidad z , en Kg./cm².

w = carga vertical sobre una superficie, en Kg./cm².

w_0 = valor numérico que esta en función de los parámetros m y n , determinando que $m = x/y$, $n = y/z$.

1.3 CALCULO DE ESFUERZOS SOBRE LA SUPERFICIE DEL FLEXODUCTO DIRECTAMENTE ENTERRADO A DIFERENTES PROFUNDIDADES

Para nuestro estudio se considera una carga viva de un camión tipo HS-20 de 16,000 libras por huella de llanta, más un incremento del 30% por efecto dinámico, tenemos que la carga viva por paso vehicular será de 20,800 libras (9,422.4 Kg.), se tomaron 10,000 Kg. para nuestro análisis.

De acuerdo con la norma ASTM-C857 referente al área de prueba (contacto de una llanta sobre la superficie), se tomaron 10" x 20", es decir, 25.4 cm. x 50.8 cm. = 1,290.32 cm².

La carga viva por paso vehicular = 10,000 Kg./1,290.32 cm² = 7.75 Kg./cm².

1.3.1 Cálculo del esfuerzo total debido a la carga viva por paso vehicular más la carga muerta debida al material de relleno, a una profundidad de 0.80 m.

1. Cálculo del esfuerzo debido a la carga viva por paso vehicular.

w = carga viva por paso vehicular

$$w_0 = 0.065$$

$$w = 7.75 \text{ Kg./cm}^2.$$

$$x = 25.4 \text{ cm.}$$

$$y = 50.8 \text{ cm.}$$

$$z = 80.0 \text{ cm.}$$

$$m = x/z = 25.4/80.0 = 0.3175$$

$$n = y/z = 50.8/80.0 = 0.6350$$

$$\sigma_z = w (w_0) = 7.75 (0.065) = 0.5037 \text{ Kg./cm}^2.$$

2. Cálculo de la carga muerta debida al suelo sobre el flexoducto.

Considerado un peso específico predeterminado del material del relleno compactado de 1,603.97 Kg./m³, será igual a lo siguiente:

Se calcula el peso específico a Kg./cm³: 1,603.97 Kg./m³ [1 m³/(100 cm.)³] = 0.0016039 Kg. /cm³. Posteriormente la carga vertical muerta (en Kg./cm²) considerando un área de 1 cm² y una profundidad de 80 cm. será igual a: 0.0016039 Kg./cm³ (80 cm.) = 0.1283 Kg./cm².

$$\begin{aligned}\text{Esfuerzo total} &= \text{carga viva} + \text{carga muerta} \\ &= 0.5037 + 0.1283 = 0.6320 \text{ Kg./cm}^2.\end{aligned}$$

1.3.2 Cálculo del esfuerzo total debido a la carga viva por paso vehicular más la carga muerta debida al material de relleno, a una profundidad de 1.20 m.

Carga muerta debida a la tierra = 0.1924 Kg./cm².

Carga viva por paso vehicular = 7.7500 Kg./cm².

$w_0 = 0.035$

$w = 7.75 \text{ Kg./cm}^2$.

$x = 25.4 \text{ cm.}$

$y = 50.8 \text{ cm.}$

$z = 120.0 \text{ cm.}$

$m = x/z = 25.4/120.0 = 0.2116$

$n = y/z = 50.8/120.0 = 0.4330$

$\sigma_z = w (w_0) = 7.75 (0.035) = 0.2712 \text{ Kg./cm}^2$.

$$\begin{aligned}\text{Esfuerzo total} &= \text{carga viva} + \text{carga muerta} \\ &= 0.2712 + 0.1924 = 0.4630 \text{ Kg./cm}^2.\end{aligned}$$

1.3.3 Cálculo del esfuerzo total debido a la carga viva por paso vehicular más la carga muerta debida al material de relleno, a una profundidad de 1.50 m.

Carga muerta debida a la tierra = 0.2405 Kg./cm².

Carga viva debido al paso vehicular = 7.75 Kg./cm².

$w_0 = 0.02$

$w = 7.75 \text{ kg./cm}^2$.

$x = 25.4 \text{ cm.}$

$y = 50.8 \text{ cm.}$

$z = 150.0 \text{ cm.}$

$m = x/z = 25.4/150.0 = 0.1633$

$n = y/z = 50.8/150.0 = 0.3386$

$\sigma_z = w (w_0) = 7.75 (0.02) = 0.1550 \text{ Kg./cm}^2$.

Esfuerzo total = carga viva + carga muerta

$$= 0.1550 + 0.2405 = 0.3950 \text{ Kg./cm}^2$$

Con los datos anteriores podemos comparar los esfuerzos de carga que soporta el flexoducto a diferentes profundidades de colocación, resumiéndose en la tabla 3.

Profundidad (metros)	Esfuerzo Total (Kg./cm ²)	Resistencia del Flexoducto (Kg./cm ²)
0.80	0.632	225
1.20	0.463	225
1.50	0.395	225

Tabla 3. Comparativa de Profundidad - Esfuerzo total.

Analizando la tabla anterior, podemos obtener la profundidad ideal para la colocación del ducto de polietileno de alta densidad, siendo la más conveniente la segunda de 1.20 m.

Como se observa en los resultados, no es necesario instalar el flexoducto a mayor profundidad a la que se vienen instalando (1.20 m), puesto que los valores de carga resultante en la condición menos favorable (0.80 m), no representa peligro para la integridad del flexoducto, según el análisis de cargas realizado en la tabla 3, siendo esta la más óptima.

La profundidad de instalación del flexoducto se analiza con detalle en el tema 2.4.1 "Profundidad de instalación del flexoducto".

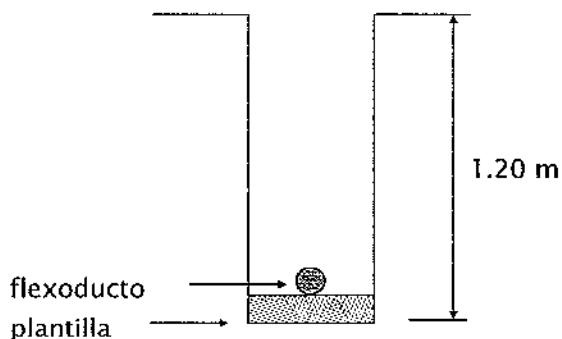


Figura 8. Profundidad óptima de instalación de flexoducto.

2. PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA INSTALACIÓN DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (FLEXODUCTO)

2.1. DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (FLEXODUCTO)

2.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El ducto de polietileno de alta densidad o flexoducto, con las dimensiones indicadas en la figura 9, contiene en su interior una cinta de fibra textil para facilitar el jalado del cable con una tensión a la ruptura mínima de 1,200 lb. (544 Kg.). Su radio mínimo de curvatura del ducto es de 0.54 m. Tiene un acabado terso sin rebabas, color negro sin defectos ni deformaciones estructurales, marcado a cada metro el nombre del fabricante y fecha de fabricación y con una resistencia al impacto de 3.4 pies lb. /pulg.

El flexoducto viene en un carrete o bobina de madera (figura 10), y tiene las siguientes dimensiones:

Diámetro (tambor): 1.20 m.

Diámetro brida: 2.40 m.

Ancho: 1.06 m.

Contenido: 1000 m.

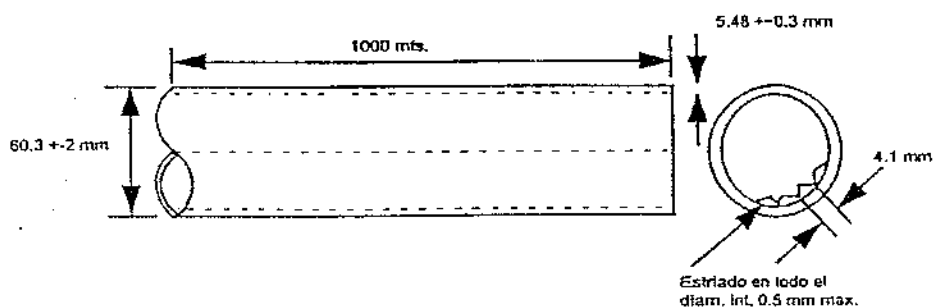


Figura 9. Dimensiones del flexoducto.



Fig. 10. Carrete o bobina de flexoducto.



Figura 11. Tractor adaptado con carrete.

2.2. MAQUINARIA Y EQUIPO A UTILIZAR

2.2.1. MAQUINARIA REQUERIDA PARA LA INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO

La elección de la maquinaria a utilizar lo determinará el tipo de terreno en el que se tenga que hacer la excavación para colocar el flexoducto.

Para terrenos tipo A-B considerados como terrenos flojos se utiliza Tractor, Tractor con ripper o Tractor equipado con arado, aunque también se puede utilizar Retroexcavadoras.



Figura 12. Tractor con ripper.

Para terrenos tipos C1-C2, considerados como terrenos duros (rocas) se utiliza Retroexcavadoras, Retroexcavadoras de orugas con martillo neumático, Cortadora de disco, Zanjadora de disco o Zanjadora de cadena.

En temas posteriores se describirán para que se utilice con más detalles cada maquinaria y en que condiciones. Se mencionaron los principales faltando los apisonadores, la maquina de perforación horizontal y el equipo de comunicación.



Figura 13. Cortadora de disco, utilizada para suelos rocosos.



Figura 14. Retroexcavadora, utilizada para suelos tipo "A" hasta "C1".

2.2.2. EQUIPO

El equipo que se utiliza en la instalación del flexoducto depende de la situación de la misma, en cada tema se describe lo que se requiere para su correcta instalación.



Figura 15. Zanjadora para tramos urbanos especiales.

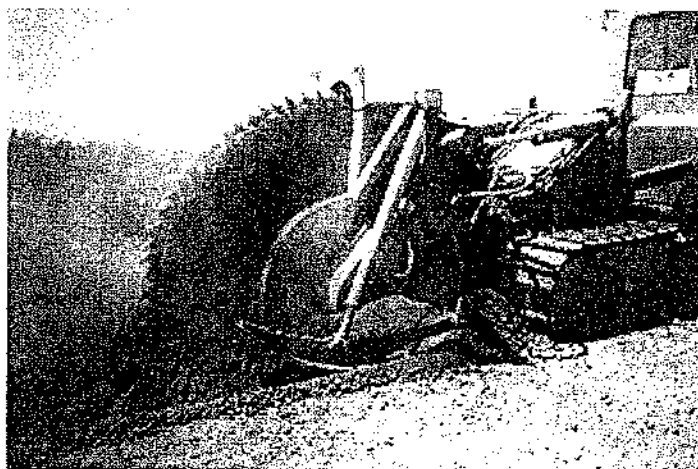


Figura 16. Cortadora de disco en uso.

2.3. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO DENTRO DEL DERECHO DE VÍA DE LAS CARRETERAS

2.3.1. PUNTOS A CONSIDERAR ANTES DE LA INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO

Antes de la instalación del flexoducto en cualquier condición, se deberán de tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Contar con planos de la ruta de enlace de fibra óptica antes de la instalación del flexoducto.
- Realizar una correcta planificación de ruta con la supervisión de Teléfonos de México, del constructor y si es necesario con personal de la S.C.T.
- Realizar calas de verificación, en promedio uno cada 200 m. en toda la obra en presencia de un supervisor de Teléfonos de México, para determinar de manera global, el clasificado geotécnico del terreno que se tienen A-B ó C1-C2, con esto se podrá seleccionar la maquinaria adecuada para la instalación del flexoducto.
- Verificar que la maquinaria a utilizar por el constructor este en buenas condiciones y que se cuente con el personal suficiente para realizar los trabajos.
- Verificar que los materiales a utilizar por el constructor sean los homologados.
- Verificar que se hayan tramitado los permisos con las entidades correspondientes (S.C.T., PEMEX, LUZ Y FUERZA, AGUA POTABLE, etc.), a fin de evitar la suspensión de los trabajos o retrasos de las obras.
- Trazar la ruta de acuerdo con el proyecto.
- Y por último, se deberá colocar el debido señalamiento de la obra relacionado con el cumplimiento de las reglas de seguridad y vigilancia de la obra.

2.3.2. NORMAS DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Teléfonos de México en el desarrollo de la red telefónica nacional han solicitado a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) la autorización de utilizar, dentro de los límites del derecho de vía de las carreteras federales, la superficie que requiere para el tendido o colocación del flexoducto para fibra óptica de telefonía, ajustándose a sus normas de construcción e instalación vigentes, complementadas con las especificaciones técnicas de los mismos.

Dentro de las normas de construcción de la S.C.T. que se tienen que respetar, se encuentran:

El tendido del flexoducto para el cable de fibra óptica dentro de los límites del derecho de vía, en donde no existan obstáculos, deberá realizarse a una distancia máxima de 2.5 m. de los límites del derecho de vía (figura 17).

Cuando existan obstáculos (árboles, postes telefónicos o de alumbrado, torres de alta tensión, etc.), cerca de los límites del derecho de vía, se podrá permitir el tendido del flexoducto a una distancia que no sea menor de 1.0 m. del pie a ceros del talud de los terraplenes. Con esto se pretende aprovechar el terreno natural y evitar causar daños (deslaves) al terraplén (figura 18).

Si existen obstáculos (cortes en balcón o cortes en cajón) superiores a 3.0 m. de altura se permitirá el tendido del flexoducto en la cuneta, teniendo especial cuidado en la excavación, de que si existe material de filtro graduado al hacer el relleno, debe de reponerse en la misma forma, con la granulometría y compactación específica que indique la S.C.T. La longitud de cuneta en que sea tendido el flexoducto deberá ser zampeada por el contratista, aunque esta originalmente no haya estado zampeada (figura 19).

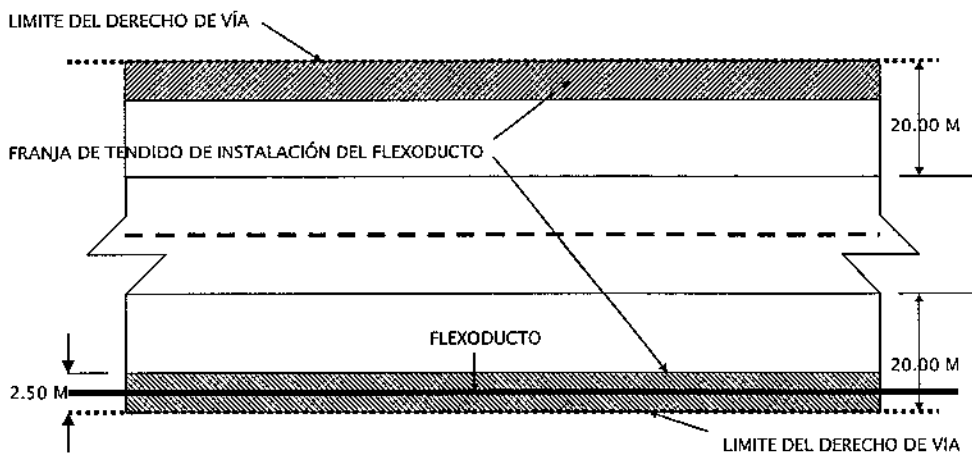


Figura 17. Instalación del flexoducto dentro del derecho de vía de las carreteras.

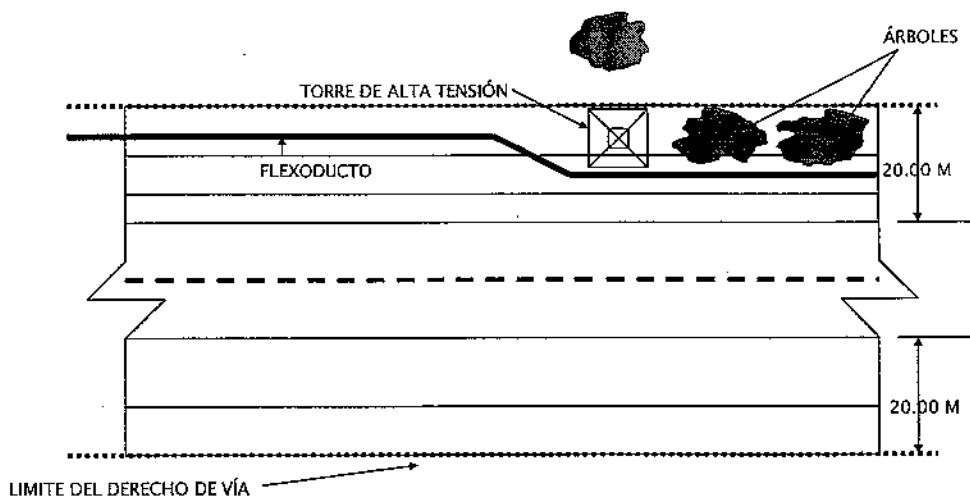


Figura 18. Instalación del flexoducto cuando existen árboles, postes de luz u otro obstáculo.

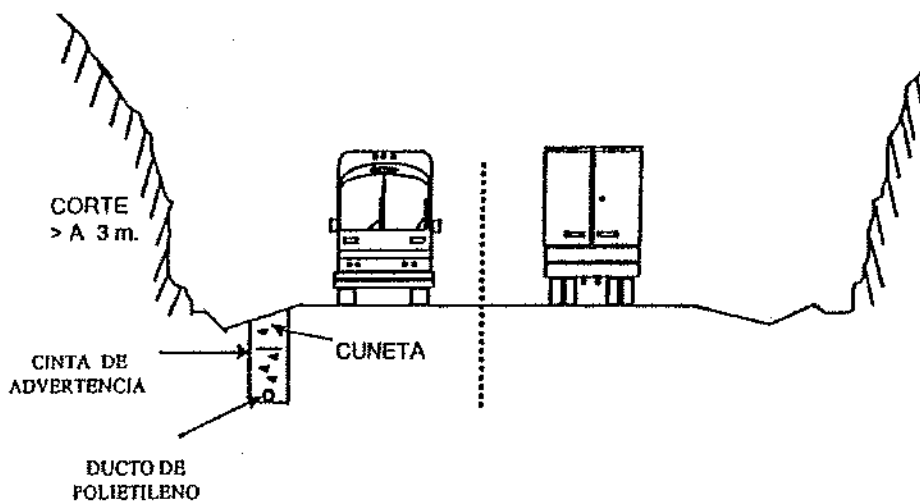


Figura 19. Tendido del flexoducto en la cuneta de la carretera.

Para más información se consulta el tema 2.6 "instalación del flexoducto en cunetas de carreteras".

En los cortes en balcón y/o cajón, inferiores a los 3 m. el tendido deberá hacerse en el límite del derecho de vía y en la parte exterior de la contra cuneta.

No se permitirá por ningún motivo el tendido del flexoducto en los acotamientos de la carretera, debajo de la carpeta de esta, ni en el hombro o talud de la carretera.

2.4. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO

2.4.1. PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO

La profundidad de instalación del flexoducto depende de dos variables:

1. El efecto de cargas muertas y vivas (paso de vehículos), no afectan el flexoducto colocado a 0.60 m. o más de profundidad.
2. La protección mecánica que damos al flexoducto, lo enterramos a 1.20 m. de profundidad para evitar posibles daños por trabajos de maquinaria.



Figura 20. Profundidad de instalación del flexoducto.

La profundidad de 1.20 m. que se realiza en terrenos tipo A-B y C1-C2, es debido a que a esa distancia se garantiza la no afectación del flexoducto y por consiguiente de la fibra óptica, que pudieran causar terceros cuando, utilizando algún tipo de maquinaria como retroexcavadoras, trascabo o

arado, pudieran penetrar directamente en el terreno, por lo que colocamos dos cintas de advertencia plástica color naranja, una sobre el lomo del flexoducto y otra 30 cm. (variando de las condiciones de la instalación del flexoducto) antes del nivel del terreno natural, para que primero que jalen la cinta de advertencia y no el flexoducto (figura 20 y 21).



Figura 21. Cintas de advertencia sobre flexoducto cerca de gasolinera.

En casos excepcionales en donde las condiciones del terreno sea roca, y bajo responsabilidad del supervisor de Teléfonos de México Larga Distancia (L.D.), se harán profundidades a 0.80 m. ya que difícilmente en estos terrenos se puede penetrar directamente el terreno y afectar al flexoducto con la maquinaria (figura 22).

En conclusión, la profundidad determinada de 1.20 m. no es cuestión de efecto de cargas, sino de seguridad contra terceros.



Figura 22. En suelos rocosos se permite la colocación del flexoducto a una profundidad de 0.80 m.

Además, también por seguridad se coloca una cinta de advertencia de 0.30 a 0.60 m. del lomo del flexoducto cuando la profundidad de instalación del mismo sea de 1.20 m. Si la profundidad de instalación del flexoducto es de 0.80 m. la cinta de advertencia se colocará de 0.30 a 0.50 m. del lomo del flexoducto.

Para aquellos caso en que se pretenda instalar el flexoducto a 1.50 m, no es necesario, ya que, un análisis realizado en el tema 1.3 "Cálculo de esfuerzos sobre la superficie del flexoducto directamente enterrado a diferentes profundidades", describe el comportamiento del flexoducto para fibra óptica a esfuerzos de cargas a diferentes profundidades (0.80, 1.20 y 1.50 metros), considerando paso vehicular de camiones tipo HS-20, simplificados los resultados en la tabla 3 del Capítulo 1.



Figura 23. Instalación de flexoducto bajo carpeta asfáltica.

Otro caso importante de mencionar es la profundidad mínima de 2.00 m., en la que debemos instalar el flexoducto, para su protección de posibles erosiones (deslaves, arrastres, etc.) o en casos de vados existentes.

Vados

Los vados son estructuras que permiten el paso de una corriente de agua por arriba, y se forman rebajando el nivel del lecho natural de la corriente.

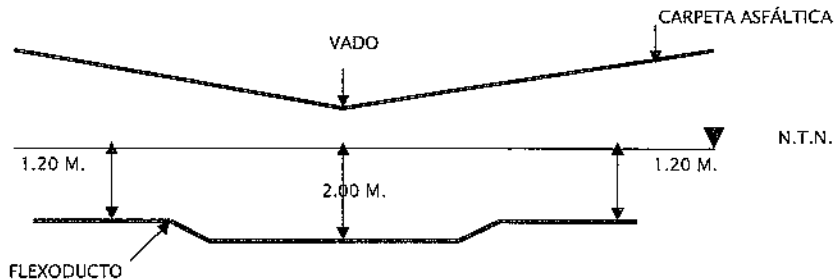


Figura 24. Instalación del flexoducto bajo un vado.

2.4.2. INSTALACIÓN DE LOS POSTES DE SEÑALIZACIÓN

A fin de que la trayectoria del flexoducto sea fácilmente localizable e identificable a lo largo de las carreteras, caminos o veredas en las que se efectúe la instalación del mismo, es menester señalar, para que los operarios de mantenimiento y operación identifiquen, tanto los puntos de empalme, como la trayectoria y los cambios de dirección.

Los postes de señalización de trayectoria (PST) y de cambio de trayectoria (PCT), deben de ubicarse a menos de 2.0 m. del eje del flexoducto, sin embargo, deben de colocarse a más de 0.30 m. del eje del mismo hacia el límite del derecho de vía.

La tabla siguiente, muestra la ubicación de los tres tipos de postes:

POSTES	PST	PCT	PPE
UBICACIÓN.	TRAYECTORIAS RECTAS: A CADA 250 M, EN SUBIDAS Y BAJADAS PRONUNCIADAS DONDE SE PIERDE LA LÍNEA DE VISTA DEL POSTE ANTERIOR Y EN LA CUNETAS A LA ENTRADA Y SALIDA, DONDE SE AMPLIA LA SECCIÓN DEL CAMINO.	CAMBIOS DE TRAYECTORIA: CRUCES DE CARRETERA, VÍAS DE FERROCARRIL, DUCTOS DE PEMEX Y ADOSAMIENTOS.	EN EMPALMES: EN LOS POZOS DONDE SE ENCUENTREN EMPALMES Y EN POZOS DE TRÁNSITO.

Tabla No. 4. Ubicación de los postes para la señalización del Flexoducto.

Para más información, sobre la señalización, se recomienda consultar el tema 2.14 "Señalización interna y externa".

2.5. TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

2.5.1. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO DIRECTAMENTE ENTERRADO

Una vez que se determinó la maquinaria a utilizar para el enterrado o sembrado del flexoducto de acuerdo al recorrido físico de la trayectoria de la ruta y a calas hechas en el terreno, se procede a marcar con estacas aproximadamente a cada 50 m, la ruta que seguirá la maquinaria para en sembrado del flexoducto, este trabajo permitirá respetar la distancia de instalación del flexoducto del límite del derecho de vía o ceros del terraplén como lo indica las Normas de la S.C.T.

Con la maquinaria seleccionada y con la trayectoria de la ruta marcada, se realiza una limpieza y deshierbe del terreno (plantilla) con tractor, después con el ripper realizar un aflojamiento, tantas veces como sea necesario, hasta alcanzar la profundidad de instalación del flexoducto.

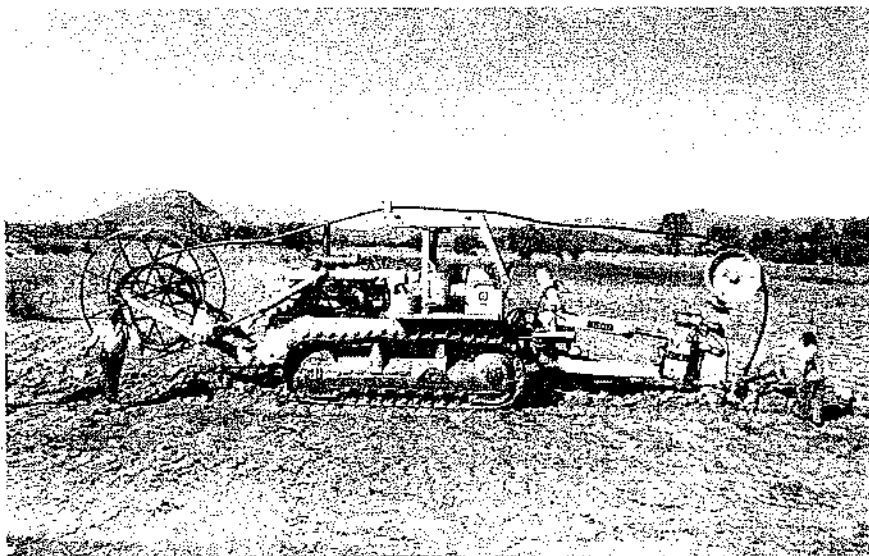


Figura 25. Tractor adaptado con sembrador de flexoducto y carrito.

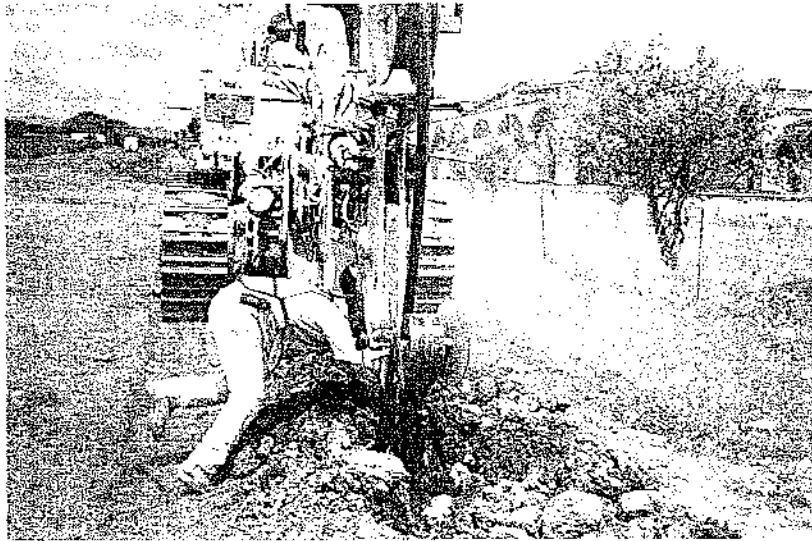


Figura 26. Tractor adaptado instalando el flexoducto y la cinta de advertencia simultáneamente.

Si ya se tiene una distancia considerable de terreno aflojado, se procede a instalar el flexoducto con el tractor adaptado con arado. En esta maquinaria se coloca el carrete del flexoducto y el rollo de la cinta de advertencia. Cuando se baje o levante el arado del tractor debe de efectuarse de forma lenta y gradual para evitar que tanto el flexoducto como la cinta pudieran dañarse. Al avanzar la máquina va depositando el flexoducto y la cinta de advertencia como se demuestra en las figuras 25 y 26.

Es importante cuidar que los radios mínimos de curvatura no sean menores a 0,54 m. en la instalación del flexoducto.

Una vez finalizado este proceso, se deberá realizar una compactación al 95% Próctor Estándar del terreno por bandeado mecánico con el tractor.

Nota: La compactación al 95% Próctor Estándar es fundamental para evitar hundimientos o erosiones en el eje del flexoducto.

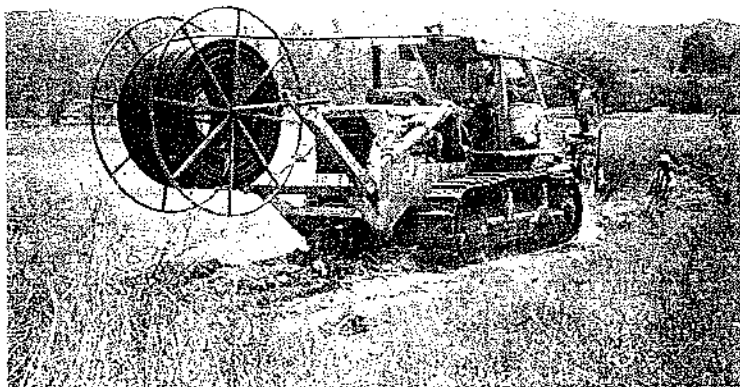


Figura 27. Instalación del flexoducto utilizando tractor con arado.

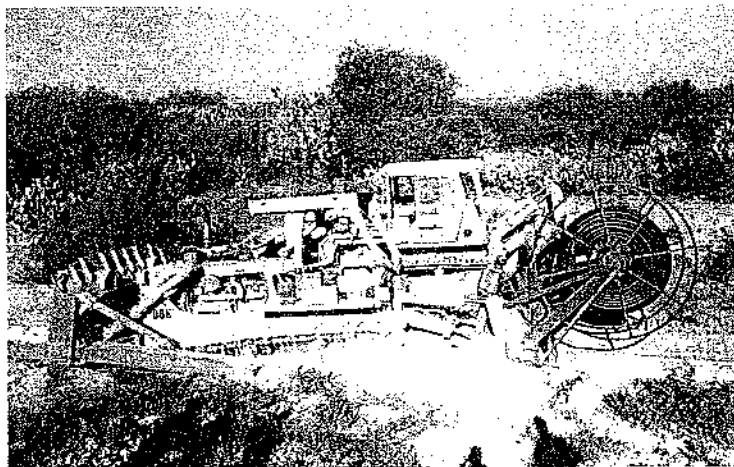


Figura 28. Tractor con carrete instalado en la parte posterior.

2.5.2. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO A CEPA ABIERTA

Este tipo de proceso de construcción se realiza en los siguientes casos:

- Cuando no se pueda utilizar maquinaria por dificultad del terreno y se tenga que utilizar personal para la excavación.
- En tramos de terreno con roca (para este caso ver el tema 2.8 "Instalación del flexoducto en terrenos con roca").

Cuando no se pueda utilizar maquinaria por dificultad del terreno y se tenga que utilizar personal para la excavación, entonces:

- Se realiza una limpieza y deshierbe del terreno (plantilla).
- Se procede a marcar la trayectoria de la excavación y se realiza con personal a pico y pala hasta alcanzar la profundidad de 1.20 m. y un ancho de 0.40 m.
- Se deposita el flexoducto en la cepa, se rellena con producto de banco (tobas o arena) o producto de excavación.
- Se compacta con apisonadora mecánica (bailarina) en capas de 20 y 30 cm. humedeciendo cada capa, la compactación que se tenga debe ser de 95% de acuerdo a la prueba Próctor estándar (figura 29).



Figura 29. Compactación del terreno con Apisonadora mecánica (bailarina).

La colocación de la cinta de advertencia se hará a una distancia de 0.30 a 0.60 m. del lomo del flexoducto.

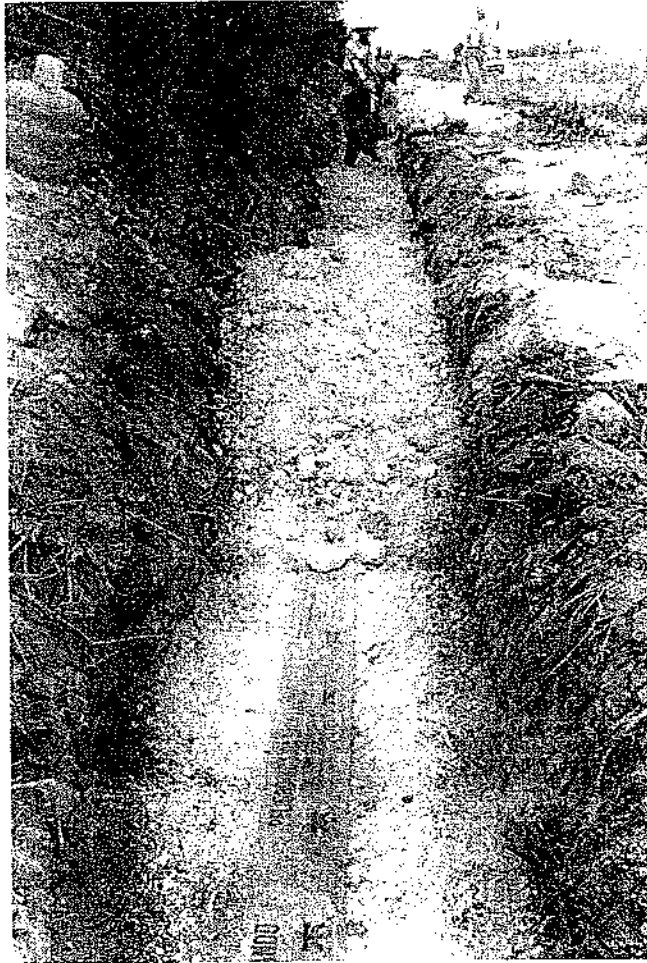


Figura 30. Colocación de la cinta de advertencia.

2.6. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO EN CUNETAS DE LAS CARRETERAS

Las cunetas son canales que se adosan a los lados de la corona de la vía terrestre, en el lado del corte en secciones de tal naturaleza; en cortes de balcón hay entonces cuneta en un solo lado y en cajón en ambos lados. La pendiente longitudinal mínima que debe existir en una cuneta es de 0.5%.

La instalación del flexoducto en cuneta, se realiza cuando los cortes en balcón o cortes en cajón son superiores a 3 m. ó por alguna situación especial lo requiera y se indique en el proyecto.

2.6.1. PROCESO CONSTRUCTIVO CON MAQUINARIA PESADA

2.6.1.1. En cunetas con revestimiento de concreto hidráulico

Antes de proceder a realizar los trabajos en la cuneta, el constructor y el supervisor de Teléfonos de México, deberán verificar si en los permisos obtenidos para trabajar en cuneta, la S.C.T. indicó la existencia o no de subdren.

En caso de haberlo indicado deberán de tener cuidado de no dañarlo, se libra el subdren al realizar la zanja como se muestra en la figura 32.

En caso de no haberlo indicado y durante la construcción la S.C.T. requiere que se instale el subdren, éste deberá de solicitarse por escrito.

Los subdrenes son elementos de un sistema de drenaje subterráneo cuya función es captar, coleccionar y desalojar el agua del terreno natural, de una terracería o de un pavimento, de acuerdo con las características del proyecto y/u ordenadas por la S.C.T., figura 33.

El proceso constructivo para revestimientos de concreto hidráulico es:

1. Se realiza el corte del concreto con una maquina cortadora de disco, sobre llantas de goma o neumáticas para no dañar la carpeta asfáltica. El corte se realizará en la longitud más larga de la cuneta haciendo la zanja de 20 cm. de ancho como mínimo y 80 cm. de profundidad, también se puede utilizar una cortadora de disco manual.

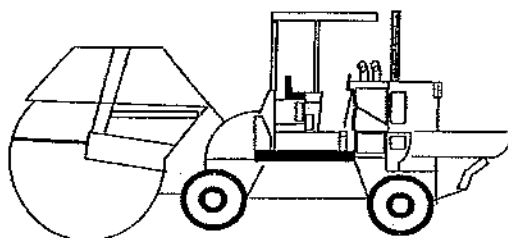


Figura 31. Maquina cortadora de disco.

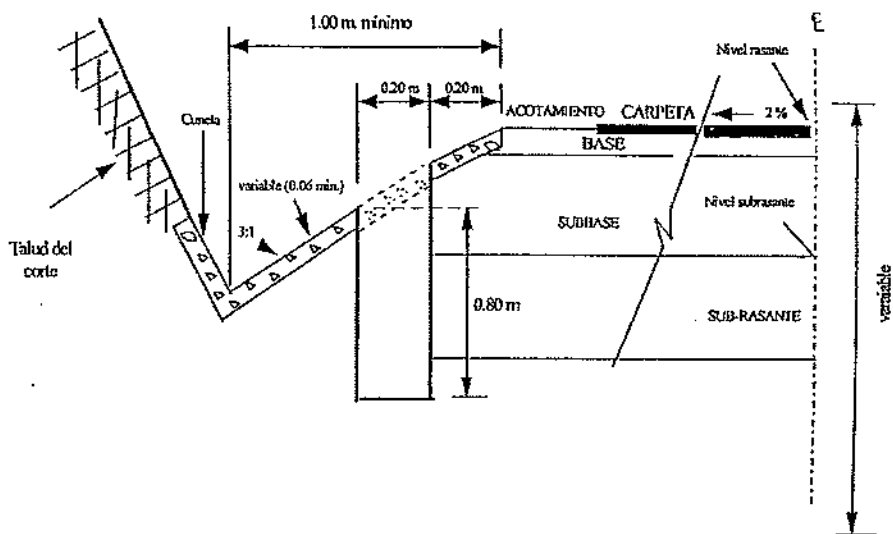


Figura 32. Perfil de zanja en la cuneta utilizando cortadora de disco.

2. Una vez hecha la zanja queda aproximadamente de 30 a 35 cm. de material triturado dentro de la misma, para lo cual, utilizando el tractor adaptado con sembrador-arado y porta carrete, se instala el flexoducto y la cinta de advertencia simultáneamente, figura 34.

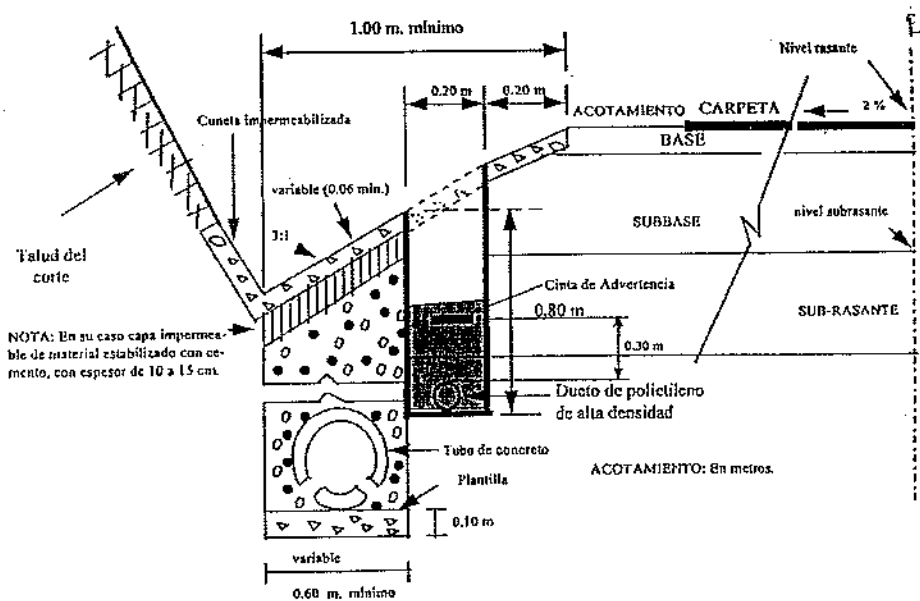


Figura 33. Instalación del flexoducto y cinta de advertencia en zanja en cuneta cuando hay subdren.

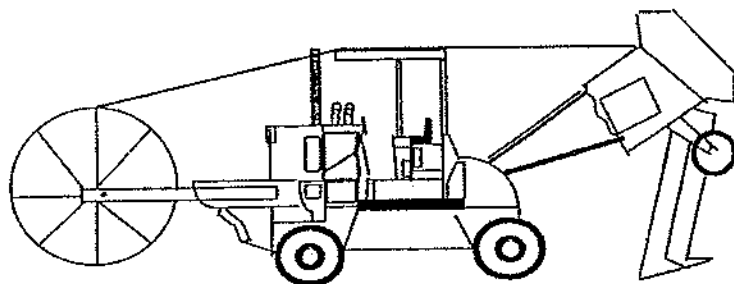


Figura 34. Tractor adaptado con sembrador-arado y porta carrete.

3. Se rellena la zanja hasta 40 cm. de nivel de revestimiento con material producto de la excavación.
4. Se incorpora agua hasta obtener la humedad óptima definida en la prueba Próctor estándar.
5. Se compacta con el apisonador de ruedas (pata de cabra), dándole dos pasadas a una velocidad de 18 m./min.
6. Se rellena hasta el nivel de revestimiento con material producto de la excavación.
7. Se incorpora agua hasta obtener la humedad óptima definida en la prueba Próctor estándar.
8. Se compacta con el pata de cabra, dándole dos pasadas a una velocidad de 18 m. /min., según tramo de prueba con lo que se alcanza el 25% del peso volumétrico seco-

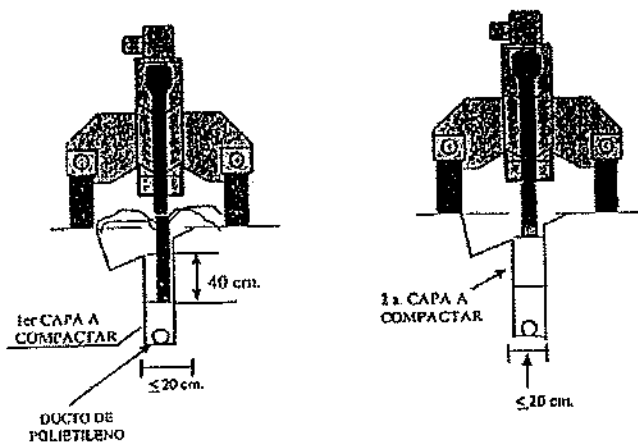


Figura 35. Compactación en cuneta.

9. El recubrimiento en las cunetas de concreto hidráulico o suelo cemento, se realizará con concreto hidráulico con una resistencia de $f'c = 150 \text{ Kg./cm}^2$, fabricado en obra en una revolvedora de un saco (está prohibido reponer con concreto hecho a mano). El espesor de la cuneta será igual al existente, pero nunca menor a 8 cm, considerando lo siguiente:

- La reposición de las cunetas debe ser salteando y no continuo, en tramos de 6 m. de longitud.
- El constructor deberá de cuidar durante el colado en las cunetas, no manchar de concreto hidráulico la carpeta asfáltica, ya que esto es motivo de reclamo por parte de la S.C.T.
- Entre los tramos de concreto de 6 m. de deberá de sellarse con un material asfáltico.
- Si la superficie terminada de la cuneta presenta grietas, estas deberán rellenarse con mortero a lo largo de toda la obra.
- Se retiran los escombros producto de la obra, para evitar afectaciones al tráfico que circula en las carreteras.

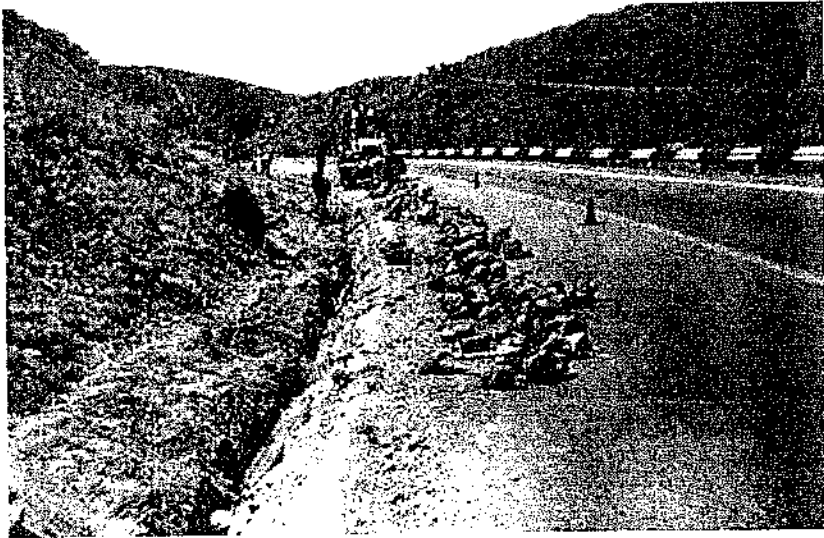


Figura 36. Instalación de flexoducto en cuneta.

2.6.1.2. En cunetas con revestimiento de mampostería

Antes de proceder a realizar los trabajos en la cuneta, el constructor y el supervisor de Teléfonos de México deberán verificar si en los permisos obtenidos para trabajar en cuneta, la S.C.T. indicó la existencia o no de subdren.

En caso de haberlo indicado deberán de tener cuidado de no dañarlo, se libra el subdren al realizar la zanja. Y en caso de no haberlo indicado y durante la construcción la S.C.T. requiere que se instale el subdren, éste deberá de solicitarse por escrito.

El proceso de construcción en cunetas con revestimiento de mampostería es:

- Se retira las piedras en un ancho aproximado a los 20 cm.
- Se realiza el corte con una maquina cortadora de disco, sobre llantas de goma o neumáticas para no dañar la carpeta asfáltica. El corte se realizará en la longitud más larga de la cuneta haciendo la zanja de 20 cm. mínimo de ancho y 80 cm. de profundidad.
- Se rellena la zanja hasta 40 cm. del nivel de revestimiento con material producto de la excavación.
- Se incorpora agua hasta obtener la humedad óptima definida en la prueba Próctor estándar.
- Se compacta con el pata de cabra, dándole dos pasadas a una velocidad de 18 m./min.
- Se rellena hasta el nivel de revestimiento con material producto de la excavación.
- Se incorpora agua hasta obtener la humedad óptima definida en la prueba Próctor estándar.
- Se compacta con el pata de cabra, dándole otras dos pasadas a una velocidad de 18 m./min.
- El recubrimiento en las cunetas de mampostería, se realizará con el mismo tipo de material, utilizando las piedras retiradas, el espesor mínimo del recubrimiento será de 20 cm, juntado con mortero de cemento en proporción 1:5. Antes de asentar la piedra se deberá de humedecerse bien, lo mismo que la superficie de apoyo y las piedras contiguas. Las piedras se colocarán entre puestas, sobre una capa de mortero, acomodándolas a manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las piedras contiguas, las juntas se llenarán completamente con mortero de cemento; antes de que endurezca el mortero, se entallarán al ras del paramento. En caso de que una de

las piedras se afloje o quede mal asentada o se abra una de las juntas, dicha piedra será retirada, así como el mortero del lecho y de las juntas, volviéndola a asentar con mortero nuevo, humedeciendo el sitio del asiento.

- Se retiran los escombros de la excavación, para evitar afectaciones al tránsito vehicular que circula en las carreteras.

2.6.1.3. En cunetas sin revestimiento

Antes de proceder a realizar los trabajos en la cuneta sin revestimiento, se verifican los permisos igual que en los puntos 2.6.1.1 y 2.6.1.2, así como la solución a los problemas en los casos similares a estos puntos.

El proceso constructivo es cunetas de revestimiento es:

- Se realiza el corte de la zanja con una maquina cortadora de disco, sobre llantas de goma o neumáticas para no dañar la carpeta.
- Se rellena la zanja hasta 40 cm. del nivel del terreno natural con material producto de la excavación.

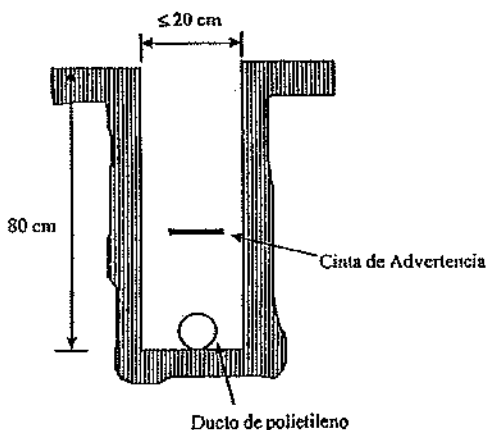


Figura 37. Perfil de la zanja sin revestimiento usando cortadora de disco.

- Se incorpora agua hasta obtener la humedad óptima definida en la prueba Próctor estándar.
- Se compacta con el pata de cabra, dándole dos pasadas a una velocidad de 18 m./min.
- Se rellena el resto de la zanja con material producto de la excavación.
- Se incorpora agua hasta obtener la humedad óptima definida en la prueba Próctor estándar.
- Se compacta con el pata de cabra, dándole dos pasadas a una velocidad de 18 m./min.
- Se retiran los escombros de la excavación, para evitar afectaciones al tránsito vehicular que circula en las carreteras.



Figura 38. Instalación de flexoducto en cuneta con maquinaria mayor.

2.6.2. PROCESO CONSTRUCTIVO CON MAQUINARIA MENOR

Cuando no haya espacio para trabajar con la maquina cortadora de disco y la excavación se tenga que hacer a mano, el supervisor de Teléfonos de México solicitará la autorización de la Gerencia de Infraestructura y Calidad Operativa Equipo en Larga Distancia ó a la Gerencia de Ingeniería y Construcción Local, del área correspondiente.

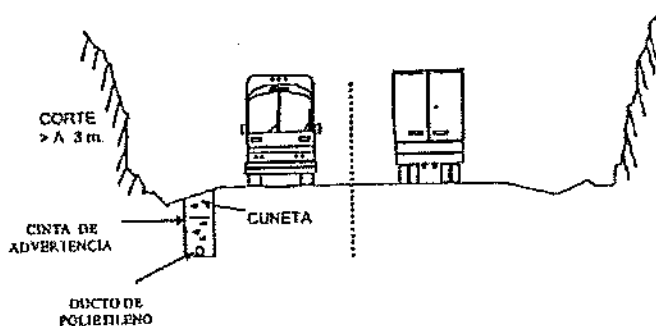


Figura 39. Talud de corte pegado a la cuneta.

El proceso constructivo con maquinaria menor es.

- Cuando el zampeado de la cuneta sea de concreto hidráulico o mampostería, se utilizará maquina cortadora de disco para cortar el revestimiento, haciendo la zanja con un ancho de 40 cm. mínimo de ancho, figura 40.
- Se compacta la primera capa dándole dos pasadas con el compactador manual (bailarina) a una velocidad de 10 m./min.
- Se coloca la cinta de advertencia a mano con apoyo de camioneta.
- Se rellena el resto de la zanja con material producto de la excavación.
- Se compacta la segunda capa con la misma compactadora manual dándole dos pasadas a la misma velocidad de 10 m./min.

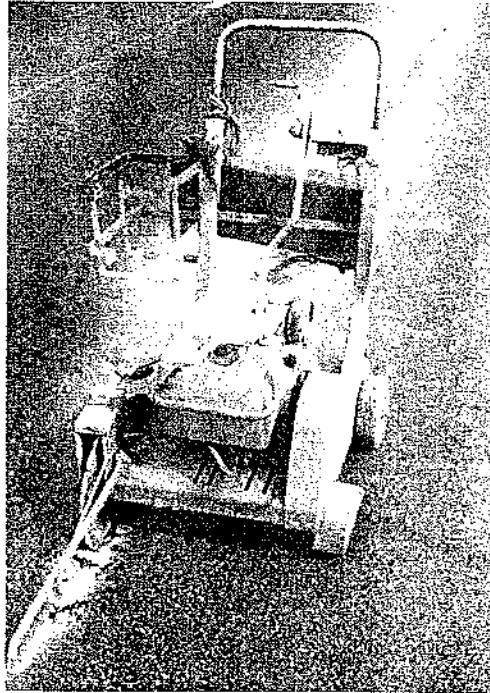


Figura 40. Cortadora de disco manual.

En caso de existir revestimiento:

- Si el recubrimiento en las cunetas es de concreto hidráulico se realizará con concreto hidráulico con una resistencia de $f'c = 150$ Kg./cm², fabricado en obra en una revolvedora de un saco. El espesor de la cuneta será igual al existente, pero nunca menor a 8 cm. considerando:
 - a) El colado de las cunetas debe ser salteado y no continuo, en tramos de 6 m. de longitud.
 - b) Los tramos de concreto de 6 m. de longitud deberán de sellarse con un material asfáltico.

- c) Si la superficie terminada de la cuneta presenta grietas, estas deberán rellenarse con mortero a lo largo de toda la obra.
- Si el recubrimiento en las cunetas de mampostería, se realizará con el mismo tipo de material, utilizando las piedras retiradas, el espesor mínimo del recubrimiento será de 20 cm, uniendo con mortero de cemento en proporción 1:5. Antes de asentar una piedra, ésta deberá humedecerse bien, lo mismo que la superficie de apoyo y las piedras contiguas.
 - Se retiran los escombros de la excavación, para evitar afectaciones al tránsito vehicular que circula en las carreteras.

2.6.3. INSTALACIÓN DEL SUBDREN EN CUNETAS

2.6.3.1. Zanja realizada con maquina cortadora de disco

Cuando se realice la zanja con maquina cortadora de disco, con un ancho de 20 cm. mínimo de ancho y 80 cm. de profundidad, dejemos aproximadamente de 30 a 35 cm. de material triturado, figura 41.

Posteriormente se procede a instalar el flexoducto y la cinta de advertencia, con la misma maquina adaptada con arado, sembrador y porta carrete. Arriba de ese material triturado deberá de instalarse el subdren.

Para preparar el material de relleno y cumplir con las características del filtro requerido deberán seleccionarse y mezclarse los materiales, la selección de los materiales se hará cuidando que cumplan con las características siguientes:

- Los materiales finos deben de ser del tipo ML obtenida de la unión de dos letras, M de limos inorgánicos de símbolo genérico M (del suco mo y mjala) y L (low compressibility) baja compresibilidad, de

acuerdo a la tabla SUCS (sistema unificado de clasificación de suelos) y que corresponde a los siguientes tipos:

- Limos inorgánicos
 - Polvo de roca
 - Limos arenosos (tobas)
 - Limos arcillosos de baja plasticidad
- El tamaño máximo de las gravas deberá ser de 1 ½" y se requiere una combinación de todos los tamaños inferiores a éste, la arena también deberá tener una combinación de todos tamaños.
 - Al compactar, los materiales de filtro deberán estar húmedos para evitar su segregación, al colocarse a volteo y se les dará un apisonado suave para lograr su acomodo, y para su recubrimiento, ya sea de concreto hidráulico ó de mampostería, se realizará de acuerdo a lo descrito en los puntos anteriores.

Para el relleno con filtro graduado y considerando la curva superior como límite y la curva inferior como límite, se tienen las composiciones de materiales que se presentan en la tabla 5.

	LÍMITE SUPERIOR CURVA SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR CURVA INFERIOR
TIPOS DE MATERIAL	PORCENTAJE EN PESO	PORCENTAJE EN PESO
FINOS	5%	0%
ARENAS	50%	20%
GRAVAS	45%	80%

Tabla 5. Composición de materiales para el filtro.

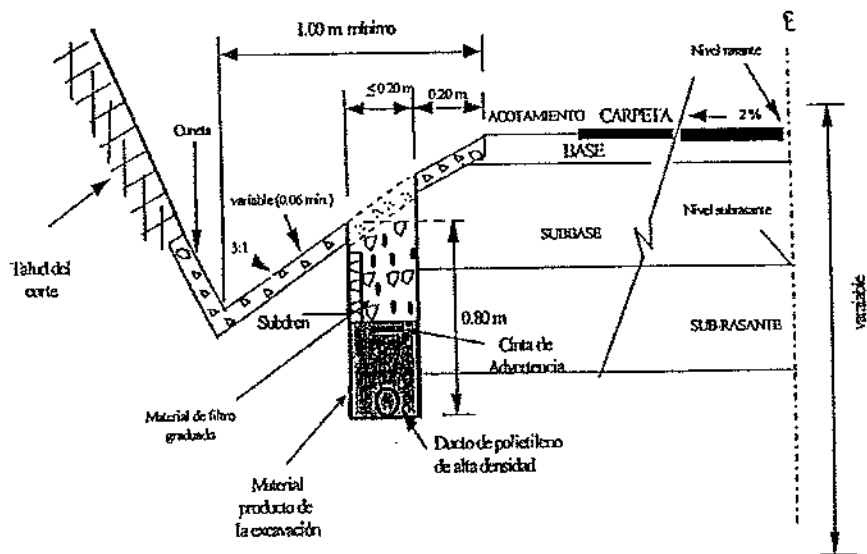


Figura 41. Instalación del subdren cuando se realiza la zanja con máquina cortadora de disco.

2.6.3.2. Zanja realizada a mano

Cuando se realicen los trabajos a mano, y se requiera instalar un subdren, se tendrá que seguir el siguiente procedimiento:

- Se realiza la zanja con un ancho de 40 cm. mínimo y 80 cm. de profundidad
- Se instala el subdren paralelamente al flexoducto, quedando como se muestra en la figura 42.
- Se rellena la zanja con material de filtro graduado, descrito en el punto anterior (2.6.3.1)
- Para la compactación, los materiales de filtro deberán estar húmedos, evitar su segregación, al colocarse a volteo y se les dará un apisonado suave para lograr su acomodo.
- Para su recubrimiento, ya sea concreto hidráulico ó de mampostería, se realizará de acuerdo a los puntos anteriores.

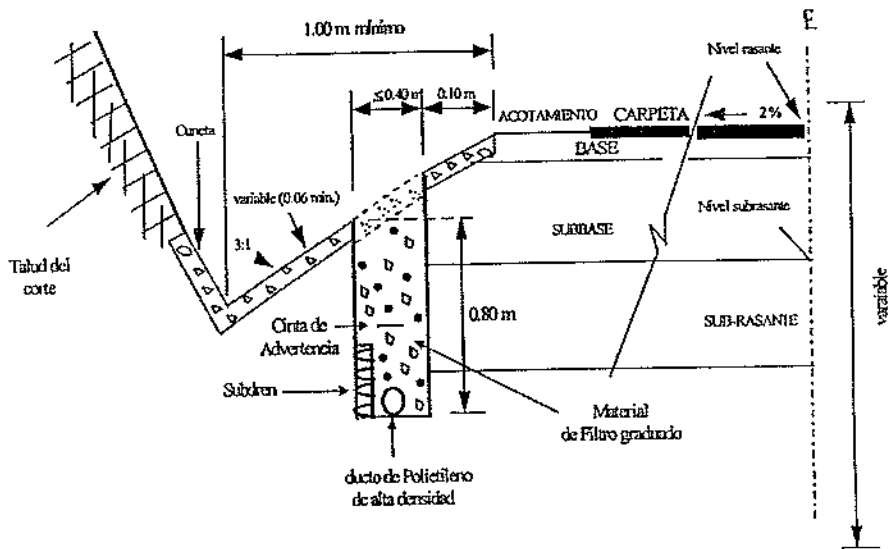


Figura 42. Instalación del subdren en zanja hecha a mano

2.7. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO EN ZONA DE MANGLARES

El propósito de este tema es el describir la instalación del flexoducto para la construcción de enlaces de fibra óptica en las áreas o zonas de mangle, dentro de los lineamientos indicados por la Secretaria de Comunicaciones y Transporte (S.C.T), y la Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y pesca (SEMARNAP), ya que este tipo de vegetación actualmente esta siendo protegida contra su deforestación.

Manglares

Los manglares son bosques de plantas leñosas tolerantes a la sal, caracterizados por su común habilidad para crecer y prosperar a lo largo de los litorales protegidos de las mareas, y se localizan entre sedimentos salinos frecuentemente anaeróbicos.

Los manglares están dominados por un grupo de especies típicamente arbóreas que han desarrollado adaptaciones fisiológicas, reproductivas y estructurales que les permiten colonizar estratos inestables y áreas anegadas, sujetas a cambios de mareas de las costas tropicales y subtropicales protegidas del oleaje.

A estos ecosistemas también se les suele llamar bosques hidrófilos debido a que por su ubicación costera siempre en contacto directo con cuerpos de agua de origen marino en combinación con el agua que llega a través de las escorrentías o por la desembocadura de los ríos.

2.7.1. PROCESO CONSTRUCTIVO

2.7.1.1. Preparación del terreno

Se procede a delimitar una franja de construcción para la excavación de la cepa, con un ancho máximo de 1.0 m, realizando el trazo correspondiente de acuerdo a la ruta de fibra óptica donde la construcción debe realizarse a mano. Esta franja es para abrir una brecha a lo largo de la ruta donde exista vegetación el mangle y otras plantas, las cuales se retirarán limpiando la franja hasta el nivel del suelo, como se muestra a continuación, figura 43.

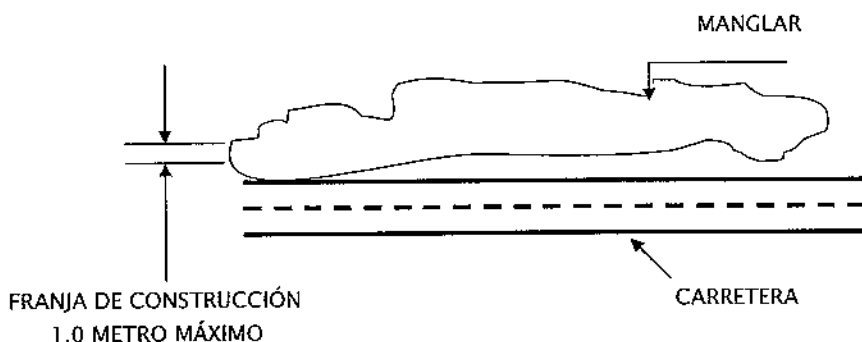


Figura 43. Elaboración de la franja de construcción.

2.7.1.2. Brecha a mano

La brecha se abre a partir de los puntos previamente localizados que faciliten el acceso y que se determinen e indiquen en la obra, para continuar con la excavación, la colocación a mano del flexoducto y con la inmersión de la fibra óptica; estos sitios deben facilitar el acceso de los materiales a emplear como las bobinas del flexoducto y las bobinas de fibra óptica, así como al personal, las herramientas y el equipo requerido para su colocación, la inmersión y las pruebas a realizar.

La brecha se abre en la franja de construcción cuando la hierba, matorrales y troncos a lo largo de la ruta del flexoducto donde exista mangle, dentro de esta franja que esta delimitada a 1.0 m. de ancho.



Figura 44. Trabajador abriendo brecha a mano con motosierra.

El corte de la vegetación existente se realiza a mano y a nivel del suelo, utilizando herramienta manual (machetes de mano, machetes de monte, hachas de monte, carretillas) y equipo ligero (motosierra para la maleza, hierba y corte de troncos), ver figura 44 y 45.

Una vez realizado el corte, se retira el material producto del corte de la vegetación, dejando limpia el área de construcción para continuar con la excavación.



Figura 45. Trabajadores en zona de mangle cortando raíces con motosierra, con el flexoducto a un lado preparado para su colocación.

Para el caso en que el terreno este demasiado flojo, el producto de corte de vegetación puede ser utilizado para formar piso un poco más firme y evitar con esto él llegar a sumergirse en este tipo de terreno.

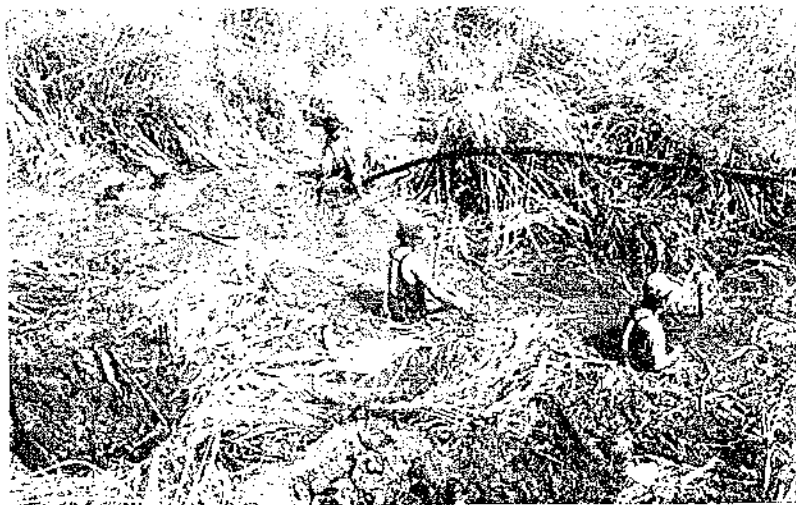


Figura 46. Material producto de corte utilizado como piso o apoyo para caminar en suelos saturados.



Figura 47. Trabajadores abriendo brecha a mano y colocando costales como lastre para la inmersión del flexoducto.

2.7.1.3. Excavación de cepa a mano

La excavación de la cepa se realiza del ancho indicado por la norma de excavación manual que es de 40cm, con una profundidad de 80cm a 60 cm mínimo, considerado que esta una zona protegida por el gobierno, es muy remoto el paso de maquinaria y/o vehículos que puedan afectar la instalación de cable.

Para esta actividad se deben de utilizar herramienta menor y equipo ligero (zapapicos, hachas de mano, hachas de monte, palas, carretillas y motosierra para troncos).

La excavación de la cepa comprende el retiro de los troncones o troncos enterrados y el corte de las raíces existentes de la vegetación previamente cortada y retirada de acuerdo al punto 2.7.1.2, así como el afloje y retiro del material propio de la cepa.

El equipo ligero como es la motosierra para troncos, se utiliza para el corte de raíces, ya que conforme se va excavando con el zapapico y la pala, se corta las raíces con el fin de evitar una sobre excavación y dañar las raíces de la vegetación existente, ya que este corte se hace al paño de la pared de la cepa (figura 45).

2.7.1.4. Colocación a mano del flexoducto en cepa abierta

La colocación del flexoducto se realiza conforme se avanza en la excavación de la cepa y conforme al método existente de colocación a mano de flexoducto, el cual desde la preparación de instalación se debe colocar un tapón expandible de cada lado del flexoducto para proteger que no se introduzca agua y cuerpos extraños a éste, tomando en cuenta las condiciones físicas del sitio de la obra.

La colocación del flexoducto se hace depositándolo paralelamente lo más cercano al eje de construcción de la ruta, para irlo depositando conforme se vaya avanzando en la elaboración de la cepa, para facilitar las maniobras

eliminando la introducción de las bobinas a las zonas de la construcción de la obra, y con el fin de no dañar la vegetación existente (mangles) dentro del área de trabajo.



Figura 48. Preparación de la cepa para instalar el flexoducto.

Lastrado de flexoducto en el fondo de la cepa

Cuando el exceso de agua existente en la cepa, impida mantener el flexoducto en el fondo, se deben de utilizar como lastre costales conteniendo cemento, arena, proporción 1:8 con un peso máximo de 20 Kg. y una separación de 2 m. cada uno, habrá casos en los que la distancia variará según el tirante que se tenga en el momento de depositar el flexoducto y se hará con previa autorización de supervisión de Teléfonos de México (figura 49).



Figura 49. Elaboración de costales para lastre

2.7.1.5. Relleno e instalación de la cinta de advertencia.

Una vez colocado el flexoducto se lleva a cabo el cierre o relleno de cepa con material nuevo (material de banco limo, arcilla ó arena), relleno la cepa de forma continua hasta que se desplace totalmente el agua llegando al nivel de piso.

La colocación de la cinta de advertencia debe de ser colocada sobre el lastrado del flexoducto y sobre esta un lastrado a cada 15 m. aproximadamente, con la finalidad de que no flote ni tampoco se la lleve la corriente ó lo mueva el agua.

2.7.2. INSTALACIÓN DE POZOS EN ZONA DE MANGLE

Para la zona de mangle se instalará, los siguientes tipos de pozos:

- Prefabricado de fibra de vidrio o concreto armado.
- Concreto armado tipo L2T con medidas internas de 100 x 88 x 60 cm, estos pozos para donde no haya paso vehicular.
- Concreto armado tipo K2C con medidas internas de 160 x 160 x 90 cm, estos pozos para donde exista paso vehicular.

En estos casos la instalación de los pozos se debe realizar de acuerdo a las condiciones del terreno, esto quiere decir, que si sobre el eje de instalación del flexoducto, el terreno permite la instalación del pozo ó que exista un "lunar" de tierra firme, se debe instalar el pozo prefabricado, de lo contrario se tendrá que realizar la instalación fuera del eje de la ruta, y esta se tendrá que ser por medio de una desviación del flexoducto hacia al lado de la carretera, donde no se presenten problemas con los trabajos de mantenimiento y/o ampliación de la S.C.T.

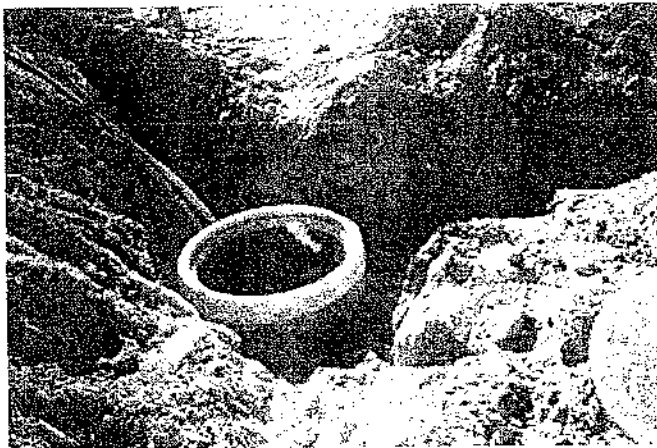


Figura 50. Pozo prefabricado circular de concreto armado para enlaces de flexoducto

En caso de que el pozo quedara ubicado en donde existiera la circulación de vehículos, se tendrá la opción de instalar previa autorización de la supervisión de Teléfonos de México, los pozos tipo K2C y en donde no existe paso vehicular se instalará el pozo tipo L2T.

2.8. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO EN TERRENOS CON ROCA

Si durante el Ripeo de la ruta se detectan tramos de dureza o con roca, en la cual no se pueda profundizar, se procederá a utilizar la maquinaria adecuada, ya sea, la zanjadora de cadena, la retroexcavadora de orugas con martillo neumático, zanjadora de disco o maquina similar, hasta profundizar la cepa a 1.20 m. y un ancho de 0.40 m.

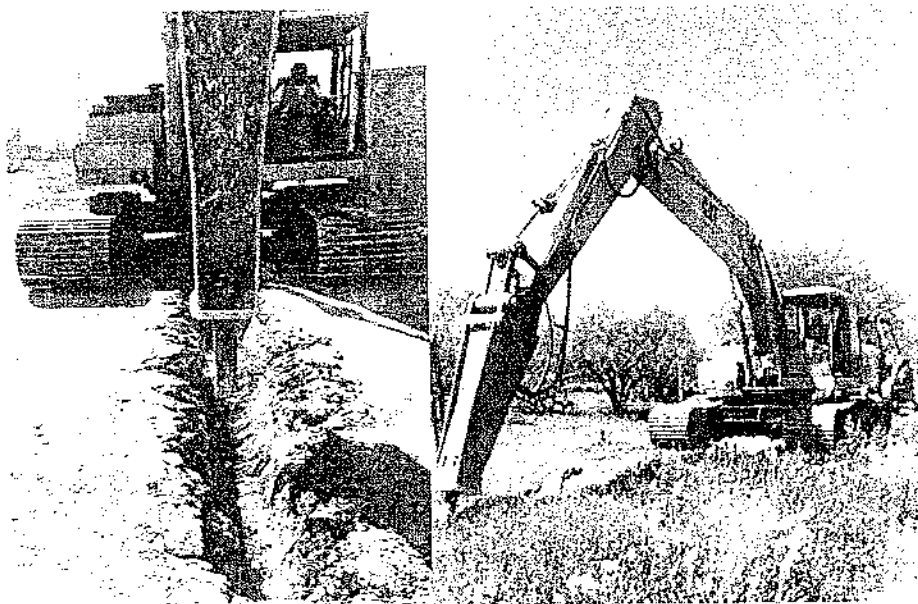


Figura 51. Excavadora con martillo.



Figura 52. Zanjadora de cadena.

Siguiendo los consecuentes puntos se logrará su perfecta instalación:

- Con la retroexcavadora se sacará el producto de excavación, si las dimensiones de la zanja lo permite o en su caso se hará manualmente.



Figura 53. Retroexcavadora sacando el material producto de la excavación

- Con el fondo de la cepa limpio, se coloca 5 cm. de producto de banco (tobas o arena) compactado con bailarina.
- Se coloca el flexoducto sobre la cama de material de banco previamente compactada (figura 54).
- Se rellena la cepa con 20 cm. de producto de banco (tobas o arena), ver figura 55.
- Se compacta con apisonadora mecánica (bailarina) en capas delgadas entre 20 y 30 cm, humedeciendo cada capa, la compactación que se obtenga debe ser de 95% de acuerdo a la prueba Próctor estándar (figura 56).



Figura 54. Colocación del flexoducto sobre cama.



Figura 55. Relleno de cepa con material de banco.

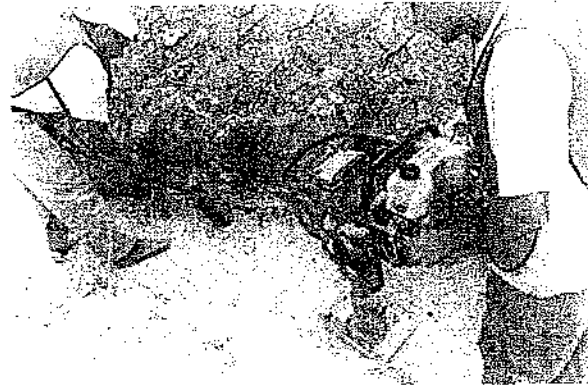


Figura 56. Compactación de la cepa con bailarina.

- La colocación de la cinta de advertencia se hará a una distancia de 0.30 a 0.60 m. del lomo del flexoducto.
- Rellenar el resto de la cepa con producto de excavación.

Podemos usar un compresor con martillos neumáticos, cuando la ocasión así lo amerite, por ejemplo: cuando el espacio es muy reducido, cuando no se cuenta con los recursos para rentar maquinaria pesada como lo son cortadoras de disco, zanjadoras de disco, etc.



Figura 57. Compresor con pistolas neumáticas

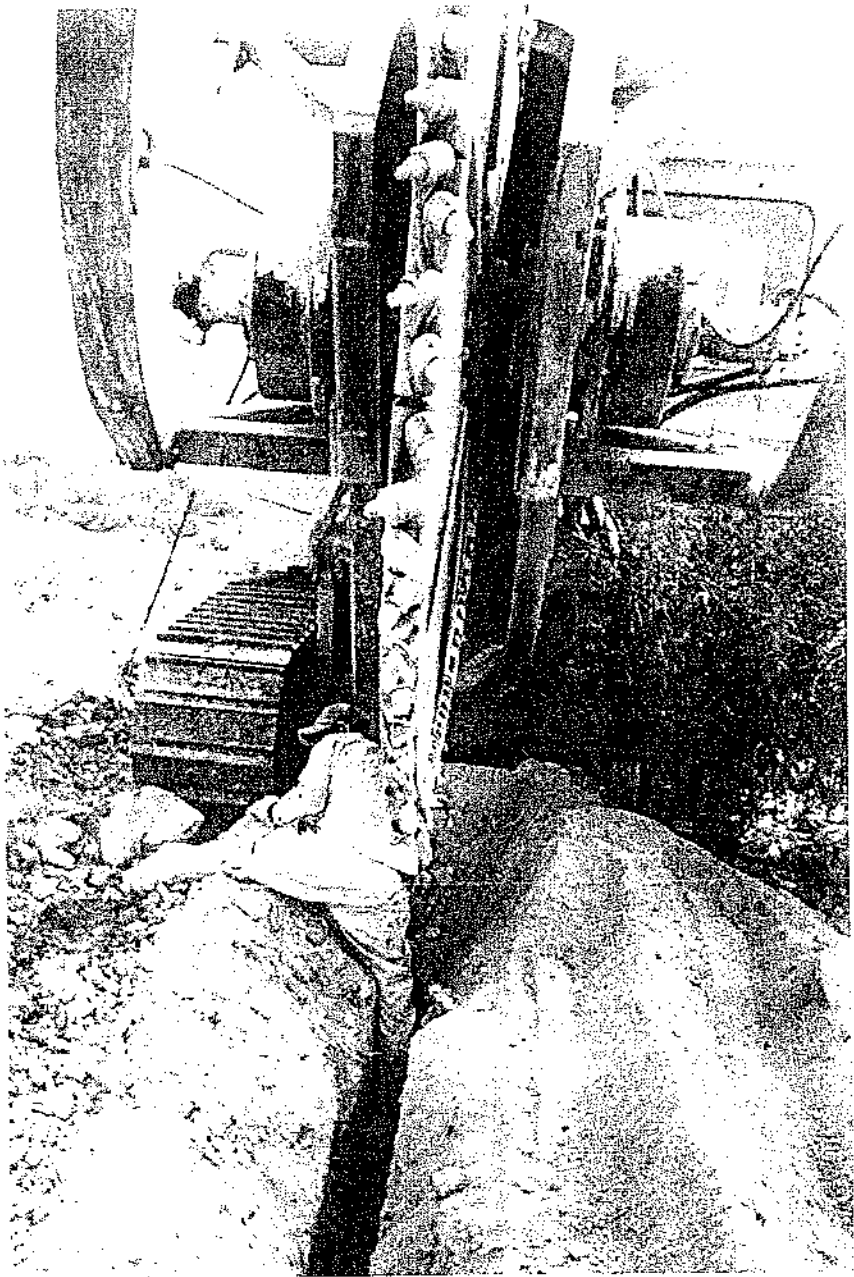


Figura 58. Cortadora de disco.

2.9. INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO EN CRUZAMIENTO DE CARRETERAS

Cuando sea necesario realizar cambios de trayectoria de un lado de la carretera al otro, se podrá realizar cualquiera de las siguientes formas:

- Cruzamiento de carreteras por alcantarillas o puentes.
- Cruzamiento de carretera con perforación o hincado.

2.9.1. CRUZAMIENTO DE CARRETERA POR ALCANTARILLAS Y PUENTES

Se pueden realizar los cruces aprovechando las alcantarillas o puentes instalados en las carreteras, utilizando canaletas de 0.90×0.90 m. ó tubería de acero galvanizado del diámetro que indique el proyecto, adosándolas en la parte superior de la alcantarilla, sujetas con soportes o barren anclas con taquetes de expansión para no producir agrietamientos.

La colocación de los soportes será a cada 1.0 o 1.5 m. de separación. Se deberá cuidar que el flexoducto no sobrepase el radio mínimo de curvatura (0.54 m.), al hacer la curva para iniciar el adosamiento (figura 59).

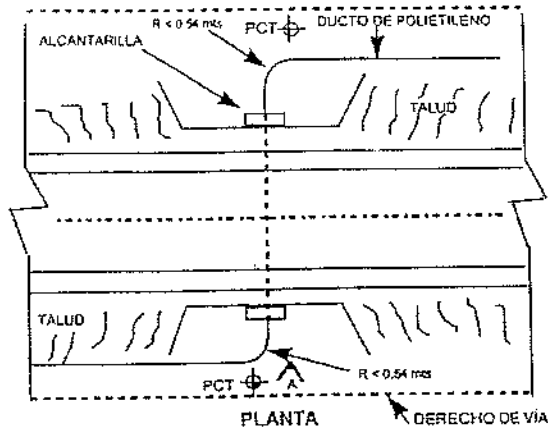


Figura 59. Cruzamiento del flexoducto por alcantarilla.

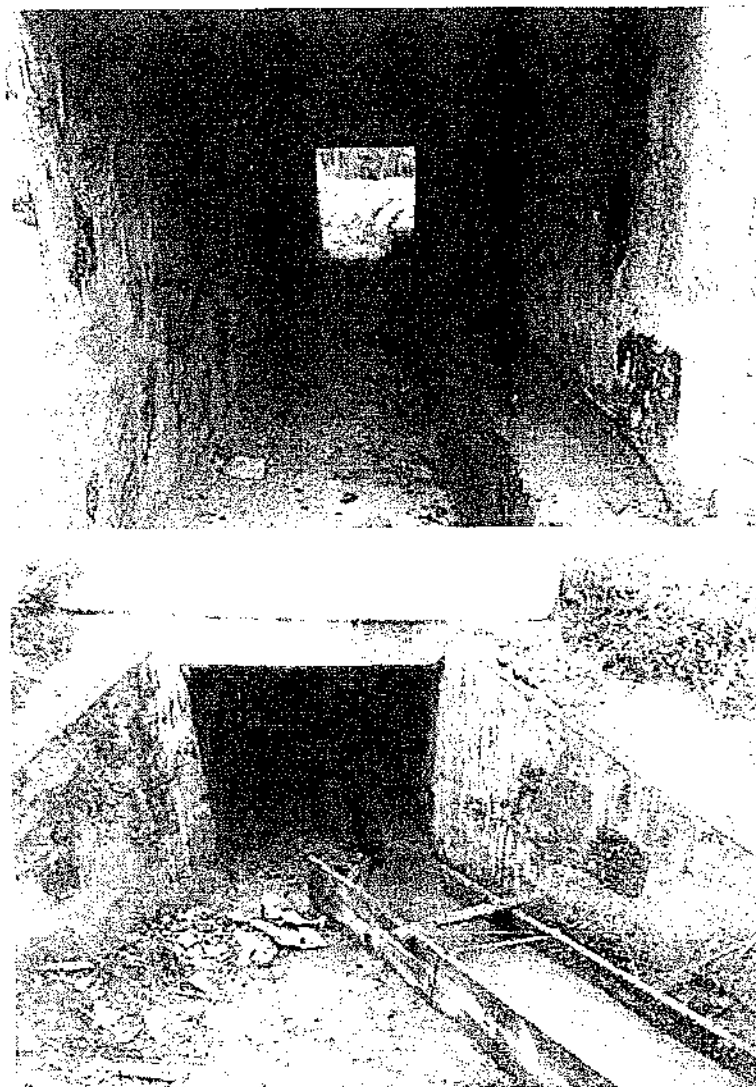


Figura 60. Protección de concreto (encofrado) del flexoducto bajo alcantarillas o puentes en cruzamientos.

Para proteger el flexoducto cuando se tiene que llegar a un adosamiento para el cruzamiento de la carretera aprovechando la facilidad de la alcantarilla o por debajo del puente se deberá utilizar protección de

concreto (figura 60). La longitud del encofrado será aquella a donde el flexoducto ya no alcance la profundidad de 0.80 m, debido a que va subiendo al adosamiento.

2.9.2. CRUZAMIENTO POR CARRETERA POR TUNELEO O HINCADO

Para este método constructivo se tendrá que respetar lo siguiente:

- La profundidad mínima de instalación del tubo será de 1.5 m. de la superficie de rodamiento.
- Se instala tubería negra sin costura cedula 40 en tramos de 3 m. soldados no roscados, de diámetro interior de 8 o 10 pulgadas de diámetro como ademe.
- Las cajas y ventanas que se hagan para la colocación de la maquinaria de excavar, no deben de afectar la estructura de los terraplenes y se harán a 2.0 m. del pie o ceros de los taludes.
- Al hacer el cambio de trayectoria del flexoducto para entrar al cruzamiento, se deberá respetar el radio mínimo de curvatura de 0.54 m. Este tramo tiene que ser encofrado con concreto $f'c = 150 \text{ Kg./cm}^2$.

Proceso constructivo del tuneleo o hincado

Para el proceso constructivo se utiliza una maquina neumática para instalar la tubería negra debajo de la superficie utilizando el método de golpeo repetitivo, dicho proceso es:

- Seleccionar y marcar las áreas de perforación (caja y ventana), de tal forma que facilite las maniobras de instalación de la maquina tuneleadora y salida del tubo respectivamente.
- Una vez terminada la caja se procederá a bajar la maquinaria en el fondo de la excavación.
- Una vez definido el punto o profundidad de proyección se nivela la base de la maquina.

Se procede a armar las partes para iniciar el hincado:

- Se selecciona la broca y punta para perforación del terreno.
- Se introduce la broca y punta, seguido de la barra helicoidal dentro de la tubería negra. La broca y punta servirán para ir abriendo terreno y la barra helicoidal para ir sacando la tierra o roca a la superficie.
- Una vez armado se monta la tubería sobre una guía para darle dirección hacia el punto de perforación.
- Se introduce los primeros 3 m. de tubo.
- Se une otra barra helicoidal y sobre de este colocar otros 3 m. de tubo.
- Soldar los tubos utilizando electrodos y soldadura.

2.10. OTROS CASOS PARTICULARES DE INSTALACIÓN

2.10.1. CRUCES DE GASOLINERAS

De existir algún revestimiento (concreto o asfalto), se hará el trazo de la cepa a 0.40 m. de ancho y se efectuará un corte con una cortadora de disco con la finalidad de hacer regulares los bordes de la ruptura del revestimiento (figura 61).

Se realiza la excavación de la profundidad de instalación como lo indica el proyecto más 0.10 m. excedentes. Colocándose posteriormente una plantilla de concreto de 0.10 m. de una resistencia $f'c = 150 \text{ Kg. /cm}^2$.

Se colocan dos flexoductos. El flexoducto adicional tiene como objetivo cuando se requiera facilitar los trabajos de mantenimiento, y será de una longitud igual al tramo a instalar más 5 a 10 m. a cada lado, sellando los extremos con tapones expandibles para evitar que se obstruya la vía (figura 62).



Figura 61. Corte del revestimiento con maquina cortadora de disco.

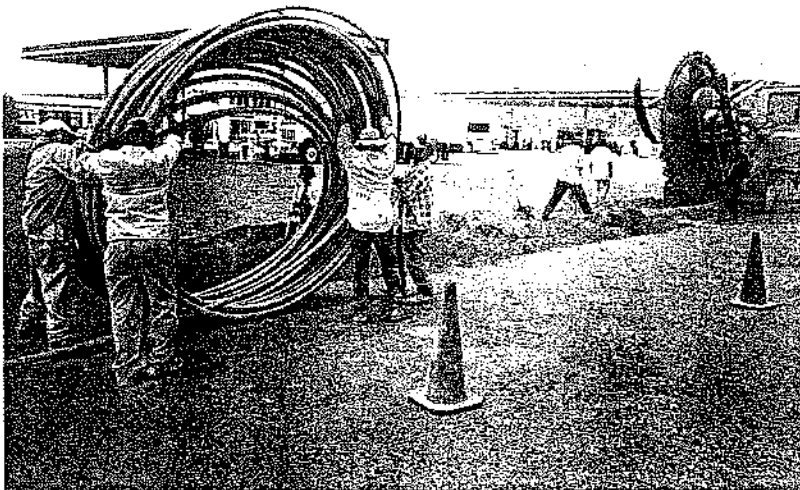


Figura 62. Colocación de varios flexoductos.

Se termina el encoframiento con concreto hasta alcanzar la altura de 0.30 m. de acuerdo a lo mostrado. Posteriormente se rellena la cepa con producto de banco (tobas o arena), para después compactar con apisonadora mecánica (bailarina) en capas delgadas entre 20 y 30 cm. humedeciendo cada capa, la compactación que se obtenga debe ser de 95% de acuerdo a la prueba Próctor estándar.

La colocación de la cinta de advertencia se hará a una distancia de 0.30 a 0.60 m. del nivel de piso (figura 63).

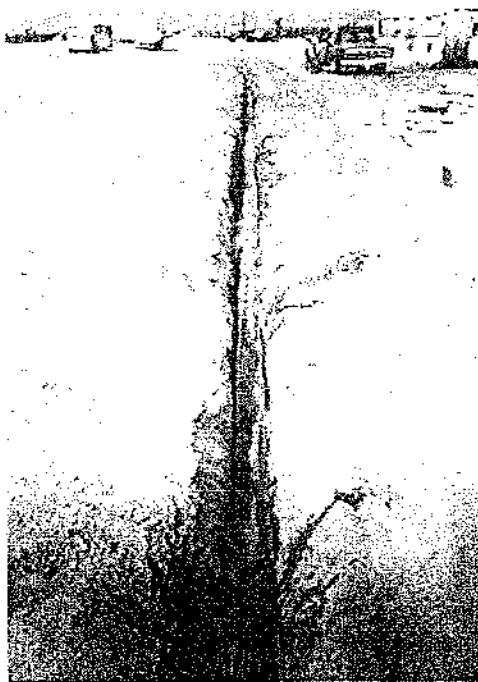


Figura 63. Colocación de cinta de advertencia.

Nota: es importante que los planos sean actualizados al final de la construcción marcando las puntas de terminación y longitudes de los flexoductos adicionales.

La reposición del revestimiento, se hará de acuerdo a las características originales del mismo.

2.10.2. CRUCES CON DESAGÜES DE ALCANTARILLAS Y ARROYOS

El procedimiento de construcción será el mismo que es utilizado para los cruces en gasolineras, pero sin colocar el flexoducto adicional.

Se recomienda alejarse del desagüe de las obras de drenaje existentes, colocando el flexoducto en el terreno natural.

En el caso de que sea inevitable pasar por las obras de drenaje existentes, pueden consultar el tema 2.11 "Obras de drenaje para protección del flexoducto".

2.10.3. ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS Y PASOS

Zonas con revestimiento

En zonas con revestimiento se procede como se indica para cruces con gasolineras, con la diferencia de que en lugar de los 0.20 m. de concreto se hará el relleno con material de banco o excavación.

Zonas sin revestimiento

En zonas sin revestimiento es enterrado directamente el flexoducto sin canaletas y sin encofrado. Se deberá realizar una compactación por bandeos.

2.11. OBRAS DE DRENAJE PARA PROTECCIÓN DEL FLEXODUCTO CONTRA EROSIONES

La configuración de los suelos combinada con las precipitaciones pluviales, medias o intensas, se pueden considerar como las principales causantes de erosiones; las regiones en donde las precipitaciones pluviales son intensas y recurrentes, son los lugares más propensos para padecer problemas de erosiones y tubificaciones. Asimismo no todos los suelos son compactables, por lo que la compactación durante la construcción no siempre es la solución para este tipo de problemas.

En las rutas del flexoducto, se han considerado que el peor enemigo que tenemos es el agua, sin contemplar los movimientos de los suelos y las características de los mismos.

Por lo anterior, la función específica de las protecciones, es fundamentalmente, la de encauzar, desviar y contener el agua, asimismo contener los movimientos de tierra que puedan ocasionar derrumbes.

Las protecciones que se pueden utilizar para corregir y prevenir los problemas de erosiones en las rutas del flexoducto enterrado son:

- Muros de contención
- Subdrenes
- Lavaderos
- Filtros
- Bajadas
- Cunetas
- Bordos
- Vegetación
- Compactación

2.11.1. MUROS DE CONTENCIÓN

Sirven, como su nombre lo indica, para contener a la superficie de falla formada o por formarse. Son estructuras de tipo rígido y permanente. Estos tienen su principal utilidad en contener taludes o laderas que son propensas a deslavarse o que ya sufrieron deslaves y evitar que sigan derrumbándose.

Estos serán de mampostería y concreto, sin embargo se requerirá que el muro se encaje hasta un 2 % de su altura para que desarrolle por completo la resistencia pasiva al pie en arenas compactadas y hasta un 15 % en arenas sueltas; asimismo, para un relleno arenoso, se recomienda una compactación no muy severa durante la colocación, por lo menos en la inmediata vecindad del respaldo del muro, sin llegar a un estado tan suelto que pueda provocar problemas posteriores por acomodo de arena.

Se deben utilizar como materiales de relleno arena, grava o piedra triturada; no deben de usarse arenas plásticas blandas como limos o arcillas limosas, fragmentos de arcilla dura o medianamente dura.

2.11.2. SUBDRENES

Son aquellas construcciones que se utilizan para interceptar y eliminar el flujo de agua hacia la cama del corte.

Estos consisten en una de profundidad adecuada de 1.0 m. ó 1.5 m., provista de un tubo perforado en su fondo y rellena de material filtrante, o bien materiales como el rolodren, el agua colectada por el tubo se desaloja por gravedad a algún bajo o cañada en que su descarga sea inofensiva.

2.11.3. LAVADEROS

Son canales que conectan con los bordillos y bajan transversalmente por los taludes, con la misión de conducir el agua de lluvia que ocurre hasta lugares alejados de los terraplenes, en donde ya sea inofensiva.

Se construyen de mampostería con juntas de lechada de cemento en proporción 1:4, también se hacen de concreto, la plantilla del lavadero deberá de ser rugosa.

2.11.4. FILTROS

Se denominan así a los agregados naturales del tamaño de arena y la grava. Estos los constituyen los agregados naturales. Cuando los materiales son de buena calidad son prácticamente indestructibles, cuando se colocan convenientemente tienen un magnifico comportamiento, tanto como filtros como en lo que se refiere a resistencia y compresibilidad. Son abundantes en la naturaleza, de manera que su obtención y manipulación suelen ser comparativamente baratas.

2.11.5. BAJADAS

Se denominan así a las estructuras de función análoga a los lavaderos, pero constituidas por un tubo apoyado en la superficie inclinada del terreno o enterrado en él. La tubería que se ha empleado con mayor éxito es la lámina, provista de una junta capaz de absorber pequeños movimientos por temperatura o por asentamiento del terraplén o del terreno donde coloque el tubo. En lugares de precipitación escasa o en donde la velocidad de escurrimiento no sea demasiado alta, se podrá utilizar también el concreto hidráulico para hacer los tubos. El diámetro mínimo en los tubos de bajada deberá de ser de 45 cm.

2.11.6. CUNETAS

Como anteriormente se mencionó, las cunetas son canales que se adosan a los lados de la corona de la vía terrestre, en el lado del corte en secciones de tal naturaleza; en cortes de balcón hay entonces cuneta en un solo lado y en cajón en ambos lados.

Su situación le permite recibir los escurrimientos de origen pluvial propios y los del área comprendida entre el coronamiento del corte y la contra

cuneta, si la hubiera. Las cunetas se construyen generalmente en sección trapecial o triangular, en la práctica la triangular es la más frecuente. Las cunetas se revisten usualmente con mampostería o concreto hidráulico, en el primer caso suele utilizarse mortero de cemento con proporción 1:4 y en el segundo pueden utilizarse losas coladas en el sitio o precoladas. La menor rugosidad del concreto lo hace más eficiente hidráulicamente que el zampeado de mampostería.

Las losas utilizadas suelen tener alrededor de 1 m. de longitud y tener juntas selladas, para evitar fugas de agua.

2.11.7. BORDOS

Son de tierra y ocasionalmente de mampostería y se construyen para encausar el agua, en el terreno próximo a la vía, para llevar a gargantas, cauces naturales etc. Se construyen generalmente con material producto de la excavación, es normal que dicha excavación se desarrolle más o menos paralela al propio bordo y debe procurarse que no constituya un tajo profundo.

Antes de construirse el bordo debe despalmarse el terreno, exclusivamente bajo él, respetando la vegetación vecina y guardando el material de despalme aguas arriba, para después colocarlo, todo o en parte, sobre el talud del bordo, para fomentar su vegetación.

2.11.8. VEGETACIÓN

Su principal función estriba en que sirva para que el terreno "amarre", con esto se consigue evitar que el terreno se erosione por efectos de la lluvia o el agua de arroyos y ríos. Se considera la más importante, dentro de las protecciones superficiales para contener la erosión del agua.

Estas retardan el escurrimiento, disminuyendo mucho la energía del agua y contribuyen a fomentar una condición de equilibrio en los suelos, en cuanto a contenido de agua.

2.11.9. COMPACTACIÓN

La compactación tiene como objetivo principal obtener un suelo de tal manera estructurado, que posea y mantenga un comportamiento mecánico adecuado a través de toda la vida útil de la obra.

La compactación en campo plantea el problema de la maquinaria o equipo a utilizar, sin embargo, los métodos más recomendados son: por impacto, por vibración o por bandeo.

2.12. INSTALACIÓN DE POZOS CÓNICOS PREFABRICADOS

Este tipo de pozos se utiliza para pozos de tránsito (loop's) y para alojar cierres de empalme de flexoductos para cables de fibra óptica.

Su ubicación será de acuerdo al proyecto y en los lugares en los que no haya paso vehicular considerando para su ubicación la longitud que tenga la bobina del cable entre cuatro (aproximadamente a cada 1,000 m.).

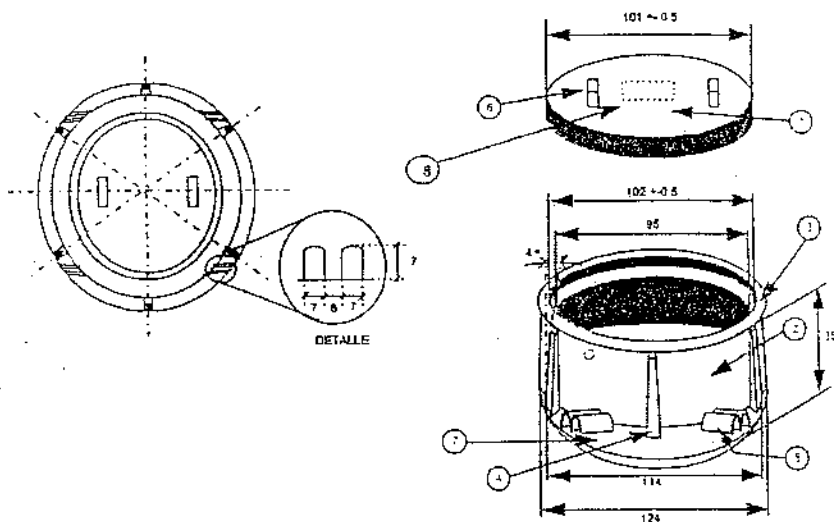


Figura 64. Pozo cónico prefabricado y sus dimensiones.

Una vez localizado el punto de ubicación, se procederá a realizar la excavación. Las dimensiones de la excavación deberán ser mayores de 5 cm. por lado a las del pozo.

Se procede a nivelar el piso de la excavación y una vez nivelado, se deberá de colocar una plantilla de 10 cm de grava de 20 mm, en terrenos "A" y "B" (figura 64), y tobas fino en terrenos tipo "C1" ó "C2" (figura 65).

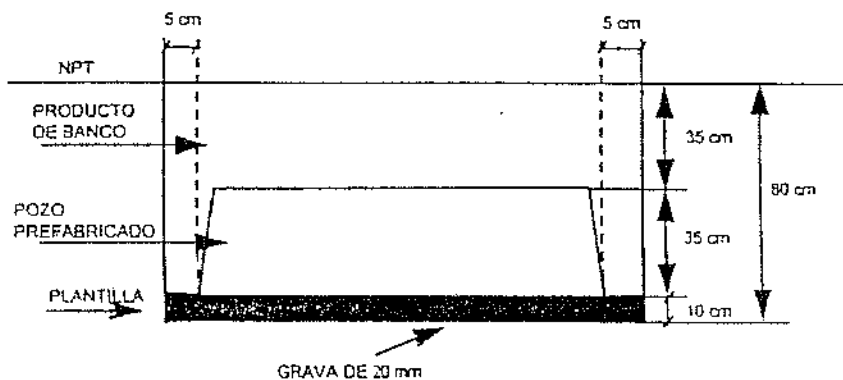


Figura 64. Colocación de pozo cónico en terreno "A" y "B".

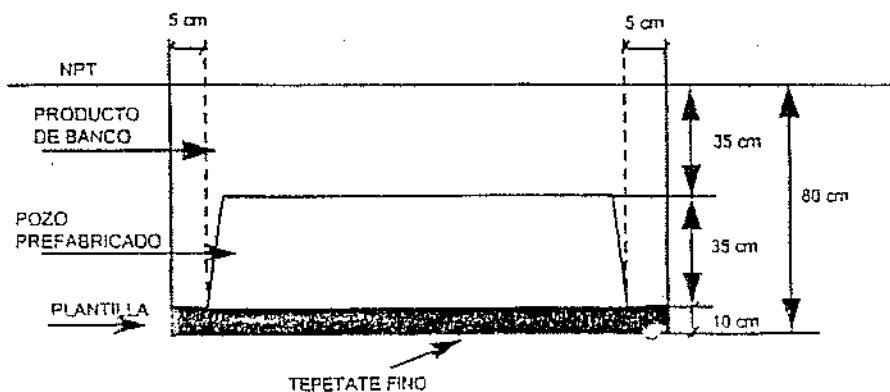


Figura 65. Colocación de pozo cónico en terreno "C".

Una vez colocado el pozo, se deben de rellenar los lados y el espacio restante con producto de banco (tobas, tierra limpia, arena). La distancia de carga será de 35 cm. (figura 66).

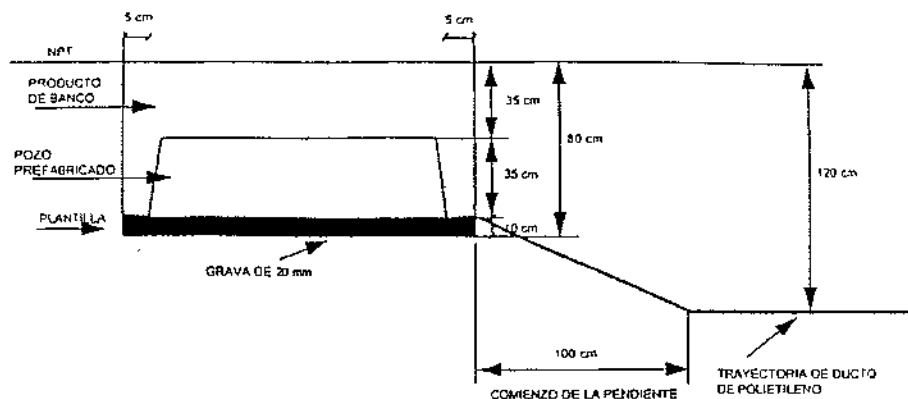


Figura 66. Llegada del flexoducto a pozo cónico cuando la profundidad es de 1.20 m.

2.13. INSTALACIÓN DEL COPLE METÁLICO Y DE LA MANGA TERMO CONTRÁCTIL

2.13.1. INSTALACIÓN DE COPLE METALICO

Cada tramo de flexoducto instalado se debe unir al otro tramo mediante un cople metálico de diámetro igual a 2 pulgadas. El cople metálico se instala con una llave de extensión (steelson o perico). El cople metálico tiene impreso una flecha que indica el sentido de las cuerdas (figura 67).

Debe asegurarse que la unión quede recta y sin ángulos, para que no incremente la fricción durante el jalado del flexoducto para cable de fibra óptica.

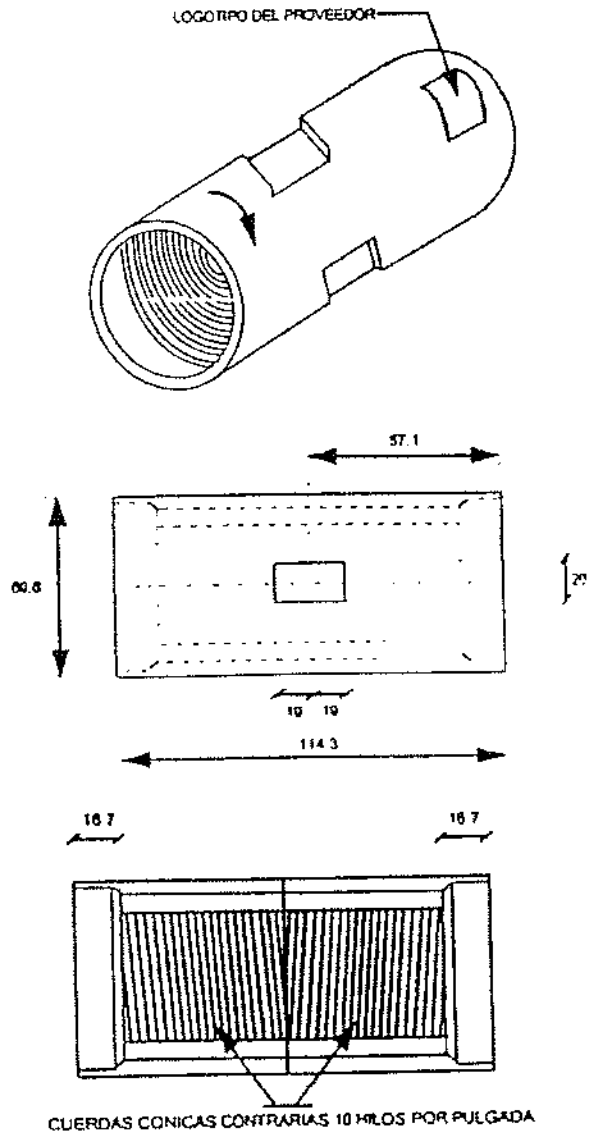


Figura 67. Cople metálico para flexoducto de 2" de Ø interior, con medidas en mm.

2.13.2. INSTALACIÓN DE LA MANGA TERMO CONTRACTIL

Una vez que se instalo el cople metálico para unir los flexoductos, se instala la manga termo contráctil, a fin de asegurar que la unión entre ambos quede hermética.

El empaque de la manga termo contráctil contiene:

- Manga termo contráctil.
- Varilla de cierre.
- Paño de limpieza.
- Tira de tela abrasiva (lija).
- Cinta de aluminio auto adhesiva.

La manga termo contráctil se debe instalar de la siguiente manera:

- Cerramos la manga sobre el cople metálico y el flexoducto, después marcamos su longitud.
- Limpiamos la superficie del flexoducto con los paños de limpieza del área marcada.
- Lijamos esta misma superficie con la tira de tela abrasiva en forma transversal.
- Protegemos la superficie del flexoducto aplicando la cinta de aluminio cubriendo 2 cm. hacia el cople metálico a partir de la marca que se hizo en el primer paso. Alisamos la cinta de aluminio usando una herramienta curva o perfil suave.
- Colocamos la manga con la varilla de cierre, traslapándola 2 cm. sobre la cinta de aluminio.
- Empezamos a contraer la manga por su parte media inferior, utilizando el equipo para gas o algo similar, moviéndola circularmente alrededor de la misma y prosiguiendo hacia los extremos sin avanzar hasta que desaparezcan las manchas verdes.
- La instalación esta terminada cuando la manga no tenga áreas con manchas de pintura termo contráctil y por los extremos se vea fluir el adhesivo.

2.13.3. TAPONES EXPANDIBLES PARA SELLAR EL FLEXODUCTO

Utilizamos tapones expandibles, para el sellado del flexoducto antes de su inmersión, colocándolos en sus extremos, para atar la guía y así evitamos que se introduzca humedad, tierra, lodo, etc. La forma de instalarlo sería únicamente girando el tapón dentro del flexoducto para expandirlo y ocultarlo (figura 68).

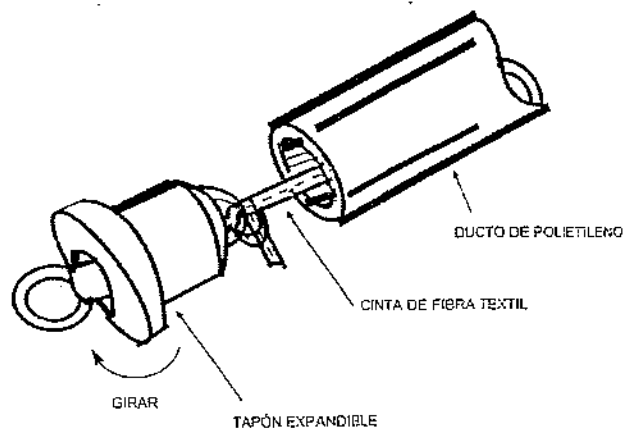


Figura 68. Instalación del tapón expandible.

Los tapones expandibles, tienen una asa para sujetar la cinta de fibra textil, evitando que se pierda dentro del flexoducto.

2.14. SEÑALIZACIÓN EXTERNA E INTERNA

A fin de que la trayectoria del flexoducto para fibra óptica directamente enterrado sea fácilmente localizable e identificable en zonas suburbanas, a lo largo de las carreteras, caminos y veredas, en las que se efectúa su instalación, es menester señalar con postes y placas de señalización para que el personal de operación y mantenimiento identifiquen, tanto los puntos de empalme, como la trayectoria recta y los cambios de dirección del mismo.

Así mismo, en las zonas urbanas dentro de los pozos y en centrales, se deben identificar al flexoducto y la ruta a la que pertenece con etiquetas de identificación hechas de aluminio.

2.14.1. DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN DE UBICACIÓN Y TRAYECTORIA

Los dispositivos de señalización son aquellos medios que se utilizan para proporcionar información de las instalaciones, avisando a los usuarios de la existencia flexoducto para fibra óptica, y de situaciones potenciales de riesgo.

Existen dos clases de señalización preventiva la permanente y la temporal, las cuales describiremos a continuación:

2.14.1.1. Señalización permanente

La señalización permanente es aquella que se utiliza para informar a los usuarios y toda persona o entidades de Gobierno, Constructoras, Dueños de terrenos cercanos a la instalación, etc., de la existencia de instalaciones factibles de ser dañadas.

Las señales preventivas permanentes que se utilizan en la instalación del flexoducto directamente enterrado, en pozos de empalme, en cruces y otros casos son:

a) Postes con placas para:

- Señalización de trayectoria (recta).
- Cambio de trayectoria (dirección).
- Punto de empalme

b) Cintas de advertencia

c) Placas de identificación de cable

2.14.1.2. Señalización temporal

La señalización temporal es aquella que sirve para informar a los usuarios de una situación peligrosa y la naturaleza de ésta.

La señalización temporal se utiliza cuando se detecta, durante los recorridos o patrullajes en las rutas suburbanas, que una constructora o persona ajena a Teléfonos de México, se encuentra realizando trabajos de construcción o mantenimiento en el área donde se encuentra ubicada la ruta del flexoducto.

La señalización temporal usada por Teléfonos de México, en estos casos, son las banderolas de señalamiento.

2.14.2. POSTES CON PLACAS DE SEÑALIZACIÓN

2.14.2.1. Postes

Los postes con placas de señalización son de la forma y dimensiones mostradas en la figura 69.

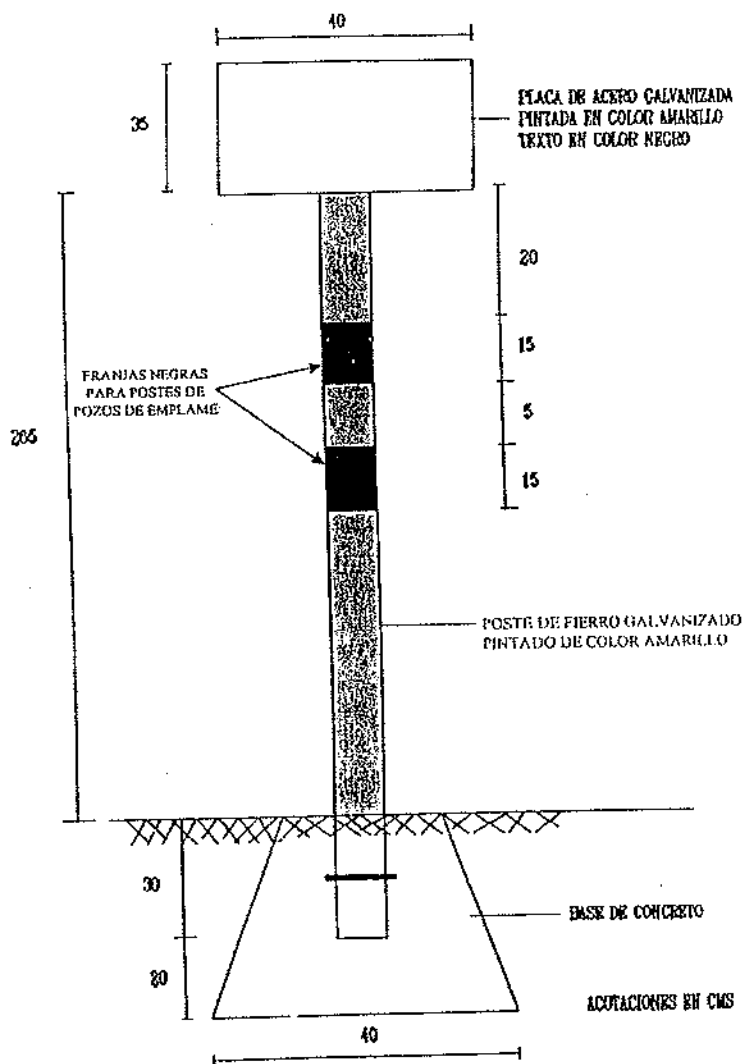


Figura 69. Poste con placa de señalización de trayectoria.

Los postes son tubos de fierro galvanizado pintado de color amarillo, excepto los que señalan los pozos de empalme, que llevan dos franjas negras que rodean el diámetro exterior del tubo.

2.14.2.2. Placas de señalización de pozo de empalme

La placa de señalización de pozo de empalme tiene el símbolo que se muestra en la figura 70 que indica que ahí está ubicado un pozo con empalme y se instala junto con el poste con dos franjas negras.

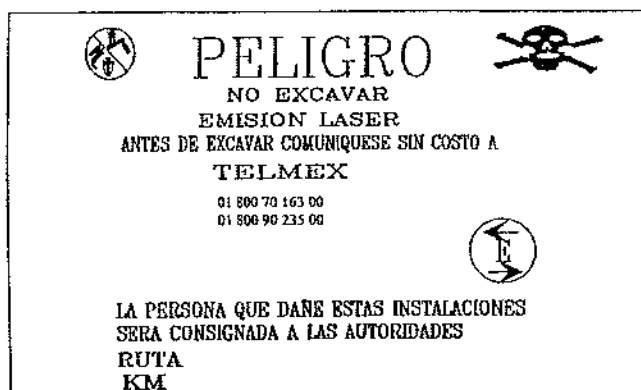


Figura 70. Placa de señalización de pozo de empalme0

2.14.2.3. Placas de cambio de trayectoria

La placa de cambio de trayectoria tiene el símbolo que se muestra en la figura 71 en su lado derecho siendo este una flecha en dirección al cambio efectuado de la misma, que indica que hay un cambio de trayectoria del flexoducto y se utiliza en todos los cruces, adosamientos y en general cuando se tiene cambios significativos en su trayectoria.

Placas de trayectorias rectas

La placa de señalización en trayectoria recta se instala para indicar que el enlace del flexoducto continua sin cambios de trayectoria (figura 72).



Figura 71. Placa de cambio de trayectoria

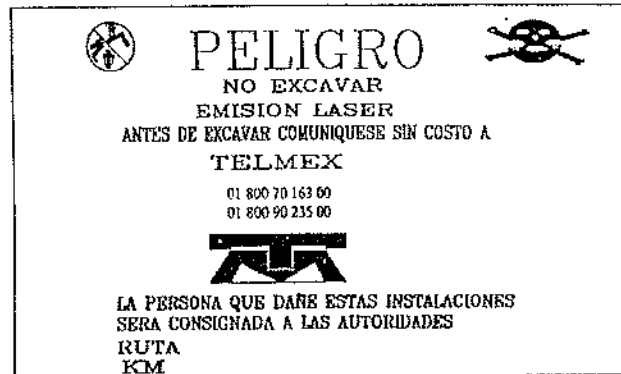


Figura 72. Placa de señalización de trayectoria

2.14.3. CARACTERISTICAS DE LOS POSTES, PLACAS Y BASE

El tablero o placa es de forma rectangular, en lámina de acero galvanizado de 2 mm. de espesor, sin filos y de esquinas redondeadas de 4 cm. de radio. La placa es de 40 x 35 cm.

Los postes son tubos de fierro galvanizado de 50 mm. de diámetro, calibre 16 y de 3 m. de altura. La parte superior debe ir tapada con un tapón de plástico. La placa deber ir atornillada al poste, de tal manera que quede a 2.65 m. sobre la superficie del suelo.

La base que soportará el poste y la placa debe ser de concreto armado, con una resistencia de $f'c = 150 \text{ Kg. /cm}^2$. (1/4" de Ø), con las dimensiones indicadas en la figura 73.

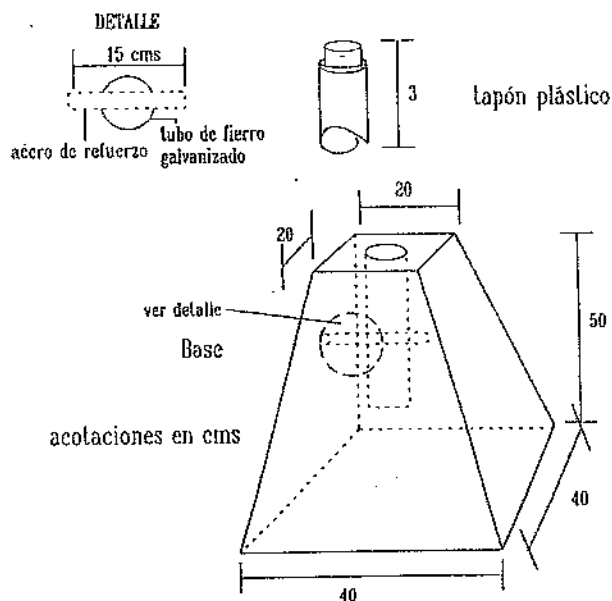


Figura 73. Dimensiones de la base del poste.

2.14.3.1. Instalación de los postes

Los postes con placas de señalización, para su instalación se debe de hacer una cepa de 50x 50 cm. a fin de que la base entre completamente, posteriormente se compacta al 90% Próctor estándar, con un pisón mecánico (figura 74).

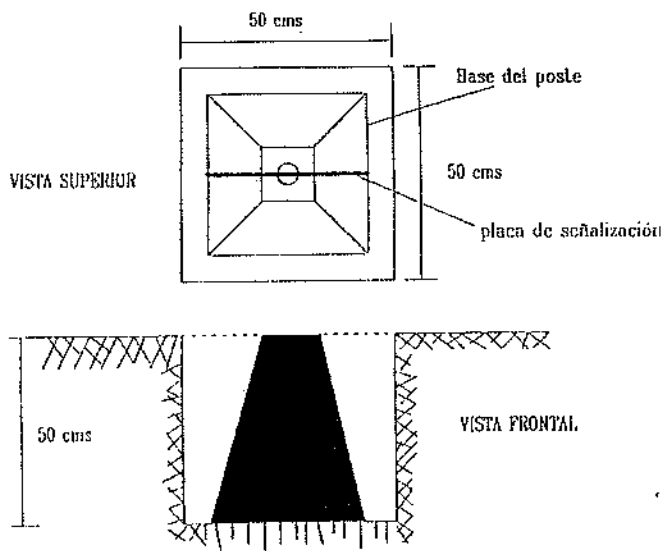


Figura 74. Ceba para la colocación de la base.

Las señales deben de quedar siempre en posición vertical a 90° con respecto al plano del sentido del tránsito.

La ubicación sobre la ruta de los postes de señalización (PST) y de cambio de trayectoria (PCT), deben ubicarse sobre el eje del flexoducto.

2.14.3.2. Ubicación de los postes

Postes de señalización de trayectoria recta (PST)

La ubicación de los postes con placas de señalización de trayectoria recta deben de colocarse, aproximadamente a cada 250 m. uno con respecto a otro. Deberán colocarse postes de señalización de trayectoria a menos de 250 m. de distancia en aquellos lugares donde se pierda la línea de vista del poste anterior; Por ejemplo: en carreteras que tengan subidas y bajadas pronunciadas en curvas cerradas y en general, en cualquier punto donde se pierda la línea de vista del poste anterior, o que el terreno, por sus

características, impidan la visibilidad del poste desde la carretera o vereda por la que transitan los vehículos.

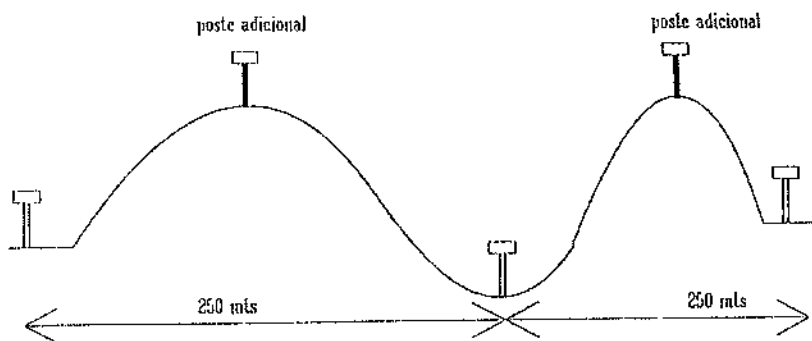


Figura 75. Postes adicionales donde se pierde la línea vista.

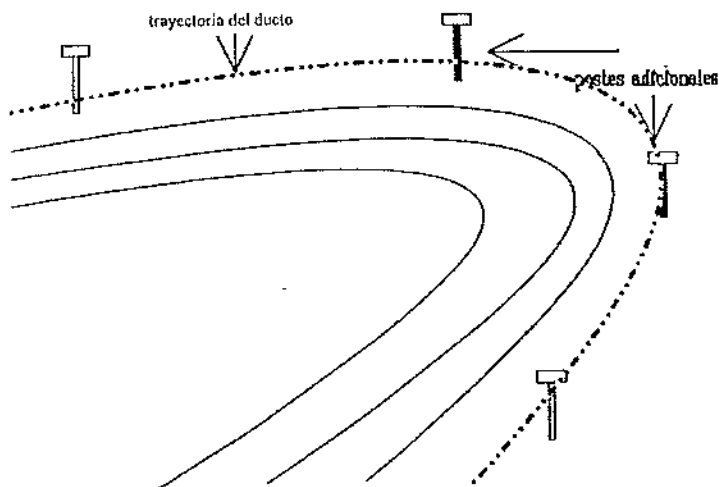


Figura 76. Curva a lo largo de una carretera con postes adicionales.

A la salida de las alcantarillas o desagües en donde el flexoducto se instala en el terreno natural, una al inicio y otro al término de la misma (figura 77). Señalización (PST) a la salida de alcantarillas o desagües

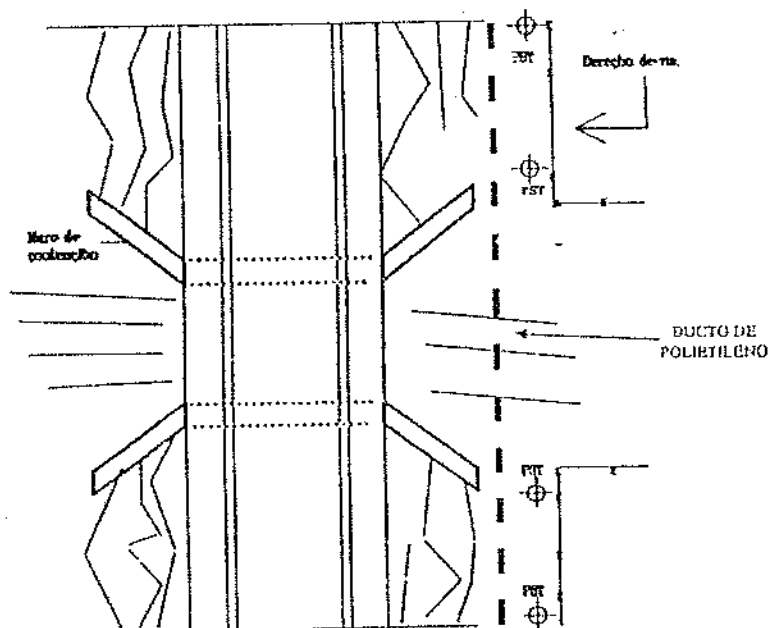


Figura 77. Curva a lo largo de una carretera con postes adicionales

Otra de las aplicaciones de la señalización (PST) es en la cuneta de las carreteras a la entrada y salida, donde se amplía la sección del camino.

Postes con cambio de trayectoria (PCT)

Los postes con cambios de trayectoria deberán colocarse en cualquier cambio de trayectoria del flexoducto como cruces de carreteras de todo tipo, vías de ferrocarril, ductos de PEMEX, adosamientos y en general en todo tipo de cruces.

2.14.4. CINTA DE ADVERTENCIA

2.14.4.1. Características y dimensiones de la cinta de advertencia.

La cinta de advertencia es de la forma y características siguientes:

- El color de la cinta siempre es naranja y con letras en color negro permanente.
- La cinta es de resina de polietileno, con un peso de 125 gr./m.
- La longitud de la cinta de advertencia viene en rollos de 1,000 m. de longitud, repitiéndose la leyenda a veces aproximadamente por metro.

La función primordial es advertir al personal de cualquier constructora de la existencia del flexoducto con cables de fibra óptica que pueden ser dañados, si no se toman las precauciones debidas al efectuar sus obras de mantenimiento o ampliación.

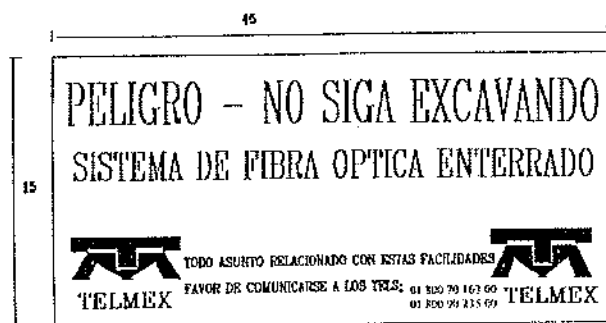


Figura 78. Características y dimensiones de la cinta de advertencia.

2.14.4.2. Colocación de la cinta de advertencia arriba del flexoducto.

De acuerdo a la figura 79 la cinta de advertencia se colocará cuando se instale el flexoducto.

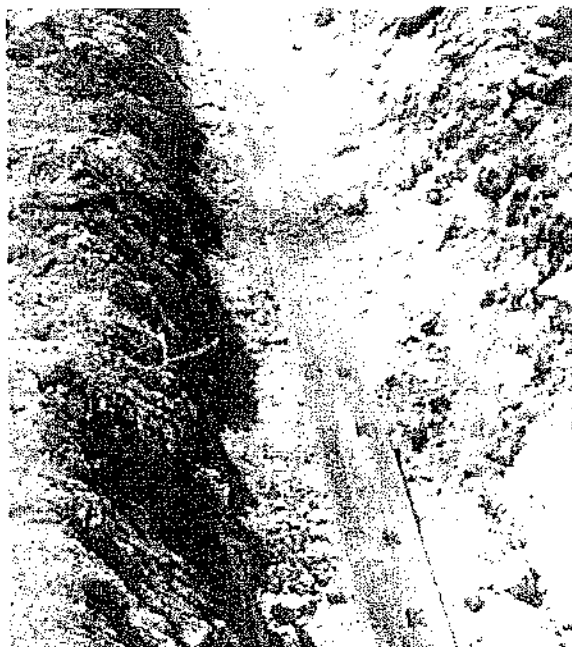


Figura 79. Colocación de la cinta de advertencia arriba del flexoducto.

La cinta de advertencia se colocará de 30 a 50 cm. arriba del lomo del flexoducto, cuando la profundidad de colocación es de 80 cm.

La cinta de advertencia se colocará de 30 a 60 cm. arriba del lomo del flexoducto, cuando la profundidad de colocación es de 120 cm.

Nota: La cinta de advertencia se debe de colocar por Norma, 30 cm. arriba del flexoducto, salvo que el responsable de la obra por parte de Teléfonos de México, solicite colocarla a una distancia mayor como lo indicado en las figuras anteriores.

Sin embargo, esta no deberá de colocarse a más de 60 cm. arriba del flexoducto.

2.14.5. BANDEROLAS DE SEÑALAMIENTO

Las banderolas de señalamiento son de la forma y dimensiones siguientes:

- Estas deberán ser de color naranja y los caracteres de color negro.
- La banderola debe ser de material plástico (polietileno ó similar) de calibre 500, debiendo contener la información en una sola cara.
- La banderola debe ser de 30 x 40 cm. y sujeta firmemente a un mástil plástico (PVC fibra de vidrio, etc.) de 12.5 mm. de diámetro y 3 m. de largo.

La colocación de las banderolas únicamente serán utilizadas como señalización preventiva, en casos en que se detecte una situación de riesgo, por trabajos realizados cerca del flexoducto

2.14.6. INSTALACIÓN DE ETIQUETAS DE IDENTIFICACIÓN

Las etiquetas de identificación son de los enlaces del flexoducto con cables de fibra óptica, y son responsabilidad del constructor, que todos los flexoductos con cables de fibra óptica queden plenamente identificados:

- En todos los pozos de empalme en Zonas Suburbanas.
- En todos los pozos de empalme y de pozos en Zona Urbana, en canalización.
- En la trayectoria en el interior de los Edificios.

Los datos de identificación de la ruta, se marcan con el Alfabeto de golpe de 2 mm. y numeración de golpe de 2 mm.

Las placas se sujetan al flexoducto, con dos cinturones de plástico de 100 mm. (incluidos en el suministro de cada placa).

2.14.6.1. Placas para identificación del flexoducto con cables de fibra óptica en pozos.

Este tipo de placas, son de aluminio pintado en color naranja y deben colocarse en el flexoducto con cables de fibra óptica para su identificación, en todos los pozos de la Zona Urbana (canalizada) y Suburbana (pozos de empalme), ver figura 80.

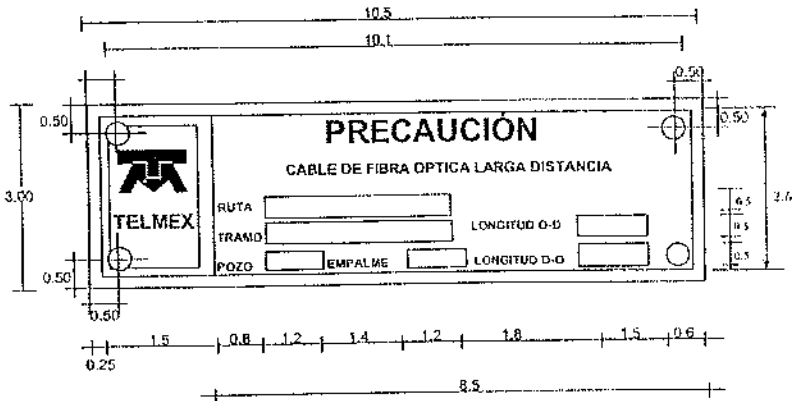


Figura 80. Placa de identificación del flexoducto con cables de fibra óptica a lo largo del enlace.

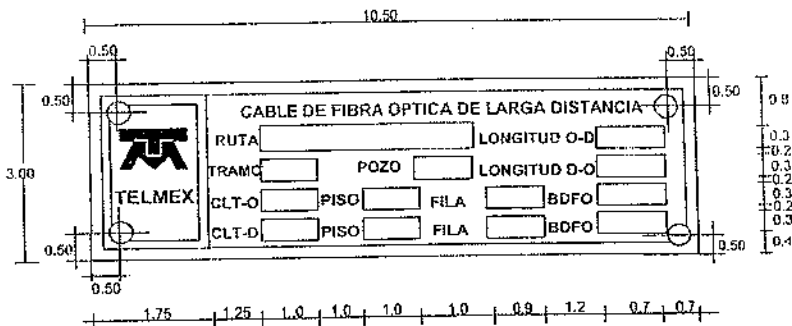


Figura 81. Placa de identificación del flexoducto con cables de fibra óptica en Edificio de Central ó Repetidor.

2.14.6.2. Placas para identificación de flexoductos con cables de fibra óptica en edificio central o repetidor.

Este tipo de placas, son aluminio pintado en color naranja y se colocarán para identificación del flexoducto con cables de fibra óptica, dentro de la central o edificio, a la entrada a la fosa de cables y en los puntos que indique el supervisor de Teléfonos de México, ver figura 81.

2.15. RECEPCIÓN DE OBRA

2.15.1. PRUEBA DE VÍA DEL FLEXODUCTO

Consiste en verificar una correcta continuidad en el flexoducto cuidando de que no estén dañados, obstruidos, mal ensamblados, asegurando que se encuentren libres para alojar los cables de fibra óptica.

Observación: Toda prueba de vía, debe hacerse en presencia del representante de Teléfonos de México, quien verificará que la herramienta y el procedimiento de prueba sean los adecuados.

Para este tipo de pruebas utilizaremos como herramienta el llamado probador de vías, bajo el siguiente procedimiento:

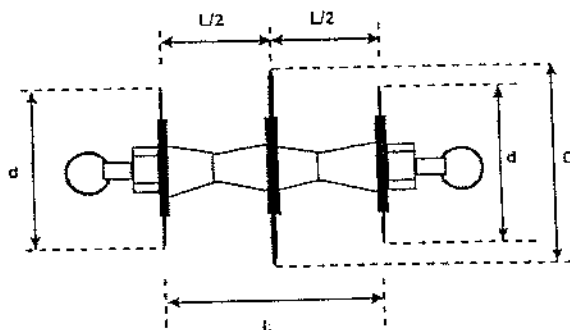


Figura 82. Probador de vía y dimensiones.

- Seleccionamos el tramo del flexoducto a probar.
- Al dispositivo probador en un extremo se le sujeta la cinta textil que contiene el flexoducto, y en el otro extremo se sujeta un cordón paralelo, el cual será utilizado para verificar la profundidad del flexoducto.
- En un extremo del flexoducto, ya sea, con winch o manualmente se jale la cinta textil y se va introduciendo el cordón paralelo. Si en un momento del jalado se atora la cinta textil es que hay problema en el flexoducto, se saca el tramo del cordón paralelo que se introdujo para verificar la distancia donde se tiene el problema y se excava para reparar.

Nota: Es recomendable que en el extremo en donde se sujeta el cordón paralelo también se amarre a una cinta textil, ya que después hay que regresar la cinta al flexoducto para la inmersión del cable de fibra óptica, asegurando con esto que el cordón no se rompa.

- En caso de que no exista problema en el flexoducto, se procede a verificar la profundidad del mismo.

Observación: El carrete del cordón paralelo es de 250 m, en caso de utilizar longitudes mayores se deberá unir y cubrir la unión con cinta de vinyl.

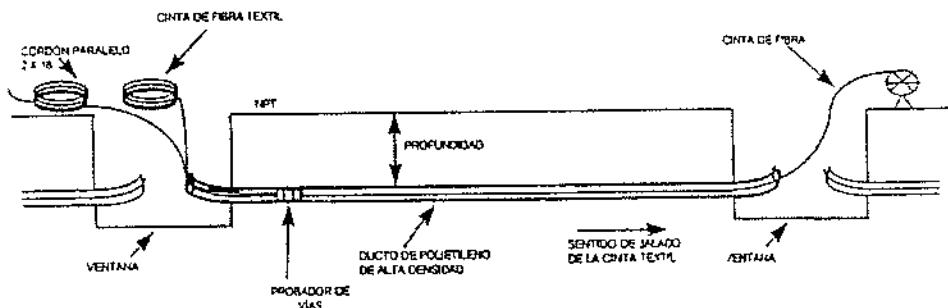


Figura 83. Prueba de vía e introducción del cordón paralelo en el flexoducto.

2.15.2. VERIFICACIÓN DE PROFUNDIDAD DEL FLEXODUCTO

Para verificar la profundidad del flexoducto, se procede de la siguiente manera:

- Se coloca un aparato transmisor de señales, al cual va conectado un cordón paralelo.
- Del equipo una punta se sujeta al cordón paralelo y la otra punta a tierra.
- El cordón paralelo se introduce dentro del flexoducto para salir por el otro extremo del mismo.
- Con el cordón paralelo ya introducido, se utiliza un equipo transmisor y receptor para localizar trazo y profundidad de flexoductos para cables de fibra óptica, mediante la localización de las señales que emite el transmisor a través del cordón paralelo.
- Con el equipo receptor: se recorre la trayectoria del flexoducto y a cada 15 o 20 m. se va detectando la profundidad del mismo, ver figura 84.
- De existir tramos que no cumplan con la profundidad requerida, tendrán que ser marcados y posteriormente profundizados.

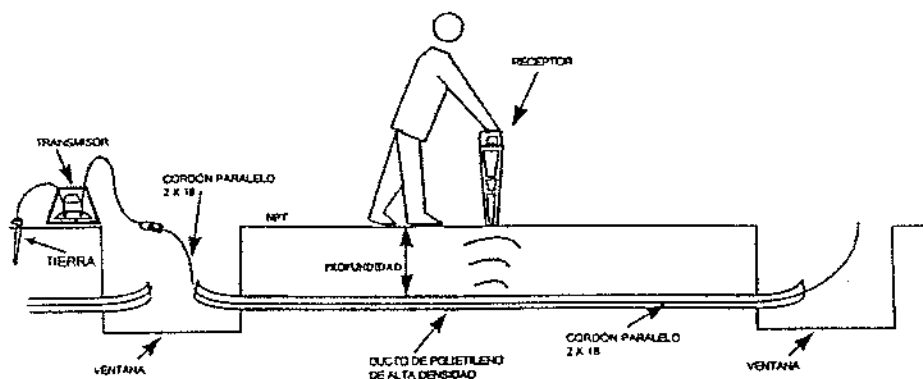


Figura 84. Verificación de la profundidad del flexoducto

Después de haber realizado la prueba de vía y verificado la profundidad del flexoducto, se jala el cordón paralelo para sacarlo del flexoducto y se vuelve a introducir la cinta textil para dejarla lista y utilizarla posteriormente en la inmersión del cable de fibra óptica.

Para llevar un control preciso sobre los puntos donde se realiza la prueba de profundidad se deberá llenar la siguiente tabla:

RUTA :	
TRAMO :	
BOBINA :	
UBICACIÓN :	

PRUEBA	CADENAMIENTO (KM.)	PROFUNDIDAD (M.)	OBSERVACIONES
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Tabla 6. Tabla para verificar la profundidad del flexoducto

3. ENLACE FRONTERA, TABASCO – CD. DEL CARMEN, CAMPECHE

3.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como finalidad, mostrar un ejemplo real en donde se presenten algunos de los procesos constructivos de la instalación del flexoducto, de una manera práctica y sencilla enfocado al tema principal.

El enlace "Frontera, Tabasco - Cd. Del Carmen, Campeche" de flexoducto, tiene una longitud de 94 Km. y fue construido entre julio de 1999 y julio del 2000, por la constructora Construductos S.A de C.V. para Teléfonos de México (figura 85).

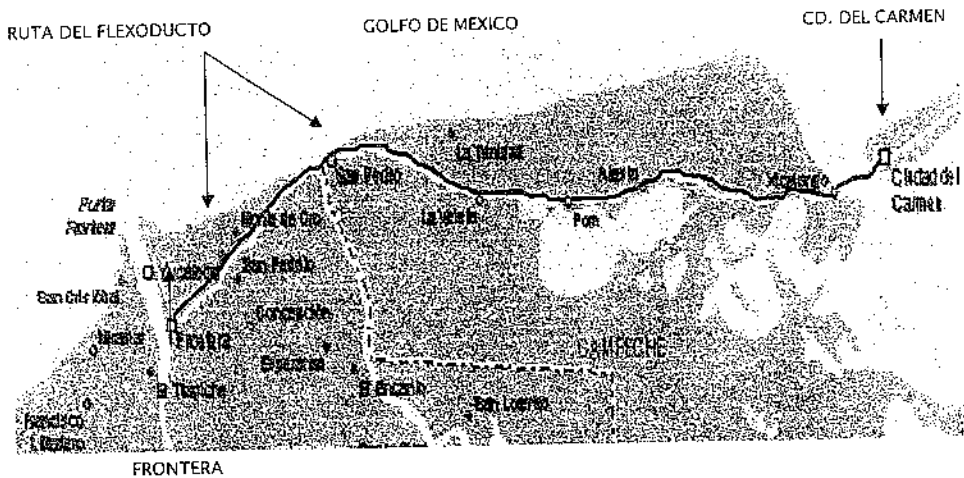


Figura 85. Enlace Frontera, Tab.- Cd. Del Carmen, Campeche.

3.2 PROBLEMÁTICA

3.2.1 ZONAS SATURADAS Y PANTANOSAS

La problemática para la inmersión del flexoducto, surge por subpresión debido a las grandes inundaciones en zonas saturadas y pantanosas en el Estado de Tabasco y de Campeche, cambiando el procedimiento de instalación directa con tractor (equipado con sembrador y porta carrete), obligando a usar otro procedimiento y otro tipo de maquinaria.

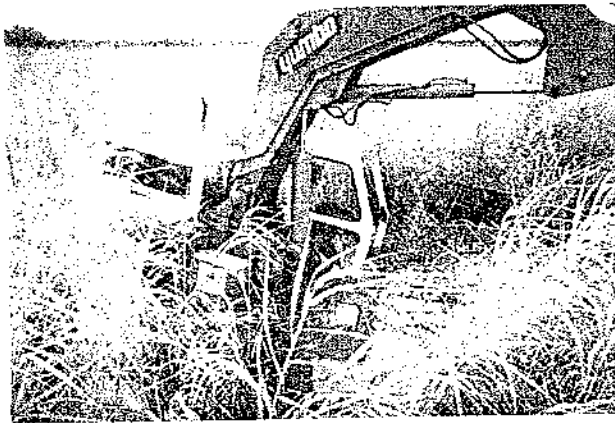


Figura 86. Excavadora con orugas en zona saturada.

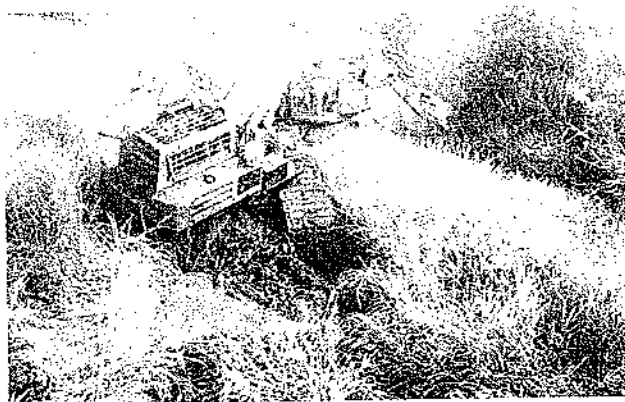


Figura 87. Zona pantanosa.

Otro punto para cambiar el procedimiento usual, fue el ecológico, ya que los mangles son muy cuidados por su importancia en el ecosistema local, tratando de lastimar o quitar al menor número de esta especie vegetal.

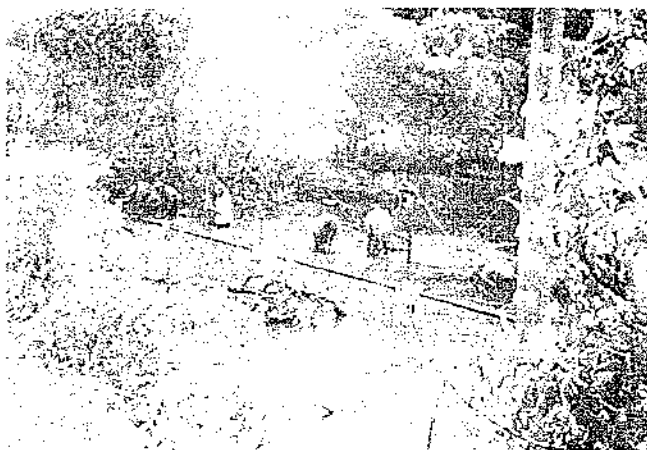


Figura 88. Zona de mangle.

Algunas veces fue necesario, bajo la supervisión de Teléfonos de México, la modificación del trazo del proyecto por las extensas zonas inundadas y de pantano, como lo son "los pantanos de Centla", ver figura 89.

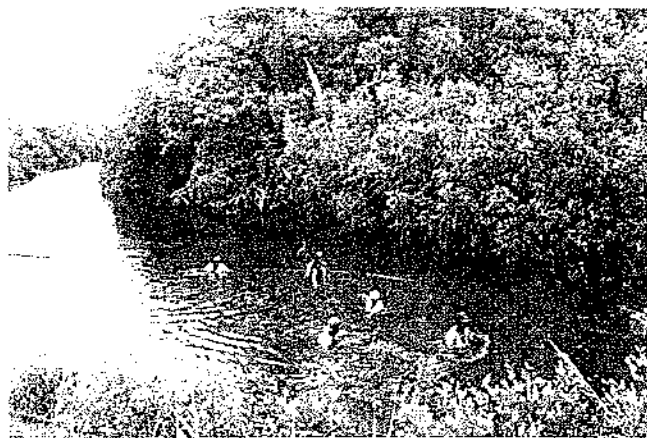


Figura 89. Pantanos de Centla.

3.2.2 PROPIEDAD PRIVADA

Antes de iniciar la obra, se cuenta con los permisos correspondientes de la SCT, así como acuerdos Estatales y Municipales obtenidos por Teléfonos de México, para la liberación de terrenos cuando el trazo del flexoducto pasa por propiedades privadas, y aún contando con estos en imposible no tener conflictos con algunos dueños de estos terrenos, pero una situación que se suscito donde los propietarios de algunos predios, actuaron de forma agresiva sanando armas de fuego en contra de los ingenieros que se encontraban al frente de dicha actividad, tornando la situación incomoda y así atrasando el avance de obra.

Otra situación muy común por parte de los propietarios de los terrenos, en señal de inconformidad por el paso del flexoducto dentro de su propiedad, es el secuestro de la maquinaria por determinadas horas, cortando el avance del día, argumentando que deberá ser pagada la afectación de sus predios negando la autorización de Teléfonos de México para la colocación del flexoducto.

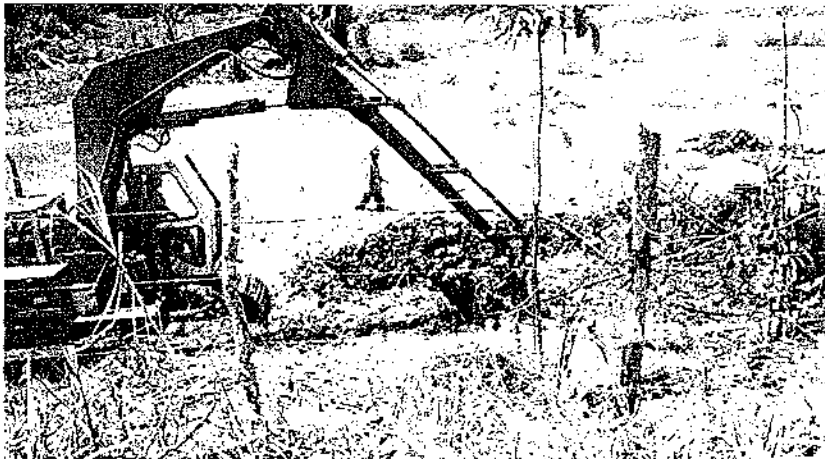


Figura 90. Instalación del flexoducto dentro de propiedad privada.

3.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL FLEXODUCTO

3.3.1 DESMONTE Y NIVELACIÓN

Una vez que se cuenta con el proyecto, lo primero que se hace es el desmonte y nivelación del trazo por donde pasará el flexoducto, siendo necesaria una brigada topográfica para su correcta realización.

La brigada coloca estacas marcando el cadenamamiento cada 20 m. siguiendo el trazo de proyecto, ver figura 91 y 92.

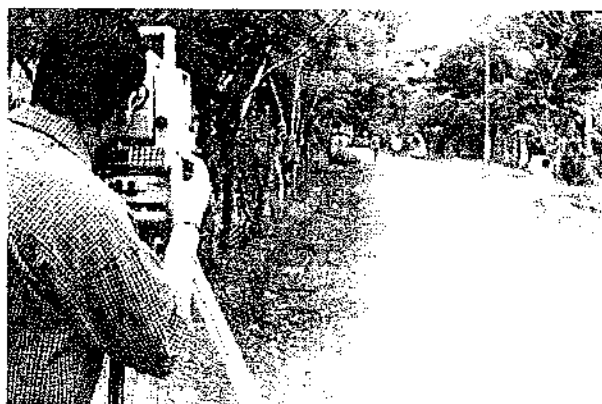


Figura 91. Trazo y nivelación.



Figura 92. Trazo y nivelación.

3.3.2 EXCAVACIÓN DE ZANJA

Dependiendo del tipo de terreno o suelo, será la maquinaria que utilizaremos para la correcta y rápida excavación de la zanja.

Para suelos arenosos utilizamos retroexcavadoras y excavadoras sobre orugas jumbo para un mejor y rápido avance (figura 93), dadas las características del suelo, siendo imposible la utilización de zanjadoras de disco u otra maquinaria similar.

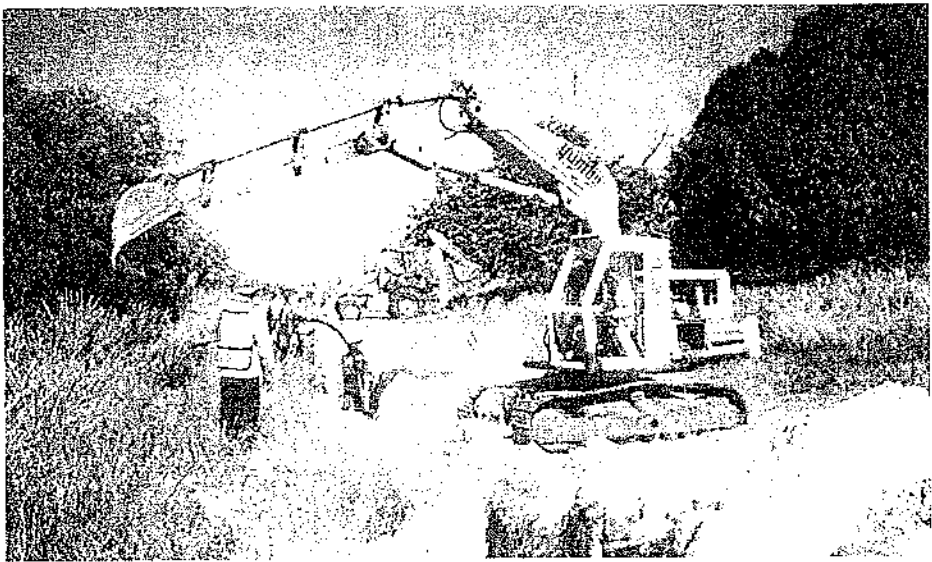


Figura 93. Excavación de zanja en suelos arenosos.

Para zonas saturadas o pantanosas la única que podemos utilizar es la excavadora sobre orugas jumbo, ya que otra maquinaria se atascaría o retrasaría el avance, y aún así es necesaria la colocación de troncos de árboles y palmeras debajo de las orugas de la excavadora jumbo previendo que se pueda atascar (figura 94).

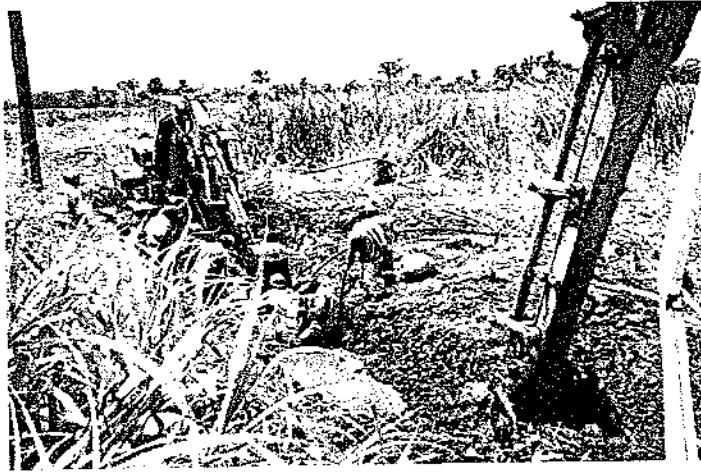


Figura 94. Excavación de zanja en zona pantanosa.

Para suelos arcillosos podemos utilizar excavadoras y zanjadoras, ya que el tipo de suelo se presta casi para cualquier maquinaria (figura 95).



Figura 95. Retroexcavadora en suelos arcillosos.

3.3.3 MOVIMIENTO DEL FLEXODUCTO

En distancias considerables o medias, por plataformas dejándolo a la orilla del camino, de ahí son transportados o remolcados dependiendo de la superficie de rodamiento, por alguna retroexcavadora o vehículo, a veces es amarrado al cucharón de alguna retroexcavadora al lugar de instalación.

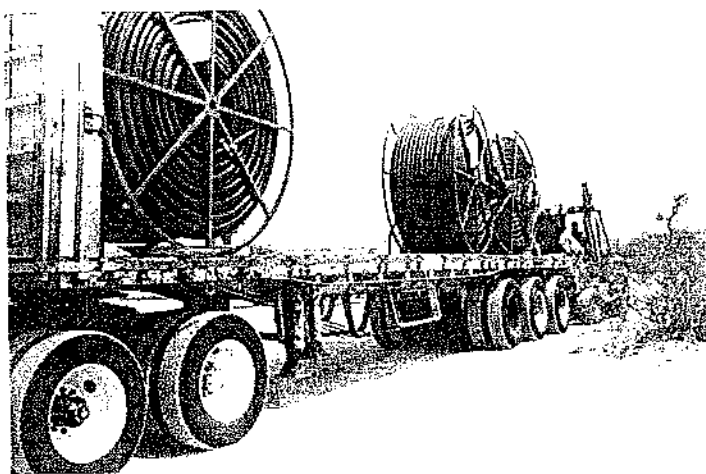


Figura 96. Plataforma con bobinas de flexoducto.

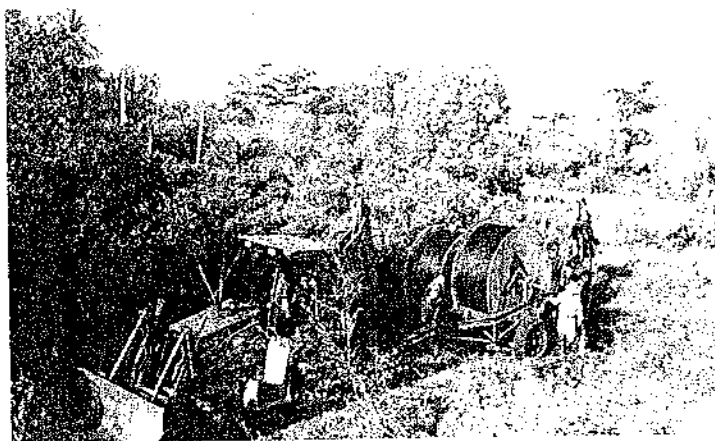


Figura 97. Retroexcavadora remolcando bobinas de flexoducto.

3.3.4 INSTALACIÓN DEL FLEXODUCTO

3.3.4.1 En zonas saturadas y pantanosas

La instalación del flexoducto en este enlace se dio en diversas situaciones, la principal fue como se indica en el tema 2.5.2 "Instalación del flexoducto a cepa abierta", con ayuda de maquinaria mayor como retroexcavadoras y excavadoras sobre orugas, debido a la problemática presentada en el tema 3.2.1 "Zonas saturadas y pantanosas".



Figura 98. Excavadoras sobre orugas en zona de pantano.

3.3.4.2 Adosamiento del flexoducto en puentes

Otro procedimiento de instalación que se utilizó en este enlace, fue el adosamiento del flexoducto a puentes, ya que nuestro trazo pasó por dos importantes puentes como lo fue el "Frontera" y "El Zacatal".

El proceso constructivo para la instalación de 3,861 ml. de flexoducto dentro de tubería galvanizada de 4" de diámetro adosada al puente "El Zacatal" en Cd. Del Carmen, Campeche es:

1. Se transporta la tubería de la bodega al área de trabajo en un remolque para su limpieza con arena a presión.
2. Se sube al tubería en un chalán (tipo de balsa) remolcado por una lancha al área de instalación, llevando materiales, equipo y personal para los trabajos de adosamiento.
3. Se sujeta el chalán a los pilotes del muelle con cable de polipropileno.

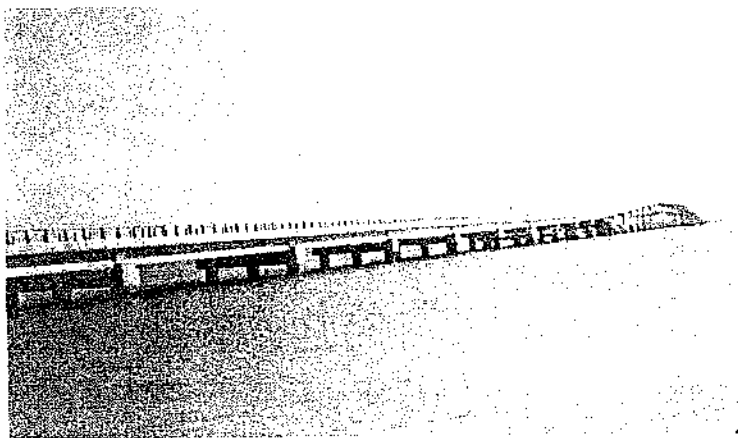


Figura 99. Puente "El Zacatal", Campeche.

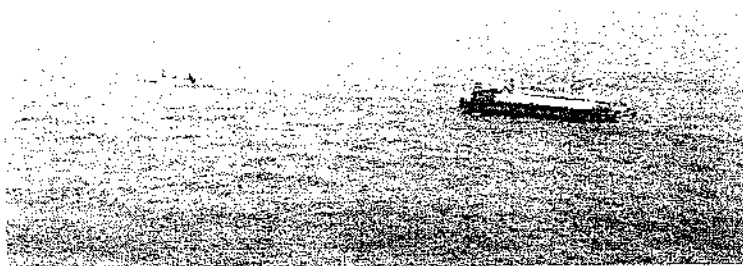


Figura 100. Chalán con la tubería remolcado por una lancha.

4. Se colocan tablonces de 2" en la parte superior de los andamios para crear espacios y puntos de apoyo necesarios para la barrenación.

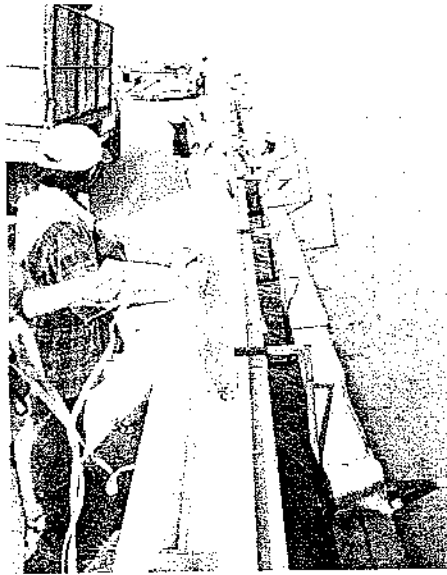


Figura 101. Tablonces de 2" sobre andamios

5. Se efectúa el trazo y distribución de las plantillas de barrenación, para que la cuadrilla proceda a realizar dichos barrenos con roto martillo.
6. Posteriormente se colocaran las ampollas de resina dentro del barreno y se introduce las anclas, tomando tiempo necesario para el endurecimiento.
7. La cuadrilla de izaje sube la loza par verificar que tenga holgura necesaria para poder roscar posteriormente los tubos con llaves estilson o de presión, los tubos son soportados por tres ayudantes en esta maniobra.
8. Ya acoplados los dos tubos se aprietan las tuercas de las anclas.
9. Los puntos anteriores se repiten hasta obtener la longitud del rendimiento estipulado por jornada.

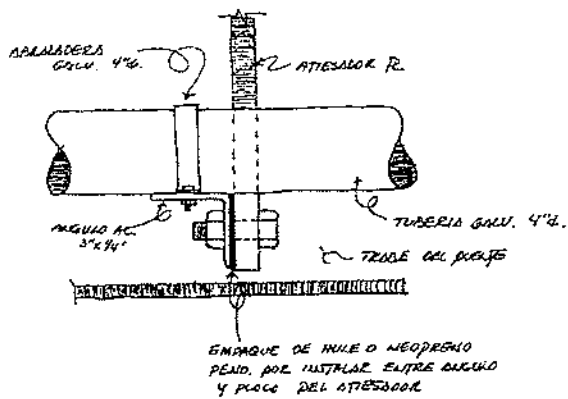
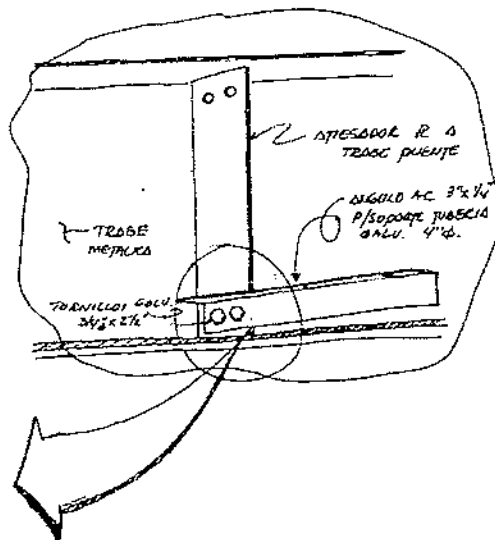
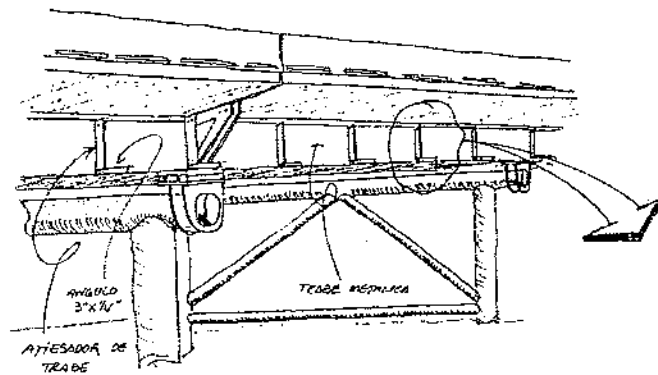


Figura 102. Detalles de la instalación de tubería adosada al puente.

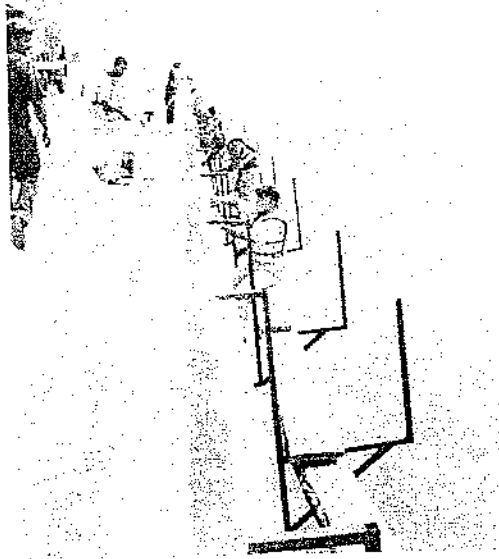


Figura 103. Colocación de tubería galvanizada para flexoducto.

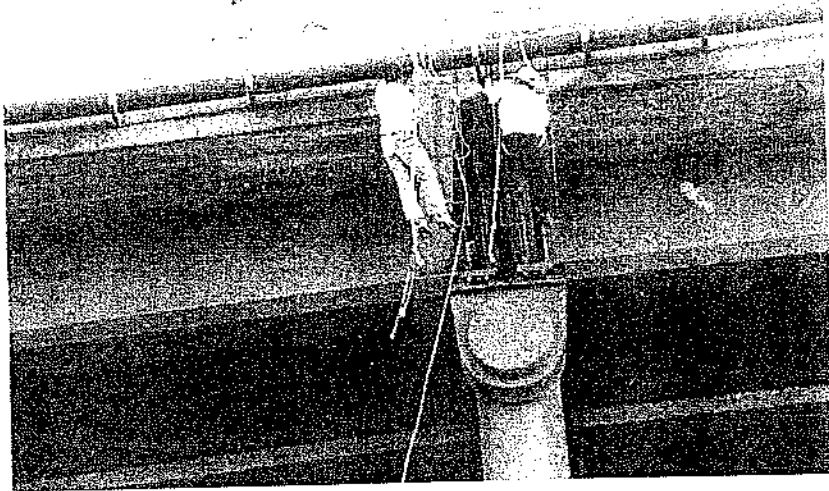


Figura 104. Adosamiento de tubería galvanizada para flexoducto.

10. Se jala el flexoducto con un malacate el cual esta apoyado en los pilotes del muelle y se pasa dentro del tubo.
11. Se acoplan lingadas (tramo de tubería) de 250 ml. de tal manera que se deja espacios (ventanas) para el mantenimiento y jalado del flexoducto, estas lingadas de 250 ml. se unen entre sí con coples deslizables.

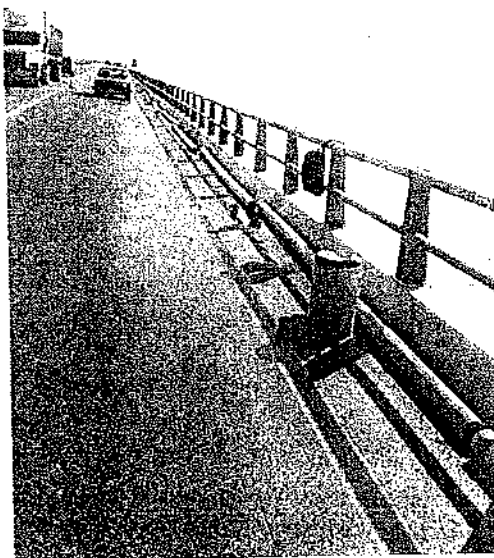


Figura 105. Lingada antes de su colocación.

12. En cada junta de construcción de las losas estructurales del puente, así como en el cambio de dirección, se acoplan las lingadas de tubería con coples roscados flexibles recubiertos con malla.

Nota: El anterior proceso constructivo de la instalación del flexoducto dentro de tubería galvanizada de 4" de \varnothing adosada al puente, también se uso en el adosamiento del puente "Frontera" en el Estado de Tabasco.

3.3.5 RELLENO Y CONFORMACIÓN DEL FLEXODUCTO

El relleno y conformado del flexoducto se realizo con la misma maquinaria de ataque, con la que se realizó la zanja, en algunos casos como en suelos arenosos una excavadora sobre orugas hacia la zanja y una retroexcavadora la rellenaba y conformaba.

Y se realiza según el proceso constructivo elegido por las condiciones presentadas en cada caso, con concreto hidráulico o asfáltico frente a gasolineras, carreteras o cunetas, material de banco o el mismo material extraído si cumple con las normas de calidad requeridas para el mismo.

En zonas donde se contaba con un mínimo de espacio para maniobrar e introducir maquinaria, se rellenaba y conformaba con retroexcavadora y en algunas ocasiones se hacia a mano.

3.4 RECEPCIÓN DE OBRA

Al concluir la instalación del flexoducto satisfactoriamente y cumpliendo todas las normas indicadas en el segundo capítulo de la presente tesis, se precede a entregar la obra de acuerdo a lo indicado en punto 2.15 llamado "Recepción de obra".

CONCLUSIONES

Los conocimientos de los procedimientos constructivos, su aplicación y sugerencias presentados en este trabajo, proporcionan al ingeniero una herramienta sumamente útil para poder lograr una visualización general de los problemas que pueden presentarse durante la instalación del ducto de polietileno de alta densidad (flexoducto) y, en consecuencia, un mejor planteamiento tanto de dichos problemas como del rango de soluciones con una mayor probabilidad de éxito, formando un criterio para la toma de decisiones, optimizando los recursos materiales y humanos.

Basados en la capacidad, la experiencia y la astucia del ingeniero para poder trabajar dentro y sobre un suelo, en condiciones naturales y artificiales, siempre intentando no alterar su estado original; logrando un control más amplio de la naturaleza en beneficio del hombre, siempre en armonía.

BIBLIOGRAFÍA

- Manuales de Teléfonos de México para Fibra Óptica (TELMEX)
México, 1996-2000.
- Manuales de CONCISA, S.A. DE C.V.
México, 1999-2000
- Manuales de CONSTRUDUCTOS, S.A. de C.V.
México, 1999