

Manual de Instalación

ULTRA R-46

Tubería de PVC Doble Pared

**Su Mejor Opción en
Sistemas Integrales
Herméticos para
Conducción de Agua**



Ventajas

Alta resistencia: Al contar con rigidez de 46 psi en todos los diámetros, (rigidez superior en un 64 % sobre la tubería de PVC Serie 20), la tubería ULTRA R-46 de Durman se puede usar en zonas de alta carga vehicular y a mayores profundidades.

Hermeticidad total: Por su sistema de unión, ya sea tubo a tubo o con los accesorios de descarga domiciliaría, permite obtener una red de atarjeas completamente hermética.

Desempeño hidráulico: La tubería ULTRA R-46 de Durman cuenta con mayores áreas hidráulicas y un coeficiente de rugosidad igual a 0.009, lo que permite conducir mayor caudal en diámetros nominales comunes, alcanzando hasta un 12% de caudal adicional que los sistemas tradicionales.

Vida útil mínima de 50 años: Debido a la calidad de la tubería ULTRA R-46, el sistema no se corroe, no se oxida, resiste el ataque de químicos, resiste la abrasión y no reduce su diámetro interior por efecto de la dureza del agua.

Alto rendimiento de instalación: Por el peso de la tubería y su maniobrabilidad el rendimiento de instalación es alto, reduciendo los tiempos de ejecución de obra.

Presentación: Color Blanco en tramos de 6.00 m



Manual de Instalación Ultra R-46

Índice

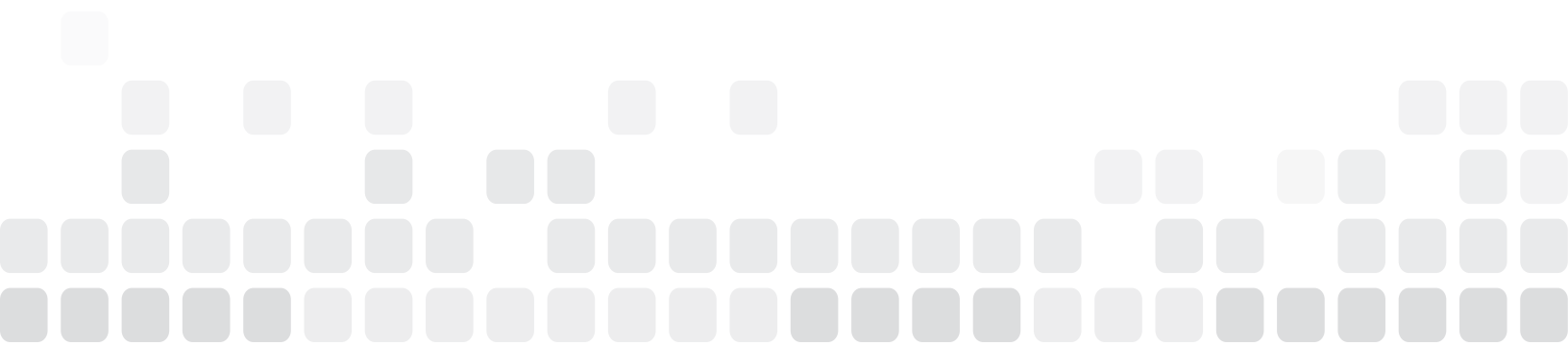
	Pág
1. Selección del producto	5
2. Instalación	5
2.1 Excavación de la zanja	
2.2 Ancho Mínimo de zanja	
2.3 Preparación de la cama y cimentación del tubo	
2.4 Material en la zona del tubo	
3. Ensamble entre tubos y conexiones	10
3.1 Ensamble entre tubos	
3.2 Ensamble con los accesorios	
4. Alturas de relleno	11

Anexo A. Materiales

Anexo B. Desempeño Estructural

***Manual
de
Instalación***

ULTRA R-46



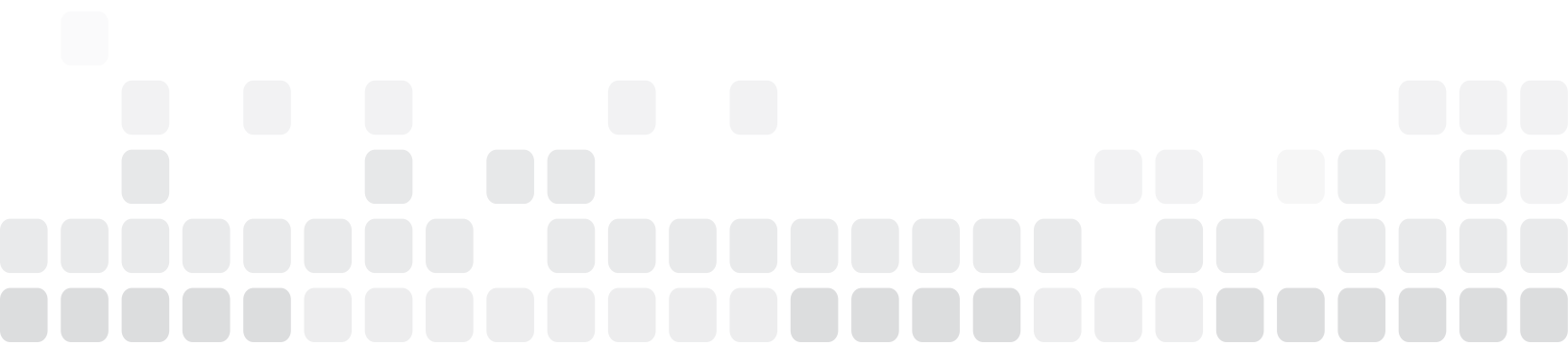
Manual de Instalación Ultra R-46

Índice

	Pág
1. Selección del producto	5
2. Instalación	5
2.1 Excavación de la zanja	
2.2 Ancho Mínimo de zanja	
2.3 Preparación de la cama y cimentación del tubo	
2.4 Material en la zona del tubo	
3. Ensamble entre tubos y conexiones	10
3.1 Ensamble entre tubos	
3.2 Ensamble con los accesorios	
4. Alturas de relleno	11

Anexo A. Materiales

Anexo B. Desempeño Estructural



1. Selección del Producto:

Para una óptima selección se recomienda:

1. Conocer las condiciones del suelo antes y después de la instalación, incluyendo aspectos como nivel freático, características del material de entorno, altura de relleno y material de fondo de zanja.

2. Definir el diámetro requerido, cálculo que es efectuado por el ingeniero diseñador del proyecto, con los criterios del caso. Así por ejemplo, en alcantarillado sanitario se verifica que se cuente con la pendiente y tirante normal para cumplir con la fuerza tractiva, a su vez que no se exceda la velocidad de segregación o separación de sólidos, y desde luego que el caudal requerido sea trasegable en el tubo. En pasos de carretera se manejan criterios específicos, así como para colectores pluviales y conducciones a baja presión interna.

3. Conociendo las profundidades de instalación, el material que se colocará en el entorno de la tubería y el equipo a emplear, se procede a definir el ancho de zanja.

4. Se verifica entonces la aplicabilidad de la tubería en términos de altura de relleno, cargas permanentes y temporales.

5. Paralelamente se deberá verificar el listado de accesorios requeridos/recomendados, lo que se hace a partir del diseño entregado y asociando la figura disponible.

2. Instalación

Zanja estándar, flujo por gravedad.

Para este tipo de instalación los hay varios términos usados para designar los componentes y geometría de la instalación que se plantean gráficamente en la figura que se adjunta, y que se usará en adelante como terminología común.

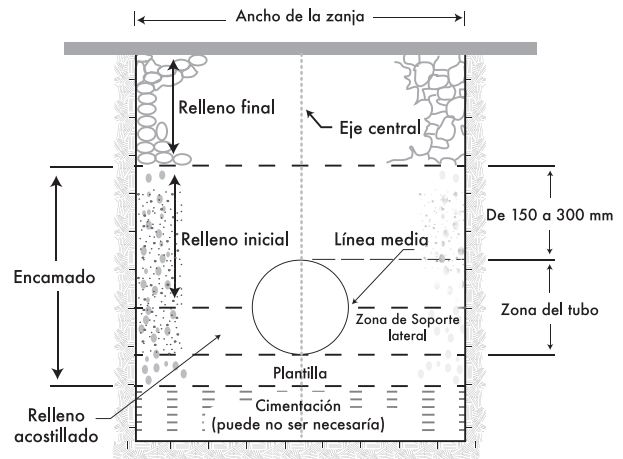


Fig. 1 Sección Transversal de la Zanja

En seguimiento a lo solicitado en el punto 1 del capítulo 1, se procede ahora a verificar las características, tanto del material de pared de zanja, como del fondo de la misma, del material de acostillado, de zona de relleno inicial y de la del relleno final. El material de fondo de zanja y el de pared de la misma, no son modificables, pertenecen al sitio. El material de entorno (cimentación, plantilla, acostillado, relleno inicial y relleno final) se define de acuerdo a lo que se requiera para que la instalación sea segura y económica. Generalmente cada caso tiene sus propias condiciones y por ello vale la pena ponerle especial atención.

Adjunto se muestra la tabla 1. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), y la tabla 2 que detalla la aplicabilidad a cada caso de los distintos suelos.

Tabla 1. Clase de materiales para encamado y relleno final.

Clase	Tipo	Símbolo del grupo de suelo (de acuerdo a D2487)	Descripción	Porcentaje pasando las mallas No.			Límites de Atterberg		Coeficientes	
				1 ½" (40 mm)	No. 4 (4.75 mm)	No. 200 (0.075 mm)	LL	PI	Uniformidad C _u	Curvatura C _c
IA	Agregados Manufacturados: graduación abierta, limpios	Ninguno	Angulares, piedra o roca triturada, grava triturada, coral triturado, escoria, cenizas o conchas trituradas; alto contenido de vacíos, contienen poco o ningún material fino.	100%	≤ 10%	< 5%	No plástico			
IB	Agregados procesados, manufacturados; graduados densamente, limpios.	Ninguno	Angulares, roca triturada (u otro material clase 1A) y mezclas piedra/arena con graduaciones seleccionadas para minimizar la migración de suelos adyacentes; contienen poco o ningún material fino (ver A.8)	100%	≤ 50%	< 5%	No plástico			
II	Suelos de grano grueso, limpios	GW	Gravas bien graduadas y mezcla de grava-arena; poco o ningún material fino.	100%	< 50% de la "Fracción Gruesa"	< 5%	No plástico	> 4	1 a 3	
		GP	Gravas bien graduadas y mezcla de grava-arena; poco o ningún material fino.					< 4	<1 ó >3	
		SW	Arenas bien graduadas y gravas arenosas; poco o ningún material fino.		> 6			1 a 3		
		SP	Arenas bien graduadas y gravas arenosas; poco o ningún material fino.		< 6			<1 ó >3		
	Suelos de grano grueso, en la frontera entre materiales limpios y con finos	ej. GW-GC, SP-SM.	Arenas y gravas con que se encuentren en la frontera entre materiales limpios y con finos,		Varía	5% a 12%	Los mismos que para GW, GP, SW Y SP			
III	Suelos de grano grueso con finos.	GM	Gravas limosas, mezclas de gravas-arenas-limos.	100%	< 50% de la "Fracción Gruesa"	12% a 50%		<4 ó <"Línea A"		
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas-arenas-arcillas.					<7 y >"Línea A"		
		SM	Arenas limosas, mezclas de arenas-limos.		> 50% de la "Fracción Gruesa"			<4 ó <"Línea A"		
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arenas-arcillas.		<7 y >"Línea A"					
IVA*	Suelos con grano fino (inorgánicos)	ML	Limos inorgánicos y arenas muy fina polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, limos con poca plasticidad	100%	100%	>50%	<50	<4 ó <"Línea A"		
		CL	Arcillas inorgánicas de baja a mediana plasticidad, gravas arcillosas, arenas arcillosas, arcillas limosas, arcillas rebajadas.					<7 y >"Línea A"		
IVB	Suelos de grano fino (inorgánicos)	MH	Limos inorgánicos, arenas finas micáceas o diatomáceas o suelos limosos, limos elásticos	100%	100%	>50%	>50	<"Línea A"		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas gruesas					>"Línea A"		
V	Suelos Orgánicos	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	100%	100%	>50%	<50	<4 ó <"Línea A"		
		OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos					>50		<"Línea A"
	Altamente orgánicos	PT	Turba y otros suelos con alto contenido orgánico.							

* El método de prueba D 2487 incluye clasificaciones de frontera y símbolos duales dependiendo del índice plástico y los límites líquidos.

Nota- "la Fracción Gruesa" utilizada en esta tabla se define como el material retenido en la malla No. 200.

Tabla 2. Recomendaciones para la instalación y utilización de suelos y agregados para cimentaciones, plantilla y rellenos

	Clase de Suelo (Ver tabla 1)*				
	Clase IA	Clase IB	Clase II	Clase III	Clase IV-A
Recomendaciones generales y restricciones	No utilizarlos donde las condiciones existentes pudieran causar la migración de finos del suelo adyacente y la tubería. Apropriados para utilizarlos como sábanas de drenaje y subdrenes en cortes de roca donde el material adyacente esta apropiadamente graduado (ver A.8)	Procese los materiales según se requiera para obtener una graduación tal que minimiza la migración de materiales adyacente (ver A.8). Aprobados para utilizarlos como sábanas de drenaje y subdrenes.	Donde existe gradiente hidráulico, revise la graduación para minimizar la migración. Grupos "limpios" son apropiados para utilizarlos como sábanas de drenaje y subdrenes.	No los utilice donde las condiciones del agua en la zanja puedan causar inestabilidad.	Obtenga una evaluación geotécnica del material propuesto. Este puede no ser apropiado para rellenos altos de suelo, superficies con altas cargas de tráfico, compactadores y "tamper" vibratorios pesados. No los utilice donde las condiciones del agua puedan causar inestabilidad.
Cimentación	Apropriados para cimentaciones y para el reemplazo del fondo de una zanja sobre-excavada e inestable de acuerdo a las restricciones mencionadas arriba. Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6").	Apropriados para cimentaciones y para el reemplazo del fondo de una zanja sobre-excavada e inestable. Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6").	Apropriados para cimentaciones y para el reemplazo del fondo de una zanja sobre-excavada e inestable de acuerdo a las restricciones mencionadas arriba. Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de (6").	Apropriados para cimentaciones y para el reemplazo del fondo de una zanja sobre-excavada e inestable de acuerdo a las restricciones mencionadas arriba. No los utilice en espesores totales mayores a 300 mm (12"). Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6").	Apropriados solamente en condiciones no alteradas y en zanjas secas. Retire todo el material suelto y proporcione un fondo de zanja firme y uniforme antes de colocar el lecho.
Plantilla	Apropriados de acuerdo a las restricciones mencionadas anteriormente. Instálelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6"). Trabaje a mano el nivel final para proporcionar un soporte uniforme al tubo. Espesor mínimo de 100 mm para cortes en roca).	Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6"). Trabaje a mano el nivel final para proporcionar un soporte uniforme al tubo. Espesor mínimo de 100 mm (4"). (150 mm para cortes en roca).	restricciones anteriores. Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6"). Trabaje a mano el nivel final para proporcionar un soporte uniforme al tubo. Espesor mínimo de 100 mm (4"). (150 mm para cortes en roca).	Apropriados solo en condiciones de zanja seca. Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6"). Trabaje a mano el nivel final para proporcionar un soporte uniforme al tubo. Espesor mínimo de 100 mm (4"). (150 mm para cortes en roca).	Apropriados solamente en zanjas secas y en donde se mantenga una colocación óptima y un control de la compactación. Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6"). Trabaje a mano el nivel final para proporcionar un soporte uniforme al tubo. Espesor mínimo de 100 mm (4"). (150 mm para cortes en roca).
Relleno Acostillado	Apropriados de acuerdo a las restricciones mencionadas anteriormente. Instálelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6"). Trabaje a mano alrededor del tubo para proporcionar un soporte uniforme.	Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6"). Trabaje a mano alrededor del tubo para proporcionar un soporte uniforme.	Apropriados de acuerdo a las restricciones mencionadas anteriormente. Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de (6"). Trabaje a mano alrededor del tubo para proporcionar un soporte uniforme.	Apropriados de acuerdo a las restricciones mencionadas anteriormente. Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6"). Trabaje a mano alrededor del tubo para proporcionar un soporte uniforme.	Apropriados solamente en zanjas secas y en donde se mantenga una colocación óptima y un control de la compactación. Instálelos y compáctelos en capas con espesor máximo de 150 mm (6"). Trabaje a mano alrededor del tubo para proporcionar un soporte uniforme.
Relleno Inicial	Apropriados de acuerdo a las restricciones mencionadas anteriormente. Instálelos hasta una altura de 150 mm (6") mínimo por encima de la corona del tubo.	Instálelos y compáctelos hasta una altura de 150 mm (6") mínimo por encima de la corona del tubo.	Apropriados de acuerdo a las restricciones mencionadas anteriormente. Instálelos y compáctelos hasta una altura de 150 mm (6") mínimo por encima de la corona del tubo.	Apropriados de acuerdo a las restricciones mencionadas anteriormente. Instálelos y compáctelos hasta una altura de 150 mm (6") mínimo por encima de la corona del tubo.	Apropriados de acuerdo a las restricciones mencionadas anteriormente. Instálelos y compáctelos hasta una altura de 150 mm (6") mínimo por encima de la corona del tubo.
Compactación del Encamado **	Colóquelos a mano para asegurar que todos los vacíos y las áreas de so lateral (rinconeras) estén llenos. Para obtener altas densidades utilice compactadores vibratorios.	Densidad Próctor estándar*** mínima 85%. Utilice "tamper" manuales o compactadores vibratorios.	Densidad Próctor estándar*** mínima 85%. Utilice "tamper" manuales o compactadores vibratorios.	Densidad Próctor estándar*** mínima 90%. Utilice "tamper" manuales o compactadores vibratorios. Mantenga el contenido de humedad cerca del óptimo para minimizar el esfuerzo de compactación.	Densidad Próctor estándar*** mínima 95%. Utilice "tamper" manuales o compactadores vibratorios. Mantenga el contenido de humedad cerca del óptimo para minimizar el esfuerzo de compactación.
Relleno Final	Compacte de acuerdo a lo solicitados por el ingeniero.	Compacte de acuerdo a lo solicitado por el Ingeniero.	Compacte de acuerdo a lo solicitado por el Ingeniero.	Compacte de acuerdo a lo solicitado por el Ingeniero.	Apropriados de acuerdo a las restricciones mencionadas anteriormente. Compacte de acuerdo a lo solicitado por el Ingeniero.

*Materiales clase IV-B (MH-CH) y clase V (OL; OH; PT) no son apropiados para el encamado. Se pueden utilizar como relleno final si el Ingeniero lo permite.

**Cuando se utilicen compactadores mecánicos evite el contacto con el tubo. Cuando se esté compactando sobre la corona del tubo, mantenga una cubierta de 150 mm (6") cuando se usen compactadores pequeños. Cuando se utilicen compactadores mayores mantenga las cubiertas mínimas de acuerdo a lo indicado por el Ingeniero.

*** Las densidades mínimas dadas en la tabla tienen la intención de ser los requisitos mínimos para obtener una rigidez del lecho satisfactoria en la mayoría de las condiciones de instalación.

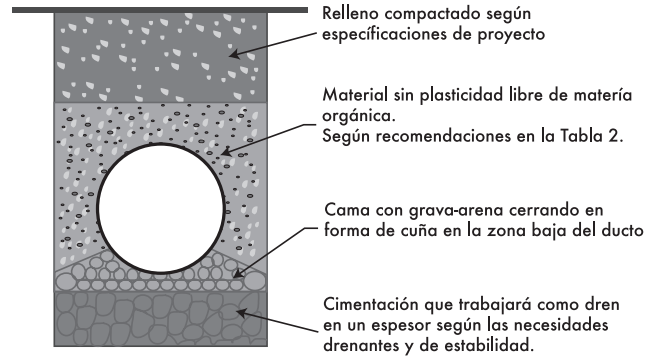
2.1 Excavación de la zanja

Al iniciar la excavación de la zanja se debe verificar la condición y material de las paredes de la misma, de manera que brinde el adecuado grado de estabilidad para las personas que instalarán la tubería y para el proceso mismo de instalación que suele llevar, en mayor o menor medida según el material de entorno, energía mecánica para densificar el material. De ser necesario se deberá recurrir a sistemas de ademe o bien a la excavación con paredes inclinadas o en bancos o terrazas, el ingeniero a cargo de la obra podrá asesorar sobre lo óptimo.

No se debe tender ni instalar tubería si el fondo de zanja está inundado. En todo momento se debe evitar que el agua entre a la zanja. Esto aplica a TODOS los sistemas de tuberías que se instalan o se diseñan para instalarse según la norma ASTM D2321.

Si la presencia de agua en la zanja no es evitable (por ejemplo por haber nivel freático), se deberá contar con un sistema de abatimiento del mismo, de manera que el agua durante todo el proceso de instalación del tramo siempre este bajo el cuadrante inferior del tubo, en este sentido el usar una cama y una cimentación granular, preferiblemente aislada del material de sitio por geotextil, puede dar muy notorios beneficios. El uso de bombas para agua a base de diafragma suelen ser una solución económica y confiable que permite una zona de trabajo adecuada.

Es necesario contar con cortes o interceptores para las aguas que puedan escurrir por la zona de instalación del tubo, tanto para asegurar un ensamble en condición propicia, como también evitar deteriorar las condiciones del material excavado y compactado así como del material no alterado.



2.2 Ancho Mínimo de zanja:

El ancho mínimo de zanja depende de condiciones estructurales y constructivas.

2.2.1 Estructurales: cuando las condiciones del terreno que servirá de pared de zanja son muy malas, se recomienda que el ancho de la zanja sea igual a dos veces el diámetro externo del tubo, o mayor si las condiciones CONSTRUCTIVAS así lo sugieren.

2.2.2 Constructivas: Según el material a emplear de entorno del tubo y la densidad buscada, la densificación puede ser casi que manual (GW, por ejemplo) hasta requerir de varias pasadas de bailarina, en cuyo caso se debe dejar libre a cada lado del tubo el ancho necesario para operar el equipo (va desde 15 hasta 90 cm, según sea el diámetro, el equipo y el material a densificar), se recomienda consultar al proveedor del equipo.

2.2.3 Seguridad: También las condiciones de seguridad (por ejemplo si se requieren ademes, o trabajar en terrazas de excavación o con zanja inclinada) afectarán el tipo y ancho de la zanja. Por otra parte la dimensión mínima entre tubo y zanja debe a su vez permitir el acomodo y trabajo del personal que llevará a cabo la instalación. Así por ejemplo, cuando se usan tabla estacas o paneles de soporte en las paredes, es necesario ampliar el ancho libre

para facilitar el movimiento de los trabajadores en medio de todo el sistema de soporte.

Cuando se trata de zanjas profundas es frecuente que se haga en terrazas, e incluso estas con sección de pirámide invertida, por lo que el ancho de zanja variará con la profundidad.

En la Tabla 3, obtenida del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento. Alcantarillado Sanitario de la CONAGUA, se indican los anchos de zanja recomendados considerándose paredes estables y un material SM (arena limosa) para acostillado compactado al 90% Próctor. O bien puede utilizarse el valor obtenido de la siguiente ecuación: $1.5\phi + 0.3$ donde ϕ es el diámetro nominal de la tubería en metros.

Tabla 3.

Díam. Nominal		Ancho de Zanja
in	mm	cm
4	100	60
6	150	60
8	200	60
10	250	60
12	300	65
15	380	80
18	450	85
24	600	115
30	750	140
36	900	160
42	1050	190
48	1200	210

2.3 Preparación de la cama y cimentación del tubo.

Al llegar a la profundidad teórica de la zanja, se debe evaluar la calidad del fondo de la misma y determinar si es necesario sustituir material para tener condiciones estables para el sistema, en cuyo caso se requerirá sobre excavar y colocar material de características más estables. En algunos casos se recomienda el uso de geotextiles no tejidos para minimizar

la cantidad necesaria de sustitución, a la vez que garantizar la durabilidad del material "limpio" a lo largo del tiempo. En suelos limosos, o cuando se tienen limos en el entorno del tubo y la pared es de grava, grava arena, grava limosa o arena con limo, se recomienda también, el uso de geotextiles no tejidos en la frontera zanja – entorno del tubo para evitar la segregación de finos. En casos muy calificados por control de aguas o climatología puede no ser necesario, pero esto deberá ser revisado por profesionales calificados, o bien dirigirse a nuestro departamento técnico para obtener los parámetros básicos para una evaluación preliminar.

2.4 Material en la zona del tubo.

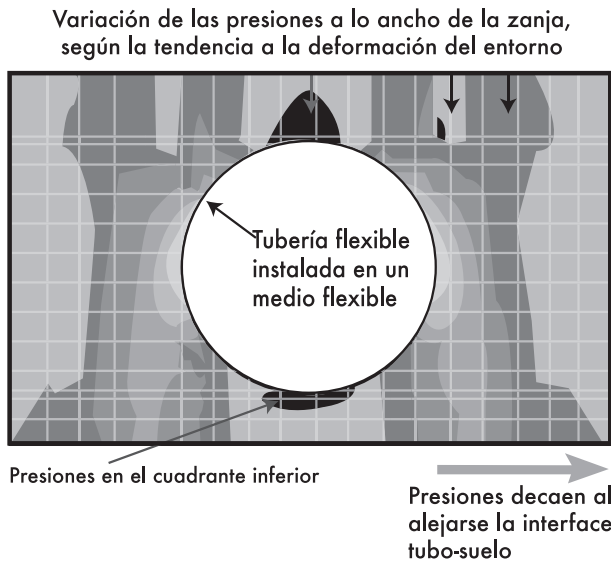
Este material se subdivide en dos zonas:

a. Acostillado: Zona colocada desde el cuadrante inferior del tubo hasta la mitad de su altura (línea media), En esta zona el material tiene la más importante función, y es por ello que se debe prestar mucha atención no solo a como se densifica, sino que también a como se acomoda en esa zona que es de por si un tanto difícil de alcanzar. En esta zona es donde se dan los mayores esfuerzos de contacto a causa de la transferencia de las cargas externas (permanentes, temporales y accidentales).

Esta zona es donde el tubo requiere de un soporte más uniforme y continuo para así transferir y disipar las presiones que se generen tanto por el flujo del agua como por los materiales que arrastra y que impactan con la pared interna del tubo.

Lo más recomendable en este caso es hacer una colocación manual (o con pala) del material bajo el tubo para que así quede en completo contacto con la circunferencia del mismo, así al densificar

el material con facilidad se obtiene la condición deseada de densificación y módulo de reacción. Así mismo, como para cualquier sistema flexible, se recomienda la densificación simétrica del material a ambos lados del tubo y así asegurar el óptimo alineamiento del este.



b. Relleno inicial: Se extiende desde la mitad del tubo y hasta 15 a 30 cm sobre la corona del tubo. Esta zona complementa la parte de mayor importancia estructural del tubo, y si bien no es tan crucial en la distribución de presiones como el acostillamiento, si es muy responsable de que las cargas se apliquen de manera más simétrica y distribuida, así mismo se coloca con cercanía (lateral y/o superior) al tubo.

c. Relleno final: Esta es una capa de muy poca importancia para el desempeño estructural de la tubería (salvo en instalaciones muy superficiales con alturas de relleno de 90 cm o menos en autopistas con cargas vivas importantes o cuando la zanja es muy profunda, pudiendo en ese caso permitir atenuar la carga llegando al tubo, o aumentarla). Los requerimientos de

densidad de esta última capa suelen ser más bien parte de las especificaciones relacionadas con las obras / destino del área sobre la tubería.

3. Ensamble entre tubos y conexiones

3.1 Ensamble entre tubos:

Las tuberías ULTRA R-46 cuentan con un sistema de unión a base campanas monolíticas con el cuerpo del tubo y una espiga conformada por el cuerpo mismo promedio del tubo. En esta se aloja el empaque de hule, mismo que está desarrollado en apego a las normas pertinentes.

La espiga se introduce a la campana del tubo siguiente mediante una adecuada fuerza de empuje entre uno y otro. Antes de proceder con la unión, tener sumo cuidado de limpiar la campana y la espiga, que no se encuentre presencia de tierra o arena ni ningún material que pueda dañar u obstruir el empaque de hule.

El proceso es auxiliado con el empleo de lubricantes especiales para este uso, básicamente de origen vegetal o animal.

Para la inserción es mejor usar una palanca apoyada al piso y a su vez al extremo del tubo, preferiblemente con una pieza de madera que evite que la palanca dañe el tubo. De esa manera se asegura que el alineamiento es correcto en la vertical y en la horizontal.

3.2 Ensamble con los accesorios:

El procedimiento es bastante similar al del ensamble entre tubos, salvo que adicionalmente es necesario verificar la posición de los accesorios

(codos, yees, tees, etc.) antes de proceder con la colocación de los tubos (que muchas veces implica hacer cortes en los tubos). El alineamiento de las figuras debe incluir ya no solo el eje del tubo, sino verificar si hay ángulos de los brazos del accesorio y verificar el adecuado anclaje del elemento.

En las conexiones a pozos de registro puede utilizarse mangas de empotramiento flexible, u otros sistemas aprobados por el ingeniero a cargo de la obra para garantizar la estanqueidad de las conexiones a los pozos o a estructuras en general.

4. Alturas de relleno

El tema de la altura de relleno máxima y mínima es, como bien se sabe, función de las características del material de entorno, de la magnitud de las cargas vivas, del peso volumétrico del material sobre la corona del tubo, de la configuración de la zanja, etc.

Más sin embargo se pueden establecer condiciones promedio en las cuales dar los valores seguros de aplicación.

Se asume que:

- a. El material sobre la corona del tubo tendrá un peso volumétrico de entre 1700 y 1920 Kg/m³ (la gran mayoría de los suelos que vemos en nuestro medio).
- b. El material de pared de zanja puede aportar un módulo de reacción de al menos 35 Kg/cm² (un suelo con consistencia de baja a media).
- c. Que el material de entorno dará un módulo de reacción de al menos 70 Kg/cm² (Ver tabla 4.) Un material de clase III según ASTM D3231

lo da con una buena densificación, los clases II y I lo alcanzan con gran facilidad).

- d. Que no hay nivel freático importante afectando.

Así, la altura mínima de relleno deberá ser de 0.60 m y la máxima de 12 m. En realidad estos valores están protegidos con generosos factores de seguridad, y al analizar los proyectos específicos se pueden disminuir sustancialmente los factores.

Más sin embargo priva aquí el deseo de servir al cliente y por ende se deja la puerta abierta a las consultas a nuestros departamentos técnicos.

Así por ejemplo, si el relleno inicial se hace con equipo liviano y durante el proceso constructivo no habrá uso de rodillos vibratorios o similares, en muchos casos la altura mínima de relleno puede disminuirse a 45 cm o menos, y la máxima superior a los 12 m señalados.



ANEXO A. Materiales

A.1. Materiales clase IA

Estos materiales proveen una estabilidad y soporte máximo para una densidad especificada a causa del entrelazado angular de partículas. Con esfuerzo mínimo, estos materiales pueden colocarse hasta alcanzar densidades relativamente altas en un amplio rango de contenido de humedad. Además, la alta permeabilidad de los materiales Clase IA puede ayudar a controlar el agua, estos materiales son recomendados usualmente para rellenos en cortes de roca donde generalmente existe agua. Sin embargo, cuando se prevea la existencia de flujos de agua subterráneas, deben tomarse precauciones para evitar la posible migración de materiales finos de las zonas adyacentes hacia los materiales de Clase IA de granulometría abierta.

Materiales clase IA



A.2. Materiales Clase IB

Estos materiales son producto de la mezcla de materiales Clase IA y arenas naturales o procesadas para obtener un agregado de granulometría cerrada que minimice la migración de materiales finos contenidos en las áreas adyacentes. Estos materiales son un poco más densos que los materiales de la clase IA y por lo tanto requiere de un mayor esfuerzo de compactación para alcanzar la densidad mínima especificada. Cuando se han

compactado correctamente, los materiales de la clase IB ofrecen alta rigidez y resistencia y dependiendo de la cantidad de materiales finos, pueden ser drenados con relativa facilidad.

Materiales Clase IB



A.3. Materiales Clase II

Estos materiales al compactarse proveen un nivel de soporte relativamente alto a la tubería. En muchos aspectos tienen todas las características deseables de los materiales de la clase IB cuando tienen granulometría cerrada. Sin embargo, los grupos de granulometría abierta pueden permitir migración de finos y las graduaciones deben ser revisadas para que sean compatibles con las graduaciones de los materiales adyacentes. Típicamente, los materiales Clase II consisten de partículas redondeadas y son menos estables que los materiales angulares, a menos que estén confinados y compactados.

Materiales Clase II



A.4. Materiales Clase III

Estos materiales proveen menos soporte para una densidad dada que los materiales de las clase I y II. Se requiere de un esfuerzo de compactación elevado a menos que se controle el contenido de humedad. Una vez que logre tener la densidad adecuada, estos materiales pueden brindar un nivel de soporte razonable para la tubería.

Materiales Clase III



A.5. Materiales Clase IV-A

Estos materiales requieren de una evaluación geotécnica antes de su utilización. El contenido de humedad debe estar cerca del nivel óptimo para minimizar el esfuerzo de compactación y alcanzar la densidad requerida. Si son colocados y compactados adecuadamente pueden proveer niveles de soporte razonables para la tubería; sin embargo, su uso puede ser inconveniente en condiciones de carga altas, tales como; rellenos altos, tráfico pesado o

Materiales Clase IV-A



bajo equipo de compactación vibratorio pesado. Estos materiales no deben usarse cuando exista agua en la zanja que pueda causar inestabilidad y un contenido incontrolable de agua.

A.6. Contenido de Humedad en el material del relleno

El contenido de humedad debe estar dentro de los límites recomendados para permitir la colocación y compactación a los niveles requeridos con un esfuerzo normal. Para suelos poco permeables (tales como los de Clase III, Clase IV-A y algunos en el límite de la Clase II), el contenido de humedad normalmente requerido debe ser $\pm 3\%$ del óptimo. La practicidad de obtener y mantener los límites requeridos en el contenido de humedad es un criterio importante para la selección de materiales ya que fallar al lograr la densidad requerida, especialmente en la zona de tubo, pudiera resultar en deflexión excesiva. Donde existe la posibilidad de que entre agua en la zanja, los materiales del relleno deben elegirse por su habilidad para densificarse rápidamente mientras son saturados (esto es, materiales de rápido escurrimiento, granulares no cohesivos).

A.7. Tamaño máximo de las partículas

El tamaño máximo de las partículas del material del relleno está limitado a los materiales que pasen una malla de 1 ½ in (37,5 mm) (ver tabla 1). Para facilitar el relleno alrededor de una tubería de diámetro pequeño y para prevenir daños en la pared de la misma se requiere un tamaño menor de partículas. Cuando el relleno final contiene rocas, grava, etc., el ingeniero puede exigir mayores espesores del relleno inicial.

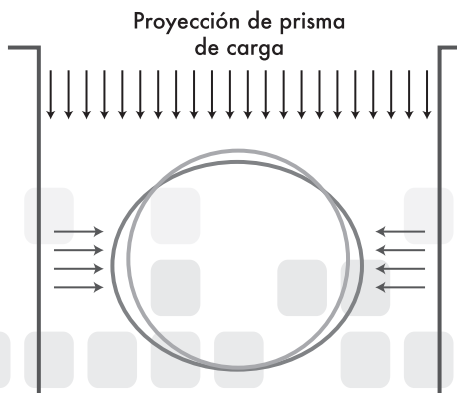
ANEXO B. Desempeño Estructural.

B.1. Desempeño carga/deflexión

Las tuberías termoplásticas se consideran como conductos flexibles ya que al recibir cargas se deforman (deflectan). La relación suelo-tubo provee una estructura capaz de soportar los rellenos de suelo y las cargas vivas de magnitud considerable. El diseño, las especificaciones y la construcción del sistema suelo-tubo deben tomar en cuenta que los materiales escogidos para el encamado deben ser seleccionados, colocados y compactados de modo que el sistema suelo-tubo actúe conjuntamente para transmitir las cargas aplicadas sin deformaciones excesivas causadas por deflexiones o distorsiones concentradas de la pared de la tubería.

B.2. Deflexiones en la tubería

La deflexión de la tubería es el cambio en el diámetro del sistema suelo-tubo como resultado de los procesos de instalación de la tubería (deflexiones durante la construcción), efectos de las cargas estáticas y cargas vivas aplicadas al tubo (deflexiones inducidas por la carga), y respuesta del suelo a lo largo del tiempo (deflexiones tardías). Las deflexiones inducidas de construcción y de las cargas constituyen la deflexión inicial de la tubería. Deflexiones adicionales dependientes del tiempo son atribuidas principalmente a cambios en el encamado y en el suelo del sitio y a los asentamientos de la zanja. La suma de la deflexión inicial y de las dependientes del tiempo constituye la deflexión total.



B.3. Deflexiones debidas al proceso constructivo

Estas deflexiones son inducidas durante el proceso de instalación y el encamado de la tubería flexible aun antes de que se apliquen cargas significativas del suelo y la superficie. La magnitud de las deflexiones de construcción depende en gran medida del método de compactación de los materiales y del tipo de encamado, de las condiciones de agua en la zanja, de la rigidez de la tubería, de la uniformidad del soporte del encamado, de la redondez de la tubería y de la mano de obra utilizada en la instalación. Estas deflexiones pueden ser mayores que las producidas por las cargas subsecuentes. La compactación del relleno lateral puede dar como resultado una deflexión vertical negativa (que es un incremento en el diámetro vertical y una disminución en el diámetro horizontal de la tubería).

B.4. Deflexiones inducidas por cargas

Son el resultado de las cargas de relleno y otras cargas sobrepuestas aplicadas después de que la tubería ha sido recubierta. La "fórmula de Iowa", atribuida a Spangler y otros métodos han sido utilizados para calcular las deflexiones resultantes de éstas cargas.

B.5. Deflexión Inicial

Es la deflexión en el tubo ya instalado y cubierto. Es el total de las deflexiones de construcción y las inducidas por las cargas.

B.6. Deflexión Final

La deflexión final es la deflexión total de la tubería a largo plazo. Consiste en la deflexión inicial ajustada por los factores dependientes del tiempo.

B.7. Control de deflexión

Los materiales para el encamado deben ser seleccionados, instalados y compactados para minimizar la deflexión total y para mantener, bajo cualquier circunstancia las deflexiones en la instalación dentro de los límites especificados. Los métodos de instalación, compactación y control de humedad deben ser seleccionados con base en los tipos de suelo clasificados en la Tabla 1 y en las recomendaciones de la Tabla 2.

La deflexión total inducida por la carga es principalmente una función de la rigidez de la tubería y del sistema de encamado del suelo. Otros factores importantes para el control de deflexiones se describen a continuación.

B.7.1. Relleno del Acostillado del Tubo

La ausencia de una adecuada compactación del material de encamado en la zona del acostillado puede resultar en una considerable deflexión, puesto que este material es quien soporta la carga vertical aplicada a la tubería. Un objetivo clave para la instalación de la tubería termoplástica flexible (o cualquier otro tipo de tubería), es trabajar en la compactación del material bajo la zona baja de la tubería para asegurar un contacto completo con el fondo de la tubería y para rellenar los vacíos debajo de la misma.

B.7.2. Densidad del relleno

Los requisitos de densidad del encamado deben ser determinados por el ingeniero con base en los límites de deflexión establecidos para la tubería, la rigidez de la misma y el control de calidad de la instalación, así como también las características del suelo in-situ y la compatibilidad de los materiales de relleno usados. Las densidades mínimas dadas en la Tabla 2 están basadas en un módulo promedio de reacción del suelo (E') de 70 Kg/cm² (1000 psi), de acuerdo a la Tabla 4, que relaciona la rigidez del suelo con los tipos y grados de compactación del mismo.

Para instalaciones particulares, el ingeniero a cargo del proyecto debe verificar que la densidad especificada cumpla con los requisitos de desempeño.

B.8. Métodos de compactación

Lograr la densidad deseada para un material específico depende de los métodos usados para aplicar la energía de compactación. Material limpio y granulado como piedra triturada, grava y arena son más fáciles de compactar mediante equipo vibratorio que otros materiales. Mientras que material fino, con alta plasticidad, requiere de un mayor apisonamiento (fuerza de impacto) y un contenido de agua controlado para lograr las densidades requeridas. En la instalación en zanjas, se recomienda el uso de: compactadoras manuales (bailarinas), no solo para prevenir daños en la tubería, si no también, para asegurar la compactación completa en áreas cercanas a la tubería o a lo largo de las paredes de la zanja. Por ejemplo, compactadoras de planchas vibratorias trabajan bien con material granular de Clase I y II, mientras que las compactadoras manuales son convenientes para materiales finos plásticos de los grupos Clase III y IVA. Rodillos vibratorios pequeños proveen vibración y apisonamiento o fuerza de impacto y por lo tanto es útil para muchas clases de materiales de encamado y relleno.

Tabla 4. Clasificación de suelos y valores del E' (Módulo de reacción del suelo kg/cm²)

TIPO DE SUELO		E' SEGÚN GRADO DE COMPACTACIÓN Y TIPO DE DEL MATERIAL (kg/cm ²)			
Clase de Suelo	Suelo según ASTM D2487	Suelto	Compactación ligera < 85%	Compactación moderna 85% - 95%	Muy Compacto > 95%
V	Suelos orgánicos del tipo OL, OH y suelos que contienen desechos y otros materiales extraños	No se acepta en ningún caso éste material como material de encamado o relleno.			
IVB	Suelos finos LL>50 suelos con media alta plasticidad CH, MH, CH-MH	No existe información, consulte con un mecánico de suelos o utilice $E_2 = 0$			
IVA	Suelos finos LL < 50 sin plasticidad a media plasticidad, CL, ML - CL con menos de 25% de partículas gruesas	3.5	14	14	70
IVA - III	Idem anterior pero con más de 25% de partículas gruesas	7	28	70	140
III	Suelos gruesos con más de 12% de finos GM, GC, SM, SC	7	28	70	140
II	Suelos gruesos con menos de 12% de finos GW, GP, SW, SP	14	70	140	210
IA - IB	Piedra quebrada	70	210	210	210

B.9. Migración

Cuando se coloca material granular y de granulometría abierta junto a material fino, este último puede migrar dentro del material granular debido al gradiente hidráulico del flujo de agua subterránea. Gradientes hidráulicos significativos pueden presentarse durante la excavación de una trinchera cuando los niveles de agua están siendo controlados por métodos de bombeo o pozos, o después de la construcción cuando subdrenes permeables o los materiales de encamado actúen como un drenaje "francés" bajo la acción de niveles altos de aguas subterráneas. La experiencia de campo muestra que la migración puede generar en una pérdida significativa de soporte para la tubería y la continua deflexión puede exceder los límites de diseño. La graduación y el tamaño relativo del encamado y el material adyacente deben ser compatibles para minimizar la migración. En general, cuando se prevean flujos de agua subterránea importantes, debe evitarse el colocar material granular y de granulometría abierta como los de Clase IA por encima, debajo o adyacente a materiales finos, a menos que se empleen métodos para impedir la migración como filtros de piedra o filtros de geotextil a lo largo de las fronteras de los materiales incompatibles. Para evitar la pérdida de soporte de la tubería a causa de migración de partículas finas provenientes de las paredes de la zanja dentro de los materiales de relleno de granulometría abierta, es suficiente seguir las especificaciones mínimas de anchura del relleno.

B.10. Tamaño máximo de la partícula limitar el tamaño de partícula del material de relleno a $\frac{3}{4}$ " (20 mm) o menos mejora la colocación de este material para tuberías de tamaño nominal de 200 mm hasta 380 mm. Para tubería más pequeña, el tamaño de partícula debe ser aproximadamente un 10% del diámetro nominal de la tubería.

B.11. Grumos, terrones y cantos rodados

El material de relleno debe estar libre de grumos, terrones, cantos, materia congelada y escombros. La presencia de estos materiales en el encamado puede impedir una compactación

uniforme y dar como resultado deflexiones excesivas localizadas.

B.12. Otros criterios de diseño y construcción

El diseño y la construcción de sistemas de tubería deben considerar condiciones que puedan inducir a excesivos esfuerzos de cortante, flexión longitudinal o compresión por carga en la tubería. Cargas vivas aplicadas por equipo de construcción y tráfico permanente pueden resultar en una deflexión grande y acumulada de la tubería si ésta es instalada con un encamado de alta densidad y una profundidad poco profunda. Otras fuentes de carga sobre la tubería enterrada son: congelamiento y descongelamiento del suelo cercano, niveles freáticos fluctuantes, presiones hidrostáticas debidas a aguas subterráneas y cargas concentradas por asentamientos diferenciales; tales como: pozos de visita o cimientos de edificios. Donde se asume que existen cargas externas excesivas la tubería debe ser instalada dentro de estructuras más rígidas que limiten la carga sobre ésta.

B.13. Pruebas de deflexión

Para asegurar que los límites especificados de deflexión no sean excedidos, el ingeniero puede solicitar pruebas de deflexión de la tubería usando aparatos de medición. Las pruebas de deflexión se deben realizar, con mínimo 30 días después de la instalación para permitir que la estabilidad del sistema tubería-suelo, se haya alcanzado. Sin embargo, como una medida de control de calidad, verificaciones periódicas de deflexión pueden ser hechas durante la instalación.

B.13.1 Entre las opciones de aparatos para las pruebas de deflexión se encuentran defletores electrónicos, televisores calibrados o cámaras de vídeo, o un calibrador apropiado "pasa, no pasa". Las mediciones de la deflexión pueden ser hechas directamente con reglas de extensión o cintas de medición en aquellos tramos que permitan un acceso seguro en las tuberías. Para asegurar la precisión en las mediciones, se deben limpiar las líneas antes de hacer las pruebas.



Aplicaciones

Sistema Integral de PVC con tubería de doble pared, para las siguientes aplicaciones:

Conduccion Sanitaria

- * Redes de atarjeas
- * Sub colectores
- * Colectores

Conducción Pluvial

- * Subcolectores
- * Colectores
- * Emisores

Conducciones uso agrícola (baja presión)

- * Entubado de canales

Alcantarillas (pasos carreteros)





PLANTAS DE MÉXICO

Planta y Oficinas Generales

QUERÉTARO

Camino de la Palma
km 1.5, estación
El Ahorcado, 76700
El Ahorcado,
Pedro Escobedo, Querétaro.
Tel: (448) 275.21.00
Fax: (448) 275.01.15

Los Mochis

Tel: (668) 811.85.86
Fax: (668) 811.85.85

Mérida

Tel: (999) 911.88.50
01.800.714.58.46
Fax: (999) 921.51.46

Tuxtla Gutiérrez

Tel: (961) 615.74.37
Fax: (961) 615.14.20

Veracruz

Tel: (229) 981.11.44
(229) 981.07.82
(229) 981.09.09
Fax: (229) 981.07.42

SUCURSALES

Cancún

Tel: (998) 193.13.50
Fax: (998) 193.13.50

Cuautitlán

Tel: (555) 864.29.90
Fax: (555) 870.50.70

Chihuahua

Tel: (614) 436.18.75
Fax: (614) 436.10.60

Guadalajara

Tel: (33) 3619.8064
Fax: (33) 3619.0960

Monterrey

Tel: (81) 8371.1043
Fax: (81) 8371.1093

Morelia

Tel: (443) 333.2931
Fax: (443) 333.2734

Oaxaca

Tel: (951) 549.2583 al 86
Fax: (951) 549.25.87

Puebla

Tel: (222) 195.3645 al 48

Tapachula

Tel: (962) 628.9870

Villahermosa

Tel: (993) 142.7032
Fax: (993) 142.7035



01.800.73DURMAN