

**INSTALACION DEL TUBO DE CONCRETO
Y SECCIONES DE CAJA**

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA

MANUAL DE INSTALACION DE TUBO DE CONCRETO.....	5
Introducción.....	5
PRE – CONSTRUCCIÓN.....	6
Precauciones.....	6
Pedido, Recepción y Manejo.....	6
Descarga.....	7
Apilado.....	10
INSTALACIÓN.....	12
Alineación y Pendiente.....	12
Límites de la excavación.....	17
Material de excavación.....	19
Desaguar.....	19
Instalaciones Estándar.....	20
Encamado Clase A.....	27
Encamado Clase B.....	27
Encamado Clase C.....	28
Encamado Clase D.....	29
Uniones.....	38
Hule.....	38
Mastique.....	42
Mortero.....	42
Tela de Filtro Geotextil.....	43
Bandas externas.....	43
Procedimientos de Unión.....	44
Conexiones de Servicio.....	46
Alineación en curva.....	46
Relleno Final.....	50
Pruebas de Aceptación.....	50
Densidad del Suelo.....	51
Alineación y Pendiente.....	52
Inspección Visual.....	52
Infiltración.....	53

INTRODUCCIÓN

Este manual es una guía para la adecuada instalación del tubo de concreto. Por muchos años, la American Concrete Pipe Association ha hecho una completa investigación y análisis de los factores que afectan el desempeño del tubo de concreto en campo. Este conocimiento y las prácticas positivas que se han obtenido a través de investigación y la experiencias son presentados en este manual

El presente manual, aunque se enfoca en la construcción del sistema tubo-suelo, también trata con aquellos factores críticos relacionados con la terminación del sistema completo, desde la entrega del tubo de concreto al sitio de trabajo hasta la aceptación de la línea de tubos instalada.

Este manual es simplemente una guía y no pretende reemplazar las especificaciones del proyecto.

PRE-CONSTRUCCION

PRECAUCIONES

La normatividad Federal que cubre los aspectos de seguridad para todos los tipos de construcción, incluyendo instalación de alcantarillas y pasos de agua, se publica en la Reglamentación para la Construcción por parte del Departamento del Trabajo, Seguridad Ocupacional, y Administración de la Salud de los Estados Unidos (OSHA) Estos reglamentos aplican a todos los contratistas y subcontratistas principales involucrados con cualquier tipo de construcción, incluyendo las modificaciones y trabajos de reparación.

El instalador deberá también consultar las prácticas de instalación contra los planos de diseño del ingeniero, particularmente en relación al diseño de las zanjas y los requisitos de compactación del relleno.

PEDIDO, RECEPCIÓN Y MANEJO

Aunque el pedido de los materiales sea la responsabilidad del contratista, la familiaridad del proveedor y del ingeniero con el calendario de entregas propuesto por el contratista permitirá una mejor coordinación con la finalidad de evitar errores y posibles retrasos en la entrega de los tubos. Los fabricantes de tubos almacenan una amplia gama de tamaños y resistencia de los mismos, pero las instalaciones de producción se deben frecuentemente adaptar para cumplir con los requisitos específicos del proyecto, especialmente cuando están involucrados grandes cantidades o tipos especiales de tubo. La información requerida para iniciar un pedido de tubo deberá estar por escrito e incluye:

- Nombre y Ubicación del proyecto.
- Tamaño del tubo, longitud de tendido y resistencia
- Longitud total de cada tipo y tamaño de tubo
- Tipo de junta

- Tamaño y cantidad de las secciones de base de los pozos de visita, secciones elevadas, secciones cónicas y anillos niveladores
- Lista de los accesorios y artículos especiales incluyendo tubería radial
- La secuencia de tendido.
- Normas y especificaciones requeridas
- Requisitos del material de Prueba
- Material de unión y sus cantidades
- Instrucciones de facturación

Se deberá verificar cada uno de los siguientes puntos del tubo, claramente marcados en cada sección del mismo:

- Especificación o norma aplicable
- Clase o grado del tubo o denominación de la resistencia
- Ancho, altura, número de tabla, tapa del cajón y diseño de relleno para la ASTM C 1433 (M) o C1577(M) o secciones de caja AASHTO M259(M) O M273(M)
- Fecha de fabricación
- Nombre o marca del fabricante
- Para los tubos reforzados con una orientación de refuerzo (E) elíptica o de (Q) cuadrante, las letras E o Q respectivamente e identificar la parte superior del tubo (arriba)

DESCARGA

La descarga del tubo se debe coordinar junto con la secuencia del calendario de construcción y la secuencia en la instalación con la finalidad de evitar traslados y manejos innecesarios del material. El contratista deberá ofrecer un acceso al sitio de trabajo para asegurar que el transporte del fabricante del tubo pueda entregar por sí mismo el tubo al área de descarga.

Cada embarque de tubería es cargado, atracado y amarrado en la planta para evitar daños durante el transporte. Sin embargo, es la persona que recibe quien tiene que asegurarse que no ha ocurrido daño alguno al momento de la entrega desde la planta hasta el sitio de la obra. Se deberá realizar una inspección completa de cada embarque de tubo a su

llegada, antes de descargar los tubos. Las cantidades totales de cada pieza se deberán de verificar contra la remisión de entrega y cualquier pieza dañada o faltante se deberá registrar en la remisión de entrega.

En caso de que un tubo se dañe durante la entrega o la descarga, el tubo se deberá separar. Los extremos dañados, las partes despostilladas o las grietas que no atraviesen la pared generalmente se pueden reparar.

Muchas unidades de transporte están equipadas con descargadores automáticos que aceleran la descarga de la tubería circular. Estos descargadores automáticos consisten de un aparato tipo montacargas montado en la parte posterior de la plataforma del camión. Las horquillas rotan verticalmente en lugar de hacia arriba y abajo, de tal forma que cuando están en posición vertical, estas se extienden por encima de la plataforma del camión. Esto proporciona un tope y amortiguamiento para las secciones de tubo en el momento en que ruedan hacia la parte trasera del camión para su descarga. Un soporte formado por las horquillas y el marco del descargador sujeta firmemente la sección de tubo que está siendo descargada conforme las horquillas rotan hacia abajo y descienden a nivel del terreno.

Se deberá controlar la descarga del tubo de tal forma que este no choque contra otras secciones del tubo o accesorios, y se debe de tener cuidado para evitar el agrietamiento o despostilladura especialmente de las espigas y campanas. Se deberá tener cuidado para



asegurar que otros trabajadores estén fuera del trayecto del tubo mientras este se baje.

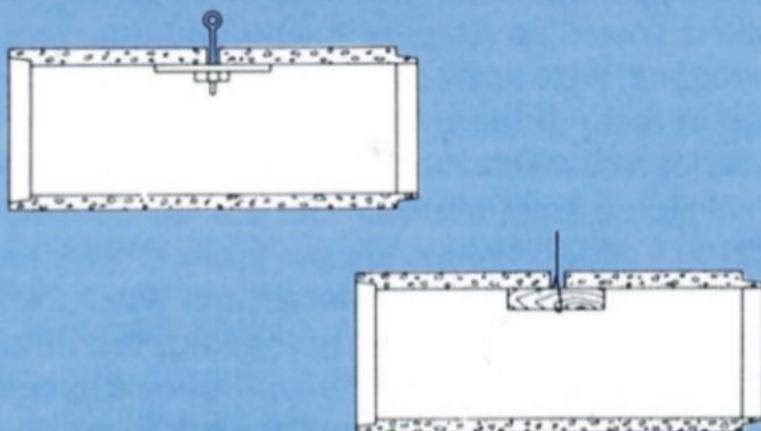
Si el tubo tiene que moverse después de su descarga, las secciones se deben rodar o levantarse pero nunca se deben arrastrar. Las secciones de tubo no se deben rodar sobre terreno pedregoso o accidentado.

Es necesario el uso de equipo mecánico para descargar las secciones de caja o box culverts, los tubos elípticos, de arco y tubos circulares de mayor tamaño. Este equipo puede normalmente simplificar y acelerar la descarga de los tubos más pequeños. Cuando se utilice equipo mecánico para la descarga, el dispositivo de levantamiento que se conecta al tubo deberá permitir un manejo apropiado y seguro sin daño al tubo. Los dispositivos utilizados para levantar los tubos tales como eslingas, ganchos, cadenas, cable de acero, bandas o cuerda se deberán colocar alrededor del tubo, o colocados de tal forma que el tubo se levante en posición horizontal. Si el aparato de levantamiento puede despostillar o dañar el tubo, se deberá utilizar un relleno amortiguador entre el tubo y el dispositivo. Estos tipos de dispositivos de levantamiento no deberán pasar a través del tubo. Otros dispositivos que están diseñados para pasar a través o dentro del tubo no deberán tocar las superficies de unión, ya sea la espiga o la campana o caja y se deberán extender lo suficientemente lejos del extremo del tubo para dejar un espacio libre adecuado para la línea de levantamiento.

Cuando el tubo cuenta con orificios de maniobra para su levantamiento, el dispositivo de levantamiento deberá pasar a través de la pared y distribuir el peso a lo largo del barril interior del tubo.

El dispositivo de levantamiento de uso más común en los orificios de maniobra de levantamiento consiste en un cable trenzado con una argolla y una placa de apoyo. En caso de que no esté fácilmente disponible un dispositivo de levantamiento, se puede pasar una eslinga sencilla de un bucle a través del orificio de maniobra dentro del orificio del tubo y después alrededor de una pieza de

MECANISMOS DE ORIFICIOS DE ELEVACION



madera de una longitud y sección transversal adecuadas para asegurar una estabilidad estructural. Para las secciones de pozo de visita, cónicas, bases y otros accesorios prefabricados, se deberán utilizar los orificios o anclajes de elevación proporcionados.

Sin importar el método empleado para descargar el tubo, se deberá tener precaución para evitar el daño al mismo y asegurar que este se descargue de una manera segura.

ALMACENAJE

Cualquier almacenaje de tubos deberá estar lo más cerca posible al lugar en donde el tubo va a ser instalado. Los tubos de diámetro pequeño deberán ser apilarse de la misma manera en que se cargaron en el camión. La fila inferior deberá colocarse sobre una base plana y atracada adecuadamente para prevenir el desplazamiento conforme se añaden mas filas. La espiga y la campana de cada fila de tubo deberán acomodarse de tal forma que la totalidad de las campanas se encuentren alineadas hacia la misma

dirección. Las campanas en la siguiente capa deberán estar en el extremo opuesto, y sobresaliendo más allá de las espigas del tubo en la capa inferior. Cuando solo se apile una capa, los extremos de la campana y de la espiga deberán alternarse entre secciones de tubo adyacente. Todos los tubos deberán estar apoyados por el barril del tubo de tal forma que los extremos de las uniones estén libres de concentración de carga. Las secciones de tubo normalmente no deben ser apiladas en la obra de trabajo en una cantidad de capas mayor a lo que equivale una altura de 2 m (6 pies).

Todos los materiales de empaque flexible no cementados al tubo, incluyendo los compuestos de lubricación de las uniones, deberán de almacenarse en un lugar fresco y seco para ser distribuidos conforme se requiera. Los empaques de hule y el mastique o prefabricados deberán conservarse limpios, y fuera del contacto con aceite, grasa, calor excesivo y fuera de los rayos directos del sol.

INSTALACIÓN

Alineación y Pendiente

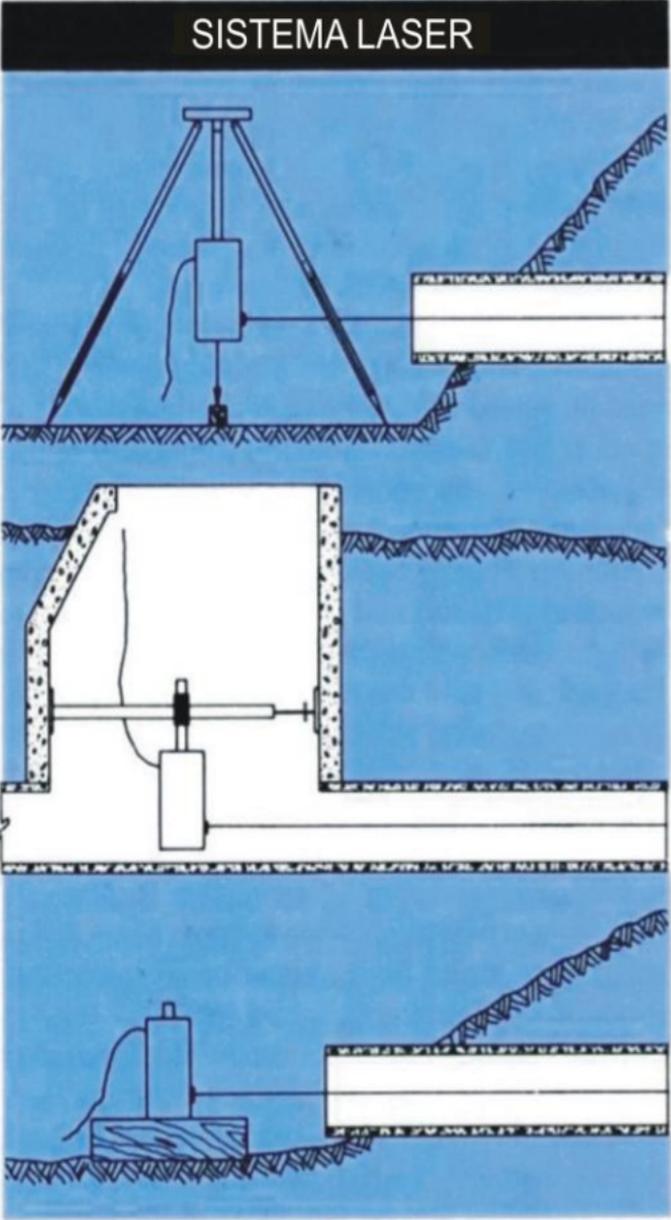
Para la construcción de drenajes y alcantarillas, donde el tubo se instala en una zanja, la alineación y pendiente se establecen normalmente mediante uno o una combinación de los siguientes métodos:

- La línea de referencia establecida por el nivel helio-neon
- Puntos de control consistentes en estacas, clavos, niveletas, escantillones o palos colocados en la superficie del terreno y separados una cierta distancia del eje central propuesto de la alcantarillado
- Puntos de control establecidos en el fondo de la zanja después de que la zanja ha sido escavada
- Determinar el fondo de la zanja y la elevación en el sentido inverso del tubo mientras la excavación y la instalación del tubo está en proceso

Para la construcción de alcantarillas y drenajes está disponible un láser de helio-neón especialmente diseñado. El instrumento básicamente convierte la potencia de entrada en un rayo de luz que se proyecta como un rayo delgado más que como un brillo en todas las direcciones como un foco normal. El rayo de luz es un hilo continuo y sin interrupciones que no se hunde y se puede utilizar para distancias de hasta 90 a 150 metros (1000 pies) El láser proyecta un rayo de luz cuyo diámetro depende de la distancia a la cual se proyecte y de la óptica del instrumento en particular. Normalmente el rayo es del tamaño de un lápiz. Ya que el láser es un rayo de luz, este es visto ya sea al ver hacia el instrumento o interceptando el rayo con el blanco que refleje la luz.

Como cualquier otro instrumento de levantamiento, el ajuste inicial es muy importante. Pero una vez que el láser está ajustado de acuerdo a la alineación y la pendiente, este proporciona una línea constante de referencia desde la cual se pueden tomar medidas en

cualquier punto a lo largo del rayo. Un trabajador puede medir rápidamente y con precisión desviaciones de la construcción con una regla o estadal normal, generalmente dentro de 15.8 mm (0.0625 pulgadas) o menos. El láser se puede montar dentro de un pozo de visita, en un trípode o colocarse sobre una superficie sólida para proyectar el rayo de luz hacia afuera o adentro del tubo.



El láser de helio-neón de baja potencia empleado en la construcción no se considera un instrumento peligroso. No obstante, alguien que deliberadamente fije la vista en un láser de 1 a 3 miliwatts durante el tiempo suficiente podría sufrir daños al ojo (lo cual es comparable a ver directamente al sol, o a una soldadora)

Cuando se instala el tubo con el método de construcción de hincado o microtuneleo, se deberá establecer un punto de control preciso al fondo de la lumbrera. Se puede obtener un buen control de alineación vertical y horizontal mediante un teodolito o un nivel láser. Si la excavación y la instalación del tubo se extienden por varios cientos de metros o pies de una lumbrera, o la alineación horizontal está curvada, se pueden colocar tubos verticales en la superficie y arrojar plomadas a través de estos. En muchos casos se perforan orificios verticales desde la superficie para lecharlos o lubricar la parte exterior del tubo y estos mismos se pueden emplear para checar la alineación y la pendiente.

Con la finalidad de transferir la alineación y pendiente al fondo de la zanja, se utilizan instrumentos de medición especialmente diseñados, como niveletas, escantillones, cinta y niveles en donde se establecen los puntos de control en la superficie y las sus desviaciones. Sin importar que tipo particular de instrumento de medición se utilice, los principios básicos son:

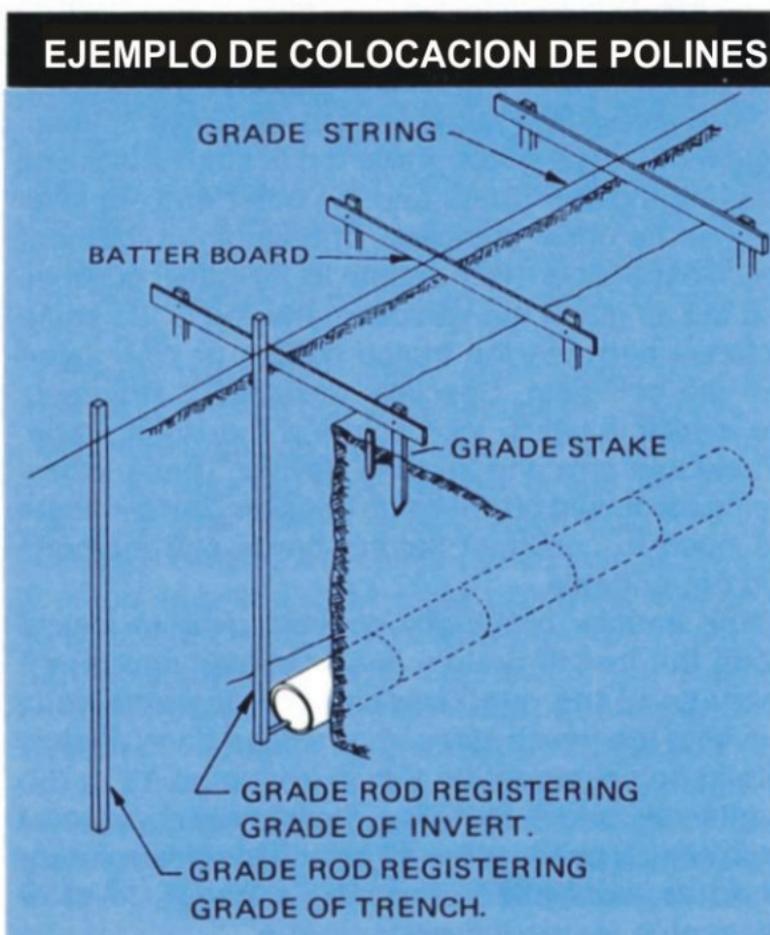
- Estacas, clavos, niveletas o palos o polines como puntos de control se colocan al ras del suelo a intervalos de 7.5 a 15 m (25 a 50 pies) para una directa alineación y con intervalos más cortos para alineación en curva.
- Colocar los puntos de control a 3m (10 pies) u otra distancia conveniente al lado opuesto de la zanja de donde se colocará el material excavado
- Determinar las elevaciones de los puntos de control mediante un nivel, teodolito o algún otro equipo de nivelación e indicar en la niveleta, puesta al lado del punto de control, la profundidad desde el punto de control al fondo de la zanja o el inverso del tubo

- Por medio de niveletas más largas, colocadas inmediatamente adyacentes a los puntos de control, se amarra un hilo continuo, o reventón, a las niveletas, a una distancia específica arriba del fondo de la zanja o al inverso del tubo.
- Después de colocar los puntos de control de la superficie, se prepara una hoja que enliste los puntos de referencia, estacionarios, distancia de separación y distancia vertical desde los puntos de control al fondo de la zanja o al inverso del tubo.

Para zanjas estrechas, se coloca un polín o puente para establecer la línea de excavación horizontal a lo largo de la zanja y se fija adecuadamente a cada extremo. El polín se coloca al nivel de la misma elevación que el hilo o reventón y se clava en el borde superior de la línea central del tubo. En muchos casos, polín se utiliza sólo como un puente con una tablilla vertical clavada en la línea central del tubo. El reventón o hilo se jala tensamente a lo largo de un mínimo de tres polines y la línea se transfiere al fondo de la zanja con una plomada de cordón sujeta contra el hilo. La pendiente se transfiere al fondo de la zanja mediante un escantillón o algún otro dispositivo de medición vertical.

En donde se requieran zanjas amplias, debido a tubos grandes o existan paredes de zanja inclinadas, podría ser que el polín no alcance a dar la extensión del ancho de la excavación. En tales casos, se aplica el mismo principio de transferencia, excepto que el escantillón se une a un extremo del polín y en el otro extremo se coloca el reventón contra el eje de la tubería desfasada. La longitud del polín horizontal es el mismo que la distancia de desfase y la longitud de escantillón es la misma distancia entre el fondo de la zanja o el inverso del tubo y el hilo o reventón. Existen instrumentos especialmente diseñados que incorporan una cinta de medir, un brazo extensible y un nivel. Estos instrumentos se basan en el mismo principio, pero eliminan la necesidad de construir polines con los soportes, además que son portátiles.

La transferencia de los puntos superficiales de control a las estacas a lo largo del fondo de la zanja es algunas veces necesaria debido a que en las zanjas profundas, los suelos inestables, se requieren que los lados de la zanja sean apuntalados. Se deben colocar las estacas a lo largo del fondo de la zanja con intervalos de 15m (50 pies) y se debe tirar un reventón entre 2 o tres puntos de control. Normalmente se utiliza un nivel, teodolito o láser donde se establecen la alineación y el pendiente conforme procede la excavación.



Cuando se definen la alineación y la pendiente para alcantarillados instalados a casi la misma elevación que el terreno original, se colocan puntos de control del alcantarillado durante la inspección de construcción. Se colocan las estacas a lo largo del alcantarillado mediante un nivel de mano o algún instrumento de topografía. Si primero se construye el terraplén y luego se excava una subzanja, se pueden emplear los mismos métodos que para las excavaciones de zanjas.

LIMITES DE LA EXCAVACIÓN

Los límites más importantes de la excavación son el ancho y la profundidad de la zanja. Conforme avanza la excavación, la pendiente de la zanja se debe verificar continuamente contra las elevaciones establecidas en el diseño de alcantarillas. Las profundidades incorrectas de la zanja pueden ocasionar puntos altos o bajos en la línea que pudieran afectar adversamente la capacidad hidráulica del alcantarillado y requerir de una corrección o mantenimiento adicional después de terminar la línea.

La carga del relleno transmitida al tubo depende directamente de lo ancho de la zanja. Para determinar la carga de relleno, el diseñador supone cierto ancho de la zanja y luego selecciona la resistencia del tubo capaz de soportar esta carga. Si el ancho de la zanja construida excede el ancho adoptado en el diseño, el tubo estará sobrecargado y posiblemente estructuralmente dañado. Debido a que a que las cargas de relleno y los requerimientos de resistencia del tubo están en función del ancho de la zanja, en los planos o dibujos estándar se establecen anchuras máximas de la zanja. En donde no se indiquen los anchos de zanja máxima en cualquiera de los documentos de construcción, estos anchos de zanja deberán de ser lo más estrecho posible con un espacio lateral libre lo suficientemente adecuado para asegurar una correcta compactación del material de relleno a los lados del tubo

ANCHO DE ZANJA PARA TUBO DE CONCETO

Diámetro del tubo (pulgadas)	Ancho de Zanja (pies)	Diámetro del Tubo (milímetros)	Ancho de Zanja (milímetros)
4	1.6	100	470
6	1.8	150	540
8	2.0	200	600
10	2.3	250	680
12	2.5	300	800
15	3.0	375	910
18	3.4	450	1020
21	3.8	525	1100
24	4.1	600	1200
27	4.5	675	1300
33	5.2	825	1600
36	5.6	900	1700
42	6.3	1050	1900
48	7.0	1200	2100
54	7.8	1350	2300
60	8.5	1500	2500
66	9.2	1650	2800
72	10.0	1800	3000
78	10.7	1950	3200
80	11.4	2100	3400
90	12.1	2250	3600
96	12.9	2400	3900
102	13.6	2550	4100
108	14.3	2700	4300
114	14.9	2850	4500
120	15.6	3000	4800
126	16.4	3150	5000
132	17.1	3300	5200
138	17.8	3450	5400
144	18.5	3600	5600

Nota: Los anchos de zanja en base a 1.25 BC + 1 Pie (1.25 bc + 300mm) en donde BC es el diámetro exterior del tubo en pulgadas (mm)

Se pueden utilizar los siguientes anchos de zanja como guía para los tubos de concreto circulares:

MATERIAL EXCAVADO

Si el material excavado va a ser almacenado en la parte superior de la línea de drenaje, se debe tener una consideración especial a la sobrecarga durante el diseño del tubo.

El material apilado excavado adyacente a la zanja ocasiona una sobrecarga que pudiera derrumbar las paredes de la zanja. La habilidad de las paredes de la zanja de permanecer verticales bajo esta carga adicional depende de las características de cohesión del tipo de material excavado. Se deberá considerar esta sobrecarga al evaluar la necesidad de proporcionar soporte a la zanja. Puede ser necesario en donde se excavan zanjas profundas o anchas llevarse una parte del suelo excavado o esparcir el apilado con un trascabo o algún otro equipo. En caso de que el material excavado se vaya a utilizar como relleno, el material apilado deberá ser visualmente inspeccionado para ver si existen rocas, terrones congelados, arcilla altamente plastificada o algún otro material cuestionable. Si el suelo excavado difiere considerablemente del material de relleno proyectado descrito en los planos, pudiera ser necesario remover y llevarse la tierra inapropiada y traer el material de relleno seleccionado.

DESAGUE

Se requerirá de un control del agua existente en la superficie y en el subsuelo con la finalidad de que existan las condiciones secas durante la excavación y el tendido del tubo. Previamente a la excavación se deberán investigar las condiciones del agua del subsuelo.

ESTÁNDARES DE INSTALACIÓN

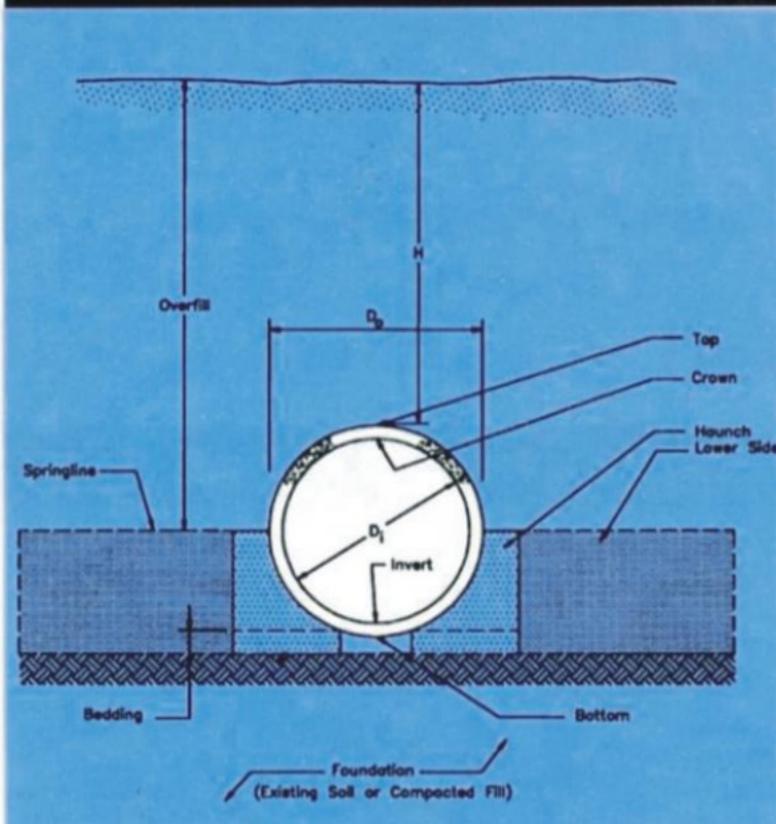
A través de consultas con ingenieros y consultores, se desarrollaron cuatro nuevos estándares de Instalación, los cuales se presentan en las siguientes paginas. Las siguientes ideas, formuladas en base a la experiencia, se han confirmado con parámetros de estudio. Estos estándares de instalación representan una mejor comprensión de los factores de instalación que afectan el desempeño del tubo y reflejan las técnicas modernas de construcción. Están diseñadas para mejorar el desempeño del tubo enfatizando lo que significan los correctos requisitos de instalación y construcción. Al proporcionar instalaciones que utilizan una amplia variedad de materiales de relleno, incluyendo materiales naturales, estos Estándares de Instalación ofrecen al propietario, al ingeniero y al contratista una mayor versatilidad para seleccionar la instalación que cumpla con su muy particular combinación de condiciones del sitio, de los materiales de relleno y de los materiales deseados de construcción e inspección. Algunas de las ideas incluidas en los Estándares de Instalación confirman los siguientes conceptos:

- La tierra en el área de la zanja desde la plantilla al eje medio de la tubería proporciona un soporte importante al tubo y reduce el esfuerzo del tubo.
- Un encamado suelto sin compactar directamente bajo el inverso del tubo significativamente reduce la tensión y el esfuerzo del tubo.
- Los materiales de instalación y los niveles de compactación debajo del eje medio de la tubería tienen un efecto importante en los requerimientos estructurales del tubo.
- El suelo en esas porciones del encamado y área del acostillado directamente bajo el tubo es difícil de compactar.
- El nivel de compactación del suelo directamente arriba del acostillado, del eje de la tubería del tubo a la parte superior del lomo del tubo, tiene un efecto insignificante sobre la tensión del tubo. La compactación del suelo en esta área no es

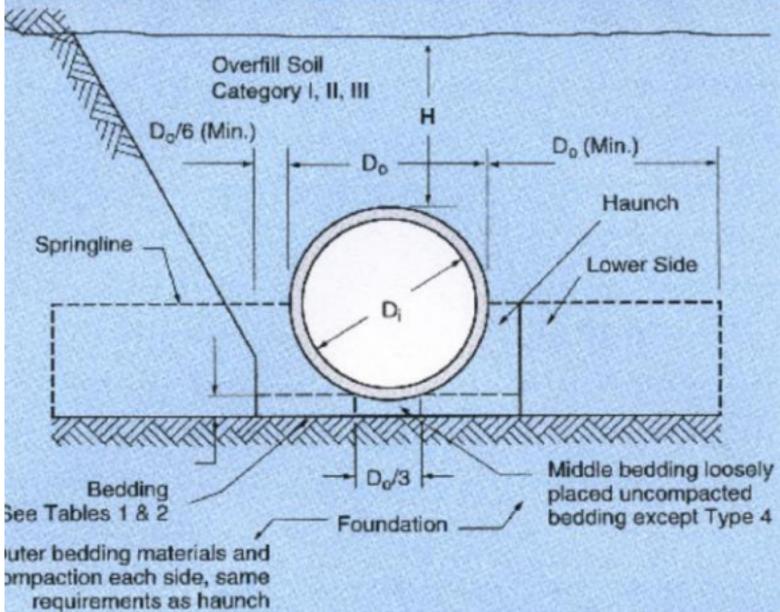
necesaria a menos que sea requerida para la estructura del pavimento.

Estos Estándares de Instalación identifican cuatro zonas principales que circundan la mitad inferior del tubo, y que son críticas para el sistema tubo-suelo. Las cuatro zonas son el encamado medio, el encamado exterior, el acostillado y los lados bajos. El tipo de material (basado en las características del suelo) y el nivel de compactación varían con el tipo de instalación (por ejemplo 1,2,3,4) y el tipo de material empleado en la construcción de estas zonas importantes.

TERMINOLOGIA DE INSTALACION DEL TUBO



ZANJA ESTANDAR / INSTALACION DEL ACOSTILLADO



EQUIVALENT USCS AND AASHTO SOIL CLASSIFICATIONS FOR SIDD SOIL DESIGNATIONS

SIDD Soil	Representative Soil Types		Percent Compaction	
	USCS	AASHTO	Standard Proctor	Modified Proctor
Gravelly sand (Category I)	SW, SP GW, GP	A1, A3	100	95
			95	90
			90	85
			85	80
			80	75
			61	59
Sandy Silt (Category II)	GM, SM, ML Also GC, SC with less than 20% passing #200 sieve	A2, A4	100	95
			95	90
			90	85
			85	80
			80	75
			49	46
Silty Clay (Category III)	CL, MH GC, SC	A5, A6	100	90
			95	85
			90	80
			85	75
			80	70
			45	40

STANDARD INSTALLATIONS SOILS AND MINIMUM COMPACTION REQUIREMENTS

Installation Type	Bedding Thickness	Haunch and Outer Bedding	Lower Side
Type 1	D ₉ /24 minimum, not less than 3in. If rock foundation, use D ₉ /12 minimum; not less than 6in.	95% Category I	90% Category I, 95% Category II or 100% Category III
Type 2	D ₉ /24 minimum, not less than 3in. If rock Foundation, use D ₉ /12 minimum; not less than 6in.	90% Category I or 95% Category II	85% Category I, 90% Category II or 95% Category III
Type 3	D ₉ /24 minimum, not less than 3in. If rock foundation, use D ₉ /12 minimum, not less than 6in.	85% Category I, 90% Category II, or 95% Category III	85% Category I, 90% Category II, or 95% Category III
Type 4	D ₉ /24 minimum, not less than 3in. If rock foundation, use D ₉ /12 minimum, not less than 6in.	No compaction required, except if Category III, use 85% Category III	No compaction required, except if Category III, use 85% Category III

Notas:

1. Los símbolos de la compactación y del suelo "95% CAT I" se refieren a los materiales del suelo con una compactación mínima estándar proctor de 95%. Vea la Tabla 1 para los valores modificados equivalentes proctor.

2. El suelo en el encamado exterior, el acostillado, y las zonas del lado inferior, excepto bajo la mitad de 1/3 del tubo, deberá ser compactado al menos con la misma compactación como la mayoría de la tierra en la zona de relleno

3. Par las zanjas, la elevación superior no deberá ser más bajo que 0.1 h por debajo del nivel final o para pavimentos, la parte superior no podrá ser más bajo que la elevación de 1 pie por debajo de la base del material del pavimento

4. Para el ancho de la zanja tendrá que ser mas ancho de lo mostrado si se requiere para un espacio adecuado para mantener la compactación requerida en la zona del encamado y el acostillado

5. Para las paredes del acostillado que están dentro de 10 grados verticales, no se necesita considerar la compactación o firmeza de la tierra en las paredes del acostillado y su parte baja.

6. Para las paredes de la zanja con pendientes mayores a 10 grados que consisten en encamado, la parte inferior deberá ser compactado a por lo menos la misma compactación que está especificada en la tierra en la zona de relleno.

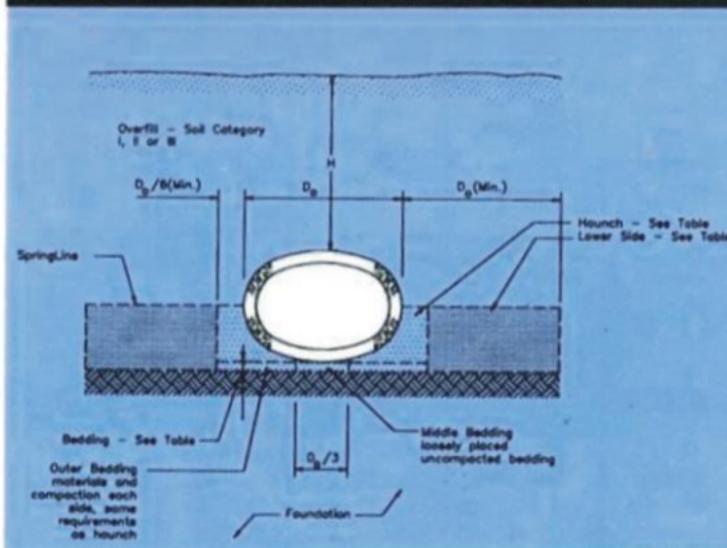
SUB-ZANJAS

3.1 Una sub-zanja se define como una zanja con su parte superior por debajo un grado terminado por más de 0.1H o, para caminos, su parte superior que esté a una elevación menor que 1' (0.3 m) por debajo del fondo del material base del pavimento

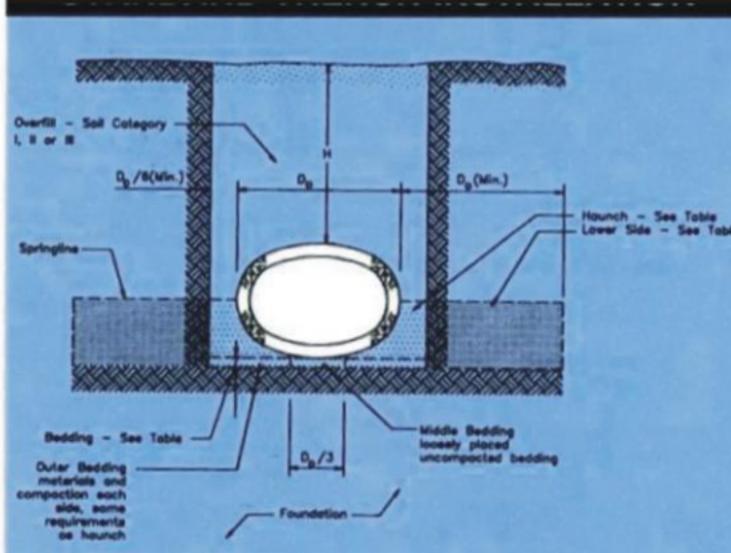
3.2 El ancho mínimo de una sub-zanja debe ser de 1.33 D_o, o mayor si así se requiere para un espacio adecuado con la finalidad de alcanzar la compactación especificada en las zonas del acostillado y el encamado.

3.3 Para las sub-zanjas con paredes de suelo natural, cualquier porción de la zona lateral inferior en la pared de la sub-zanja deberá estar tan firme como un suelo equivalente colocado con los requerimientos de compactación especificados para la zona lateral inferior y tan firme como la mayor parte del suelo en la zona de relleno, o deberá ser removido y reemplazado con un suelo compactado al nivel especificado.

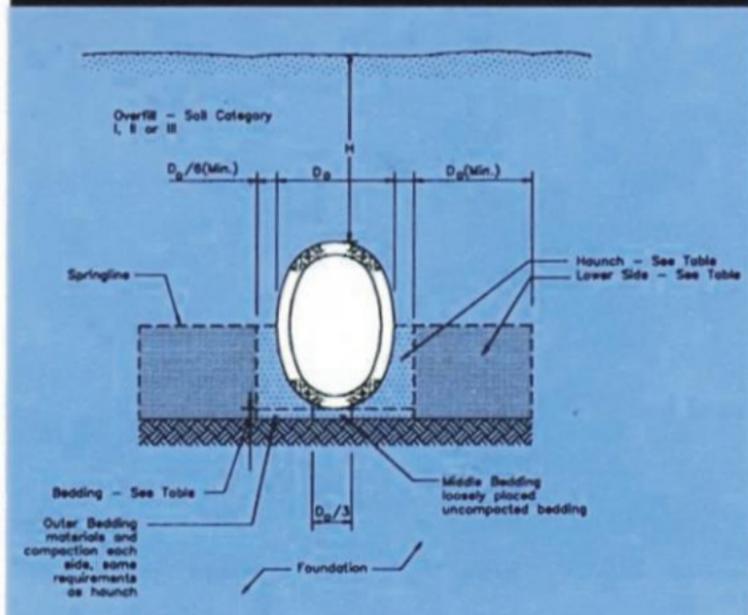
TUBO ELIPTICO HORIZONTAL INSTALACION ENCAMADO ESTARDAR



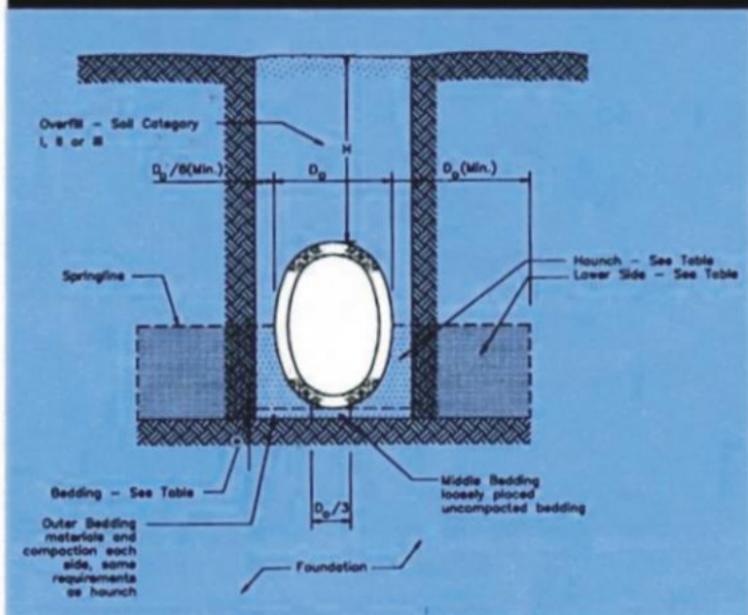
TUBO ELIPTICO HORIZONTAL INSTALACION DE ZANJA ESTARDAR



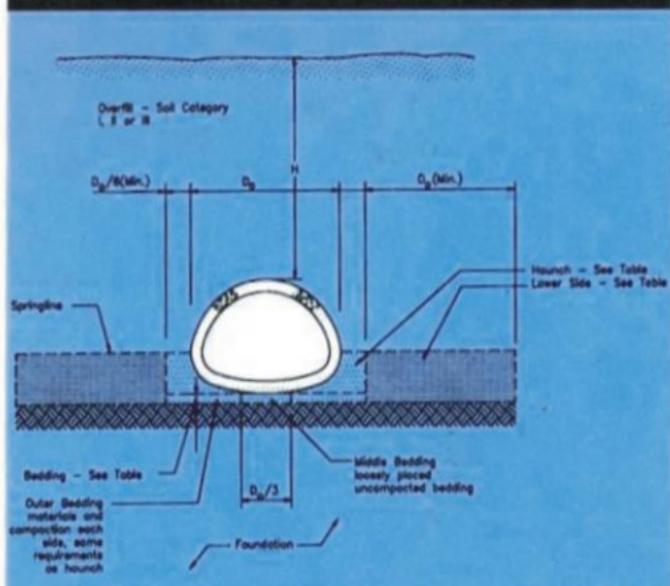
TUBO VERTICAL ELIPTICO INSTALACION ENCAMADO ESTARDAR



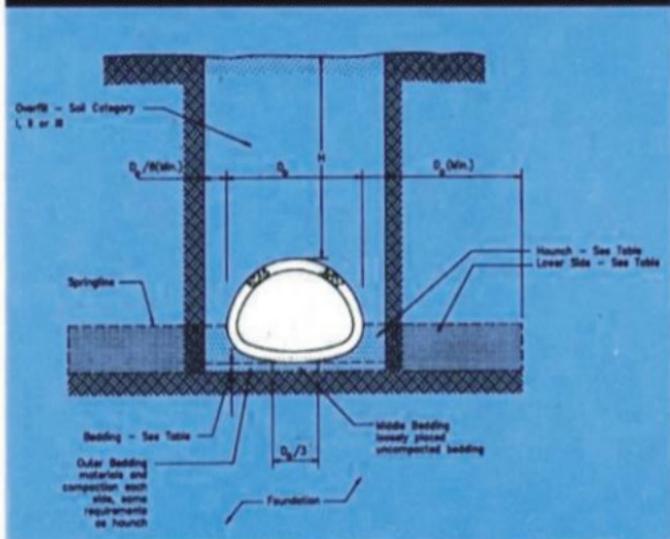
TUBO VERTICAL ELIPTICO INSTALACION DE ZANJA ESTARDAR



TUBO EN ARCO INSTALACION ENCAMADO ESTARDAR



TUBO EN ARCO INSTALACION DE ZANJA ESTARDAR



Para aquellos proyectos que aun utilizan los tipos anteriores de encamado, se presentan los tipos de encamado A, B, C y D.

ENCAMADO CLASE A

SOPORTE DE CONCRETO

SOPORTE DE CONCRETO- Se utiliza únicamente con tubos circulares; el tubo se asienta sobre concreto reforzado o no reforzado con un grosor, d , conforme se enlista, y que se extiende hacia arriba de los lados una altura equivalente al diámetro exterior. El soporte deberá contar con una anchura mínima equivalente al diámetro exterior del tubo mas 200 mm (8 pulgadas). El relleno arriba del soporte está densamente compactado y se extiende 300 mm (12 pulgadas) arriba de la corona del tubo. En la roca, especialmente donde es probable que existan excavaciones en el área cercana, el soporte de concreto se deberá acojinar del impacto de la excavación que pueda ser transmitido a través de la roca.

ENCAMADO CLASE B

CIMIENTO GRANULAR CON O SIN FORMA

CON FORMA- Para una plantilla con forma con cimiento granular, el fondo de la excavación está formado para ajustarse a la superficie del tubo pero cuando al menos 50 mm (2 pulgadas) mayor que las dimensiones exteriores del tubo. El ancho deberá ser el suficiente para permitir $6/10$ del diámetro exterior de un tubo circular, $7/10$ de la distancia exterior de un tubo elíptico o en arco, y el ancho total del fondo de los cajones de concreto que serán asentadas en relleno granular fino colocado en la excavación formada. El relleno densamente compactado se deberá colocar a los

lados del tubo a una profundidad de cuando menos 300 mm (12 pulgadas) sobre la parte superior del tubo.

SIN FORMA-El cimiento granular sin forma se emplea únicamente con el tubo circular. El tubo se asienta sobre material granular compactado colocado en el fondo de zanja plano. El encamado granular tiene un espesor mínimo, d , tal como se enlista y se deberá extender cuando menos a medio camino hacia los lados. El restante del relleno lateral – con una profundidad mínima de 300 mm (12 pulgadas) sobre la parte superior del tubo – deberá estar relleno con material densamente compactado.

ENCAMADO CLASE C

PLANTILLA FORMADA O CIMIENTO GRANULAR

PLANTILLA FORMADA- El tubo está asentado con el cuidado normal en un cimiento de suelo, al cual se le ha dado forma para acomodar la parte inferior del exterior del tubo con una aproximación razonable de cuando menos un 50 por ciento del diámetro exterior de un tubo circular, y 1/10 del exterior de la elevación del tubo para el tubo en arco, tubo elíptico y cajones. Para las instalaciones de zanja los lados y el área arriba del tubo se llenan con relleno ligeramente compactado a una profundidad mínima de 150 mm (6 pulgadas) arriba de la parte superior del tubo. Para las instalaciones de terraplén, el tubo no deberá de proyectarse más de 90 por ciento de la altura vertical del tubo arriba del encamado.

CIMIENTO GRANULAR- Se utiliza solo con los tubos circulares y el tubo está asentado en material granular compactado o relleno densamente compactado colocado en una zanja de fondo plano. El material del encamado deberá contar con el espesor mínimo indicado y se deberá extender hacia arriba a los lados hasta una altura de cuando menos 1/6 del diámetro exterior. Para instalaciones de zanja el relleno lateral y el área arriba del tubo deberán estar llenos con relleno ligeramente compactado a una profundidad mínima de 150 mm (6 pulgadas)

ENCAMADO CLASE D

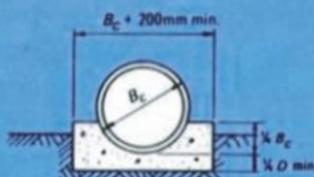
Utilizado únicamente con el tubo circular, se requiere de poca o ninguna precaución ya sea para dar forma a la superficie de los cimientos para ajustar la parte inferior del exterior del tubo, o para llenar los espacios abajo y alrededor del tubo con material granular. Sin embargo, la gradiente del encamado debe ser suave y debe corresponder al pendiente establecido. Este tipo de encamado también incluye el caso del tubo en cimientos de roca en los que existe un colchón de tierra bajo el tubo pero es tan delgado que el tubo, conforme se asienta bajo la influencia de la carga vertical, se aproxima a un contacto con la roca.

ACOSTILLADO TUBO CIRCULAR

Notes:

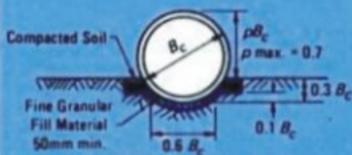
For Class B and C beddings, subgrades should be excavated or over excavated, if necessary, so a uniform foundation free of protruding rocks may be provided.

Special care may be necessary with Class A or other unyielding foundations to cushion pipe from shock when blasting can be anticipated in the area.



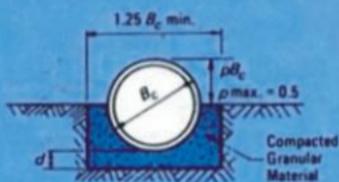
CONCRETE CRADLE

CLASS A



SHAPED SUBGRADE WITH
GRANULAR FOUNDATION

CLASS B

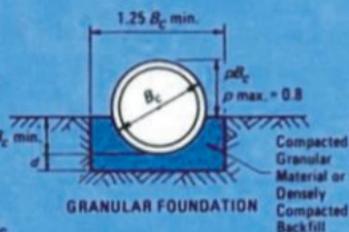


GRANULAR
FOUNDATION



SHAPED SUBGRADE

CLASS C



GRANULAR FOUNDATION



FLAT SUBGRADE

CLASS D

Depth of Bedding
Material Below Pipe

D	d [min.]
675mm & smaller	75mm
750mm to 1,500mm	100mm
1,650mm & larger	150mm

Legend

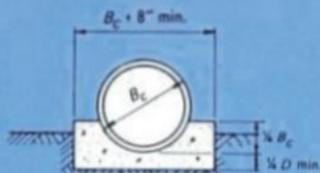
- B_c = outside diameter
- H = backfill cover above top of pipe
- D = inside diameter
- d = depth of bedding material below pipe

ACOSTILLADO TUBO CIRCULAR

Notes:

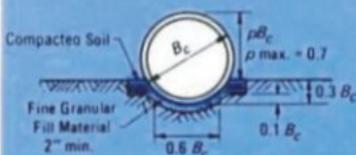
For Class B and C beddings, subgrades should be excavated or over-excavated, if necessary, to a uniform foundation free of protruding rocks may be provided.

Special care may be necessary with Class A or other unyielding foundations to cushion pipe from shock when blasting can be anticipated in the area.



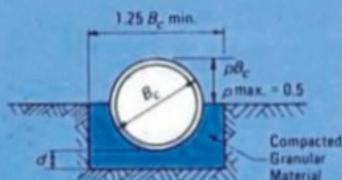
CONCRETE CRADLE

CLASS A



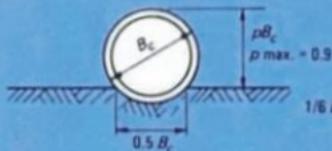
SHAPED SUBGRADE WITH
GRANULAR FOUNDATION

CLASS B



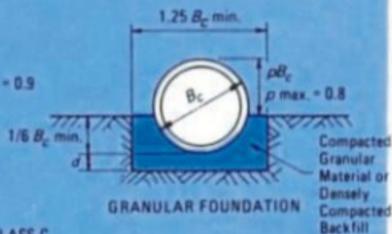
GRANULAR FOUNDATION

CLASS B



SHAPED SUBGRADE

CLASS C



GRANULAR FOUNDATION

CLASS C



FLAT SUBGRADE

CLASS D

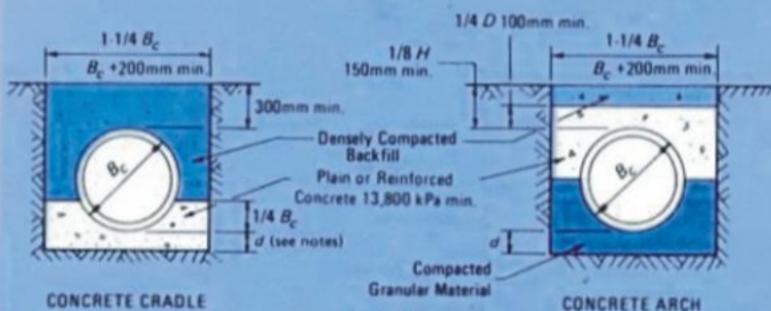
Depth of Bedding
Material Below Pipe

D	d (min.)
27" & smaller	3"
30" to 60"	4"
66" & larger	6"

Legend

- B_c = outside diameter
- H = backfill cover above top of pipe
- D = inside diameter
- d = depth of bedding material below pipe

ENCAMADO EN ZANJA TUBO CIRCULAR



CONCRETE CRADLE

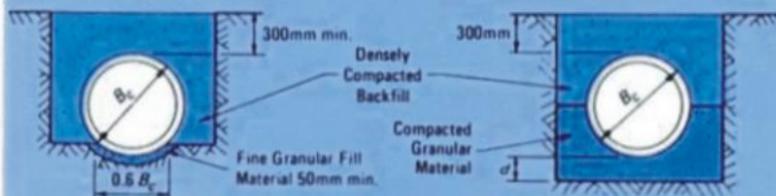
CONCRETE ARCH

CLASS A

Reinforced $A_s = 1.0\%$ $B_f = 4.8$

Reinforced $A_s = 0.4\%$ $B_f = 3.4$

Plain $B_f = 2.8$



SHAPED SUBGRADE WITH GRANULAR FOUNDATION

GRANULAR FOUNDATION

CLASS B

$B_f = 1.9$

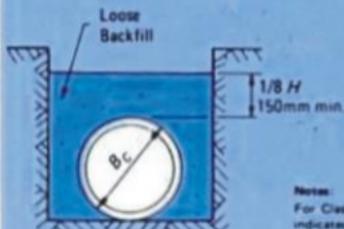


SHAPED SUBGRADE

GRANULAR FOUNDATION

CLASS C

$B_f = 1.5$



FLAT SUBGRADE

CLASS D

$B_f = 1.1$

Depth of Bedding Material Below Pipe	
D	d (mm.)
675mm & smaller	75mm
750mm to 1,500mm	100mm
1,650mm & larger	150mm

Notes:

For Class A beddings, use d as depth of concrete below pipe unless otherwise indicated by soil or design conditions.

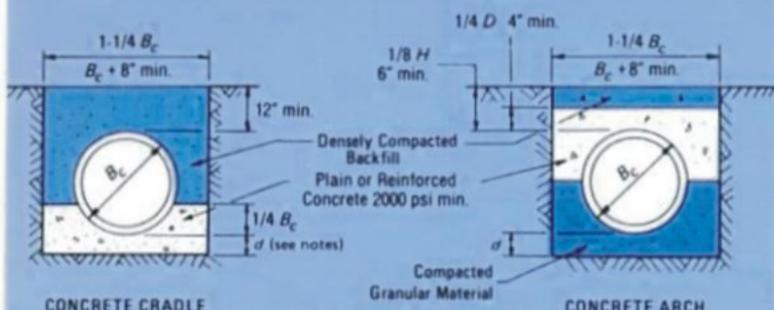
For Class B and C beddings, subgrades should be excavated or over excavated, if necessary, to a uniform foundation free of protruding rocks may be provided.

Special care may be necessary with Class A or other unyielding foundations to cushion pipe from shock when blasting can be anticipated in the area.

Legend

- B_c = outside diameter
- H = backfill cover above top of pipe
- D = inside diameter
- d = depth of bedding material below pipe
- A_s = area of transverse steel in the cradle of arch expressed as a percentage of area of concrete at invert or crown.

ENCAMADO EN ZANJA TUBO CIRCULAR



CONCRETE CRADLE

CONCRETE ARCH

CLASS A

Reinforced $A_s = 1.0\% B_f = 4.8$

Reinforced $A_s = 0.4\% B_f = 3.4$

Plain $B_f = 2.8$

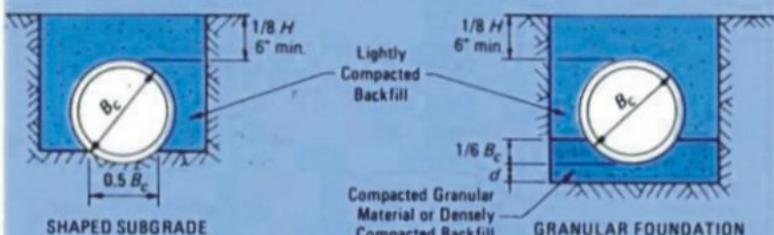


SHAPED SUBGRADE WITH
GRANULAR FOUNDATION

GRANULAR FOUNDATION

CLASS B

$B_f = 1.9$

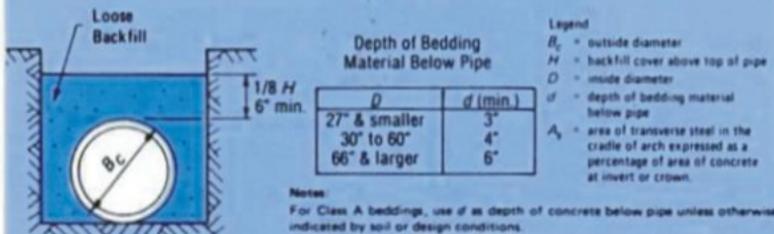


SHAPED SUBGRADE

GRANULAR FOUNDATION

CLASS C

$B_f = 1.5$



FLAT SUBGRADE

CLASS D

$B_f = 1.1$

Depth of Bedding Material Below Pipe

D	d (min)
27" & smaller	3"
30" to 60"	4"
66" & larger	6"

Legend

- R_c = outside diameter
- H = backfill cover above top of pipe
- D = inside diameter
- d = depth of bedding material below pipe
- A_s = area of transverse steel in the cradle of arch expressed as a percentage of area of concrete at invert or crown.

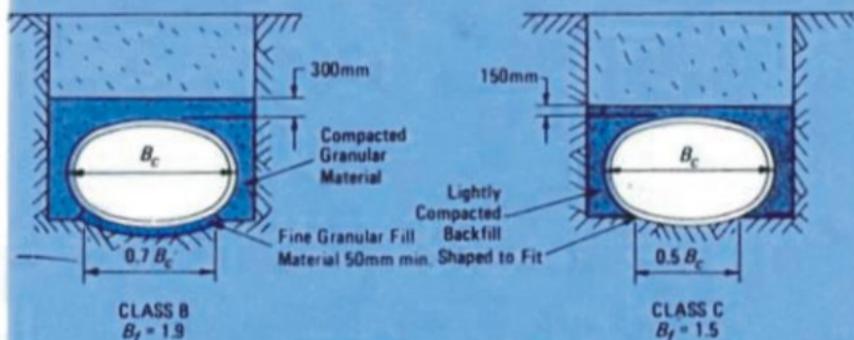
Notes:

For Class A beddings, use d as depth of concrete below pipe unless otherwise indicated by soil or design conditions.

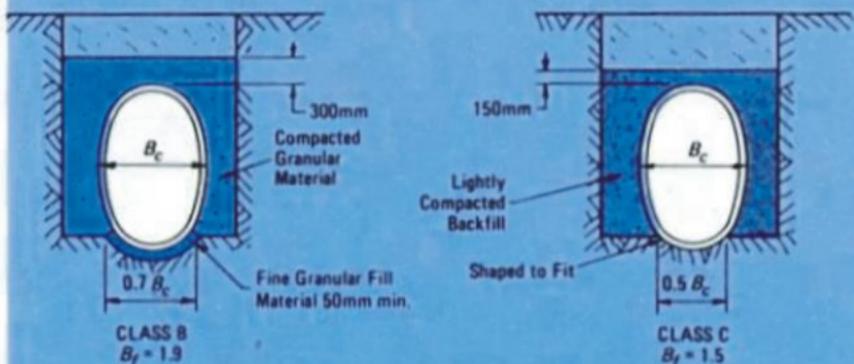
For Class B and C beddings, subgrades should be excavated or over excavated, if necessary, so a uniform foundation free of protruding rocks may be provided.

Special care may be necessary with Class A or other unyielding foundations to cushion pipe from shock when blasting can be anticipated in the area.

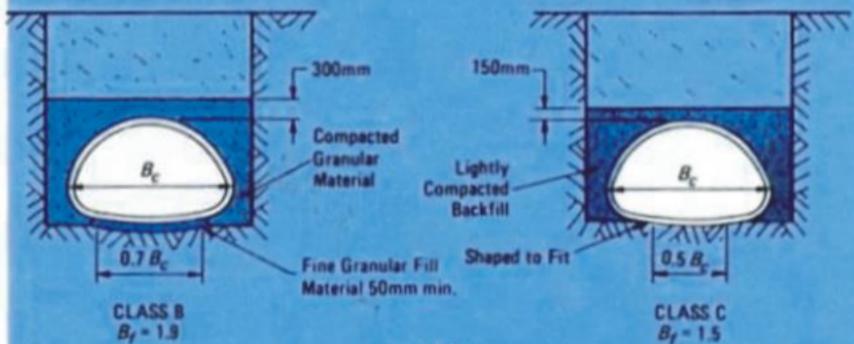
ENCAMADO EN ZANJA



HORIZONTAL ELLIPTICAL PIPE

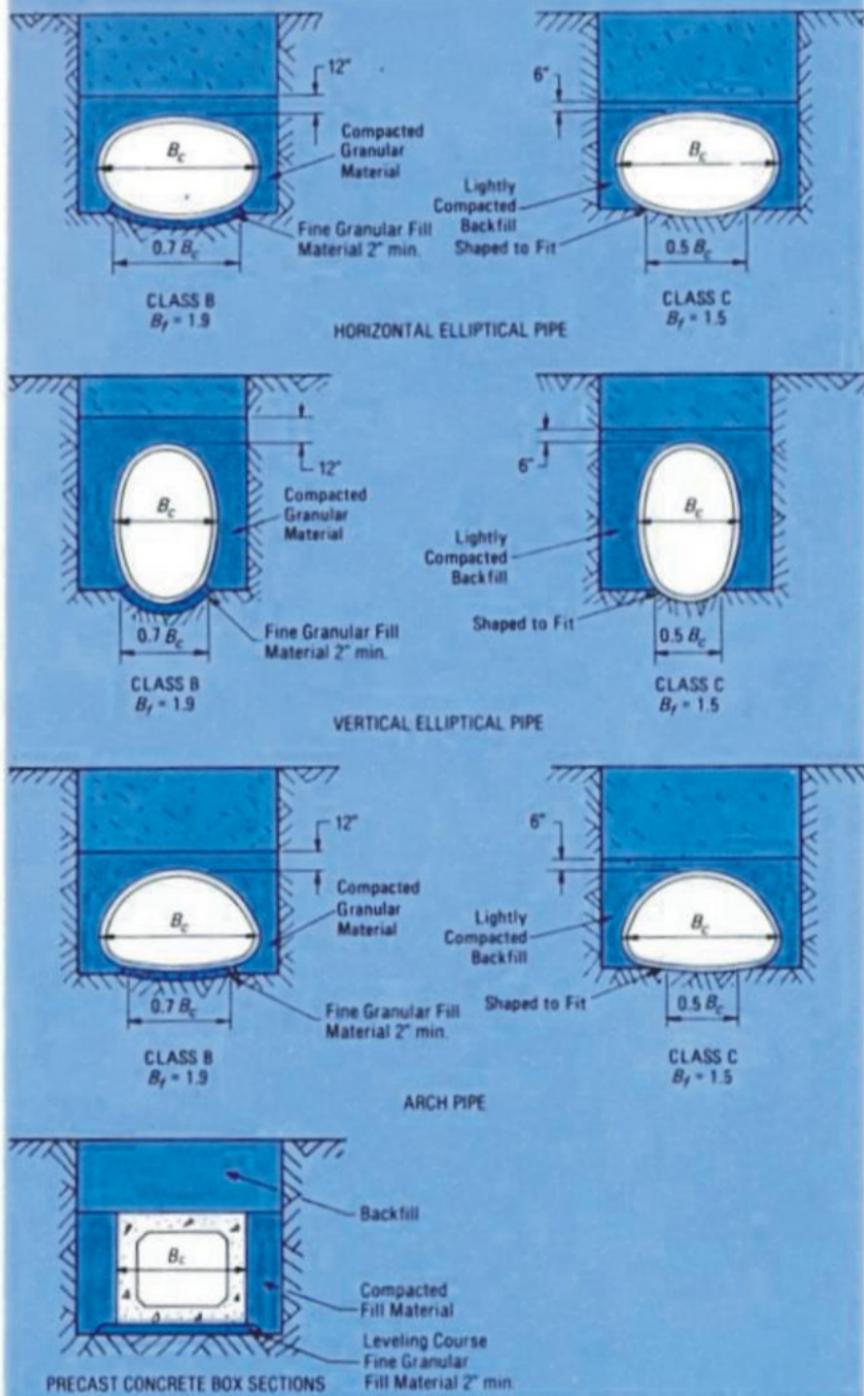


VERTICAL ELLIPTICAL PIPE

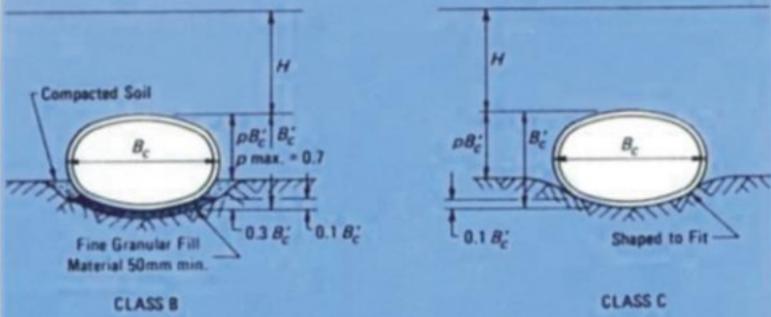


ARCH PIPE

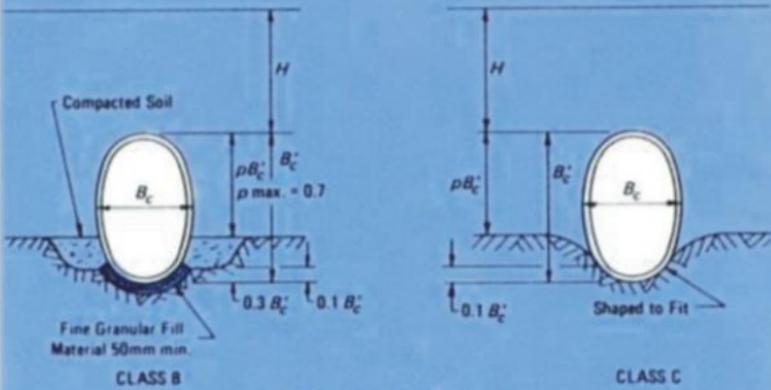
ENCAMADO EN ZANJA



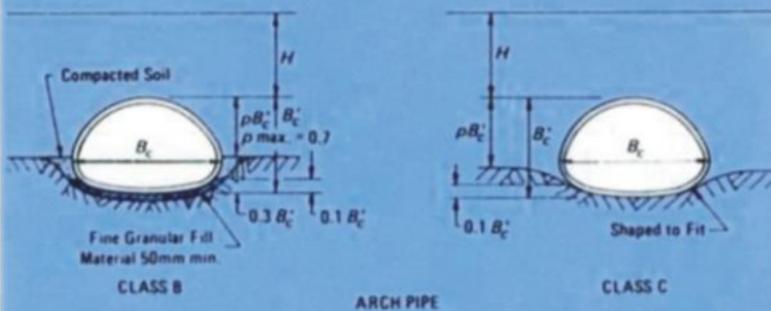
RELLENO



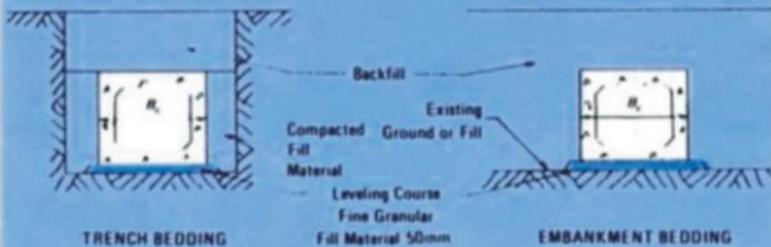
HORIZONTAL ELLIPTICAL PIPE



VERTICAL ELLIPTICAL PIPE

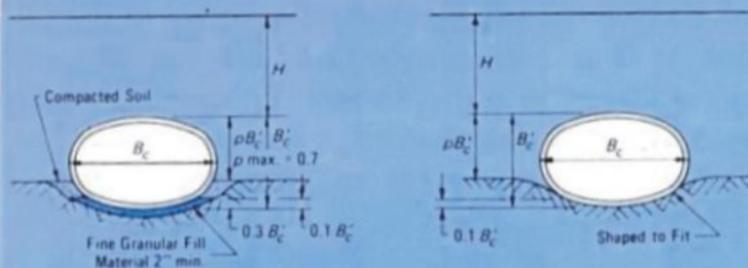


ARCH PIPE

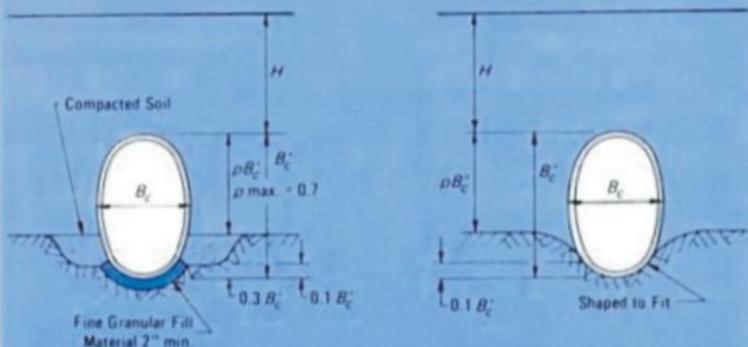


PRECAST CONCRETE BOX SECTIONS

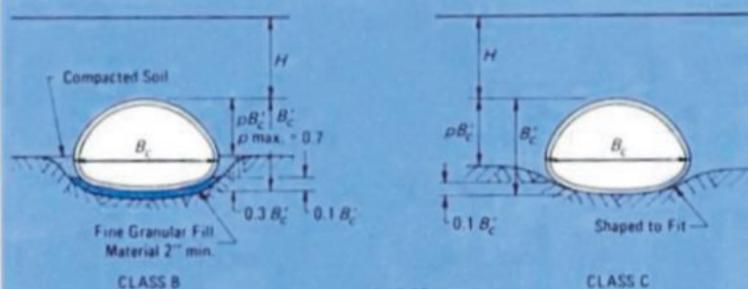
RELLENO



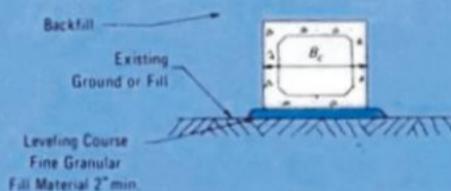
HORIZONTAL ELLIPTICAL PIPE



VERTICAL ELLIPTICAL PIPE



ARCH PIPE



PRECAST CONCRETE BOX SECTIONS

UNIONES

Se debe iniciar colocando los tramos de tubo a la salida del desagüe. El extremo de la campana deberá de apuntar aguas arriba y la espiga o caja debe de apuntar aguas abajo. Esto ayuda a prevenir que el material del encamado sea introducido dentro de la campana al realizar la unión y permite un acoplado más sencillo de los tramos de tubo.

Se utilizan varios tipos de selladores y de uniones para el tubo de concreto con la finalidad de cumplir con una amplia gama de requisitos de desempeño. Todas las uniones están diseñadas para una sencilla instalación y se deberán seguir de cerca las recomendaciones del fabricante respecto a los procedimientos de unión para asegurar la resistencia a la infiltración del agua del suelo y / o materiales de relleno y la exfiltración del drenaje o alcantarillado.

Los selladores para unión por compresión más comunes y de relleno para junteo utilizados para el alcantarillado sanitario, el alcantarillado pluvial y los pasos de agua son:

- Hule, incluido o separado
- Mastique
- Mortero preformado o a granel
- Textil de filtro
- Bandas externas, cemento u hule

Sin importar el tipo específico de selladores de unión que se utilice, cada unión deberá inspeccionarse para asegurar que todas las secciones del tubo estén en la posición requerida. Para las uniones selladas con empaques de hule, es importante seguir las recomendaciones de instalación del fabricante para asegurar que el empaque esté correctamente posicionado y bajo compresión.

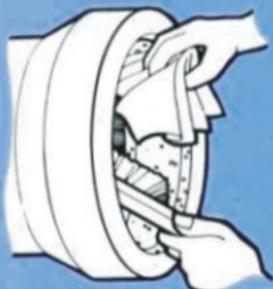
El fabricante del tubo deberá recomendar una abertura máxima de unión.

HULE

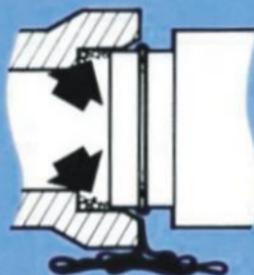
Existen numerosos tipos de empaque de hule utilizados por los fabricantes de tubo. Es importante

que el fabricante del empaque y / o del tubo recomiende los procedimientos a seguir para cada tramo del tubo que está siendo instalado. Las siguientes ilustraciones solo pretenden

LIMPIAR CAMPANA



Carefully clean all dirt and foreign substances from the jointing surface of the bell or groove end of pipe.

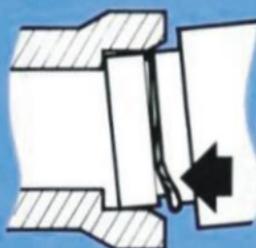


Improperly prepared bell jointing surface may prevent homing of the pipe.

LIMPIAR ESPIGA



Carefully clean spigot or tongue end of pipe, including the gasket recess.

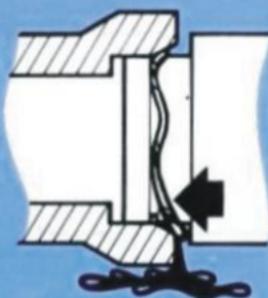


Improperly prepared spigot and gasket recess may prevent gasket from sealing correctly.

LUBRICAR CAMPANA



Lubricate bell jointing surface liberally. Use a brush, cloth, sponge or gloves to cover entire inside surface. Only approved lubricant should be used.



A bell not lubricated or improperly lubricated may cause gasket to roll and possibly damage the bell.

LUBRICAR ESPIGA



Lubricate the spigot or tongue end of pipe, especially the gasket recess.

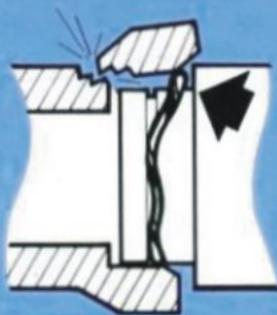


Gasket may twist out of recess if lubricant in recess is lacking or insufficient.

LUBRICAR LA LIGA

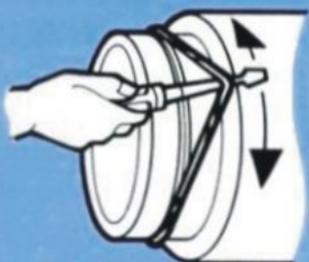


Lubricate the gasket thoroughly before it is placed on the spigot or tongue.

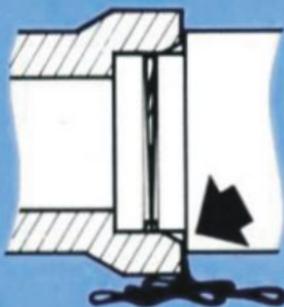


Excessive force will be required to push the pipe to the home position if gasket is not well lubricated.

INSTALAR LA LIGA

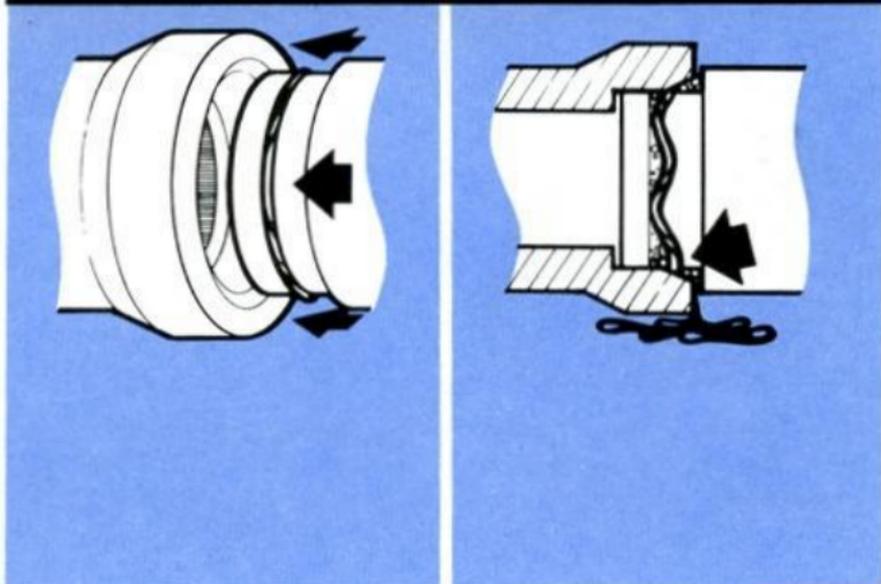


Fit the gasket carefully. Equalize the rubber gasket stretch by running a smooth, round object, inserted between gasket and spigot, around the entire circumference several times.



Unequal stretch could cause bunching of gasket and may cause leaks in the joint or crack the bell.

ALIGN PIPE



guía y no reemplazan o sustituyen a las especificaciones del proyecto o los documentos del contrato.

Mastique

Los selladores de mastique consisten de compuestos de hule o de betun y de un relleno mineral inerte que normalmente se aplica en frío. Las superficies de la unión se limpian completamente, se secan y se preparan de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Se deberá emplear una cantidad suficiente de sellador para llenar el espacio anular de la unión aún que quede algo desparramado. En clima frío, se puede trabajar mejor con el sellador de mastique si la superficie de unión y el mastique se calientan.

Mortero

El mortero consiste en pasta de cemento Portland, arena y agua. La superficie de unión se limpia por completo y se remoja con agua inmediatamente antes de hacer la unión. Se aplica una capa de mezcla o de mortero en la parte inferior de la campana o el extremo inferior de la caja del tubo

instalado y en la porción superior del extremo de espiga del tramo del tubo a instalar. La espiga se inserta después en la campana o la ranura del tubo instalado hasta que el sellador es expulsado. Cualquier espacio en la unión anular entre los extremos adyacentes del tubo se rellena con mortero, y se limpia el exceso de mortero dentro de los tubos y se le da un acabado de superficie lisa.

Tela de Filtro Geotextil

Como una medida alterna, en donde el agua subterránea y la configuración de las uniones lo justifiquen, se puede envolver una banda de tela de filtro geotextil usualmente de 0.3 a 0.6 metros de ancho alrededor de la parte exterior de la unión del tubo y asegurar con cinta o cosido para prevenir que se infiltre tierra en las uniones del tubo pluvial y pasos de agua.

Cintas Externas o Atraques

Algunas veces en las especificaciones se requiere la colocación de atraques de mortero cemento Portland alrededor del exterior de la unión del tubo. Se excava una pequeña depresión en el material del encamado para permitir que el mortero se coloque bajo el tubo. Después se limpia y se empapa con agua toda la superficie exterior de la unión. Se pueden utilizar unos trapos o lona especial para detener el mortero conforme se vaya aplicando. El material de relleno se debe aplicar inmediatamente alrededor del tubo.

También se pueden emplear cintas de hule-mastique alrededor de la parte externa de la unión del tubo. Las cintas se estiran muy bien alrededor del cuerpo del tubo y se mantienen firmemente en su posición por el peso del material de relleno.

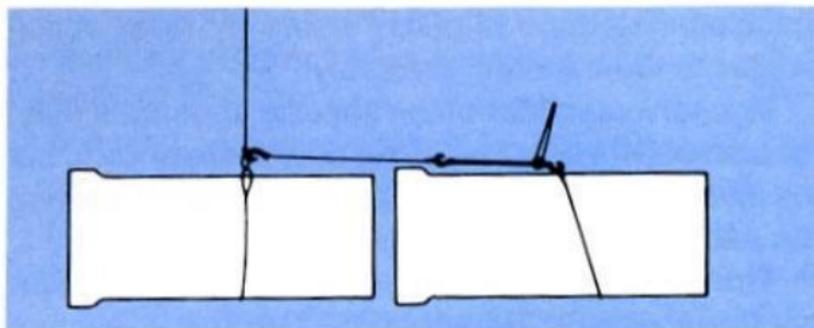
PROCEDIMIENTOS DE UNION

Las uniones para los tubos con tamaños de hasta 600 mm (24 pulgadas) de diámetro se pueden generalmente ensamblar utilizando una barra y un bloque de madera. El eje de la sección del tubo a instalar



se deberá alinear tanto como sea posible con el eje de la último tramo de tubo instalado, y el extremo de la espiga se deberá insertar ligeramente en la campana. Después se clava una barra en el encamado y se coloca como una cuña contra la parte inferior de la campana del tramo del tubo que se instala. Se pone un bloque de madera horizontalmente a lo largo de los extremos del tubo para que sirva de punto de apoyo y de protección del extremo de la unión durante el ensamble. Al empujar la parte superior de la barra vertical hacia enfrente, la acción de palanca empuja el tubo a la posición requerida.

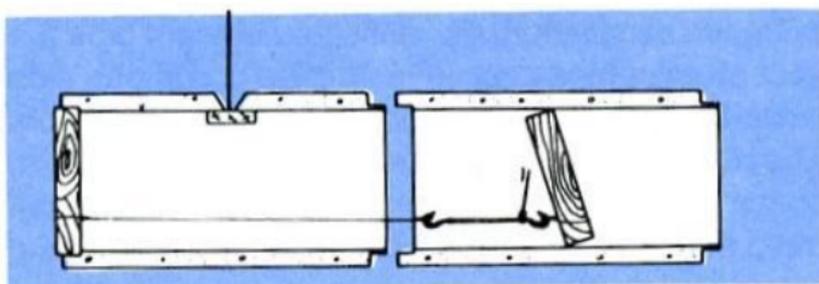
Cuando se une un tubo de un diámetro pequeño, se enreda una cadena o un cable alrededor del barril del tubo algunos pies antes de la espiga y se abrocha con una garrucha o algún otro mecanismo de conexión. Un ensamble nivelador se sujeta al tubo instalado, varios tramos antes del último tramo instalado,



y se conecta con una cadena o un cable a la garrucha del tubo que se va a instalar. Al jalar la palanca hacia atrás, la espiga del tubo que se va a unir se jala hacia la campana de la última sección de tubo instalada. Para mantener un mejor control de la alineación del tubo, se puede emplear una eslinga para elevar la sección del tubo un poco del encamado.

Cuando se une un tubo de un diámetro mayor, y cuando se emplea un encamado granular se requerirá de un empuje mecánico del tubo. Se han fabricado diversos tipos de métodos o dispositivos de empuje mecánico del tubo pero los principios básicos siguen siendo los mismos.

Los tubos de un diámetro mayor se pueden unir colocando un polín dentro del tubo instalado, varios tramos antes del último tramo instalado, y se conecta con una cadena o un cable a un larguero colocado en el extremo de la sección de tubo que se está instalando.



Los detalles mecánicos del aparato específico empleado para el empuje mecánico del tubo o los mecanismos de agarre podrán variar, pero el principio básico de acción de palanca se usa para desarrollar la fuerza necesaria de empuje)

El uso de equipos de excavación para empujar las piezas de tubo deberá hacerse con extrema precaución. La fuerza aplicada por tal equipo puede dañar al tubo. El contacto directo entre la maquinaria de instalación y el tubo está prohibido. Se deberá de usar algún amortiguamiento con algún material apropiado y la maquinaria para prevenir algún despostillamiento.

CONEXIONES DE SERVICIO

Cuando un tubo se conecta a una estructura rígida tal como un edificio, a un pozo de visita o una estructura de descarga, el encamado y los cimientos de la sección de tubo a conectar deberán ser muy bien compactados con el objetivo de minimizar el hundimiento diferencial. Este hundimiento diferencial puede resultar en que el tubo se quiebre o se agriete en la conexión. Existen conectores especiales que proporcionan una flexibilidad entre el tubo a conectar y la estructura.

ALINEACIÓN CURVA

Los cambios en la dirección de las líneas de alcantarillado generalmente se hacen en las estructuras de los pozos de visita, mientras que los cambios en pendiente y alineación en las alcantarillas de tubo de concreto se pueden incorporar en la línea mediante el uso de tubo recto desviado, tubo radial o especial. Debido a que la factibilidad de fabricación e instalación dependen del método particular utilizado para tomar una curva, es importante establecer el método antes de excavar la zanja. Para el tubo recto desviado, la unión de cada sección de tubo se abre en un lado mientras que el otro lado permanece en la posición inicial. La diferencia entre la posición inicial y el espacio de la unión abierta se designa generalmente como el arrastre. El arrastre máximo permisible deberá estar limitado a esa abertura que ofrecerá un desempeño satisfactorio en la unión. Esto varía para diferentes configuraciones y se obtiene mejor del fabricante del tubo.

El tubo radial, también denominado tubo biselado, incorpora el ángulo de desviación en la unión del tubo. El tubo se fabrica acortando un lado del tubo y la cantidad de disminución para un tubo determinado depende de la factibilidad de su fabricación. Debido a la posibilidad de mayores ángulos de desviación por unión, se puede obtener una curvatura más pronunciada con un menor radio correspondiente con un tubo radial que con un tubo recto desviado.

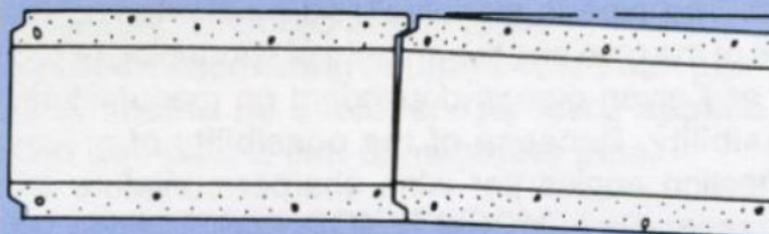
Cuando se establece la alineación para el tubo radial, la primera pieza del tubo radial deberá comenzar con una mitad de la longitud del tubo radial del punto de curvatura, y la última sección del tubo radial se deberá extender a la mitad de la longitud del tubo radial más allá del punto de la tangente, como se muestra en la ilustración de *alineamiento de tubo radial*

Se pueden usar secciones especiales prefabricadas en curvas con un radio extremadamente corto que no puedan ser logradas ni con el tubo recto desviado ni con el tubo radial convencional. Para las curvas más pronunciadas se pueden usar tubos radiales de longitudes más cortas especiales en vez de las longitudes normales.

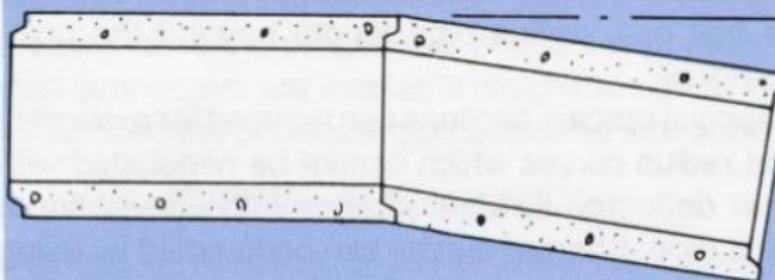
Se pueden utilizar uno o varios de estos métodos para cumplir con los más rigurosos requisitos de alineación. Ya que los procesos de fabricación y las normas locales varían, se deberá consultar con los fabricantes locales de tubos de concreto para determinar la disponibilidad y la configuración geométrica de las secciones de tubo a instalar en la alineación curvada. Además, muchos fabricantes cuentan con configuraciones de unión y desviaciones estandarizadas para radios específicos y se puede economizar utilizando estos tipos de tubo.

CURVED ALIGNMENT

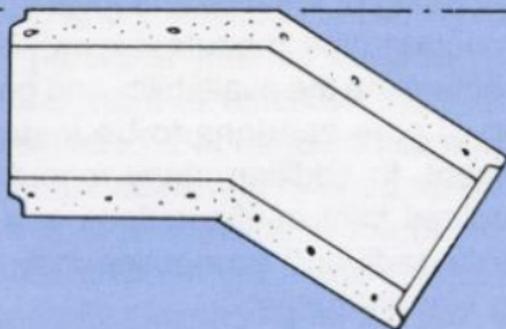
DEFLECTED STRAIGHT PIPE



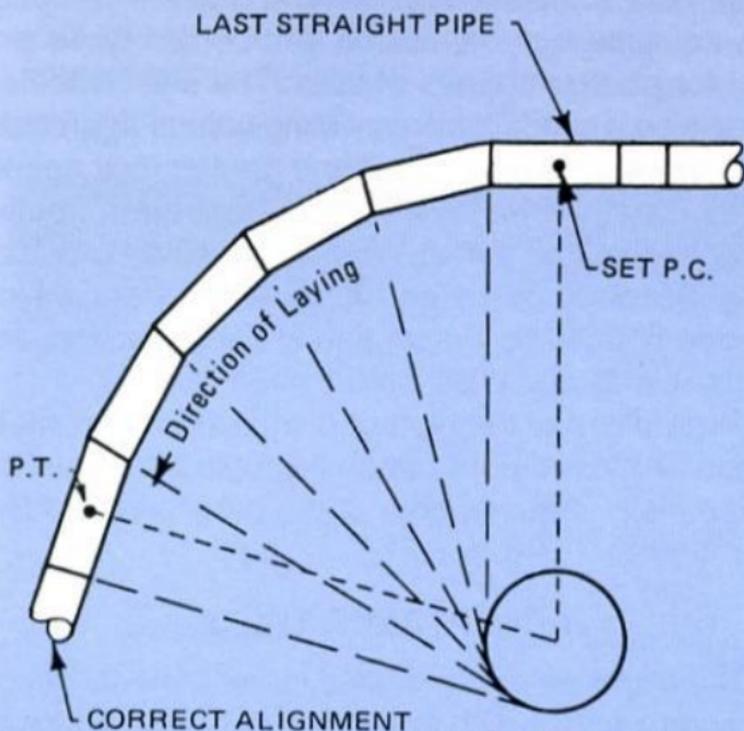
RADIUS PIPE



BENDS



ALIGNMENT FOR RADIUS PIPE



Cuando se usa un tubo radial para lograr una curva, el punto de curva (P.C.) se debe establecer a la mitad del último tubo recto y el punto de tangente (P.T.) ...cae a la mitad del largo estándar del tubo desde el extremo recto del último tubo radial. Se tendrá una alineación incorrecta cuando el punto de curva se fije al extremo de la última sección del tubo recto. Para asegurar que el punto de curva está en el lugar correcto, puede ser necesario que un tubo de longitud especial se instale en la línea adelante del punto de la curva.

RELLENO FINAL

Una vez que el material de relleno se coloca y se compacta adecuadamente, el resto del relleno se debe colocar y compactar para prevenir algún asentamiento sobre la superficie. Existen varios tipos de equipo de compactación y algunos tipos son mejores para ciertos tipos de suelo. La aplanadora es la mejor opción para compactar el agregado rugoso como la escombro, la grava gruesa, los agregados de piedra clasificada. Las apisonadoras son los mejores para arcillas cohesivas o limos, pero no indicadas para su uso en suelos granulares. Los rodillos con llantas de hule, que proporcionan tanto peso estático como acción moldeadora, aplican a muchos suelos desde arcilla hasta arena.

Sin importar el tipo de equipo de compactación utilizado, el material de relleno deberá ser consistente con los requisitos de densidad del tipo de encamado especificado.

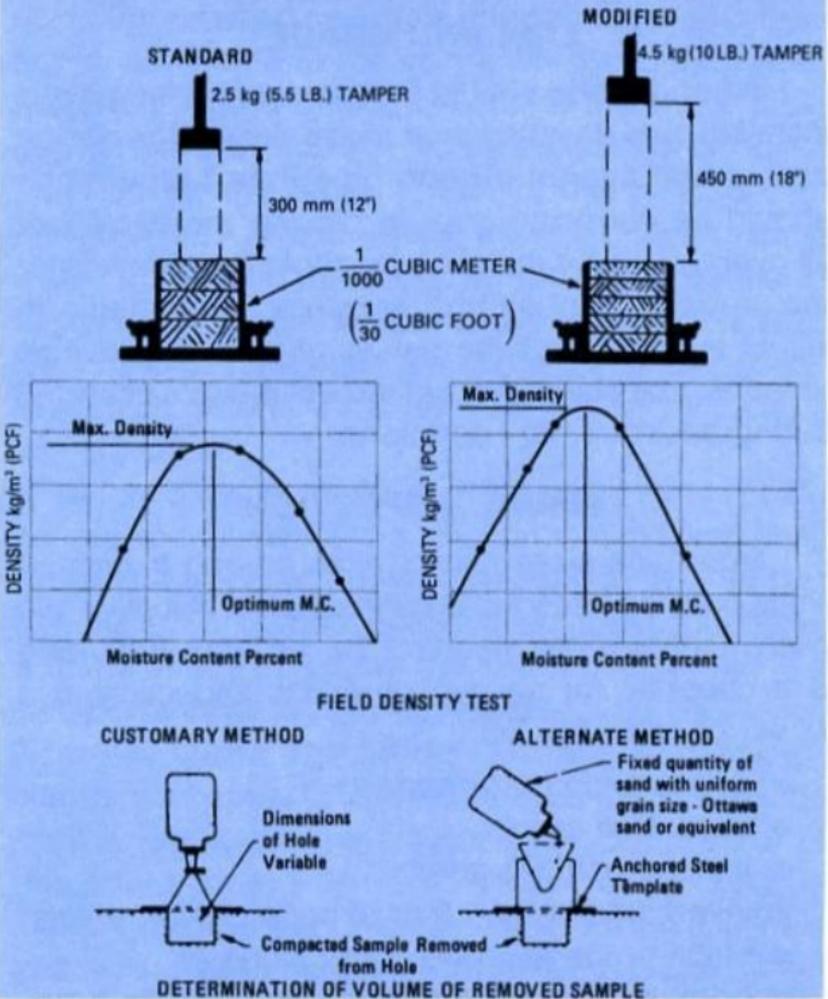
PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Las pruebas físicas incluidas en las especificaciones de material, bajo las que se adquiere el tubo, aseguran que el tubo que se entrega en el sitio de trabajo cumpla o exceda con los requisitos establecidos para un proyecto específico. Las especificaciones del proyecto normalmente incluyen ciertos requisitos de pruebas de aceptación para asegurar que se ha alcanzado un razonable control de calidad de fabricación y materiales durante la fase de construcción del proyecto. La densidad del suelo, la alineación y el pendiente, y la inspección visual son pruebas aplicables al drenaje pluvial, al alcantarillado sanitario y a los proyectos de pasos de agua. Para el alcantarillado sanitario, generalmente se establecen ciertos límites de infiltración y de exfiltración.

DENSIDAD DEL SUELO

Se han desarrollado varios procedimientos de prueba para medir las densidades del suelo en el sitio y para los suelos cohesivos la mayoría de los métodos se basan en la medición volumétrica. Para correlacionar las densidades del suelo en sitio con la densidad máxima de un tipo de suelo en particular, primero es necesario determinar el contenido de humedad óptimo para obtener una máxima compactación y después utilizar esto como guía

MOISTURE-DENSITY TEST



para determinar la compactación actual del relleno. Los métodos más comunes para determinar el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima son las pruebas estándares de relación humedad-densidad, frecuentemente llamadas la prueba Proctor Estándar y la Prueba Proctor Modificada.

Las especificaciones ASTM y AASHTO relacionadas con la densidad del suelo y el contenido de humedad son:

ASTM D698	AASHTO T99
ASTM D1557	AASHTO T180
ASTM D2922	AASHTO T238

ALINEACIÓN Y PENDIENTE

La alineación y la pendiente se deberán verificar conforme se está instalando el tubo, y cualquier discrepancia entre el diseño y la alineación actual y las elevaciones invertidas del tubo deberán corregirse antes de colocar el relleno sobre el tubo. Se puede, adicionalmente, verificar que no ha ocurrido un asentamiento durante la operación de relleno, sacando los niveles invertidos de los pozos de visita de acuerdo con los planos de la construcción junto con una inspección visual de la alcantarilla o el paso de agua.

INSPECCION VISUAL

Se puede acceder a inspeccionar al interior de los tubos de mayor tamaño mientras que los tubos más pequeños se deberán inspeccionar visualmente desde cada pozo de visita o por medio de una cámara de TV. La siguiente lista de verificación se debe utilizar en la inspección visual total de un proyecto de alcantarilla o paso de agua:

- Escombros y obstrucciones.
- Grietas excesivas
- Uniones debidamente selladas
- El inverso liso y libre de hundimientos o elevaciones
- Los extremos debidamente lechados y conectados
- Los acoples, las desviaciones y conexiones debidamente realizadas

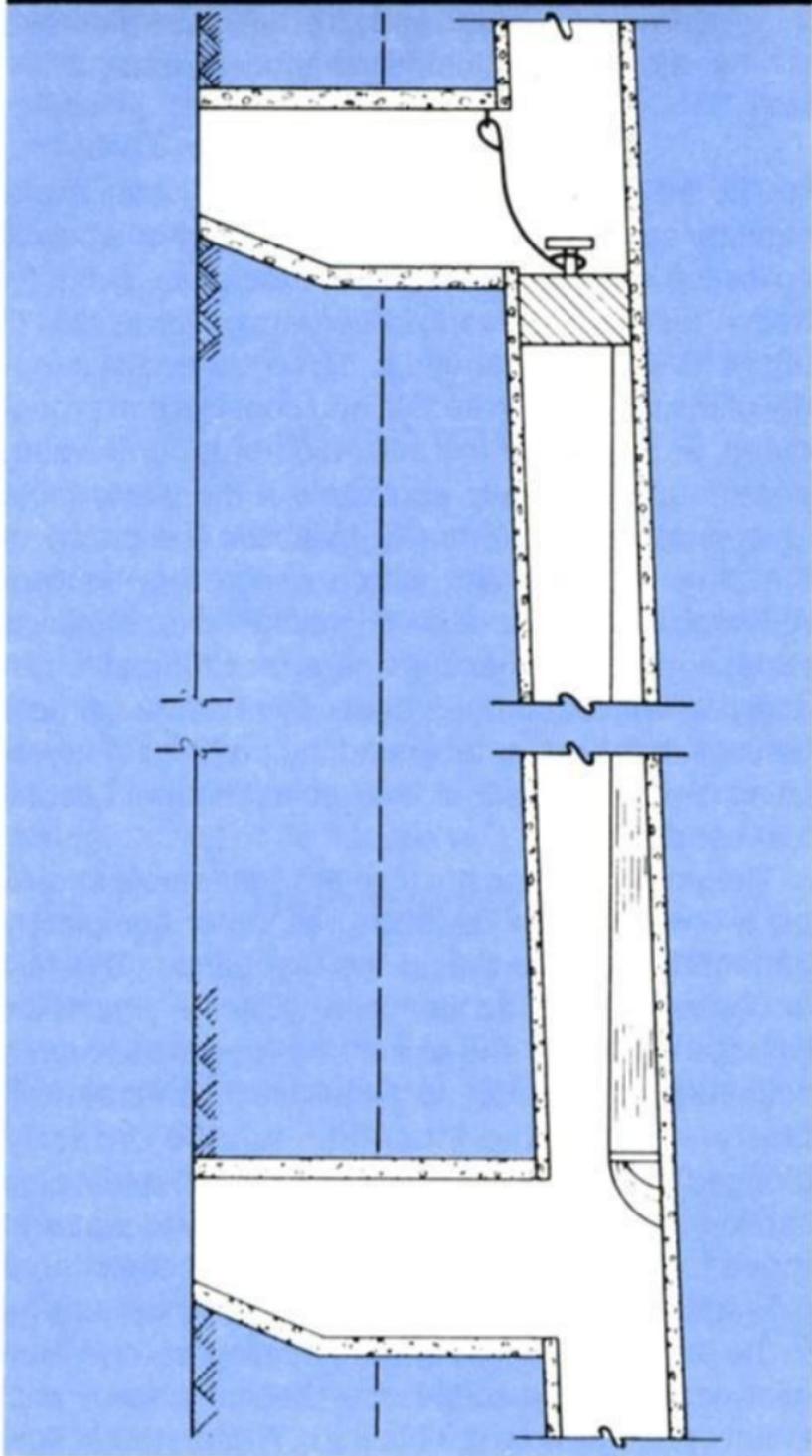
- Bocas de tormenta y tubos de admisión debidamente conectadas
- Los marcos del pozo de visita, brocales y sus tapas debidamente instaladas
- Restauración de la superficie y otros elementos relativos a la construcción debidamente terminados

INFILTRACION

La infiltración de excesiva agua subterránea en un alcantarillado sanitario puede sobrecargar la capacidad del sistema de colector e instalaciones del tratamiento de agua. La prueba de infiltración, llevada a cabo conforma a ASTM C 969 (C969), tiene el objetivo de demostrar la integridad de los materiales instalados y de los procedimientos de construcción, y la manera en que estos se relacionan con la infiltración del agua subterránea, y por consiguiente, solo es aplicable si el nivel freático está a cuando menos de 600 mm (2 pies) arriba del lomo del tubo en la longitud total de la sección a prueba. Aunque la prueba es un método realista para determinar la hermeticidad, existen dificultades inherentes al aplicar los criterios de la prueba debido a las fluctuaciones de temporada en los niveles freáticos y el problema de correlacionar las condiciones de altos niveles de agua subterránea con las condiciones reales de la prueba.

Antes de llevar a cabo la prueba, se deberá permitir que el nivel freático se estabilice para que el agua rodee el tubo completamente durante el periodo de pruebas. Normalmente la prueba se conduce entre pozos de visita adyacentes con el extremo de aguas arriba de la alcantarilla asegurada adecuadamente para aislar la sección de pruebas. Todas las líneas laterales, topes y accesorios deberán ser conectadas y taponeadas apropiadamente en la conexión con el tramo del tubo de prueba para prevenir la entrada de agua subterránea en esa ubicación. Se deberá instalar un Vertedero de apoyo en V o algún otro aparato de medición adecuado en el tubo de entrada al pozo de visita aguas abajo. Se permite que el agua que se infiltra se acumule y se nivele detrás del vertedero hasta obtener un flujo uniforme y constante. Cuando se

INFILTRATION TEST



presente un flujo uniforme en el vertedero, la infiltración se determina por lectura directa de la graduación en el vertedero o convirtiendo la cantidad del flujo en galones por unidad de longitud del tubo por unidad de tiempo.

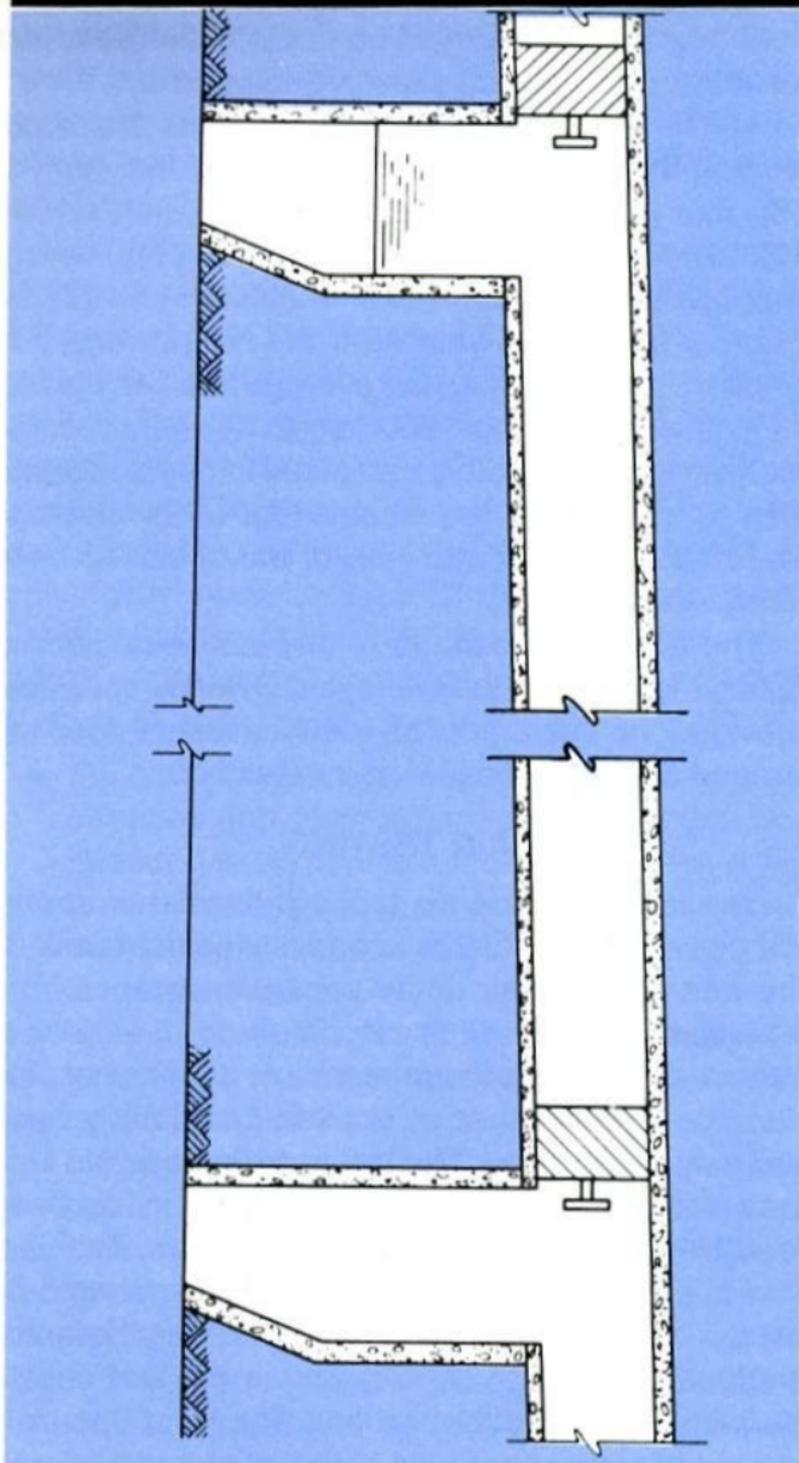
Un factor importante al aplicar los criterios de la prueba es correctamente dar cuenta de la columna de agua variable sobre la longitud de la alcantarilla que se está probando. El extremo aguas abajo de la sección de pruebas siempre estará sujeta a una mayor presión del agua externa que el extremo aguas arriba. Para compensar esta presión externa variable, la presión para la prueba deberá ser la presión correspondiente al promedio de columna de agua sobre la sección de prueba. Ciertas secciones de prueba podrán exceder los límites de infiltración permitidos, pero la infiltración promedio para la totalidad del proyecto deberá estar entre los límites de infiltración establecidos para tal proyecto. Se debe considerar el efecto de una mayor profundidad del agua subterránea sobre las tolerancias de infiltración. Se establece como la columna base un promedio de 1.8 m (6 pies) de columna de agua subterránea sobre el tubo. Con columnas mayores a 1.8 m (6 pies), el límite de infiltración se incrementa por el radio de la raíz cuadrada del promedio de la columna real a la raíz cuadrada de la columna base. Por ejemplo, con una columna promedio de agua subterránea de 3.7 m (12 pies), los 18.5 litros por mm (200 galones por pulgada) de diámetro por 1.67 Km (milla) de tubo por infiltración diaria límite se deberá incrementar por el radio de la raíz cuadrada del promedio real de columna, 3.65 m (12 pies), a la raíz cuadrada de la columna base 1.8 m (6 pies), lo que resulta en un límite de infiltración permitida de 26.2 litros por mm (282 galones por pulgada) de diámetro por Km (milla) de tubo al día.

EXFILTRACION

La prueba de exfiltración se utiliza en lugar de la prueba de infiltración para alcantarillas de diámetro pequeño en donde las uniones individuales no se pueden probar. Aunque la infiltración real normalmente sería menor que la indicada por la prueba de exfiltración de agua, la prueba si proporciona un método positivo de someter el sistema terminado de alcantarillado a una prueba real de presión. Ya que la alcantarilla sanitaria no está diseñada o se espera que funcione como un sistema de presión, se deberá tener cuidado al conducir la prueba y correlacionar los resultados con los límites permitidos de exfiltración.

La prueba normalmente se lleva a cabo entre pozos de visita contiguos conforme a ASTM C 969M (C969). Antes de la prueba, todas las líneas laterales, conexiones y accesorios dentro de la sección de prueba se deberán bloquear o taponear adecuadamente para resistir la presión de agua que resulte de la prueba. Si se van a incluir pozos de visita en la prueba, el tubo de ingreso de cada pozo de visita debe ser tapado y la sección de pruebas llenarse con agua a través de los pozos de visita aguas arriba. Para permitir que el aire escape de la alcantarilla, el flujo deberá ser constante hasta que el nivel del agua en los pozos de visita aguas arriba esté al nivel especificado arriba de la corona del tubo. Si es necesario, se deberán tomar las medidas para purgar el aire atrapado durante el llenado de la sección de prueba. Una vez que la sección de prueba este llena de agua, se debe dejar que el agua repose un periodo de tiempo adecuado para permitir que el agua se absorba por el tubo y por el pozo de visita. Después de que la absorción del agua se ha estabilizado, el nivel de agua en el pozo de visita aguas arriba se sube al nivel apropiado de prueba. Este nivel se determina midiendo hacia abajo desde la cubierta del pozo de inspección o algún otro punto conveniente de referencia.

EXFILTRATION TEST



Después de un periodo determinado de tiempo, se debe medir la elevación del agua desde el mismo punto de referencia y calcularse la pérdida de agua durante el periodo de la prueba, o el agua se puede restituir a su pendiente existente al inicio de la prueba, y la cantidad añadida será utilizada para determinar la filtración.

Para excluir ambos pozos de visita de la prueba, es necesario taponear el tubo de salida del pozo de visita aguas arriba. Se deberán tomar medidas en el tapón al llenar el tubo y expeler el aire atrapado.

El ASTM C969M (C969) recomienda que el nivel de agua en el pozo de visita aguas arriba esté a un mínimo de 600 mm (2 pies) arriba del agua subterránea existente, o a 600 mm arriba de la corona del tubo aguas arriba, la que sea mayor. Ya que la alcantarilla se instala con una pendiente, la sección de prueba aguas abajo estará sujeta a una mayor presión. Cuando la columna promedio de la sección de pruebas es mayor a 900 mm (3 pies), el límite permitido de exfiltración se deberá ser ajustado en relación directa al radio de la raíz cuadrada de la columna de agua de prueba promedio a la raíz cuadrada de la columna base especificada, 900 mm (3 pies)

La filtración medida de cualquier sección individual probada podrá exceder la filtración permitida especificada, con tal que el promedio de todas las secciones probadas no exceda la filtración permitida especificada.

PRUEBA DE AIRE

La prueba de aire a baja presión llevada a cabo de acuerdo con ASTM C924 es una prueba que determina la velocidad a la cual el aire bajo presión escapa de una sección aislada de la alcantarilla. La velocidad de pérdida de aire se utiliza para indicar la presencia o ausencia de daños en el tubo y si las uniones han sido o no debidamente instaladas. Esta prueba no tiene el objetivo de indicar los límites de filtración de agua ya que no se ha encontrado

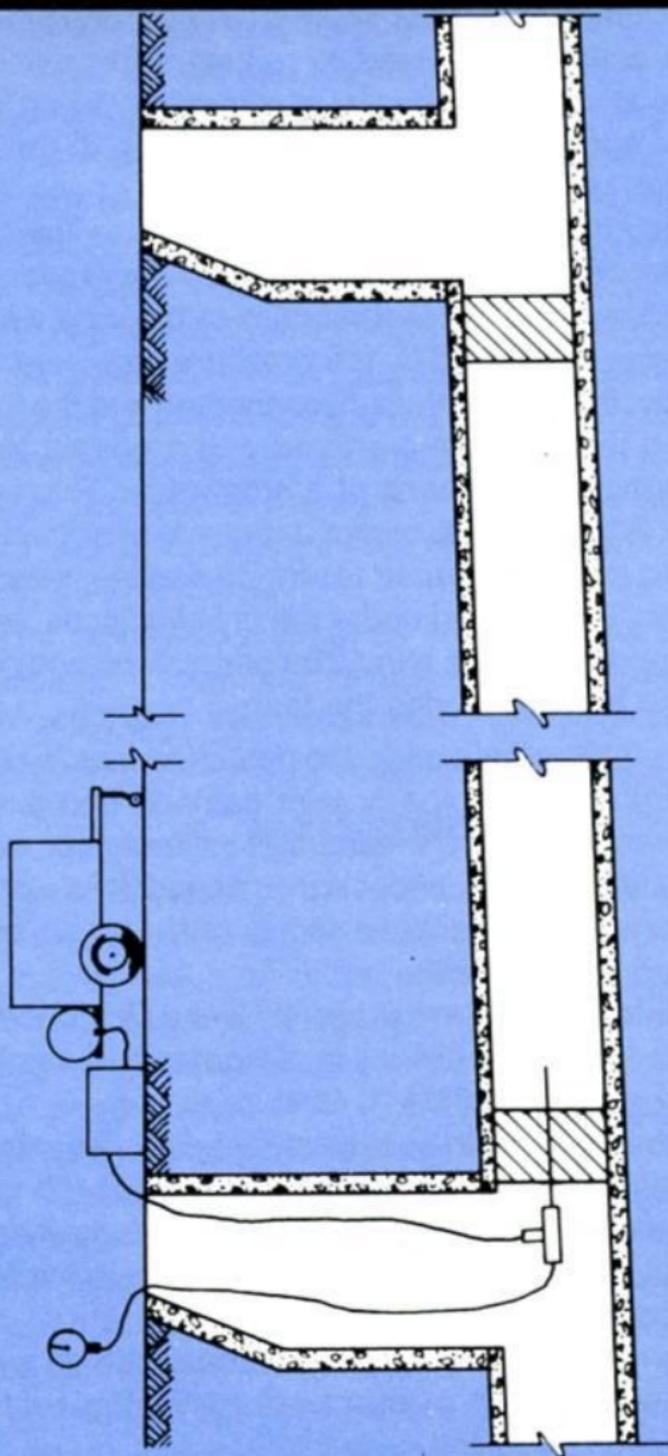
correlación alguna entre la pérdida de aire y la filtración del agua. La sección del tubo con el que se realizará la prueba es conectada a cada extremo con unos tapones inflables. Los extremos de todas las líneas laterales, conexiones y accesorios que se incluyen en la prueba deberán ser taponeados para prevenir el flujo de aire, y muy bien reforzados para prevenir un estallido debido a la presión interna del aire.

Uno de los tapones deberá contar con una llave de entrada, o algún otro elemento para conectar una manguera a una fuente portátil de control de aire. El equipo de aire deberá de consistir en las válvulas e indicadores de presión para controlar la velocidad a la cual el aire fluye a la sección de prueba y debe de permitir el monitoreo de la presión de aire dentro de la sección de prueba.

El aire se añade a la sección de prueba hasta que la presión interna del aire se eleve a un nivel especificado y se estabilice con la temperatura de las paredes del tubo. La prueba se lleva a cabo por el método de caída de presión, por medio del cual, el suministro de aire se desconecta y se determina con un cronómetro el tiempo requerido para que la presión baje a cierto nivel. Este intervalo de tiempo luego se utiliza para calcular la velocidad de pérdida de aire. Se deberá tener precaución y entender diversos factores importantes al aplicar esta prueba del aire a baja presión en alcantarillado sanitario que será utilizado para llevar fluidos bajo condiciones de gravedad:

- La prueba de aire tiene el propósito de detectar los defectos en la construcción, del tubo y daños en las uniones y no tiene el objetivo de medir la infiltración o exfiltración bajo condiciones de servicio ya que no se ha encontrado correlación entre la pérdida de aire y las fugas de agua.
- Los criterios de la prueba de aire están actualmente limitados a tubos de concreto con un diámetro de 600 mm (24 pulgadas) y menores por la ASTM C924M (C 924)

AIR TEST



- Las conexiones se deberán reforzar firmemente para prevenir la liberación accidental de un tapón que podría convertirse en un proyectil de alta velocidad. Los tapones no se deberán de remover hasta que toda la presión del aire se haya sido liberada en la sección de prueba.
- Por razones de seguridad, no se deberá permitir el paso de ninguna persona en la zanja o al pozo de visita mientras la prueba se lleva a cabo.
- El aparato de pruebas deberá estar equipado con un dispositivo de válvula de seguridad de escape de presión para prevenir la posibilidad de que cargar la sección de prueba con la totalidad de la capacidad del compresor.

PRUEBA AL VACIO

La prueba al vacío (presión negativa de aire) está regida por ASTM C 1214 (C 1214M) para tubo y C 1244 (C1244M) para pozos de visita. Esta prueba consiste en remover el aire del tubo a una presión específica menor que la atmosférica. La habilidad para mantener el vacío o una lenta caída indica un tubo aceptable. Esta prueba no es cuantitativa pero ofrece una forma de llevar a cabo una prueba económica de muestras grandes. Otros beneficios incluyen la seguridad y economía inherente de los sistemas al vacío sobre los sistemas presurizados.

Este método de pruebas cubre diámetros de alcantarillado con tubo de concreto circular de un diámetro de 100 a 900 mm (4 a 36 pulgadas) utilizando uniones con empaques de hule y puede realizarse en campo o en la planta como una prueba preliminar. Los extremos de todas las líneas laterales, conexiones y accesorios se deberán tapar para prevenir la fuga de aire. El aire se extrae del tubo hasta alcanzar una presión negativa específica. Se registra la caída del vacío durante la prueba. Se calcula la pérdida del vacío en metros cúbicos por segundo (pies cúbicos por minuto) y se compara con los valores permitidos.

PRUEBA DE LAS UNIONES CON AIRE

La prueba de las uniones de acuerdo con ASTM C 1103 puede realizarse en líneas de alcantarillado de tubo de concreto premezclado instalado, utilizando ya sea aire o agua a baja presión para demostrar la integridad de la unión y los procedimientos de construcción.

Cuando se usa aire o agua, se cubre por dentro la unión a probar con un anillo con dos tubos selladores en los dos extremos. Antes de esto, la superficie interior de unión del tubo deberá limpiarse y humedecerse. El aparato de pruebas de unión se coloca dentro del tubo con los tapones sellando hacia ambos extremos de la unión. Se inflan los tapones selladores con aire conforme a las recomendaciones del equipo y del fabricante.

Para la prueba de uniones con aire, el volumen vacío deberá presurizarse a una presión específica mayor que la presión ejercida por el agua subterránea arriba del tubo. Se debe permitir que la presión y la temperatura se estabilicen, y después se corta el suministro de aire y se empieza con la prueba. La presión deberá disminuir menos que la disminución de presión especificada permitida. Si la unión falla, esta puede ser reparada y sometida de nuevo a la prueba.

Cuando se lleva a cabo la prueba de uniones con agua, la llave de purga deberá estar ubicada justo en la parte superior central del tubo. El agua se deberá introducir en el volumen vacío hasta que el agua fluya continuamente de la llave de purga abierta. Cierre la llave de purga y presurice el vacío a una presión específica mayor que la presión del agua subterránea. Corte el suministro de agua. La presión debe de caer menos que la caída de presión permitida especificada. Si la unión falla, esta puede ser reparada y sometida de nuevo a la prueba.

PRUEBA DE LAS UNIONES CON AGUA

No es normalmente muy práctico el realizar pruebas de exfiltración sobre tubos grandes

debido a la cantidad considerable de agua requerida. Si el tubo es lo suficientemente grande como para ser accesado, se puede inspeccionar visualmente cada junta individual, y si es necesario, se puede realizar una prueba de exfiltración de agua por medio de un aparato de pruebas especialmente diseñado para este propósito. En este procedimiento, la unión se aísla con un escudo expansivo equipado con juntas que se adhieren con fuerza a las paredes del tubo a cada lado de la unión que se va a probar. Con los tapones adecuados, se introduce agua en el espacio anular aislado por el escudo y se mide la exfiltración. La exfiltración permitida para las uniones individuales es la que se ocurriría en base a la filtración permitida de agua para una sección del tubo.

II. MANUAL DE INSTALACIÓN CAJON DE ALCANTARILLA

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de normas nacionales para el diseño y la fabricación, los cajones de alcantarillado se están convirtiendo rápidamente en una amplia parte de la industria del prefabricado. Uno de los beneficios únicos de las cajas de concreto prefabricadas es su rápida y fácil instalación, aún bajo condiciones adversas de clima y de campo. Las cajas prefabricadas, al igual que el tubo de concreto, se pueden fabricar a la medida a cualquier configuración requerida o deseada en el campo. En donde se requiere una mayor capacidad de paso de agua, se pueden colocar secciones múltiples lado a lado o se pueden conectar en filas con la finalidad de proporcionar un sistema excelente de detención de aguas pluviales para aquellas áreas con restricciones de flujo de descarga o requisitos para detención en sitio.

Este manual presenta una guía para apropiada instalación de cajones de concreto. Enfocándose en la construcción de sistema suelo – caja, este manual también trata con los factores críticos para la terminación del sistema completo, desde la entrega de los cajones de concreto al sitio de trabajo, hasta la aceptación de la línea de cajas instalada.

El presente manual está pensado como una guía y no deberá reemplazar las especificaciones del proyecto.

PRE INSTALACIÓN

PRECAUCIONES

Las normativas de Seguridad y Salud para construcción bajo la Secretaría del Trabajo, Seguridad Ocupacional y Administración de la Salud (OSHA siglas en inglés), ha publicado normativas federales que cubren las medidas de seguridad para todos los tipos de construcción, incluyendo las instalaciones de cajones de concreto para alcantarillado y drenaje. Todos los contratistas y subcontratistas principales están sujetos a estas normativas al involucrarse en cualquier tipo de construcción, incluyendo modificaciones y reparaciones. Los instaladores deberán estar conscientes de estas normativas.

El revisar las prácticas apropiadas de instalación, al mismo tiempo de considerar los proyectos de diseño del ingeniero (en relación con el uso de las cajas de zanja y los requisitos de compactación del relleno) ayudará a asegurar la seguridad para los trabajadores así como la larga vida del alcantarillado

PEDIDO, RECEPCIÓN Y MANEJO

Aunque el contratista está pidiendo el producto, tanto el ingeniero como el proveedor deberán estar conscientes de la programación propuesta del contratista. La coordinación entre las tres partes servirá para prevenir demoras innecesarias. La mayoría de las veces el fabricante guarda en inventario una amplia variedad de tamaños de cajas para diversas profundidades, sin embargo, las instalaciones se deben adaptar frecuentemente para cumplir con los requisitos del trabajo. Así, para tipos especiales de cajas y pedidos grandes, la información previa ayudará a una entrega correcta y a tiempo. Al realizar pedido de cajones, se deberán incluir las siguientes especificaciones por escrito:

- Denominación de las especificaciones
- Nombre y ubicación del proyecto

- Tamaño de la caja, longitud de la obra y profundidad
- Longitud total de cada tipo y tamaño de caja
- Diseño de las cargas vivas
- Tipo de junta
- Lista de accesorios
- Requisitos del material de prueba
- Cantidad del material de unión
- Instrucciones de facturación

La siguiente información deberá indicarse claramente en cada sección de caja:

- Designación de la especificaciones
- Profundidad Mínima y máxima de enterrado
- Extensión, elevación y diseño de tabla, marcar la parte superior de la caja, el relleno para la cual está diseñado según ASTM C 1433(Standard) C 1577 (LRFD)
- Fecha de fabricación
- Marca del fabricante

PROGRAMACIÓN / DESCARGA / COLOCACIÓN / SECUENCIA

Es importante estar preparado para la entrega de cada caja. Se deberá contar con la maquinaria apropiada para descargar y colocar cada sección. Cada embarque se amarra para evitar el daño durante la transportación. Sin embargo, es responsabilidad del contratista asegurarse de que no ha ocurrido daño alguno durante el trayecto. Se deberá realizar una inspección total a la llegada de las cajas. Antes de la descarga, las cajas entregadas deberán revisarse siempre contra la factura del pedido para asegurar que la entrega del material haya sido la correcta.

Si una caja ha resultado dañada, esta se deberá separar y registrar para asegurar el orden apropiado de la secuencia de instalación. En algunos casos los extremos dañados, despostillados y grietas que no atraviesan la pared pueden repararse en el sitio,

mientras que otros son irreparables y tendrán que devolverse al proveedor para su reemplazo.

Al descargar las cajas se debe tener cuidado de asegurar que no se encuentre ningún individuo en el trayecto de la caja en movimiento. La caja se deberá manejar conforme a las recomendaciones del fabricante. Utilice sólo los dispositivos de elevación aprobados por el fabricante para elevar las cajones. La caja deberá levantarse más nunca arrastrarse para prevenir que se dañe. Si el dispositivo de elevación puede despostillar la caja, se deberá emplear un relleno acojinado entre la caja y el dispositivo.

Cuando la caja viene con orificios de elevación, el mecanismo de elevación deberá pasar a través de la pared y distribuir el peso a lo largo de la pared interior de la caja.

Si la caja se va a instalar directamente desde el trailer hacia a la ubicación final, se debe emplear una grúa con estabilizadores. Tenga presente que algunos tractores oruga o retro escavadoras sin viguetas tensoras, podrían no tener la estabilidad o la maniobrabilidad requerida para alinear las unidades para una adecuada instalación.

Si la caja se va a almacenar en el sitio, se pueden emplear medios alternativos para transportar las secciones a su ubicación temporal. Se deberá tener cuidado a todo momento y el manejo de las cajas se debe de limitar. Se deben seguir en todo momento las recomendaciones de manejo de las cajas del fabricante. Un manejo inadecuado puede resultar en espigas y campanas rotas.

Las cajas especiales normalmente se embarcan en el orden en que se instalan y por lo tanto se deben de guardar en el orden de entrega.

ALMACENAMIENTO

El almacenamiento de las cajas se debe realizar lo más cercano al sitio de instalación final como sea posible. Si se aconseja el apilado de las cajas, se deberá hacer sobre una superficie plana sin piedras para

el primer nivel. Siga las recomendaciones del fabricante acerca de una altura aceptable de apilado.

Los empaques y el material de sellado deberán almacenarse en un lugar seco y fresco hasta ser utilizados. Los empaques de goma y la pasta deberán mantenerse limpios y alejados del calor excesivo. Algunos mastiques requerirán ser calentadas bajo condiciones de frío extremo y el compuesto de alquitrán para uniones deberá también calentarse para su óptimo desempeño durante la aplicación.

PREPARACIÓN DEL SITIO EXCAVACIÓN

Las zanjas deben excavarse de acuerdo a las dimensiones y nivel especificados en el proyecto o conforme a lo solicitado por el propietario. El ancho de las zanjas debe mantenerse al mínimo requerido para la instalación de las secciones en caja (ASCE 26-97) El ancho de la zanja deberá considerar la maquinaria requerida para instalar adecuadamente la sección de caja. Las áreas sobre excavadas deberán rellenarse con material aprobado y compactarse a la densidad Proctor estándar especificada para el sentido de la nivelación.

La preparación del sitio debe establecer un buen nivel empleando material granular de fino a medio. Cuando se encuentre material como una cama de roca, grava compactado, u otro material rígido de cimiento firme, deberá de retirarse para cumplir los requisitos mostrados en los planos. Los cimientos deberán ser desde suelo moderadamente firme a duro, suelo estabilizado o de material de relleno compactado. Si se encuentra material inestable o inadecuado, se deberá retirar y reemplazar con material estable aprobado por el ingeniero.

El material excavado apilado al lado de la zanja puede causar una sobrecarga, que podría derrumbar las paredes de la zanja. La habilidad de las paredes de la zanja de permanecer verticales bajo esta carga adicional depende de las características de cohesión del tipo específico de material que se está excavando. Esta sobrecarga debe considerarse al evaluar la necesidad de ofrecer un soporte para la zanja. Podría ser necesario en donde se están excavando zanjas profundas o anchas sacar una porción del suelo excavado o esparcir el apilado con un trascabo u otro equipo. Si el material excavado se utilizará como relleno, el material acumulado deberá inspeccionarse visualmente para detectar piedras, terrones, arcilla altamente plástica o cualquier otro material indeseable. Si el suelo excavado

difiere significativamente del material de relleno descrito en los planos, será necesario acarrear la tierra inservible y traer el material de relleno seleccionado.

AGUA DE ZANJA

En los casos en que el nivel freático está localizado en la zona de zanja, se deben emplear métodos de desagüe para retirar el agua. También se debe considerar la ubicación futura del nivel freático debido a su efecto en el material de relleno y la sección de caja. La presencia del agua alrededor de la caja puede causar la flotación de la sección de caja, o la migración del material de relleno. Se debe prevenir la migración de la tierra porque el relleno es el medio que soporta la caja.

Hay diferentes métodos que se pueden emplear para retirar el agua: bombeo, encauce o entubamiento el agua. Se deberá considerar que todo el bombeo se debe realizar a través de una descarga con filtro.

ENCAMADO / NIVEL

Las secciones de caja de concreto reforzado prefabricado están diseñadas para condiciones instaladas más que para condiciones de prueba. Los diseños se presentan en las normas ASTM C 1433(M) y C 1577(M), y AASHTO M 259(M) y M 273(M). Los detalles de encamado de las cajas son conforme se ilustra. Una adecuada cimentación para un cajón consiste en tener el material de encamado especificado con características de una superficie uniforme y plana (sin puntos altos o bajos), ya que estas podrían crear concentraciones de tensión en la caja después de la instalación. La caja, una vez instalada, normalmente no se asentará; y no se le puede forzar a bajar de nivel. Los materiales gruesos y burdos de encamado no son adecuados debido a su forma irregular y ángulos marcados; y en su lugar se deberá usar material granular de medio a fino (preferentemente menor a 1 1/2 pulgadas pero no mayores a 2 pulgadas) Si el lugar de

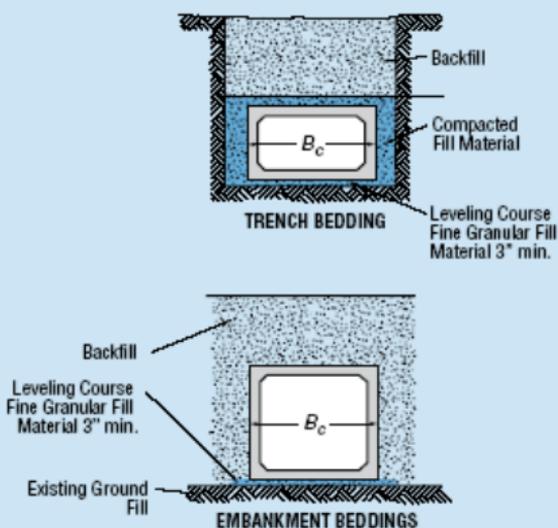
la obra está ubicado en una región en donde el terreno está congelado, se deben de remover los terrones congelados y reemplazarlos con material aprobado por el diseñador.

Se deberá emplear un encamado con un grosor no menor a 3 pulgadas (75 mm) excepto cuando los cimientos son de roca, en cuyo caso el grosor del encamado deberá ser de 6 pulgadas (150 mm) El ancho del material de encamado deberá ser igual al ancho de la caja (la extensión más el doble del grueso de la pared) y la longitud del material de encamado debe ser igual a lo largo de la caja.

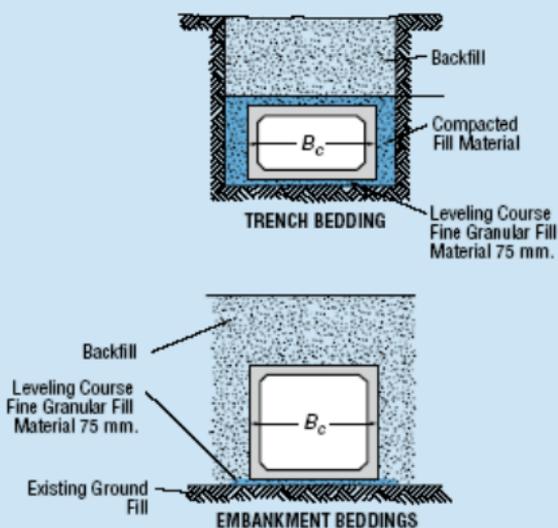
La caja tenderá a jalar algo de material de encamado hacia la conexión conforme se alinea con la caja anterior. El material excedente atrapado en la unión no permitirá una alineación y conexión apropiada y por lo tanto se deberá prevenir. Por lo tanto, en el extremo donde está la conexión se debe cavar una pequeña zanja (del ancho de una pala y que corra a lo largo del material de encamado) Esto permite que el material de encamado caiga en la zanja en lugar de en la unión cuando la caja se jala a su lugar.

Todas las características del material de encamado deberán corresponder al código y a los planos del diseñador para el proyecto específico. Una instalación correcta requiere que la caja sea instalada sobre un encamado debidamente nivelado. Cualquier discrepancia en la instalación del alcantarillado relativa al encamado o la nivelación deberá ser tratada con el ingeniero con el fin de tomar acciones correctivas.

BEDDINGS PRECAST CONCRETE BOX SECTIONS (INCHES)



BEDDINGS PRECAST CONCRETE BOX SECTIONS (MILLIMETERS)



INSTALACIÓN ALINEACIÓN DE LA CAJA

Es muy importante que las primeras secciones de caja sean instaladas correctamente ya que estas determinarán el trazo y nivel de las siguientes cajas. Si esta instalación no es correcta, las futuras conexiones podrían verse afectadas.

COLOCACIÓN DE LA CAJA

La colocación de la caja debe iniciar en el extremo de salida de la línea de las secciones de caja. El extremo de la campana debe apuntar aguas arriba y la espiga o caja debe estar apuntando aguas abajo. A menos que se indique de otra manera por el propietario, las cargas del equipo de construcción transferidas a la sección de caja antes, durante o después de la colocación del relleno, ya sea directamente o a través del relleno, no deberán ser mayores que las cargas adoptadas en el diseño (ASCE 26-97). Se deberá evitar el uso de maquinaria de excavación para empujar las cajas a su lugar ya que esto puede causar despostillamiento, lo que requeriría reparación en el sitio. Tampoco se recomienda arrastrar o dejar caer la sección sobre grava o roca.

Debe de proporcionarse una cimentación apropiada para el equipo de construcción para asegurar que no se dañe el curso de nivelación y las paredes del área de excavación.

UNIONES

El junteo es importante para reducir la migración de finos del suelo y agua entre las secciones de caja y área circundante. Se pueden utilizar varios métodos y materiales para sellar las uniones, dependiendo del uso que se le de a la caja.

Las cajones especificados para una unión hermética del suelo se pueden sellar con un sellador de mastique bituminosa. Se puede añadir ya sea butilo líquido (mastique a granel) o lechada no retráctil a la losa exterior superior y aplicarse hasta abajo por la pared lateral a 12 pulgadas (300 mm) así como también a la

losa interior del piso y paredes laterales interiores; o sellador butilo de 1 pulgada (25 mm) de grueso y aplicado desde la parte inferior y hasta la mitad de los lados, por la parte interior la punta de la campana (aproximadamente a 1/2 pulgada. -13 mm - del borde) y colocarlo también desde parte superior exterior de la espiga hasta la mitad de los lados de la caja para sellar una unión a prueba de tierra. En un clima frío, podría ser necesario calentar el sellador de butilo en un baño de agua caliente, antorcha de gas o ambos. Colocando este material al sol antes de su uso permitirá que absorba calor y se vuelva más manejable. Hay diferentes gradados de material de unión para diferentes temperaturas.

Otra unión comúnmente empleada es un sellador extruido que se coloca entre las uniones. Este sellador se puede aplicar de la misma forma que el sellador bituminoso, en los extremos de la espiga y la campana de las secciones que se están uniendo. En algunas áreas puede haber uniones de caja con empaques de hule. También se pueden utilizar empaques de espuma prefabricados para sellar las uniones. Sin embargo, estas formas de sellado tienen que aplicarse manualmente al fondo del extremo de la espiga de la caja para prevenir que se desprendan.

Si el sello es insuficiente en entonces se puede aplicar una capa extra de envoltura de unión adhesiva (hule de butilo laminado a retardador de vapor de polietileno) en la parte exterior de la caja para prevenir infiltración. La banda selladora externa también puede ser de un geotextil sin tejer y debe colocarse a los lados y arriba de la caja después de la instalación. En ciertos casos todos los cuatro lados se pueden envolver. En este caso el material geotextil se puede deslizar bajo la caja antes de que esté colocada y luego los lados y la parte superior de sellan después de que la caja se encuentre en su lugar. Es recomendable que el sellador sea una tira continua pero si esto no es posible, entonces la tira superior deberá ser de una sola pieza y

extenderse por los lados de la caja a una distancia de 12 pulgadas (300 mm) y empalmarse con la tira que viene de abajo.

CONECTANDO LAS CAJAS

Al unir las cajas, se deben emplear cadenas o un malacate. No está permitido el contacto directo entre la maquinaria de instalación y las secciones de caja. Utilice un material acojinado entre la sección de caja y la maquinaria para prevenir un despostillamiento.

Antes de colocar el cajón en su ubicación final, verifique que el nivel es el correcto, que la superficie de unión esté libre de material de encamado y que el sellador de unión este debidamente aplicado.

Un trabajador debe estar en la posición correcta para guiar al operador de la grúa para alinear la caja. El trabajador en la posición de alineación debe dirigir al operador para que baje la caja hasta que la losa superior de la sección de caja este aproximadamente dos pies arriba de la losa superior de la caja previamente colocada. La caja debe bajarse de tal forma que los lados de las cajas estén al ras y el extremo de la espiga de la caja instalada se deslice en línea con la sección de campana de la sección que la recibe. Aunque la caja esté en la posición correcta, la grúa debe soportar el peso de la caja.

Ahora se necesita asegurar la unión. Esto se puede hacer mediante el uso de malacates o trinquetes. Coloque uno de los extremos del malacate o trinquete en el extremo final de las secciones instaladas y sobre el extremo exterior de la siguiente caja cuidando de no despostillar alguna superficie. Esto funciona mejor si se utiliza un par de malacates o trinquetes, uno de cada lado. Gradualmente apriete las cadenas hasta que la sección de caja este ajustada con la caja anteriormente colocada. Este enganche se debe realizar uniformemente. Si la unión no está dentro de la apertura de unión máxima permitida, la grúa debe levantar

cuidadosamente la sección un poco sin romper la unión en la parte de arriba mientras los cabrestantes están tensando las cadenas. Si esto no arregla la unión abierta, entonces remueva la sección y renivele la plantilla. También revise las secciones para asegurarse que las tolerancias de las dimensiones permiten que la unión acople. Cuando la caja esté en posición correcta la grúa puede gradualmente soltar la caja para que el material del encamado soporte el peso completo de la caja y se pueda desconectar. Las cadenas están fijas hasta que la grúa está desconectada, y posteriormente se sueltan.

TERMINACIÓN

Después de que se han unido las cajas, los orificios de elevación se deben de tapar conforme a las recomendaciones del fabricante.

RELLENO

Se debe colocar el relleno en capas uniformes a lo largo de los lados de las cajas y sobre la parte superior de las secciones de caja. Estas capas no deben exceder el máximo permitido para lograr la densidad requerida. Las características del material de relleno deben de determinarse de las especificaciones del contrato y no deben de contener residuos, materia orgánica, material congelado o piedras grandes con un diámetro mayor a la mitad de el grosor de las capas compactadas que se están colocando. Cuando se requieran métodos vibratorios para compactar el material de relleno, se deberá tener cuidado de no dañar la sección de caja.

Si se emplea estacado o protecciones de zanja y no son parte del plan de estructura del suelo, deberán removerse poco a poco, dependiendo de la habilitación y disponibilidad del material de relleno. Cuando se remuevan las protecciones de zanja se debe tener cuidado de no molestar a las cajas instaladas. Puede ser

necesario contener la caja para mantenerla en su lugar. Si se crean vacíos en el material de relleno lateral estos deben de llenarse y compactarse.

Una vez colocado y debidamente compactado la envoltura del material de relleno, el restante del relleno debe colocarse y compactarse para prevenir que se asiente en la superficie. Las cargas de compactación y del equipo no deberán exceder la resistencia de diseño del la caja. Se encuentran disponibles varios tipos de equipo de compactación y algunos tipos funcionan mejor para ciertos tipos de suelo. El rodillo de ruedas de acero es más apropiado para compactar agregado grueso tal como la escoria, la grava gruesa y agregados de roca graduada. La aplanadora de pezuña es mejor para arcillas cohesivas o azolve pero no es adecuado para la tierra granular. Los rodillos de hule especialmente diseñados, que ofrecen tanto un peso estático y una acción moldeadora, se aplican a muchos tipos de suelo desde arcillas hasta arena.

Sin importar el tipo de equipo de compactación utilizado, el material de relleno debe ser consistente con los requisitos de densidad especificados para la instalación en particular.

CUBIERTA MÍNIMA PARA CARGAS DE CONSTRUCCIÓN

Si el equipo de construcción va a desplazarse sobre las secciones de caja instaladas, se deberá colocar un relleno compactado a un mínimo de 3 pies. (1 m) sobre la parte superior de la sección de la caja a menos que la caja haya sido específicamente diseñada para las cargas de construcción anticipadas. Sobre todo, las cargas aplicadas a la sección de caja no deberán exceder a las especificadas por el diseñador. En una instalación de terraplén, la cantidad mínima de relleno deberá extenderse por una longitud de una sección de la caja o

3 pies (1 m) lo que sea mayor, en cada dirección para prevenir un desplazamiento lateral. Si el tráfico de construcción es mucho, el punto de cruce se debe cambiar de vez en cuando para que el desplazamiento lateral sea minimizado.

INSPECCIÓN VISUAL

Se puede entrar e inspeccionar a las grandes secciones de caja. Las cámaras de TV son otra forma de inspeccionar visualmente las cajas instaladas. A continuación se ofrece una lista de verificación para realizar una inspección visual total de un proyecto de drenaje o alcantarillado:

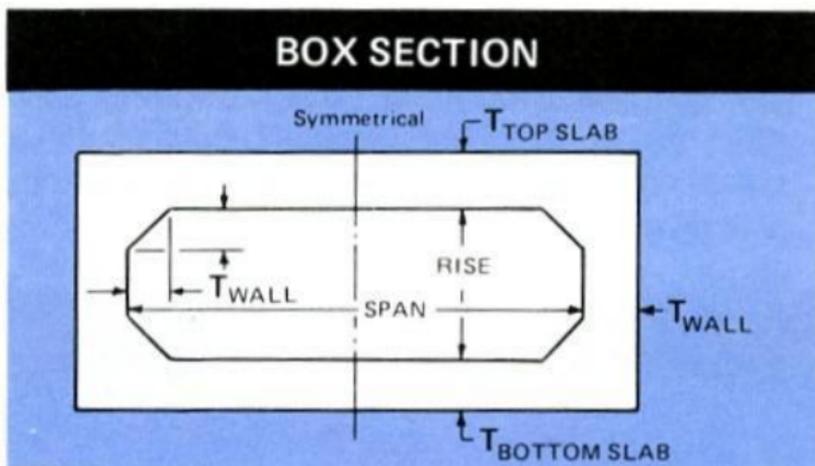
- Residuos
- Agrietamiento Excesivo o grietas grandes
- Uniones debidamente selladas
- Un inverso suave y libre de depresiones o picos
- Los orificios de elevación apropiadamente rellenos
- Desviaciones conectores y conexiones debidamente realizadas
- Sumideros y entradas debidamente conectadas
- Marcos y cubiertas de pozos de inspección debidamente instalados
- Restauración de superficies y otros puntos pertinentes para que la construcción sea debidamente completada

III. ESPECIFICACIONES

El tubo de concreto se fabrica de acuerdo a normas nacionalmente aceptadas publicadas por la American Society for Testing and Materials (ASTM por sus siglas en Inglés), La American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), agencias Federales de normalización y otras. Las especificaciones son para la fabricación y la compra, e incluyen los diseños de los materiales, las pruebas, las tolerancias, los criterios de inspección y de aceptación.

Las especificaciones para los tubos de concreto han sido desarrolladas por la ASTM, lo que permite su uso en una amplia gama de aplicaciones. Estas designaciones de especificaciones ASTM, y las AASHTO y la contraparte Canadiense son:

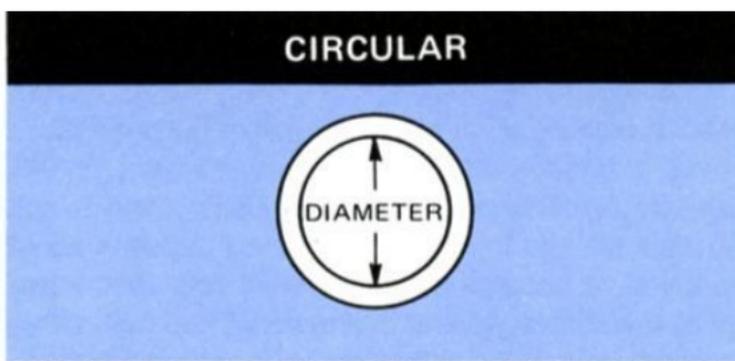
AASHTO M 259 (M259M) Cajones prefabricados de concreto reforzado para drenajes pluviales, conductos y alcantarillado: Cubre secciones de caja de concreto reforzado en 42 tamaños standard y formas bajo 2 pies (0.6 m) o más de relleno para tres condiciones de carga, cargas muertas únicamente, tráfico pesado HS20 mas carga muerta y carga interestatal alternada mas carga muerta.



AASHTO M 273 (M 273M) Cajones prefabricados de concreto reforzado para drenajes pluviales, conductos y alcantarillado con menos de 2 pies (0.6m) de relleno: Cubre secciones de caja de concreto reforzado en 42 tamaños standard y formas con menos de 2 pies (0.6 m) de relleno para dos condiciones de carga; tráfico pesado HS20 mas carga muerta y carga interestatal alternada mas carga muerta.

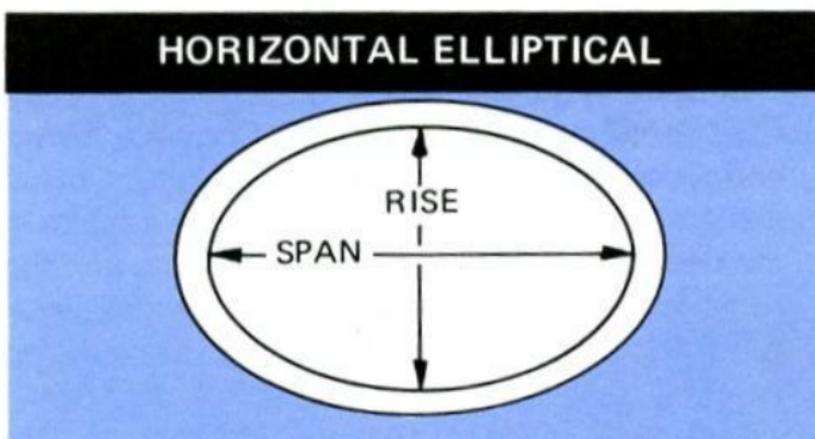
ASCE 26-79: Especificación de práctica para el diseño directo de secciones de caja prefabricadas de concreto enterradas. Cubre el diseño directo y los requerimientos de construcción de cajones de concreto reforzado enterrada como un todo, con la intención de ser utilizados como túneles o para la conducción de drenaje de lluvia, desechos industriales, alcantarillado y atarjeas.

ASTM C 14M (C14), AASHTO M 86, CSA A 257.1 Alcantarilla de concreto, drenaje pluvial y paso de agua: Cubre al tubo de concreto no reforzado de un diámetro de 100 mm a 900 mm (de 4 a 36 pulgadas) en tres Clases de resistencia.



ASTM C 76M (C76), AASHTO M 170M (M 170), CSA A 257.2 Alcantarillado de concreto reforzado, drenaje pluvial y tubo de drenaje: cubre al tubo de concreto reforzado en 5 Clases de resistencia. Clase I-1500 mm hasta 3600 mm (60 a 144 pulgadas), Clases II, III, IV, V son para desde 300 mm a 3600 mm (de 12 a 144 pulgadas) Tamaños y clases mayores están disponibles como diseños especiales.

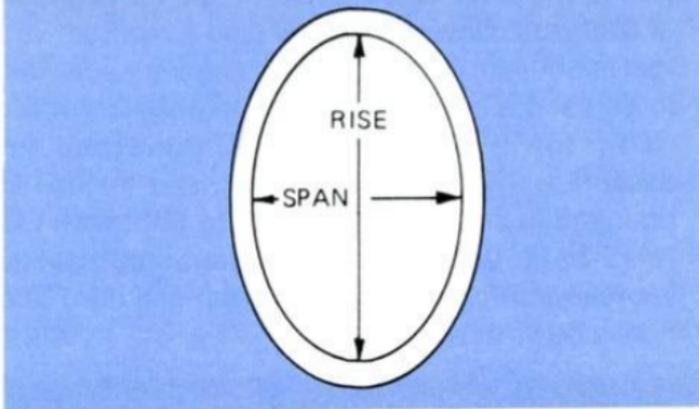
ASTM C 118M (C118) Tubo de concreto para riego o drenaje: abarca a los tubos de concreto de medidas de 150 mm a 600 mm (6 a 24 pulgadas) de diámetro para ser usado para el transporte de agua de riego en bajas columnas hidrostáticas, generalmente que no exceden 75 kilo pascales (25 pies), y para el drenaje en medidas de 100 mm a 600 mm (4 a 25 pulgadas) de diámetro. Existen dos clases de resistencia para las aplicaciones de drenaje; estándar y trabajo pesado.



ASTM C 361M (C361) Tubo de concreto reforzado a presión baja: comprende el tubo de concreto reforzado para ser utilizado en la construcción de conductos de presión con bajas columnas hidrostáticas que generalmente no sobrepasan los 375 kilo pascales (125 pies) con tamaños de 300 mm a 2700 mm (12 a 108 pulgadas) de diámetro.

ASTM C 412M (C412), AASHTO M 178M (M178), Tubo de drenaje de barro: comprende tubo de drenaje de barro no reforzado con diámetros internos desde 100mm a 900mm (de 4 a 36 pulgadas) Se incluyen cuatro clases de resistencia, calidad estándar, calidad extra, calidad especial, y calidad extra trabajo pesado.

VERTICAL ELLIPTICAL



ASTM C 443M (C443), AASHTO M 198M (M198), CSA A 257.3 Uniones para tubo de alcantarillado y atarjeas con empaques de hule: comprende las uniones donde la exfiltración y la infiltración son un factor en el diseño, incluyendo el diseño de las uniones y los requisitos de los empaques de hule a utilizar con los tubos que se encuentran conforme a la norma ASTM C14M (C14) o ASTM C76M (C76)

ASTM C444 (C444), AASHTO M175M (M175) Tubo de concreto perforado: comprende los tubos de concreto perforado a utilizar para dren con dimensiones desde 100 mm a 675 mm (4 a 27 pulgadas) de diámetro y mayor.

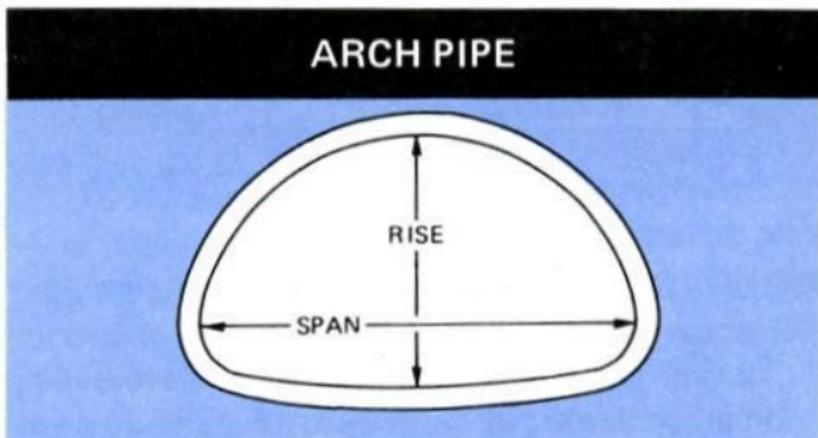
ASTM C478M (C478), AASHTO M 199M (M199) Secciones de pozo de visita de concreto reforzado prefabricado: comprende las secciones de incrementos de pozos de visita de concreto reforzado prefabricado y accesorios tales como anillos de nivelación, brocales y secciones especiales para usarse en la alcantarilla y el sistema de abastecimiento de agua.

ASTM C 497M (C497), AASHTO T33, CSA A 257.0 Pruebas del tubo de concreto o tubos de barro: cubre los procedimientos para realizar las pruebas del tubo de concreto o barro

ASTM C505M (C505) Tubo de riego de concreto no reforzado con uniones de empaque de hule: cubre los tubos con dimensiones de 150 mm a 600 mm (6 a 24 pulgadas) de diámetro para ser utilizados para la

transportación del agua de riego a presión, incluyendo los osciladores momentáneos hidráulicos, de hasta 9 m (30 pies) de columna. Se pueden usar presiones mayores hasta un máximo de 15m por 150mm a 300mm (50 pies para 6 a 12 pulgadas) de diámetro, y 12m para 375mm a 450 mm (40 pies para 15 a 18 pulgadas) en diámetro incrementando la resistencia del tubo.

ASTM C 506M (C506), AASHTO M206M (M206), Tubo en arco de concreto reforzado para atarjeas, drenaje pluvial y alcantarillado: comprende el tubo en arco de tres tipos de resistencia con dimensiones desde 375mm a 3300mm (de 15 a 132 pulgadas) en diámetro circular equivalente basado en la periferia. Están disponibles dimensiones mayores bajo diseño especial.



ASTM C 507M (C507), AASHTO M207M (M207) Tubo de concreto reforzado elíptico para drenaje, alcantarillado y atarjeas: comprende el tubo de concreto de forma elíptica reforzado. Se incluyen cinco tipos estándar de elíptico horizontal con diámetro de 450mm a 3600mm (18 a 144 pulgadas) y cinco tipos estándar de elíptico vertical con diámetro de 900mm a 3600mm (36 a 144 pulgadas) Las dimensiones circulares equivalentes están basadas en un área transversal. Están disponibles dimensiones mayores bajo diseño especial.

ASTM C 655M (C655), AASHTO M 242M (M242) Tubo de concreto para cargas muertas (D-load) de drenaje pluvial y alcantarillado: comprende la aceptación del diseño y producción del tubo basándose

en el concepto de D-load y técnicas de muestreo estadístico para el tubo de concreto utilizado para el transporte de aguas residuales, pluviales y la construcción de atarjeas

ASTM C 822M (C822), AASHTO M 262M (M262) Las definiciones de los términos relacionados con el tubo de concreto y productos relacionados: incluye las definiciones de las palabras y terminología que se presenta en las normas para tubos de concreto.

ASTM C 877M (C877), Bandas selladoras externas para alcantarillado de concreto no circular, drenaje pluvial y tubo de paso de agua: comprende las bandas selladoras externas para tubo de concreto no circular que cumple con ASTM C 506M (C506), C 507M (C507), C789M (C789), y C850M (C850)

ASTM C923M (C923) Conectores elásticos entre tubos y estructuras de pozos de visita de concreto reforzado: comprende los requisitos mínimos de material y desempeño para las conexiones elásticas entre el tubo y los pozos de inspección de concreto reforzado que cumplen con ASTM C 478M (C 478)

ASTM C924M (C924) Prueba de las líneas de alcantarillado con tubo de concreto mediante el método de prueba de aire a baja presión: comprende los procedimientos de las pruebas de las líneas de alcantarillado con tubo de concreto mediante el método de prueba de aire para demostrar la integridad del material instalado y los procedimientos de construcción.

ASTM C969M (C969) Practica de las pruebas de aceptación de exfiltración e infiltración de las líneas de alcantarillado de tubo de concreto: cubre los procedimientos para probar las líneas de alcantarillado de tubo de concreto prefabricado utilizando ya sea los criterios de aceptación de la infiltración o exfiltración para demostrar la integridad de los materiales instalados y los procedimientos de construcción.

ASTM C985M (C985) Tubo de concreto no reforzado de resistencia específica para alcantarillado,

drenaje y pasos de agua: comprende los tubos de concreto no reforzado diseñados para resistencias específicas para su uso en la transportación de aguas residuales, desechos industriales y aguas pluviales y en la construcción de alcantarillas.

ASTM C990M (C990) Especificaciones para las juntas de tubo de concreto, pozos de visita, y secciones en caja prefabricadas utilizando selladores de unión flexibles prefabricados: comprende las juntas para cajas y tubos de concreto prefabricados y otras secciones utilizando selladores de unión flexibles para usarse en alcantarillas pluviales y los pasos de agua que no operan bajo presión interna, o no están sujetos a límites de infiltración o exfiltración.

ASTM C1103M (C1103) Practica para pruebas de aceptación de juntas en líneas de alcantarillado de tubo de concreto prefabricado instalado: Cubre los procedimientos para realizar las pruebas las uniones de líneas de alcantarillado de tubo de concreto prefabricado instalado, al utilizar ya sea aire o agua a baja presión para demostrar la integridad de la unión y los procedimientos de construcción.

ASTM C1214M (C1214) Método de prueba para líneas de alcantarillado de tubo de concreto mediante el Método de Prueba de Presión Negativa de Aire (Vacío): comprende la utilización de la presión negativa de aire para líneas de alcantarillado de tubo de concreto circular con diámetros de 100 a 900 mm (4 a 36 pulgadas) utilizando uniones con empaques.

ASTM C 1244M (C1244), Método de prueba estándar para pozos de visita de concreto para alcantarillado empleando el método de prueba de la presión negativa de aire (vacío): comprende el uso de la prueba de presión negativa de aire para pozos de visita empleando uniones con empaque.

ASTM C 1433 (C1433M) Secciones en caja de concreto reforzado prefabricado para pasos de agua,

drenajes pluviales y alcantarillado: Cubre las secciones en caja de concreto reforzado monocelulares con la intención de ser usados para la construcción de alcantarillado y para la conducción de agua de tormenta, desechos industriales y drenaje.

ASTM C 1479: Especificación de práctica para la instalación de alcantarillado de concreto prefabricado, drenaje pluvial y atarjeas usando instalación estándar: cubre la instalación de tubo de concreto prefabricado para su uso en la transportación de aguas residuales, desechos industriales y aguas pluviales y en la construcción de alcantarillas.

ASTM C 1577 (C 1577M): Secciones en cajas prefabricadas de concreto reforzado para la instalación de alcantarillado de concreto prefabricado, drenaje pluvial y atarjeas diseñados de acuerdo con AASHTO LRDF. Cubre las secciones en caja de concreto reforzado con la intención de ser usados para la construcción de alcantarillado y para la conducción de agua de tormenta, desechos industriales y drenaje.

ASTM C 1619: Especificación estándar para sellos elastoméricos para el junteo de estructuras de concreto: cubre los requerimientos de propiedades físicas de sellos elastoméricos (ligas) usados para sellar las juntas de estructuras prefabricadas de concreto conforma a las especificaciones C14 (C 14M), C 118 (C 118M), C 361 (C 361M), C 443 (C 443M) o C505 (C 505M) usado en aplicaciones a gravedad y baja presión.

ASTM C 1628: Especificación estándar para juntas para tubo de concreto con flujo a gravedad, usando ligas de hule: cubre las juntas flexibles herméticas para tubo de concreto para flujo a gravedad usando ligas de hule para sellar las juntas, donde la infiltración o exfiltración medida es un factor de diseño.

IV .APÉNDICE

DEFINICIONES

Relleno o relleno lateral: la capa de suelo colocada alrededor o arriba del tubo o sección de caja.

Encamado: el material empleado para acojinan y distribuir uniformemente la reacción del suelo en el fondo de la estructura.

Extremo de campana: aquella porción del extremo del tubo o unidad de caja, sin importar su tamaño o forma, que se superpone a una porción del extremo del tubo o la sección en caja adyacente.

Sección en caja o cajón: Una alcantarilla con sección transversal rectangular

Concreto: una mezcla homogénea de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, y agua. La mezcla puede también contener mezclas o otros materiales cementosos o ambos.

Alcantarillado: una tubería o caja destinada a transportar agua bajo una carretera, vía de ferrocarril, canal o instalación similar.

Bandas de sellado externas: envolturas flexibles que se aplican al exterior de un tubo de concreto, sección de caja, o sección de pozo de visita para controlar el movimiento de fluidos o sólidos a través de la unión.

Gradación: la distribución de partículas de material granular entre tamaños estándar normalmente expresados en términos de porcentajes acumulativos mayores o similares que cada serie de aberturas de una criba.

Refuerzo de Manejo: refuerzo destinado a reducir el riesgo de un colapso del tubo o sección durante el manejo o almacenamiento antes y durante la instalación final.

Infiltración: el volumen de agua del terreno que penetra a una alcantarilla y a sus conexiones a través del tubo, cajas, uniones, conexiones o accesorios.

Longitud instalada: longitud final, a lo largo de la línea central, de un tubo o sección de caja en su lugar incluyendo la separación de unión longitudinal entre la sección y la última sección colocada.

Inverso: el fondo o el punto más bajo de la superficie interna de la sección transversal de un tubo.

Unión: una conexión de dos extremos de tubo, pozo de visita, o sección de caja hecha con o sin el uso de partes o materiales adicionales.

Orificio de elevación: un pequeño orificio colado o perforado en la pared del tubo o sección que se utiliza para insertar un perno, cable o algún otro dispositivo empleado para manejar el tubo o sección.

Lote: un grupo de tubos de concreto o secciones de caja, de tamaño, material y resistencia similar fabricadas por el mismo proceso. El tamaño del lote puede diferir de la cantidad designada en el contrato o pedido.

Pozo de Visita: una estructura de concreto prefabricada para un acceso vertical a un tubo o a otra estructura cerrada.

Empaque O-Ring: un empaque sólido de sección transversal circular que se inserta en una ranura en la espiga del tubo y luego esta confinada por la campana después de que la unión esta terminada.

Permeabilidad: aquella propiedad que permite el movimiento de un líquido a través de poros e intersticios del concreto.

Tubo: un tubo o estructura de concreto hueca alargada destinada para transmitir un flujo entre sitios.

Diámetro del Tubo: el diámetro interno de un tubo de concreto.

Sección del tubo: un único tubo.

Tubería: secciones de tubo unidos entre sí.

Sellador de Unión Flexible Preformado: material flexible formado en una sección transversal definida que se aplica a la superficie de un tubo, sección de caja, o unión de sección de pozo de visita para controlar el movimiento de fluidos o sólidos a través de la unión.

Tubo de concreto reforzado: una estructura de tubo que consiste de concreto y refuerzo de acero. Tal refuerzo consiste de varilla de acero, de resistencia dada, formada en un armazón y posicionada en la pared de concreto en una ubicación específica de tal forma que los dos materiales actúan en conjunto para resistir la tensión.

Refuerzo: acero en forma de varilla, tela de alambre soldada, o barras dentro del concreto para resistir la tensión.

Conector elástico: una conexión flexible para unir tubo a estructuras capaz de ser deformadas y desviadas sin ser rota o presentar fugas

Empaque de Hule: hule formado y utilizado como sello en las uniones de tubos de concreto.

Espiga: aquella porción del extremo del tubo, sin importar su forma y tamaño, sobre la que se superpone una porción del extremo del tubo contiguo.

Springline (línea central): los puntos en la superficie interna de la sección transversal de un tubo interceptado por la línea de dimensión horizontal máxima; o en las secciones de caja, la altura a la mitad de la pared vertical interna.

Hermeticidad: que restringe el paso de agua a un límite especificado.

**FEET HEAD OF WATER
INTO PRESSURE, POUNDS
PER SQUARE INCH**

Feet Head	Lbs. per Square Inch
1	.43
2	.87
3	1.30
4	1.73
5	2.17
6	2.60
7	3.03
8	3.40
9	3.90
10	4.33
15	6.50
20	8.66
25	10.83
30	12.99
35	15.16
40	17.32
45	19.40
50	21.65
55	23.82
60	25.99
65	28.15
70	30.32
75	32.48
80	34.65
85	36.81
90	38.98
95	41.14
100	43.31
110	47.64
120	51.97
130	56.30
140	60.63
150	64.96
160	69.29
170	73.63
180	77.96
190	82.29
200	86.62
225	97.45
250	108.27
275	119.10
300	129.93
325	140.75
350	151.58

**FEET HEAD OF WATER
INTO KILOPASCALS
(kN/m²)**

Feet Head	kPa
1	2.99
2	5.98
3	8.96
4	11.95
5	14.94
6	17.93
7	20.92
8	23.91
9	26.90
10	29.89
15	44.83
20	59.77
25	74.71
30	89.66
35	104.60
40	119.54
45	134.48
50	149.43
55	164.37
60	179.31
65	194.25
70	209.20
75	224.14
80	239.08
85	254.02
90	268.97
95	283.91
100	298.85
110	328.73
120	358.62
130	388.51
140	418.39
150	448.28
160	478.16
170	508.05
180	537.93
190	567.81
200	597.70
225	672.41
250	747.13
275	821.84
300	896.55
325	971.26
350	1046.00

