



**PRODUCTOS
DE CONCRETO**

Empresa Holcim (Costa Rica) S.A.

Tubos de concreto

Sistema de conducción

Productos de Concreto S.A.





Tubos de concreto

<i>TU-1 Generalidades</i>	3
<i>TU-2 Características</i>	5
<i>TU-3 Aspectos de diseño</i>	9
<i>TU-4 Instalación</i>	15
<i>TU-5 Almacenamiento y manipulación</i>	18

Foto de portada: Patio de curado de tubos de concreto, Centro Industrial Holcim, San Rafael de Alajuela
Interior de portada: tubos de concreto en proceso de curado

TU-1 Generalidades

Productos de Concreto S.A fabrica tuberías de concreto, con y sin refuerzo, bajo el sistema de prensa radial “Packer Head” y de Vibro compactado; siguiendo un estricto control de calidad.

Su diseño y fabricación se ajustan a las normas de la ASTM (American Society for Testing and Materials) y cumplen los requerimientos de las normas del MEIC¹ y las normas de INTECO².

- 18003 MEIC Norma oficial de tubos de concreto sin refuerzo
- 18006 MEIC Norma oficial de tubos de concreto reforzado
- INTE 16-11-04-08 Tubos de concreto sin refuerzo para alcantarillado.
- INTE 16-11-01-08 Tubos de concreto reforzado para alcantarillado.
- ASTM C-14, C-76, C-361, C-655, C-985.

El éxito de las tuberías de concreto radica en su facilidad de instalación, resistencia, desempeño, versatilidad, durabilidad, seguridad y economía, siendo la opción más viable y probada para solventar la conducción de fluidos.

TU-1-1 Ventajas de las tuberías de concreto

Las tuberías de concreto presentan diferentes características que las hacen idóneas para la conducción de fluidos sean estos desechos industriales, aguas pluviales, aguas negras o agua potable en situaciones diversas de suelo, rellenos o cargas externas; tales como:

Instalación

- Facilidad de instalación.
- No presentan problemas de flotación.
- Las tuberías de concreto son un sistema rígido donde el 85% de la resistencia es aportada por la tubería y sólo el 15 % es aportado por el material de relleno. Por lo cual se puede garantizar el 85 % de la resistencia del sistema desde antes de que la misma llega al sitio de construcción.
- Flexibilidad para acomodar deflexiones laterales o movimientos longitudinales.
- Las tuberías de concreto son menos susceptibles de daños en la etapa de construcción

El ritmo de la instalación depende más de la excavación que de la colocación del tubo. Si bien el tubo de concreto es más pesado que el de otros materiales, ambos requieren maquinaria especializada para su instalación cuando se trata de los diámetros más comunes

Durabilidad

- Mayor durabilidad.
- Resistentes al fuego.
- Recubrimientos especiales para aguas agresivas.

Teniendo en cuenta la conformación estructural del tubo y su exposición hidráulica, se ha demostrado que la tubería de concreto tiene una vida útil de al menos 100 años, dos veces más que otros materiales.

En caso de posibles incendios urbanos o forestales el tubo de concreto garantiza su funcionamiento y estabilidad.

Calidad

- Resiste esfuerzos cortantes o movimientos verticales.
- Cumple con normativa bajo estrictos controles en el proceso de fabricación.

El concreto es uno de los materiales de construcción más estudiados y analizados, ya que sus componentes y su funcionamiento en conjunto puede ser medido con precisión.

¹ MEIC Ministerio de Economía, Industria y Comercio

² INTE Norma Oficial INTECO Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica

Ecológico

- Se fabrican de materiales naturales locales.
- Las tuberías de concreto son inocuas para la salud de las personas y el medio ambiente.

El tubo de concreto es amigable con el ambiente tanto por el material de que están hechas, su forma de producción y su desempeño una vez instaladas, es un producto que protege a la ecología. No emite desechos tóxicos en su fabricación o durante su funcionamiento, en caso de incendio no libera contaminantes. El concreto es el material de construcción de menor consumo de energía específica.

TU-1.2 Tipos de tuberías

Tubos sin refuerzo

MEIC 18003
INTE 16-11-04-08
ASTM C-14 / AASHTOM 86

Las tuberías de concreto sin refuerzo C-14 se fabrican en tres clases diferentes, denominadas clase I, II y III siendo la más usual la clase I, mientras que las clases II y III se fabrican bajo pedido.

Estas tuberías generalmente son utilizadas en conducciones con rellenos de altura moderada, siendo sus usos principales:



- Alcantarillas de aguas pluviales en ciudades y urbanizaciones.
- Colectores de aguas negras, pluviales y de desechos industriales

Tubos con refuerzo

MEIC 18006
INTE 16-11-01-08
ASTM C-76 / AASHTOM 170

Las tuberías de concreto con refuerzo C-76 se fabrican en cinco clases diferentes, denominadas clase I, II, III, IV, y V siendo la más usual la clase III, mientras que las clases restantes se fabrican bajo pedido.

Estas tuberías son aptas para situaciones donde se necesitan mayores diámetros o una mayor resistencia estructural que la C-14, tal como soportar grandes rellenos y tránsito de vehículos pesados. Sus usos principales son:

- Alcantarillas en carreteras.
- Alcantarillas de aguas pluviales en ciudades y urbanizaciones.
- Colectores de aguas negras, pluviales y de desechos industriales
- Situaciones donde la falla estructural puede poner en riesgo la vida humana o la propiedad (Las tuberías de concreto reforzado aun después de haber fallado retienen su forma y no colapsan)

Tubos con refuerzo

ASTM C-361

Las tuberías de concreto con refuerzo C-361 se fabrican bajo pedido y su utilización es conducción de fluidos bajo una carga hidrostática máxima de 375 kPa (38 metros carga de agua).

Tubos con refuerzo

ASTM C-655

Las tuberías de concreto con refuerzo C-655 se fabrican bajo pedido para cargas de diseño particulares no cubiertas en las normas ASTM C-76, ASTM C-361, INTE 16-11-01-08 y MEIC 18006, siendo su uso normalmente alcantarillas o colectores pluviales.

Tubos sin refuerzo

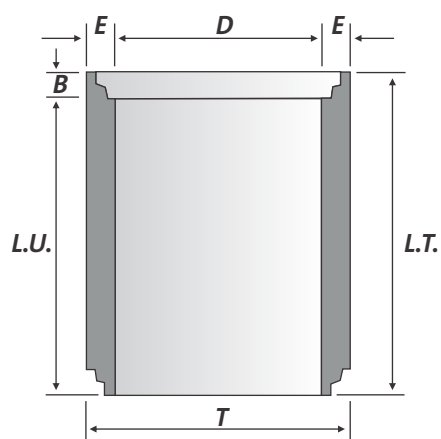
ASTM C-985

Las tuberías de concreto sin refuerzo C-985 se fabrican bajo pedido para cargas de diseño particulares no cubiertas en las normas MEIC 18003, INTE 16-11-04-08 y ASTM C-14; siendo su uso normalmente alcantarillas o colectores pluviales.

TU-2. Características

TU-2.1 Geometría de las Tuberías

La geometría de los tubos varía de acuerdo al diámetro y el sistema de producción. En la Tabla 1 se muestra la geometría de los tubos para los diámetros menores o iguales a 120 cm y en la Tabla 2 los tubos para tuberías mayores a 120 cm.



TU-2.2 Resistencia y peso

Con respecto a la resistencia y peso de las tuberías más usuales, C-14 tipo 1 y C-76 tipo III, se presentan en la tabla 3.

Tabla 1. Dimensiones de la tubería para diámetros menores o iguales a 120 cm

Diámetro nominal (cm)	A	B	C	D	E	F	G	T	L.U.	L.T.
30	5.2	9	10.5	30	5.3	51	13	40.6	250	259
40	5.0	9	11.0	40	6	62	13	52	125 250	134 259
50	4.5	9	11.5	50	7	73	15	64	125 250	134 259
60	4.5	9	12.0	60	7.5	84	15	75.0	125 250	134 259
70	4.0	9	12.5	70	8.5	95	18	87.0	125 250	134 259
80	3.5	9	13.0	80	9.5 11.3 9.5	106	18	99	125 250	134 259
90	3.5	9	13.5	90	10.0 11.9 10.0	117	18	110	125 250	134 259
100	3.0	10	14.0	100	11.0	128	19	122	250	260
110	3.0	10	15.5	110	12.5	151	19	145	250	260

L.U.= Longitud útil. L.T.= Longitud total

Tabla 2. Dimensiones de la tubería para diámetros mayores a 120 cm

Diámetro nominal (cm)	B	D	E	T	L.U.	L.T.
137	12	137.2	14.0	165.2	200	212
152	12	152.4	15.2	182.8	125 200	137 212
168	10	167.6	16.5	200.6	125	135
183	10	182.9	17.8	218.4	125	135
213	10	213.4	20.3	254.0	125	135
244	10	244.0	23.0	290.0	125	135

Tabla 3. Características de los tubos C-14 y C-76 Clase III

Tipo de tubería	Diámetro (cm)	Largo útil (cm)		Carga rotura (kg/cm)	Peso por tubo (kg)	
C-14	30	125		26.8	105	
	40	125	250	30	344	542
	50	125	250	34	386	750
	60	125	250	38	511	981
	70	125	250	42	669	1286
	80	125	250	45-5	845	1632
	90	125	250	48	983	1908
C-76 Clase III *	30	125		30	213	
	40	125	250	40	349	551
	50	125	250	50	393	760
	60	125	250	60	517	995
	70	125	250	70	678	1306
	80	125	250	80	857	1656
	90	125	250	90	997	1937
	100	250		100	2195	
	120	250		120	3239	
	137	200		137	3203	
	152	125	250	152	2449	3902
	168	125		168	3126	
	183	125		183	3458	
213	125		213	4546		
244	125		244	6000		

TU-2.3 Uniones para tuberías de concreto

Para las uniones de tuberías de concreto hay una gran variedad de uniones dependiendo de si la conexión es de espiga y campana para tubos de diámetros pequeños o machihembrada para tuberías de diámetros grandes.

Las uniones más comunes son: resinas, morteros, neoprenos y anillos metálicos. Su uso dependerá de la aplicación y condiciones de carga a la que este expuesta la tubería.

Una de las uniones más utilizadas actualmente para las condiciones de alcantarillado es la de neopreno con lubricación, el cual facilita la operación de instalación. Este tipo de junta se muestra en la figura 1 y cumple con la norma ASTM C 443/AASHTO M198.

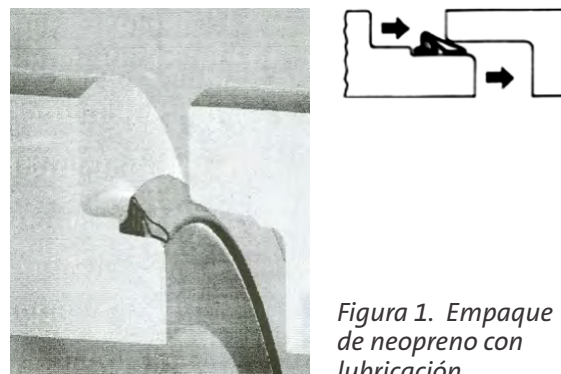


Figura 1. Empaque de neopreno con lubricación

Las principales funciones de las uniones en tuberías son:

- Proveer hermeticidad ante a la infiltración del relleno y el agua.
- Impedir la exfiltración del fluido que transporta la tubería.
- Acomodar deflexiones laterales o movimientos longitudinales.
- Proveer una superficie continua y uniforme para el flujo de los fluidos.
- Permitir una fácil instalación de la tubería
- Soportar una presión de trabajo mínima de 9 mca según ASTM C 443
- La cantidad de uniones que utiliza las tuberías de concreto normalmente vistas como una desventaja desde el punto de vista de las tuberías metálicas o plásticas, es en realidad una ventaja para muchos tipos de instalaciones. Ya que un mayor número de uniones permite mantener el alineamiento y la pendiente más fácilmente; así como acomodar los esfuerzos y deflexiones producidas por la superficie de apoyo, las cargas externas y el sismo.

TU-2.4 Pruebas

Pruebas Internas

Materias Primas

A las materias primas principales del concreto (cemento y agregados) se le realizan pruebas periódicas para garantizar que cumplen las normas siguientes:

Norma Oficial de Costa Rica para Especificaciones de los agregados finos y gruesos para concreto.

INTE 06-01-02-08 (ASTM C 33): "Agregados para Concreto. Requisitos".

ASTM C 29: Peso unitario

ASTM C 117: Porcentaje de finos pasando.

ASTM C 127 y 128: Peso específico y absorción.

ASTM C 136: Análisis granulométrico de agregados

ASTM C 150: "Specification for Portland Cement".

ASTM C 566: Humedad total

Norma oficial de Costa Rica para cemento Portland (Norma NRC 40-1990, decreto # 19872-MEIC). Tanto los agregados como el cemento son provenientes de nuestras propias fuentes, como factor adicional de garantía de calidad. Son dosificados por peso en planta y con un estricto control de humedad, para garantizar una mezcla de concreto acorde con las exigencias del producto.

b) Concreto

Con una frecuencia diaria se obtienen testigos de la resistencia del concreto utilizada para la fabricación de los tubos PC, y se prueban en nuestros propios laboratorios para garantizar que la misma sea adecuada para el manipuleo de los tubos, previo al período correspondiente de cura húmeda en patio.

c) Aceros

El acero utilizado para los tubos PC reforzados es de importación y cumple totalmente con las normas ASTM A 615 y 706, para lo cual se solicitan los certificados respectivos al proveedor y se evalúan periódicamente sus propiedades en el laboratorio LANAMME, se realiza el análisis a tensión ASTM A-370.

d) Permeabilidad

Periódicamente se realizan ensayos en planta de control de permeabilidad y de hermeticidad de las juntas de empaque de los tubos PC.

Pruebas Externas

En planta, los tubos se ensayan en la prueba de 3 aristas con una frecuencia determinada según el tamaño del lote de producción, de acuerdo con el muestreo del LANAMME, para garantizar la resistencia y absorción de despacho de acuerdo con los requisitos enunciados en el punto 2.

T-2.5 Normas y estándares aplicables a las tuberías de concreto

En Costa Rica las normas vigentes a la fecha para las tuberías de concreto son las emitidas por el Ministerio de Economía Industria y Comercio (MEIC) y las normas INTECO; específicamente:



- MEIC 18003 Norma oficial para tubos de concreto sin refuerzo.
- MEIC 18006 Norma oficial de tubo de concreto reforzado.
- INTE 16-11-04-08 (ASTM C 14) Tubos de concreto sin refuerzo para alcantarillado.
- INTE 16-11-01-08 (ASTM C 76) Tubos de concreto reforzado para alcantarillado
- INTE 16-11-10-08 (ASTM C 497), "Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozos de inspección prefabricados en concretos".
- INTE 16-11-11-08 (ASTM C 655), "Tubos de concreto reforzado para alcantarillado sometido a carga muerta específica".
- INTE 16-11-12-08 (ASTM C 822), "Definiciones estándar de términos relacionados con tubería de concreto y productos afines".
- ASTM A 496 "Specification for Steel Wire, Deformed, for Concrete Reinforcement".
- ASTM C 506/ AASHTO M 206 Standard Specification for Reinforced Concrete Arch Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe.
- ASTM C 507/ AASHTO M 207 Standard Specification for Reinforced Concrete Elliptical Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe.
- ASTM C 595 "Specification for Blended Hydraulic Cements".
- ASTM A 615/A 615M "Specification for Deformed and Plain Billet-Steel Bars for Concrete Reinforcement".
- ASTM C 618 "Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Concrete".
- ASTM C 789/ AASHTO M 259 Standard Specification for Precast Reinforced Concrete Box Sections for Culverts, Storm Drains, and Sewers.
- ASTM C 850/ AASHTO M 273 Precast Reinforced Concrete Box Sections for Culverts, Storm Drains, and Sewers with less than 2 ft. of Cover Subject to Highway Loading.

Normas Internacionales relacionadas:

- ASTM A 82, "Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement".
- ASTM A 185, "Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for Concrete".
- ASTM C 260, "Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete".
- ASTM C 309, "Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete".
- ASTM C 361 Standard Specification for Reinforced Concrete Low-Head Pressure Pipe.
- ASTM C 443/AASHTO M 198 Standard Specification for Joints for Circular Concrete Sewer and Culvert Pipe, Using Rubber Gaskets.
- ASTM C 478/AASHTO M 199 Standard Specification for Precast Reinforced Concrete Manhole Sections.
- ASTM C 494/C 494M "Specification for Chemical Admixtures for Concrete".
- ASTM C 877 External Sealing Bands for Non-Circular Concrete Sewer, Storm Drain and Culvert Pipe.
- ASTM C 890 Standard Practice for Minimum Structural Design Loading for Monolithic or Sectional Precast Concrete Water and Wastewater Structures.
- ASTM C 913 Standard Specification for Precast Concrete Water and Wastewater Structures.
- ASTM C 923 Resilient Connectors Between Reinforced Concrete Manhole Structures and Pipes.
- ASTM C 924 Low-Pressure Air Test of Concrete Pipe Sewer Lines.
- ASTM C 969 Infiltration and Exfiltration Acceptance Testing of Installed Precast Concrete Pipe Sewer Lines.
- ASTM C 985 Non-Reinforced Concrete Specified Strength Culvert, Storm Drain and Sewer Pipe Lines.
- ASTM C 989 "Specification for Ground Granulated Blast-Furnace Slag for Use in Concrete and Mortars".
- ASTM C 990 Standard Specification for Joints for Concrete Pipe, Manholes, and Precast Box Sections Using Preformed Flexible Joint Sealants.

- ASTM C 1017/C1017M, "Specification for Chemical Admixtures for use in Producing Flowing Concrete".
- ASTM C 1103 Standard Practice for Joint Acceptance Testing of Installed Precast Concrete Pipe Sewer Lines.
- ASTM C 1116 Specification for Fiber-Reinforced Concrete and Shotcrete".
- ASTM C 1131 Standard Practice for Least Cost (Life Cycle) Analysis of Concrete Culvert, Storm Sewer, and Sanitary Sewer Systems.
- ASTM C 1214 Standard Test Method for Concrete Pipe Sewerlines by Negative Air Pressure (Vacuum) Test Method.
- ASTM C 1244 Standard Test Method for Concrete Sewer Manholes by the Negative Air Pressure (Vacuum) Test Prior to Backfill..
- ASTM C 1417 Standard Specification for Manufacture of Reinforced Concrete Sewer, Storm Drain, and Culvert Pipe for Direct Design.
- ASTM C 1433/ AASHTO M 259/ AASHTO M 273 Standard Specification for Precast Reinforced Concrete Monolithic Box Sections for Culverts, Storm Drains, and Sewers.
- ASTM C 1479 Standard Practice for Installation of Precast Concrete Sewer, Storm Drain, and Culvert Pipe Using Standard Installations
- AWWA C 302 Reinforced Concrete Pressure Pipe, Non-Cylinder Type for Water and Other Liquids
- ASCE 15 Standard Practice for Direct Design of Buried Precast Concrete Pipe Using Standard Installations (SIDD)

TU-3 Aspectos de diseño

TU-3.1 Diseño hidráulico

Para facilitar la selección del tipo y diámetro del tubo que permita el comportamiento hidráulico adecuado de la alcantarilla que se está proyectando instalar, se incluyen cinco tablas. Estas tablas contemplan los tres casos más comunes de usos para tubería de concreto:

- Alcantarillas para caminos y carreteras
- Alcantarillas en canales de riego o zanjas de drenaje
- Alcantarillado pluvial y sanitario

El cálculo de los parámetros que intervienen en el diseño se obtuvo a partir de las definiciones y los valores en la tabla que presenta esta información útil para el diseño hidráulico de tuberías y mediante la aplicación de las fórmulas de Manning y de flujo crítico.

$$Q = A (gD)^{1/2}$$

para flujo crítico

$$Q = \frac{A R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

para flujo normal (Manning)

Siendo:

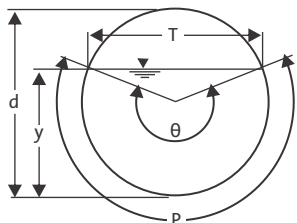
Q= caudal de diseño

g= 9.8 m/s², aceleración de la gravedad

n = 0.013, coeficiente de rugosidad de Manning para tubos de concreto A, D, R y S.



Propiedades geométricas de los tubos



$y = \text{profundidad} = \frac{1}{2}(1 - \cos(1/2\theta))d$
 $A = \text{área} = \frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta)d^2$
 $P = \text{perímetro mojado} = \frac{1}{2}\theta d$
 $R = \text{radio hidráulico} = \frac{1}{4} \frac{(1 - \text{sen}\theta)d}{\theta}$

$T = \text{ancho superficial} = \text{sen}(1/2\theta)d$
 $D = \text{profundidad media} = \frac{1/8(\theta - \text{sen}\theta)d}{\text{sen}(1/2\theta)}$
 $d = \text{diámetro interior del tubo}$

$\frac{y}{d}$	$\frac{A}{d^2}$	$\frac{P}{d}$	$\frac{R}{d}$	$\frac{T}{d}$	$\frac{D}{d}$	$\frac{AD^{1/2}}{d^{5/2}}$	$\frac{AR^{2/3}}{d^{8/3}}$	θ
0.02	0.0037	0.2838	0.0132	0.2800	0.0134	0.0004	0.0002	0.5676
0.04	0.0105	0.4027	0.0262	0.3919	0.0269	0.0017	0.0009	0.8054
0.06	0.0192	0.4949	0.0389	0.4750	0.0405	0.0039	0.0022	0.9899
0.08	0.0294	0.5735	0.0513	0.5426	0.0542	0.0069	0.0041	1.1470
0.10	0.0409	0.6435	0.0635	0.6000	0.0681	0.0107	0.0065	1.2870
0.12	0.0534	0.7075	0.0755	0.6499	0.0821	0.0153	0.0095	1.4150
0.14	0.0668	0.7670	0.0871	0.6940	0.0963	0.0207	0.0131	1.5340
0.16	0.0811	0.8230	0.0986	0.7332	0.1106	0.0270	0.0173	1.6461
0.18	0.0961	0.8763	0.1097	0.7684	0.1251	0.0340	0.0220	1.7526
0.20	0.1118	0.9273	0.1206	0.8000	0.1398	0.0418	0.0273	1.8546
0.22	0.1281	0.9764	0.1312	0.8285	0.1546	0.0504	0.0331	1.9528
0.24	0.1449	1.0239	0.1416	0.8542	0.1697	0.0597	0.0394	2.0479
0.26	0.1623	1.0701	0.1516	0.8773	0.1850	0.0698	0.0461	2.1403
0.28	0.1800	1.1152	0.1614	0.8980	0.2005	0.0806	0.0534	2.2304
0.30	0.1982	1.1593	0.1709	0.9165	0.2162	0.0921	0.0610	2.3186
0.32	0.2167	1.2025	0.1802	0.9330	0.2322	0.1044	0.0691	2.4051
0.34	0.2355	1.2451	0.1891	0.9474	0.2485	0.1174	0.0776	2.4901
0.36	0.2546	1.2870	0.1978	0.9600	0.2652	0.1311	0.0864	2.5740
0.38	0.2739	1.3284	0.2062	0.9708	0.2821	0.1455	0.0956	2.6569
0.40	0.2934	1.3694	0.2142	0.9798	0.2994	0.1605	0.1050	2.7389
0.42	0.3130	1.4101	0.2220	0.9871	0.3171	0.1763	0.1148	2.8202
0.44	0.3328	1.4505	0.2295	0.9928	0.3353	0.1927	0.1248	2.9010
0.46	0.3527	1.4907	0.2366	0.9968	0.3539	0.2098	0.1349	2.9814
0.48	0.3727	1.5308	0.2435	0.9992	0.3730	0.2276	0.1453	3.0616
0.50	0.3927	1.5708	0.2500	1.0000	0.3927	0.2461	0.1558	3.1416
0.52	0.4127	1.6108	0.2562	0.9992	0.4130	0.2652	0.1665	3.2216
0.54	0.4327	1.6509	0.2621	0.9968	0.4340	0.2850	0.1772	3.3018
0.56	0.4526	1.6911	0.2676	0.9928	0.4558	0.3055	0.1879	3.3822
0.58	0.4724	1.7315	0.2728	0.9871	0.4785	0.3268	0.1987	3.4630
0.60	0.4920	1.7722	0.2776	0.9798	0.5022	0.3487	0.2094	3.5443
0.62	0.5115	1.8132	0.2821	0.9708	0.5269	0.3713	0.2200	3.6263
0.64	0.5308	1.8546	0.2862	0.9600	0.5530	0.3947	0.2306	3.7092
0.66	0.5499	1.8965	0.2900	0.9474	0.5804	0.4190	0.2409	3.7931
0.68	0.5687	1.9391	0.2933	0.9330	0.6096	0.4440	0.2511	3.8781
0.70	0.5872	1.9823	0.2962	0.9165	0.6407	0.4700	0.2610	3.9646
0.72	0.6054	2.0264	0.2987	0.8980	0.6741	0.4971	0.2705	4.0528
0.74	0.6231	2.0715	0.3008	0.8773	0.7103	0.5252	0.2798	4.1429
0.76	0.6405	2.1176	0.3024	0.8542	0.7498	0.5546	0.2886	4.2353
0.78	0.6573	2.1652	0.3036	0.8285	0.7933	0.5854	0.2969	4.3304
0.80	0.6736	2.2143	0.3042	0.8000	0.8420	0.6181	0.3047	4.4286
0.82	0.6893	2.2653	0.3043	0.7684	0.8970	0.6528	0.3118	4.5306
0.84	0.7043	2.3186	0.3038	0.7332	0.9605	0.6903	0.3183	4.6371
0.86	0.7186	2.3746	0.3026	0.6940	1.0354	0.7312	0.3239	4.7492
0.88	0.7320	2.4341	0.3007	0.6499	1.1263	0.7769	0.3286	4.8682
0.90	0.7445	2.4981	0.2980	0.6000	1.2409	0.8294	0.3322	4.9962
0.92	0.7560	2.5681	0.2944	0.5426	1.3933	0.8923	0.3345	5.1362
0.94	0.7662	2.6467	0.2895	0.4750	1.6131	0.9731	0.3353	5.2933
0.96	0.7749	2.7389	0.2829	0.3919	1.9771	1.0895	0.3339	5.4778
0.98	0.7816	2.8578	0.2735	0.2800	2.7916	1.3060	0.3294	5.7156
1.00	0.7854	2.1416	0.2500	0.0000			0.3117	6.2832

Alcantarillas para carreteras y caminos

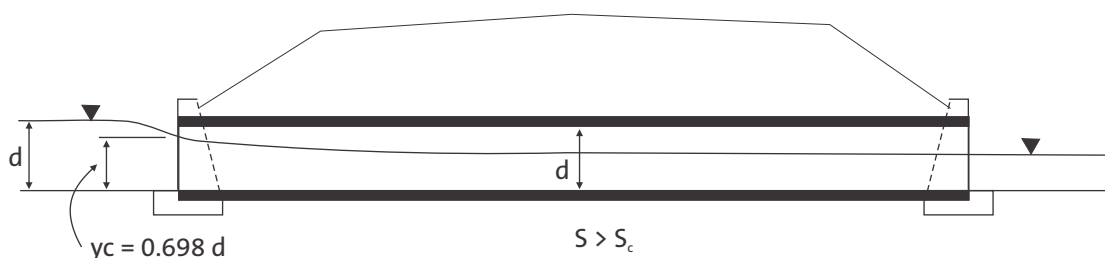
Los valores de caudal y la pendiente crítica dados en la tabla adjunta abajo, fueron calculados para las siguientes condiciones:

- Altura del nivel de agua a la entrada menor o igual a la altura de la corona del tubo.
- Control a la entrada: Pendiente del tubo 15% mayor a la pendiente crítica (S_c)

- Salida debe estar libre (no sumergida)

Se recomienda:

- Uso de tubos reforzados con un diámetro mayor o igual a 60 cm
- Caudal de diseño producido por tormenta con período de retorno de 5 años.



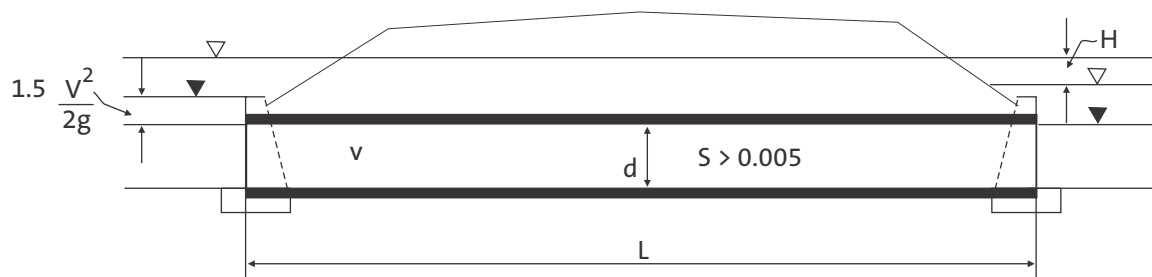
Alcantarilla con control a la entrada

Alcantarillas con nivel máximo del agua en la corona del tubo				
Diámetro nominal (cm)	Diámetro interior (cm)	Caudal (m ³ /seg)	Área (m ²)	Pendiente crítica (m/m)
10	10.2	0.005	0.0060	0.0113
15	15.2	0.013	0.0133	0.0099
20	20.3	0.026	0.0238	0.0090
25	25.4	0.046	0.0372	0.0083
30	30.5	0.073	0.0537	0.0078
30	30.0	0.070	0.0519	0.0079
40	40.0	0.144	0.0923	0.0071
50	50.0	0.252	0.1442	0.0066
60	60.0	0.397	0.2076	0.0062
70	70.0	0.584	0.2826	0.0059
80	80.0	0.816	0.3691	0.0057
90	90.0	1.090	0.4672	0.0054
100	100.0	1.420	0.5767	0.0053
120	120.0	2.250	0.8305	0.0050
137	137.2	3.140	1.086	0.0047
152	152.4	4.090	1.340	0.0046
168	167.6	5.180	1.620	0.0044
183	182.9	6.450	1.929	0.0043
213	213.4	9.480	2.626	0.0041

Notas: 1) $\theta_c = 3.01522$ (ángulo a profundidad crítica). 2) $y/d = 0.68862$ (corresponde a θ_c). 3) $n = 0.013$ (coeficiente de Manning)

En zonas con pendientes bajas a veces resulta difícil colocar el tubo a pendientes mayores que la crítica, los niveles de agua a la salida son altos y sumergen el tubo. En estos casos varían algunos de los supuestos hechos para el caso anterior y la alcantarilla trabaja con control a la salida.

La tabla de abajo permite seleccionar el tubo para dichas condiciones de flujo para los diferentes tubos trabajando llenos y para varios gradientes hidráulicos (H/L).



Alcantarilla con control de salida

Alcantarillas trabajando a tubo lleno																	
Diám. nom. (cm)	Diám. int. (cm)	Área (m ²)	Gradiente = 0.005			Gradiente = 0.01			Gradiente = 0.02			Gradiente = 0.03			Gradiente = 0.04		
			Caudal (m ³ /s)	V (m/s)	1.5hv (m)	Caudal (m ³ /s)	V (m/s)	1.5hv (m)	Caudal (m ³ /s)	V (m/s)	1.5hv (m)	Caudal (m ³ /s)	V (m/s)	1.5hv (m)	Caudal (m ³ /s)	V (m/s)	1.5hv (m)
10	10.20	0.0082	0.004	0.471	0.017	0.005	0.666	0.034	0.008	0.942	0.068	0.009	1.15	0.102	0.011	1.33	0.136
15	15.20	0.0181	0.011	0.615	0.029	0.016	0.869	0.058	0.022	1.23	0.116	0.027	1.51	0.174	0.032	1.74	0.231
20	20.30	0.0324	0.024	0.746	0.043	0.034	1.05	0.085	0.048	1.49	0.170	0.059	1.83	0.255	0.068	2.11	0.340
25	25.40	0.0507	0.044	0.866	0.057	0.062	1.22	0.115	0.088	1.73	0.229	0.107	2.12	0.344	0.124	2.45	0.459
30	30.50	0.0731	0.071	0.978	0.073	0.101	1.38	0.146	0.143	1.96	0.293	0.175	2.40	0.439	0.202	2.77	0.586
30	30.00	0.0707	0.068	0.967	0.072	0.097	1.37	0.143	0.137	1.93	0.286	0.167	2.37	0.430	0.193	2.74	0.573
40	40.00	0.1257	0.147	1.17	0.105	0.208	1.66	0.210	0.295	2.34	0.420	0.361	2.87	0.631	0.417	3.31	0.841
50	50.00	0.1963	0.267	1.36	0.142	0.378	1.92	0.283	0.534	2.72	0.566	0.654	3.33	0.849	0.755	3.85	1.13
60	60.00	0.2827	0.434	1.54	0.180	0.614	2.17	0.361	0.868	3.07	0.722	1.06	3.76	1.08	1.23	4.34	1.44
70	70.00	0.3848	0.655	1.70	0.222	0.926	2.41	0.443	1.31	3.40	0.887	1.60	4.17	1.33	1.85	4.81	1.77
80	80.00	0.5027	0.935	1.86	0.265	1.32	2.63	0.530	1.87	3.72	1.06	2.29	4.56	1.59	2.64	5.26	2.12
90	90.00	0.6362	1.28	2.01	0.310	1.81	2.85	0.620	2.56	4.02	1.24	3.14	4.93	1.86	3.62	5.69	2.48
100	100.00	0.7854	1.70	2.16	0.357	2.40	3.05	0.713	3.39	4.32	1.43	4.15	5.29	2.14	4.80	6.11	2.85
120	120.00	1.131	2.76	2.44	0.455	3.90	3.45	0.909	5.51	4.88	1.82	6.75	5.97	2.73	7.80	6.89	3.64
137	137.20	1.478	3.94	2.67	0.544	5.57	3.77	1.09	7.88	5.33	2.17	9.65	6.53	3.26	11.1	7.54	4.35
152	152.40	1.824	5.21	2.86	0.625	7.37	4.04	1.25	10.4	5.72	2.50	12.8	7.00	3.75	14.7	8.09	5.00
168	167.60	2.206	6.72	3.05	0.710	9.50	4.31	1.42	13.4	6.09	2.84	16.5	7.46	4.26	19.0	8.61	5.68
183	182.90	2.627	8.48	3.23	0.798	12.0	4.57	1.60	17.0	6.46	3.19	20.8	7.91	4.79	24.0	9.13	6.38
213	213.40	3.577	12.8	3.58	0.980	18.1	5.06	1.96	25.6	7.16	3.92	31.3	8.76	5.88	36.2	10.1	7.84

Notas: 1) $n = 0.013$ (coeficiente de Manning) 2) $V =$ velocidad a tubo lleno 3) $hv = V^2/2g$ ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

Alcantarillas en canales de riego o zanjas de drenaje

Los tubos de concreto se utilizan en estos casos para permitir el paso de peatones, animales o vehículos sobre el canal o la zanja.

Condiciones:

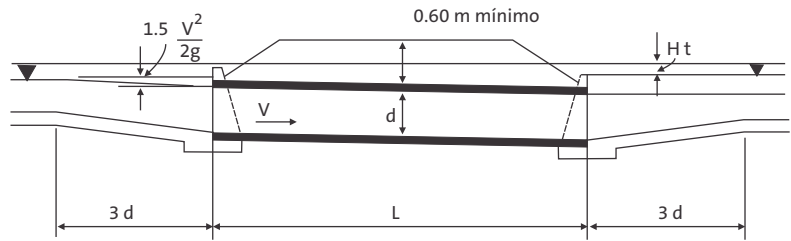
Tubo reforzado con diámetro mínimo $D = 60 \text{ cm}$. Se pueden considerar los dos siguientes casos generales:

1. Canal ya está construido. Para el tubo trabajando lleno o casi lleno, la velocidad de flujo en la alcantarilla no debe diferir mucho de la del canal.
2. Canal se está diseñando. Las pérdidas se compensan con diferencia de elevación en el

canal. La velocidad de flujo para el tubo trabajando lleno no debe exceder:

- 1.0 m/s en canales de tierra y zanjas
- 1.5 m/s en canales revestidos

Para que el tubo trabaje lleno, la corona debe estar a $1.5v^2/2g$ bajo el nivel del agua del canal. Las pérdidas de carga (H_t) se estiman en $1.5v^2/2g$.



Alcantarillas trabajando a la velocidad indicada y a tubo lleno

Diám. nom. (cm)	Diám. int. (cm)	Área (m ²)	Velocidad = 0.600			Velocidad = 1.00			Velocidad = 1.50			Velocidad = 3.00			Velocidad = 5.00		
			Caudal (m ³ /s)	Sf (m/m)%	1.5hv (m)	Caudal (m ³ /s)	Sf (m/m)%	1.5hv (m)	Caudal (m ³ /s)	Sf (m/m)%	1.5hv (m)	Caudal (m ³ /s)	Sf (m/m)%	1.5hv (m)	Caudal (m ³ /s)	Sf (m/m)%	1.5hv (m)
10	10.20	0.0082	0.005	0.8106	0.028	0.008	2.252	0.077	0.012	5.066	0.172	0.025	20.26	0.689	0.041	56.29	1.91
15	15.20	0.0181	0.011	0.4762	0.028	0.018	1.323	0.077	0.027	2.976	0.172	0.054	11.91	0.689	0.091	33.07	1.91
20	20.30	0.0324	0.019	0.3238	0.028	0.032	0.8994	0.077	0.049	2.024	0.172	0.097	8.095	0.689	0.162	22.49	1.91
25	25.40	0.0507	0.030	0.2402	0.028	0.051	0.6671	0.077	0.076	1.501	0.172	0.152	6.004	0.689	0.253	16.88	1.91
30	30.50	0.0731	0.044	0.1882	0.028	0.073	0.5227	0.077	0.110	1.176	0.172	0.219	4.704	0.689	0.365	13.07	1.91
30	30.00	0.0707	0.042	0.1924	0.028	0.071	0.5343	0.077	0.106	1.202	0.172	0.212	4.809	0.689	0.353	13.36	1.91
40	40.00	0.1257	0.075	0.1311	0.028	0.126	0.3641	0.077	0.188	0.8192	0.172	0.377	3.277	0.689	0.628	9.102	1.91
50	50.00	0.1963	0.118	0.0973	0.028	0.196	0.2704	0.077	0.295	0.6084	0.172	0.589	2.434	0.689	0.982	6.760	1.91
60	60.00	0.2827	0.170	0.0763	0.028	0.283	0.2120	0.077	0.424	0.4771	0.172	0.848	1.908	0.689	1.41	5.301	1.91
70	70.00	0.3848	0.231	0.0622	0.028	0.385	0.1727	0.077	0.577	0.3885	0.172	1.15	1.554	0.689	1.92	4.316	1.91
80	80.00	0.5027	0.302	0.0520	0.028	0.503	0.1445	0.077	0.754	0.3251	0.172	1.51	1.300	0.689	2.51	3.612	1.91
90	90.00	0.6362	0.382	0.0445	0.028	0.636	0.1235	0.077	0.954	0.2779	0.172	1.91	1.111	0.689	3.18	3.087	1.91
100	100.00	0.7854	0.471	0.0386	0.028	0.785	0.1073	0.077	1.18	0.2414	0.172	2.36	0.9658	0.689	3.93	2.683	1.91
120	120.00	1.131	0.679	0.0303	0.028	1.13	0.0842	0.077	1.70	0.1893	0.172	3.39	0.7574	0.689	5.65	2.104	1.91
137	137.20	1.478	0.887	0.0253	0.028	1.48	0.0704	0.077	2.22	0.1584	0.172	4.44	0.6335	0.689	7.39	1.760	1.91
152	152.40	1.824	1.09	0.0222	0.028	1.82	0.0612	0.077	2.74	0.1377	0.172	5.47	0.5507	0.689	9.12	1.530	1.91
168	167.60	2.206	1.32	0.0194	0.028	2.21	0.0539	0.077	3.31	0.1213	0.172	6.62	0.4851	0.689	11.0	1.348	1.91
183	182.90	2.627	1.58	0.0173	0.028	2.63	0.0480	0.077	3.94	0.1079	0.172	7.88	0.4318	0.689	13.1	1.199	1.91
213	213.40	3.577	2.15	0.0141	0.028	3.58	0.0391	0.077	5.37	0.0879	0.172	10.7	0.3515	0.689	17.9	0.9764	1.91

Notas: 1) $n = 0.013$ (coeficiente de Manning) 2) Sf = pérdidas por fricción por metro (%) 3) hv = carga de velocidad ($V^2/2g$) 4) Velocidad en metros por seg.

Alcantarillado pluvial o sanitario

En alcantarillados pluviales, el agua entra al alcantarillado en los pozos. El análisis de cada pozo se realiza utilizando el principio de cambio en la cantidad de movimiento. El valor $1.5v$ es el límite de la profundidad que alcanzará el agua en el pozo de registro a la entrada de cada alcantarilla por encima del nivel del agua en el tubo.

El valor de $K = 1.5$ puede reducirse mediante el cálculo de las condiciones de flujo en cada pozo.

Cuando el número de Froude tiene un valor igual a 1.1, la alcantarilla tiene control a la entrada, es decir, la geometría y la profundidad del flujo en el pozo a la entrada del tubo determinan el caudal que fluye por la estructura.

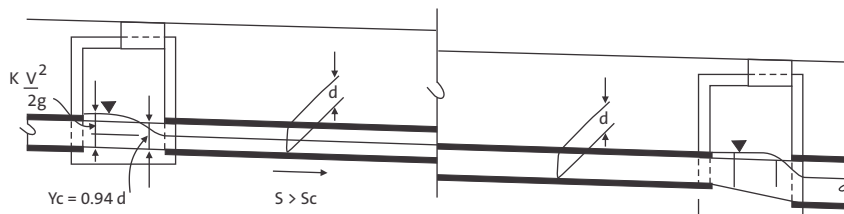
Cuando el número de Froude es igual a 0.9, el control está a la salida, o sea que la pendiente del tubo y la profundidad del agua a la salida determinan el caudal que puede evacuar la alcantarilla.

En alcantarillados sanitarios, el agua entra al alcantarillado a lo largo de tubos y no en los pozos. Para ese caudal se puede

seleccionar el tubo de la próxima tabla, pero en este caso se recomienda colocar tapas en el fondo de los pozos y caídas tipo AyA.

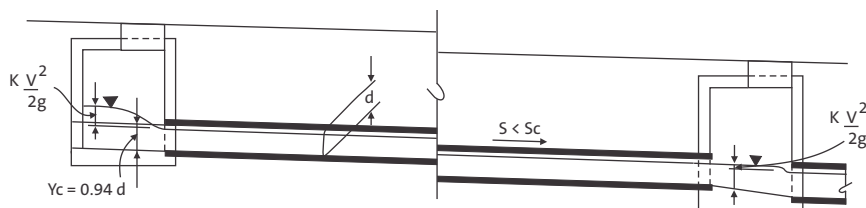
Esta misma tabla se puede usar directamente para seleccionar el tubo que, a una pendiente igual o mayor que la indicada, evacúe un caudal igual o mayor que el de diseño. Sirve tanto para alcantarillado pluvial como sanitario.

Alcantarillado pluvial (Froude ≥ 1.1)



Cuando $S > S_c \Rightarrow$ Froude ≥ 1.1

Alcantarillado pluvial (Froude ≤ 0.9)



Cuando $S < S_c \Rightarrow$ Froude ≤ 0.9

Características de los tubos trabajando a 0.94 del diámetro

Diámetro nominal (cm)	Diámetro interior (cm)	Área (0.94) (m ²)	2/3 AR (m ⁸ /3)	Número de Froude = 1.10				Número de Froude = 0.90			
				Caudal (m ³ /s)	V (m/s)	Sf (m/m)	1.5 hv (m)	Caudal (m ³ /s)	V (m/s)	Sf (m/m)	1.5 hv (m)
10	10.20	0.0088	0.0008	0.010	1.29	0.0348	0.009	0.009	1.14	0.0280	0.100
15	15.20	0.0177	0.0022	0.027	1.57	0.0305	0.025	0.025	1.40	0.0246	0.149
20	20.30	0.0316	0.0048	0.057	1.82	0.0277	0.051	0.051	1.61	0.0223	0.199
25	25.40	0.0494	0.0087	0.099	2.03	0.0257	0.089	0.089	1.80	0.0207	0.249
30	30.50	0.0713	0.0141	0.156	2.23	0.0242	0.141	0.141	1.98	0.0195	0.299
30	30.00	0.0690	0.0135	0.150	2.21	0.0210	0.277	0.135	1.96	0.0169	0.294
40	40.00	0.1226	0.0291	0.308	2.55	0.0190	0.484	0.277	2.26	0.0153	0.392
50	50.00	0.1915	0.0528	0.538	2.85	0.0177	0.605	0.485	2.53	0.0142	0.490
60	60.00	0.2758	0.0859	0.849	3.13	0.0166	0.726	0.764	2.77	0.0134	0.588
70	70.00	0.3754	0.1295	1.25	3.38	0.0158	0.847	1.12	2.99	0.0127	0.686
80	80.00	0.4903	0.1849	1.74	3.61	0.0151	0.968	1.57	3.20	0.0122	0.784
90	90.00	0.6206	0.2532	2.34	3.83	0.0145	1.09	2.11	3.39	0.0117	0.882
100	100.00	0.7662	0.3353	3.05	4.04	0.0140	1.21	2.74	3.58	0.0113	0.980
120	120.00	1.103	0.5452	4.81	4.42	0.0132	1.45	4.32	3.92	0.0106	1.18
137	137.20	1.442	0.7793	6.72	4.73	0.0216	1.66	6.04	4.19	0.0102	1.34
152	152.40	1.779	1.031	8.73	4.98	0.0122	1.84	7.86	4.42	0.0980	1.49
168	167.60	2.152	1.329	11.1	5.22	0.0118	2.03	9.97	4.63	0.0095	1.64
183	182.90	2.563	1.677	13.8	5.46	0.0115	2.21	12.4	4.84	0.0092	1.79
213	213.40	3.489	2.531	20.3	5.89	0.0109	2.58	18.2	5.23	0.0088	2.09

Notas:

- 1) $n = 0.013$ (para tubos menores que 30 cm)
- 2) $n = 0.014$ (para tubos mayores que 30 cm)
- 3) $V =$ velocidad (para $F = 1.1$ se calculó a $0.9178 d$)
- 4) $h_v = V^2/2g$ (para $F = 1.1$ se calculó a $y = 0.94 d$)
- 5) $S_f =$ pendiente de fricción (para $F = 1.1$ se calculó a $0.9178 d$)
- 6) Si la caída $K V^2/2g$ en el pozo es grande (>45 cm) se recomienda utilizar la caída y pozo tipo AyA.

TU-4 Instalación

TU-4.1 Preparación de la zanja

Realizar el corte del terreno de manera segura, tomando en cuenta el tipo de suelo, la profundidad de la excavación y el ademe correspondiente.

En el caso de terrenos arcillosos o margosos de fácil meteorización, si fuese absolutamente imprescindible efectuar en más tiempo la apertura de las zanjas, se deberá dejar sin excavar unos veinte centímetros sobre la rasante, para realizar su acabado en el momento de la instalación de la tubería.

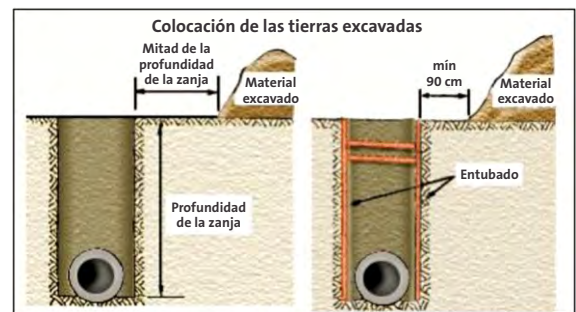
Se debe excavar hasta la línea de la rasante siempre que el terreno sea uniforme; si quedan al descubierto elementos rígidos tales como piedras, rocas, etc., será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior, manteniendo la capacidad portante del terreno. De ser preciso efectuar voladuras para las excavaciones, en general en poblaciones, se adoptarán precauciones para la protección de personas o propiedades, siempre de acuerdo con la legislación vigente. Nivelar y compactar el fondo de la zanja.

El material procedente de la excavación se apila lo suficientemente alejado del borde de las zanjas para evitar el desmoronamiento de éstas o que los desprendimientos puedan poner en peligro a los trabajadores. Se recomienda ubicarlo a una distancia del borde de la mitad de la profundidad de la zanja, ó 2m para zanjas no ademadas y 0.9m para zanjas ademadas.



El material extraído se usa frecuentemente para el posterior relleno, por lo que es conveniente acopiarlo a lo largo de la zanja a una distancia adecuada de uno de sus bordes.

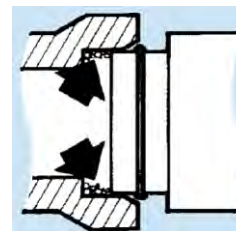
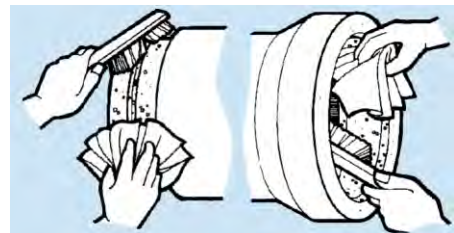
Construir la capa de apoyo, de manera que el material quede lo más suelto posible, se debe proveer un espacio para alojar la campana.



TU-4.2 Colocación del tubo

a. Limpiar los extremos de los elementos

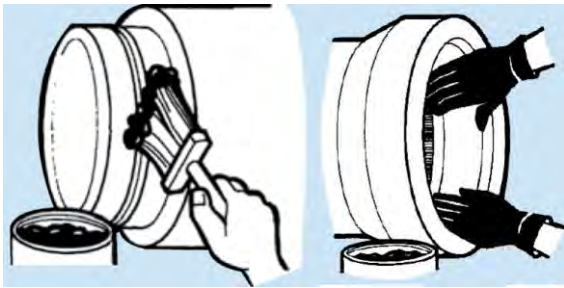
Eliminar cualquier suciedad o materia extraña en la campana o en la "espiga", pueden impedir a la junta de goma cumplir su función.



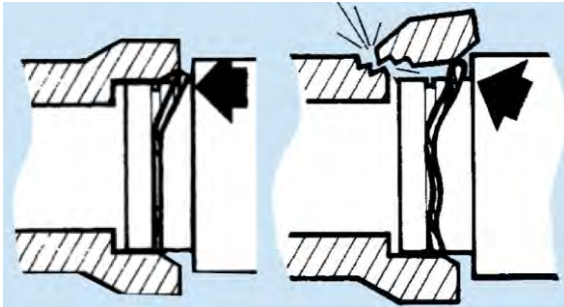
La suciedad obstaculiza la correcta unión

b. Lubricar la campana y el empaque

Si no se lubrica bien la campana, puede ocurrir que la junta de goma se pegue, causando algunas veces el resquebrajamiento de la campana o que el empaque quede ubicado fuera de su posición.



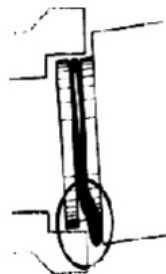
Lubricar campana y espiga, el empaque se lubrica solo cuando no es auto-lubricado.



Rompimiento de campana o empaque por falta de lubricar.

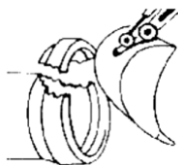
c. Alinear la tubería

Si la campana y la "espiga" no están nivelados o no han sido cuidadosamente alineados, la junta de goma tiende a salirse causando un escape o el agrietamiento de la campana.



d. Colocación de la tubería

Usar una máquina para empujar y conectar tubos o para colocarlos en el suelo, puede ejercer demasiada presión ocasionando la rotura o agrietamiento.



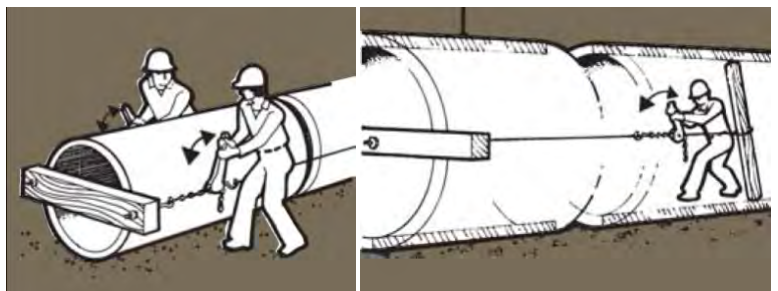
Para diámetros menores el empuje de la tubería puede realizarse de manera manual, colocando un soporte de madera que reparte la fuerza de empuje en varios puntos de la circunferencia.

En el caso de diámetros mayores, se entraba una pieza de madera uno o dos tubos hacia atrás en la

línea de tubería ya instalada, se une a esa pieza un cable de acero con un teclé para ajustar la posición del tubo.



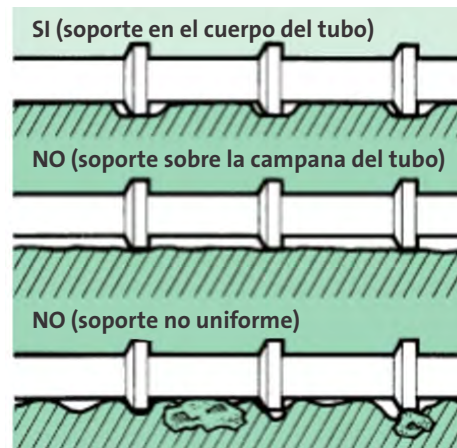
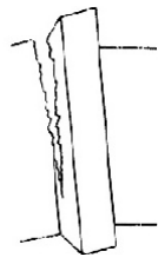
Colocación de tuberías de diámetros menores.



Colocación de tuberías de diámetros mayores.

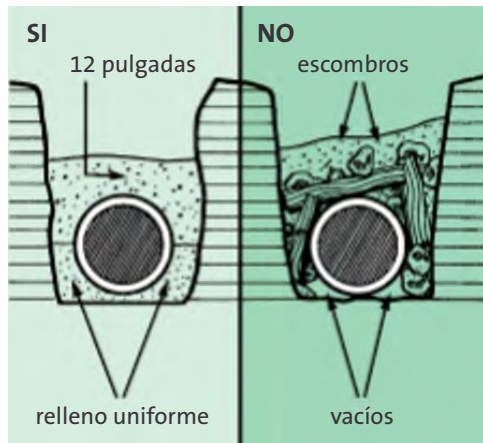
e. Soportar correctamente la campana

Cuando no se ha cavado bien el hueco para la campana, esta puede agrietarse o romperse. También puede suceder que el tubo se rompa.



f. Relleno de la zanja

- Rellenar y compactar con medios ligeros hasta completar a la mitad del tubo.



- El material de relleno no debe tener presencia de escombros o material orgánico.
- Realizar el relleno lateral alternando, para evitar desplazamientos del tubo.

TU-4.3 Seguridad en trabajos de instalación de tuberías

Los riesgos más comunes para el personal:

- Desprendimiento de tierras,
- Caída de personas a distinto nivel,
- Caídas de personas al interior de la zanja,
- Enterramientos accidentales,
- Atrapamientos de personas por la maquinaria, los vehículos de obra y los derivados por interferencias con conducciones enterradas, inundación, golpes por objetos, caídas de objetos, etc.

Dadas las graves consecuencias que se pueden derivar deben adoptarse normas y medidas preventivas.

Estas normas y medidas pueden resumirse en:

- El personal que va a trabajar en el interior de las zanjas debe conocer ampliamente los riesgos asociados al trabajo.
- Contar con una escalera sólida para el acceso y

salida de una zanja, anclada en el borde superior de la zanja y apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas. La escalera debe sobrepasar en 1 m el borde de la zanja. No se debe escalar por los ademes de la excavación para salir.

- Para pasar por encima de una zanja se deben instalar pasarelas adecuadas.
- Los acopios (tierras, materiales, etc.) deben ubicarse a una distancia del borde de la mitad de la profundidad de la zanja, ó 2m para zanjas no ademadas y 0.9m para zanjas ademadas
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a los 2 m se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla (pasamanos, listón intermedio y rodapié) situada a una distancia mínima de 2 m del borde.
- Si los trabajos requieren iluminación se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra, en las que se instalarán proyectores de intemperie, alimentados a través de un cuadro eléctrico general de obra. Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará a 24 V. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango aislados eléctricamente.
- En caso de taludes que deban quedar estables durante largo tiempo, se debe colocar protección adecuada para control de erosión y estabilidad.
- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes exógenos por proximidad de caminos, calles, carreteras, etc. Esto se hará en especial si en la proximidad se realizan excavaciones con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Los trabajos a realizar en los bordes de las zanjas, con taludes no muy estables, se ejecutarán sujetos con el cinturón de seguridad amarrado a "puntos fuertes" ubicados en el exterior de las zanjas.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Las zanjas deben estar rodeadas de un bordillo que puede ser prefabricado o conformado en el terreno, para impedir la caída de materiales sobre el personal que trabaja en el fondo de la excavación.

- No se debe suprimir nunca uno o varios ademes sin un plan preestablecido por el profesional responsable, ya que entonces el ademe restante no necesariamente cuenta con suficiente resistencia para impedir un derrumbe.

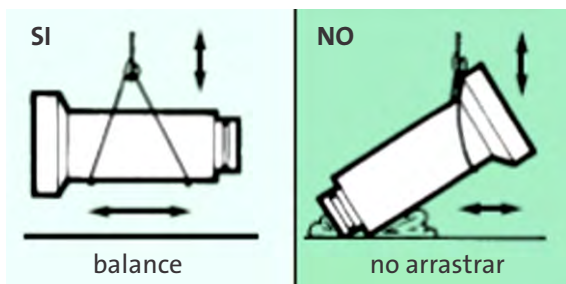
En lo que se refiere al equipo de protección personal se debe utilizar como mínimo: casco, gafas, cinturón de seguridad, guantes de cuero, botas de seguridad, botas de goma, ropa de trabajo, traje para ambientes húmedos o lluviosos y protectores auditivos.

Frecuencia en las inspecciones de las excavaciones:

- Se revisarán los ademes tras la interrupción de los trabajos (receso nocturno o de más de dos horas) antes de reanudarse éstos de nuevo.
- Diariamente antes de cada turno de trabajo.
- Según sea necesario durante cada turno de trabajo.
- Después de llover o de cualquier otro acontecimiento que pueda elevar los riesgos (por ejemplo, el que vehículos o equipos se acerquen al borde de una excavación).

Las inspecciones deben ser realizadas por una persona competente que:

- Haya recibido adiestramiento en el análisis de suelo.
- Haya recibido adiestramiento en el uso de sistemas de protección.
- Tenga la autoridad y conocimiento para eliminar riesgos inmediatamente.



TU-5 Almacenaje y manipuleo

TU-5-1 Transporte y recepción del producto

Transporte

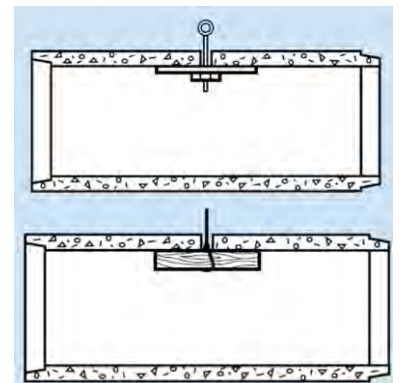
- El transporte de los tubos se debe realizar sin provocar daños al producto.
- Los tubos se aseguran de manera que se impida el movimiento, acomodándolos en estibas con campanas alternas y calzado sobre piezas de madera que eviten el contacto de las campanas con la superficie de apoyo

Recepción

- Sin bajar el producto del camión:
- Comprobar la cantidad y el tipo de tubería contra la orden de entrega
- Inspeccionar el producto, si existen grietas visibles, éstas no deben extenderse a través de la pared y la anchura no debe ser superior a 0,10 mm.

TU-5-2 Descarga del producto

- Las tuberías deben levantarse por medios mecánicos. No deben ser "empujados" o lanzados.
- En la descarga utilizando equipo, el izado se debe realizar del cuerpo para no dañar los bordes del elemento y se puede realizar con cadenas o eslingas.
- Cuando el levantamiento se realiza con excavadoras o retroexcavadoras, la carga de seguridad del equipo no debe ser superada.



Forma correcta de izar una tubería con perforación para izado

Carga máxima de tubería reforzada clase III por tipo de transporte

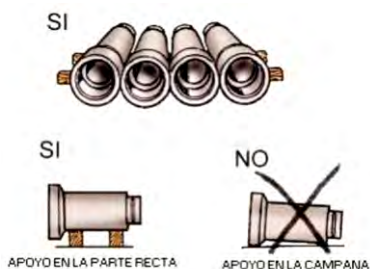
Tubería Ø x largo (mm)	Ø ext. (mm)	Peso (kg)	Pick-up	Mediano	Camión	Tándem	Trailer
300 X 1.25	51	213.3	13	24	42	63	115
400 X 1.25	62	348.6	12	15	26	39	70
400 X 2.50	62	550.9	5	7	16	24	44
500 X 1.25	73	393.1	9	12	23	34	62
500 X 2.50	73	760.2	5	6	12	18	32
600 X 1.25	84	517.0	5	9	18	26	47
600 X 2.50	84	994.8	3	3	9	13	25
700 X 1.25	95	677.9	5	7	13	20	36
700 X 2.50	95	1,306.3	3	3	7	10	19
800 X 1.25	106	856.5	3	4	9	16	26
800 X 2.50	106	1,655.7	1	2	5	6	11
900 X 1.25	117	1,048.0	2	3	8	12	20
900 X 2.50	117	1,937.4	1	1	4	6	10
1000 X 2.50	128	2,195.3	1	1	4	5	9
1200 X 2.50	151	3,239.2	1	1	3	4	7
1370 X 2.00	165	3,203.6	1	1	3	4	7
1520 X 1.25	182.8	2,449.1	1	1	3	4	6
1520 X 2.00	182.8	3,901.9	1	1	2	4	6
1680 X 1.25	200.6	3,125.9	1	2	3	3	6
1830 X 1.25	218.4	3,458.4		1	2	3	5
2130 X 1.25	254	4,744.0			2	2	4
2440 X 1.25	295	6,100.0			1	2	4

Ø = diámetro

TU-5-3 Almacenamiento

Aunque las tuberías son fuertes, los extremos son particularmente susceptibles a los daños. Por lo tanto, es importante al apilar tuberías tener en cuenta:

- Ubicar el producto lo más cercano del sitio de instalación en el lado opuesto a las tierras de excavación. Considerar que cuente con el espacio disponible para manipular la tubería.
- El sitio de descarga debe estar nivelado, libre de escombros o lodo, tener capacidad para soportar el peso de las tuberías a apilar.



- Colocar los tubos en grupos de un mismo diámetro.
- Para almacenamiento en varias hiladas, ubicar parales verticales y calzas a los extremos de la primera hilada de tubos para prevenir desplazamientos.
- En piso concreto, ubicar piezas de madera bajo la tubería para evitar el contacto de la campana con la superficie de apoyo.
- En piso de lastre, excavar bajo las campanas para evitar su apoyo.
- La hilada siguiente se colocará de tal manera que todas las campanas estén al mismo lado y sobresalgan los machos de la hilada anterior (espigas y campanas alternos).
- Por seguridad se recomienda no tener estibas mayores de 1.8m.
- Los empaques deben ser almacenados en un lugar fresco, seco y oscuro, manteniéndolos libres de polvo, grasas, aceites y principalmente los rayos del sol.





**PRODUCTOS
DE CONCRETO**

Empresa Holcim (Costa Rica) S.A.

Salas de Ventas:

- San Francisco de Dos Ríos • Tel. 2226-3333

- San Rafael de Alajuela • Tel. 2205-2828

Soporte Comercial

Tel. (506) 2205-2800 • Fax 2205-2700

Apdo. 4301-1000

San Rafael de Alajuela, Costa Rica

www.pc.cr