

PAVCO

Manual Técnico UNIÓN PLATINO



Mexichem.

Tubosistemas para Acueducto PAVCO	5
Tubosistemas para Acueducto PAVCO	5
Tuberías Unión Platino PAVCO	8
Accesorios Unión Platino PAVCO RDE 21	9
Accesorios Ensamblados	11
Accesorios Unión Platino PAVCO RDE 13.5	13
Accesorios PVC Clase 200	14
Lubricante	15
Tuberías de Alta Presión	15
Diseño	16
Evaluación Hidráulica	16
Diseño Hidráulico	16
Coefficiente de Pérdidas Menores	13
Golpe de Ariete	27
Diseño de Anclajes	28
Diseño de Curvatura Longitudinal	29
Cálculo de Cimentación	31
Guía de Instalación	32
Transporte y Almacenamiento	32
Ejecución de la Obra	33
Puesta en Servicio	36
Prueba Hidrostática	36
Prueba de Hermeticidad	36
Limpieza y Desinfección	37
Mantenimiento	37
Rotulado	37

CONTENIDO

Acometidas Domiciliarias PF + UAD 38

Tuberías PF + UAD PAVCO	39
Accesorios PF + UAD PAVCO	39
Instalación	40
Rotulado	42

Definición

Como respuesta a sus necesidades en el suministro de agua potable, en las etapas de conducción, redes y conexiones domiciliarias, PAVCO le proporciona Tubosistemas de Acueducto con mejores beneficios. Fabricadas de PVC-U, Policloruro de Vinilo rígido.

Este material garantiza la conservación de la calidad del agua para consumo humano ya que ha sido verificado de acuerdo a la ANSI/NSF 61:02 sin exceder los valores máximos de aluminio, antimonio, cobre, arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, selenio y plata que establece el decreto 1575 de 2007 y la resolución 2115 de 2007. Además la resina de PVC con que se fabrica ha sido certificada de tal forma que el cloruro de vinilo monómero residual es menor a 3,2mg/kg.

Ventajas

1. Mayores Caudales:

Coefficiente de fricción $c=150$ mm (Williams & Hazen)
 $K_s = 0,0015$ mm (Darcy - Weisbach)

2. Más Fácil y Rápido de Instalar:

- Peso liviano.
- Unión con anillo de caucho, integral al tubo.
- Tuberías de 6 metros.
- Tuberías con presión de trabajo hasta 500 psi.
- Tuberías de 2" hasta 24".

3. Amigos del Medio Ambiente:

Unión estanca: Impide la contaminación del agua conducida. Impide la erosión de los suelos y hundimiento de vías, debido a exfiltraciones.

4. Sismo-Resistentes:

- Naturaleza semirígida.
- La unión permite un amplio grado de movimiento axial.

5. Vida Útil Mayor a 50 Años:

Esta información no es garantía de producto dado que PAVCO no ejerce control sobre todos los aspectos que se presenten en la instalación y que afectan directamente el desempeño y la vida útil del producto.

- Fabricados con resinas químicamente resistentes a la acción agresiva de los suelos y aguas.
- Diseñadas para conducir fluidos a presión, a partir de un coeficiente de seguridad de 2 a largo plazo.

6. Fácil Mantenimiento:

- Herramientas convencionales (segueta y escofina).
- Inventario de Tuberías y Accesorios local.

7. Más Económicos:

- Transportan un mayor volumen de agua que las tuberías convencionales.
- Obras más rápidas de ejecutar.
- Mayor vida útil.

Servicios

Igualmente PAVCO le brinda la más completa gama de servicios:

1. Capacitación Dirigida a:

- Centros de Educación Técnica y Universitaria.
- Personal:
Empresas de servicio, Ingeniería, Fontanería,
Acciones comunales y Juntas administradoras.

2. Asistencia Técnica Durante el Proceso de:

- Diseño.
- Compra.
- Ejecución de obra.
- Operación.
- Mantenimiento.

3. Red Nacional de Servicios:

- Respuesta personalizada.
- Atención inmediata.
- Inventario de material local.

Historia y Antecedentes

Años 60: Tuberías con Unión Soldada.

Años 70: Tuberías para acueducto con Unión Mecánica Unión Z.

Año 2000: Tubería para acueducto con UNIÓN PLATINO.

Esta unión está basada en el sistema concebido por el inventor noruego Rieber. Precisamente la primera instalación de PVC con sello integrado fue realizada en los límites de la ciudad de Bergen, Noruega, en el año 1973. Desde hace más de 18 años se utiliza en los Estados Unidos y Canadá, sin que hasta la actualidad se registren reclamos por fallas o pérdidas. Más de medio billón de Kilómetros de tuberías en PVC, en diámetros de 40mm a 800mm, han sido instalados en estos países, en ambientes de extremo calor y/o temperaturas bajo cero y en todos los casos se han comprobado satisfactoriamente las cualidades y ventajas de la UNIÓN PLATINO.

En la actualidad, aproximadamente el 85% de las tuberías de PVC para conducción de fluidos y distribución de agua fabricados en Estados Unidos, utilizan esta unión.

En Colombia, PAVCO, líder en la fabricación de Tuberías y Accesorios, introduce la UNIÓN PLATINO, garantizando no solo las tuberías sino también la Unión.

Diámetros de 2" a 24" Conducciones de Alta Exigencia

A semejanza de los países desarrollados, el inexorable crecimiento de las ciudades, así como la inversión pública, la escasez del agua y la operación privada de los servicios de acueducto, han dado lugar a la ejecución de obras de gran magnitud. Con lo anterior, se ha creado una nueva exigencia en la conducción de fluidos que está definida por los siguientes requisitos:

- La eliminación de fugas.
- La no contaminación, así como la eliminación de infiltraciones.
- La ausencia de interrupciones en la provisión del servicio.
- La aptitud para soportar terrenos agresivos, temperaturas extremas y severas condiciones de trabajo.
- La alta velocidad de ejecución, aún con mano de obra no especializada disponible en la zona.

Unión Platino

La Hermeticidad Efectiva

La simpleza de una gran solución.

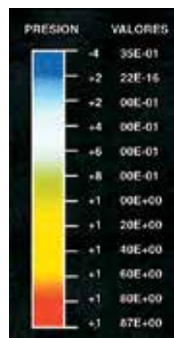
La Unión integrada a la UNIÓN PLATINO, introduce una mejora en los sistemas de Acueducto, con un concepto extremadamente simple: Tubería + Unión Platino = Una Sola Pieza.

El sello es insertado durante la fabricación del tubo, bajo condiciones controladas y repetibles con retenedor en la cuna que evita el desplazamiento en el proceso de instalación.

Además, el sello integrado tiene un alma de acero que, conjuntamente con el caucho sintético SBR, logra una unidad de dimensiones perfectas, circunscribiendo la hermeticidad de la unión a una sola variable: El diámetro exterior del espigo del tubo.

Nota: Todos los hidrosellos de las Tuberías Unión Platino están fabricados bajo la especificación: 1/3 de SBR (Stireno Butadieno Rubber) + 2/3 de Caucho Natural.

Comportamiento del Sello en el Montaje



El colchón de aire (A) permite que el sello de goma se comprima en esa dirección, para asegurar una correcta instalación con el mínimo esfuerzo de inserción.

En (B) se observa la pre-compresión obtenida por la colocación del sello durante la fabricación. Así que el sello y el tubo constituyen una pieza única.



El alma metálica del sello integrado impide la deformación, el desplazamiento y principalmente, el fenómeno conocido como "Fish mouthing" (mordedura) durante la instalación.



Como puede apreciarse en la escala de presión, la resistencia a la inserción está limitada al labio interior del sello y al exterior del tubo que se está uniendo, sin observarse esfuerzo y/o deformaciones en el resto de la masa de caucho.



Se crea el sello principal, comprimiendo el caucho entre el alma de acero y el espigo del tubo (aproximadamente 20%). De igual modo puede verse la instalación terminada, con el sello cubriendo totalmente la cavidad existente entre las dos paredes.



Ante el pico de presión, el esfuerzo continúa acotado por el alma de acero y la geometría del sello se mantiene intacta, asegurando la estanqueidad, aún ante el natural agrandamiento del sello.



Finalizada la sobrepresión y restablecidas las condiciones de trabajo, la imagen muestra la junta en régimen. La secuencia completa evidencia que el sello nunca abandonó su posición, sin sufrir desgaste por abrasión y manteniendo siempre la estanqueidad garantizada.

Comportamiento del Sello Bajo Presión

La siguiente secuencia muestra el accionar del sello durante el ciclo de presión de trabajo y una eventual sobrepresión, comprobando así que el comportamiento de la UNIÓN PLATINO, responde al concepto de UNA SOLA PIEZA.



El corte de la unión muestra el conjunto funcionando a presión de trabajo. El sello se ubica en una posición habitual y puede verse la compresión que soporta el alma metálica y el caucho llenando toda la cavidad sin presencia de colchón de aire.



Ante el inicio de una eventual sobrepresión, es notable como el primer elemento que reacciona al esfuerzo, es el alma de acero impidiendo torceduras y/o deformaciones. De igual modo debe advertirse que el sello no ha sufrido desplazamiento.



La sobrepresión va en aumento concentrándose la carga de presión, principalmente en el alma de metal y en el caucho que está ubicado entre la misma y el alojamiento del sello, en el doblez del labio interior y en el espigo, conservando el sello la geometría general y la posición original.

Ventajas

Además de las ventajas de las tuberías PAVCO a saber:

- Resistencia a la corrosión
- Resistencia a la electrólisis
- Paredes lisas
- Factor de fricción constante ($c=150$ $k_s=0.0015$ mm)
- Resistencia a la rotura
- Peso liviano
- Resistencia a los productos químicos
- Auto extinguable
- Baja conductividad térmica
- Económica

Las tuberías Unión Platino PAVCO:

- Son fáciles de ensamblar. El diseño de la unión reduce a un mínimo los riesgos de hacer un acople defectuoso.
- La Unión Platino permite un amplio grado de movimiento axial para acomodarse a cambios de longitud en instalaciones enterradas. Estos cambios de longitud pueden venir de asentamientos del terreno o de expansiones o contracciones debidas a cambios de temperatura.
- La Unión Platino PAVCO puede soportar vacío parcial o alternativamente, presión externa cuando se instala en terrenos inundados. Está diseñada para la misma presión de trabajo que la tubería sobre la cual se forma.
- La eficiencia del anillo de caucho aumenta con la presión hidráulica interna.

Tuberías Unión Platino

- El sello no removible Unión Platino es una masa de caucho sintético, reforzado con un aro metálico interior, que se coloca en condiciones controladas de fábrica, limitando las variables de sellado a sólo una: el diámetro exterior del espigo del tubo, brindando perfecta estanqueidad en todas las fases de presión, tanto positiva como negativa.
- La Unión Platino reduce drásticamente el riesgo de desplazamiento del sello, ocasionado por causas accidentales o por efecto de "ondas de presión" y/o los golpes de ariete, debido a que la rigidez del "alma" metálica impide que el sello de goma se deforme y/o desplace de su alojamiento.
- La Unión Platino por ser "una sola pieza: sello + tubería" evita la incorrecta instalación de los sellos, como a menudo sucede en tuberías convencionales, dando lugar a fugas y/o infiltraciones indeseables.
- La Unión Platino elimina las posibilidades de error del instalador, sencillamente porque el sello integrado es parte del tubo, con lo cual el trabajo en instalación se limita a la unión de un tubo con otro.

Propiedades

Celda 12454 PVCU

Propiedades	Número de Celda	Valores	
Propiedades Mecánicas			
Material	1	PVC	
Peso Específico		1,41 gr/cm ³	
Resistencia al Impacto (Izod)	2	0,65 pie-lbf/pulg	0,39 j/m
Resistencia a la Tensión	4	7.000 psi	47.78 MPa
Módulo de Elasticidad en Tensión	5	400.000 psi	2.730 MPa
Temperatura de Deflexión bajo Carga	4	158°F	70°C

Normas

Las Tuberías PAVCO, sobre las cuales se forma la Unión Platino, se ciñen a la Norma Técnica Colombiana 382 y están garantizadas para el transporte de agua potable. Para poder mantener el RDE (Relación Diámetro Espesor) constante en la Unión se aumenta el espesor de pared del tubo en el tramo donde se forma la campana y en esta forma, la presión de trabajo se garantiza también en la Unión Platino. Tuberías: Norma Técnica Colombiana 382. Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) clasificados según la Presión (Serie RDE).



NTC 382



NTC 2295

Campanas: Norma Técnica Colombiana 2295. Uniones con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos empleados para el transporte de fluidos a presión.

Hidrosellos: Norma Técnica Colombiana 2536

Norma ASTM F 477/93

Instalación: Norma Técnica Colombiana 3742

Tuberías Unión Platino PAVCO

Tubos de 6 m

RDE 13.5 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 315 psi - 2.17 MPa - 22.14 Kg/cm²

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso Aprox. Kg/m	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom. mm
			mm	pulg.	mm	pulg.	
2	2902475	1.10	60.00	2.36	4.47	0.18	51.06
3	2900357	2.30	88.90	3.50	6.58	0.26	75.74
4	2900032	4.36	114.30	4.50	8.46	0.33	97.38
6	2900358	9.90	168.28	6.62	12.47	0.49	143.34
8	2900053	16.03	219.08	8.62	16.23	0.64	186.62
*10	2905044	24,41	273,05	10,750	20,23	0,796	232,59
*12	2902484	35,04	323,04	12,750	23,99	0,944	275,06
*14	2902483	38,55	355,60	14,00	26,44	1,040	302,70

* EXTREMO LISO - ESTOS DIÁMETROS SE FABRICAN BAJO PEDIDO

RDE 17 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 250 psi - 1.70 MPa - 17.58 Kg/cm²

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso Aprox. Kg/m	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom. mm
			mm	pulg.	mm	pulg.	
2	2900236	0.98	60.00	2.36	3.56		52.88
4	2900366	3.43	114.30	4.5	6.73		100.84
6	2900442	7.44	168.28	6.625	9.91		148.46
8	2900443	12.60	219.08	8.623	12.90		193.23
10		19.55	273.05	10.750	16.05		240.95
12	2902523	27.52	323.85	12.750	19.05		285.75

RDE 21 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 200 psi - 1.38 MPa - 14.06 Kg/cm²

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso Aprox. Kg/m	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom. mm
			mm	pulg.	mm	pulg.	
2	2900010	0.81	60.32	2.37	2.87	0.11	54.58
2.1/2	2900018	1.18	73.03	2.87	3.48	0.14	66.07
3	2900022	1.76	88.90	3.50	4.24	0.17	80.42
4	2900033	2.90	114.30	4.50	5.44	0.21	103.42
6	2900043	6.31	168.28	6.62	8.03	0.32	152.22
8	2900054	10.67	219.08	8.62	10.41	0.41	198.21
10	2902411	16.63	273.05	10.75	12.98	0.51	247.09
12	2902421	23.45	323.85	12.75	15.39	0.60	293.07
14	2902431	28.14	355.60	14	16.92	0.67	321.76
16	2902435	36.78	406.40	16	19.35	0.76	367.70
18	2902439	46.53	457.20	18	21.77	0.86	413.66
20	2902443	53.82	508.00	20	24.18	0.95	459.64
24	NUEVO	80.62	609.6	24	29.03	1.14	551.54

RDE 26 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 160 psi - 1.10 MPa - 11.25 Kg/cm²

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso Aprox. Kg/m	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom. mm
			mm	pulg.	mm	pulg.	
2	2900012	0.655	60.32	2.37	2.31	0.09	55.70
2.1/2	2900020	0.964	73.03	2.87	2.79	0.11	67.45
3	2900024	1.438	88.90	3.50	3.43	0.13	82.04
4	2900035	2.376	114.30	4.50	4.39	0.17	105.52
6	2900045	5.148	168.28	6.62	6.48	0.25	155.32
8	2900056	8.735	219.08	8.62	8.43	0.33	202.17
10	2902413	13.666	273.05	10.75	10.49	0.41	252.07
12	2902423	19.288	323.85	12.75	12.45	0.49	298.95
14	2902432	22.65	355.60	14	13.67	0.54	328.26
16	2902436	30.22	406.40	16	15.62	0.61	375.16
18	2902440	38.03	457.20	18	17.58	0.69	422.04
20	2902444	43.97	508.00	20	19.53	0.77	468.94
24	NUEVO	65.72	609.60	24	23.44	0.92	562.72

RDE 32.5 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 125 psi - 0.86 MPa - 8.8 Kg/cm²

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso Aprox. Kg/m	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom. mm
			mm	pulg.	mm	pulg.	
3	2900026	1.16	88.90	3.50	2.74	0.11	83.42
4	2900037	1.90	114.30	4.50	3.51	0.14	107.28
6	2900047	4.13	168.28	6.62	5.18	0.20	157.92
8	2900058	7.02	219.08	8.62	6.73	0.26	205.57
10	2902415	11.13	273.05	10.75	8.41	0.33	256.23
12	2902425	15.70	323.85	12.75	9.96	0.39	303.93
14	2902433	18.3	355.60	14	10.92	0.43	333.76
16	2902437	23.9	406.40	16	12.50	0.49	381.40
18	2902441	30.8	457.20	18	14.07	0.55	429.06
20	2902492	37.9	508.00	20	15.62	0.61	476.76
24	NUEVO	53.0	609.60	24	18.75	0.74	572.10

RDE 41 PVC Tipo 1, Grado 1

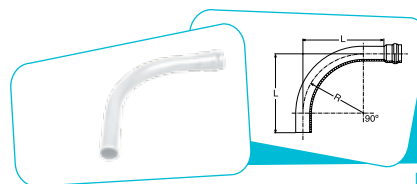
Presión de trabajo a 23°C: 100 psi - 0.69 MPa - 7.03 Kg/cm²

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso Aprox. Kg/m	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom. mm
			mm	pulg.	mm	pulg.	
4	2900039	1.53	114.30	4.50	2.79	0.11	108.72
6	2900049	3.32	168.28	6.62	4.12	0.16	160.04
8	2900060	5.61	219.08	8.62	5.33	0.21	208.37
10	2902417	8.97	273.05	10.75	6.66	0.26	259.73
12	2902427	12.69	323.85	12.75	7.90	0.31	308.05
14	2902434	14.6	355.60	14	8.66	0.34	338.28
16	2902438	19.2	406.40	16	9.91	0.39	386.58
18	2902442	24.6	457.20	18	11.15	0.44	434.90
20	2902445	30.4	508.00	20	12.40	0.49	484.20
24	NUEVO	42.3	609.60	24	14.86	0.58	579.88

Accesorios Unión Platino PAVCO

RDE 21 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 200 psi - 1.38 Mpa-14.06 kg/cm²

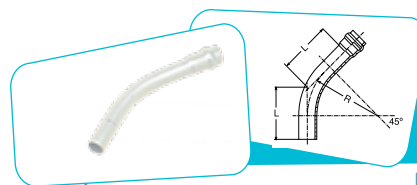


Codos Gran Radio 90°

Espigo x Unión Platino

Diámetro Nominal mm	Referencia	R mm	L mm
*60	2902676	229	356
73	2902678	305	457
*88	2902680	381	533
*114	2902682	457	686
*168	2902684	686	914
219	2902686	1067	1372
273	2902672	1372	1753
323	2902674	1600	1981

*Bajo pedido

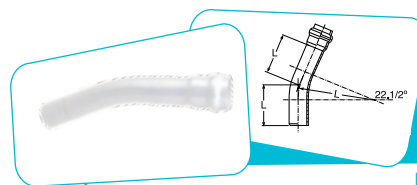


Codos Gran Radio 45°

Espigo x Unión Platino

Diámetro Nominal mm	Referencia	R mm	L mm
*60	2902656	229	229
73	2902658	305	267
*88	2902660	381	305
*114	2902663	457	406
*168	2902665	686	533
219	2902667	1067	711
273	2902652	1372	914
323	2902654	1600	1067

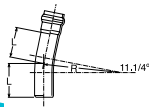
*Bajo pedido



Codos Gran Radio 22.1/2°

Espigo x Unión Platino

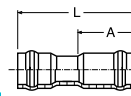
Diámetro Nominal mm	Referencia	R mm	L mm
60	2902639	229	178
73	2902641	305	216
88	2902643	381	229
114	2902645	457	305
168	2902648	686	381
219	2902650	1067	508
273	2902635	1372	686
323	2902637	1600	782



Codos Gran Radio 11.1/4°

Espigo x Unión Platino

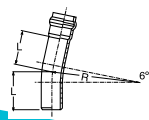
Diámetro Nominal mm	Nominal pulg.	Referencia	R mm	L mm
60	2	2902622	229	152
73	2.1/2	2902624	305	191
88	3	2902626	381	191
114	4	2902628	457	279
168	6	2902631	686	318
219	8	2902633	1067	406
273	10	2902618	1372	521
323	12	2902620	1600	559



Uniones de Reparación

Unión Platino x Unión Platino

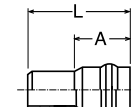
Diámetro Nominal mm	Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
60	2	2902945	457	238
73	2.1/2	2902947	470	238
88	3	2902950	495	254
114	4	2902953	546	270
168	6	2902956	660	318
219	8	2902959	724	352
273	10	2902941	864	432
323	12	2902943	902	438



Codos Gran Radio 6°

Espigo x Unión Platino

Diámetro Nominal mm	Nominal pulg.	Referencia	R mm	L mm
219	8	2902670	1067	214
273	10	2902668	1372	256
323	12	2902669	1600	293

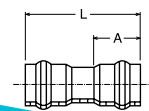


Adaptadores Unión Platino

Espigo x Unión Platino

Diámetro Nominal mm	Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
60	2	2902585	305	152
73	2.1/2	2902589	305	159
88	3	2902591	381	171
114	4	2902595	381	184
*168	6	2902966	490	216

* No amparadas bajo el sello NTC 2295



Uniones

Unión Platino x Unión Platino

Diámetro Nominal mm	Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
60	2	2902894	356	152
73	2.1/2	2902897	368	159
88	3	2902900	381	171
114	4	2902904	406	184
168	6	2902907	533	216
219	8	2902912	610	254
273	10	2902887	762	298
323	12	2902891	762	330



Collares de Derivación

Diámetro Nominal mm	Nominal pulg.	Referencia	A mm	X mm	X pulg.
60x26	2x3/4	2901231	50.04	102.40	4.032
73x26	2.1/2x3/4	2901235	50.39	115.00	4.529
88x26	3x3/4	2901239	60.30	131.40	5.173
114x26	4x3/4	2901243	60.30	156.80	6.173
168x26	6x3/4	2901247	69.90	210.30	8.279
219x33	8x1	2901248	87.31	279.20	10.992



Uniones Rápidas

Diámetro Nominal mm	Nominal pulg.	Referencia	L mm
60	2	2902892	340
73	2.1/2	2902895	340
88	3	2902898	380
114	4	2902901	420
*168	6	2902905	460
219	8	2902909	490
273	10	2902885	580
323	12	2902889	670

* No amparadas bajo el sello NTC



Collares de Derivación con inserto Metálico

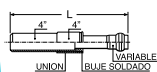
Diámetro Nominal mm	Nominal pulg.	Referencia	A mm	X mm	X pulg.
60x21	2x1/2	2904567	50.04	102.40	4.032
73x21	2.1/2x1/2	2904568	50.39	115.00	4.529
88x21	3x1/2	2904569	60.30	131.40	5.173
114x21	4x1/2	2904570	60.30	156.80	6.173
168x21	6x1/2	2904571	69.90	210.30	8.279



Hidrosellos de Caucho

Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
60	2	2000310	75.46	13.72
73	2.1/2	2000311	90.47	16.00
88	3	2000312	108.36	20.32
114	4	2000313	136.47	24.89
168	6	2000314	195.45	27.94
219	8	2000315	249.73	32.11
273	10	2000308	308.05	38.29
323	12	2000309	365.55	

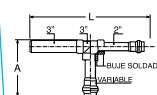
Accesorios Ensamblados



Reducciones de 4"

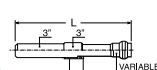
Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm
* 4 x 3	2902755	783.81
4 x 2.1/2	2902754	720.16
4 x 2	2902752	756.51

*Bajo pedido



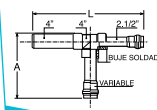
Tee de 3 x 2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
3 x 2 x 3	2902842	799.54	472.08
3 x 2 x 2.1/2	2902844	799.54	413.19
3 x 2 x 2	2902841	799.54	419.54



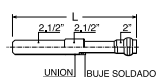
Reducciones de 3"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm
3 x 2.1/2	2902749	707.46
3 x 2	2902747	713.81



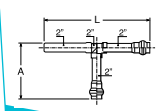
Tee de 4 x 2.1/2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
4 x 2.1/2 x 4	2902859	831.29	497.48



Reducciones de 2.1/2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm
2.1/2 x 2	2902745	637.46

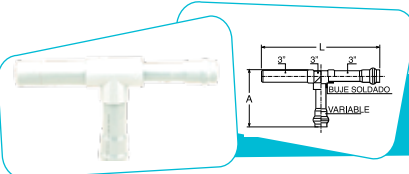


Tee de 2 x 2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
* 2 x 2 x 2	2902815	683.50	373.50

*Bajo pedido

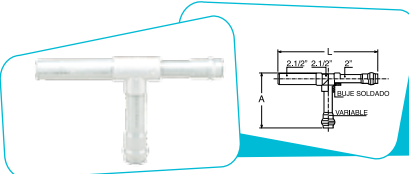
Accesorios Unión Platino PAVCO



Tee de 3 x 3"

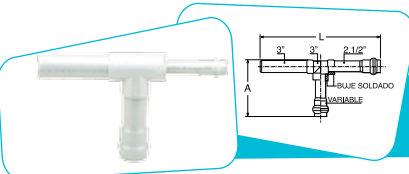
Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
* 3 x 3 x 3	2902817	852.08	472.08
3 x 3 x 2.1/2	2902845	852.08	413.19
3 x 3 x 2	2902837	852.08	419.54

*Bajo pedido



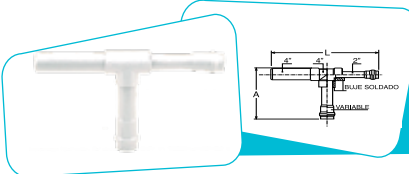
Tee de 2.1/2 X 2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
2.1/2 X 2 X 2.1/2	2902836	707.31	386.20
2.1/2 X 2 X 2	2902835	707.31	397.31



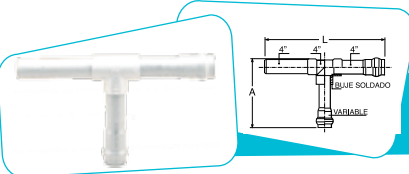
Tee de 3 x 2.1/2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
3 x 2.1/2 x 3	2902850	793.19	696.35
3 x 2.1/2 x 2.1/2	2902849	793.19	413.19



Tee de 4 x 2"

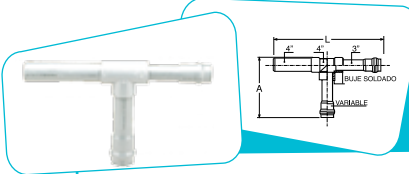
Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
4 X 2 X 4	2902854	837.64	497.48
4 X 2 X 3	2902855	837.64	514.94



Tee de 4 x 4"

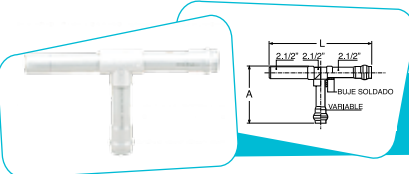
Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
* 4 X 4 X 4	2902819	878.48	497.48
4 X 4 X 3	2902864	877.48	514.94
4 X 4 X 2.1/2	2902858	877.48	451.29
4 X 4 X 2	2902853	877.48	457.64

*Bajo pedido



Tee de 4 x 3"

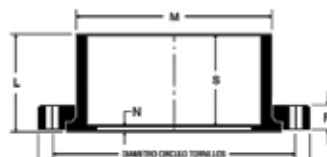
Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
4 X 3 X 4	2902865	894.94	497.48
4 X 3 X 3	2902863	894.94	514.94
4 X 3 X 2.1/2	2902868	894.94	451.29
4 X 3 X 2	2902867	894.94	457.64



Tee de 2.1/2 X 2.1/2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
2.1/2 X 2.1/2 X 2.1/2	2902831	696.20	386.20
2.1/2 X 2.1/2 X 2	2902834	696.20	397.31

Brida Ajustable de PVC SCH 80



Accesorios Unión Platino PAVCO

Características y ventajas

- Ideal para hacer transiciones de pvc a otros materiales.
- Unión resistente a la tensión.
- Ajustable para fijar el enfrentamiento de los orificios de las bridas a empatar.
- Presión de trabajo 150 psi a 23°C
- Unión soldable.

	Diámetro Nominal	D	L	M	N	S	R
Referencia	pulg	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2903783	3	188.91	53.98	105.57	3.18	49.21	23.02
2903784	4	229.39	66.68	133.35	3.18	58.74	26.99
2903785	6	278.61	81.76	192.09	3.18	78.58	30.96
2903786	8	338.93	109.54	246.06	4.76	105.57	38.10
2903787	10	406.40	144.46	298.45	15.88	127.79	42.86
2903788	12	482.60	185.74	348.46	14.29	171.45	42.86

Referencia	Diámetro Nominal	Diám. del círculo de los tornillos	Diám. del orificio de los tornillos	Núm. de los orificios de los tornillos	Diámetro de los tornillos	Largo mín de los tornillos*	Peso
	pulg	mm	pulg.	un	pulg.	pulg.	kg.
2903783	3	152.40	3/4	4	5/8	31/4	0.73
2903784	4	190.50	3/4	8	5/8	31/2	1.14
2903785	6	241.30	31/32	8	3/4	4	1.76
2903786	8	298.45	29/32	8	3/4	41/2	3.28
2903787	10	361.95	1	12	7/8	5	5.34
2903788	12	431.80	1	12	7/8	5	8.22

*El largo fue calculado usando 2 bridas de PVC, puede variar dependiendo de la otra brida o accesorio.

Accesorios PVC Clase 200

Unión Mecánica Radio Corto

Ventajas


- Livianos y Fáciles de Instalar
- Resistentes a la Corrosión
- Hidráulicamente Eficientes
- Paredes Lisas



Codo 90°

Radio Corto Campana x Campana

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	B mm	L mm
8	2903463	7.38	114.30	378.46
2.1/2	2903526	0.59	40.64	172.72
1.1/2	2903528	0.27	25.40	121.92



Codo 90° Inyectados

Radio Corto Campana x Campana

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	D mm	L mm
6	2909097	4.95	219.27	364.5
4	2909096	2.20	157.28	287.1
3	2909095	1.17	126.04	220.9
2	2908617	0.48	89.2	175.1



Codo 45°

Radio Corto Campana x Campana

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	A mm	B mm	L mm
8	2903467	6.02	350.52	50.80	401.32
2.1/2	2903523	0.50	154.94	17.78	210.82



Codo 45° Inyectados

Radio Corto Campana x Campana


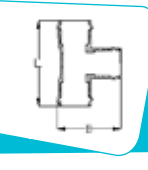
Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	B mm	L mm
6	2909094	4.39	322	417.4
4	2909093	1.90	245.5	339.6
3	2909092	1.01	194.3	262.5
2	2908616	0.44	148.7	214.7




Reducción

Campana x Espigo


Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	A mm	L mm
8 x 6	2903471	2.63	228.60	236.22
4 x 2.1/2	2903544	0.82	127.00	210.82
4 x 2	2903545	0.68	119.38	254.00
3 x 2.1/2	2903546	0.59	106.68	187.96
3 x 2	2903547	0.41	93.98	200.66
2.1/2 x 2	2903548	0.36	86.36	177.80
2 x 1.1/2	2903549	0.36	71.12	177.80

Tee Inyectada

Campana x Campana

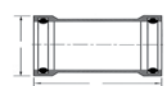
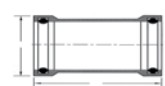
Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	B mm	L mm
6	2908624	8.32	391.6	565.8
4	2909099	3.33	293.4	429.8
3	2909098	2.00	244.5	363.2
2	2908623	0.66	187.1	285




Reducción Inyectada


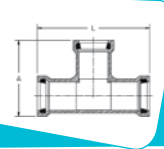
Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	B mm	L mm
6 x 4	2908619	2.19	190.9	329
4 x 3	2908618	0.93	121.9	270.9

Tipos de Unión

Unión de Reparación

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	A mm	L mm
1.1/2	2903550	0.23	71.12	165.10

Tee

Campana x Campana

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	A mm	L mm
8	2903459	9.65	378.46	495.30
8 x 6	2903529	8.74	365.76	495.30
8 x 4	2903530	8.47	353.06	495.30
6 x 4	2903531	4.98	299.72	414.02
6 x 3	2903532	1.36	292.10	317.50
4 x 3	2903533	2.22	253.52	332.74
4 x 2.1/2	2903534	2.22	215.90	332.74
4 x 2	2903535	1.95	218.44	332.74
3 x 2.1/2	2903536	1.40	203.20	302.26
3 x 2	2903537	1.27	195.58	289.56
2.1/2	2903538	0.77	172.72	251.46
2.1/2 x 2	2903539	0.9	172.72	251.46
2.1/2 x 1.1/2	2903540	0.63	213.36	251.46
2.1/2 x 2	2903539	0.9	172.72	251.46
1.1/2 x 1.1/2	2903540	0.45	152.40	231.14




Tapones

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	A mm	L mm
8	2903474	1.72	226.06	162.56




Tapones Inyectados

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	B mm	L mm
6	2908622	2.15	218.6	211.37
4	2908621	1.03	157.1	164.7
3	2908620	0.57	127.5	128.6

Fabricados bajo normas ASTM D 1784, ASTM D 3139: Standar Specification for Joints for Plastic Pressure Pipes using Flexible Elastomeric Seals y ASTM F 477

Lubricante Novafort, Novaloc, Unión Platino



Empaque 500 Gramos,
Referencia 2902743

LONGITUD DE ENTRADA DE LOS ESPIGOS		RENDIMIENTO DEL LUBRICANTE	
Diámetro Nominal		Logitud de Entrada	Nº de Uniones por 500 gms.
mm	pulg	mm	
60	2	99	200
73	2.1/2	104	180
88	3	118	160
114	4	123	100
168	6	148	45
219	8	153	30
273	10	194	20
323	12	224	15
355	14	220	12
406	16	245	10
457	18	256	8
508	20	285	6
610	24	345	4

Nota

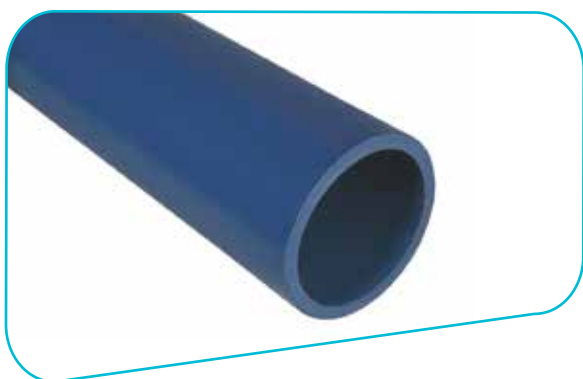
En los casos en que se necesite usar accesorios no complementados en este catálogo, tales accesorios deben ser de hierro nodular, con la especificación: Junta Hidráulica o extremo liso para PVC.

Se pueden usar accesorios del Sistema de Tuberías y Accesorios Presión PAVCO.

Las Tuberías con RDE 9, RDE 11 y RDE 13.5 son fabricadas en extremos lisos, sus uniones y demás accesorios deben ser de hierro nodular, con la especificación: Junta Hidráulica.

Tuberías de Alta Presión

Tubos de 6 m



RDE 9 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo 500 psi - 3.45 MPa - 35.15 Kg/cm²
Espigo x Espigo

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso Aprox. Kg/m	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diám. Interior Nominal mm
			mm	pulg.	mm	pulg.	
3	2900359	3.89	88.90	3.500	9.88	0.389	69.14
4	2900395	6.42	114.30	4.500	12.70	0.500	88.90
6	2900427	13.73	168.28	6.625	18.70	0.736	130.88
8	2900461	23.30	219.03	8.625	24.34	0.958	170.35

RDE 11 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo 400 psi - 2.76 MPa - 28.12 Kg/cm²
Espigo x Espigo

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso Aprox. Kg/m	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom. mm
			mm	pulg.	mm	pulg.	
3	2900355	2.87	88.90	3.500	8.08	0.318	72.74
4	2900356	5.30	114.30	4.500	10.39	0.409	93.52
6	2900445	11.53	168.28	6.625	15.30	0.602	137.68
8	2900462	19.50	219.08	8.625	19.92	0.784	179.24

Diseño

Evaluación Hidráulica

Análisis experimental de la rugosidad absoluta

El estudio sobre el comportamiento hidráulico y la determinación del coeficiente de rugosidad en tuberías de acueducto, forma parte de uno de los diferentes temas de investigación que desarrolla el Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados (CIACUA) de la Universidad de los Andes a través de la "Cátedra PAVCO" período 2001 – 2002, proyecto de investigación patrocinado por PAVCO desde hace 15 años.

El estudio consistió en la modelación de las pérdidas por fricción generadas por diferentes regímenes de flujo a partir de la disposición de un montaje realizado en el laboratorio de hidráulica de la Universidad de los Andes con la tubería Unión Platino PAVCO y la valoración de la información observada mediante un modelo matemático. A partir del montaje del modelo físico a escala real para simular las pérdidas de energía generadas bajo diferentes caudales, se obtienen datos experimentales de la presión en diferentes tramos de la tubería. Los datos experimentales son valorados por un modelo matemático de análisis de flujo en tuberías con flujo a presión aplicando las ecuaciones de Bernoulli para las pérdidas por fricción, de Darcy-Weisbach para la valoración

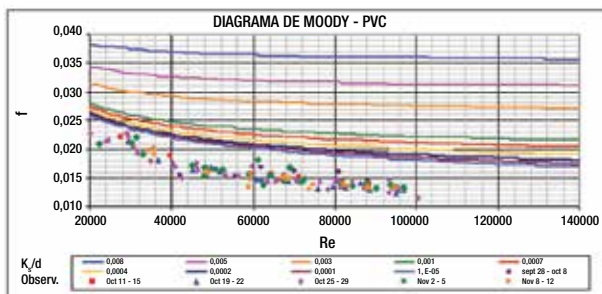
de los resultados, el entendimiento del Diagrama de Moody y de los diferentes tipos de flujo presentes en las tuberías con flujo a presión (flujos laminar, turbulento hidráulicamente liso, hidráulicamente rugoso y flujo transicional).

A partir de los resultados se obtienen curvas experimentales que son graficadas en el Diagrama de Moody en donde el principal objetivo es analizar el desempeño de la tubería Unión Platino bajo diferentes condiciones de caudal y establecer la rugosidad absoluta del material de la tubería.

Resultados

Luego de analizar el ensayo de laboratorio se logró establecer el caudal necesario para que la rugosidad teórica de la tubería Unión Platino (K_s del PVC de 0.0015 mm) afecte las pérdidas por fricción que se generan, es decir el caudal necesario para que la subcapa laminar viscosa disminuya hasta que la rugosidad teórica supere el límite de $0.305 \delta'$, donde δ' corresponde al espesor de la subcapa laminar viscosa.

Se encontró que para que se cumpla lo anterior la magnitud del caudal debe ser muy alta, correspondientes a velocidades que superan ampliamente las velocidades máximas permitidas por las empresas operadoras del servicio de agua potable, por lo que se puede asegurar que el régimen de flujo en las tuberías Unión Platino corresponderá a hidráulicamente liso y por lo tanto la rugosidad del material no va a afectar las pérdidas de energía que se generen. La principal conclusión del ensayo permite asegurar que las pérdidas de energía que se van a producir en una tubería Unión Platino son muy pequeñas en comparación con otros materiales y que además su rugosidad (K_s) no va a afectar el régimen de flujo.



Diseño Hidráulico

Metodología según la Fórmula William & Hazen

Fórmula:

$$H_f = \frac{10.64 \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.871}}$$

$$H_f = 0.000927 \frac{Q^{1.852}}{D^{4.871}}$$

Donde:

- H_f : Pérdida de presión m.c.a./1mt
- Q : Flujo m^3/s
- D : Diámetro interior en m
- C : Factor de fricción constante=150

Nota:

Los parámetros de diseño de un proyecto y obra son responsabilidad exclusiva del diseñador

Metodología Darcy-Weisbach

Para diseñar de acuerdo con la metodología de Darcy-Weisbach se utilizan las siguientes ecuaciones:

Fórmula:

Ecuación de Darcy-Weisbach

$$H_f = f \frac{l}{d} \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación de Colebrook-White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{K_s}{3.7d} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right] \quad Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

Donde:

- H_f : Pérdida de cabeza a lo largo del tramo (m)
- f : Factor de fricción de Darcy (Adimensional)
- l : Longitud del tramo de tubería (m)
- d : Diámetro interior de la tubería (m)
- v : Velocidad media de flujo (m/s)
- g : Aceleración de la gravedad (m/s^2)
- K_s : Rugosidad absoluta de la tubería (m). Para PVC = $1.5 \times 10^{-6} m$
- Re : Número de Reynolds (Adimensional)
- ν : Viscosidad cinemática del fluido (m^2/s)

Viscosidad Cinemática del Agua

Temperatura	Viscosidad Cinemática
°C	cm ² /sg
0	0,0176
10	0,0131
12	0,0124
20	0,0100
30	0,0080
40	0,0066
60	0,0048
80	0,0036
100	0,0030

Tomado de Tuberías, tomo 1 J.M. Mayol

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías - Unión Platino RDE 13.5

ECUACIÓN HAZEN WILLIAMS

C = 150

Diámetro Nominal	pu/g	3		4		6		8	
Diámetro Exterior	mm	88.90		114.30		168.28		219.08	
Espesor de Pared	mm	6.58		8.46		12.47		16.23	
Diámetro Interior	mm	75.74		97.38		143.34		186.62	
CAUDAL	Velocidad	hf	Velocidad	hf	Velocidad	hf	Velocidad	hf	
I/s	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	
0.60	0.13	0.0003							
0.80	0.18	0.0005	0.11						
1.00	0.22	0.0008	0.13	0.0002					
2.00	0.44	0.0029	0.27	0.0002					
3.00	0.67	0.0061	0.40	0.0008	0.19	0.0003			
4.00	0.89	0.0103	0.54	0.0018	0.25	0.0005			
5.00	1.11	0.0156	0.67	0.0030	0.31	0.0007	0.18	0.0002	
6.00	1.33	0.0219	0.81	0.0046	0.37	0.0010	0.22	0.0003	
7.00	1.55	0.0292	0.94	0.0064	0.43	0.0013	0.26	0.0004	
8.00	1.78	0.0373	1.07	0.0086	0.50	0.0017	0.29	0.0005	
9.00	2.00	0.0464	1.21	0.0110	0.56	0.0021	0.33	0.0006	
10.00	2.22	0.0564	1.34	0.0137	0.62	0.0025	0.37	0.0007	
11.00	2.44	0.0673	1.48	0.0166	0.68	0.0030	0.40	0.0008	
12.00	2.66	0.0791	1.61	0.0198	0.74	0.0035	0.44	0.0010	
13.00	2.89	0.0918	1.75	0.0233	0.81	0.0041	0.48	0.0011	
14.00	3.11	0.1053	1.88	0.0270	0.87	0.0047	0.51	0.0013	
15.00	3.33	0.1196	2.01	0.0309	0.93	0.0053	0.55	0.0015	
16.00	3.55	0.1348	2.15	0.0352	0.99	0.0060	0.58	0.0017	
17.00	3.77	0.1508	2.28	0.0396	1.05	0.0067	0.62	0.0019	
18.00	4.00	0.1676	2.42	0.0443	1.12	0.0075	0.66	0.0021	
19.00	4.22	0.1853	2.55	0.0493	1.18	0.0083	0.69	0.0023	
20.00	4.44	0.2038	2.69	0.0545	1.24	0.0091	0.73	0.0025	
25.00			3.36	0.0599	1.55	0.0138	0.91	0.0038	
30.00			4.03	0.0906	1.86	0.0193	1.10	0.0053	
35.00			4.70	0.1269	2.17	0.0257	1.28	0.0071	
40.00				0.1689	2.48	0.0329	1.46	0.0091	
45.00					2.79	0.0409	1.65	0.0113	
50.00					3.10	0.0497	1.83	0.0138	
55.00					3.41	0.0593	2.01	0.0164	
60.00					3.72	0.0697	2.19	0.0193	
65.00					4.03	0.0808	2.38	0.0224	
70.00					4.34	0.0927	2.56	0.0257	
75.00					4.65	0.1054	2.74	0.0291	
80.00					4.96	0.1188	2.92	0.0328	
85.00							3.11	0.0368	
90.00							3.29	0.0409	
95.00							3.47	0.0452	
100.00							3.66	0.0497	
105.00							3.84	0.0544	
110.00							4.02	0.0592	
115.00							4.20	0.0643	
120.00							4.39	0.0696	
125.00							4.57	0.0751	
130.00							4.75	0.0807	
135.00							4.94	0.0866	

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 21

ECUACIÓN HAZEN WILLIAMS

C = 150

Diámetro Nominal pulg	2		2.1/2		3		4		6		8		10		12		14		16		18		20		24		
Diámetro Exterior mm	60.32		73.02		88.90		114.30		168.28		219.08		273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00		609.60		
Espesor de Pared mm	2.87		3.48		4.24		5.44		8.03		10.41		12.98		15.39		16.92		19.35		21.77		24.18		29.03		
Diámetro Interior m	54.58		66.06		80.42		103.42		152.22		198.26		247.09		293.07		321.76		367.70		413.66		459.64		551.54		
CAUDAL I/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	
0.20	0.09	0.0002																									
0.40	0.17	0.0007	0.12	0.0003																							
0.60	0.26	0.0015	0.18	0.0006	0.12	0.0002																					
0.80	0.34	0.0026	0.23	0.0010	0.16	0.0004																					
1.00	0.43	0.0039	0.29	0.0015	0.20	0.0006	0.12	0.0002																			
2.00	0.85	0.0141	0.58	0.0056	0.39	0.0021	0.24	0.0006																			
3.00	1.28	0.0299	0.88	0.0118	0.59	0.0045	0.36	0.0013	0.16	0.0002																	
4.00	1.71	0.0510	1.17	0.0201	0.79	0.0077	0.48	0.0023	0.22	0.0003																	
5.00	2.14	0.0771	1.46	0.0304	0.98	0.0117	0.60	0.0034	0.27	0.0005																	
6.00	2.56	0.1081	1.75	0.0427	1.18	0.0164	0.71	0.0048	0.33	0.0007	0.19	0.0002															
7.00	2.99	0.1438	2.04	0.0568	1.38	0.0218	0.83	0.0064	0.38	0.0010	0.23	0.0003															
8.00	3.42	0.1842	2.33	0.0727	1.57	0.0279	0.95	0.0082	0.44	0.0012	0.26	0.0003															
9.00	3.85	0.2291	2.63	0.0904	1.77	0.0347	1.07	0.0102	0.49	0.0015	0.29	0.0004															
10.00	4.27	0.2784	2.92	0.1099	1.97	0.0421	1.19	0.0124	0.55	0.0019	0.32	0.0005	0.21	0.0002													
15.00			4.38	0.2328	2.95	0.0893	1.79	0.0262	0.82	0.0040	0.49	0.0011	0.31	0.0004	0.22	0.0002											
20.00					3.94	0.1522	2.38	0.0447	1.10	0.0068	0.65	0.0019	0.42	0.0006	0.30	0.0003	0.25	0.0002									
25.00					4.92	0.2300	2.98	0.0676	1.37	0.0103	0.81	0.0028	0.52	0.0010	0.37	0.0004	0.31	0.0003									
30.00					3.57	0.0947	1.65	0.0144	0.97	0.0040	0.63	0.0014	0.44	0.0006	0.37	0.0004	0.28	0.0002									
35.00					4.17	0.1260	1.92	0.0192	1.13	0.0053	0.73	0.0018	0.52	0.0008	0.43	0.0005	0.33	0.0003									
40.00					4.76	0.1613	2.20	0.0245	1.30	0.0068	0.83	0.0023	0.59	0.0010	0.49	0.0006	0.38	0.0003	0.30	0.0002							
45.00							2.47	0.0305	1.46	0.0084	0.94	0.0029	0.67	0.0013	0.55	0.0008	0.42	0.0004	0.33	0.0002							
50.00							2.75	0.0371	1.62	0.0102	1.04	0.0035	0.74	0.0015	0.61	0.0010	0.47	0.0005	0.37	0.0003	0.30	0.0002					
55.00							3.02	0.0443	1.78	0.0122	1.15	0.0042	0.82	0.0018	0.68	0.0012	0.52	0.0006	0.41	0.0003	0.33	0.0002					
60.00							3.30	0.0520	1.94	0.0144	1.25	0.0049	0.89	0.0021	0.74	0.0014	0.57	0.0007	0.45	0.0004	0.36	0.0002					
65.00							3.57	0.0603	2.11	0.0167	1.36	0.0057	0.96	0.0025	0.80	0.0016	0.61	0.0008	0.48	0.0005	0.39	0.0003					
70.00							3.85	0.0692	2.27	0.0191	1.46	0.0065	1.04	0.0028	0.86	0.0018	0.66	0.0009	0.52	0.0005	0.42	0.0003					
80.00							4.40	0.0886	2.59	0.0245	1.67	0.0084	1.19	0.0036	0.98	0.0023	0.75	0.0012	0.60	0.0007	0.48	0.0004	0.33	0.0002			
90.00							4.95	0.1102	2.92	0.0304	1.88	0.0104	1.33	0.0045	1.11	0.0029	0.85	0.0015	0.67	0.0008	0.54	0.0005	0.38	0.0002			
100.00									3.24	0.0370	2.09	0.0127	1.48	0.0055	1.23	0.0035	0.94	0.0018	0.74	0.0010	0.60	0.0006	0.42	0.0003			
110.00									3.56	0.0441	2.29	0.0151	1.63	0.0066	1.35	0.0042	1.04	0.0022	0.82	0.0012	0.66	0.0007	0.46	0.0003			
120.00									3.89	0.0518	2.50	0.0177	1.78	0.0077	1.48	0.0049	1.13	0.0026	0.89	0.0014	0.72	0.0009	0.50	0.0004			
130.00									4.21	0.0601	2.71	0.0206	1.93	0.0090	1.60	0.0057	1.22	0.0030	0.97	0.0017	0.78	0.0010	0.54	0.0004			
140.00									4.53	0.0690	2.92	0.0236	2.08	0.0103	1.72	0.0065	1.32	0.0034	1.04	0.0019	0.84	0.0011	0.59	0.0005			
150.00									4.86	0.0784	3.13	0.0268	2.22	0.0117	1.84	0.0074	1.41	0.0039	1.12	0.0022	0.90	0.0013	0.63	0.0005			
160.00											3.34	0.0302	2.37	0.0132	1.97	0.0083	1.51	0.0044	1.19	0.0025	0.96	0.0015	0.67	0.0006			
180.00											3.75	0.0376	2.67	0.0164	2.21	0.0104	1.70	0.0054	1.34	0.0031	1.08	0.0018	0.75	0.0008			
200.00											4.17	0.0457	2.96	0.0199	2.46	0.0126	1.88	0.0066	1.49	0.0037	1.21	0.0022	0.84	0.0009			
220.00											4.59	0.0545	3.26	0.0237	2.71	0.0151	2.07	0.0079	1.64	0.0044	1.33	0.0027	0.92	0.0011			
240.00											5.01	0.0640	3.56	0.0279	2.95	0.0177	2.26	0.0092	1.79	0.0052	1.45	0.0031	1.00	0.0013			
260.00													3.85	0.0323	3.20	0.0205	2.45	0.0107	1.93	0.0060	1.57	0.0036	1.09	0.0015			
280.00													4.15	0.0371	3.44	0.0235	2.64	0.0123	2.08	0.0069	1.69	0.0041	1.17	0.0017			
300.00													4.45	0.0422	3.69	0.0267	2.83	0.0140	2.23	0.0079	1.81	0.0047	1.26	0.0019			
350.00													5.19	0.0561	4.30	0.0356	3.30	0.0186	2.60	0.0105	2.11	0.0063	1.46	0.0026			
400.00															4.92	0.0456	3.77	0.0238	2.98	0.0134	2.41	0.0080	1.67	0.0033			
450.00																	4.24	0.0296	3.35	0.0167	2.71	0.0100	1.88	0.0041			
500.00																	4.71	0.0360	3.72	0.0203	3.01	0.0121	2.09	0.0050			
550.00																	5.18	0.0429	4.09	0.0242	3.31	0.0145	2.30	0.0060			
600.00																	4.46	0.0284	3.62	0.0170	3.01	0.0145	2.30	0.0060			
650.00																	4.84	0.0329	3.92	0.0197	3.31	0.0170	2.51	0.0070			
700.00																			4.22	0.0226	2.93	0.0145	2.30	0.0060			
750.00																			4.52	0.0257	3.14	0.0170	2.51	0.0070			
800.00																			4.82	0.0290	3.35	0.0197	2.72	0.0081			
850.00																				5.12	0.0324	3.56	0.0226	2.93	0.0093		
900.00																										3.77	0.0148
950.00																										3.98	0.0164
1000.00																										4.19	0.0180
1050.00																										4.39	0.0197
1100.00																										4.60	0.0215
1150.00																										4.81	0.0233
1200.00																										5.02	0.0252

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 32.5

ECUACIÓN HAZEN WILLIAMS

C = 150

Diámetro Nominal pulg	3		4		6		8		10		12		14		16		18		20		24	
Diámetro Exterior mm	88.90		114.30		168.28		219.08		273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00		609.60	
Espesor de Pared mm	2.74		3.51		5.18		6.73		8.41		9.96		10.92		12.50		14.07		15.62		18.75	
Diámetro Interior m	83.42		107.28		157.92		205.62		256.23		303.93		333.76		381.40		429.06		476.76		572.10	
CAUDAL l/s	hf m/m	Vel. m/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m
0.20																						
0.40																						
0.60	0.11	0.0002																				
0.80	0.15	0.0003																				
1.00	0.18	0.0005																				
2.00	0.37	0.0018	0.22	0.0005																		
3.00	0.55	0.0038	0.33	0.0011	0.15	0.0002																
4.00	0.73	0.0065	0.44	0.0019	0.20	0.0003																
5.00	0.91	0.0098	0.55	0.0029	0.26	0.0004																
6.00	1.10	0.0137	0.66	0.0040	0.31	0.0006	0.18	0.0002														
7.00	1.28	0.0182	0.77	0.0053	0.36	0.0008	0.21	0.0002														
8.00	1.46	0.0233	0.89	0.0068	0.41	0.0010	0.24	0.0003														
9.00	1.65	0.0290	1.00	0.0085	0.46	0.0013	0.27	0.0004														
10.00	1.83	0.0353	1.11	0.0104	0.51	0.0016	0.30	0.0004														
15.00	2.74	0.0747	1.66	0.0219	0.77	0.0033	0.45	0.0009	0.29	0.0003												
20.00	3.66	0.1273	2.21	0.0374	1.02	0.0057	0.60	0.0016	0.39	0.0005	0.28	0.0002										
25.00	4.57	0.1924	2.77	0.0565	1.28	0.0086	0.75	0.0024	0.48	0.0008	0.34	0.0004	0.29	0.0002								
30.00			3.32	0.0792	1.53	0.0120	0.90	0.0033	0.58	0.0011	0.41	0.0005	0.34	0.0003	0.26	0.0002						
35.00			3.87	0.1054	1.79	0.0160	1.05	0.0044	0.68	0.0015	0.48	0.0007	0.40	0.0004	0.31	0.0002						
40.00			4.43	0.1350	2.04	0.0205	1.20	0.0057	0.78	0.0019	0.55	0.0008	0.46	0.0005	0.35	0.0003	0.28	0.0002				
45.00			4.98	0.1678	2.30	0.0255	1.36	0.0071	0.87	0.0024	0.62	0.0011	0.51	0.0007	0.39	0.0003	0.31	0.0002				
50.00					2.55	0.0310	1.51	0.0086	0.97	0.0029	0.69	0.0013	0.57	0.0008	0.44	0.0004	0.35	0.0002				
55.00					2.81	0.0370	1.66	0.0102	1.07	0.0035	0.76	0.0015	0.63	0.0010	0.48	0.0005	0.38	0.0003	0.31	0.0002		
60.00					3.06	0.0435	1.81	0.0120	1.16	0.0041	0.83	0.0018	0.69	0.0011	0.53	0.0006	0.41	0.0003	0.34	0.0002		
65.00					3.32	0.0504	1.96	0.0139	1.26	0.0048	0.90	0.0021	0.74	0.0013	0.57	0.0007	0.45	0.0004	0.36	0.0002		
70.00					3.57	0.0579	2.11	0.0160	1.36	0.0055	0.96	0.0024	0.80	0.0015	0.61	0.0008	0.48	0.0004	0.39	0.0003		
80.00					4.08	0.0741	2.41	0.0205	1.55	0.0070	1.10	0.0031	0.91	0.0019	0.70	0.0010	0.55	0.0006	0.45	0.0003		
90.00					4.59	0.0921	2.71	0.0255	1.75	0.0087	1.24	0.0038	1.03	0.0024	0.79	0.0013	0.62	0.0007	0.50	0.0004	0.35	0.0002
100.00					5.11	0.1120	3.01	0.0310	1.94	0.0106	1.38	0.0046	1.14	0.0029	0.88	0.0015	0.69	0.0009	0.56	0.0005	0.39	0.0002
110.00							3.31	0.0369	2.13	0.0126	1.52	0.0055	1.26	0.0035	0.96	0.0018	0.76	0.0010	0.62	0.0006	0.43	0.0003
120.00							3.61	0.0434	2.33	0.0149	1.65	0.0065	1.37	0.0041	1.05	0.0021	0.83	0.0012	0.67	0.0007	0.47	0.0003
130.00							3.91	0.0503	2.52	0.0172	1.79	0.0075	1.49	0.0048	1.14	0.0025	0.90	0.0014	0.73	0.0008	0.51	0.0003
140.00							4.22	0.0577	2.72	0.0198	1.93	0.0086	1.60	0.0055	1.23	0.0028	0.97	0.0016	0.78	0.0010	0.54	0.0004
150.00							4.52	0.0656	2.91	0.0225	2.07	0.0098	1.71	0.0062	1.31	0.0032	1.04	0.0018	0.84	0.0011	0.58	0.0004
160.00							4.82	0.0739	3.10	0.0253	2.21	0.0110	1.83	0.0070	1.40	0.0036	1.11	0.0021	0.90	0.0012	0.62	0.0005
180.00									3.49	0.0315	2.48	0.0137	2.06	0.0087	1.58	0.0045	1.24	0.0026	1.01	0.0015	0.70	0.0006
200.00									3.88	0.0383	2.76	0.0167	2.29	0.0106	1.75	0.0055	1.38	0.0031	1.12	0.0019	0.78	0.0008
220.00									4.27	0.0457	3.03	0.0199	2.51	0.0126	1.93	0.0066	1.52	0.0037	1.23	0.0022	0.86	0.0009
240.00									4.65	0.0536	3.31	0.0234	2.74	0.0148	2.10	0.0077	1.66	0.0044	1.34	0.0026	0.93	0.0011
260.00									5.04	0.0622	3.58	0.0271	2.97	0.0172	2.28	0.0090	1.80	0.0051	1.46	0.0030	1.01	0.0012
280.00											3.86	0.0311	3.20	0.0197	2.45	0.0103	1.94	0.0058	1.57	0.0035	1.09	0.0014
300.00											4.14	0.0353	3.43	0.0224	2.63	0.0117	2.07	0.0066	1.68	0.0039	1.17	0.0016
350.00											4.82	0.0470	4.00	0.0298	3.06	0.0155	2.42	0.0088	1.96	0.0052	1.36	0.0022
400.00													4.57	0.0381	3.50	0.0199	2.77	0.0112	2.24	0.0067	1.56	0.0028
450.00													5.14	0.0474	3.94	0.0248	3.11	0.0140	2.52	0.0083	1.75	0.0034
500.00															4.38	0.0301	3.46	0.0170	2.80	0.0101	1.95	0.0042
550.00															4.81	0.0359	3.80	0.0202	3.08	0.0121	2.14	0.0050
600.00																	4.15	0.0238	3.36	0.0142	2.33	0.0059
650.00																	4.50	0.0276	3.64	0.0165	2.53	0.0068
700.00																	4.84	0.0316	3.92	0.0189	2.72	0.0078
750.00																			4.20	0.0215	2.92	0.0088
800.00																			4.48	0.0242	3.11	0.0100
850.00																			4.76	0.0271	3.31	0.0112
900.00																			5.04	0.0301	3.50	0.0124
950.00																					3.70	0.0137
1000.00																					3.89	0.0151
1050.00																					4.08	0.0165
1100.00																					4.28	0.0180
1150.00																					4.47	0.0195
1200.00																					4.67	0.0211

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 41

ECUACIÓN HAZEN WILLIAMS

C = 150

Diámetro Nominal pulg	4		6		8		10		12		14		16		18		20		24	
Diámetro Exterior mm	114.30		168.28		219.08		273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00		609.60	
Espesor de Pared mm	2.79		4.12		5.33		6.66		7.90		8.66		9.91		11.15		12.40		14.84	
Diámetro Interior m	108.72		160.04		208.42		259.73		308.05		338.28		386.58		434.90		483.20		579.92	
CAUDAL l/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m
0.20																				
0.40																				
0.60																				
0.80																				
1.00																				
2.00	0.22	0.0005																		
3.00	0.32	0.0010	0.15	0.0002																
4.00	0.43	0.0018	0.20	0.0003																
5.00	0.54	0.0027	0.25	0.0004																
6.00	0.65	0.0038	0.30	0.0006	0.18	0.0002														
7.00	0.75	0.0050	0.35	0.0008	0.21	0.0002														
8.00	0.86	0.0064	0.40	0.0010	0.23	0.0003														
9.00	0.97	0.0080	0.45	0.0012	0.26	0.0003														
10.00	1.08	0.0097	0.50	0.0015	0.29	0.0004														
15.00	1.62	0.0206	0.75	0.0031	0.44	0.0009	0.28	0.0003												
20.00	2.15	0.0350	0.99	0.0053	0.59	0.0015	0.38	0.0005	0.27	0.0002										
25.00	2.69	0.0530	1.24	0.0081	0.73	0.0022	0.47	0.0008	0.34	0.0003	0.28	0.0002								
30.00	3.23	0.0742	1.49	0.0113	0.88	0.0031	0.57	0.0011	0.40	0.0005	0.33	0.0003	0.26	0.0002						
35.00	3.77	0.0988	1.74	0.0150	1.03	0.0041	0.66	0.0014	0.47	0.0006	0.39	0.0004	0.30	0.0002						
40.00	4.31	0.1265	1.99	0.0192	1.17	0.0053	0.75	0.0018	0.54	0.0008	0.45	0.0005	0.34	0.0003						
45.00	4.85	0.1573	2.24	0.0239	1.32	0.0066	0.85	0.0023	0.60	0.0010	0.50	0.0006	0.38	0.0003	0.30	0.0002				
50.00			2.49	0.0291	1.47	0.0080	0.94	0.0027	0.67	0.0012	0.56	0.0008	0.43	0.0004	0.34	0.0002				
55.00			2.73	0.0347	1.61	0.0096	1.04	0.0033	0.74	0.0014	0.61	0.0009	0.47	0.0005	0.37	0.0003	0.30	0.0002		
60.00			2.98	0.0408	1.76	0.0113	1.13	0.0039	0.81	0.0017	0.67	0.0011	0.51	0.0006	0.40	0.0003	0.33	0.0002		
65.00			3.23	0.0473	1.91	0.0131	1.23	0.0045	0.87	0.0019	0.72	0.0012	0.55	0.0006	0.44	0.0004	0.35	0.0002		
70.00			3.48	0.0542	2.05	0.0150	1.32	0.0051	0.94	0.0022	0.78	0.0014	0.60	0.0007	0.47	0.0004	0.38	0.0002		
80.00			3.98	0.0694	2.34	0.0192	1.51	0.0066	1.07	0.0029	0.89	0.0018	0.68	0.0009	0.54	0.0005	0.44	0.0003		
90.00			4.47	0.0864	2.64	0.0239	1.70	0.0082	1.21	0.0036	1.00	0.0023	0.77	0.0012	0.61	0.0007	0.49	0.0004	0.34	0.0002
100.00			4.97	0.1050	2.93	0.0290	1.89	0.0099	1.34	0.0043	1.11	0.0027	0.85	0.0014	0.67	0.0008	0.55	0.0005	0.38	0.0002
110.00					3.22	0.0346	2.08	0.0118	1.48	0.0052	1.22	0.0033	0.94	0.0017	0.74	0.0010	0.60	0.0006	0.42	0.0002
120.00					3.52	0.0406	2.26	0.0139	1.61	0.0061	1.34	0.0038	1.02	0.0020	0.81	0.0011	0.65	0.0007	0.45	0.0003
130.00					3.81	0.0471	2.45	0.0161	1.74	0.0070	1.45	0.0045	1.11	0.0023	0.88	0.0013	0.71	0.0008	0.49	0.0003
140.00					4.10	0.0541	2.64	0.0185	1.88	0.0081	1.56	0.0051	1.19	0.0027	0.94	0.0015	0.76	0.0009	0.53	0.0004
150.00					4.40	0.0614	2.83	0.0210	2.01	0.0092	1.67	0.0058	1.28	0.0030	1.01	0.0017	0.82	0.0010	0.57	0.0004
160.00					4.69	0.0692	3.02	0.0237	2.15	0.0103	1.78	0.0065	1.36	0.0034	1.08	0.0019	0.87	0.0012	0.61	0.0005
180.00							3.40	0.0295	2.42	0.0128	2.00	0.0081	1.53	0.0042	1.21	0.0024	0.98	0.0014	0.68	0.0006
200.00							3.77	0.0358	2.68	0.0156	2.23	0.0099	1.70	0.0052	1.35	0.0029	1.09	0.0017	0.76	0.0007
220.00							4.15	0.0427	2.95	0.0186	2.45	0.0118	1.87	0.0062	1.48	0.0035	1.20	0.0021	0.83	0.0009
240.00							4.53	0.0502	3.22	0.0219	2.67	0.0139	2.04	0.0072	1.62	0.0041	1.31	0.0024	0.91	0.0010
260.00							4.91	0.0582	3.49	0.0254	2.89	0.0161	2.22	0.0084	1.75	0.0047	1.42	0.0028	0.98	0.0012
280.00									3.76	0.0291	3.12	0.0184	2.39	0.0096	1.88	0.0054	1.53	0.0032	1.06	0.0013
300.00									4.03	0.0331	3.34	0.0210	2.56	0.0109	2.02	0.0062	1.64	0.0037	1.14	0.0015
350.00									4.70	0.0440	3.89	0.0279	2.98	0.0146	2.36	0.0082	1.91	0.0049	1.33	0.0020
400.00											4.45	0.0357	3.41	0.0186	2.69	0.0105	2.18	0.0063	1.51	0.0026
450.00											5.01	0.0444	3.83	0.0232	3.03	0.0131	2.45	0.0078	1.70	0.0032
500.00													4.26	0.0282	3.37	0.0159	2.73	0.0095	1.89	0.0039
550.00													4.69	0.0336	3.70	0.0189	3.00	0.0113	2.08	0.0047
600.00													5.11	0.0395	4.04	0.0223	3.27	0.0133	2.27	0.0055
650.00															4.38	0.0258	3.54	0.0155	2.46	0.0064
700.00															4.71	0.0296	3.82	0.0177	2.65	0.0073
750.00															5.05	0.0336	4.09	0.0201	2.84	0.0083
800.00																	4.36	0.0227	3.03	0.0093
850.00																	4.64	0.0254	3.22	0.0104
900.00																	4.91	0.0282	3.41	0.0116
950.00																			3.60	0.0128
1000.00																			3.79	0.0141
1050.00																			3.98	0.0154
1100.00																			4.16	0.0168
1150.00																			4.35	0.0183
1200.00																			4.54	0.0198

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 13.5

ECUACIÓN DARCY-WEISBACH $K_s: 1.50E-06m$ Densidad 999.10 Kg/m^3 Viscosidad: $1.14E-03 \text{ pa.s}$

Diámetro Nominal pulg	3		4		6		8	
Diámetro Exterior mm	88.90		114.30		168.28		219.08	
Espesor de Pared mm	6.58		8.46		12.47		16.23	
Diámetro Interior m	75.74		97.38		143.34		186.62	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.40		0.0002						
0.60		0.0004						
0.80		0.0006		0.0002				
1.00	0.09	0.0009	0.11	0.0003				
2.00	0.13	0.0031	0.13	0.0009	0.12	0.0002		
3.00	0.18	0.0064	0.27	0.0019	0.19	0.0003		
4.00	0.22	0.0107	0.40	0.0032	0.25	0.0005		
5.00	0.44	0.0160	0.54	0.0048	0.31	0.0008	0.18	0.0002
6.00	0.67	0.0222	0.67	0.0066	0.37	0.0010	0.22	0.0003
7.00	0.89	0.0292	0.81	0.0087	0.43	0.0014	0.26	0.0004
8.00	1.11	0.0371	0.94	0.0111	0.50	0.0017	0.29	0.0005
9.00	1.33	0.0459	1.07	0.0137	0.56	0.0022	0.33	0.0006
10.00	1.55	0.0555	1.21	0.0166	0.62	0.0026	0.37	0.0007
11.00	1.78	0.0660	1.34	0.0197	0.68	0.0031	0.40	0.0009
12.00	2.00	0.0772	1.48	0.0230	0.74	0.0036	0.44	0.0010
13.00	2.22	0.0892	1.61	0.0266	0.81	0.0042	0.48	0.0012
14.00	2.44	0.1021	1.75	0.0304	0.87	0.0047	0.51	0.0013
15.00	2.66	0.1157	1.88	0.0344	0.93	0.0054	0.55	0.0015
16.00	2.89	0.1300	2.01	0.0387	0.99	0.0060	0.58	0.0017
17.00	3.11	0.1452	2.15	0.0432	1.05	0.0067	0.62	0.0019
18.00	3.33	0.1611	2.28	0.0479	1.12	0.0075	0.66	0.0021
19.00	3.55	0.1777	2.42	0.0528	1.18	0.0082	0.69	0.0023
20.00	3.77	0.1951	2.55	0.0580	1.24	0.0090	0.73	0.0025
25.00	4.00		2.69	0.0870	1.55	0.0135	0.91	0.0038
30.00	4.22		3.36	0.1212	1.86	0.0188	1.10	0.0053
35.00	4.44		4.03	0.1606	2.17	0.0248	1.28	0.0070
40.00			4.70		2.48	0.0316	1.46	0.0089
45.00					2.79	0.0392	1.65	0.0110
50.00					3.10	0.0475	1.83	0.0133
55.00					3.41	0.0565	2.01	0.0158
60.00					3.72	0.0662	2.19	0.0185
65.00					4.03	0.0766	2.38	0.0214
70.00					4.34	0.0877	2.56	0.0245
75.00					4.65	0.0996	2.74	0.0278
80.00					4.96	0.1121	2.92	0.0313
85.00							3.11	0.0349
90.00							3.29	0.0388
95.00							3.47	0.0428
100.00							3.66	0.0470
105.00							3.84	0.0514
110.00							4.02	0.0559
115.00							4.20	0.0607
120.00							4.39	0.0656
125.00							4.57	0.0707
130.00							4.75	0.0760
135.00							4.94	0.0814

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 21

ECUACIÓN DARCY-WEISBACH Ks:1.50E-06m Densidad 999.10 Kg/m³ Viscosidad: 1.14E-03 pa.s

Diámetro Nominal pulg	2	2.1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24								
Diámetro Exterior mm	60.32	73.02	88.90	114.30	168.28	219.08	273.05	323.85	355.60	406.40	457.20	508.00	609.60								
Espesor de Pared mm	2.87	3.48	4.24	5.44	8.03	10.41	12.98	15.39	16.92	19.35	21.77	24.18	29.03								
Diámetro Interior m	54.58	66.06	80.42	103.42	152.22	198.26	247.09	293.07	321.76	367.70	413.66	459.64	551.54								
CAUDAL l/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	
0.20	0.09	0.0003																			
0.40	0.17	0.0009	0.12	0.0004																	
0.60	0.26	0.0018	0.18	0.0007	0.12	0.0003															
0.80	0.34	0.0030	0.23	0.0012	0.16	0.0005															
1.00	0.43	0.0044	0.29	0.0018	0.20	0.0007	0.12	0.0002													
2.00	0.85	0.0150	0.58	0.0060	0.39	0.0024	0.24	0.0007													
3.00	1.28	0.0308	0.88	0.0124	0.59	0.0048	0.36	0.0015	0.16	0.0002											
4.00	1.71	0.0516	1.17	0.0207	0.79	0.0081	0.48	0.0024	0.22	0.0004											
5.00	2.14	0.0770	1.46	0.0308	0.98	0.0120	0.60	0.0036	0.27	0.0006	0.16	0.0002									
6.00	2.56	0.1069	1.75	0.0427	1.18	0.0166	0.71	0.0050	0.33	0.0008	0.19	0.0002									
7.00	2.99	0.1412	2.04	0.0564	1.38	0.0219	0.83	0.0066	0.38	0.0010	0.23	0.0003									
8.00	3.42	0.1798	2.33	0.0717	1.57	0.0278	0.95	0.0083	0.44	0.0013	0.26	0.0004									
9.00	3.85	0.2226	2.63	0.0887	1.77	0.0344	1.07	0.0103	0.49	0.0016	0.29	0.0005	0.19	0.0002							
10.00	4.27	0.2695	2.92	0.1073	1.97	0.0416	1.19	0.0124	0.55	0.0019	0.32	0.0005	0.21	0.0002							
15.00			4.38	0.2239	2.95	0.0866	1.79	0.0258	0.82	0.0040	0.49	0.0011	0.31	0.0004	0.22	0.0002					
20.00					3.94	0.1460	2.38	0.0434	1.10	0.0068	0.65	0.0019	0.42	0.0007	0.30	0.0003	0.25	0.0002			
25.00					4.92	0.2193	2.98	0.0650	1.37	0.0101	0.81	0.0028	0.52	0.0010	0.37	0.0004	0.31	0.0003			
30.00							3.57	0.0906	1.65	0.0140	0.97	0.0039	0.63	0.0014	0.44	0.0006	0.37	0.0004	0.28	0.0002	
35.00							4.17	0.1200	1.92	0.0186	1.13	0.0052	0.73	0.0018	0.52	0.0008	0.43	0.0005	0.33	0.0003	
40.00							4.76	0.1532	2.20	0.0237	1.30	0.0066	0.83	0.0023	0.59	0.0010	0.49	0.0006	0.38	0.0003	
45.00									2.47	0.0293	1.46	0.0082	0.94	0.0028	0.67	0.0013	0.55	0.0008	0.42	0.0004	
50.00									2.75	0.0355	1.62	0.0099	1.04	0.0034	0.74	0.0015	0.61	0.0010	0.47	0.0005	
55.00									3.02	0.0422	1.78	0.0118	1.15	0.0041	0.82	0.0018	0.68	0.0011	0.52	0.0006	
60.00									3.30	0.0495	1.94	0.0138	1.25	0.0048	0.89	0.0021	0.74	0.0013	0.57	0.0007	
65.00									3.57	0.0573	2.11	0.0160	1.36	0.0055	0.96	0.0024	0.80	0.0016	0.61	0.0008	
70.00									3.85	0.0656	2.27	0.0183	1.46	0.0063	1.04	0.0028	0.86	0.0018	0.66	0.0009	
80.00									4.40	0.0838	2.59	0.0233	1.67	0.0081	1.19	0.0035	0.98	0.0023	0.75	0.0012	
90.00									4.95	0.1039	2.92	0.0289	1.88	0.0100	1.33	0.0044	1.11	0.0028	0.85	0.0015	
100.00									3.24	0.0351	2.09	0.0121	1.48	0.0053	1.23	0.0034	0.94	0.0018	0.74	0.0010	
110.00									3.56	0.0417	2.29	0.0144	1.63	0.0063	1.35	0.0040	1.04	0.0021	0.82	0.0012	
120.00									3.89	0.0489	2.50	0.0169	1.78	0.0074	1.48	0.0047	1.13	0.0025	0.89	0.0014	
130.00									4.21	0.0567	2.71	0.0195	1.93	0.0086	1.60	0.0055	1.22	0.0029	0.97	0.0016	
140.00									4.53	0.0649	2.92	0.0224	2.08	0.0098	1.72	0.0062	1.32	0.0033	1.04	0.0019	
150.00									4.86	0.0737	3.13	0.0254	2.22	0.0111	1.84	0.0071	1.41	0.0037	1.12	0.0021	
160.00											3.34	0.0286	2.37	0.0125	1.97	0.0080	1.51	0.0042	1.19	0.0024	
180.00											3.75	0.0354	2.67	0.0155	2.21	0.0099	1.70	0.0052	1.34	0.0029	
200.00											4.17	0.0430	2.96	0.0188	2.46	0.0120	1.88	0.0063	1.49	0.0036	
220.00											4.59	0.0512	3.26	0.0224	2.71	0.0143	2.07	0.0075	1.64	0.0042	
240.00											5.01	0.0601	3.56	0.0263	2.95	0.0167	2.26	0.0088	1.79	0.0050	
260.00													3.85	0.0304	3.20	0.0194	2.45	0.0101	1.93	0.0057	
280.00													4.15	0.0349	3.44	0.0222	2.64	0.0116	2.08	0.0066	
300.00													4.45	0.0396	3.69	0.0252	2.83	0.0132	2.23	0.0075	
350.00													5.19	0.0526	4.30	0.0334	3.30	0.0175	2.60	0.0099	
400.00															4.92	0.0427	3.77	0.0224	2.98	0.0126	
450.00																	4.24	0.0278	3.35	0.0157	
500.00																	4.71	0.0337	3.72	0.0191	
550.00																	5.18	0.0402	4.09	0.0227	
600.00																		4.46	0.0267	3.62	0.0160
650.00																		4.84	0.0309	3.92	0.0185
700.00																			4.22	0.0212	
750.00																			4.52	0.0241	
800.00																			4.82	0.0272	
850.00																				3.56	
900.00																				3.77	
950.00																				3.98	
1000.00																				4.19	
1050.00																				4.39	
1100.00																				4.60	
1150.00																				4.81	
1200.00																				5.02	

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 32.5

ECUACIÓN DARCY-WEISBACH Ks:1.50E-06m Densidad 999.10 Kg/m³ Viscosidad: 1.14E-03 pa.s

Diámetro Nominal pulg	3		4		6		8		10		12		14		16		18		20		24	
Diámetro Exterior mm	88.90		114.30		168.28		219.08		273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00		609.60	
Espesor de Pared mm	2.74		3.51		5.18		6.73		8.41		9.96		10.92		12.50		14.07		15.62		18.75	
Diámetro Interior m	83.42		107.28		157.92		205.62		256.23		303.93		333.76		381.40		429.06		476.76		572.10	
CAUDAL l/s	hf m/m	Vel. m/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m
0.20																						
0.40																						
0.60	0.11	0.0002																				
0.80	0.15	0.0004																				
1.00	0.18	0.0006	0.11	0.0002																		
2.00	0.37	0.0020	0.22	0.0006																		
3.00	0.55	0.0041	0.33	0.0012	0.15	0.0002																
4.00	0.73	0.0068	0.44	0.0020	0.20	0.0003																
5.00	0.91	0.0101	0.55	0.0030	0.26	0.0005																
6.00	1.10	0.0139	0.66	0.0042	0.31	0.0007	0.18	0.0002														
7.00	1.28	0.0184	0.77	0.0055	0.36	0.0009	0.21	0.0002														
8.00	1.46	0.0234	0.89	0.0070	0.41	0.0011	0.24	0.0003														
9.00	1.65	0.0289	1.00	0.0086	0.46	0.0014	0.27	0.0004														
10.00	1.83	0.0349	1.11	0.0104	0.51	0.0016	0.30	0.0005	0.19	0.0002												
15.00	2.74	0.0726	1.66	0.0216	0.77	0.0034	0.45	0.0010	0.29	0.0003												
20.00	3.66	0.1224	2.21	0.0364	1.02	0.0057	0.60	0.0016	0.39	0.0006	0.28	0.0002										
25.00	4.57	0.1837	2.77	0.0545	1.28	0.0085	0.75	0.0024	0.48	0.0008	0.34	0.0004	0.29	0.0002								
30.00			3.32	0.0759	1.53	0.0118	0.90	0.0033	0.58	0.0011	0.41	0.0005	0.34	0.0003								
35.00			3.87	0.1005	1.79	0.0156	1.05	0.0044	0.68	0.0015	0.48	0.0007	0.40	0.0004	0.31	0.0002						
40.00			4.43	0.1283	2.04	0.0198	1.20	0.0056	0.78	0.0019	0.55	0.0008	0.46	0.0005	0.35	0.0003						
45.00			4.98	0.1591	2.30	0.0245	1.36	0.0069	0.87	0.0024	0.62	0.0011	0.51	0.0007	0.39	0.0004	0.31	0.0002				
50.00					2.55	0.0297	1.51	0.0083	0.97	0.0029	0.69	0.0013	0.57	0.0008	0.44	0.0004	0.35	0.0002				
55.00					2.81	0.0354	1.66	0.0099	1.07	0.0034	0.76	0.0015	0.63	0.0010	0.48	0.0005	0.38	0.0003	0.31	0.0002		
60.00					3.06	0.0414	1.81	0.0116	1.16	0.0040	0.83	0.0018	0.69	0.0011	0.53	0.0006	0.41	0.0003	0.34	0.0002		
65.00					3.32	0.0480	1.96	0.0134	1.26	0.0046	0.90	0.0020	0.74	0.0013	0.57	0.0007	0.45	0.0004	0.36	0.0002		
70.00					3.57	0.0549	2.11	0.0153	1.36	0.0053	0.96	0.0023	0.80	0.0015	0.61	0.0008	0.48	0.0004	0.39	0.0003		
80.00					4.08	0.0701	2.41	0.0196	1.55	0.0068	1.10	0.0030	0.91	0.0019	0.70	0.0010	0.55	0.0006	0.45	0.0003		
90.00					4.59	0.0870	2.71	0.0243	1.75	0.0084	1.24	0.0037	1.03	0.0023	0.79	0.0012	0.62	0.0007	0.50	0.0004	0.35	0.0002
100.00					5.11	0.1055	3.01	0.0294	1.94	0.0102	1.38	0.0045	1.14	0.0028	0.88	0.0015	0.69	0.0008	0.56	0.0005	0.39	0.0002
110.00							3.31	0.0350	2.13	0.0121	1.52	0.0053	1.26	0.0034	0.96	0.0018	0.76	0.0010	0.62	0.0006	0.43	0.0003
120.00							3.61	0.0410	2.33	0.0142	1.65	0.0062	1.37	0.0040	1.05	0.0021	0.83	0.0012	0.67	0.0007	0.47	0.0003
130.00							3.91	0.0475	2.52	0.0164	1.79	0.0072	1.49	0.0046	1.14	0.0024	0.90	0.0014	0.73	0.0008	0.51	0.0003
140.00							4.22	0.0544	2.72	0.0188	1.93	0.0082	1.60	0.0052	1.23	0.0027	0.97	0.0016	0.78	0.0009	0.54	0.0004
150.00							4.52	0.0618	2.91	0.0213	2.07	0.0093	1.71	0.0059	1.31	0.0031	1.04	0.0018	0.84	0.0011	0.58	0.0004
160.00							4.82	0.0695	3.10	0.0240	2.21	0.0105	1.83	0.0067	1.40	0.0035	1.11	0.0020	0.90	0.0012	0.62	0.0005
180.00							5.42	0.0863	3.49	0.0297	2.48	0.0130	2.06	0.0083	1.58	0.0043	1.24	0.0025	1.01	0.0015	0.70	0.0006
200.00									3.88	0.0361	2.76	0.0158	2.29	0.0100	1.75	0.0053	1.38	0.0030	1.12	0.0018	0.78	0.0007
220.00									4.27	0.0429	3.03	0.0188	2.51	0.0119	1.93	0.0063	1.52	0.0035	1.23	0.0021	0.86	0.0009
240.00									4.65	0.0504	3.31	0.0220	2.74	0.0140	2.10	0.0073	1.66	0.0042	1.34	0.0025	0.93	0.0010
260.00									5.04	0.0584	3.58	0.0255	2.97	0.0162	2.28	0.0085	1.80	0.0048	1.46	0.0029	1.01	0.0012
280.00											3.86	0.0292	3.20	0.0186	2.45	0.0097	1.94	0.0055	1.57	0.0033	1.09	0.0014
300.00											4.14	0.0332	3.43	0.0211	2.63	0.0111	2.07	0.0063	1.68	0.0038	1.17	0.0016
350.00											4.82	0.0441	4.00	0.0280	3.06	0.0147	2.42	0.0083	1.96	0.0050	1.36	0.0021
400.00													4.57	0.0358	3.50	0.0187	2.77	0.0106	2.24	0.0064	1.56	0.0026
450.00													5.14	0.0445	3.94	0.0233	3.11	0.0131	2.52	0.0079	1.75	0.0033
500.00															4.38	0.0282	3.46	0.0160	2.80	0.0096	1.95	0.0040
550.00															4.81	0.0337	3.80	0.0190	3.08	0.0114	2.14	0.0047
600.00																	4.15	0.0223	3.36	0.0134	2.33	0.0055
650.00																	4.50	0.0259	3.64	0.0155	2.53	0.0064
700.00																	4.84	0.0297	3.92	0.0178	2.72	0.0073
750.00																			4.20	0.0202	2.92	0.0083
800.00																			4.48	0.0227	3.11	0.0094
850.00																			4.76	0.0254	3.31	0.0105
900.00																			5.04	0.0283	3.50	0.0117
950.00																					3.70	0.0129
1000.00																					3.89	0.0142
1050.00																					4.08	0.0155
1100.00																					4.28	0.0169
1150.00																					4.47	0.0183
1200.00																					4.67	0.0198

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 41

ECUACIÓN DARCY-WEISBACH Ks:1.50E-06m Densidad 999.10 Kg/m³ Viscosidad: 1.14E-03 pa.s

Diámetro Nominal pulg	4		6		8		10		12		14		16		18		20		24	
Diámetro Exterior mm	114.30		168.28		219.08		273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00		609.60	
Espesor de Pared mm	2.79		4.12		5.33		6.66		7.90		8.66		9.91		11.15		12.40		14.84	
Diámetro Interior m	108.72		160.04		208.42		259.73		308.05		338.28		386.58		434.90		483.20		579.92	
CAUDAL l/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m
0.20																				
0.40																				
0.60																				
0.80																				
1.00	0.11	0.0002																		
2.00	0.22	0.0006																		
3.00	0.32	0.0011	0.15	0.0002																
4.00	0.43	0.0019	0.20	0.0003																
5.00	0.54	0.0028	0.25	0.0004																
6.00	0.65	0.0039	0.30	0.0006																
7.00	0.75	0.0052	0.35	0.0008	0.21	0.0002														
8.00	0.86	0.0066	0.40	0.0010	0.23	0.0003														
9.00	0.97	0.0081	0.45	0.0013	0.26	0.0004														
10.00	1.08	0.0098	0.50	0.0015	0.29	0.0004	0.19	0.0002												
15.00	1.62	0.0203	0.75	0.0032	0.44	0.0009	0.28	0.0003												
20.00	2.15	0.0341	0.99	0.0053	0.59	0.0015	0.38	0.0005	0.27	0.0002										
25.00	2.69	0.0511	1.24	0.0079	0.73	0.0022	0.47	0.0008	0.34	0.0003	0.28	0.0002								
30.00	3.23	0.0712	1.49	0.0110	0.88	0.0031	0.57	0.0011	0.40	0.0005	0.33	0.0003								
35.00	3.77	0.0942	1.74	0.0146	1.03	0.0041	0.66	0.0014	0.47	0.0006	0.39	0.0004	0.30	0.0002						
40.00	4.31	0.1202	1.99	0.0186	1.17	0.0052	0.75	0.0018	0.54	0.0008	0.45	0.0005	0.34	0.0003						
45.00	4.85	0.1491	2.24	0.0230	1.32	0.0064	0.85	0.0022	0.60	0.0010	0.50	0.0006	0.38	0.0003	0.30	0.0002				
50.00			2.49	0.0279	1.47	0.0078	0.94	0.0027	0.67	0.0012	0.56	0.0008	0.43	0.0004	0.34	0.0002				
55.00			2.73	0.0332	1.61	0.0093	1.04	0.0032	0.74	0.0014	0.61	0.0009	0.47	0.0005	0.37	0.0003				
60.00			2.98	0.0389	1.76	0.0109	1.13	0.0038	0.81	0.0017	0.67	0.0011	0.51	0.0006	0.40	0.0003	0.33	0.0002		
65.00			3.23	0.0450	1.91	0.0126	1.23	0.0043	0.87	0.0019	0.72	0.0012	0.55	0.0006	0.44	0.0004	0.35	0.0002		
70.00			3.48	0.0515	2.05	0.0144	1.32	0.0050	0.94	0.0022	0.78	0.0014	0.60	0.0007	0.47	0.0004	0.38	0.0003		
80.00			3.98	0.0657	2.34	0.0183	1.51	0.0063	1.07	0.0028	0.89	0.0018	0.68	0.0009	0.54	0.0005	0.44	0.0003		
90.00			4.47	0.0815	2.64	0.0227	1.70	0.0079	1.21	0.0034	1.00	0.0022	0.77	0.0012	0.61	0.0007	0.49	0.0004		
100.00			4.97	0.0989	2.93	0.0275	1.89	0.0095	1.34	0.0042	1.11	0.0027	0.85	0.0014	0.67	0.0008	0.55	0.0005	0.38	0.0002
110.00					3.22	0.0328	2.08	0.0113	1.48	0.0050	1.22	0.0032	0.94	0.0017	0.74	0.0009	0.60	0.0006	0.42	0.0002
120.00					3.52	0.0384	2.26	0.0133	1.61	0.0058	1.34	0.0037	1.02	0.0019	0.81	0.0011	0.65	0.0007	0.45	0.0003
130.00					3.81	0.0445	2.45	0.0153	1.74	0.0067	1.45	0.0043	1.11	0.0023	0.88	0.0013	0.71	0.0008	0.49	0.0003
140.00					4.10	0.0510	2.64	0.0176	1.88	0.0077	1.56	0.0049	1.19	0.0026	0.94	0.0015	0.76	0.0009	0.53	0.0004
150.00					4.40	0.0578	2.83	0.0199	2.01	0.0087	1.67	0.0056	1.28	0.0029	1.01	0.0017	0.82	0.0010	0.57	0.0004
160.00					4.69	0.0651	3.02	0.0224	2.15	0.0098	1.78	0.0063	1.36	0.0033	1.08	0.0019	0.87	0.0011	0.61	0.0005
180.00							3.40	0.0278	2.42	0.0122	2.00	0.0078	1.53	0.0041	1.21	0.0023	0.98	0.0014	0.68	0.0006
200.00							3.77	0.0338	2.68	0.0148	2.23	0.0094	1.70	0.0049	1.35	0.0028	1.09	0.0017	0.76	0.0007
220.00							4.15	0.0402	2.95	0.0176	2.45	0.0112	1.87	0.0059	1.48	0.0033	1.20	0.0020	0.83	0.0008
240.00							4.53	0.0472	3.22	0.0206	2.67	0.0131	2.04	0.0069	1.62	0.0039	1.31	0.0023	0.91	0.0010
260.00							4.91	0.0547	3.49	0.0239	2.89	0.0152	2.22	0.0080	1.75	0.0045	1.42	0.0027	0.98	0.0011
280.00									3.76	0.0274	3.12	0.0174	2.39	0.0091	1.88	0.0052	1.53	0.0031	1.06	0.0013
300.00									4.03	0.0311	3.34	0.0198	2.56	0.0104	2.02	0.0059	1.64	0.0035	1.14	0.0015
350.00									4.70	0.0413	3.89	0.0262	2.98	0.0137	2.36	0.0078	1.91	0.0047	1.33	0.0019
400.00											4.45	0.0335	3.41	0.0175	2.69	0.0099	2.18	0.0060	1.51	0.0025
450.00											5.01	0.0416	3.83	0.0218	3.03	0.0123	2.45	0.0074	1.70	0.0031
500.00													4.26	0.0265	3.37	0.0149	2.73	0.0090	1.89	0.0037
550.00													4.69	0.0315	3.70	0.0178	3.00	0.0107	2.08	0.0044
600.00													5.11	0.0370	4.04	0.0209	3.27	0.0125	2.27	0.0052
650.00															4.38	0.0242	3.54	0.0145	2.46	0.0060
700.00															4.71	0.0278	3.82	0.0167	2.65	0.0069
750.00															5.05	0.0315	4.09	0.0189	2.84	0.0078
800.00																	4.36	0.0213	3.03	0.0088
850.00																	4.64	0.0238	3.22	0.0098
900.00																	4.91	0.0265	3.41	0.0109
950.00																			3.60	0.0121
1000.00																			3.79	0.0133
1050.00																			3.98	0.0145
1100.00																			4.16	0.0158
1150.00																			4.35	0.0172
1200.00																			4.54	0.0186

Coeficiente de Pérdidas Menores en Accesorios de PVC

Las pérdidas menores o locales generadas por los accesorios se deben calcular con la siguiente ecuación:

Fórmula:

$$h_m = k_m \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- h_m : Pérdida menor
- k_m : Coeficiente de pérdidas menores
- v : Velocidad
- g : gravedad

En la Tabla 1 se presentan los valores de los coeficientes de pérdidas menores encontrados experimentalmente en el laboratorio de hidráulica de la universidad de los Andes.

Tabla 1

Accesorio	k_m
Unión	0.15
Codo 45°	0.5
Codo 90°	1.15
Tee flujo lateral	1.0 - 1.5
Tee flujo directo	0.3
Reducción	1.0 - 1.8

Tabla 1. Coeficiente de pérdidas menores para diferentes accesorios en tuberías Unión Platino y Biaxial. Fuente: Determinación experimental del coeficiente de pérdidas menores k_m en accesorios de PVC, Universidad de los Andes, 2011.

Golpe de Ariete

Definición

Una columna de líquido moviéndose tiene inercia, que es proporcional a su peso y a su velocidad. Cuando el flujo se detiene rápidamente, por ejemplo al cerrar una válvula, la inercia se convierte en un incremento de presión. Entre más larga la línea y más alta la velocidad del líquido, mayor será la sobrecarga de presión.

Estas sobrepresiones pueden llegar a ser lo suficientemente grandes para reventar cualquier tipo de Tubería. Este fenómeno se conoce con el nombre de Golpe de Ariete.

Las principales causas de este fenómeno son:

1. La apertura y el cierre rápidos de una válvula
2. El arranque y la parada de una bomba
3. La acumulación y el movimiento de bolsas de aire dentro de las Tuberías

Al cerrar una válvula, la sobrepresión máxima que se puede esperar se calcula así:

Fórmula:

$$P = \frac{aV}{g} \quad \text{con:}$$

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{K}{E}\right) (RDE-2)}}$$

Donde:

- P : Sobrepresión máxima en metros de columna de agua, al cerrar bruscamente la válvula
- a : Velocidad de la onda (m/s).
- V : Cambio de velocidad del agua (m/s).
- g : Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²
- K : Módulo de compresión del agua = 2.06 x 10⁴ Kg/cm²
- E : Módulo de elasticidad de la Tubería = 2.81 x 10⁴ Kg/cm² Para PVC Tipo 1, Grado 1
- RDE : Relación diámetro exterior/espesor mínimo.

Valores de "a" en función de RDE

RDE	a(m/s)
21	368
26	330
32.5	294
41	261

Un efecto no muy conocido pero mucho más perjudicial para las Tuberías es el del aire atrapado en la línea.

El aire es compresible y si se transporta con el agua en una conducción este puede actuar como un resorte, comprimiéndose y expandiéndose aleatoriamente.

Se ha demostrado que estas compresiones repentinas pueden aumentar la presión en un punto, hasta 10 veces la presión de servicio.

Para disminuir este riesgo se deben tomar las siguientes precauciones:

1. Mantener siempre baja velocidad, especialmente en diámetros grandes. Durante el llenado de la Tubería, la velocidad no debe ser mayor de 0.3 m/seg., hasta que todo el aire salga y la presión llegue a su valor nominal.
2. Instalar ventosas de doble efecto, en los puntos altos, bajos y a lo largo de tramos rectos, muy largos, para purgar el aire, y permitir su entrada cuando se interrumpe el servicio.

3. Durante la operación de la línea, prevenir la entrada del aire en las bocatomas, rejillas, etc., de manera que el flujo de agua sea continuo.

Nota: Los parámetros de diseño de un proyecto y obra, son de única responsabilidad del diseñador.

Factores para Corrección de Presión de Trabajo por Aumento de Temperatura

Temperatura °C (°F)	Factor para Multiplicar Presión de Trabajo a 23°C
27 (80)	0.88
32 (90)	0.75
38 (100)	0.62
43 (110)	0.50
49 (120)	0.40
54 (130)	0.30
60 (140)	0.22

Tomado de Handbook of PVC Pipe Unibell

Diseño de Anclajes

Cuando una Tubería está sujeta a presión hidrostática interna, esta presión actúa igualmente en todas las paredes de la Tubería produciendo "fuerzas de empuje". Es esencial eliminar los movimientos debidos a estos empujes cuando la Tubería no está unida por soldadura o flanches. Debe proveerse empotramiento externo en todas las tees, curvas, tapones, válvulas, etc. para resistir las fuerzas de empuje. Debido a la flexibilidad intrínseca de PVC, es además importante diseñar los empotramientos en las curvas para contrarrestar la tendencia a desacomplarse. Estos anclajes se requieren en:

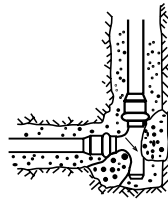
- Cambios de dirección
- Cambios en tamaño, reducciones
- Tapones en terminales ciegas
- Conexiones a válvulas, hidrantes, ya que se crea empuje cuando se cierran

El tamaño y tipo de esos bloques o anclajes para el empuje dependen de:

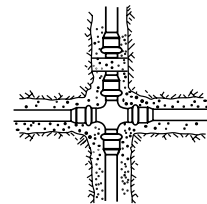
- Presión máxima de operación o de prueba del sistema
- Diámetro de la tubería
- Diámetro de los accesorios
- Tipo de accesorios o conexiones
- Perfil de la línea
- Resistencia del suelo

Tipos de Anclajes

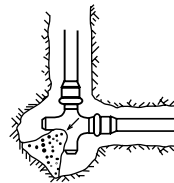
TEE USADA COMO CODO PARA FUTURA PROLONGACIÓN



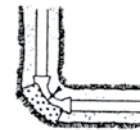
CAMBIO DE DIÁMETRO DE REDUCCIÓN



CRUZ USADA COMO CODO PARA PROLONGACIONES FUTURAS



CAMBIO DE DIRECCIÓN CON CODO



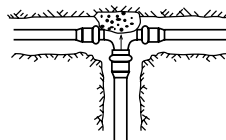
CAMBIO DE DIRECCIÓN



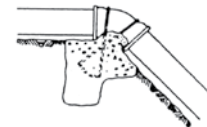
DERIVACIÓN EN YEE



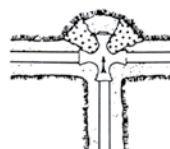
DERIVACIÓN EN TEE



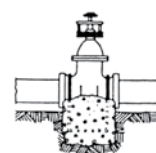
CAMBIO DE DIRECCIÓN VERTICAL



CRUZ USADA COMO TEE



VÁLVULA



Para dimensionar los bloques hay varios métodos, uno de ellos es asumir la capacidad de soporte del suelo. A continuación se indican valores de acuerdo con el tipo de suelo y son estimadas bajo la premisa de que la profundidad de suelo saturado excede 0.60m. Para mayor seguridad, los valores de capacidad de carga del suelo deben ser determinados para cada proyecto en particular.

Nota: El concreto no debe envolver totalmente la Tubería o accesorio PAVCO ya que con los cambios de presión interna se presentan variaciones en el diámetro externo que no se deben impedir, pues causaría esfuerzos innecesarios en la pared del tubo. Para esto es buena práctica aislar la Tubería con un fieltro asfáltico o un polietileno grueso colocado entre la Tubería o accesorio PAVCO y el concreto.

Empuje Desarrollado por una Presión de 100Psi

Diámetro Nominal	Codo 90°	Codo 45°	Válvulas, TEES, Tapones Ciegos
pulgadas (mm)	Lb fuerza (N)	Lb fuerza (N)	Lb fuerza (N)
4 (100)	1.800 (8.007)	1.100 (4.893)	1.300 (5.783)
6 (150)	4.000 (17.793)	2.300 (10.231)	2.900 (12.900)
8 (200)	7.200 (32.027)	4.100 (18.238)	5.100 (22.686)
10 (250)	11.200 (48.820)	6.300 (28.024)	7.900 (35.141)
12 (300)	16.000 (71.172)	9.100 (40.479)	11.300 (50.265)

Tomado de AWWA M23

Capacidad de Carga Estimada

Tipo de Suelo	Lb/pie ²	N/m ²
pulgadas (mm)	Lb fuerza (N)	Lb fuerza (N)
Turba	0	0
Arcilla suave	500	23.940
Arena	1.000	47.881
Arena y grava	1.500	71.821
Arena y grava con arcilla	2.000	97.761
Arena y grava cementada con arcilla	4.000	191.523
Arcillas impermeables consolidadas	5.000	239.403

Tomado de AWWA M23

Diseño de Curvatura Longitudinal

La respuesta de las Tuberías para Acueducto Unión Platino de PAVCO a la curvatura longitudinal es una gran ventaja en instalaciones enterradas. Estas curvaturas pueden hacerse para cambiar el alineamiento para evitar obstrucciones o puede simplemente ocurrir en respuesta a situaciones no planeadas, tales como asentamientos diferenciales de válvulas e hidrantes a los que la tubería está rígidamente conectada, asentamientos disperejos o erosión del encamado de la tubería, movimientos del suelo debido a variaciones a las condiciones de humedad, presencia de nivel freático o movimientos sísmicos.

Para el cálculo de la curvatura longitudinal a que puede someterse la Tubería, sin considerar deflexión longitudinal en las uniones:

Cálculo de la tensión de curvatura permitida:

Fórmula:

$$S_b = (HDB - S_t) * \left(\frac{T}{SF} \right)$$

Donde:

- HDB: Base Hidrostática de Diseño, para Unión Platino de PAVCO 4000 psi
- S_t: HDB/2, Esfuerzo de Tensión, psi
- SF: Factor de Seguridad, 2
- T: Factor de Corrección de Presión de Trabajo con la Temperatura

El Momento inducido por la curvatura longitudinal,

Fórmula:

$$M = S_b * \frac{I}{c}$$

Donde:

- M: Momento de la curvatura, pulg-lb
- c: DE/2, distancia de la fibra externa al eje neutro, pulg.
- I: Momento de inercia, pulg⁴.

En Tuberías de pared sólida,

Fórmula:

$$I = \frac{\pi}{64} (DE^4 - DI^4) = 0.0491 (DE^4 - DI^4)$$

Donde:

DE: Diámetro exterior, pulg

DI: Diámetro Interior, pulg

Asumiendo que la curvatura conforma un arco circular, el radio mínimo en pulgadas, Rb, será:

Fórmula:

$$Rb = E * \frac{I}{M}$$

Donde:

Además de los definidos arriba,

E: Módulo de Elasticidad de la Tubería, psi

El valor del ángulo B en grados, formado por la longitud de la Tubería L,

Fórmula:

$$B = \frac{360L}{2\pi Rb}$$

Con L y Rb con iguales unidades de longitud.

El valor del ángulo "a" de la deflexión de la Tubería curvada desde una tangente al círculo,

Fórmula:

$$a = \frac{B}{2}$$

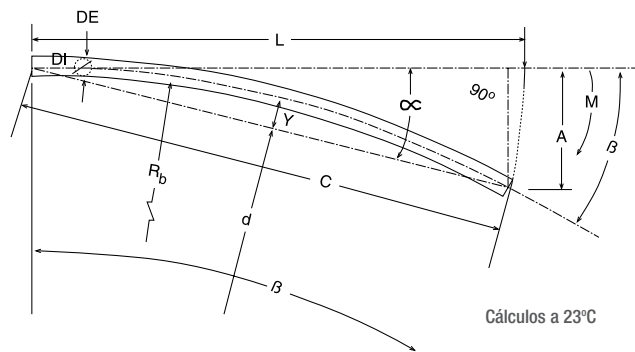
La distancia perpendicular desde la tangente del círculo hasta el extremo de la Tubería, $A = 2Rb * (\text{Seno } B/2)^2$

Si se asume que durante la instalación, la Tubería está temporalmente fija en un extremo y actúa como una viga en cantilever, la fuerza lateral requerida para obtener el desplazamiento A es: $P = 3 * E * I * A / (L^3)$

Para obtener las curvaturas longitudinales se hace necesario bloquear las uniones para asegurar la alineación recta de éstas.

Cuando el valor de B necesario supera el valor permitido para una longitud dada de tubería, la curvatura longitudinal debe ser alcanzada distribuyéndola en varias longitudes de tubería.

Curvatura Longitudinal Permitida para Tubería de PVC



Curvatura para Unión Platino

E = 400,000 psi

HDB Longitudinal = 4,000 psi

SF = 2

DIMENSIONES			CURVATURA LONGITUDINAL											
Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Longitud a Deflectar	β				A				P			
			RDE41	RDE32.5	RDE26	RDE21	RDE41	RDE32.5	RDE26	RDE21	RDE41	RDE32.5	RDE26	RDE21
pulg.	mm	m	Grados				m				lbs			
2	60.32	5.40			25.65	25.65			1.19	1.19			2.49	3.01
2.1/2	73.02	5.40			21.19	21.19			0.99	0.99			4.43	5.37
3	88.90	5.40		17.40	17.40	17.40		0.81	0.81	0.81		6.62	8.10	9.74
4	114.30	5.40	13.54	13.54	13.54	13.54	0.63	0.63	0.63	0.63	11.40	14.08	17.20	20.73
6	168.28	5.40	9.19	9.19	9.19	9.19	0.43	0.43	0.43	0.43	36.59	45.13	55.15	66.46
8	219.08	5.40	7.06	7.06	7.06	7.06	0.33	0.33	0.33	0.33	80.33	99.48	121.72	146.24
10	273.05	5.40	5.67	5.67	5.67	5.67	0.27	0.27	0.27	0.27	155.95	193.15	235.43	283.35
12	323.85	5.40	4.78	4.78	4.78	4.78	0.23	0.23	0.23	0.23	260.29	321.91	393.11	472.73
14	355.60	5.40	4.35	4.35	4.35	4.35	0.20	0.20	0.20	0.20	344.09	425.63	520.47	626.58
16	406.40	5.40	3.81	3.81	3.81	3.81	0.18	0.18	0.18	0.18	514.31	636.34	776.88	935.94
18	457.20	5.40	3.38	3.38	3.38	3.38	0.16	0.16	0.16	0.16	732.42	906.54	1106.64	1332.79
20	508.00	5.40	3.05	3.05	3.05	3.05	0.14	0.14	0.14	0.14	1005.58	1242.65	1517.89	1827.77
24	609.60	5.40	2.54	2.54	2.54	2.54	0.12	0.12	0.12	0.12	1733.44	2148.08	2623.49	3159.91

Cálculo de la Cimentación

El diseño de la cimentación se hace controlando la deflexión causada por la carga muerta y viva, usando la Ecuación de Iowa Modificada:

Cálculo de la tensión de curvatura permitida:

Fórmula:

$$\% \text{ Deflexión} = \frac{(DL \times K \times P \times K \times W) (100)}{0.149 \times PS + 0.061 \times E'}$$

Donde:

- DL: Factor de Deflexión (1.5) ó 1 Para condición de zanja. (Marston) o Condición Prisma.
- K: Constante de Encamado (0.10) Asumido. (Marston)
- P: Presión Carga Muerta, kg/m² (psi) Depende del tipo de relleno. (Suelo SM y SC)
- W: Presión de Carga Viva, kg/m² (psi) Fórmula de Boussinesq.
- PS: Rigidez kg/m² (psi) Rigidez de los tubos Unión Platino de PAVCO
- E': Módulo del Suelo kg/m² (psi) Capacidad del suelos de resistir deflexión.

E' para Grado de Compactación del Relleno en psi

Clase de Suelo	LANZADO	Baja, <85% Proctor, <40% Densidad Relativa	Moderado, 85% - 95% Proctor, 40% - 70% Densidad Relativa	Alta, >95% Proctor, >70% Densidad Relativa
Piedra Quebrada (Clase I)	1000	3000	3000	3000
GW, GP, SW, SP (Clase II)	200	1000	2000	3000
GM, GC, SM, SC (Clase III)	100	400	1000	2000
ML, CL, ML - CL (Clase IV)	50	200	400	1000
Exactitud en Términos de % de Deflexión	±2	±2	±1	±0.5

$$\text{Con } PS = \frac{EI}{0,149 r^3}$$

Donde:

- PS: Rigidez de tubería, psi
- E: Módulo de Elasticidad, 400.000 psi
- I: Momento de Inercia de la pared en la sección transversal por unidad de longitud de tubería, pulg³/ pulg
- R: Radio promedio, RE - t, pulg

$$\text{Para tubos de pared sólida, } I = \frac{t^3}{12}$$

t: espesor mínimo de pared, pulg³

$$\text{Entonces } PS = 0,559 * E * \left(\frac{t}{r}\right)^3$$

$$\text{Como } RDE = DE/t \text{ entonces, } PS = \frac{4,47 * E}{\left(\left(\frac{DE}{t}\right) - 1\right)^3} = \frac{4,47 * E}{(RDE - 1)^3}$$

Transporte y Almacenamiento

A. Los tramos de Tubería PAVCO deben almacenarse de tal manera que la longitud del tramo esté soportada a un nivel, con las campanas de la Unión Platino totalmente libres. Si para la primera hilada de Tubería no puede suministrarse una plancha total, puede usarse bloques de madera, de no menos de 9 cm de ancho y espaciados a un máximo de 1.50 mts.

B. Durante el transporte deben amarrarse los tubos para protegerlos. Los amarres no deben cortar o distorsionar la Tubería y debe ponerse un cartón o cualquier otra protección entre el tubo y el amarre. No debe ponerse carga adicional encima de los tramos de Tubería PAVCO.

C. Para el almacenamiento en la obra, deben separarse los tubos por tamaño y arrumarse como se indica en la figura. Deben ponerse bajo la primera hilada bloques de madera según las especificaciones del punto A. No debe apilarse en alturas mayores a 1.50 metros.

D. Cuando la Tubería esta expuesta a un sol muy intenso, debe proveerse algún tipo de sombra. Esto puede hacerse, por ejemplo, con un polietileno de color azul o negro, manteniendo ventilación.



1. Durante la carga y descarga de los tubos no los arroje al piso, ni los golpee.

CORRECTO



INCORRECTO

2. Transpórtelos sin arrastrarlos por el suelo.

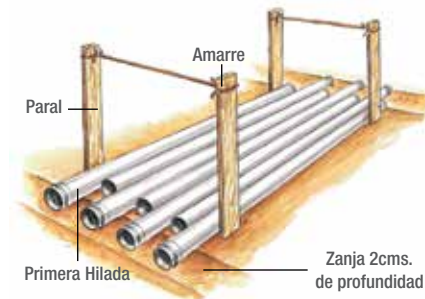
INCORRECTO



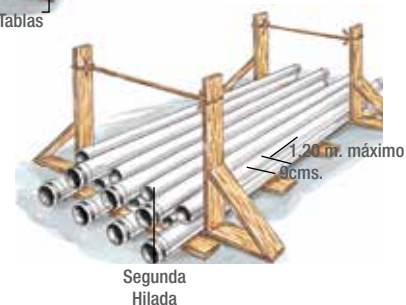
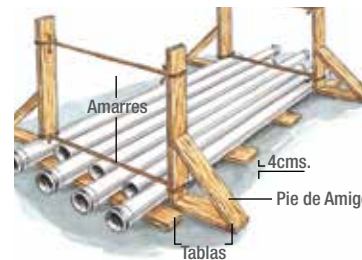
CORRECTO

Almacenamiento Sobre Tierra Nivelada

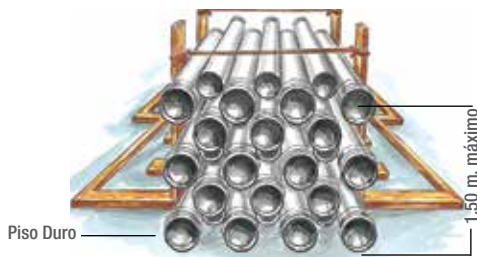
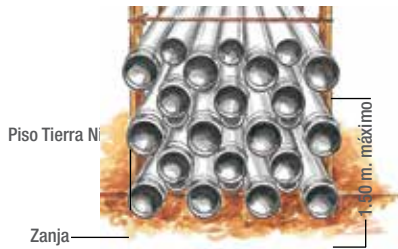
1. Almacénelos sobre el piso nivelado, con dos zanjas para proteger las campanas de la primera hilada.
2. Coloque los paraleles laterales y amárrelos.
3. Deje una distancia (equivalente a dos campanas) entre la campana y el espigo de la primera hilada, para acomodar las campanas de la segunda hilada de tubos, correspondiente a la longitud de las mismas.
4. La tercera hilada se debe tender en la misma forma que la primera y la cuarta similar a la segunda y así sucesivamente.



Almacenamiento Sobre Piso Duro, Cemento o Similar

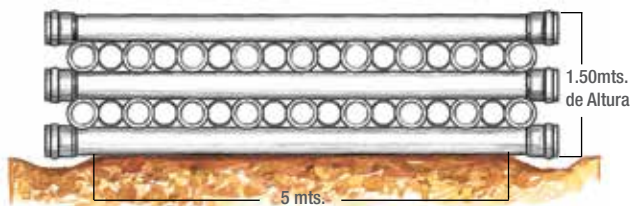
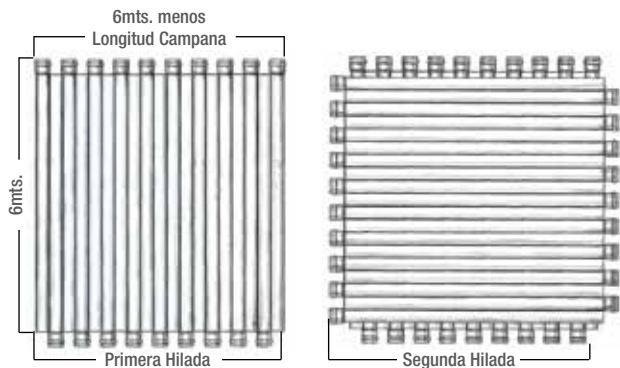


Altura Máxima para Apilar Tubería Sobre Tierra Nivelada o Piso Duro



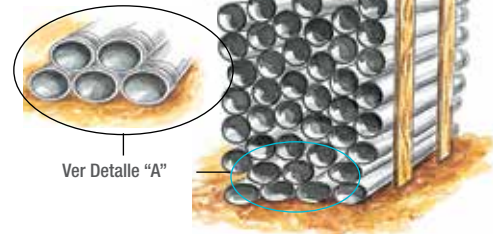
Alternativa de Almacenamiento

Cuando el área lo permita, se puede almacenar la Tubería en la siguiente forma:



INCORRECTO

Detalle "A"



CORRECTO



Cuando el almacenamiento de Tubería se hace libre debe protegerse de los rayos del sol, colocándola bajo una cubierta que no permita el paso de la luz directa, que tenga suficiente ventilación y apilándola siempre a una altura no mayor de los 1.50mts. El tiempo máximo de almacenamiento a la intemperie sin protección es de 30 días.

Ejecución de la Obra

Instalación

A. En la instalación de la Tubería, la limpieza es de primordial importancia, especialmente los espigos deben soportarse libremente del suelo para prevenir que el lubricante se embarre. Se instala con mayor facilidad, si la tubería se coloca y se desplaza sobre cilindros de madera; esto ayuda a la limpieza y reduce la fricción. Estos cilindros deben quitarse antes de rellenar.

B. Si no hubiese marca para la longitud de entrada del espigo como ocurriría si se corta un tramo de Tubería, debe marcarse el extremo del tubo en tal forma que el espigo penetre hasta dejar una luz entre 1.3 y 2.5 cms del fondo de la campana.

Esto puede hacerse comparando con la profundidad del espigo de un tubo nuevo.

C. La Tubería debe probarse cada 400 mts, para estar seguro de la correcta instalación de las uniones.

Ejecución en Obra

La presión de prueba de la red puede ser 1.5 veces la presión máxima a la que las tuberías vayan a estar sometidas de acuerdo con el diseño.

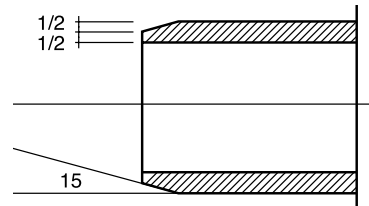
D. Todos los cambios de dirección, reducciones, válvulas, tapones etc, deben empotrarse. Se pueden usar bloques de concreto, pero debe interponerse una membrana flexible entre el concreto y la tubería para protegerla contra la abrasión.



E. Antes de probar la línea, debe rellenarse la zanja dejando las uniones expuestas. Si es necesario cubrir las uniones, debe marcarse su posición.



F. Si es necesario biselar un tubo durante la instalación, el ángulo debe ser de 15° y la profundidad del bisel debe ser igual a la mitad del espesor de pared del tubo. Para biselar el tubo debe usarse una escofina o lima.



G. Nunca corte el espigo de un codo de gran radio.

H. Si se hacen las uniones al nivel del terreno observe cuidadosamente las marcas de profundidad de entrada después de bajar la Tubería de la zanja.

Instalaciones Especiales

Cuando la Tubería va a estar expuesta a la radiación solar, debe cubrirse con un techo opaco o protegerse con una pintura que cumpla con las siguientes características:

- No debe necesitar solvente o tener base en thinner. Esta sustancia no se comporta bien con el PVC
- Debe tener un componente reflectivo, como el aluminio o similar
- Debe asegurarse la adherencia al PVC con la aplicación directa o a través de la aplicación de un "primer"

Antes de pintar la Tubería debe prepararse la superficie para asegurar la adherencia; lijar suavemente en seco, limpiar con limpiador PAVCO y aplicar la pintura.

Excavación

A. La zanja debe ser lo más angosta posible dentro de los límites practicables: un ancho de 30 cm. adicional al diámetro exterior del tubo es satisfactorio. La altura mínima del relleno por encima de la Tubería debe ser de 60 cm.



B. Debe examinar el fondo de la zanja para evitar objetos duros como rocas, troncos etc, no es necesario usar una capa de relleno especial, cuando el fondo de la zanja es un material suave y fino, libre de piedras y que se pueda nivelar fácilmente. Cuando en la excavación hay rocas debe dejarse un espacio para aplicar una capa de material fino.



C. El relleno debe comenzarse inmediatamente, después de la colocación de la tubería con el fin de protegerla. El relleno inicial debe ser material fino de la misma zanja o similar. Debe rellenarse con cuidado y compactarse perfectamente alrededor de la Tubería.



D. Cuando el material excavado tiene piedras, el material fino compactado del relleno inicial debe hacerse hasta 15 cm. por encima de la Tubería. Esto puede reducirse a 10 cms, cuando existe material de relleno libre de piedras en cantidad suficiente para otros 30 cms, de altura. En ningún momento puede incluirse en el relleno piedras o rocas que puedan asomar en el relleno inicial o llegar a hacer contacto con la Tubería.



Nota:

Quando hay agua sobre el fondo de la zanja debe evacuarse para mantener la zanja seca hasta que la Tubería sea instalada y rellenada al menos un diámetro sobre la clave de la Tubería para evitar flotación.

Ensamble

A. Preparación

Limpie cuidadosamente el interior de la campana así como el espigo, antes de unir.



B. Aplicando Lubricante

No remueva el sello que viene instalado de fábrica. Lubrique de manera pareja la mitad de la longitud del espigo y el empaque. Mueva el espigo de tal forma que apenas penetre en la boca de la unión.



C. Alineado la Tubería

Asegúrese que las Tuberías están perfectamente alineadas en ambos planos. Esto es muy importante. Nunca trate de introducir el espigo en ángulo.



D. Insertando el espigo en la Unión

Empuje el espigo hasta la marca de entrada. Esto debe hacerse con un movimiento rápido siendo de gran ayuda el impulso que se gana entre la boca de entrada y el sello de caucho.

Utilice una barra apoyándola sobre un trozo de madera colocado en el centro del tubo como indica la figura.



Condiciones Extremas para el Material

• El PVC es un material termoplástico que puede ser fundido aplicando calor, de tal forma que nunca debe instalarse, almacenarse o someterse a una fuente de calor que pueda deformarlo. La temperatura máxima a que puede transportar agua es de 60°C.

• No aplique solventes ni someta la tubería a contacto con estos.

• No someta la tubería a contacto directo con elementos punzantes, tales como herramientas metálicas o piedras angulosas mayores a 3/4".

• Consulte con nosotros condiciones especiales no cubiertas por este manual en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual

Puesta en Servicio

Prueba Hidrostática

El propósito de esta prueba es verificar los materiales y la mano de obra.

El sistema en construcción debe probarse por tramos terminados, antes de completar todo el sistema. Debe tenerse en cuenta que el o los tramos a probar deben estar suficientemente cubiertos, los anclajes en accesorios suficientemente curados, 3 días al menos, y debidamente restringido el movimiento en los tapones de los extremos.

Llenado de la Tubería:

La Tubería debe llenarse lentamente desde el punto más bajo de la línea. Debe calcularse la cantidad de agua necesaria para llenar la línea.

Expulsión de Aire:

Todo el aire debe ser expulsado de la línea durante la operación de llenado, antes de iniciar la prueba de presión. Se recomienda instalar válvulas automáticas de expulsión de aire o ventosas en los puntos altos del tramo a probar. La presencia de aire en la línea durante la prueba puede causar presiones excesivas debido a su compresión por el agua causando fallas a la Tubería o dar errores en la prueba.

Para saber si una Tubería que se está probando tiene aire atrapado, puede hacerse lo siguiente:

1. Presurice con agua a la presión deseada
2. Permita que la presión se reduzca a un cierto nivel
3. Mida la cantidad de agua requerida para llegar de nuevo a la presión deseada
4. Repita los pasos 2 y 3

Si la cantidad de agua requerida para presurizar la línea la segunda vez es significativamente menor que la requerida la primera vez, hay aire atrapado en la línea. Si no hay una diferencia significativa, hay probable fuga en la línea.

Prueba de Presión:

La presión de prueba puede ser del orden del 50% sobre la presión de operación. La presión de prueba no debe exceder la presión de diseño de la Tubería, de los accesorios o de los anclajes. La presión debe ser controlada en el punto más bajo del tramo a probar que no debe ser mayor que la de diseño de la Tubería. Duración mínima 1 hora.

Prueba Hermeticidad

El propósito de esta prueba es verificar que no haya fugas en las uniones, conexiones a accesorios y otros elementos del tramo a probar.

La presión de trabajo del tramo puede ser la presión de prueba. Se mantiene esta presión por un período determinado de tiempo. El ajuste en volumen de agua necesario para mantener esa presión debe estar dentro de los valores permitidos por la Ecuación siguiente:

Fórmula:

$$L = \frac{(N * D * P^{0.5})}{7400}$$

Donde:

- L: Permisibilidad de la prueba, gal/hr
N: Número de uniones en el tramo, de Tubería y Accesorios
D: Diámetro nominal de la Tubería, pulgadas
P: Presión promedio de la prueba, psi

El valor de L no es una aceptación de fugas, es un valor en el que se considera variables tales como aire atrapado en el tramo, asentamiento de los hidrosellos, pequeños embombamientos de la Tubería, variaciones de temperatura, etc. Todas las fugas visibles deben ser reparadas.

Limpeza y Desinfección

1. Inyectar agua al tramo de la Tubería a desinfectar, manteniendo destapada la salida. Dejar drenar para lavar la Tubería.
2. Calcular el volumen de agua necesaria para llenar el tramo de Tubería a desinfectar y determinar la cantidad de desinfectante a inyectar de tal forma que se garantice una concentración de 50mg/l de Cloro.
3. Inyectar agua potable al tramo a desinfectar, permitiendo que salga por el extremo de salida por unos minutos. Inyectar el desinfectante, bien sea con Cloro líquido o Hipoclorito de Sodio que garantice una concentración de 50mg/l. Este puede diluirse previamente en el agua de llenado o inyectarse separadamente. Dejar salir unos minutos más y taponar la salida y entrada, cuando se garantice la concentración de 50mg/l.
4. Dejar en reposo 24 horas, tiempo en el cual la concentración de Cloro debe estar mínimo en 25mg/l. Si está por debajo de este valor, debe agregarse más desinfectante.
5. Tomar una muestra de agua de la Tubería en proceso de desinfección. Al analizarla en un laboratorio calificado para este fin, debe estar libre de microorganismos coliformes.
6. Dejar pasar otras 24 horas y tomar otra muestra haciendo el mismo ensayo.
7. Si los resultados son satisfactorios, debe evacuarse el agua de la desinfección y proceder a hacer la conexión definitiva.

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo debe ser el estipulado por la Empresa de Servicios Públicos que opera el acueducto. Pueden usarse los equipos de inspección y limpieza usualmente dedicados a estas actividades.

Para mantenimiento correctivo, según sea el caso del daño específico, puede consultarse con PAVCO en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual.

Rotulado

Uso	Presión Agua Potable
País de origen y fabricante	MEXICHEM PAVCO COLOMBIA
Material	PVC
Norma de fabricación	NTC 382 y NTC 2295
Diámetro nominal	Por Ejemplo IPS 4" (114mm)
Presión de Trabajo	Por ejemplo RDE 21 200 psi (1.38 mPa)
Código de Trazabilidad	Planta año mes día turno No. Máquina Línea 1 dígito 2 dígitos 2 dígitos 2 dígitos 2 dígitos 2 dígitos 2 dígitos
Lote RT	Por ejemplo 001

Acometidas Domiciliarias PF + UAD

Definición

Las Tuberías PF + UAD de PAVCO son tuberías de Polietileno especificadas para uso en domiciliarias de Acueducto.

Ventajas

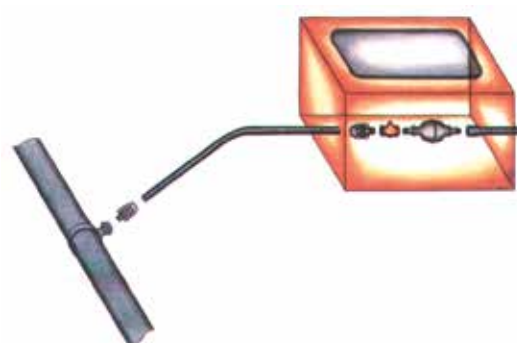
Las ventajas de la Tubería Flexible al servicio de acometidas domiciliarias han sido comprobadas a través de muchos años de éxito en instalaciones bajo todo tipo de subsuelo.

Estas incluyen reducción de costos con relación a las metálicas, facilidad de manejo e instalación, dureza excepcional, resistencia a la corrosión, mayor flujo y ahorros sustanciales tanto en la instalación inicial como en el mantenimiento a largo plazo.

PF + UAD Flexible

La investigación continua de la química de los polímeros llevó en 1957 al descubrimiento de un material único con propiedades superiores a los materiales existentes.

	Polietileno Tradicional	PF + AUD
Golpe de Ariete Aumento de presión de 100 a 300 psi.,10 veces por minuto a temperatura ambiente hasta ruptura del espécimen.	11 minutos	Más de 1700 horas (sin ruptura)
Reventamiento Ambiental Formación de rajaduras y perforaciones de la Tubería bajo presión, al exponerla a ciertos químicos corrosivos.	12 horas	3.000 horas (sin falla)
Alargamiento Tensionando un espécimen en forma de anillo hasta que se rompa, medido como porcentaje del diámetro original.	180%	700%
Flexión La Tubería se somete a doblamientos de 90°, bajo 25 libras por pulgada cuadrada de presión interna.	300 ciclos	11.700 ciclos



Especificaciones y Códigos

PAVCO continuando con su filosofía de excelente calidad e insuperables especificaciones ha establecido las siguientes normas para su Tubería flexible PF + UAD.

Se fabrica bajo la Norma NTC 3694, tubos tipo CTS de Polietileno (PE).

Materia Prima

Tipo III Grado 3 Clase C de acuerdo a las especificaciones ASTM D 1248-81, designación 3306

Dimensiones y Tolerancias

De acuerdo a la norma ASTM D 2737-81 Standar Specification for Polyethylene (PE) Plastic Tubing para Tuberías tipo "tubing" cuando sean medidos de acuerdo a la ASTM D2122-81

Espesor de Pared

De acuerdo a la fórmula ISO la relación del diámetro de la Tubería al espesor de pared será RDE 9, para 160 libras por pulgada cuadrada de presión de trabajo (PSI).

Presión de Rotura

La mínima presión de rotura será la siguiente:

Estas presiones serán medidas de acuerdo a la Norma ASTM 1599-69, utilizando la fórmula ISO con una tensión mínima de 2.520 libras por pulgada cuadrada.	Diámetro Nominal	Presión mínima de rotura con agua a 22°C - RDE 9
	1/2	630 psi
	3/4	630 psi

Tuberías PF + UAD PAVCO

RDE 9 3306

Presión de trabajo a 23°C: 160 psi - 1.10 MPa - 11.25 Kg/cm²
 Tamaño Cobre

RDE 9 3306

Presión de trabajo a 23°C: 160 psi - 1.10 MPa - 11.25 Kg/cm²


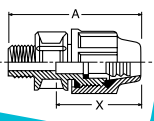
Diámetro Nominal		Referencia	Peso Aprox. Kg/m	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom. mm
mm	pulg.			mm	pulg.	mm	pulg.	
16	1/2	2900301	82	15.88	0.625	1.75	0.069	12.38
22	3/4	2900302	160	22.23	0.875	2.46	0.097	17.31

La longitud de los rollos es de 90 metros.




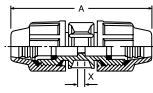
NTC 3694

Accesorios PF + UAD Flexible

Adaptador Macho

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	A mm	A pulg.	X mm	X pulg.
1/2	2900755	78.5	3.09	50.3	1.98
3/4	2903146	305	457	305	457


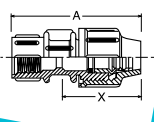



Unión

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	A mm	A pulg.	X mm	X pulg.
1/2	2901609	104.5	4.11	5.00	0.20
3/4	2903379				


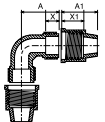
Las principales ventajas que se obtienen al utilizar los Accesorios PAVCO para acometidas domiciliarias son:

- Mayor seguridad y rapidez en la instalación ya que solo se hace presión contra el accesorio, el cual tiene un dispositivo estriado que evita el desacoplamiento del tubo.
- Se asegura un sello perfecto mediante el anillo interior de caucho, obteniendo una junta impermeable aun cuando el tubo sea flectado.
- No es necesario el uso de herramientas para lograr el acople entre la Tubería y el Accesorio.
- Los accesorios son resistentes a la corrosión y a la oxidación.

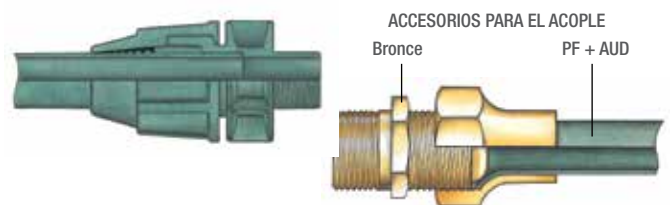
Adaptador Hembra

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	A mm	A pulg.	X mm	X pulg.
1/2	2900691	83.0	3.27	49.3	1.94

Codo 90°

Diámetro Nominal pulg.		Referencia					
1/2		2901060					
A mm	X pulg.	A1 mm	X1 pulg.	A mm	X pulg.	A1 mm	X1 pulg.
45.5	1.79	14.0	0.55	40.0	1.57	24.0	0.94



Este accesorio lo suministran los fabricantes de accesorios y racores de bronce.

Expandir



Elementos para conexiones directas

Para un Diámetro

Referencia

1/2" y 3/4"

Instalación

A. Para conectar la Tubería PF + AUD de PAVCO en las instalaciones domiciliarias, primero busque el tubo del cual se va a hacer la acometida.

- Haga una excavación lo suficientemente amplia alrededor del tubo.
- Limpie la Tubería para colocar el collar de derivación.
- Quite la tuerca y el buje del collar.

B. Instale la cincha del collar en el tubo. Sin golpearlo, gírelo sobre éste, dejándolo girar libremente.



C. Ubíquelo en un ángulo de aproximadamente 45° hacia donde va a quedar la cajilla del medidor.



D. Ajuste el buje en el collar, acomodándolo con las guías que este trae; enrosque la tuerca para ajustar el buje. Hágalo con la mano hasta que esté bien apretado, luego con una llave de cinta termine de apretar.



E. Instale el registro de incorporación con cinta de teflón en el collar de derivación, no sin antes aflojar la tuerca y suavizarlo para abrir y cerrar fácilmente. Con la llave N°12" ajuste suavemente el registro.



F. En el registro de incorporación enrosque la máquina para perforar el tubo; ésta máquina debe tener broca para metal. Una vez perforado el tubo devuelva la broca, cierre el registro, retire la máquina, y verifique que esté bien perforado. De no ser así, repita el proceso.



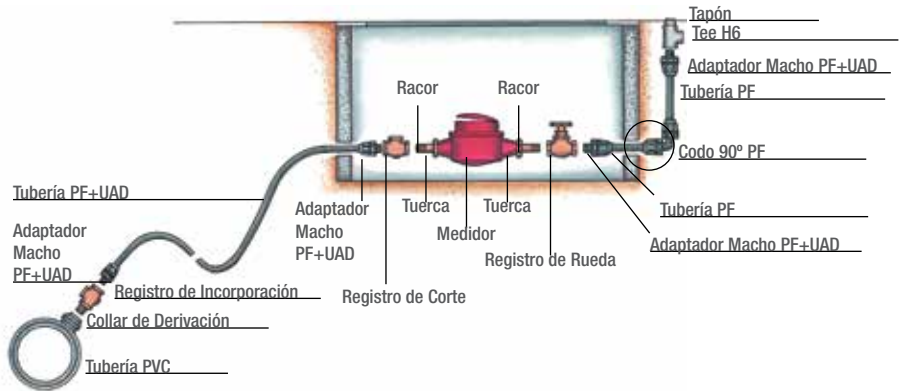
G. Una vez perforado correctamente, instale sobre el registro un adaptador macho PF+UAD PAVCO con cinta de teflón, ajustándolo suavemente con la llave para tubo N°12.



H. Luego afloje el mecanismo o la tuerca del adaptador para permitir que la Tubería PF+UAD entre. Antes de la instalación inspeccione la Tubería buscando cortaduras, picaduras o excesiva abrasión, que puede haber ocurrido durante el manejo y transporte. Corte el tubo a escuadra usando una cuchilla

Instalación

bien afilada. Con esta misma hágale al tubo un bisel para evitar que se lleve el empaque o lo muerda.



I. Introduzca hasta el fondo del adaptador la Tubería PF+UAD. Ajuste la tuerca con la mano fuertemente (no use llaves).



J. Extienda el tubo PF+UAD hasta la cajilla del medidor, tome la medida del tubo a cortar dejándolo un poco largo para que las conexiones no queden tirantes y prever así cualquier asentamiento que se presente en el terreno.



K. Arme el medidor dentro de la cajilla del mismo según foto. Este debe tener registro de corte con adaptador macho PF+UAD, medidor, registro de rueda o de bola, adaptador macho PF+UAD, alargador y subidor, adaptador macho PF+UAD y Tee de Prueba.



Ajuste el tubo en el adaptador macho PF+UAD apretándolo con la mano. Cierre el registro de rueda o de bola, abra el registro de incorporación. Verifique que no haya fugas en las conexiones. Si no hay fugas, abra el registro de bola o de rueda, deje salir un poco de agua para purgar y lavar la Tubería, cierre el registro y proceda a tapar la Tubería con

tierra que no tenga objetos agudos que la puedan romper, compactando manualmente hasta por lo menos 30 cms. por encima de la Tubería.

Si la acometida domiciliaria se hace con registro de incorporación y de corte tipo c.u. siga las siguientes recomendaciones:

a. Inserte la Tubería en la unión de bronce. Caliente aproximadamente una zona de 3cms. del extremo con un soplete o quemador; gire el tubo constantemente para que el calentamiento sea uniforme; no caliente excesivamente y evite quemar el tubo.

b. A continuación acampane el extremo del tubo con el expander, girándolo hasta que la campana quede perfectamente conformada. Manténgalo en su sitio hasta que el tubo se haya enfriado y la campana endurecido (60 segundos); si se retira el expander demasiado pronto la campana no quedará bien formada.



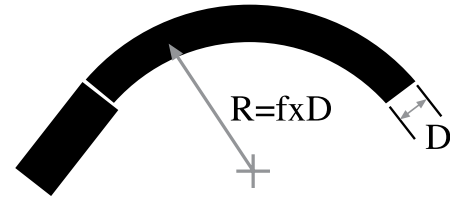
C. Quite el expander e inmediatamente cubra la campana con la tuerca y atornille sobre el accesorio permitiendo que el tubo selle directamente; apriete cuanto sea posible a mano y luego únicamente dé una vuelta con una llave.



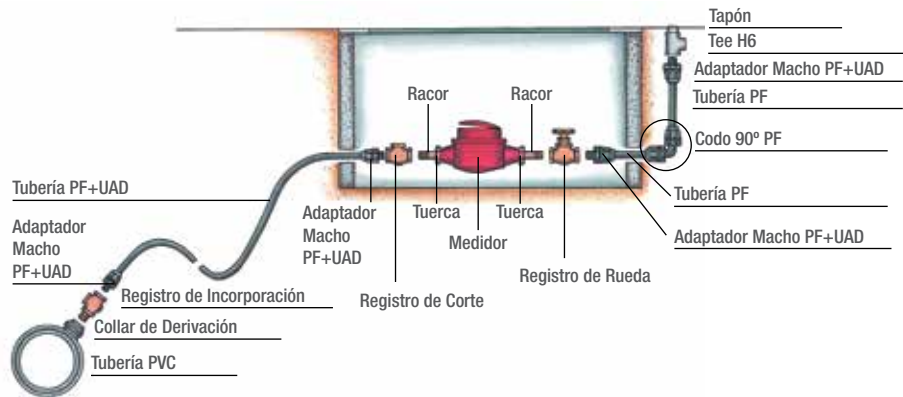
Curvas en Frío con Tuberías PF + UAD PAVCO

Con un factor de seguridad de 2, los radios de curvatura mínimos recomendados son:

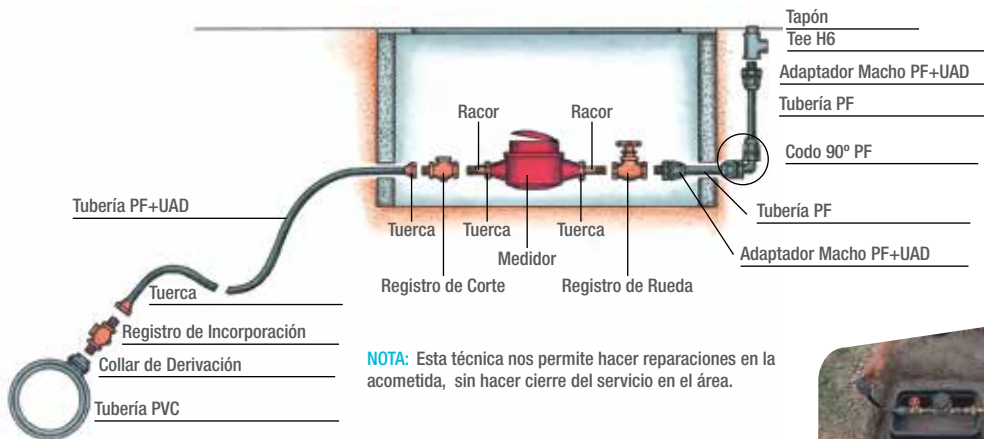
PN 9 f 12



Instalación Utilizando los Adaptadores Machos PF + UAD PAVCO



Instalación Utilizando los Accesorios de Bronce y la Tubería PF + UAD PAVCO



NOTA: Esta técnica nos permite hacer reparaciones en la acometida, sin hacer cierre del servicio en el área.



Rotulado

Marca	PF + UAD
Uso	Agua Potable
País de origen y fabricante	MEXICHEM PAVCO COLOMBIA
Material	PE 3306 alta densidad-C3
Norma de fabricación	NTC 3694
Diámetro nominal	Por Ejemplo 1/2" (16mm)
Presión de Trabajo	Por ejemplo RDE 9 160 psi (1.10 mPa)
Código de Trazabilidad	Planta 1 dígito año 2 dígitos mes 2 dígitos día 2 dígitos turno 2 dígitos No. Máquina 2 dígitos Línea 2 dígitos
Lote RT	Por ejemplo 001



Certificado SC 036 - 1
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y polietileno, de accesorios de PVC, CPVC y polipropileno, de cementos solventes de PVC y CPVC

NTC - ISO 9001 : 2008



Certificado SA 057 - 1
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y polietileno, y de cementos solventes de PVC y CPVC y cámaras y cajas de inspección de polietileno

NTC - ISO 14001 : 2004



Certificado OS 033-1
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y polietileno, y de cementos solventes de PVC y CPVC y cámaras y cajas de inspección de polietileno

NTC OHSAS 18001 : 2007



Certificado CSC - 0001 - 8
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

Uniones con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos empleados para el transporte de fluidos a presión marca PAVCO

NTC 2295 (2008)



Certificado CSC - 0001 - 1
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

Tubos de PVC clasificados según la presión marca PAVCO

NTC 382 - (2009)



Resolución 1166 del 20 de Junio del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo territorial

Producción y venta de tubos y accesorios para acueducto, alcantarillado, uso sanitario y aguas lluvias Marca Pavco (Biaxial pavco, Acualflex, Novafort, Novaloc).

Fabricado por MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

ESTE MANUAL TÉCNICO HA SIDO REVISADO Y APROBADO POR LA GERENCIA DE PRODUCTO DE PAVCO.

LABORATORIO HOMOLOGADO
Mediante resolución N° 984 del 12 de Mayo de 1998 y las que la complementan, La Superintendencia de Industria y Comercio acreditó los laboratorios de la División de Tubosistemas de PAVCO S.A. como LABORATORIOS DE ENSAYOS EN TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE PVC.

PRODUCTO NO BIODEGRADABLE.
NO INCINERE.
HAGA DISPOSICIÓN ADECUADA DE DESPERDICIOS.

Edición
Abril de 2018
reemplaza la de Mayo de 2014



En PAVCO estamos cerca de nuestros clientes:

01 8000 912286



Certificado SC 038-1
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y polipropileno, cementos solubles de PVC y CPVC, Cámaras y cajas de inspección de polipropileno. Servicio de Rehabilitación de tuberías existentes.

NTC - ISO 9001 : 2008



Certificado SA 087-1
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y polipropileno, de accesorios de PVC y CPVC y polipropileno, de cementos solubles de PVC y CPVC, Cámaras y cajas de inspección de polipropileno y Rehabilitación de tuberías existentes.

ISO 14001 : 2004
NTC - ISO 14001 : 2004



Certificado OS 033-1
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y Polipropileno, de cementos solubles de PVC y CPVC, Cámaras y cajas de inspección de polipropileno y Rehabilitación de tuberías existentes.

OHSAS 18001 : 2007
NTC OHSAS 18001 : 2007

BOGOTÁ

Autopista Sur N.º 71 - 75
Conmutador: (57 1) 782 5000
Fax: (57 1) 782 5010
Servicliente: (57 1) 777 2286

BUCARAMANGA

Carrera 21 N.º 36 - 83
Torre 2 Oficina 404
Floridablanca
Servicliente: 314 330 2331

BARRANQUILLA

Conmutador: (57 5) 375 8100
Fax: (57 5) 375 8156
Servicliente: 312 332 0041

MEDELLÍN

Carrera 46 N.º 14 - 48
Conmutador: (57 4) 325 6660
Fax: (57 4) 325 6666

CALI - YUMBO

Calle 10 N.º 31A - 153
Zona Industrial Arroyohondo
Conmutador: (57 2) 442 3444
Fax: (57 2) 666 4118

EJE CAFETERO

Calle 12 N.º 19 - 114
Oficina 103, Pereira
Servicliente: 312 332 0025



@pavcolombia



pavcolombia



pavco