



OFICINAS DURATEC-VINILIT

SANTIAGO

Av. J. Alessandri R. 10.900 San Bernardo - Casilla 251

Tels.: 460 5000 - 460 5007 - Fax: 460 5050

E-mail: emv@duratec.cl

OFICINAS REGIONALES

Antofagasta: 1ª y 2ª región • Av. Pedro Aguirre Cerda N° 11.158, Barrio Industrial.

La Chimba • Fono: 55-211205 • Fax: 55-211207

E-mail: antofagasta_duratec@pizarreño.cl

La Serena: 3ª y 4ª región • Av. Francisco de Aguirre 066 • Fono: 51-213989 51-

216394 • Fax: 51-216396

E-mail: serena_duratec@pizarreño.cl

Viña del Mar: 5ª región • 4 Norte 1270 • Fonos: 32-694686 • Fax: 32-972324

E-mail: viña_duratec@pizarreño.cl

Rancagua: 6ª región • Almarza 126 • Fono/fax: 72-233300

Talca: 7ª región • 3 Oriente 1223 • Fonos: 71-230558 71-230559 • Fax: 71-226442

Concepción: 8ª región • Cochrane 832 • Fonos: 41-250417 41-250424 • Fax: 250428

E-mail: concepción_duratec@pizarreño.cl

Temuco: 9ª, 10ª, 11ª región • Rudecindo Ortega 02150, Sector Pueblo Nuevo •

Fono/Fax: 45-224311

E-mail: temuco_duratec@pizarreño.cl

an **Etex** GROUP company



CERTIFICACIONES DURAPEX
A NIVEL MUNDIAL
ISO 9002



DURATEC S.A.
Av. Alessandri R. 10.900 San Bernardo Casilla 251
Tels: 460 5000-460 5007 Fax: 460 5050
E-mail: emv@duratec.cl
www.duratec.cl



Manual de procedimiento de cálculo de pérdidas de carga



Manual de procedimiento de cálculo de pérdidas de carga Tuberías Durapex

1. Introducción

Las tuberías **Durapex** son una nueva tecnología para redes de agua potable caliente y fría domiciliarias, cuya metodología de cálculo de pérdidas de carga se basa en la Norma Chilena Oficial NCH 2485 of. 2000, "Instalaciones domiciliarias de agua potable - Diseño, cálculo y requisitos de las redes interiores".

En este manual de procedimiento se entregan las herramientas necesarias para la evaluación de las pérdidas de carga, cuyos conceptos generales son:

- **Durapex** se utiliza en interiores de casas y en cada piso de los edificios.
- La metodología de cálculo comienza inmediatamente aguas abajo del remarcador de cada departamento de un edificio, o en el primer distribuidor (manifold) en casas.
- Los diámetros comerciales de **Durapex** son:

Diámetro mm	Clase	Espesor pared (mm)
16	20	2,2
20	12,5	1,9/2,0
25	12,5	2,3
32	12,5	2,9

Se debe tratar de utilizar el diámetro mínimo posible con la restricción de la

velocidad máxima de 2,5 m/s y la presión mínima en el último artefacto de 4 m.c.a.

- Para el cálculo de pérdidas de carga se recomienda la utilización de la fórmula de Hazen Williams, reconocida mundialmente como apropiada para conducciones de líquidos a presión en productos plásticos, con un coeficiente de rugosidad de $c = 158$.

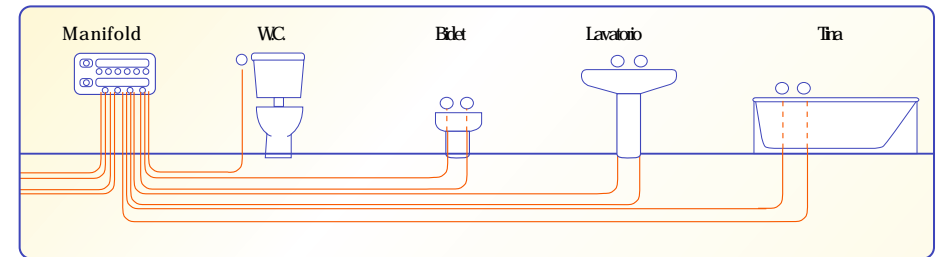
- **Durapex** es un material de plástico reforzado que no tiene juntas ni codos, por lo que admitiría velocidades de escurrimiento mayores de 2,5 m/s. Sin embargo, esta restricción se mantiene como factor de seguridad adicional, el cual se aumenta al tener presente que este método de evaluación es conservador, por lo que en la práctica las velocidades son menores a la que resultan de los cálculos.

- Como regla general, es preferible utilizar poca cantidad de distribuidores (manifolds) con mucha cantidad de salidas cada uno, antes que mucha cantidad de manifolds con pocas salidas cada uno.

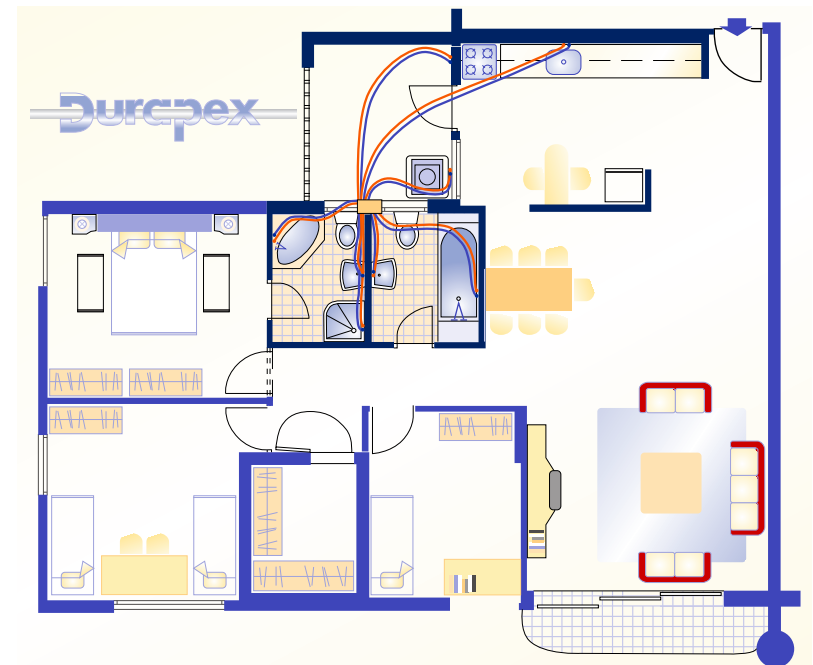
- En general, los diámetros de las tuberías hacia los artefactos son de 16 mm, entre manifolds son de 20 mm y los diámetros de los primeros tramos hasta el primer manifold son de 25 ó 32 según las circunstancias de cada proyecto.

A continuación se muestra un esquema de concepto de las tuberías en un baño y un plano de planta tipo para un sistema residencial.

ESQUEMA EN CONCEPTO



PLANTA TIPO PARA UN SISTEMA RESIDENCIAL



2. Metodología de cálculo

- Caudal instalado (QI) se evalúa asignando un caudal a cada artefacto según la tabla de la Norma NCh 2485 of. 2000 siguiente:

Tipo de artefacto	Agua fría QI (l/min)	Agua caliente QI (l/min)
Inodoro corriente	10	
Baño tina	10	10
Tina	15	15
Lavatorio	8	8
Bidet	6	6
Urinario corriente	6	
Lavaplatos	12	12
Lavadero	15	15
Lavacopas	12	12
Bebedero	5	
Salivera dentista	5	
Llave riego 13 mm	20	
Urinario con cañería perforada por metro	10	
Ducha con cañería perforada por metro	40	
Máquina de lavar vajilla	15	15
Máquina de lavar ropa	15	15

- Caudal máximo probable (QP) se evalúa a partir del caudal instalado (QI), según la fórmula siguiente:

$$QP = 1,7391 \cdot QI^{0,6891}$$

QP, QI en litros por minuto (l/min).

- Los diámetros recomendables de utilizar en Durapex son:

Diámetro recomendable mm	Caudal máximo probable (QP) l/min
32	51 - 80
25	31 - 50
20	16 - 30
16	0 - 15

- La velocidad (V) se estima de según la fórmula siguiente:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

En que:

V : velocidad en m/s

Q : caudal máximo probable en m³/s

D : diámetro interior del tubo en metros (m).

π : 3,14159

- La pérdida de carga fricción (J) se evalúa mediante la fórmula de Hazen Williams siguiente:

$$J = 10,665 \cdot \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,869}}$$

J: pérdida de carga unitaria en tanto por uno (m.c.a./m).

Ejemplo, J = 0,01 = 1%

Q: caudal máximo probable (QP) en m³/s

C: 158 (coeficiente de rugosidad)

D: diámetro interior del tubo en metros (m)

- Pérdida de carga friccional:
Se estima multiplicando la pérdida de carga unitaria J de cada tramo por la longitud de la tubería, J•L.
- Pérdidas de carga singulares en piezas especiales y accesorios de unión:

a) Método cinético

Para este método se utiliza la fórmula siguiente:

$$\lambda_s = \frac{K \cdot V^2}{2g}$$

En que:

λ_s: pérdida de carga de una pieza o accesorio (m.c.a.)

V: velocidad de escurrimiento por aguas arriba (m/s)

g: aceleración de gravedad (g=9,81 m/s²).

K: coeficiente de proporcionalidad que depende de las características específicas de cada pieza.

Los valores de K son:

Válvula de bola:	K= 0,2
Unión Pex con reducción:	K= 0,5
Codo 90°:	K= 0,9
Tee paso directo (califonts-tees):	K= 0,6
Paso directo por manifold:	K= 0,6
Tee salida lateral:	K= 1,3
Paso de agua hacia el último artefacto a través de manifold:	K= 1,3

Estos valores de K corresponden a fracciones de la altura de velocidad V²/2g y su resultado corresponde a las pérdidas de carga singulares en metros columna de agua (m.c.a.) de cada una de las singularidades.

En la práctica, la totalidad de las pérdidas singulares ocurre en los distribuidores o manifolds en que existen singularidades en serie, cuyos valores de K se suman aritméticamente, a excepción del paso directo por manifolds cuando existen muchas tees en serie.

Para esta situación se debe considerar lo siguiente:

Tee califont o tees que salen hacia otros manifolds, se supone cada una con K = 0,6.

Manifolds de 4 salidas, también se supone con K= 0,6. Para situaciones con más de 4 salidas se supone cada salida adicional con K= 0,15, es decir:

Manifold con 4 salidas, K= 0,6

Manifold con 6 salidas, K= 0,9

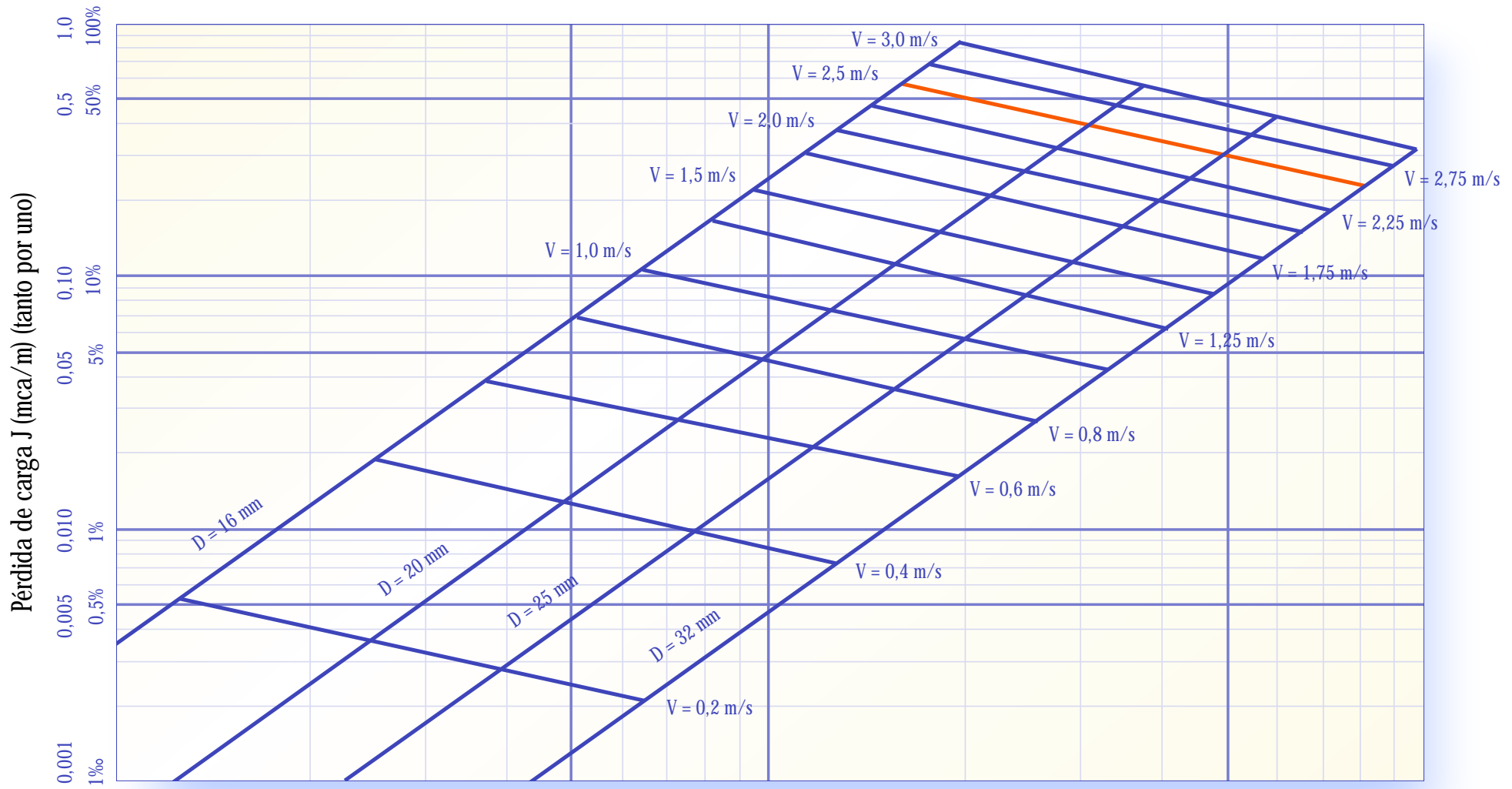
Manifold con 8 salidas, K= 1,2, etc.

Dado que en la práctica los artefactos sólo se utilizan parcialmente, algunas de estas tees de paso directo no tienen pérdidas, por lo que no correspondería sumarlas aritméticamente.

La evaluación de este concepto está definido por el caudal instalado (QI)

Ábaco Durapex

Pérdida de carga unitaria en función del caudal y del diámetro



y el caudal máximo probable (QP), por lo que la estimación del valor K equivalente cuando hay varias tees y un manifold extenso es la siguiente:

$$K_{\text{equiv.}} = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \frac{QP}{QI}$$

En que:

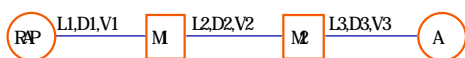
n: número de tees de paso directo en serie

Ki: coeficiente K de cada tee de paso directo

Es decir, se deben sumar los Ki de las tees y multiplicarlas por la proporción entre el caudal máximo probable (QP) y el caudal instalado (QI).

Para el resto de las singularidades como codos, reducciones y válvulas, los valores de K se suman aritméticamente al valor del K equivalente a las tees de paso directo, obteniéndose un valor de K equivalente total para el manifold en cuestión, pudiéndose evaluar así la pérdida de carga singular Js expuesta al principio de este punto.

- Balance de presiones:
Esquemáticamente tiene:



En que:

RAP: remarcador de cada departamento para el caso de edificios. Para el caso de casas, se supondrá que corresponde al primer manifold denominado M0, pero no se asignarán pérdidas. Sin embargo, en la práctica, M0 más el tramo (L1, D1, V1) corresponde a las pérdidas del medidor más las pérdidas en el jardín.

L1, D1, V1: longitud, diámetro y velocidad del primer tramo de las tuberías **Durapex**. Es necesario tener presente que esta longitud corresponde a la longitud real de la tubería sin ningún tipo de amplificaciones.

M1: Manifold 1 o distribuidor 1.

L2, D2, V2: longitud, diámetro y velocidad del segundo tramo de las tuberías **Durapex**. Es necesario tener presente que esta longitud corresponde a la longitud real de la tubería sin ningún tipo de amplificaciones.

M2: Manifold 2 o distribuidor 2.

L3, D3, V3: ídem L2, D2, V2

A: artefacto más alejado.

Para evaluar la presión en el último artefacto, se tiene:

Presión (A) = Presión (RAP) - Pérdida friccional (L1) - Pérdida singular (M1) - Pérdida friccional (L2) - Pérdida singular (M2) - Pérdida friccional (L3)

En que:

Las pérdidas friccionales en L1, L2 y L3 se evalúan de la siguiente manera:

Con el caudal se entra al ábaco y se evalúa la pérdida de carga por fricción unitaria J, evaluándose la pérdida como J•L. La pérdida total por fricción es:

$$\text{Pérdida total por fricción: } J1 \cdot L1 + J2 \cdot L2 + J3 \cdot L3$$

Las pérdidas singulares (λ_s) ocurren en los manifolds, y se evalúan según punto anterior, pudiendo evaluar con esto la presión en el último artefacto según el balance de presiones, cuyo valor debe ser mayor o igual que 4 m.c.a.

Accesorio Ø	Ø			
	16 mm	20 mm	25 mm	32 mm
Codo 90° radio largo	0,20	0,29	0,40	0,55
Codo 90° radio corto	0,36	0,55	0,73	1,06
Codo 45°	0,18	0,26	0,37	0,52
Tee paso directo	0,20	0,29	0,40	0,55
Tee salida lateral	0,55	0,76	1,07	1,52
Unión Pex con reducción	0,17	0,24	0,33	0,45
Válvula de bola	0,06	0,09	0,12	0,17

Al igual que para el método cinético, en la práctica, la totalidad de las pérdidas singulares ocurre en los distribuidores o manifolds en que existen singularidades en serie, cuyas longitudes equivalentes se suman aritméticamente, a excepción del paso directo por manifolds cuando existen muchas tees en serie.

Para esta situación se debe considerar lo siguiente:

Tee calfont o tees que salen hacia otros

manifolds, se suponen los valores de la tabla adjunta de tees de paso directo de 0,2 metros para D = 16 mm; 0,29 metros para D = 20 mm; 0,40 metros para D = 25 mm y 0,55 metros para D = 32 mm.

Para los manifold se suponen los valores de la siguiente tabla:

Accesorio Ø	Ø			
	16 mm	20 mm	25 mm	32 mm
Manifold de 4 salidas	0,20	0,29	0,40	0,55
Manifold de 6 salidas	0,30	0,44	0,60	0,83
Manifold de 8 salidas	0,40	0,58	0,80	1,10
Manifold de 10 salidas	0,50	0,73	1,00	1,38
Manifold de 12 salidas	0,60	0,87	1,20	1,65

Dado que en la práctica los artefactos sólo se utilizan parcialmente, algunas de estas tees de paso directo no tienen pérdidas, por lo que no correspondería sumarlas aritméticamente.

Al igual que para el método cinético, la evaluación de este concepto está definido por el caudal instalado (QI) y el caudal máximo probable (QP), por lo que la estimación del valor de la longitud equivalente cuando hay varias tees y un manifold extenso es la siguiente:

$$L_{\text{equiv.}} = \sum_{i=1}^n L_i \cdot \frac{QP}{QI}$$

En que:
n: número de tees de paso directo en serie
L: longitud equivalente de cada tee de paso directo

Es decir, se deben sumar las longitudes equivalentes L_i de las tees y multiplicarlas por la proporción entre el caudal máximo probable (QP) y el caudal instalado (QI).

Para el resto de las singularidades como codos, reducciones y válvulas, las longitudes equivalentes se suman aritméticamente al valor de las longitudes equivalentes de tees de paso directo, obteniéndose una longitud equivalente total para el manifold en cuestión. Para evaluar la pérdida de carga total, se debe sumar esta longitud equivalente a la longitud real de la tubería ubicada por aguas arriba, suponiéndola como si la totalidad fuera pérdida friccional.

Para el balance de presiones se utiliza la misma metodología que para el método cinético descrito anteriormente.

c) Método simplificado de longitud equivalente.

Este método consiste en asignar las pérdidas por accesorios en un tramo del sistema, como un factor constante que amplifica la longitud.

Este método es el más simple de todos, pero es excesivamente conservador, debido a que ese factor se supone igual a un 50 %. Sin embargo, para proyectos específicos se aceptan valores menores, incluso en otros materiales en que existen más singularidades, por lo que se entregará una recomendación general de la estimación de este factor.

	Longitud del tramo				
	L < 3 m	3 m < L < 5 m	5 m < L < 8 m	L > 8 m	
Salidas del manifold	2	25%	20%	15%	10%
	4	30%	25%	20%	15%
	6	35%	30%	25%	20%
	8	40%	35%	30%	25%
	10	45%	40%	35%	30%
	12	50%	45%	40%	35%

Bibliografía:

- Nomachilena NCh2485of2000
- Pipe Friction Manual, Third Edition, Copyright by Hydraulic Institute.
- RIDAA
- Anexo de especificaciones técnicas para instalaciones domiciliarias de agua potable. SENDOS. Diseño y cálculo.
- PUMP Handbook
- Manual of Gould Pump.
- Nomachilena NCh2086of1999.
- Tuberías Pex.