

**Cátedra: MECÁNICA DE FLUIDOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Profesor Adjunto: Rodríguez Carlos / JTP: Poliszczuk, Dario / Ay: Correa, Gustavo.

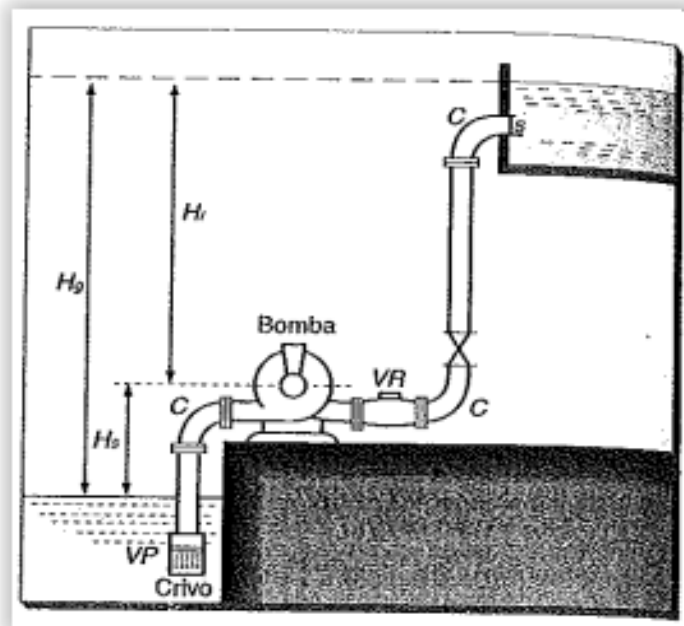
Carrera: **INGENIERÍA MECATRÓNICA**

Alumno:

**TRABAJO PRÁCTICO N° 4 - 2**  
**Tema: PÉRDIDAS DE CARGAS EN FLUIDOS REALES**

1) Dada la línea esquematizada en la figura, con diámetro de aspiración de 10 pulgadas y el diámetro de bombeo es de 8 pulgadas. Calcular la potencia del motor para las condiciones siguientes:

- Caudal:  $30 \text{ m}^3/\text{s}$
- Rendimiento de 0.7
- Período de funcionamiento: 24 horas
- Altura de succión:  $2,5 \text{ m}$  ( $H_s$ )
- Altura de represión:  $37,5 \text{ m}$  ( $H_r$ )
- Altura geométrica (total):  $40 \text{ m}$  ( $H_g$ )



2) ¿Cuál es el coeficiente de un tipo de válvula de 100 mm de diámetro, sabiendo que su pérdida de carga es igual que la que se produce en 8m de tubería de hierro galvanizado del mismo diámetro para una misma velocidad del agua de 4 m/s a una temperatura de  $20^\circ \text{ C}$ ?

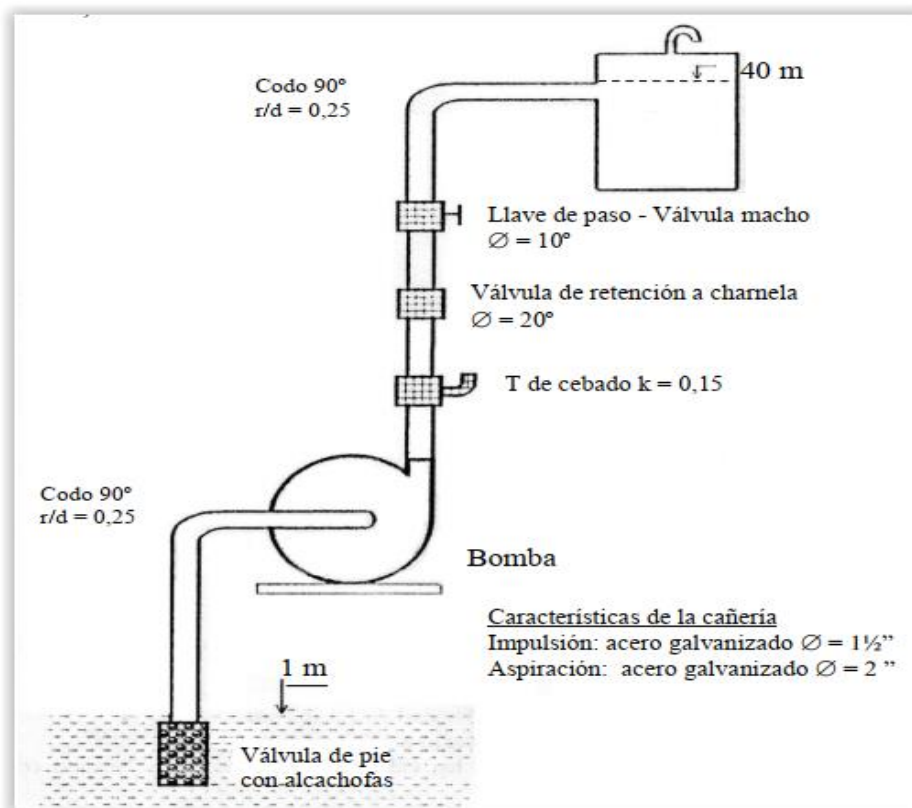
3) En una instalación de bomba centrífuga de agua el diámetro del tubo de aspiración es 250 mm, su longitud de 20 m, el caudal de la bomba es de 60 l/seg, la presión absoluta a la entrada de la bomba 400mbar. La tubería tiene alcachofa con válvula de pie  $\zeta_1 = 6,1$ , un codo  $\zeta_2 = 0,4$  y una válvula de entrada en la bomba  $\zeta_3 = 2$ , además  $\lambda = 0,03$ . La presión barométrica es de 1 bar.

Calcular la altura geodésica a que se encuentra la entrada de la bomba.

4) La bomba de la imagen debe nutrir al tanque de reserva, con 35.000 litros/diarios, en tres periodos de bombeo de una hora cada uno.

a) Calcular la potencia necesaria de la bomba y el consumo diario de energía si el rendimiento de la bomba es de 0,6 y rendimiento mecánico de la instalación 0,75. La temperatura del agua permanece constante a 20°C, la longitud de aspiración es 4,00 m y la de impulsión es de 32,00 m.

b) Determinar la pérdida de carga total, mediante el método de la longitud equivalente.



b) La resultante de las fuerzas debidas a las presiones  $F_p$  se puede obtener considerando que en los puntos T y F se tienen las presiones  $p_1$  y  $p_2$  respectivamente, mediante la diferencia entre las fuerzas que actúan sobre la cara (MN) y las que actúan sobre la cara (CD) en el sentido del movimiento es decir:

$$F_p = p_1 \Omega_2 - p_2 \Omega_2 = \Omega_2 (p_1 - p_2) = \left[ \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 \right] = \Omega_2 (p_1 - p_2 - (z_1 - z_2))$$

y la fuerza F total debida al peso y a las presiones:

$$F = F_p + F_g = \Omega_2 \{ \gamma (z_1 - z_2) + (p_1 - p_2) \}$$

que multiplicada por dt e igualada a la que proporciona la variación de la cantidad de movimiento, permite obtener:

$$\rho \Omega_2 u_2 dt (u_2 - u_1) = \gamma \Omega_2 (z_1 - z_2) + \Omega_2 (p_1 - p_2) dt$$

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} - (z_2 + \frac{p_2}{\gamma}) = \frac{u_2}{g} (u_2 - u_1) = \frac{2 u_2^2 - 2 u_1 u_2}{2 g} + \frac{u_1^2}{2 g} - \frac{u_1^2}{2 g} = \frac{(u_2 - u_1)^2}{2 g} - \frac{u_1^2}{2 g} + \frac{u_2^2}{2 g}$$

que se puede poner en la forma:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2 g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2 g} + \frac{(u_2 - u_1)^2}{2 g}$$

y que comparada con la de Bernoulli, permite obtener la expresión de la pérdida de carga para el ensanchamiento brusco, que se conoce como fórmula de Belanguer:

$$P_{acc} = \frac{(u_2 - u_1)^2}{2 g}$$

Teniendo en cuenta que,  $u_1 = \frac{\Omega_2}{\Omega_1} u_2$ , sustituyendo en  $P_{acc}$  resulta:

$$P_{acc} = \frac{(\frac{\Omega_2}{\Omega_1} - 1)^2}{2 g} u_2^2 = \xi \frac{u_2^2}{2 g}$$

Si el líquido que llega por la tubería de sección  $\Omega_1$  desemboca en un gran depósito ( $u_2 = 0$ ) el valor de  $P_{acc}$  es:

$$P_{acc} = \frac{u_1^2}{2 g} \Rightarrow \xi = 1$$

**PERDIDA DE CARGA EN ENSANCHAMIENTO BRUSCO.** La pérdida de carga en ensanchamiento brusco, según el teorema de Belanguer, es de la forma:

$$P_{acc} = \frac{(u_2 - u_1)^2}{2 g} = \begin{cases} \frac{(\frac{\Omega_2}{\Omega_1} - 1)^2}{2 g} u_2^2 = \xi_1 \frac{u_2^2}{2 g} \\ \frac{(\frac{\Omega_1}{\Omega_2} - 1)^2}{2 g} u_1^2 = \xi_2 \frac{u_1^2}{2 g} \end{cases}$$

$$\xi = 0,29$$

$$\xi = 2,40$$

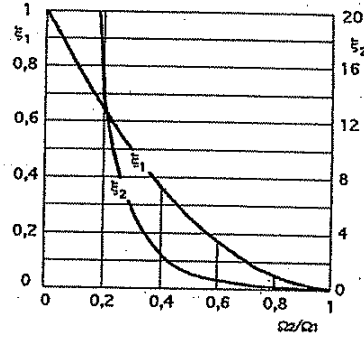
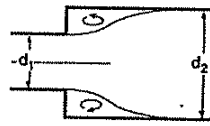


Fig IX.11.- Pérdida de carga en ensanchamiento brusco

**PERDIDA DE CARGA EN ENSANCHAMIENTO GRADUAL.-** En este caso, la determinación del coeficiente  $\xi$  de pérdida de carga no es tan sencilla, pudiéndose poner de acuerdo con la Fig IX.12 en la forma:

$$\xi = m \left(1 - \frac{\Omega_1}{\Omega_2}\right)^2$$

La pérdida de carga es:  $P_{acc} = m \left(1 - \frac{\Omega_1}{\Omega_2}\right)^2 \frac{u_1^2}{2g}$

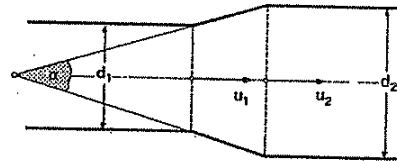


Fig IX.12

Tabla IX.3

$\alpha$	2,5	5	7,5	10	15	20	25	30
m	0,18	0,13	0,14	0,16	0,27	0,43	0,62	0,81

vieniendo dados los valores de  $m$  en la Tabla IX.3

**PERDIDA DE CARGA POR CONTRACCIÓN BRUSCA DE LA SECCIÓN.-** Si el fluido pasa de la sección 1 a la sección 2, experimenta una contracción e inmediatamente después un ensanchamiento, Fig IX.13.a.b.c. Las pérdidas en la contracción, sección A, son prácticamente despreciables y sólo habrá que tener en cuenta las pérdidas originadas en la expansión posterior, entre las secciones A y 2.

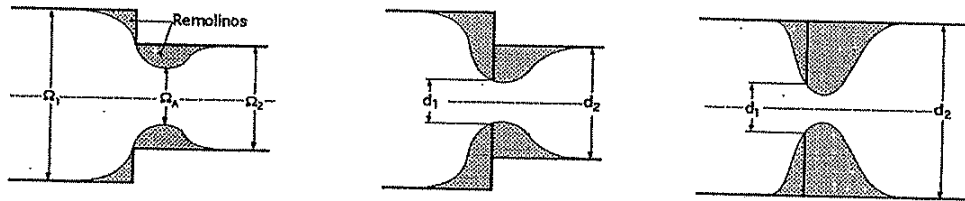


Fig IX.13.a.b.c.

Si llamamos  $\mu$  al valor de la relación entre las secciones A y 2, que no es más que un coeficiente de contracción, y teniendo en cuenta la ecuación de continuidad entre ambas secciones, resulta:

$$\mu = \frac{\Omega_A}{\Omega_2} = \frac{u_2}{u_A} \Rightarrow u_A = \frac{u_2}{\mu}$$

que sustituida en la ecuación de Belanguer, permite obtener:

$$P_{acc} = \frac{(u_A - u_2)^2}{2g} = \frac{\left(\frac{u_2}{\mu} - u_2\right)^2}{2g} = \left(\frac{1}{\mu} - 1\right) \frac{u_2^2}{2g} = \xi \frac{u_2^2}{2g}$$

Se pueden eliminar las pérdidas utilizando tubos progresivos de forma que la tubería se adapte a la vena fluida; de esta forma se puede llegar a obtener valores de  $\xi$  comprendidos entre 0 y 0,05

Según Weisbach,  $\xi$  toma los valores que se indican en las Tablas IX.4 y 5:

Tabla IX.4.- Para el caso a

$\Omega_2/\Omega_1$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\mu$	0,5	0,48	0,45	0,41	0,36	0,29	0,21	0,13	0,07	0,01	0

Tabla IX.5.- Para los casos b y c

$\Omega_2/\Omega_1$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
(b) $\xi$		231,7	51	19,8	9,6	5,16	3,08	1,88	1,17	0,74	
(c) $\xi$		225,9	47,8	30,8	7,8	3,75	1,8	0,8	0,29	0,06	

**PERDIDA DE CARGA EN CURVAS.**- Es difícil determinar teóricamente estas pérdidas debido a que las líneas de corriente dejan de ser paralelas al eje de la conducción, presentándose circulaciones secundarias, tal como se muestra en la Fig IX.14. En la región A se forman torbellinos y en la B se estrecha la sección de la vena, seguida de una expansión, siendo éstas las principales causas de las pérdidas de carga. Una ecuación que permite calcular el valor de  $\xi$  propuesta por Navier, es de la forma:

$$\xi = (0,00019 + 0,0009 R) \frac{S}{R^2}$$

en la que S es la longitud del arco medio, correspondiente al cambio de dirección y R es el radio de curvatura; el valor de las pérdidas de carga  $P_{(accid)}$  es:

$$P_{acc} = (0,00019 + 0,0009 R) \frac{S}{R^2} \frac{u^2}{2g}$$

El valor de  $\xi$  se puede determinar también en función de la relación R/r, siendo r el radio de la conducción. Para tubería circular, Weisbach propone los valores de la Tabla IX.6:

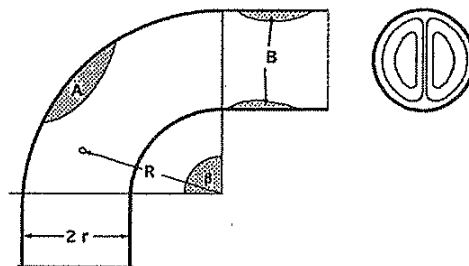


Fig IX.14

Tabla IX.6

r/R	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\xi$		0,13	0,14	0,16	0,2	0,29	0,43	0,67	0,98	1,37	11,95

Otras expresiones propuestas al respecto son:

$$\text{Weisbach, } \left\{ \begin{array}{l} \xi = \frac{\beta}{90} \{0,131 + 0,163 (\frac{r}{R})^{3,5}\}, \text{ para, } \left\{ \begin{array}{l} 30^\circ < \beta < 180^\circ \\ 1 < \frac{R}{r} < 5 \end{array} \right. \\ \xi = \frac{\beta}{90} \{0,131 + 0,848 (\frac{r}{R})^{3,5}\}, \text{ para, } \frac{R}{r} \gg 1 \end{array} \right.$$

Saint-Venant:  $\xi = 0,138 \frac{S}{R} \sqrt{\frac{r}{R}}$

Kauffman:  $\xi = 0,276 \frac{S}{R} \sqrt{\frac{r}{R}}$

En este tipo de accidente, se presentan dos formas de pérdidas:

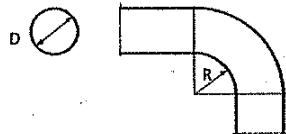
a) Las debidas a la fuerza centrífuga, lo que supone la aparición de un flujo secundario que se superpone al flujo principal y que intensifica el rozamiento.

b) Las producidas por la separación en A y por el estrechamiento en B.

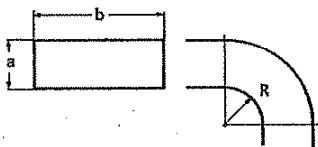
**PERDIDA DE CARGA EN CODOS.-** En este caso se presentan pérdidas semejantes a las ya citadas para curvas. Para conductos circulares Weisbach propone la siguiente ecuación:

$$\xi = 0,9457 \operatorname{sen}^2 \frac{\alpha}{2} + 2,047 \operatorname{sen}^4 \frac{\alpha}{2}$$

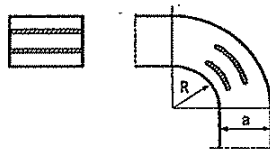
siempre que  $\alpha < 90^\circ$  y números de Reynolds mayores de 200.000. Para:  $\alpha = 90^\circ$ , el valor de  $\xi = 1$ .



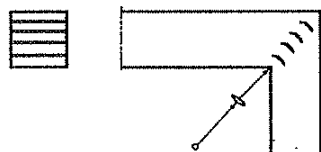
R/D	0	0,25	0,5	1
$\xi$	0,8	0,4	0,25	0,15



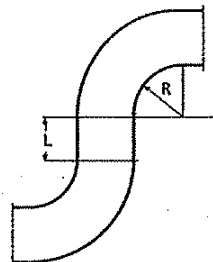
R/a	b/a = 1	b/a = 2	b/a = 3	b/a = 4
0	1,00	0,90	0,80	0,73
0,25	0,40	0,40	0,39	0,32
0,5	0,20	0,20	0,18	0,16
1	0,13	0,13	0,13	0,10



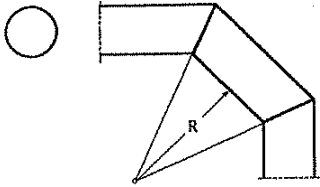
Nº de álabes	1	2	3
R/a	0,25	0,20	0,15
$\xi$	0,15	0,12	0,10



$R_2 = R_1/2 = \alpha$	$\xi = 0,1$	2	3
R/a	0,25	0,20	0,15
$\xi$	0,15	0,12	0,10



L = 0	$\xi = 0,62$
L = D	$\xi = 0,68$



R/d	0,25	0,5	3
Codo de 3 piezas	0,80	0,40	0,30
Codo de 5 piezas	0,50	0,30	0,20

### PERDIDAS POR BIFURCACIONES

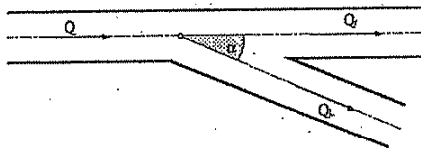
Las bifurcaciones pueden ser de dos tipos:   
 a) De divergencia   
 b) De confluencia

Hay que calcular por separado las pérdidas correspondientes al caudal del tramo recto principal  $Q_r$  que no cambia de dirección, y al caudal lateral  $Q_L$  mediante las expresiones:

$$P_{acc)_{rL}} = \xi_1 \frac{u_1^2}{2 \cdot g} ; \quad P_{acc)_{rr}} = \xi_2 \frac{u_2^2}{2 \cdot g}$$

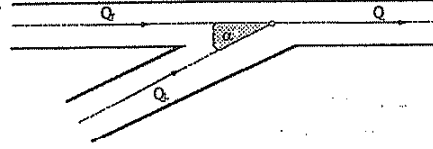
Si los conductos tienen el mismo diámetro, pueden suceder dos casos, según la corriente principal se divida en otras dos, o se reúnan dos corrientes en una sola, tal como se indica a continuación.

a) Divergencia, (la corriente se divide en dos)



$\alpha$	90°	45°
$\xi$	0,50	0,25

b) Convergencia, (se reúnen dos corrientes)

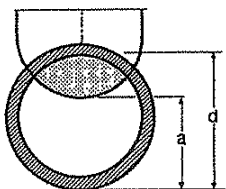


$\alpha$	90°	45°
$\xi$	1,00	0,50

**PERDIDA DE CARGA EN VÁLVULAS.-** El coeficiente  $\xi$  de pérdida de carga, depende de los siguientes factores:

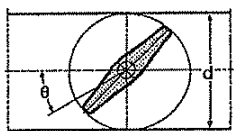
- Tipo de válvula (compuerta, mariposa, etc)
- Del diseño particular de cada una
- Del grado de apertura correspondiente a cada válvula

Weisbach propone los siguientes valores experimentales:



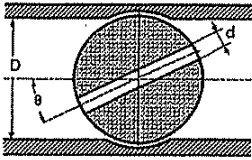
VÁLVULA DE COMPUERTA

a/d	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1
$\xi$	89,10	17,00	7,60	2,10	0,81	0,26	0,07	0



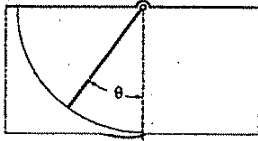
VÁLVULA MARIPOSA

$\theta$	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	90°
$\xi$	0,20	0,50	1,50	3,90	10	32	118	751	$\infty$



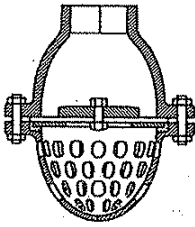
### VÁLVULA CILÍNDRICA

θ	5°	10°	15°	20°	25	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	90°
ξ	0,05	0,30	0,8	1,60	3,1	5,50	9,7	17,3	31,2	52,6	106	206	486	∞



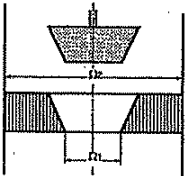
### VÁLVULA DE RETENCIÓN

θ	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°	65°
ξ	5,20	3,10	2,4	2,10	2	1,80	1,7	1,5	1,2



### VÁLVULA ALCACHOFA

D (mm)	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500
ξ	12,0	10,0	8,8	8,0	7,0	6,5	6,0	5,2	4,4	3,7	3,4	3,1	2,8	2,5

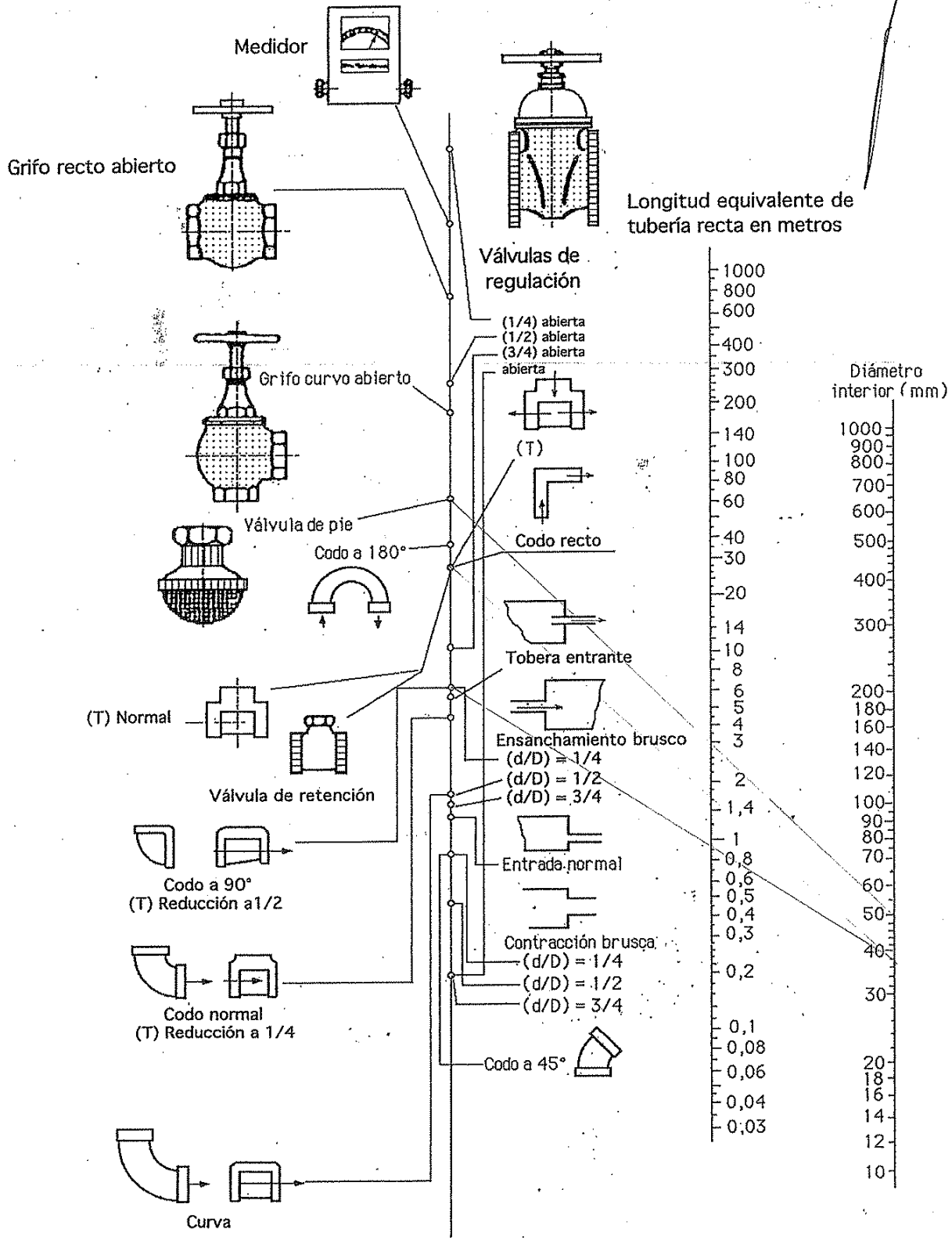


### VÁLVULA CÓNICA

Se toma:  $\xi = 1,645 \frac{\Omega_2}{\Omega_1} - 1$



ABACO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN ACCESORIOS  
en metros de longitud de tubería equivalente (Para agua.)





Continuação da Tabela 8.14																
Perdas de carga em metros por 100 metros						Diâmetro 60mm (0,003 m <sup>3</sup> )										
Coeficiente C [Hazen-Williams]		80	90	100	110	120	130	140								
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05								
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)														
0,6	0,21	0,0023	0,32	0,31	0,24	0,25	0,21	0,20	0,19	0,17	0,15	0,15	0,12	0,13	0,12	0,11
0,8	0,28	0,0041	0,57	0,52	0,42	0,42	0,37	0,35	0,33	0,29	0,27	0,25	0,20	0,21	0,19	0,19
1,0	0,35	0,0064	0,88	0,79	0,65	0,64	0,58	0,52	0,50	0,44	0,41	0,37	0,31	0,32	0,29	0,28
1,2	0,42	0,0092	1,27	1,11	0,93	0,89	0,83	0,73	0,72	0,62	0,58	0,52	0,43	0,45	0,40	0,39
1,4	0,50	0,0125	1,72	1,48	1,26	1,19	1,13	0,98	0,98	0,82	0,79	0,70	0,57	0,60	0,53	0,52
1,6	0,50	0,0163	2,25	1,89	1,65	1,52	1,47	1,25	1,27	1,05	1,02	0,89	0,73	0,77	0,68	0,67
1,8	0,64	0,0207	2,85	2,35	2,08	1,89	1,86	1,56	1,60	1,30	1,29	1,11	0,91	0,96	0,85	0,83
2,0	0,71	0,0255	3,51	2,86	2,57	2,30	2,29	1,89	1,97	1,59	1,59	1,35	1,11	1,16	1,03	1,01
2,2	0,78	0,0309	4,25	3,41	3,10	2,74	2,77	2,26	2,38	1,89	1,91	1,61	1,33	1,39	1,22	1,21
2,4	0,85	0,0367	5,05	4,01	3,69	3,22	3,29	2,65	2,83	2,22	2,26	1,89	1,57	1,63	1,44	1,42
2,6	0,92	0,0431	5,93	4,65	4,33	3,74	3,86	3,07	3,32	2,58	2,65	2,19	1,83	1,89	1,67	1,65
2,8	0,99	0,0500	6,87	5,33	5,02	4,29	4,47	3,53	3,84	2,96	3,06	2,52	2,11	2,17	1,92	1,89
3,0	1,06	0,0574	7,88	6,06	5,76	4,87	5,13	4,01	4,41	3,36	3,51	2,86	2,40	2,47	2,18	2,15
3,2	1,13	0,0653	8,97	6,83	6,55	5,49	5,83	4,52	5,01	3,79	3,99	3,22	2,72	2,78	2,46	2,42
3,4	1,20	0,0737	10,12	7,64	7,39	6,14	6,58	5,05	5,65	4,24	4,49	3,61	3,05	3,11	2,76	2,71
3,6	1,27	0,0826	11,35	8,49	8,28	6,83	7,37	5,62	6,33	4,71	5,03	4,01	3,40	3,46	3,07	3,01
3,8	1,34	0,0921	12,64	9,39	9,22	7,55	8,21	6,21	7,05	5,20	5,60	4,43	3,78	3,82	3,40	3,33
4,0	1,41	0,1020	14,00	10,32	10,21	8,30	9,09	6,83	7,81	5,72	6,20	4,87	4,17	4,20	3,74	3,66
4,2	1,49	0,1125	15,44	11,30	11,26	9,08	10,02	7,47	8,60	6,26	6,83	5,33	4,58	4,60	4,10	4,01
4,4	1,56	0,1234	16,94	12,31	12,35	9,90	10,99	8,15	9,43	6,83	7,49	5,81	5,01	5,01	4,48	4,37
4,6	1,63	0,1349	18,51	13,37	13,50	10,75	11,20	8,84	10,31	7,41	8,17	6,31	5,45	5,44	4,87	4,74
4,8	1,70	0,1469	20,15	14,47	14,69	11,63	13,07	9,57	11,22	8,02	8,89	6,83	5,92	5,89	5,28	5,13
5,0	1,77	0,1594	21,87	15,60	15,94	12,55	14,18	10,32	12,17	8,65	9,64	7,36	6,41	6,35	5,71	5,54
5,2	1,84	0,1724	23,65	16,78	17,24	13,49	15,33	11,10	13,16	9,30	10,42	7,92	6,91	6,83	6,15	5,95
5,4	1,91	0,1859	25,50	17,99	18,59	14,47	16,53	11,90	14,18	9,98	11,23	8,49	7,44	7,32	6,60	6,38
5,6	1,98	0,1999	27,42	19,25	19,99	15,48	17,78	12,73	15,25	10,67	12,07	9,08	7,98	7,83	7,08	6,83
5,8	2,05	0,2145	29,41	20,54	21,44	16,51	19,07	13,59	16,35	11,39	12,94	9,69	8,54	8,36	7,57	7,29
6,0	2,12	0,2295	31,48	21,87	22,94	17,58	20,40	14,47	17,50	12,13	13,85	10,32	9,12	8,90	8,07	7,76
6,2	2,19	0,2451	33,61	23,24	24,49	18,69	21,78	15,37	18,68	12,89	14,78	10,97	9,72	9,46	8,60	8,24
6,4	2,26	0,2611	35,81	24,65	26,09	19,82	23,20	16,30	19,90	13,67	15,74	11,63	10,34	10,03	9,13	8,74
6,6	2,33	0,2777	38,08	26,09	27,75	20,98	24,67	17,26	21,16	14,47	16,73	12,31	10,98	10,62	9,69	9,26
6,8	2,41	0,2948	40,42	27,58	29,45	22,17	26,19	18,24	22,45	15,29	17,75	13,01	11,64	11,22	10,26	9,78
7,0	2,48	0,3124	42,83	29,10	31,20	23,40	27,75	19,25	23,79	16,13	18,81	13,73	12,31	11,84	10,84	10,32
7,2	2,55	0,3305	45,31	30,66	33,01	24,65	29,35	20,28	25,16	17,00	19,89	14,47	13,01	12,47	11,44	10,87
7,4	2,62	0,3491	37,86	32,25	34,87	25,93	31,00	21,33	26,58	17,88	21,00	15,22	13,72	13,12	12,06	11,44
7,6	2,69	0,3683	50,48	33,88	36,77	27,24	32,69	22,41	28,03	18,79	22,15	15,99	14,46	13,79	12,70	12,02
7,8	2,76	0,3879	53,17	35,55	38,73	28,59	34,43	23,52	29,52	19,71	23,32	16,78	15,21	14,47	13,35	12,61
8,0	2,83	0,4080	55,93	37,26	40,74	29,96	36,22	24,65	31,05	20,66	24,52	17,58	15,98	15,16	14,01	13,22
8,2	2,90	0,4287	58,76	39,01	42,80	31,36	38,05	25,80	32,61	21,63	25,76	18,41	16,77	15,87	14,70	13,84
8,4	2,97	0,4499	61,66	40,79	44,91	32,79	39,92	26,98	34,22	22,61	27,02	19,25	17,58	16,60	15,39	14,47

Continuação da Tabela 8.14																
Perdas de carga em metros por 100 metros						Diâmetro 75mm (0,005 m <sup>3</sup> )										
Coeficiente C [Hazen-Williams]		80	90	100	110	120	130	140								
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05								
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)														
1,2	0,27	0,0038	0,38	0,37	0,28	0,30	0,25	0,25	0,22	0,21	0,18	0,18	0,14	0,15	0,14	0,13
1,4	0,32	0,0051	0,51	0,50	0,38	0,40	0,34	0,33	0,30	0,28	0,25	0,24	0,19	0,20	0,18	0,18
1,6	0,36	0,0067	0,66	0,64	0,50	0,51	0,45	0,42	0,39	0,35	0,32	0,30	0,24	0,26	0,23	0,23
1,8	0,41	0,0085	0,84	0,79	0,63	0,64	0,56	0,52	0,49	0,44	0,40	0,37	0,30	0,32	0,28	0,28
2,0	0,45	0,0104	1,04	0,96	0,77	0,78	0,69	0,64	0,60	0,53	0,49	0,46	0,37	0,39	0,34	0,34
2,2	0,50	0,0126	1,25	1,15	0,93	0,93	0,84	0,76	0,73	0,64	0,59	0,54	0,44	0,47	0,41	0,41
2,4	0,54	0,0150	1,49	1,35	1,11	1,09	0,99	0,89	0,86	0,75	0,70	0,64	0,51	0,55	0,48	0,48
2,6	0,59	0,0177	1,75	1,57	1,30	1,26	1,17	1,04	1,01	0,87	0,82	0,74	0,60	0,64	0,55	0,56
2,8	0,63	0,2005	2,03	1,80	1,51	1,45	1,35	1,19	1,17	1,00	0,95	0,85	0,68	0,73	0,64	0,64
3,0	0,68	0,0235	2,32	2,04	1,73	1,64	1,55	1,35	1,34	1,13	1,09	0,96	0,78	0,83	0,72	0,72
3,2	0,72	0,0267	2,64	2,30	1,96	1,85	1,76	1,52	1,53	1,28	1,23	1,09	0,88	0,94	0,81	0,82
3,4	0,77	0,0302	2,98	2,58	2,21	2,07	1,98	1,70	1,72	1,43	1,39	1,22	0,99	1,05	0,91	0,91
3,6	0,81	0,0338	3,34	2,86	2,48	2,30	2,22	1,89	1,93	1,59	1,55	1,35	1,10	1,17	1,01	1,02
3,8	0,86	0,0377	3,72	3,17	2,76	2,55	2,47	2,09	2,14	1,76	1,73	1,49	1,22	1,29	1,12	1,12
4,0	0,91	0,0418	4,12	3,48	3,06	2,80	2,74	2,30	2,37	1,93	1,91	1,64	1,34	1,42	1,23	1,23
4,2	0,95	0,0461	4,55	3,81	3,37	3,06	3,02	2,52	2,61	2,11	2,11	1,80	1,47	1,55	1,35	1,35
4,4	1,00	0,0506	4,99	4,15	3,70	3,34	3,31	2,75	2,87	2,30	2,31	1,96	1,61	1,69	1,47	1,47
4,6	1,04	0,0553	5,45	4,51	4,04	3,63	3,62	2,98	3,13	2,50	2,52	2,13	1,75	1,84	1,60	1,60
4,8	1,09	0,0602	5,94	4,88	4,40	3,92	3,94	3,23	3,41	2,71	2,74	2,30	1,90	1,99	1,73	1,73
5,0	1,13	0,0653	6,44	5,26	4,77	4,23	4,27	3,48	3,70	2,92	2,97	2,48	2,05	2,14	1,86	1,87
5,2	1,18	0,0706	6,96	5,66	5,16	4,55	4,62	3,74	4,00	3,14	3,21	2,67	2,21	2,30	2,01	2,01
5,4	1,22	0,0761	7,51	6,07	5,57	4,88	4,98	4,01	4,31	3,37	3,46	2,86	2,38	2,47	2,15	2,15
5,6	1,27	0,0819	8,07	6,49	5,98	5,22	5,35	4,29	4,63	3,60	3,71	3,06	2,55	2,64	2,31	2,30
5,8	1,31	0,0878	8,66	6,93	6,42	5,57	5,74	4,58	4,96	3,84	3,98	3,27	2,73	2,82	2,46	2,46
6,0	1,36	0,0940	9,27	7,38	6,87	5,93	6,14	4,88	5,31	4,09	4,26	3,48	2,91	3,00	2,63	2,62
6,2	1,40	0,1004	9,89	7,84	7,33	6,30	6,56	5,19	5,67	4,35	4,54	3,70	3,10	3,19	2,79	2,78
6,4	1,45	0,1070	10,54	8,31	7,81	6,68	6,99	5,50	6,04	4,61	4,84	3,92	3,29	3,38	2,97	2,95
6,6	1,49	0,1138	11,21	8,80	8,30	7,08	7,43	5,82	6,42	4,88	5,14	4,15	3,50	3,58	3,14	3,12
6,8	1,54	0,1208	11,90	9,30	8,81	7,48	7,88	6,15	6,81	5,16	5,45	4,39	3,70	3,78	3,33	3,30
7,0	1,58	0,1280	12,61	9,81	9,34	7,89	8,35	6,49	7,22	5,44	5,77	4,63	3,92	3,99	3,51	3,48
7,2	1,63	0,1354	13,34</													

**Continuação da Tabela 8.14**

Perdas de carga em metros por 100 metros			Diâmetro 100mm (0,008 m <sup>2</sup> )													
Coeficiente C [Hazen-Williams]			80	90	100	110	120	130	140							
Rugosidade e (mm) [Colebrook]			4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05							
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)														
2,5	0,32	0,0052	0,34	0,36	0,26	0,29	0,23	0,24	0,21	0,20	0,17	0,17	0,13	0,15	0,13	0,13
3,0	0,38	0,0074	0,49	0,50	0,37	0,40	0,33	0,33	0,29	0,28	0,24	0,24	0,19	0,20	0,18	0,18
3,5	0,45	0,0101	0,66	0,67	0,50	0,54	0,45	0,44	0,40	0,37	0,33	0,32	0,25	0,27	0,23	0,24
4,0	0,51	0,0132	0,86	0,86	0,65	0,69	0,59	0,57	0,52	0,48	0,42	0,40	0,32	0,35	0,30	0,30
4,5	0,57	0,0167	1,09	1,07	0,82	0,86	0,74	0,71	0,65	0,59	0,53	0,50	0,40	0,43	0,37	0,38
5,0	0,64	0,0207	1,34	1,30	1,02	1,04	0,92	0,86	0,80	0,72	0,66	0,61	0,48	0,53	0,45	0,46
5,5	0,70	0,0250	1,63	1,55	1,23	1,24	1,11	1,02	0,97	0,86	0,79	0,73	0,58	0,63	0,53	0,55
6,0	0,76	0,0297	1,93	1,82	1,46	1,46	1,32	1,20	1,15	1,01	0,94	0,86	0,68	0,74	0,63	0,64
6,5	0,83	0,0349	2,27	2,11	1,71	1,69	1,54	1,39	1,35	1,17	1,10	0,99	0,79	0,86	0,73	0,75
7,0	0,89	0,0405	2,63	2,42	1,99	1,94	1,79	1,60	1,56	1,34	1,27	1,14	0,91	0,98	0,84	0,86
7,5	0,95	0,0465	3,02	2,75	2,28	2,21	2,05	1,82	1,79	1,52	1,46	1,30	1,04	1,12	0,95	0,97
8,0	1,02	0,0529	3,43	3,10	2,59	2,49	2,33	2,05	2,04	1,72	1,65	1,46	1,17	1,26	1,07	1,10
8,5	1,08	0,0597	3,87	3,46	2,92	2,78	2,63	2,29	2,30	1,92	1,86	1,63	1,31	1,41	1,20	1,23
9,0	1,15	0,0669	4,34	3,85	3,28	3,10	2,95	2,55	2,57	2,13	2,09	1,82	1,47	1,57	1,34	1,37
9,5	1,21	0,0746	4,84	4,26	3,65	3,42	3,29	2,82	2,86	2,36	2,32	2,01	1,63	1,73	1,48	1,51
10,0	1,27	0,0826	5,36	4,68	4,04	3,76	3,64	3,10	3,17	2,59	2,57	2,21	1,79	1,90	1,63	1,66
10,5	1,34	0,0911	5,91	5,12	4,46	4,12	4,01	3,39	3,49	2,84	2,83	2,42	1,97	2,08	1,79	1,82
11,0	1,40	0,1000	6,48	5,58	4,89	4,49	4,40	3,69	3,83	3,10	3,10	2,64	2,15	2,27	1,95	1,98
11,5	1,46	0,1093	7,08	6,06	5,34	4,87	4,81	4,01	4,19	3,36	3,39	2,86	2,35	2,47	2,12	2,15
12,0	1,53	0,1190	7,71	6,56	5,82	5,27	5,23	4,34	4,58	3,64	3,69	3,10	2,55	2,67	2,30	2,33
12,5	1,59	0,1291	8,37	7,07	6,31	5,69	5,68	4,68	4,94	3,92	4,00	3,34	2,76	2,88	2,49	2,51
13,0	1,66	0,1396	9,05	7,61	6,82	6,12	6,14	5,03	5,34	4,22	4,32	3,59	2,97	3,10	2,68	2,70
13,5	1,72	0,1506	9,76	8,16	7,36	6,56	6,62	5,40	5,76	4,52	4,66	3,85	3,20	3,32	2,88	2,89
14,0	1,78	0,1619	10,49	8,73	7,91	7,02	7,12	5,77	6,19	4,84	5,00	4,12	3,43	3,55	3,08	3,10
14,5	1,85	0,1737	11,25	9,31	8,44	7,49	7,63	6,16	6,64	5,16	5,36	4,40	3,67	3,79	3,30	3,30
15,0	1,91	0,1859	12,04	9,92	9,08	7,97	8,17	6,56	7,10	5,50	5,74	4,68	3,92	4,04	3,52	3,52
15,5	1,97	0,1985	12,86	10,54	9,69	8,47	8,72	6,97	7,58	5,84	6,12	4,97	4,18	4,29	3,74	3,74
16,0	2,04	0,2115	13,70	11,18	10,32	8,99	9,29	7,39	8,08	6,20	6,52	5,27	4,45	4,55	3,98	3,96
16,5	2,10	0,2250	14,57	11,83	10,98	9,51	9,87	7,83	8,59	6,56	6,93	5,58	4,72	4,81	4,22	4,20
17,0	2,16	0,2388	15,47	12,50	11,65	10,05	10,48	8,27	9,12	6,93	7,36	5,90	5,00	5,09	4,46	4,44
17,5	2,23	0,2530	16,59	13,19	12,35	10,61	11,10	8,73	9,66	7,32	7,79	6,23	5,29	5,37	4,72	4,68
18,0	2,29	0,2677	17,34	13,90	13,06	11,18	11,75	9,19	10,22	7,71	8,24	6,56	5,59	5,66	4,98	4,93
18,5	2,39	0,2828	18,31	14,62	13,80	11,76	12,41	9,67	10,79	8,11	8,70	6,90	5,90	5,95	5,25	5,19
19,0	2,42	0,2983	19,31	15,36	14,55	12,35	13,09	10,16	11,38	8,52	9,17	7,25	6,21	6,25	5,52	5,45
19,5	2,48	0,3142	20,34	16,12	15,33	12,96	13,78	10,66	11,98	8,94	9,66	7,61	6,53	6,56	5,81	5,72
20,0	2,25	0,3305	21,40	16,89	16,12	13,58	14,50	11,18	12,60	9,37	10,16	7,97	6,86	6,87	6,10	5,99
20,5	2,61	0,3472	22,48	17,69	16,12	14,22	15,23	11,70	13,24	9,81	10,67	8,35	7,20	7,20	6,39	6,27
21,0	2,67	0,3644	23,59	18,49	17,77	14,87	15,98	12,23	13,89	10,25	11,19	8,73	7,55	7,52	6,69	6,56
21,5	2,74	0,3819	24,73	19,32	18,62	15,53	16,75	12,78	14,58	10,71	11,73	9,12	7,90	7,86	7,00	6,85
22,0	2,80	0,3999	25,89	20,16	19,50	16,21	17,53	13,33	15,24	11,18	12,28	9,51	8,27	8,20	7,32	7,15

**Continuação da Tabela 8.14**

Perdas de carga em metros por 100 metros			Diâmetro 150mm (0,018 m <sup>2</sup> )													
Coeficiente C [Hazen-Williams]			80	90	100	110	120	130	140							
Rugosidade e (mm) [Colebrook]			4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05							
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)														
5,0	0,28	0,0041	0,15	0,18	0,12	0,14	0,11	0,12	0,10	0,10	0,08	0,08	0,06	0,07	0,06	0,06
6,5	0,37	0,0069	0,25	0,29	0,20	0,24	0,18	0,19	0,16	0,16	0,13	0,14	0,10	0,12	0,10	0,10
8,0	0,45	0,0104	0,38	0,43	0,30	0,35	0,27	0,28	0,24	0,24	0,20	0,20	0,15	0,17	0,15	0,15
9,5	0,54	0,0147	0,54	0,59	0,42	0,47	0,38	0,39	0,34	0,33	0,28	0,28	0,21	0,24	0,20	0,21
11,0	0,62	0,0197	0,72	0,77	0,56	0,62	0,51	0,51	0,45	0,43	0,37	0,37	0,28	0,32	0,28	0,27
12,5	0,71	0,0255	0,93	0,98	0,72	0,70	0,65	0,65	0,58	0,54	0,48	0,46	0,35	0,40	0,33	0,35
14,0	0,79	0,0320	1,17	1,21	0,90	0,97	0,82	0,80	0,72	0,67	0,60	0,57	0,44	0,49	0,41	0,43
15,5	0,88	0,0392	1,43	1,46	1,10	1,18	1,00	0,97	0,88	0,81	0,73	0,69	0,53	0,60	0,49	0,52
17,0	0,96	0,0472	1,72	1,74	1,33	1,40	1,20	1,15	1,06	0,96	0,87	0,82	0,64	0,71	0,59	0,62
18,5	1,05	0,0559	2,04	2,03	1,57	1,63	1,43	1,34	1,25	1,13	1,03	0,96	0,75	0,83	0,69	0,72
20,0	1,13	0,0653	2,38	2,34	1,84	1,89	1,66	1,55	1,46	1,30	1,21	1,11	0,87	0,95	0,80	0,83
21,5	1,22	0,0754	2,75	2,68	2,12	2,16	1,92	1,77	1,69	1,49	1,39	1,29	0,99	1,09	0,91	0,95
23,0	1,30	0,0863	3,14	3,04	2,42	2,44	2,20	2,01	1,93	1,68	1,59	1,43	1,13	1,24	1,03	1,08
24,5	1,39	0,0980	3,57	3,41	2,75	2,75	2,49	2,26	2,19	1,89	1,80	1,61	1,28	1,39	1,17	1,21
26,0	1,47	0,1103	4,02	3,81	3,10	3,06	2,81	2,52	2,47	2,11	2,02	1,80	1,43	1,55	1,30	1,35
27,5	1,56	0,1234	4,49	4,23	3,46	3,40	3,14	2,80	2,76	2,34	2,26	2,00	1,60	1,72	1,45	1,50
29,0	1,64	0,1373	5,00	4,67	3,85	3,75	3,49	3,09	3,07	2,59	2,51	2,20	1,77	1,90	1,60	1,66
30,5	1,73	0,1518	5,52	5,12	4,26	4,12	3,86	3,39	3,39	2,84	2,78	2,42	1,95	2,08	1,77	1,82
32,0	1,81	0,1671	6,08	5,60	4,69	4,50	4,25	3,70	3,73	3,10	3,06	2,64	2,14	2,28	1,93	1,99
33,5	1,90	0,1832	6,66	6,10	5,13	4,90	4,65	4,03	4,09	3,38	3,35	2,88	2,34	2,48	2,11	2,16
35,0	1,98	0,1999	7,27	6,61	5,60	5,31	5,08	4,37	4,46	3,67	3,65	3,12	2,55	2,69	2,30	2,34
36,5	2,07	0,2174	7,91	7,14	6,09	5,74	5,52	4,73	4,85	3,96	3,97	3,37	2,76	2,91	2,49	2,53
38,0	2,15	0,2357	8,57	7,70	6,60	6,19	5,98	5,09	5,25	4,27	4,30	3,63	2,99	3,13	2,69	2,73
39,5	2,24	0,2547	9,26	8,27	7,13	6,65	6,46	5,47	5,67	4,59	4,64	3,90	3,22	3,37	2,89	2,93
41,0	2,32	0,2744	9,98	8,86	7,68	7,12	6,96	5,86	6,11	4,91	5,00	4,18	3,46	3,61	3,11	3,14
42,5	2,41	0,2948	10,72	9,47	8,26	7,61	7,48	6,26	6,57	5,25	5,37	4,47	3,72	3,85	3,33	3,36
44,0	2,49	0,3160	11,49	10,10	8,85	8,12	8,02	6,68	7,04	5,60	5,75	4,77	3,98	4,11	3,56	3,58
45,5	2,57	0,3379	12,29	10,75	9,46	8,64	8,57	7,11	7,52	5,96	6,15	5,07	4,24	4,37	3,79	3,81
47,0	2,66	0,3605	13,11	11,41	10,09	9,17	9,14	7,55	8,02	6,33	6,56	5,39	4,52	4,64	4,04	4,05
48,5	2,74	0,3839	13,96	12,09	10,75	9,72	9,74	8,00	8,54	6,71	6,98	5,71	4,81	4,92	4,29	4,29
50,0	2,83	0,4080	14,83	12,80	11,42	10,29	10,35	8,46	9,08	7,10	7,41	6,04				

Continuação da Tabela 8.14																
Perdas de carga em metros por 100 metros										Diâmetro 200mm (0,031 m <sup>2</sup> )						
Coeficiente C [Hazen-Williams]		80	90	100	110	120	130	140								
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05								
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)														
14,0	0,45	0,0101	0,25	0,30	0,20	0,24	0,18	0,20	0,16	0,17	0,13	0,14	0,10	0,12	0,10	0,11
16,0	0,51	0,0132	0,32	0,38	0,25	0,31	0,23	0,25	0,21	0,21	0,17	0,18	0,13	0,16	0,13	0,14
18,0	0,57	0,0167	0,41	0,48	0,32	0,38	0,29	0,31	0,26	0,26	0,22	0,22	0,17	0,19	0,16	0,17
20,0	0,64	0,0207	0,51	0,58	0,40	0,46	0,36	0,38	0,32	0,32	0,27	0,27	0,20	0,24	0,19	0,20
22,0	0,70	0,0250	0,61	0,69	0,48	0,55	0,44	0,46	0,39	0,38	0,32	0,33	0,24	0,28	0,23	0,24
24,0	0,76	0,0297	0,73	0,81	0,57	0,65	0,52	0,54	0,46	0,45	0,38	0,38	0,29	0,33	0,27	0,29
26,0	0,83	0,0349	0,85	0,94	0,67	0,75	0,61	0,62	0,54	0,52	0,45	0,44	0,33	0,38	0,31	0,33
28,0	0,89	0,0405	0,99	1,08	0,77	0,87	0,71	0,71	0,63	0,60	0,52	0,51	0,39	0,44	0,36	0,38
30,0	0,95	0,0465	1,13	1,22	0,89	0,98	0,81	0,81	0,72	0,68	0,60	0,58	0,44	0,50	0,41	0,43
32,0	1,02	0,0529	1,29	1,38	1,01	1,11	0,92	0,91	0,82	0,76	0,68	0,65	0,50	0,56	0,46	0,49
34,0	1,08	0,0597	1,46	1,54	1,14	1,24	1,04	1,02	0,92	0,86	0,76	0,73	0,56	0,63	0,52	0,55
36,0	1,15	0,0669	1,63	1,72	1,28	1,38	1,16	1,13	1,03	0,95	0,85	0,81	0,62	0,70	0,57	0,61
38,0	1,21	0,0746	1,82	1,90	1,42	1,52	1,30	1,25	1,15	1,05	0,95	0,89	0,69	0,77	0,64	0,67
40,0	1,27	0,0826	2,02	2,09	1,58	1,68	1,44	1,38	1,27	1,16	1,05	0,98	0,76	0,85	0,70	0,74
42,0	1,34	0,0911	2,22	2,28	1,74	1,83	1,58	1,51	1,40	1,27	1,16	1,08	0,84	0,93	0,77	0,81
44,0	1,40	0,1000	2,44	2,49	1,91	2,00	1,74	1,65	1,53	1,38	1,27	1,17	0,92	1,01	0,84	0,88
46,0	1,46	0,1093	2,66	2,70	2,08	2,17	1,90	1,79	1,68	1,50	1,39	1,27	1,00	1,10	0,91	0,96
48,0	1,53	0,1190	2,90	2,92	2,27	2,35	2,06	1,93	1,82	1,62	1,51	1,38	1,08	1,19	0,99	1,04
50,0	1,59	0,1291	3,15	3,15	2,46	2,53	2,24	2,09	1,98	1,75	1,64	1,49	1,17	1,28	1,07	1,12
52,0	1,66	0,1396	3,40	3,39	2,66	2,73	2,42	2,24	2,14	1,88	1,77	1,60	1,26	1,38	1,15	1,20
54,0	1,72	0,1506	3,67	3,63	2,87	2,92	2,61	2,40	2,31	2,02	1,91	1,72	1,36	1,48	1,24	1,29
56,0	1,78	0,1619	3,95	3,89	3,08	3,13	2,81	2,57	2,48	2,16	2,05	1,83	1,46	1,58	1,32	1,38
58,0	1,85	0,1737	4,23	4,15	3,31	3,34	3,01	2,74	2,66	2,30	2,20	1,96	1,56	1,69	1,42	1,47
60,0	1,91	0,1859	4,53	4,42	3,54	3,55	3,22	2,92	2,85	2,45	2,35	2,09	1,67	1,80	1,51	1,57
62,0	1,97	0,1985	4,84	4,69	3,78	3,77	3,44	3,11	3,04	2,60	2,51	2,22	1,78	1,91	1,61	1,67
64,0	2,04	0,2115	5,15	4,98	4,02	4,00	3,66	3,29	3,24	2,76	2,67	2,35	1,89	2,03	1,71	1,77
66,0	2,10	0,2250	5,48	5,27	4,28	4,24	3,90	3,49	3,44	2,92	2,84	2,49	2,01	2,14	1,81	1,87
68,0	2,16	0,2388	5,82	5,57	4,54	4,48	4,13	3,69	3,65	3,09	3,01	2,63	2,13	2,27	1,92	1,98
70,0	2,23	0,2530	6,16	5,88	4,81	4,73	4,38	3,89	3,87	3,26	3,19	2,77	2,25	2,39	2,03	2,09
72,0	2,29	0,2677	6,52	6,19	5,09	4,98	4,63	4,10	4,09	3,43	3,37	2,92	2,38	2,52	2,14	2,20
74,0	2,36	0,2828	6,89	6,52	5,38	5,24	4,89	4,31	4,32	3,61	3,56	3,07	2,51	2,65	2,26	2,31
76,0	2,42	0,2983	7,26	6,85	5,67	5,50	5,16	4,53	4,56	3,80	3,76	3,23	2,64	2,79	2,37	2,43
78,0	2,48	0,3142	7,65	7,18	5,97	5,77	5,44	4,75	4,80	3,98	3,96	3,39	2,78	2,92	2,50	2,55
80,0	2,55	0,3305	8,05	7,53	6,28	6,05	5,72	4,98	5,05	4,17	4,16	3,55	2,92	3,06	2,62	2,67
82,0	2,61	0,3472	8,45	7,88	6,60	6,34	5,01	5,21	5,30	4,37	4,37	3,72	3,06	3,21	2,75	2,80
84,0	2,67	0,3644	8,87	8,24	6,92	6,62	6,30	5,45	5,56	4,57	4,58	3,89	3,21	3,35	2,88	2,92
86,0	2,74	0,3819	9,30	8,61	7,26	6,92	6,61	5,69	5,83	4,77	4,80	4,06	3,36	3,50	3,01	3,05
88,0	2,80	0,3999	9,74	8,98	7,60	7,22	6,92	5,94	6,11	4,98	5,03	4,24	3,51	3,65	3,15	3,19
90,0	2,86	0,4183	10,18	9,36	7,95	7,53	7,23	6,19	6,39	5,19	5,26	4,42	3,67	3,81	3,29	3,32
92,0	2,93	0,4371	10,64	9,75	8,30	7,84	7,56	6,45	6,67	5,41	5,49	4,60	3,83	3,97	3,43	3,46

Continuação da Tabela 8.14																	
Perdas de carga em metros por 100 metros										Diâmetro 250mm (0,049 m <sup>2</sup> )							
Coeficiente C [Hazen-Williams]		80	90	100	110	120	130	140									
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05									
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)															
10,0	0,20	0,0021	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
14,0	0,29	0,0041	0,08	0,10	0,06	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04
18,0	0,37	0,0069	0,12	0,16	0,10	0,13	0,09	0,11	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,06
22,0	0,45	0,0102	0,18	0,23	0,15	0,19	0,13	0,15	0,12	0,13	0,10	0,11	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
26,0	0,53	0,0143	0,26	0,32	0,20	0,25	0,19	0,21	0,17	0,18	0,14	0,15	0,11	0,13	0,10	0,11	0,11
30,0	0,61	0,0190	0,34	0,41	0,27	0,33	0,25	0,27	0,22	0,23	0,19	0,19	0,14	0,17	0,14	0,15	0,15
34,0	0,69	0,0245	0,44	0,52	0,35	0,42	0,32	0,34	0,28	0,29	0,24	0,25	0,18	0,21	0,17	0,18	0,18
38,0	0,77	0,0305	0,55	0,64	0,43	0,51	0,40	0,42	0,35	0,35	0,30	0,30	0,22	0,26	0,21	0,23	0,23
42,0	0,86	0,0373	0,67	0,77	0,53	0,62	0,49	0,51	0,43	0,43	0,36	0,36	0,27	0,31	0,25	0,27	0,27
46,0	0,94	0,0448	0,80	0,91	0,64	0,73	0,58	0,60	0,52	0,51	0,43	0,43	0,32	0,37	0,30	0,32	0,32
50,0	1,02	0,0529	0,95	1,06	0,75	0,85	0,69	0,70	0,61	0,59	0,51	0,50	0,38	0,43	0,35	0,38	0,38
54,0	1,10	0,0617	1,11	1,23	0,87	0,99	0,80	0,81	0,71	0,68	0,59	0,58	0,44	0,50	0,41	0,43	0,43
58,0	1,18	0,0712	1,28	1,40	1,01	1,13	0,92	0,93	0,82	0,78	0,68	0,66	0,50	0,57	0,46	0,50	0,50
62,0	1,26	0,0813	1,46	1,58	1,15	1,27	1,05	1,05	0,94	0,88	0,78	0,75	0,57	0,64	0,53	0,56	0,56
66,0	1,34	0,0921	1,65	1,78	1,30	1,43	1,19	1,18	1,06	0,99	0,88	0,84	0,64	0,72	0,59	0,63	0,63
70,0	1,43	0,1036	1,86	1,98	1,47	1,59	1,34	1,31	1,19	1,10	0,99	0,94	0,72	0,81	0,66	0,70	0,70
74,0	1,51	0,1158	2,08	2,20	1,64	1,77	1,50	1,45	1,33	1,22	1,11	1,04	0,80	0,89	0,74	0,78	0,78
78,0	1,59	0,1287	2,31	2,42	1,82	1,95	1,66	1,60	1,48	1,34	1,23	1,14	0,89	0,99	0,81	0,86	0,86
82,0	1,67	0,1422	2,55	2,66	2,01	2,14	1,84	1,76	1,63	1,47	1,36	1,25	0,98	1,08	0,89	0,94	0,94
86,0	1,75	0,1564	2,80	2,90	2,21	2,33	2,02	1,92	1,79	1,61	1,49	1,37	1,07	1,18	0,98	1,03	1,03
90,0	1,83	0,1713	3,07	3,16	2,42	2,54	2,21	2,09	1,96	1,75	1,63	1,49	1,17	1,28	1,07	1,12	1,12
94,0	1,91	0,1869	3,35	3,42	2,64	2,75	2,41	2,26	2,14	1,90	1,78	1,62	1,28	1,39	1,16	1,21	1,21
98,0	2,00	0,2031	3,64	3,70	2,87	2,97	2,62	2,45	2,33	2,05	1,93	1,74	1,38	1,50	1,25	1,31	1,31
102,0	2,08	0,2201	3,94	3,98	3,11	3,20	2,84	2,63	2,52	2,21	2,09	1,88	1,49	1,62	1,35	1,41	1,41
106,0	2,16	0,2377	4,26	4,28	3,36	3,44	3,07	2,83	2,72	2,37	2,26	2,02	1,61	1,74	1,46	1,52	1,52
110,0	2,24	0,2559	4,59	4,58	3,62	3,68	3,30	3,03	2,93	2,54	2,43	2,16	1,73	1,86	1,57	1,62	1,62
114,0	2,32	0,2749	4,93	4,89	3,88	3,93	3,55	3,24	3,15	2,71	2,61	2,31	1,86	1,99	1,68	1,74	1,74
118,0	2,40	0,2945	5,28	5,21	4,16	4,19	3,80	3,45	3,37	2,89	2,79	2,46	1,98	2,12	1,79	1,85	1,85
122,0	2,49	0,3148	5,46	5,55	4,45	4,46	4,06	3,67	3,60	3,08	2,99	2,62	2,12	2,26	1,91	1,97	1,97
126,0	2,57	0,3358															





Continuação da Tabela 8.14																
Perdas de carga em metros por 100 metros																
Coeficiente C [Hazen-Williams]		Diâmetro 500mm (0,196 m <sup>2</sup> )														
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		80	90	100	110	120	130	140								
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)	4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05							
40,0	0,20	0,0021	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
60,0	0,31	0,0048	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
80,0	0,41	0,0085	0,06	0,09	0,05	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
100,0	0,51	0,0132	0,09	0,13	0,08	0,11	0,07	0,09	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05
120,0	0,61	0,0190	0,13	0,18	0,11	0,15	0,10	0,12	0,09	0,10	0,08	0,09	0,06	0,07	0,06	0,07
140,0	0,71	0,0259	0,18	0,24	0,15	0,20	0,14	0,16	0,12	0,14	0,11	0,12	0,08	0,10	0,08	0,09
160,0	0,81	0,0338	0,24	0,31	0,19	0,25	0,18	0,21	0,16	0,17	0,14	0,15	0,11	0,13	0,10	0,11
180,0	0,92	0,0428	0,30	0,39	0,25	0,31	0,23	0,26	0,20	0,22	0,17	0,18	0,13	0,16	0,13	0,14
200,0	1,02	0,0529	0,37	0,47	0,30	0,38	0,28	0,31	0,25	0,26	0,21	0,22	0,16	0,19	0,15	0,17
220,0	1,12	0,0640	0,45	0,57	0,37	0,45	0,34	0,37	0,30	0,31	0,26	0,27	0,20	0,23	0,18	0,20
240,0	1,22	0,0761	0,54	0,66	0,44	0,53	0,40	0,44	0,36	0,37	0,31	0,31	0,23	0,27	0,21	0,24
260,0	1,32	0,0894	0,63	0,77	0,51	0,62	0,47	0,51	0,42	0,43	0,36	0,36	0,27	0,31	0,25	0,27
280,0	1,43	0,1036	0,73	0,88	0,59	0,71	0,55	0,58	0,49	0,49	0,42	0,42	0,31	0,36	0,29	0,31
300,0	1,53	0,1190	0,84	1,00	0,68	0,81	0,63	0,66	0,56	0,56	0,48	0,47	0,36	0,41	0,33	0,36
320,0	1,63	0,1354	0,96	1,13	0,77	0,91	0,71	0,75	0,64	0,63	0,54	0,53	0,40	0,46	0,37	0,40
340,0	1,73	0,1528	1,08	1,27	0,87	1,02	0,80	0,84	0,72	0,70	0,61	0,60	0,45	0,51	0,42	0,45
360,0	1,83	0,1713	1,21	1,41	0,98	1,13	0,90	0,93	0,81	0,78	0,68	0,66	0,51	0,57	0,46	0,50
380,0	1,94	0,1909	1,35	1,56	1,09	1,25	1,00	1,03	0,90	0,86	0,76	0,73	0,56	0,63	0,51	0,55
400,0	2,04	0,2115	1,49	1,71	1,21	1,37	1,11	1,13	1,00	0,95	0,84	0,81	0,62	0,70	0,57	0,61
420,0	2,14	0,2332	1,64	1,87	1,33	1,50	1,23	1,24	1,10	1,04	0,93	0,88	0,68	0,76	0,62	0,66
440,0	2,24	0,2559	1,80	2,04	1,46	1,64	1,35	1,35	1,21	1,13	1,02	0,96	0,75	0,83	0,68	0,72
460,0	2,34	0,2797	1,97	2,22	1,59	1,78	1,47	1,47	1,32	1,23	1,11	1,05	0,81	0,90	0,74	0,79
480,0	2,44	0,3046	2,15	2,40	1,74	1,93	1,60	1,59	1,44	1,33	1,21	1,13	0,89	0,98	0,81	0,85
500,0	2,55	0,3305	2,33	2,59	1,88	2,08	1,74	1,71	1,56	1,43	1,31	1,22	0,96	1,05	0,87	0,92
520,0	2,65	0,3575	2,52	2,78	2,04	2,24	1,88	1,84	1,68	1,54	1,42	1,31	1,03	1,13	0,94	0,99
540,0	2,75	0,3855	2,72	2,98	2,20	2,40	2,02	1,97	1,82	1,65	1,53	1,41	1,11	1,21	1,01	1,06
560,0	2,85	0,4146	2,92	3,19	2,36	2,56	2,18	2,11	1,95	1,77	1,65	1,50	1,20	1,30	1,08	1,13
580,0	2,95	0,4447	3,13	3,40	2,53	2,74	2,34	2,25	2,09	1,89	1,76	1,61	1,28	1,38	1,16	1,21
600,0	3,06	0,4759	3,35	3,62	2,71	2,91	2,50	2,24	2,24	2,01	1,89	1,71	1,37	1,47	1,24	1,29
620,0	3,16	0,5082	3,58	3,85	2,89	3,10	2,67	2,55	2,39	2,13	2,02	1,82	1,46	1,57	1,32	1,37
640,0	3,26	0,5415	3,82	4,08	3,08	3,28	2,84	2,70	2,55	2,26	2,15	1,93	1,55	1,66	1,40	1,45
660,0	3,36	0,5459	4,06	4,32	3,28	3,48	3,02	2,86	2,71	2,40	2,28	2,04	1,65	1,76	1,49	1,53
680,0	3,46	0,6113	4,31	4,57	3,48	3,67	3,21	3,02	2,88	2,53	2,42	2,16	1,75	1,86	1,58	1,62
700,0	3,57	0,6478	4,56	4,82	3,69	3,88	3,40	3,19	3,05	2,67	2,57	2,28	1,85	1,96	1,67	1,71
720,0	3,67	0,6853	4,83	5,08	3,90	4,08	3,60	3,36	3,22	2,82	2,71	2,40	1,96	2,07	1,76	1,80
740,0	3,77	0,7239	5,10	5,34	4,12	4,30	3,80	3,53	3,40	2,96	2,87	2,52	2,07	2,17	1,86	1,90
760,0	3,87	0,7636	5,38	5,61	4,35	4,51	4,01	3,71	3,59	3,11	3,02	2,65	2,18	2,28	1,96	1,99
780,0	3,87	0,8043	5,67	5,89	4,58	4,74	4,22	3,90	3,78	3,27	3,18	2,78	2,29	2,40	2,06	2,09
800,0	4,07	0,8461	5,96	6,17	4,82	4,96	4,44	4,08	3,98	3,42	3,35	2,91	2,41	2,51	2,16	2,19
820,0	4,18	0,8889	6,26	6,46	5,06	5,20	4,66	4,27	4,18	3,58	3,52	3,05	2,53	2,63	2,27	2,29

Continuação da Tabela 8.14																
Perdas de carga em metros por 100 metros																
Coeficiente C [Hazen-Williams]		Diâmetro 550mm (0,238 m <sup>2</sup> )														
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		80	90	100	110	120	130	140								
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)	4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05							
40,0	0,17	0,0014	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
60,0	0,25	0,0033	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
80,0	0,34	0,0058	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
100,0	0,42	0,0090	0,06	0,08	0,05	0,07	0,04	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
120,0	0,51	0,0130	0,08	0,12	0,07	0,09	0,06	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04
140,0	0,59	0,0177	0,11	0,15	0,09	0,12	0,08	0,10	0,08	0,09	0,07	0,07	0,05	0,06	0,05	0,05
160,0	0,67	0,0231	0,14	0,20	0,12	0,16	0,11	0,13	0,10	0,11	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07
180,0	0,76	0,0293	0,18	0,24	0,15	0,20	0,14	0,16	0,12	0,14	0,11	0,12	0,08	0,09	0,08	0,09
200,0	0,84	0,0361	0,23	0,30	0,18	0,24	0,17	0,20	0,15	0,17	0,13	0,14	0,10	0,12	0,10	0,11
220,0	0,93	0,0437	0,27	0,36	0,22	0,29	0,20	0,24	0,18	0,20	0,16	0,17	0,12	0,14	0,11	0,13
240,0	1,01	0,0520	0,32	0,42	0,26	0,34	0,24	0,28	0,22	0,23	0,19	0,20	0,14	0,17	0,13	0,15
260,0	1,09	0,0610	0,38	0,48	0,31	0,39	0,29	0,32	0,26	0,27	0,22	0,23	0,17	0,20	0,16	0,17
280,0	1,18	0,0708	0,44	0,56	0,36	0,45	0,33	0,37	0,30	0,31	0,25	0,26	0,19	0,23	0,18	0,20
300,0	1,26	0,0813	0,51	0,63	0,41	0,51	0,38	0,42	0,34	0,35	0,29	0,30	0,22	0,26	0,20	0,22
320,0	1,35	0,0925	0,58	0,71	0,47	0,57	0,43	0,47	0,39	0,39	0,33	0,34	0,25	0,29	0,23	0,25
340,0	1,43	0,1044	0,65	0,80	0,53	0,64	0,49	0,53	0,44	0,44	0,37	0,38	0,28	0,32	0,26	0,28
360,0	1,52	0,1170	0,73	0,88	0,59	0,71	0,55	0,59	0,49	0,49	0,42	0,42	0,31	0,36	0,29	0,31
380,0	1,60	0,1304	0,81	0,98	0,66	0,79	0,61	0,65	0,55	0,54	0,46	0,47	0,35	0,40	0,32	0,35
400,0	1,68	0,1445	0,90	1,07	0,73	0,86	0,67	0,71	0,61	0,60	0,51	0,51	0,38	0,44	0,35	0,38
420,0	1,77	0,1593	0,99	1,18	0,80	0,95	0,74	0,78	0,67	0,65	0,57	0,56	0,42	0,48	0,39	0,42
440,0	1,85	0,1748	1,09	1,28	0,88	1,03	0,81	0,85	0,73	0,71	0,62	0,61	0,46	0,52	0,42	0,45
460,0	1,94	0,1911	1,19	1,39	0,96	1,12	0,89	0,92	0,80	0,77	0,68	0,66	0,50	0,57	0,46	0,49
480,0	2,02	0,2080	1,29	1,51	1,05	1,21	0,97	1,00	0,87	0,84	0,74	0,71	0,54	0,61	0,50	0,53
500,0	2,10	0,2257	1,40	1,63	1,14	1,31	1,05	1,07	0,94	0,90	0,80	0,77	0,59	0,66	0,54	0,58
520,0	2,19	0,2442	1,52	1,75	1,23	1,41	1,14	1,16	1,02	0,97	0,86	0,82	0,64	0,71	0,58	0,62
540,0	2,27	0,2633	1,64	1,87	1,33	1,51	1,23	1,24	1,10	1,04	0,93	0,88	0,68	0,76	0,63	0,66
560,0	2,36	0,2832	1,76	2,00	1,43	1,61	1,32	1,33	1,18	1,11	1,00	0,95	0,74	0,82	0,67	0,71
580,0	2,44	0,3038	1,89	2,14	1,53	1,72	1,41	1,42	1,27	1,19	1,07	1,01	0,79	0,87	0,72	0,76
600,0	2,53	0,3251	2,02	2,28	1,64	1,83	1,51	1,51	1,36	1,26	1,15	1,07	0,84	0,93	0,77	0,81
620,0	2,61	0,3471	2,16	2,42	1,75	1,95	1,61	1,60	1,45	1,34	1,23	1,14	0,90	0,98	0,82	0,86
640,0	2,69	0,3699	2,30	2,57	1,86	2,06	1,72	1,70	1,54	1,42	1,31	1,21	0,95	1,04	0,87	0,91</



Continuação da Tabela 8.14																												
Perdas de carga em metros por 100 metros											Diâmetro 600mm (0,283 m <sup>2</sup> )																	
Coeficiente C [Hazen-Williams]		80	90	100	110	120	130	140																				
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05																				
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)																										
140,0	0,50	0,0125	0,07	0,10	0,06	0,08	0,05	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04												
160,0	0,57	0,0163	0,09	0,13	0,07	0,10	0,07	0,09	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05												
180,0	0,64	0,0207	0,11	0,16	0,09	0,13	0,09	0,11	0,08	0,09	0,07	0,08	0,05	0,07	0,05	0,06												
200,0	0,71	0,0255	0,14	0,19	0,12	0,16	0,11	0,13	0,10	0,11	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07												
220,0	0,78	0,0309	0,17	0,23	0,14	0,19	0,13	0,15	0,12	0,13	0,10	0,11	0,08	0,09	0,07	0,08												
240,0	0,85	0,0367	0,20	0,27	0,17	0,22	0,15	0,18	0,14	0,15	0,12	0,13	0,09	0,11	0,09	0,10												
260,0	0,92	0,0431	0,24	0,32	0,20	0,25	0,18	0,21	0,16	0,18	0,14	0,15	0,11	0,13	0,10	0,11												
280,0	0,99	0,0500	0,28	0,36	0,23	0,29	0,21	0,24	0,19	0,20	0,16	0,17	0,12	0,15	0,12	0,13												
300,0	1,06	0,0574	0,32	0,41	0,26	0,33	0,24	0,27	0,22	0,23	0,18	0,19	0,14	0,17	0,13	0,15												
320,0	1,13	0,0653	0,36	0,47	0,30	0,37	0,27	0,31	0,25	0,26	0,21	0,22	0,16	0,19	0,15	0,17												
340,0	1,20	0,0737	0,41	0,52	0,33	0,42	0,31	0,34	0,28	0,29	0,24	0,25	0,18	0,21	0,17	0,18												
360,0	1,27	0,0826	0,46	0,58	0,37	0,47	0,35	0,38	0,31	0,32	0,27	0,27	0,20	0,24	0,19	0,21												
380,0	1,34	0,0921	0,51	0,64	0,42	0,51	0,38	0,42	0,35	0,35	0,29	0,30	0,22	0,26	0,21	0,23												
400,0	1,41	0,1020	0,57	0,70	0,46	0,57	0,43	0,47	0,38	0,39	0,32	0,33	0,25	0,29	0,23	0,25												
420,0	1,49	0,1125	0,62	0,77	0,51	0,62	0,47	0,51	0,42	0,43	0,36	0,36	0,27	0,31	0,25	0,27												
440,0	1,56	0,1234	0,68	0,84	0,56	0,67	0,52	0,56	0,46	0,47	0,39	0,40	0,30	0,34	0,27	0,30												
460,0	1,63	0,1349	0,75	0,91	0,61	0,73	0,56	0,60	0,51	0,51	0,43	0,43	0,32	0,37	0,30	0,32												
480,0	1,70	0,1469	0,81	0,99	0,66	0,79	0,61	0,65	0,55	0,55	0,47	0,47	0,35	0,40	0,32	0,35												
500,0	1,77	0,1594	0,88	1,06	0,72	0,86	0,66	0,70	0,60	0,59	0,51	0,50	0,38	0,43	0,35	0,38												
520,0	1,84	0,1724	0,96	1,14	0,78	0,92	0,72	0,76	0,65	0,63	0,55	0,54	0,41	0,47	0,38	0,41												
540,0	1,91	0,1859	1,03	1,12	0,84	0,99	0,77	0,81	0,70	0,68	0,59	0,58	0,44	0,50	0,40	0,44												
560,0	1,98	0,1999	1,11	1,31	0,90	1,05	0,83	0,87	0,75	0,73	0,64	0,62	0,47	0,53	0,43	0,47												
580,0	2,05	0,2145	1,19	1,40	0,97	1,13	0,89	0,93	0,80	0,78	0,68	0,66	0,51	0,57	0,46	0,50												
600,0	2,12	0,2295	1,27	1,49	1,03	1,20	0,96	0,99	0,86	0,83	0,73	0,70	0,54	0,61	0,49	0,53												
620,0	2,19	0,2451	1,36	1,58	1,10	1,27	1,02	1,05	0,92	0,88	0,78	0,75	0,58	0,64	0,53	0,56												
640,0	2,26	0,2611	1,45	1,68	1,18	1,35	1,09	1,11	0,98	0,93	0,83	0,79	0,61	0,68	0,56	0,60												
660,0	2,33	0,2777	1,54	1,78	1,25	1,43	1,16	1,18	1,04	0,99	0,88	0,84	0,65	0,72	0,59	0,63												
680,0	2,41	0,2948	1,63	1,88	1,33	1,51	1,23	1,24	1,10	1,04	0,94	0,89	0,69	0,76	0,63	0,67												
700,0	2,48	0,3124	1,73	1,98	1,41	1,59	1,30	1,31	1,17	1,10	0,99	0,94	0,73	0,81	0,66	0,70												
720,0	2,55	0,3305	1,83	2,09	1,49	1,68	1,38	1,38	1,24	1,16	1,05	0,99	0,77	0,85	0,70	0,74												
740,0	2,62	0,3491	1,93	2,20	1,57	1,77	1,45	1,45	1,31	1,22	1,11	1,04	0,81	0,89	0,74	0,78												
760,0	2,69	0,3683	2,04	2,31	1,66	1,86	1,53	1,53	1,38	1,28	1,17	1,09	0,86	0,94	0,78	0,82												
780,0	2,76	0,3879	2,15	2,42	1,75	1,95	1,61	1,60	1,45	1,34	1,23	1,14	0,90	0,99	0,82	0,86												
800,0	2,83	0,4080	2,26	2,54	1,84	2,04	1,70	1,68	1,53	1,41	1,29	1,20	0,95	1,03	0,86	0,90												
820,0	2,90	0,4287	2,37	2,66	1,93	2,14	1,78	1,76	1,60	1,47	1,36	1,25	0,99	1,08	0,90	0,94												
840,0	2,97	0,4499	2,49	2,78	2,03	2,24	1,87	1,84	1,68	1,54	1,42	1,31	1,04	1,13	0,94	0,99												
860,0	3,04	0,4715	2,61	2,90	2,12	2,34	1,96	1,92	1,76	1,61	1,49	1,37	1,09	1,18	0,99	1,03												
880,0	3,11	0,4937	2,73	3,03	2,22	2,44	2,05	2,00	1,85	1,68	1,56	1,43	1,14	1,23	1,03	1,08												
900,0	3,18	0,5164	2,86	3,16	2,33	2,54	2,15	2,09	1,93	1,75	1,63	1,49	1,19	1,29	1,08	1,12												
920,0	3,25	0,5396	2,90	3,29	2,43	2,65	2,24	2,18	2,02	1,82	1,71	1,55	1,24	1,34	1,13	1,17												

Continuação da Tabela 8.14																							
Perdas de carga em metros por 100 metros											Diâmetro 700mm (0,385 m <sup>2</sup> )												
Coeficiente C [Hazen-Williams]		80	90	100	110	120	130	140															
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05															
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)																					
100,0	0,26	0,0034	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
150,0	0,39	0,0077	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
200,0	0,52	0,0138	0,06	0,09	0,05	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
250,0	0,65	0,0215	0,10	0,14	0,08	0,11	0,07	0,08	0,07	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
300,0	0,78	0,0310	0,14	0,19	0,12	0,16	0,11	0,13	0,10	0,11	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05
350,0	0,91	0,0422	0,19	0,26	0,16	0,21	0,15	0,17	0,13	0,14	0,11	0,12	0,09	0,11	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06
400,0	1,04	0,0551	0,25	0,33	0,20	0,27	0,19	0,22	0,17	0,18	0,15	0,16	0,11	0,14	0,11	0,12	0,09	0,10	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08
450,0	1,17	0,0697	0,32	0,41	0,26	0,33	0,24	0,27	0,22	0,23	0,19	0,19	0,14	0,17	0,13	0,15	0,11	0,12	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09
500,0	1,30	0,0860	0,39	0,50	0,32	0,40	0,30	0,33	0,27	0,28	0,23	0,24	0,17	0,20	0,16	0,18	0,13	0,14	0,11	0,12	0,10	0,11	0,10
550,0	1,43	0,1041	0,47	0,60	0,39	0,48	0,36	0,40	0,32	0,33	0,28	0,28	0,21	0,24	0,19	0,21	0,15	0,16	0,12	0,13	0,11	0,12	0,11
600,0	1,56	0,1239	0,56	0,70	0,46	0,57	0,43	0,47	0,38	0,39	0,33	0,33	0,25	0,29	0,23	0,25	0,18	0,19	0,14	0,15	0,12	0,13	0,12
650,0	1,69	0,1454	0,66	0,82	0,54	0,66	0,50	0,54	0,45	0,45	0,38	0,39	0,29	0,33	0,27	0,29	0,20	0,21	0,16	0,17	0,14	0,15	0,14
700,0	1,82	0,1686	0,76	0,94	0,62	0,75	0,58	0,62	0,52	0,52	0,44	0,44	0,33	0,38	0,31	0,33	0,23	0,24	0,18	0,19	0,15	0,16	0,15
750,0	1,95	0,1936	0,88	1,06	0,72	0,86	0,66	0,70	0,60	0,59	0,51	0,50	0,38	0,43	0,35	0,38	0,26	0,27	0,20	0,21	0,16	0,17	0,16
800,0	2,08	0,2202	1,00	1,20	0,82	0,96	0,75	0,79	0,68	0,66	0,58	0,57	0,43	0,49	0,40	0,43	0,29	0,30	0,22	0,23	0,17	0,18	0,17
850,0	2,21	0,2486	1,13	1,34	0,92	1,08	0,85	0,89	0,77	0,74	0,65	0,63	0,48	0,55	0,44	0,48	0,31	0,32	0,24	0,25	0,18	0,19	0,18
900,0	2,34	0,2787	1,26	0,49	0,103	0,20	0,95	0,99	0,86	0,83	0,73	0,70	0,54	0,61	0,50	0,53	0,34	0,35	0,26	0,27	0,19	0,20	0,19
950,0	2,47	0,3106	1,41	1,65	1,15	1,33	1,06	0,99	0,96	0,91	0,81	0,78	0,60	0,67	0,55	0,58	0,38	0,39	0,29	0,30	0,21	0,22	0,21
1000,0	2,60	0,3441	1,56	1,81	1,27	1,46	1,18	1,20	1,06	1,00	0,90	0,86	0,67	0,74	0,61	0,64	0,42	0,43	0,32	0,33	0,23	0,24	0,23
1050,0	2,73	0,3794	1,72	1,98	1,40	1,60	1,30	1,31	1,17	1,10	0,99	0,94	0,73	0,81									



Continuação da Tabela 8.14

Perdas de carga em metros por 100 metros			Diâmetro 1000mm (0,785 m <sup>2</sup> )							
Coeficiente C [Hazen-Williams]			80	90	100	110	120	130	140	
Rugosidade e (mm) [Colebrook]			4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05	
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)								
100,0	0,13	0,0008	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
200,0	0,25	0,0033	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
300,0	0,38	0,0074	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
400,0	0,51	0,0132	0,04	0,06	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
500,0	0,64	0,0207	0,06	0,09	0,05	0,07	0,05	0,06	0,04	0,03
600,0	0,76	0,0297	0,08	0,12	0,07	0,10	0,07	0,08	0,06	0,05
700,0	0,89	0,0405	0,12	0,16	0,10	0,13	0,09	0,11	0,08	0,07
800,0	1,02	0,0529	0,15	0,21	0,12	0,17	0,12	0,14	0,11	0,10
900,0	1,15	0,0669	0,19	0,26	0,16	0,21	0,15	0,17	0,13	0,12
1000,0	1,27	0,0826	0,24	0,32	0,19	0,26	0,18	0,21	0,16	0,15
1100,0	1,40	0,1000	0,28	0,38	0,24	0,31	0,22	0,25	0,20	0,17
1200,0	1,53	0,1190	0,34	0,45	0,28	0,36	0,26	0,30	0,24	0,21
1300,0	1,66	0,1396	0,40	0,52	0,33	0,42	0,31	0,34	0,28	0,25
1400,0	1,78	0,1619	0,46	0,59	0,38	0,48	0,35	0,39	0,32	0,28
1500,0	1,91	0,1859	0,53	0,68	0,44	0,54	0,41	0,45	0,37	0,32
1600,0	2,04	0,2115	0,60	0,76	0,50	0,61	0,46	0,50	0,42	0,36
1700,0	2,16	0,2388	0,68	0,85	0,56	0,69	0,52	0,56	0,47	0,40
1800,0	2,29	0,2677	0,76	0,95	0,63	0,76	0,58	0,63	0,53	0,45
1900,0	2,42	0,2983	0,85	1,05	0,70	0,84	0,65	0,69	0,59	0,50
2000,0	2,55	0,3305	0,94	1,15	0,78	0,93	0,72	0,76	0,65	0,54
2100,0	2,67	0,3644	1,04	1,26	0,86	1,01	0,79	0,83	0,72	0,60
2200,0	2,80	0,3999	1,14	1,37	0,94	1,10	0,87	0,91	0,79	0,66
2300,0	2,93	0,4371	1,24	1,49	1,03	1,20	0,95	0,99	0,86	0,74
2400,0	3,06	0,4759	1,35	1,61	1,12	1,30	1,04	1,07	0,94	0,80
2500,0	3,18	0,5164	1,47	1,74	1,21	1,40	1,13	1,15	1,02	0,87
2600,0	3,31	0,5586	1,50	1,87	1,31	1,51	1,22	1,24	1,10	0,94
2700,0	3,44	0,6023	1,71	2,01	1,41	1,61	1,31	1,33	1,19	1,11
2800,0	3,57	0,6478	1,84	2,15	1,52	1,73	1,41	1,42	1,28	1,19
2900,0	3,69	0,6949	1,98	2,29	1,63	1,84	1,51	1,52	1,37	1,27
3000,0	3,82	0,7436	2,11	2,44	1,74	1,96	1,62	1,61	1,47	1,35
3100,0	3,95	0,7940	2,26	2,59	1,86	2,09	1,73	1,72	1,57	1,44
3200,0	4,07	0,8461	2,41	2,75	1,99	2,21	1,84	1,82	1,67	1,52
3300,0	4,20	0,8998	2,56	2,91	2,11	2,34	1,96	1,93	1,77	1,61
3400,0	4,33	0,9552	2,72	3,08	2,25	2,47	2,08	2,04	1,88	1,71
3500,0	4,46	1,0122	2,88	3,25	2,37	2,61	2,20	2,15	1,99	1,80
3600,0	4,58	1,0708	3,04	3,42	2,51	2,75	2,33	2,26	2,11	1,90
3700,0	4,71	1,1312	3,22	3,60	2,65	2,89	2,46	2,38	2,23	2,00
3800,0	4,84	1,1931	3,39	3,78	2,80	3,04	2,60	2,50	2,35	2,10
3900,0	4,97	1,2568	3,57	3,97	2,95	3,19	2,74	2,62	2,48	2,20
4000,0	5,09	1,3220	3,76	4,16	3,10	3,34	2,88	2,75	2,60	2,31

Continuação da Tabela 8.14

Perdas de carga em metros por 100 metros			Diâmetro 1200mm (1,131 m <sup>2</sup> )							
Coeficiente C [Hazen-Williams]			80	90	100	110	120	130	140	
Rugosidade e (mm) [Colebrook]			4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05	
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)								
600,0	0,53	0,0143	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
700,0	0,62	0,0195	0,04	0,07	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03
800,0	0,71	0,0255	0,06	0,09	0,05	0,07	0,04	0,06	0,04	0,05
900,0	0,80	0,0323	0,07	0,11	0,06	0,09	0,06	0,07	0,05	0,06
1000,0	0,88	0,0398	0,09	0,13	0,07	0,11	0,07	0,09	0,6	0,07
1100,0	0,97	0,0482	0,11	0,16	0,09	0,13	0,08	0,10	0,08	0,09
1200,0	1,06	0,0574	0,13	0,18	0,11	0,15	0,10	0,12	0,09	0,10
1300,0	1,15	0,0673	0,15	0,21	0,13	0,17	0,12	0,14	0,11	0,12
1400,0	1,24	0,0781	0,18	0,24	0,15	0,20	0,14	0,16	0,12	0,14
1500,0	1,33	0,0897	0,20	0,28	0,17	0,22	0,16	0,18	0,14	0,15
1600,0	1,41	0,1020	0,23	0,31	0,19	0,25	0,18	0,21	0,16	0,17
1700,0	1,50	0,1152	0,26	0,35	0,22	0,28	0,20	0,23	0,18	0,19
1800,0	1,59	0,1291	0,29	0,39	0,24	0,31	0,22	0,26	0,20	0,22
1900,0	1,68	0,1438	0,32	0,43	0,27	0,35	0,25	0,29	0,23	0,24
2000,0	1,77	0,1594	0,36	0,47	0,30	0,38	0,28	0,31	0,25	0,26
2100,0	1,86	0,1757	0,40	0,52	0,33	0,42	0,31	0,34	0,28	0,29
2200,0	1,95	0,1929	0,43	0,57	0,36	0,45	0,34	0,37	0,30	0,31
2300,0	2,03	0,2108	0,47	0,61	0,39	0,49	0,37	0,41	0,33	0,34
2400,0	2,12	0,2295	0,52	0,66	0,43	0,53	0,40	0,44	0,36	0,37
2500,0	2,21	0,2490	0,56	0,72	0,46	0,58	0,43	0,47	0,39	0,40
2600,0	2,30	0,2694	0,61	0,77	0,50	0,62	0,47	0,51	0,42	0,43
2700,0	2,39	0,2905	0,65	0,83	0,54	0,66	0,50	0,55	0,46	0,46
2800,0	2,48	0,3124	0,70	0,88	0,58	0,71	0,54	0,58	0,49	0,49
2900,0	2,56	0,3351	0,75	0,94	0,63	0,76	0,58	0,62	0,53	0,52
3000,0	2,65	0,3586	0,81	1,00	0,67	0,81	0,62	0,66	0,56	0,56
3100,0	2,74	0,3829	0,86	1,07	0,71	0,86	0,66	0,71	0,60	0,59
3200,0	2,83	0,4080	0,92	1,13	0,76	0,91	0,71	0,75	0,64	0,63
3300,0	2,92	0,4339	0,98	1,20	0,81	0,96	0,75	0,79	0,68	0,66
3400,0	3,01	0,4606	1,04	1,27	0,86	1,02	0,80	0,84	0,73	0,70
3500,0	3,09	0,4881	1,10	1,34	0,91	1,07	0,85	0,88	0,77	0,74
3600,0	3,18	0,5164	1,16	1,41	0,96	1,13	0,90	0,93	0,81	0,78
3700,0	3,27	0,5455	1,23	1,48	1,02	1,19	0,95	0,98	0,86	0,82
3800,0	3,36	0,5754	1,29	1,56	1,07	1,25	1,00	1,03	0,91	0,86
3900,0	3,45	0,6061	1,36	1,63	1,13	1,31	1,05	1,08	0,95	0,91
4000,0	3,54	0,6376	1,43	1,71	1,19	1,38	1,11	1,13	1,00	0,95
4100,0	3,63	0,6698	1,51	1,79	1,25	1,44	1,16	1,18	1,05	0,99
4200,0	3,71	0,7029	1,58	1,87	1,31	1,51	1,22	1,24	1,11	1,04
4300,0	3,80	0,7368	1,66	1,96	1,37	1,57	1,28	1,29	1,16	1,08
4400,0	3,89	0,7714	1,73	2,04	1,44	1,64	1,34	1,35	1,21	1,13
4500,0	3,98	0,8069	1,81	2,13	1,50	1,71	1,40	1,41	1,27	1,18

Continuação da Tabela 8.14																
Perdas de carga em metros por 100 metros																
Diâmetro 1400mm (1,539 m³)																
Coeficiente C [Hazen-Williams]		80	90	100	110	120	130	140								
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05								
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)														
400,0	0,26	0,0034	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
600,0	0,39	0,0077	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
800,0	0,52	0,0138	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
1000,0	0,65	0,0215	0,04	0,06	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02
1200,0	0,78	0,0310	0,06	0,09	0,05	0,07	0,04	0,06	0,04	0,05	0,04	0,03	0,4	0,03	0,03	0,03
1400,0	0,91	0,0422	0,08	0,12	0,07	0,09	0,06	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04
1600,0	1,04	0,0551	0,10	0,15	0,09	0,12	0,08	0,10	0,07	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,05	0,05
1800,0	1,17	0,0697	0,13	0,18	0,11	0,15	0,10	0,12	0,09	0,10	0,08	0,09	0,06	0,07	0,06	0,07
2000,0	1,30	0,0860	0,16	0,22	0,13	0,18	0,12	0,15	0,11	0,12	0,10	0,12	0,08	0,09	0,07	0,08
2200,0	1,43	0,1041	0,19	0,27	0,16	0,21	0,15	0,18	0,14	0,15	0,12	0,13	0,09	0,11	0,09	0,09
2400,0	1,56	0,1239	0,23	0,31	0,19	0,25	0,18	0,21	0,16	0,17	0,14	0,15	0,11	0,13	0,11	0,11
2600,0	1,69	0,1454	0,27	0,36	0,22	0,29	0,21	0,24	0,19	0,20	0,16	0,17	0,13	0,15	0,12	0,13
2800,0	1,82	0,1688	0,31	0,42	0,26	0,34	0,24	0,28	0,22	0,23	0,19	0,20	0,15	0,17	0,14	0,15
3000,0	1,95	0,1936	0,36	0,47	0,30	0,38	0,28	0,31	0,25	0,26	0,22	0,22	0,17	0,19	0,15	0,17
3200,0	2,08	0,2202	0,41	0,53	0,34	0,43	0,32	0,35	0,29	0,30	0,25	0,25	0,19	0,22	0,17	0,19
3400,0	2,21	0,2486	0,46	0,60	0,38	0,48	0,36	0,40	0,32	0,33	0,28	0,28	0,21	0,24	0,20	0,21
3600,0	2,34	0,2787	0,51	0,66	0,43	0,53	0,40	0,44	0,36	0,37	0,31	0,31	0,24	0,27	0,22	0,24
3800,0	2,47	0,3106	0,57	0,73	0,48	0,59	0,44	0,49	0,40	0,41	0,35	0,35	0,26	0,30	0,24	0,26
4000,0	2,60	0,3441	0,64	0,81	0,53	0,65	0,49	0,53	0,45	0,45	0,39	0,38	0,29	0,33	0,27	0,29
4200,0	2,73	0,3794	0,70	0,88	0,58	0,71	0,54	0,58	0,49	0,49	0,43	0,42	0,32	0,36	0,29	0,31
4400,0	2,86	0,4164	0,77	0,96	0,64	0,77	0,60	0,64	0,54	0,53	0,47	0,45	0,35	0,39	0,32	0,34
4600,0	2,99	0,4551	0,84	1,05	0,70	0,84	0,65	0,69	0,59	0,58	0,51	0,49	0,38	0,43	0,35	0,37
4800,0	3,12	0,4956	0,91	1,13	0,76	0,91	0,71	0,75	0,64	0,63	0,55	0,53	0,42	0,46	0,38	0,40
5000,0	3,25	0,5377	0,99	1,22	0,83	0,98	0,77	0,81	0,70	0,68	0,60	0,58	0,45	0,50	0,41	0,43
5200,0	3,38	0,5816	1,07	1,31	0,89	1,06	0,83	0,87	0,76	0,73	0,65	0,62	0,49	0,53	0,45	0,47
5400,0	3,51	0,6272	1,16	1,41	0,96	1,13	0,90	0,93	0,82	0,78	0,70	0,66	0,52	0,57	0,48	0,50
5600,0	3,64	0,6745	1,24	1,51	1,04	1,21	0,96	1,00	0,88	0,83	0,75	0,71	0,56	0,61	0,51	0,53
5800,0	3,77	0,7235	1,33	1,61	1,11	1,29	1,03	1,06	0,94	0,89	0,81	0,76	0,60	0,65	0,55	0,57
6000,0	3,90	0,7743	1,43	1,71	1,19	1,38	1,11	1,13	1,01	0,95	0,86	0,81	0,65	0,70	0,59	0,61
6200,0	4,03	0,8268	1,53	1,82	1,27	1,46	1,18	1,20	1,07	1,01	0,92	0,86	0,69	0,74	0,63	0,64
6400,0	4,16	0,8810	1,63	1,93	1,35	1,55	1,26	1,28	1,14	1,07	0,98	0,91	0,73	0,78	0,67	0,68
6600,0	4,29	0,9369	1,73	2,04	1,44	1,64	1,34	1,35	1,22	1,13	1,05	0,96	0,78	0,83	0,71	0,72
6800,0	4,42	0,9946	1,83	2,16	1,53	1,73	1,42	1,43	1,29	1,20	1,11	1,02	0,83	0,88	0,75	0,77
7000,0	4,55	1,0539	1,94	2,28	1,62	1,83	1,51	1,51	1,37	1,26	1,18	1,07	0,87	0,93	0,79	0,81
7200,0	4,68	1,1150	2,06	2,40	1,71	1,93	1,59	1,59	1,45	1,33	1,24	1,13	0,92	0,98	0,84	0,85
7400,0	4,81	1,1778	2,17	2,52	1,81	2,03	1,68	1,67	1,53	1,40	1,31	1,19	0,98	1,03	0,88	0,90
7600,0	4,94	1,2423	2,29	2,65	1,91	2,13	1,78	1,75	1,61	1,47	1,38	1,25	1,03	1,08	0,93	0,94
7800,0	5,07	1,3086	2,41	2,78	2,01	2,24	1,87	1,84	1,70	1,54	1,46	1,31	1,08	1,13	0,98	0,99
8000,0	5,20	1,3765	2,54	2,92	2,11	2,34	1,97	1,93	1,79	1,62	1,53	1,38	1,14	1,19	1,03	1,03
8200,0	5,33	1,4462	2,67	3,05	2,22	2,45	2,07	2,02	1,88	1,69	1,61	1,44	1,19	1,24	1,08	1,08

Continuação da Tabela 8.14																
Perdas de carga em metros por 100 metros																
Diâmetro 1800mm (2,545 m³)																
Coeficiente C [Hazen-Williams]		80	90	100	110	120	130	140								
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05								
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)														
1000,0	0,39	0,0079	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1200,0	0,47	0,0113	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1400,0	0,55	0,0154	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
1600,0	0,63	0,0201	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
1800,0	0,71	0,0255	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
2000,0	0,79	0,0315	0,04	0,07	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
2200,0	0,86	0,0381	0,05	0,08	0,04	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
2400,0	0,94	0,0453	0,06	0,09	0,05	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
2600,0	1,02	0,0532	0,07	0,11	0,06	0,09	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
2800,0	1,10	0,0617	0,08	0,12	0,07	0,10	0,07	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04
3000,0	1,18	0,0708	0,10	0,14	0,08	0,11	0,07	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05
3200,0	1,26	0,0806	0,11	0,16	0,09	0,13	0,08	0,10	0,08	0,09	0,07	0,07	0,05	0,06	0,05	0,06
3400,0	1,34	0,0910	0,12	0,18	0,10	0,14	0,10	0,12	0,09	0,10	0,08	0,08	0,06	0,07	0,06	0,06
3600,0	1,41	0,1020	0,14	0,20	0,11	0,16	0,11	0,13	0,10	0,11	0,09	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07
3800,0	1,49	0,1137	0,15	0,22	0,13	0,17	0,12	0,13	0,11	0,12	0,09	0,10	0,07	0,09	0,07	0,08
4000,0	1,57	0,1259	0,17	0,24	0,14	0,19	0,13	0,16	0,12	0,13	0,10	0,11	0,08	0,10	0,08	0,08
4200,0	1,65	0,1388	0,19	0,26	0,16	0,21	0,15	0,17	0,13	0,14	0,12	0,12	0,09	0,11	0,08	0,09
4400,0	1,73	0,1524	0,20	0,28	0,17	0,23	0,16	0,19	0,15	0,16	0,13	0,13	0,10	0,12	0,09	0,10
4600,0	1,81	0,1666	0,22	0,31	0,19	0,25	0,17	0,20	0,16	0,17	0,14	0,15	0,11	0,13	0,10	0,11
4800,0	1,89	0,1813	0,24	0,33	0,20	0,27	0,19	0,22	0,17	0,18	0,15	0,16	0,12	0,14	0,11	0,12
5000,0	1,96	0,1968	0,26	0,36	0,22	0,29	0,21	0,24	0,19	0,20	0,16	0,17	0,13	0,15	0,12	0,13
5200,0	2,04	0,2128	0,29	0,39	0,24	0,31	0,22	0,26	0,20	0,21	0,18	0,18	0,14	0,16	0,13	0,14
5400,0	2,12	0,2295	0,31	0,41	0,26	0,33	0,24	0,27	0,22	0,23	0,19	0,20	0,15	0,17	0,14	0,15
5600,0	2,20	0,2468	0,33	0,44	0,28	0,36	0,26	0,29	0,24	0,25	0,20	0,21	0,16	0,18	0,14	0,16
5800,0	2,28	0,2648	0,35	0,47	0,30	0,38	0,28	0,31	0,25	0,26	0,22	0,22	0,17	0,19	0,16	0,17
6000,0	2,36	0,2834	0,38	0,50	0,32	0,40	0,30	0,33	0,27	0,28	0,23	0,24	0,18	0,20	0,17	0,18
6200,0	2,44	0,3026	0,41	0,53	0,34	0,43	0,32	0,35	0,29	0,30	0,25	0,25	0,19	0,22	0,18	0,19
6400,0	2,52	0,3224	0,43	0,57	0,36	0,46	0,34	0,38	0,31	0,31	0,27	0,27	0,20	0,23	0,19	0,20
6600,0	2,59	0,3429	0,46	0,60	0,38	0,48	0,36	0,40	0,33	0,33	0,28	0,28	0,22	0,24	0,20	0,21
6800,0	2,67	0,3640	0,49	0,63	0,41	0,51	0,38	0,42	0,35	0,35	0,30	0,30	0,23	0,26	0,21	0,23
7000,0	2,75	0,3857	0,52	0,67	0,43											

Continuação da Tabela 8.14															
Perdas de carga em metros por 100 metros															
Diâmetro 2000mm (3.142 m <sup>2</sup> )															
Coeficiente C [Hazen-Williams]		80	90	100	110	120	130	140							
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05							
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)													
3000,0	0,95	0,0465	0,05	0,08	0,05	0,07	0,04	0,06	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03
3200,0	1,02	0,0529	0,06	0,09	0,05	0,08	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03
3400,0	1,08	0,0597	0,07	0,11	0,06	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03
3600,0	1,15	0,0669	0,08	0,12	0,07	0,09	0,06	0,08	0,06	0,06	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04
3800,0	1,21	0,0746	0,09	0,13	0,07	0,10	0,07	0,09	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04
4000,0	1,27	0,0826	0,10	0,14	0,08	0,11	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,05
4200,0	1,34	0,0911	0,11	0,16	0,09	0,13	0,08	0,10	0,08	0,09	0,07	0,07	0,05	0,06	0,05
4400,0	1,40	0,1000	0,12	0,17	0,10	0,14	0,09	0,11	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,05	0,06
4600,0	1,46	0,1093	0,13	0,18	0,11	0,15	0,10	0,12	0,09	0,10	0,08	0,09	0,06	0,07	0,06
4800,0	1,53	0,1190	0,14	0,20	0,12	0,16	0,11	0,13	0,10	0,11	0,09	0,09	0,07	0,08	0,07
5000,0	1,59	0,1291	0,15	0,21	0,13	0,17	0,12	0,14	0,11	0,12	0,09	0,10	0,07	0,09	0,08
5200,0	1,66	0,1396	0,16	0,23	0,14	0,19	0,13	0,15	0,12	0,13	0,10	0,11	0,08	0,09	0,08
5400,0	1,72	0,1506	0,18	0,25	0,15	0,20	0,14	0,16	0,13	0,14	0,11	0,12	0,09	0,10	0,09
5600,0	1,78	0,1619	0,19	0,27	0,16	0,21	0,15	0,18	0,14	0,15	0,12	0,13	0,09	0,11	0,09
5800,0	1,85	0,1737	0,20	0,28	0,17	0,23	0,16	0,19	0,15	0,16	0,13	0,14	0,10	0,12	0,09
6000,0	1,91	0,1859	0,22	0,30	0,18	0,24	0,17	0,20	0,16	0,17	0,14	0,14	0,10	0,12	0,10
6200,0	1,97	0,1985	0,23	0,32	0,20	0,26	0,18	0,21	0,17	0,18	0,14	0,15	0,11	0,13	0,10
6400,0	2,04	0,2115	0,25	0,34	0,21	0,27	0,19	0,22	0,18	0,19	0,15	0,16	0,12	0,14	0,11
6600,0	2,10	0,2250	0,26	0,36	0,22	0,29	0,21	0,24	0,19	0,20	0,16	0,17	0,13	0,15	0,12
6800,0	2,16	0,2388	0,28	0,38	0,24	0,31	0,22	0,25	0,20	0,21	0,17	0,18	0,13	0,15	0,12
7000,0	2,23	0,2530	0,30	0,40	0,25	0,32	0,23	0,27	0,21	0,22	0,18	0,19	0,14	0,16	0,13
7200,0	2,29	0,2677	0,31	0,42	0,26	0,34	0,25	0,28	0,23	0,23	0,20	0,20	0,15	0,17	0,14
7400,0	2,36	0,2828	0,33	0,44	0,28	0,36	0,26	0,29	0,24	0,25	0,21	0,21	0,16	0,18	0,15
7600,0	2,42	0,2983	0,35	0,47	0,29	0,38	0,27	0,31	0,25	0,26	0,22	0,22	0,17	0,19	0,15
7800,0	2,48	0,3142	0,37	0,49	0,31	0,39	0,29	0,32	0,26	0,27	0,23	0,23	0,18	0,20	0,16
8000,0	2,55	0,3305	0,39	0,51	0,32	0,41	0,30	0,34	0,28	0,28	0,24	0,24	0,18	0,21	0,17
8200,0	2,61	0,3472	0,41	0,54	0,34	0,43	0,32	0,36	0,29	0,30	0,25	0,25	0,19	0,22	0,18
8400,0	2,67	0,3644	0,43	0,56	0,36	0,45	0,34	0,37	0,31	0,31	0,26	0,27	0,20	0,23	0,19
8600,0	2,74	0,3819	0,45	0,59	0,38	0,47	0,35	0,39	0,32	0,33	0,28	0,28	0,21	0,24	0,20
8800,0	2,80	0,3999	0,47	0,61	0,39	0,49	0,37	0,40	0,34	0,34	0,29	0,29	0,22	0,25	0,20
9000,0	2,86	0,4183	0,49	0,64	0,41	0,51	0,38	0,42	0,35	0,35	0,30	0,30	0,23	0,26	0,21
9200,0	2,93	0,4371	0,51	0,66	0,43	0,53	0,40	0,44	0,37	0,37	0,32	0,31	0,24	0,27	0,22
9400,0	2,99	0,4563	0,53	0,69	0,45	0,56	0,42	0,46	0,38	0,38	0,33	0,33	0,25	0,28	0,23
9600,0	3,06	0,4759	0,56	0,72	0,47	0,58	0,44	0,48	0,40	0,40	0,35	0,34	0,26	0,29	0,24
9800,0	3,12	0,4960	0,58	0,75	0,49	0,60	0,46	0,49	0,42	0,41	0,36	0,35	0,27	0,30	0,25
10000,0	3,18	0,5164	0,61	0,78	0,51	0,62	0,47	0,51	0,43	0,43	0,37	0,37	0,28	0,32	0,26
10200,0	3,25	0,5373	0,63	0,80	0,53	0,65	0,49	0,53	0,45	0,45	0,39	0,38	0,30	0,33	0,27
10400,0	3,31	0,5586	0,65	0,83	0,55	0,67	0,51	0,55	0,47	0,46	0,41	0,39	0,31	0,34	0,28
10600,0	3,37	0,5802	0,68	0,86	0,57	0,69	0,53	0,57	0,49	0,48	0,42	0,41	0,32	0,35	0,29
10800,0	3,44	0,6023	0,71	0,89	0,59	0,72	0,55	0,59	0,51	0,50	0,44	0,42	0,33	0,36	0,30

Continuação da Tabela 8.14															
Perdas de carga em metros por 100 metros															
Diâmetro 2500mm (4,909 m <sup>2</sup> )															
Coeficiente C [Hazen-Williams]		80	90	100	110	120	130	140							
Rugosidade e (mm) [Colebrook]		4,00	2,00	1,50	1,00	0,50	0,10	0,05							
Vazão (l/s)	Vel. (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)													
1000,0	0,20	0,0021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1500,0	0,31	0,0048	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000,0	0,41	0,0085	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2500,0	0,51	0,0132	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
3000,0	0,61	0,0190	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
3500,0	0,71	0,0259	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
4000,0	0,81	0,0338	0,03	0,05	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
4500,0	0,92	0,0428	0,04	0,06	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
5000,0	1,02	0,0529	0,05	0,07	0,04	0,06	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
5500,0	1,12	0,0640	0,06	0,09	0,05	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03
6000,0	1,22	0,0761	0,07	0,10	0,06	0,08	0,05	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03
6500,0	1,32	0,0894	0,08	0,12	0,07	0,09	0,06	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04
7000,0	1,43	0,1036	0,09	0,14	0,08	0,11	0,07	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04
7500,0	1,53	0,1190	0,11	0,15	0,09	0,12	0,08	0,10	0,08	0,09	0,07	0,07	0,05	0,06	0,05
8000,0	1,63	0,1354	0,12	0,17	0,10	0,14	0,09	0,11	0,09	0,10	0,08	0,08	0,06	0,07	0,06
8500,0	1,73	0,1528	0,14	0,19	0,11	0,16	0,11	0,13	0,10	0,11	0,09	0,09	0,07	0,08	0,07
9000,0	1,83	0,1713	0,15	0,22	0,13	0,17	0,12	0,14	0,11	0,12	0,10	0,10	0,07	0,09	0,08
9500,0	1,94	0,1909	0,17	0,24	0,14	0,19	0,13	0,16	0,12	0,13	0,11	0,11	0,08	0,10	0,08
10000,0	2,04	0,2115	0,19	0,26	0,16	0,21	0,15	0,17	0,14	0,15	0,12	0,12	0,09	0,11	0,09
10500,0	2,14	0,2332	0,21	0,29	0,17	0,23	0,16	0,19	0,15	0,16	0,13	0,14	0,10	0,12	0,09
11000,0	2,24	0,2559	0,23	0,31	0,19	0,25	0,18	0,21	0,16	0,17	0,14	0,15	0,11	0,13	0,10
11500,0	2,34	0,2797	0,25	0,34	0,21	0,27	0,20	0,22	0,18	0,19	0,16	0,16	0,12	0,14	0,11
12000,0	2,44	0,3046	0,27	0,37	0,23	0,29	0,21	0,24	0,19	0,20	0,17	0,17	0,13	0,15	0,12
12500,0	2,55	0,3305	0,29	0,40	0,25	0,32	0,23	0,26	0,21	0,22	0,18	0,19	0,14	0,16	0,13
13000,0	2,65	0,3575	0,32	0,43	0,27	0,34	0,25	0,28	0,23	0,24	0,20	0,20	0,15	0,17	0,14
13500,0	2,75	0,3855	0,34	0,46	0,29	0,37	0,27	0,30	0,25	0,25	0,21	0,22	0,16	0,19	0,15
14000,0	2,85	0,4146	0,37	0,49	0,31	0,39	0,29	0,32	0,26	0,27	0,23	0,23	0,18	0,20	0,16
14500,0	2,95	0,4447	0,39	0,52	0,33	0,42	0,31	0,34	0,28	0,29	0,25	0,25	0,19	0,21	0,17
15000,0	3,06	0,4759	0,42	0,55	0,36	0,45	0,33	0,37	0,30	0,31	0,26	0,26	0,20	0,23	0,19
15500,0	3,16	0,5082	0,45	0,59	0,38	0,47	0,35	0,39	0,32	0,33	0,28	0,28	0,22	0,24	0,20
16000,0	3,26	0,5415	0,48	0,62	0,40	0,50	0,38	0,41	0,35	0,35	0,30	0,29	0,23	0,25	0,21
16500,0	3,36	0,5759	0,51	0,66	0,43	0,53	0,40	0,44	0,37	0,37	0,32	0,31	0,24	0,27	0,22
17000,0	3,46	0,6113	0,54	0,70	0,46	0,56	0,43	0,46	0,39	0,39	0,34	0,33	0,26	0,28	0,24
17500,0	3,57	0,6478	0,57	0,74	0,48	0,59	0,45	0,49	0,41	0,41	0,36	0,35	0,27	0,30	0,25
18000,0	3,67	0,6853	0,61												

Relação R/D	1	1 1/2	2	4	6	8
valores de K	0,48	0,36	0,27	0,21	0,27	0,36

Peça	K	Peça	K
Ampliação gradual	0,30*	Junção	0,40
Bocais	2,75	Medidor Venturi	2,50**
Comporta aberta	1,00	Redução gradual	0,15*
Controlador de vazão	2,50	Saída de canalização	1,00
Cotovelo de 90°	0,90	Tê, passagem direta	0,60
Cotovelo de 45°	0,40	Tê, saída de lado	1,30
Crivo	0,75	Tê, saída bilateral	1,80
Curva de 90°	0,40	Válvula de ângulo aberta	5,00
Curva de 45°	0,20	Válvula de gaveta aberta	0,20
Curva de 22,5°	0,10	Válvula borboleta aberta	0,30
Entrada normal em canalização	0,50	Válvula-de-pé	1,75
Entrada de Borda	1,00	Válvula de retenção	2,50
Existência de pequena derivação	0,03	Válvula de globo aberta	10,00
		Velocidade	1,00

\* Com base na velocidade maior (seção menor)  
\*\* Relativa à velocidade na canalização

Diâmetro D	COTOVELO 90° RAO LONGO		COTOVELO 90° RAO MÉDIO		COTOVELO 90° RAO CURTO		COTOVELO 45°		CURVA 90° RD-1 1/2"		CURVA 90° RD-1"		CURVA 45°		ENTRADA HORIZONTAL	ENTRADA DE BORDA	VALVULA DE GAVETA ABERTO	VALVULA DE GLOBO ABERTO	VALVULA DE ANGULO ABERTO	TE PASSAGEM DIRETA	TE SAÍDA DE LADO	TE SAÍDA LATERAL	VALVULA DE PÉ E CRIVO	SADA DA CANALIZAÇÃO	VALVULA DE RETENÇÃO TIPO LEVE	VALVULA DE RETENÇÃO TIPO PESADO
	mm	pol																								
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4	
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1	
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7	
100	4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9	
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1	
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3	
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0	
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0	
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0	
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0	

TABLA 9-2. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD ABSOLUTA,  $k$   
PARA TUBERIAS COMERCIALES

Tipo de tubería	Rugosidad absoluta $k$ (mm)	Tipo de tubería	Rugosidad absoluta $k$ (mm)
Vidrio, cobre o latón estirado..	<0,001 (o lisa)	Hierro galvanizado . . . . .	0,15 a 0,20
Latón industrial . . . . .	0,025	Fundición corriente nueva..	0,25
Acero laminado nuevo . . . . .	0,05	Fundición corriente oxidada .	1 a 1,5
Acero laminado oxidado . . . . .	0,15 a 0,25	Fundición asfaltada . . . . .	0,1
Acero laminado con incrustaciones . . . . .	1,5 a 3	Cemento alisado . . . . .	0,3 a 0,8
Acero asfaltado . . . . .	0,015	Cemento bruto . . . . .	Hasta 3
Acero roblonado . . . . .	0,03 a 0,1	Acero roblonado . . . . .	0,9 a 9
Acero soldado, oxidado . . . . .	0,4	Duelas de madera . . . . .	0,183 a 0,91

87

TABLA 2-4

PROPIEDADES DEL AIRE SECO A 1,01325 BAR

Temperatura $t$ (°C)	Viscosidad dinámica $\eta \cdot 10^{-6}$ (Ns/m <sup>2</sup> )	Viscosidad cinemática $\nu \cdot 10^{-6}$ (m <sup>2</sup> /s)
0	17,16	13,28
10	17,68	14,18
20	18,19	15,10
30	18,67	16,03
40	19,15	16,98
50	19,62	17,94
60	20,08	18,92
80	20,98	20,92
100	21,85	23,04
200	25,87	34,65
300	29,60	48,00
400	33,00	62,90
500	36,20	79,20

TABLA 2-3

DENSIDAD,  $\rho$  VISCOSIDAD DINÁMICA Y CINEMÁTICA DEL AGUA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

Temperatura (°C)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosidad dinámica $\eta$ (10 <sup>5</sup> kg/m · s)	Viscosidad cinemática $\nu$ $10^6 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = \text{cSt}$
0	999,8	178,7	1,787
2	999,9	167,1	1,671
4	1,000	156,2	1,562
6	999,9	146,4	1,464
8	999,8	137,6	1,375
10	999,7	130,5	1,307
12	999,4	122,6	1,227
14	999,2	116,1	1,163
16	998,9	110,4	1,106
18	998,5	105,2	1,053
20	998,2	100,2	1,0038
22	997,7	95,5	0,957
24	997,2	91,1	0,914
26	996,6	87,2	0,875
28	996,1	83,4	0,837
30	995,7	79,7	0,801
32	994,9	76,4	0,768
34	994,2	74,1	0,745
36	993,4	70	0,705
38	992,8	68	0,685
40	992,2	65,3	0,658
45	990,2	59,8	0,604
50	988	54,8	0,554
55	985,7	50,5	0,512
60	983,2	46,7	0,475
65	980,6	43,4	0,443
70	977,8	40,4	0,413
75	974,8	37,8	0,388
80	971,8	35,5	0,365
85	968,6	33,4	0,345
90	965,3	31,5	0,326
95	961,8	29,8	0,310
100	958,4	28,2	0,295
150	916,9	18,6	0,205
200	864,6	13,6	0,161
250	799,2	10,9	0,14
300	712,4	8,91	0,132