



Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cuyo

Asignatura: Mecánica de los Fluidos

Compilado de Tablas

Fuentes:

- Green, Don W., PERRY'S CHEMICAL ENGINEERS' HANDBOOK 8º EDITION, ISBN 0-07-159313-6
- Liu, Henry., Pipeline engineering, 2005, ISBN 0-203-59487-8
- White, Frank M., Fluid Mechanics, Fourth Edition
- Dulhoste, Jean-François, Escuela de Ingeniería Mecánica, ULA

UNIDADES Y CONVERSIONES

TABLA 1. Unidades inglesas, unidades SI y factores de conversión

Cantidad	Unidades inglesas	Sistema internacional (SI)	Factor de conversión
Longitud	pulgada	milímetro	1 in = 25.4 mm
	pie	metro	1 ft = 0.3048 m
	milla	kilómetro	1 milla = 1.609 km 1 milla = 5280 ft
	yarda		1 milla = 1760 yd
Área	Pulgada cuadrada	Centímetro cuadrado	$1 \text{ in}^2 = 6.452 \text{ cm}^2$
	Pie cuadrado	metro cuadrado	$1 \text{ ft}^2 = 0.09290 \text{ m}^2$
Volumen	pulgada cúbica	centímetro cúbico	$1 \text{ in}^3 = 16.39 \text{ cm}^3$
	pie cúbico	metro cúbico	$1 \text{ ft}^3 = 0.02832 \text{ m}^3$
	Galón(US o Brit)		1 gal(US) = 231 in ³ = 0.003789 m ³ 1 gal (Brit) = 1.2 gal (US)
Masa	libra-masa,	kilogramo	1 lbm = 0.4536 kg
	slug		1 slug = 14.59 kg
	onza		$1 \text{ oz} = 28.35 \times 10^{-3} \text{ Kg}$
Densidad	slug/pie cúbico	kilogramo/metro cúbico	$1 \text{ slug/ft}^3 = 515.4 \text{ kg/m}^3$
Fuerza	libra-fuerza	newton	11b = 4.448 N
Trabajo	pie-libra	newton-metro	1 ft-lb = 1.356 N-m
Presión	libra/pulgada cuadrada	newton/metro cuadrado (pascal)	1 psi = 6895 Pa
	libra/pie cuadrado		1 psf = 47.88 Pa
		Bar	1 bar = 10^5 Pa = 14.7 psi
	Pulgada de mercurio		1 psi = 2.036 in Hg
	Pulgada de agua		1 psi = 27.7 in H_2O
Temperatura	grado Fahrenheit	grado Celsius	°F= 9/5 °C+32
	grado Rankine	kelvin	$^{\circ}$ R = 9/5 $^{\circ}$ K
Energía	unidad térmica británica (BTU)	joule	1 Btu = 1055 J
	caloría		1 cal = 4.186 J
	pie-libra		1 ft-lb = 1.356 J 1 BTU = 778.2 ft-lb
Potencia	caballo de fuerza	watt	1 hp = 745.7 W
	pie-libra/segundo		1 ft-lb/s = 1.356 W
Velocidad	pie/segundo	metro/segundo	1 ft/s = 0.3048 m/s
	Milla/hora		1 mph = 1.467 ft/s
Aceleración	pie/segundo al cuadrado	metro/segundo al cuadrado	$1 \text{ ft/s}^2 = 0.3048 \text{ m/s}^2$
Frecuencia	ciclo/segundo	hertz	1 cps = 1.000 Hz
Viscosidad	libra-segundo/pie cuadrado	newton-segundo/metro al cuadrado	1 lb-s/ft ² = 47.88 N.s/m ²
		Stoke	$1 \text{ stoke} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
		Poise	1 poise = 0.1 N-s/m^2

J. Factores de Conversión

Magnitud	Unidad Inglesa	Unidad S.I.	Símbolo	Unidades equivalentes
Longitud	1 pie	= 0.3048 metros	m	
Masa	1 slug	= 14.59 kilogramos	kg	_
Tiempo	1 segundo	= 1.0 segundo	s	_
Fuerza	1 libra (lb)	= 4.448 newtons	N	$kg \cdot m/s^2$
Presión	1 lb/pulg ²	= 6895 pascales	Pa	$N/m^2 \acute{o} kg/m \cdot s^2$
Energía	1 lb-pie	= 1.356 julios	J	$\mathbf{N} \cdot \mathbf{m} \circ \mathbf{kg} \cdot \mathbf{m}^2 / \mathbf{s}^2$
Potencia	1 lb-pie/s	= 1.356 vatios	\mathbf{W}	J/s

```
Longitud
      1 pie = 0.3048 \text{ m}
                                                                                      1 \text{ km} = 1000 \text{ m}
     1 \text{ pulg} = 25.4 \text{ mm}
                                                                                      1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}
                                                                                        1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}
       1 \text{ mi} = 5280 \text{ pie}
       1 \text{ mi} = 1.609 \text{ km}
Área
      1 \text{ pie}^2 = 0.0929 \text{ m}^2
                                                                                     1 \text{ m}^2 = 10.76 \text{ pies}^2
                                                                                     1 \text{ m}^2 = 10^6 \text{ mm}^2
   1 \text{ pulg}^2 = 645.2 \text{ mm}^2
Volumen
  1 \text{ pie}^3 = 7.48 \text{ gal}
                                                                                            1 \text{ gal} = 0.003 79 \text{ m}^3
   1 \text{ pie}^3 = 1728 \text{ pulg}^3
                                                                                            1 \text{ gal} = 3.785 \text{ L}
   1 \text{ pie}^3 = 0.0283 \text{ m}^3
                                                                                            1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}
                                                                         1 galón imperial = 1.201 gal (EUA)
Velocidad de flujo de volumen
        1 \text{ pie}^3/\text{s} = 449 \text{ gal/min}
                                                                                     1 \text{ gal/min} = 3.785 \text{ L/min}
        1 \text{ pie}^3/\text{s} = 0.0283 \text{ m}^3/\text{s}
                                                                                       1 \text{ L/min} = 16.67 \times 10^{-6} \text{ m}^{3}/\text{s}
                                                                                          1 \text{ m}^3/\text{s} = 60\ 000 \text{ L/min}
     1 gal/min = 6.309 \times 10^{-5} m<sup>3</sup>/s
                                                                                  Presión
Temperatura
      T(^{\circ}C) = [T(^{\circ}F) - 32] \frac{5}{9}
                                                                                    1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}
      T(^{\circ}F) = \frac{9}{5}[T(^{\circ}C)] + 32
                                                                                    1 \text{ bar} = 14.50 \text{ lb/pulg}^2
                                                                                  Energía
Densidad
     1 \text{ slug/pie}^3 = 515.4 \text{ kg/m}^3
                                                                                  1 \text{ lb-pie} = 1.356 \text{ J}
                                                                                     1 \text{ Btu} = 1.055 \text{ kJ}
                                                                                     1 \text{ W-h} = 3.600 \text{ kJ}
Peso específico
       1 \text{ lb/pie}^3 = 157.1 \text{ N/m}^3
Potencia
       1 \text{ hp} = 550 \text{ lb-pie/s}
                                                                                 1 \text{ lb-pie/s} = 1.356 \text{ W}
       1 \text{ hp} = 745.7 \text{ W}
                                                                                    1 \text{ Btu/h} = 0.293 \text{ W}
```

PROPIEDADES DE FLUIDOS

TABLA 2. Propiedades del agua

Unidades	SI
----------	----

Temperatura (°C)	Densidad ho (kg/m³)	Viscosidad μ (N - s/m²)	Viscosidad cinemática v (m²/s)	Tensión superficial σ (N/m)	Presión de vapor (kPa)	Módulo de volumen B (Pa)
0	999.9	1.792 x 10-3	1.792 x 10-6	0.0762	0.610	204 x 107
5	1000.0	1.519	1.519	0.0754	0.872	206
10	999.7	1.308	1.308	0.0748	1.13	211
15	999.1	1.140	1.141	0.0741	1.60	214
20	998.2	1.005	1.007	0.0736	2.34	220
30	995.7	0.801	0.804	0.0718	4.24	223
40	992.2	0.656	0.661	0.0701	3.38	227
50	988.1	0.549	0.556	0.0682	12.3	230
60	983.2	0.469	0.477	0.0668	19.9	228
70	977.8	0.406	0.415	0.0650	31.2	225
80	971.8	0.357	0.367	0.0630	47.3	221
90	965.3	0.317	0.328	0.0612	70.1	216

Unidades inglesas

Temperatura (°F)	Densidad (slug/ft³)	Viscosidad (Ib-s/ft²)	Viscosidad cinemática (ft²/s)	Tensión superficial (Ib/ft)	Presión de vapor (psi)	Módulo de volumen (psi)
32	1.94	3.75 x 10-5	1.93 x 10-5	0.518 x 10-2	0.089	293 000
40	1.94	3.23	1.66	0.514	0.122	294 000
50	1.94	2.74	1.41	0.509	0.178	305 000
60	1.94	2.36	1.22	0.504	0.256	311 000
70	1.94	2.05	1.06	0.500	0.340	320 000
80	1.93	1.80	0.93	0.492	0.507	322 000
90	1.93	1.60	0.83	0.486	0.698	323 000
100	1.93	1.42	0.74	0.480	0.949	327 000
120	1.92	1.17	0.61	0.465	1.69	333 000
140	1.91	0.98	0.51	0.454	2.89	330 000
160	1.90	0.84	0.44	0.441	4.74	326 000
180	1.88	0.73	0.39	0.426	7.51	318 000
200	1.87	0.64	0.34	0.412	11.53	308 000
212	1.86	0.59 x 10-5	0.32 x 10-5	0.404 x 10-2	14.7	300000

TABLA 3. Propiedades del aire a presión atmosférica

T 1		•				G.	
ш	n	11	19	1	PC	S	

Temperatura (°C)	Densidad ho (kg/m³)	Viscosidad μ (N - s/m²)	Viscosidad cinemática v (m²/s)	Velocidad del sonido c (m/s)	
-50	1.582	1.46 x 10 ⁻⁵	0.921 x 10 ⁻⁵	299	
-30	1.452	1.56	1.08 x 10 ⁻⁵	312	
-20	1.394	1.61	1.16	319	
-10	1.342	1.67	1.24	325	
0	1.292	1.72	1.33	331	
10	1.247	1.76	1.42	337	
20	1.204	1.81	1.51	343	
30	1.164	1.86	1.60	349	
40	1.127	1.91	1.69	355	
50	1.092	1.95	1.79	360	
60	1.060	2.00	1.89	366	
70	1.030	2.05	1.99	371	
80	1.000	2.09	2.09	377	
90	0.973	2.13	2.19	382	
100	0.946	2.17	2.30	387	
200	0.746	2.57	3.45	436	
300	0.616	2.93 x 10 ⁻⁵	4.75×10^{-5}	480	

Unidades inglesas

Temperatura (°F)	Densidad (slug/ft³)	Viscosidad (lb-s/ft²)	Viscosidad cinemática (ft²/s)	Velocidad del sonido (ft/s)	
-20	0.00280	3.34 x 10 ⁻⁷	11.9 x 10 ⁻⁵	1028	
0	0.00268	3.38	12.6	1051	
20	0.00257	3.50	13.6	1074	
40	0.00247	3.62	14.6	1096	
60	0.00237	3.74	15.8	1117	
68	0.00233	3.81	16.0	1125	
80	0.00228	3.85	16.9	1138	
100	0.00220	3.96	18.0	1159	
120	0.00213	4.07	18.9	1180	
160	0.00199	4.23	21.3	1220	
200	0.00187	4.50	24.1	1258	
300	0.00162	4.98	30.7	1348	
400	0.00144	5.26	36.7	1431	
1000	0.000844	7.87 x 10 ⁻⁷	93.2 x 10 ⁻⁵	1839	

TABLA 4. Propiedades de la atmósfera estándar

T 1	nid	1		CI
	mia	ЯO	66	. 71

35 000

36 000

40 000

50 000

-65.8

-67.6

-67.6

-67.6

Altitud (m) Temperatura (°K) Presión (KPa) Densidad (Kg/m3) Velocidad del sonido (m/s) 0 288.2 101.3 1.125 340 500 284.9 95.43 1.167 338 1000 281.7 89.85 1.112 336 2000 275.2 79.48 1.007 333 4000 262.2 61.64 0.81194 325 6000 249.2 47.21 0.6602 316 8000 236.2 35.65 0.5258 308 10000 223.3 26.49 0.4136 300 12000 216.7 19.40 0.3119 295 14000 216.7 10.35 0.1665 295 18000 216.7 7.563 0.1216 295 20000 216.7 7.563 0.1216 295 30000 226.5 1.196 0.0184 302 40000 250.4 0.287 4.00x10-3 317	Unidades SI				
500 284.9 95.43 1.167 338 1000 281.7 89.85 1.112 336 2000 275.2 79.48 1.007 333 4000 262.2 61.64 0.81194 325 6000 249.2 47.21 0.6602 316 8000 236.2 35.65 0.5258 308 10000 223.3 26.49 0.4136 300 12000 216.7 19.40 0.3119 295 14000 216.7 19.40 0.3119 295 14000 216.7 10.35 0.1665 295 18000 216.7 7.563 0.1216 295 20000 216.7 7.563 0.1216 295 30000 226.5 1.196 0.0184 302 40000 250.4 0.287 4.00x10-3 317 5000 270.7 0.0789 1.03x10-3 330 60000 255.8 <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>del sonido</th>					del sonido
1000	0	288.2	101.3	1.125	340
2000 275.2 79.48 1.007 333 4000 262.2 61.64 0.81194 325 6000 249.2 47.21 0.6602 316 8000 236.2 35.65 0.5258 308 10000 223.3 26.49 0.4136 300 12000 216.7 19.40 0.3119 295 14000 216.7 10.35 0.1665 295 18000 216.7 7.563 0.1216 295 20000 216.7 5.528 0.0889 295 30000 226.5 1.196 0.0184 302 40000 250.4 0.287 4.00x10-3 317 50000 270.7 0.0789 1.03x10-3 330 60000 255.8 0.0225 3.06x10-4 321 70000 219.7 0.00551 8.75x10-5 297 80000 180.7 0.00103 2.00x10-5 269 20000 31.9 7 0.00103 2.00x10-5 269 20000 31.9 31.9 31.0 3	500	284.9	95.43	1.167	338
4000 262.2 61.64 0.81194 325	1000	281.7	89.85	1.112	336
6000 249.2 47.21 0.6602 316 8000 236.2 35.65 0.5258 308 10000 223.3 26.49 0.4136 300 12000 216.7 19.40 0.3119 295 14000 216.7 14.17 0.2278 295 16000 216.7 10.35 0.1665 295 18000 216.7 7.563 0.1216 295 20000 216.7 5.528 0.0889 295 30000 226.5 1.196 0.0184 302 40000 250.4 0.287 4.00x10-3 317 50000 270.7 0.0789 1.03x10-3 330 60000 255.8 0.0225 3.06x10-4 321 70000 219.7 0.00551 8.75x10-5 297 80000 180.7 0.00103 2.00x10-5 269 20000 41.2 1760 0.00237 1117 1000 55.4 2014 0.00231 1113 2000 51.9 1968 0.00224 1109 5 000 41.2 1760 0.00205 1098 10 000 23.4 1455 0.00176 1078 15 000 12.3 973 0.00127 1037 25 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016	2000	275.2	79.48	1.007	333
8000 236.2 35.65 0.5258 308	4000	262.2	61.64	0.81194	325
10000 223.3 26.49 0.4136 300 12000 216.7 19.40 0.3119 295 14000 216.7 14.17 0.2278 295 16000 216.7 10.35 0.1665 295 18000 216.7 7.563 0.1216 295 20000 216.7 5.528 0.0889 295 30000 226.5 1.196 0.0184 302 40000 250.4 0.287 4.00x10-3 317 50000 270.7 0.0789 1.03x10-3 330 60000 255.8 0.0225 3.06x10-4 321 70000 219.7 0.00551 8.75x10-5 297 80000 180.7 0.00103 2.00x10-5 269 Inidades inglesas	6000	249.2	47.21	0.6602	316
12000 216.7 19.40 0.3119 295 14000 216.7 14.17 0.2278 295 16000 216.7 10.35 0.1665 295 18000 216.7 7.563 0.1216 295 20000 216.7 5.528 0.0889 295 30000 226.5 1.196 0.0184 302 40000 250.4 0.287 4.00x10-3 317 50000 270.7 0.0789 1.03x10-3 330 60000 255.8 0.0225 3.06x10-4 321 70000 219.7 0.00551 8.75x10-5 297 80000 180.7 0.00103 2.00x10-5 269 nidades inglesas Altitud (ft) Temperatura (°F) Presión (Ib/ft²) Densidad (slugs/ft²) Velocidad del sonido (ft/s) 0 59.0 2116 0.00237 1117 1 000 55.4 2014 0.00231 1113 2000	8000	236.2	35.65	0.5258	308
14000 216.7 14.17 0.2278 295 16000 216.7 10.35 0.1665 295 18000 216.7 7.563 0.1216 295 20000 216.7 5.528 0.0889 295 30000 226.5 1.196 0.0184 302 40000 250.4 0.287 4.00x10-3 317 50000 270.7 0.0789 1.03x10-3 330 60000 255.8 0.0225 3.06x10-4 321 70000 219.7 0.00551 8.75x10-5 297 80000 180.7 0.00103 2.00x10-5 269 nidades inglesas Altitud (ft) Temperatura (°F) Presión (lb/ft²) Densidad (slugs/ft²) Velocidad del sonido (ft/s) 0 59.0 2116 0.00237 1117 1 000 55.4 2014 0.00231 1113 2000 51.9 1968 0.00224 1109 5 000	10000	223.3	26.49	0.4136	300
16000 216.7 10.35 0.1665 295 18000 216.7 7.563 0.1216 295 20000 216.7 5.528 0.0889 295 30000 226.5 1.196 0.0184 302 40000 250.4 0.287 4.00x10-3 317 50000 270.7 0.0789 1.03x10-3 330 60000 255.8 0.0225 3.06x10-4 321 70000 219.7 0.00551 8.75x10-5 297 80000 180.7 0.00103 2.00x10-5 269 nidades inglesas Altitud (*F) Temperatura (*F) Presión (Ib/ft²) Densidad (slugs/ft³) Velocidad del sonido (ft/s) 0 59.0 2116 0.00237 1117 1 000 55.4 2014 0.00231 1113 2000 51.9 1968 0.00224 1109 5 000 41.2 1760 0.00205 1098 10 000	12000	216.7	19.40	0.3119	295
18000	14000	216.7	14.17	0.2278	295
20000 216.7 5.528 0.0889 295 30000 226.5 1.196 0.0184 302 40000 250.4 0.287 4.00x10-3 317 50000 270.7 0.0789 1.03x10-3 330 60000 255.8 0.0225 3.06x10-4 321 70000 219.7 0.00551 8.75x10-5 297 80000 180.7 0.00103 2.00x10-5 269 20000 255.4 2014 0.00237 1117 1 000 55.4 2014 0.00231 1113 2000 51.9 1968 0.00224 1109 5 000 41.2 1760 0.00205 1098 10 000 23.4 1455 0.00176 1078 15 000 5.54 1194 0.00150 1058 20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016	16000	216.7	10.35	0.1665	295
30000 226.5 1.196 0.0184 302	18000	216.7	7.563	0.1216	295
40000 250.4 0.287 4.00x10-3 317 50000 270.7 0.0789 1.03x10-3 330 60000 255.8 0.0225 3.06x10-4 321 70000 219.7 0.00551 8.75x10-5 297 80000 180.7 0.00103 2.00x10-5 269 Inidades inglesas	20000	216.7	5.528	0.0889	295
50000 270.7 0.0789 1.03x10-3 330 60000 255.8 0.0225 3.06x10-4 321 70000 219.7 0.00551 8.75x10-5 297 80000 180.7 0.00103 2.00x10-5 269 Inidades inglesas Altitud (ft) Temperatura (°F) Densidad (slugs/ft³) Velocidad del sonido (ft/s) 0 59.0 2116 0.00237 1117 1 000 55.4 2014 0.00231 1113 2000 51.9 1968 0.00224 1109 5 000 41.2 1760 0.00205 1098 10 000 23.4 1455 0.00176 1078 15 000 5.54 1194 0.00150 1058 20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016	30000	226.5	1.196	0.0184	302
Company	40000	250.4	0.287	4.00x10-3	317
70000 219.7 0.00551 8.75x10-5 297 80000 180.7 0.00103 2.00x10-5 269 Inidades inglesas Velocidad (slugs/ft²) Altitud (ft) Temperatura (°F) Presión (Ib/ft²) Densidad (slugs/ft²) Velocidad del sonido (ft/s) 0 59.0 2116 0.00237 1117 1 000 55.4 2014 0.00231 1113 2000 51.9 1968 0.00224 1109 5 000 41.2 1760 0.00205 1098 10 000 23.4 1455 0.00176 1078 15 000 5.54 1194 0.00150 1058 20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016	50000	270.7	0.0789	1.03x10-3	330
Notice N	60000	255.8	0.0225	3.06x10-4	321
Altitud (°F) (1b/ft²) Densidad (slugs/ft³) Velocidad del sonido (ft/s) 0 59.0 2116 0.00237 1117 1 000 55.4 2014 0.00231 1113 2000 51.9 1968 0.00224 1109 5 000 41.2 1760 0.00205 1098 10 000 23.4 1455 0.00176 1078 15 000 5.54 1194 0.00150 1058 20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107	70000	219.7	0.00551	8.75x10-5	297
Altitud (ft) Temperatura (°F) Presión (Ib/ft²) Densidad (slugs/ft³) Velocidad del sonido (ft/s) 0 59.0 2116 0.00237 1117 1 000 55.4 2014 0.00231 1113 2000 51.9 1968 0.00224 1109 5 000 41.2 1760 0.00205 1098 10 000 23.4 1455 0.00176 1078 15 000 5.54 1194 0.00150 1058 20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016	80000	180.7	0.00103	2.00x10-5	269
Altitud (ft) Temperatura (°F) Presion (Ib/ft²) Densidad (slugs/ft³) del sonido (ft/s) 0 59.0 2116 0.00237 1117 1 000 55.4 2014 0.00231 1113 2000 51.9 1968 0.00224 1109 5 000 41.2 1760 0.00205 1098 10 000 23.4 1455 0.00176 1078 15 000 5.54 1194 0.00150 1058 20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016	Jnidades inglesas				
1 000 55.4 2014 0.00231 1113 2000 51.9 1968 0.00224 1109 5 000 41.2 1760 0.00205 1098 10 000 23.4 1455 0.00176 1078 15 000 5.54 1194 0.00150 1058 20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016					del sonido
2000 51.9 1968 0.00224 1109 5 000 41.2 1760 0.00205 1098 10 000 23.4 1455 0.00176 1078 15 000 5.54 1194 0.00150 1058 20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016	0	59.0	2116	0.00237	1117
5 000 41.2 1760 0.00205 1098 10 000 23.4 1455 0.00176 1078 15 000 5.54 1194 0.00150 1058 20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016	1 000	55.4	2014	0.00231	1113
10 000 23.4 1455 0.00176 1078 15 000 5.54 1194 0.00150 1058 20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016	2000	51.9	1968	0.00224	1109
15 000 5.54 1194 0.00150 1058 20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016	5 000	41.2	1760	0.00205	1098
20 000 -12.3 973 0.00127 1037 25 000 -30.1 785 0.00107 1016	10 000	23.4	1455	0.00176	1078
25 000 -30.1 785 0.00107 1016	15 000	5.54	1194	0.00150	1058
	20 000	-12.3	973	0.00127	1037
30 000 -48.0 628 0.000890 995	25 000	-30.1	785	0.00107	1016
	30 000	-48.0	628	0.000890	995

498

475

392

242

0.000737

0.000709

0.000586

0.000362

973

971

971

971

TABLA 5. Propiedades de los gases ideales a 300 °K

Gas	Fórmula	Fórmula Masa molar		R		C_P	
Gas	Química	wiasa iiioiai	Ft-lb/slug-°R	KJ/Kg-°K	Ft-lb/slug-°R	Kj/Kg-°K	k
Aire	-	28.97	1 716	0.287	6 012	1.004	1.40
Argón	Ar	39.94	1 244	0.2081	3 139	0.5203	1.667
Dióxido de carbono	$C0_2$	44.01	1 129	0.1889	5 085	0.8418	1.287
Monóxido de carbono	CO	28.01	1 775	0.2968	6 238	1.041	1.40
Etano	C_2H_6	30.07	1 653	0.2765	10 700	1.766	1.184
Helio	Не	4.003	12 420	2.077	31 310	5.193	1.667
Hidrógeno	H_2	2.016	24 660	4.124	85 930	14.21	1.40
Metano	$\mathrm{CH_{4}}$	16.04	3 100	0.5184	13 330	2.254	1.30
Nitrógeno	N_2	28.02	1 774	0.2968	6 213	1.042	1.40
Oxígeno	0_2	32.00	1 553	0.2598	5 486	0.9216	1.394
Propano	$C_3 H_8$	44.10	1 127	0.1886	10 200	1.679	1.12
Vapor de agua	H_2O	18.02	2 759	0.4615	11 150	1.872	1.33
1 5	-						

 $C_V = C_P - R$, $k = C_P/C_V$

TABLA 6. Propiedades de líquidos comunes

A presión atmosférica y aproximadamente 60 a 70°F (16 a 21°C)

Líquido	Peso es	pecífico y	Dens P		Tensión su	-		de vapor Pv
	lb/ft³	N/m^3	slugs/ft³	kg /мз	lb/ft	N/m	psia	kPa
Alcohol etílico	49.3	7 744	1.53	789	0.0015	0.022	-	-
Benceno	56.2	8 828	1.75	902	0.0020	0.029	1.50	10.3
Tetracloruro de carbono	99.5	15 629	3.09	1 593	0.0018	0.026	12.50	86.2
Gasolina	42.4	6 660	1.32	680	-	-	-	-
Glicerina	78.6	12 346	2.44	1 258	0.0043	0.063	2 x 10 ⁻⁶	1.4 x 10 ⁻⁵
Queroseno	50.5	7 933	1.57	809	0.0017	0.025	-	-
Mercurio	845.5	132 800	26.29	13 550	0.032	0.467	2.31 x 10 ⁻⁵	1.59 x 10
Aceite SAE 10	57.4	9 016	1.78	917	0.0025	0.036	-	-
Aceite SAE 30	57.4	9 016	1.78	917	0.0024	0.035	-	-
Trementina	54.3	8 529	1.69	871	0.0018	0.026	7.7 x 10 ⁻³	5.31 x 10 ⁻²
Agua	62.4	9 790	1.94	998	0.0050	0.073	0.34	2.34

Tabla 7. Densidades relativas de algunos materiales

Material	Densidad relativa	Liquido	Densidad relativa
Aluminio	2.64	Benceno	0.879
Madera de balsa	0.14	Tetracloruro de carbono	1.595
Latón	8.55	Aceite de ricino	0.969
Hierro fundido	7.08	Petróleo crudo	0.82-0.92
Concreto (curado)	2.4*	Gasolina	0.72
Concreto (líquido)	2.5*	Glicerina	1.26
Cobre	8.91	Heptano	0.684
Hielo (0 C)	0.917	Keroseno	0.82
Plomo	11.4	Aceite lubricante	0.88
Roble	0.77	Mercurio	13.55
Acero	7.83	Octano	0.702
Styrofoam (1 pcf')	0.0160	Agua de mar n	1.025
Styrofoam (3 pcf)	0.0481	Aceite SAE 10W	0.92
Uranio (reducido)	18.7	Agua	0.998
Pino blanco	0.43	Aceite azul de E. V. Hill	0.797
		Aceite rojo Meriam	0.827
* Dependiendo de	el agregado	Ftalato de dibutilo	1.04
-	-	Monocloronaftaleno	1.20
		Bromoetilbenceno (azul Meriam)	1.75
		Tetrabromoetano	2.95

Figura 1. Densidades relativas del agua y mercurio

(De R. W. Fox y T. A. McDonald, *Introducción a la Mecánica de Fluidos*, 4a. ed., John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 1995.)

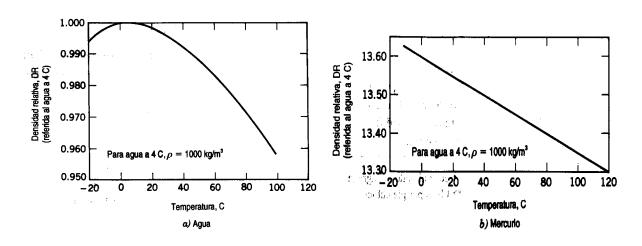


Figura 2. Viscosidad en función de la temperatura.

(De R. W. Fox y T. A. McDonald, *Introducción a la Mecánica de Fluidos*, 4a. ed., John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 1995.)

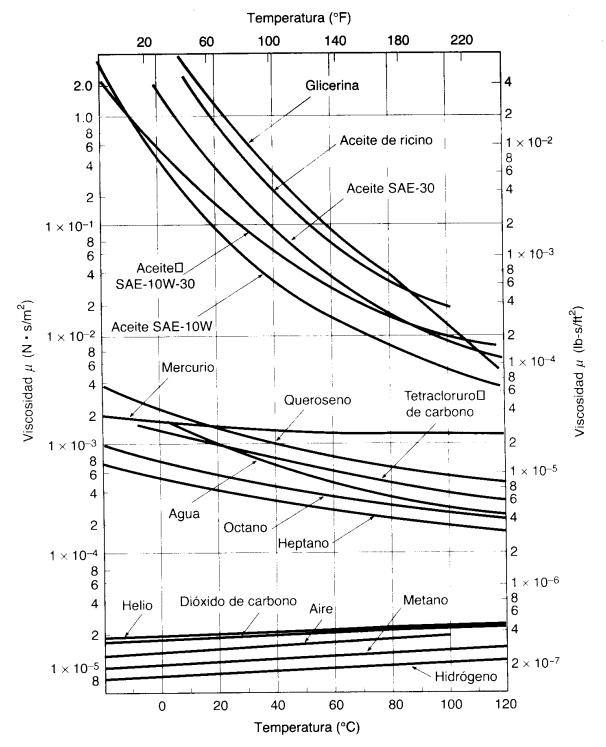


Figura 3. Viscosidad cinemática (a presión atmosférica) en función de la temperatura.

(De R. W. Fox y T. A. McDonald, *Introducción a la Mecánica de Fluidos*, 4a. ed., John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 1995.)

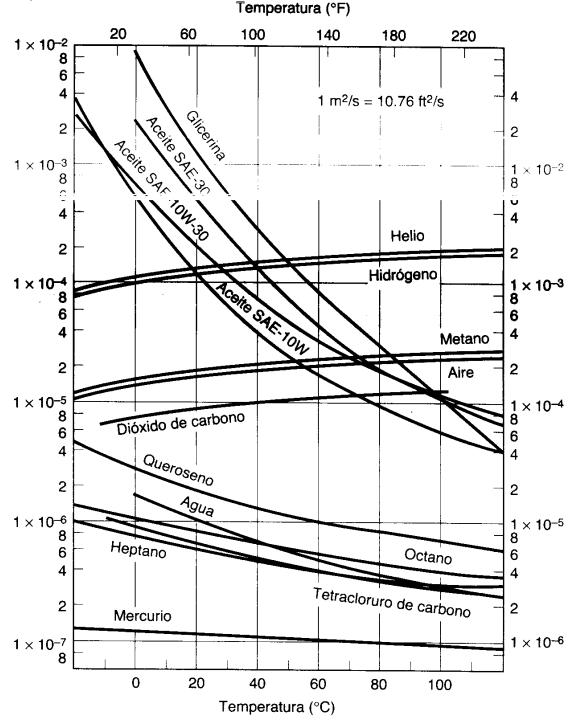


TABLE 1-7 Common Units and Conversion Factors*

```
1~atm = 760~millimeters~of~mercury~at~0^{\circ}C \\ (density~13.5951~g/cm^{3})
Mass (M)
                     1 \text{ pound mass} = 453.5924 \text{ grams}
                                                                                                                                                                         = 29.921 inches of mercury at 32°F
= 14.696 pounds force/square inch
= 33.899 feet of water at 39.1°F
                                            = 0.45359 kilograms
                    = 7000 grains
1 slug = 32.174 pounds mass
1 ton (short) = 2000 pounds mass
                                                                                                                                                                         = 1.01325 \times 10^6 dynes/square centimeter
= 1.01325 \times 10^5 Newtons/square meter
                    1 ton (long) = 2240 pounds mass
1 ton (metric) = 1000 kilograms
                                                                                                                                           Density (M/L3)
                                                                                                                                                               1 pound mass/cubic foot = 0.01601846 grams/cubic centimeter
= 16.01846 kilogram/cubic meter
                                            = 2204.62 pounds mass
                    1 pound mole = 453.59 gram moles
Length (L)
                                                                                                                                           Energy (H or FL)
                     1 foot
                                            = 30.480 centimeters
                                                                                                                                                               1 British thermal unit = 251.98 calories
                                                                                                                                                                                                   = 1054.4 joules
= 777.97 foot-pounds force
= 10.409 liter-atmospheres
                                            = 0.3048 meters
= 2.54 centimeters
                    1 inch
                                            = 0.0254 meters
                    1 \; \mathrm{mile} \; (\mathrm{U.S.}) \; = 1.60935 \; \mathrm{kilometers}
                                                                                                                                                                                                   = 0.2930 watt-hour
                                                                                                                                           Diffusivity (L^2/\theta)
                                            = 0.9144 meters
                    1 yard
                                                                                                                                                               1 square foot/hour = 0.258 \text{ cm}^2/\text{s}
= 2.58 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}
Area (L2)
                    \begin{array}{ll} 1 \; \text{square foot} &= 929.0304 \; \text{square centimeters} \\ &= 0.09290304 \; \text{square meters} \\ 1 \; \text{square inch} &= 6.4516 \; \text{square centimeters} \\ 1 \; \text{square yard} &= 0.836127 \; \text{square meters} \end{array}
                                                                                                                                           Viscosity (M/Lθ)
                                                                                                                                                               1 pound mass/foot hour = 0.00413 g/cm s
                                                                                                                                                                                                         0.000413 kg/m s
                                                                                                                                                                                                      0.000413 kg/m s
= 0.01 poise
= 0.01 g/cm s
= 0.001 kg/m s
= 0.000672 lbm/ft s
                                                                                                                                                               1 centipoise
Volume (L3
                     1 cubic foot
                                          = 28,316.85 cubic centimeters
                                            = 0.02831685 cubic meters
                                            = 28.31685 liters
                                            = 7.481 gallons (U.S.)
                                                                                                                                                                                                       = 0.0000209 \text{ lb}_f \text{s/ft}^2
                                                                                                                                          Thermal conductivity [H/\thetaL<sup>2</sup>(T/L)] 1 Btu/hr ft<sup>2</sup> (°F/ft) = 0.00413 cal/s cm<sup>2</sup> (°C/cm)
                    1 gallon
                                            = 3.7853 liters
                                            = 231 cubic inches
\text{Time }(\theta)
                                                                                                                                                                                              = 1.728 J/s m<sup>2</sup> (°C/m)
                                                                                                                                          Heat transfer coefficient 1 Btu/hr ft<sup>2</sup> °F = 5.678 J/s m<sup>2</sup> °C
                    1 hour
                                            = 60 minutes
                                            = 3600 seconds
                                                                                                                                           Heat capacity (H/MT)
Temperature (T)
                    1 centigrade or Celsius degree
Temperature, Kelvin
                                                                                                                                                               1 Btu/lbm °F = 1 cal/g °C
= 4184 J/kg °C
                                                                              = 1.8 Fahrenheit degree
                                                                              = T^{\circ}C + 273.15
= T^{\circ}F + 459.7
                     Temperature, Rankine
                                                                                                                                           Gas constant
                    Temperature, Fahrenheit = 9/5 T^{\circ}\text{C} + 32
Temperature, centigrade or Celsius = 5/9 (T^{\circ}\text{F} - 32)
                                                                                                                                                               1.987 Btu/lbm mole °R = 1.987 cal/mol K
= 82.057 atm cm<sup>3</sup>/mol K
                                                                                                                                                                                                      = 0.7302 atm ft³/lb mole °F
= 10.73 (lb<sub>f</sub>/in.²) (ft³)/lb mole °R
= 1545 (lb<sub>f</sub>/ft²) (ft³)/lb mole °R
                    Temperature, Rankine
                                                                              = 1.8 T K
Force (F)
                    1 pound force = 444,822.2 dynes
                                            = 4.448222 Newtons
                                                                                                                                                                                                      = 8.314 \text{ (N/m}^2) \text{ (m}^3)/\text{mol K}
                                                                                                                                          Gravitational acceleration g = 9.8066 \text{ m/s}^2 = 32.174 \text{ ft/s}^2
                                            = 32.174 poundals
Pressure (F/L2)
    Normal atmospheric pressure
```

NOTE: U.S. customary units, or British units, on left and SI units on right.

TABLE 1-8 Kinematic-Viscosity Conversion Formulas

, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	
Range of t, sec	Kinematic viscosity stokes
32 < t < 100	0.00226t - 1.95/t
t > 100	0.00220t - 1.35/t
25 < t < 40	0.0224t - 1.84/t
t > 40	0.0216t - 0.60/t
34 < t < 100	0.00260t - 1.79/t
t > 100	0.00247t - 0.50/t
	0.027t - 20/t
	0.00147t - 3.74/t
	t, sec 32 < t < 100 t > 100 25 < t < 40 t > 40 34 < t < 100

TABLE 1-9 Values of the Gas-Law Constant

Temp. scale	Press. units	Vol. units	Wt. units	Energy units*	R
Kelvin Rankine	atm. atm. mm. Hg bar kg/cm² atm mm Hg in Hg mm Hg lb/in²abs	cm³ liters liters liters liters ft³ ft³ ft³ ft³ ft³	g-moles g-moles g-moles g-moles g-moles g-moles lb-moles lb-moles lb-moles lb-moles lb-moles lb-moles lb-moles lb-moles	calories joules (abs) joules (int) atm cm³ atm liters mm Hg-liters bar-liters kg/(cm²/(liters) atm-ft³ mm Hg-ft³ chu or peu Btu hp-hr kw-hr atm-ft³ in Hg-ft³ mm Hg-ft³ (lb)(ft³)/in² ft-lb²	1.9872 8.3144 8.3130 82.057 0.08205 62.361 0.08314 0.08478 1.314 998.9 1.9872 0.0007805 0.0005818 0.7302 21.85 555.0 10.73

^{*}Energy units are the product of pressure units and volume units.

^{*}Adapted from Faust et al., *Principles of Unit Operations*, John Wiley and Sons, 1980.

TABLE 1-13 Specific Gravity, Degrees Baumé, Degrees API, Degrees Twaddell, Pounds per Gallon, Pounds per Cubic Foot*

 ${}^{\circ}\text{B\'e} = 145 - \frac{145}{\text{sp gr}} \text{ (heavier than H}_{2}\text{O); } \\ {}^{\circ}\text{B\'e} = \frac{140}{\text{sp gr}} - 130 \text{ (lighter than H}_{2}\text{O); } \\ {}^{\circ}\text{Tw} = \frac{\text{sp gr } 60^{\circ}\!/60^{\circ}\text{F} - 1}{0.005} \\ {}^{\circ}\text{API} = \frac{141.5}{\text{sp gr}} - 131.5$

				sp gr				sp gr					0.00)		sp gr			
Sp gr 60°/ 60°	°Bé	°API	Lb per gal at 60°F wt in air	Lb per ft ³ at 60°F wt in air	Sp gr 60°/ 60°	°Bé	°API	Lb per gal at 60°F wt in air	Lb per ft³ at 60°F wt in air	Sp gr 60°/ 60°	°Bé	°API	Lb per gal at 60°F wt in air	Lb per ft³ at 60°F wt in air	Sp gr 60°/ 60°	°Bé	°API	Lb per gal at 60°F wt in air	Lb per ft³ at 60°F. wt. in air
0.600	103.33	104.33	4.9929	37.350	0.700	70.00	70.64	5.8268	43.587	0.800	45.00	45.38	6.6606	49.825	0.900	25.56	25.72	7.4944	56.062
.605	101.40	102.38	5.0346	37.662	.705	68.58	69.21	5.8685	43.899	.805	43.91	44.28	6.7023	50.137	.905	24.70	24.85	7.5361	56.374
.610	99.51	100.47	5.0763	37.973	.710	67.18	67.80	5.9101	44.211	.810	42.84	43.19	6.7440	50.448	.910	23.85	23.99	7.5777	56.685
.615	97.64	98.58	5.1180	38.285	.715	65.80	66.40	5.9518	44.523	.815	41.78	42.12	6.7857	50.760	.915	23.01	23.14	7.6194	56.997
.620	95.81	96.73	5.1597	38.597	.720	64.44	65.03	5.9935	44.834	.820	40.73	41.06	6.8274	51.072	.920	22.17	22.30	7.6612	57.310
.625	94.00	94.90	5.2014	39.910	.725	63.10	63.67	6.0352	45.146	.825	39.70	40.02	6.8691	51.384	.925	21.35	21.47	7.7029	57.622
.630	92.22	93.10	5.2431	39.222	.730	61.78	62.34	6.0769	45.458	.830	38.67	38.98	6.9108	51.696	.930	20.54	20.65	7.7446	57.934
.635	90.47	91.33	5.2848	39.534	.735	60.48	61.02	6.1186	45.770	.835	37.66	37.96	6.9525	52.008	.935	19.73	19.84	7.7863	58.246
.640	88.75	89.59	5.3265	39.845	.740	59.19	59.72	6.1603	46.082	.840	36.67	36.95	6.9941	52.320	.940	18.94	19.03	7.8280	58.557
.645	87.05	87.88	5.3682	40.157	.745	57.92	58.43	6.2020	46.394	.845	35.68	35.96	7.0358	52.632	.945	18.15	18.24	7.8697	58.869
.650	85.38	86.19	5.4098	40.468	.750	56.67	57.17	6.2437	46.706	.850	34.71	34.97	7.0775	52.943	.950	17.37	17.45	7.9114	59.181
.655	83.74	84.53	5.4515	40.780	.755	55.43	55.92	6.2854	47.018	.855	33.74	34.00	7.1192	53.255	.955	16.60	16.67	7.9531	59.493
.660	82.12	82.89	5.4932	41.092	.760	54.21	54.68	6.3271	47.330	.860	32.79	33.03	7.1609	53.567	.960	15.83	15.90	7.9947	59.805
.665	80.53	81.28	5.5349	41.404	.765	53.01	53.47	6.3688	47.642	.865	31.85	32.08	7.2026	53.879	.965	15.08	15.13	8.0364	60.117
.670	78.96	79.69	5.5766	41.716	.770	51.82	52.27	6.4104	47.953	.870	30.92	31.14	7.2443	54.191	.970	14.33	14.38	8.0780	60.428
.675 .680 .685 .690 .695	77.41 75.88 74.38 72.90 71.44	78.13 76.59 75.07 73.57 72.10	5.6183 5.6600 5.7017 5.7434 5.7851	42.028 42.340 42.652 42.963 43.275	.775 .780 .785 .790 .795	50.65 49.49 48.34 47.22 46.10	51.08 49.91 48.75 47.61 46.49	6.4521 6.4938 6.5355 6.5772 6.6189	47.265 48.577 48.889 49.201 49.513	.875 .880 .885 .890 .895	30.00 29.09 28.19 27.30 26.42	30.21 29.30 28.39 27.49 26.60	7.2860 7.3277 7.3694 7.4111 7.4528	54.503 54.815 55.127 55.438 55.750	.975 .980 .985 .990 .995 1.000	13.59 12.86 12.13 11.41 10.70 10.00	13.63 12.89 12.15 11.43 10.71 10.00	8.1197 8.1615 8.2032 8.2449 8.2866 8.3283	60.740 61.052 61.364 61.676 61.988 62.300
Sp gr 60°/ 60°	°Bé	°Tw	Lb per gal at 60°F wt in air	Lb per ft ³ at 60°F wt in air	Sp gr 60°/ 60°	°Bé	°Tw	Lb per gal at 60°F wt in air	Lb per ft ³ at 60°F wt in air	Sp gr 60°/ 60°	°Bé	°Tw	Lb per gal at 60°F wt in air	Lb per ft ³ at 60°F wt in air	Sp gr 60°/ 60°	°Bé	°Tw	Lb per gal at 60°F wt in air	Lb per ft³ at 60°F. wt. in air
1.005	0.72	1	8.3700	62.612	1.255	29.46	51	10.4546	78.206	1.505	48.65	101	12.5392	93.800	1.755	62.38	151	14.6238	109.394
1.010	1.44	2	8.4117	62.924	1.260	29.92	52	10.4963	78.518	1.510	48.97	102	12.5809	94.112	1.760	62.61	152	14.6655	109.705
1.015	2.14	3	8.4534	63.236	1.265	30.38	53	10.5380	78.830	1.515	49.29	103	12.6226	94.424	1.765	62.85	153	14.7072	110.017
1.020	2.84	4	8.4950	63.547	1.270	30.83	54	10.5797	79.141	1.520	49.61	104	12.6643	94.735	1.770	63.08	154	14.7489	110.329
1.025	3.54	5	8.5367	63.859	1.275	31.27	55	10.6214	79.453	1.525	49.92	105	12.7060	95.047	1.775	63.31	155	14.7906	110.641
1.030	4.22	6	8.5784	64.171	1.280	31.72	56	10.6630	79.765	1.530	50.23	106	12.7477	95.359	1.780	63.54	156	14.8323	110.953
1.035	4.90	7	8.6201	64.483	1.285	32.16	57	10.7047	80.077	1.535	50.54	107	12.7894	95.671	1.785	63.77	157	14.8740	111.265
1.040	5.58	8	8.6618	64.795	1.290	32.60	58	10.7464	80.389	1.540	50.84	108	12.8310	95.983	1.790	63.99	158	14.9157	111.577
1.045	6.24	9	8.7035	65.107	1.295	33.03	59	10.7881	80.701	1.545	51.15	109	12.8727	96.295	1.795	64.22	159	14.9574	111.889
1.050	6.91	10	8.7452	65.419	1.300	33.46	60	10.8298	81.013	1.550	51.45	110	12.9144	96.606	1.800	64.44	160	14.9990	112.200
1.055	7.56	11	8.7869	65.731	1.305	33.89	61	10.8715	81.325	1.555	51.75	111	12.9561	96.918	1.805	64.67	161	15.0407	112.512
1.060	8.21	12	8.8286	66.042	1.310	34.31	62	10.9132	81.636	1.560	52.05	112	12.9978	97.230	1.810	64.89	162	15.0824	112.824
1.065	8.85	13	8.8703	66.354	1.315	34.73	63	10.9549	81.948	1.565	52.35	113	13.0395	97.542	1.815	65.11	163	15.1241	113.136
1.070	9.49	14	8.9120	66.666	1.320	35.15	64	10.9966	82.260	1.570	52.64	114	13.0812	97.854	1.820	65.33	164	15.1658	113.448
1.075	10.12	15	8.9537	66.978	1.325	35.57	65	11.0383	82.572	1.575	52.94	115	13.1229	98.166	1.825	65.55	165	15.2075	113.760
1.080	10.74	16	8.9954	67.290	1.330	35.98	66	11.0800	82.884	1.580	53.23	116	13.1646	98.478	1.830	65.77	166	15.2492	114.072
1.085	11.36	17	9.0371	67.602	1.335	36.39	67	11.1217	83.196	1.585	53.52	117	13.2063	98.790	1.835	65.98	167	15.2909	114.384
1.090	11.97	18	9.0787	67.914	1.340	36.79	68	11.1634	83.508	1.590	53.81	118	13.2480	99.102	1.840	66.20	168	15.3326	114.696
1.095	12.58	19	9.1204	68.226	1.345	37.19	69	11.2051	83.820	1.595	54.09	119	13.2897	99.414	1.845	66.41	169	15.3743	115.007
1.100	13.18	20	9.1621	68.537	1.350	37.59	70	11.2467	84.131	1.600	54.38	120	13.3313	99.725	1.850	66.62	170	15.4160	115.318
1.105	13.78	21	9.2038	68.849	1.355	37.99	71	11.2884	84.443	1.605	54.66	121	13.3730	100.037	1.855	66.83	171	15.4577	115.630
1.110	14.37	22	9.2455	69.161	1.360	38.38	72	11.3301	84.755	1.610	54.94	122	13.4147	100.349	1.860	67.04	172	15.4993	115.943
1.115	14.96	23	9.2872	69.473	1.365	38.77	73	11.3718	85.067	1.615	55.22	123	13.4564	100.661	1.865	67.25	173	15.5410	116.255
1.120	15.54	24	9.3289	69.785	1.370	39.16	74	11.4135	85.379	1.620	55.49	124	13.4981	100.973	1.870	67.46	174	15.5827	116.567
1.125	16.11	25	9.3706	70.097	1.375	39.55	75	11.4552	85.691	1.625	55.77	125	13.5398	101.285	1.875	67.67	175	15.6244	116.879
1.130	16.68	26	9.4123	70.409	1.380	39.93	76	11.4969		1.630	56.04	126	13.5815	101.597	1.880	67.87	176	15.6661	117.191
1.135	17.25	27	9.4540	70.721	1.385	40.31	77	11.5386		1.635	56.32	127	13.6232	101.909	1.885	68.08	177	15.7078	117.503
1.140	17.81	28	9.4957	71.032	1.390	40.68	78	11.5803		1.640	56.59	128	13.6649	102.220	1.890	68.28	178	15.7495	117.814
1.145	18.36	29	9.5374	71.344	1.395	41.06	79	11.6220		1.645	56.85	129	13.7066	102.532	1.895	68.48	179	15.7912	118.126
1.150	18.91	30	9.5790	71.656	1.400	41.43	80	11.6637		1.650	57.12	130	13.7483	102.844	1.900	68.68	180	15.8329	118.438
1.155	19.46	31	9.6207	71.968	1.405	41.80	81	11.7054	87.562	1.655	57.39	131	13.7900	103.156	1.905	68.88	181	15.8746	118.740
1.160	20.00	32	9.6624	72.280	1.410	42.16	82	11.7471	87.874	1.660	57.65	132	13.8317	103.468	1.910	69.08	182	15.9163	119.062
1.165	20.54	33	9.7041	72.592	1.415	42.53	83	11.7888	88.186	1.665	57.91	133	13.8734	103.780	1.915	69.28	183	15.9580	119.374
1.170	21.07	34	9.7458	72.904	1.420	42.89	84	11.8304	88.498	1.670	58.17	134	13.9150	104.092	1.920	69.48	184	15.9996	119.686
1.175	21.60	35	9.7875	73.216	1.425	43.25	85	11.8721	88.810	1.675	58.43	135	13.9567	104.404	1.925	69.68	185	16.0413	119.998
1.180	22.12	36	9.8292	73.528	1.430	43.60	86	11.9138	89.121	1.680	58.69	136	13.9984	104.715	1.930	69.87	186	16.0830	120.309
1.185	22.64	37	9.8709	73.840	1.435	43.95	87	11.9555	89.433	1.685	58.95	137	14.0401	105.027	1.935	70.06	187	16.1247	120.621
1.190	23.15	38	9.9126	74.151	1.440	44.31	88	11.9972	89.745	1.690	59.20	138	14.0818	105.339	1.940	70.26	188	16.1664	120.933
1.195	23.66	39	9.9543	74.463	1.445	44.65	89	12.0389	90.057	1.695	59.45	139	14.1235	105.651	1.945	70.45	189	16.2081	121.245
1.200	24.17	40	9.9960	74.775	1.450	45.00	90	12.0806	90.369	1.700	59.71	140	14.1652	105.963	1.950	70.64	190	16.2498	121.557
1.205	24.67	41	10.0377	75.087	1.455	45.34	91	12.1223	90.681	1.705	59.96	141	14.2069	106.275	1.955	70.83	191	16.2915	121.869
1.210	25.17	42	10.0793	75.399	1.460	45.68	92	12.1640	90.993	1.710	60.20	142	14.2486	106.587	1.960	71.02	192	16.3332	122.181
1.215	25.66	43	10.1210	75.711	1.465	46.02	93	12.2057	91.305	1.715	60.45	143	14.2903	106.899	1.965	71.21	193	16.3749	122.493
1.220	26.15	44	10.1627	76.022	1.470	46.36	94	12.2473	91.616	1.720	60.70	144	14.3320	107.210	1.970	71.40	194	16.4166	122.804
1.225	26.63	45	10.2044	76.334	1.475	46.69	95	12.2890	91.928	1.725	60.94	145	14.3737	107.522	1.975	71.58	195	16.4583	123.116
1.230	27.11	46	10.2461	76.646	1.480	47.03	96	12.3307	92.240	1.730	61.18	146	14.4153	107.834	1.980	71.77	196	16.5000	123.428
1.235	27.59	47	10.2878	76.958	1.485	47.36	97	12.3724	92.552	1.735	61.34	147	14.4570	108.146	1.985	71.95	197	16.5417	123.740
1.240	28.06	48	10.3295	77.270	1.490	47.68	98	12.4141	92.864	1.740	61.67	148	14.4987	108.458	1.990	72.14	198	16.5833	124.052
1.245	28.53	49	10.3712	77.582	1.495	48.01	99	12.4558	93.176	1.745	61.91	149	14.5404	108.770	1.995	72.32	199	16.6250	124.364
1.250	29.00	50	10.4129	77.894	1.500	48.33	100	12.4975	93.488	1.750	62.14	150	14.5821	109.082	2.000	72.50	200	16.6667	124.676

^{*}Prepared by Lewis V. Judson, Ph.D., Chief of Length Section of National Bureau of Standards with the advice and assistance of E. L. Peffer, B.S., A.M., late Chief of Capacity and Density Section, National Bureau of Standards.

TABLE C.2 Physical Properties of Certain Liquids at Atmospheric Pressure (SI Units)

Liquid	Temperature T (°C)	Density, ρ (kg/m³)	Dynamic Viscosity $\mu \times 10^3$ (N-s/m ²)	Vapor Pressure $p_v \times 10^{-3}$ (N/m ² abs.)	Bulk Modulus $E_v \times 10^{-9}$ (N/m ²)
Ethyl alcohol	20	789	1.19	5.9	1.06
Gasoline	16	680	0.31	55	1.3
Glycerin	20	1260	1500	14	4.52
Mercury	20	13,600	1.57	1.6×10^{-1}	28.5
SAE 30 oil	16	912	380	_	1.5
Seawater	16	1030	1.20	1.77	2.34
Water	16	999	1.12	1.77	2.15

TABLE C.3 Physical Properties of Water as a Function of Temperature at Atmospheric Pressure (ft-lb Units)

Temperature, T (°F)	Density, ρ (slug/ft³)	Dynamic Viscosity, $\mu \times 10^{5}$ (lb-s/ft ²)	Vapor Pressure, P_{ν} (psia)	Bulk Modulus of Elasticity, $E_{\nu} \times 10^{-5}$ (psi)	Speed of Sound, C (ft/s)
32	1.940	3.732	0.0885	2.87	4603
40	1.940	3.228	0.122	2.96	4672
50	1.940	2.730	0.178	3.05	4748
60	1.938	2.344	0.256	3.13	4814
70	1.936	2.037	0.363	3.19	4871
80	1.934	1.791	0.507	3.24	4819
90	1.931	1.500	0.698	3.28	4960
100	1.927	1.423	0.949	3.31	4995
120	1.918	1.164	1.692	3.32	5049
140	1.908	0.974	2.888	3.30	5091
160	1.896	0.832	4.736	3.26	5101
180	1.883	0.721	7.507	3.18	5195
200	1.869	0.634	11.52	3.08	5089
212	1.860	0.589	14.69	3.00	5062

TABLE C.4
Physical Properties of Water as a Function of Temperature at Atmospheric Pressure (SI Units)

Temperature, T (°C)	Density, ρ (kg/m³)	Dynamic Viscosity, $\mu \times 10^4$ (N-s/m ²)	Vapor Pressure, $p_v \times 10^{-4}$ (N/m ²)	Bulk Modulus of Elasticity, $E_{\nu} \times 10^{-9}$ (N/m ²)	Speed of Sound, C (m/s)
0	999.9	17.87	0.0611	1.98	1403
5	1000	15.19	0.0872	2.05	1427
10	999.7	13.07	0.123	2.10	1447
20	998.2	10.02	0.234	2.17	1481
30	995.7	7.98	0.424	2.25	1507
40	992.2	6.53	0.738	2.28	1526
50	988.1	5.47	1.233	2.29	1541
60	983.2	4.67	1.992	2.28	1552
70	977.8	4.04	3.116	2.25	1555
80	971.8	3.55	4.734	2.20	1555
90	965.3	3.15	7.010	2.14	1550
100	958.4	2.82	10.13	2.07	1543

TABLE C.5
Physical Properties of Certain Gases at Atmospheric Pressure (ft-lb Units)

Gas	Temperature, T (°F)	Density, $\rho \times 10^3$ (slug/ft ³)	Dynamic Viscosity, $\mu \times 10^7$ (lb-s/ft²)	Gas Constant, $R \times 10^{-3}$ (ft-lb/slug/°R)	Specific Heat Ratio, <i>k</i>	Specific Heat Capacity, c _v (Btu/lbm/°R)
Air	59	2.38	3.74	1.716	1.4	0.171
Carbon dioxide	68	3.55	3.07	1.130	1.29	0.155
Helium	68	0.326	4.09	12.42	1.66	0.753
Hydrogen	68	0.163	1.85	24.66	1.41	2.44
Methane	68	1.29	2.29	3.099	1.31	0.403
Nitrogen	68	2.26	3.68	1.775	1.40	0.177
Oxygen	68	2.58	4.25	1.554	1.40	0.157

TABLE C.6
Physical Properties of Certain Gases at Atmospheric Pressure (SI Units)

Gas	Temperature,	Density, ρ (kg/m³)	Dynamic Viscosity, $\mu \times 10^5$ (N-s/m ²)	Gas Constant, R × 10 ⁻² (J/kg/K)	Specific Heat Ratio, <i>k</i>	Specific Heat Capacity, c_v (J/kg/K)
Air	15	1.23	1.79	2.869	1.4	717
Carbon dioxide	20	1.83	1.47	1.889	1.29	647
Helium	20	0.166	1.94	20.77	1.66	3125
Hydrogen	20	0.0838	0.884	41.24	1.41	10087
Methane	20	0.667	1.10	5.183	1.31	1685
Nitrogen	20	1.16	1.76	2.968	1.40	744
Oxygen	20	1.33	2.04	2.598	1.40	654

TABLE C.7
Physical Properties of Air at Standard Atmospheric Pressure

	Ft-lb-s U	Units		SI Units						
Temperature,	Density, $\rho \times 10^3$ (slug/ft ³)	Dynamic Viscosity, $\mu \times 10^7$ (lb-s/ft ²)	Speed of Sound, C (ft/s)	Temperature,	Density, ρ (kg/m³)	Dynamic Viscosity, $\mu \times 10^5$ (N-s/m ²)	Speed of Sound, C (m/s)			
-40	2.94	3.29	1004	-20	1.40	1.63	319			
-20	2.81	3.34	1028	0	1.29	1.71	331			
0	2.68	3.38	1051	5	1.27	1.73	334			
10	2.63	3.44	1062	10	1.25	1.76	337			
20	2.57	3.50	1074	15	1.23	1.80	340			
30	2.52	3.58	1085	20	1.20	1.82	343			
40	2.47	3.60	1096	25	1.18	1.85	346			
50	2.42	3.68	1106	30	1.17	1.86	349			
60	2.37	3.75	1117	40	1.13	1.87	355			
70	2.33	3.82	1128	50	1.11	1.95	360			
80	2.29	3.86	1138	60	1.06	1.97	366			
90	2.24	3.90	1149	70	1.03	2.03	371			
100	2.20	3.94	1159	80	1.00	2.07	377			
120	2.13	4.02	1180	90	0.972	2.14	382			
140	2.06	4.13	1200	100	0.946	2.17	387			

TABLE C.8 Physical Properties of Certain Solids (Pipe Materials) at 70°F

Pipe Material	Young's Modulus, E_p (psi)	Poisson's Ratio, μ _p	Specific Gravity, S	Thermal Expansion Coefficient, $\alpha \times 10^6 \ (1/^\circ F)$
Steel	3.0×10^{7}	0.3	7.14	6.5
Ductile iron	2.4×10^{7}	0.28	7.08	6.2
Cast iron	1.34×10^{7}		7.14	5.8
Copper	1.6×10^{7}	0.3	8.94	9.8
Aluminum	1.05×10^{7}	0.33	2.71	1.3
Asbestos cement	3.4×10^{6}	0.3	_	4.5
Concrete	$5.7 \times 10^4 \times f_c^{1/2}$	0.3	2.1 - 2.7	7.0
PVC	4×10^{5}	0.38	1.4	30

Note: f_c is the 28-day compressive strength of the concrete.

Appendix A Physical Properties of Fluids

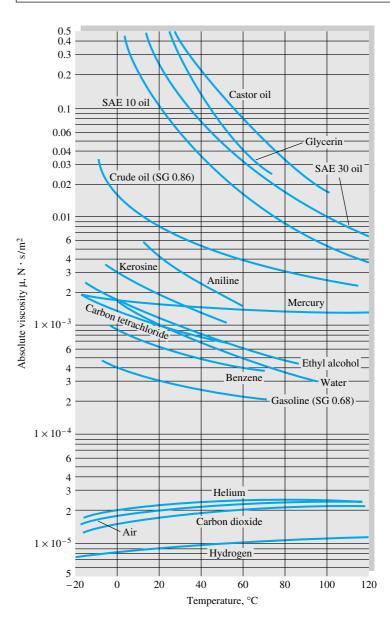


Fig. A.1 Absolute viscosity of common fluids at 1 atm.

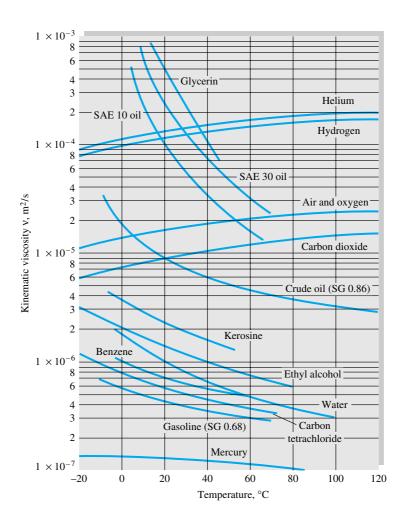


Fig. A.2 Kinematic viscosity of common fluids at 1 atm.

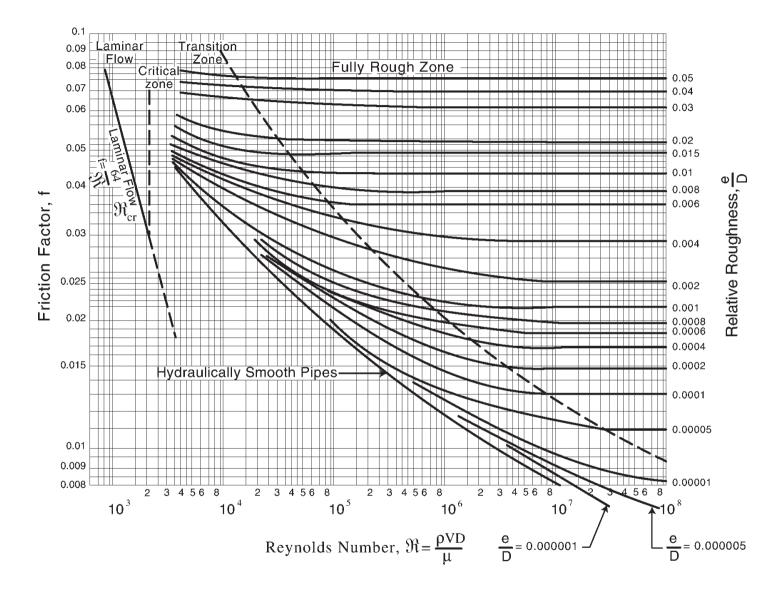
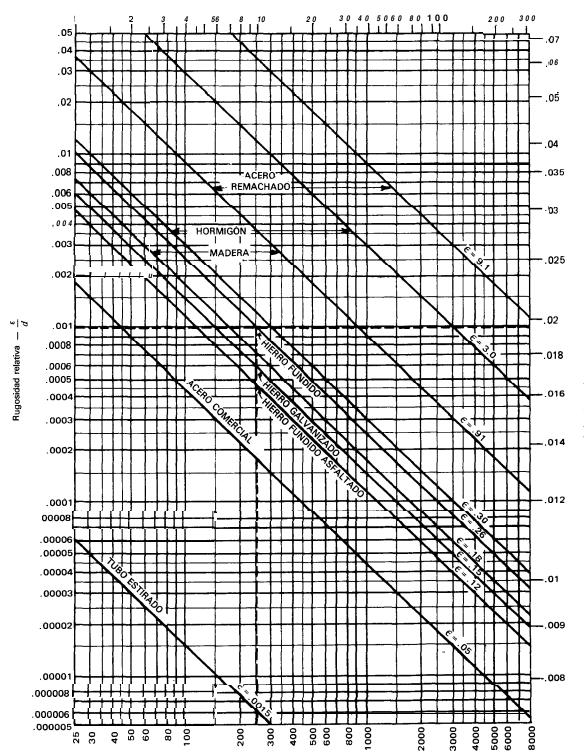


FIGURE 2.11 The Moody diagram.

A-21a. Rugosidad relativa de los materiales de las tuberías y factor de fricción para flujo en régimen de turbulencia total





(La rugosidad absoluta ε en milímetros)

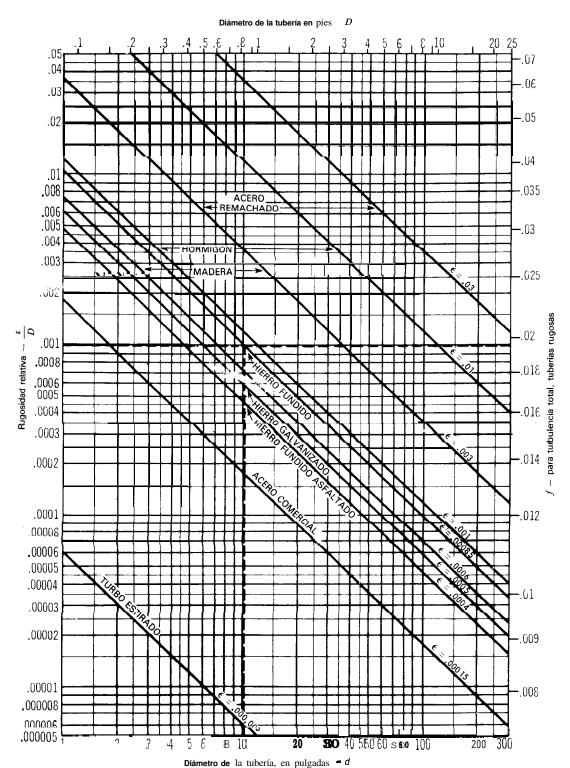
Problema: Determínense las rugosidades absoluta y relativa y el factor de rozamiento para flujo en turbulencia total, en una tubería de hierro fundido de 250 mm de diámetro interior. Solución: La rugosidad absoluta $(\varepsilon) = 0.26...$ Rugosidad relativa $(\varepsilon/d) = 0.001$

. ..Factor de fricción para flujo en régimen de turbulencia total (f) = 0.0196

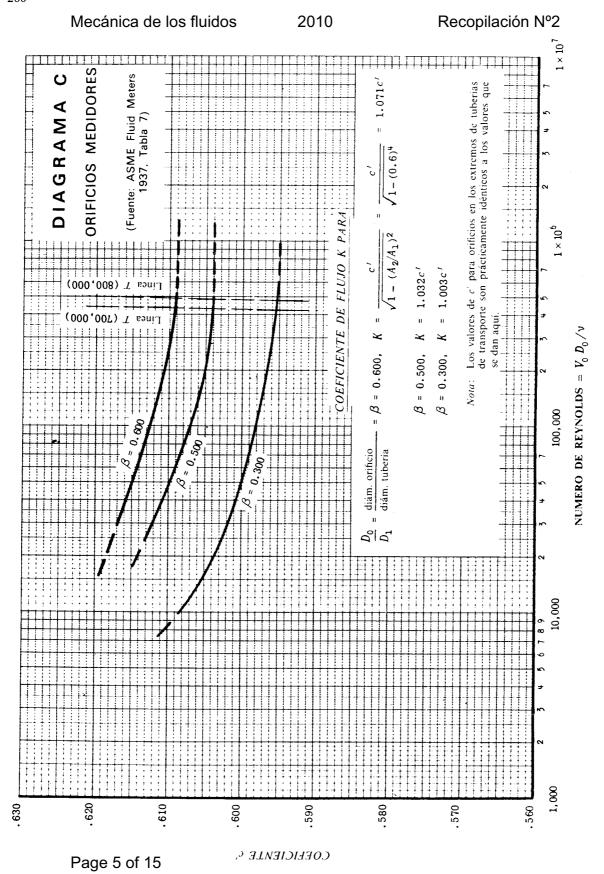
Diámetro interior de la tubería en milímetros - d

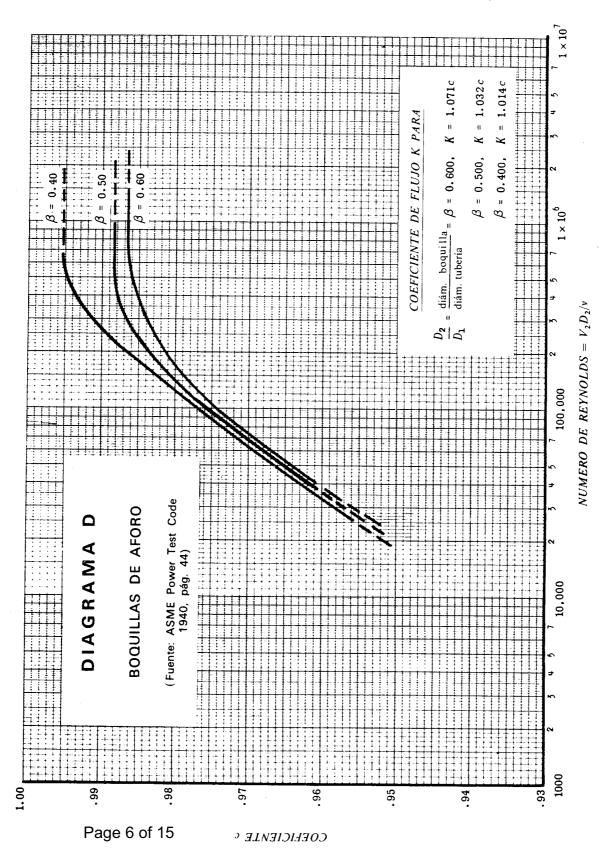
turbulencia total, tuberías rugosas 1

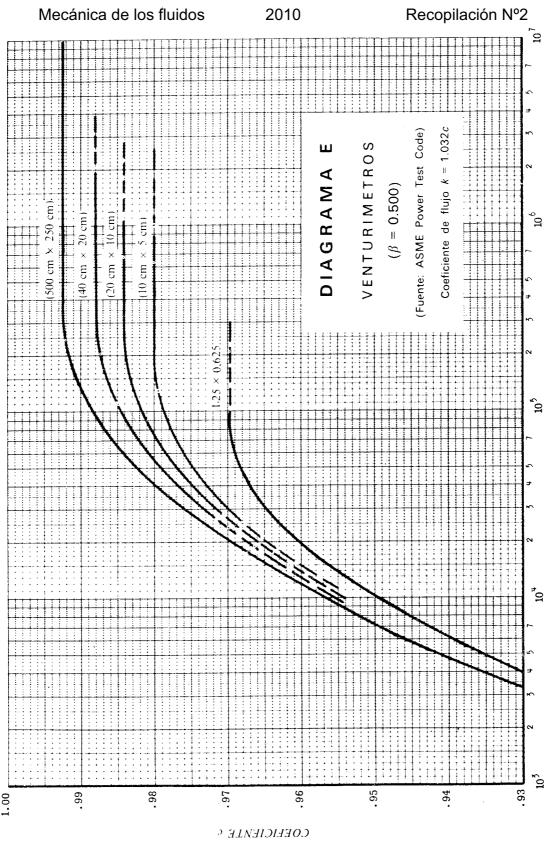
A-21b. Rugosidad relativa de los materiales de' las tuberías y factor de fricción para flujo en régimen de turbulencia total



Adaptación de datos extraídos de la referencia 18 de la Bibliografía, con autorización. **Problema:** Determínense las rugosidades absoluta y relativa y el factor de razonamiento para flujo en turbulencia total, en una tubería **de** hierro fundido de 10 pulg. de diámetro interior. Solución: La rugosidad absoluta (E) = 0.26... Rugosidad relativa (ε/D) = 0.001... Factor de fricción para flujo en régimen de turbulencia total (f) = 0.0196







NUMERO DE REYNOLDS = V_2D_2/v

Page 7 of 15

TABLA 3

COEFICIENTES DE FRICCION f PARA AGUA SOLAMENTE

(Intervalo de temperatura aproximado de 10° C a 21° C)

Para tuberías viejas — intervalo aproximado de ϵ : 0,12 cm a 0,60 cm Para tuberías usadas — intervalo aproximado de ϵ : 0,06 cm a 0,09 cm Para tuberías nuevas — intervalo aproximado de ϵ : 0,015 cm a 0,03 cm

 $(f = \text{valor tabulado} \times 10^{-4})$

	Diámetro y	VELOCIDAD (m/seg)										
1	tipo de tubería	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	3,0	4,5	6,0	9,0
	Comercial vieja	435	415	410	405	400	395	395	390	385	375	370
10 cm	Comercial usada	355	320	310	300	290	285	280	270	260	250	250
10 6111	Luberia nueva	300	265	250	240	230	225	220	210	200	190	185
	Muy lisa	240	205	190	180	170	165	155	150	140	130	120
	Comercial vieja	425	410	405	400	395	395	390	385	380	375	365
15 cm	Comercial usada	335	310	300	285	280	275	265	260	250	240	235
	Tuberia nueva	275	250	240	225	220	$\frac{210}{150}$	$\frac{205}{145}$	$\frac{200}{140}$	190 130	$\frac{180}{120}$	175 115
	Muy lisa	220	190	175	165	160						
	Comercial vieja	420	405	400	395	390	385	380	375	370	365	360
20 cm	Comercial usada	320	300	285	280	270	$\frac{265}{205}$	$\frac{260}{200}$	250	240	235	225
1	Tubería nueva	$\frac{265}{205}$	$\frac{240}{180}$	$\frac{225}{165}$	$\frac{220}{155}$	$\frac{210}{150}$	140	135	$\frac{190}{130}$	$\frac{185}{120}$	175 115	170 110
ļ	Muy lisa						_					
	Comercial vieja	415	405	400	$\frac{395}{270}$	$\frac{390}{265}$	$\frac{385}{260}$	$\frac{380}{255}$	$\frac{375}{245}$	$\frac{370}{240}$	$\frac{365}{230}$	$\frac{360}{225}$
25 cm	Comercial usada Tubería nueva	$\frac{315}{260}$	$\frac{295}{230}$	$\frac{280}{220}$	210	$\frac{205}{205}$	200	255 190	245 185	180	170	165
	Muy lisa	200	170	160	150	145	135	130	125	115	110	105
		415	400	395	395	390	385	380	375	365	360	355
	Comercial vieja Comercial usada	310	$\frac{400}{285}$	$\frac{395}{275}$	$\frac{395}{265}$	$\frac{350}{260}$	255	250	240	235	225	220
30 cm	Tubería nueva	250	225	210	205	200	195	190	180	175	165	160
	Muy lisa	190	165	150	140	140	135	125	120	115	110	105
	Comercial vieja	405	395	390	385	380	375	370	365	360	350	350
	Comercial usada	300	280	265	260	255	250	240	235	225	215	210
40 cm	Tubería nueva	240	220	205	200	195	190	180	175	170	160	155
	Muy lisa	180	155	140	135	130	125	120	115	110	105	100
	Comercial vieja	400	395	390	385	380	375	370	365	360	350	350
50 cm	Comercial usada	290	275	265	255	250	245	235	230	220	215	205
30 Cm	Luberia nueva	230	210	200	195	190	180	175	170	165	160	150
	Muy lisa	170	150	135	130	125	120	115	110	105	100	95
	Comercial vieja	400	395	385	380	375	370	365	360	355	350	345
60 cm	Comercial usada	285	265	255	250	245	240	230	225	220	210	200
00 6111	Tuberia nueva	225	200	195	190	185	180	175	170	165	155	150
	Muy lisa	165	140	135	125	120	120	115	110	105	100	95
	Comercial vieja	400	385	380	375	370	365	360	355	350	350	345
75 cm	Comercial usada	280	255	250	245	240	230	225	220	210	205	200
	Tubería nueva Muy lisa	220 160	$\frac{195}{135}$	190 130	$\frac{185}{120}$	$\frac{180}{115}$	175 115	$\frac{170}{110}$	$\frac{165}{110}$	$\frac{160}{105}$	$\frac{155}{100}$	150 95
	Comercial vieja	$\frac{395}{275}$	$\frac{385}{255}$	$\frac{375}{245}$	$\frac{370}{240}$	$\frac{365}{235}$	$\frac{360}{230}$	$\frac{355}{225}$	$\frac{355}{220}$	$\frac{350}{210}$	$\frac{345}{200}$	$\frac{340}{195}$
90 cm	Comercial usada Tubería nueva	215	$\frac{255}{195}$	185	180	235 175	$\frac{250}{170}$	165	160	155	200 150	145
	Muy lisa	150	135	125	$\frac{130}{120}$	115	110	110	105	100	95	90
	Comercial vieja	395	385	370	365	360	√355	350	350	345	340	335
	Compraint woods	265	250	240	230	225	220	215	210	200	195	190
120 cm		5 ²⁰⁵	190	180	175	170	165	160	155	150	145	140
	Tebargen 1eVa of 1	140	125	120	115	110	110	105	100	95	90	90

TABLA 4

PERDIDAS DE CARGA EN ACCESORIOS

(Subíndice 1 = aguas arriba y subíndice 2 = aguas abajo)

Accesorio	Pérdida de carga media
 De depósito a tubería - conexión a ras de la pared (pérdida a la entrada) 	$0{,}50\frac{{\color{red}V{}_{z}^{2}}}{2g}$
- tubería entrante	$1,00\frac{{\boldsymbol V}_z^2}{2g}$
– conexión abocinada	$0.05rac{V_2^2}{2g}$
2. De tubería a depósito (pérdida a la salida)	$1,00\frac{\overline{V}_1^2}{2g}$
3. Ensanchamiento brusco	$\frac{(V_1-V_2)^2}{2g}$
4. Ensanchamiento gradual (véase Tabla 5)	$K\frac{(V_1-V_2)^2}{2g}$
5. Venturímetros, boquillas y orificios	$\left(\frac{1}{c_r^2}-1\right)\frac{V_z^2}{2g}$
6. Contracción brusca (véase Tabla 5)	$K_c rac{{oldsymbol V}_2^2}{2g}$
7. Codos, accesorios, válvulas*	$Krac{V^2}{2g}$
Algunos valores corrientes de K son:	
45°, codo 0,35 a 0,45 90°, codo 0,50 a 0,75 Tes 1,50 a 2,00 Válvulas de compuerta (abierta) aprox. 0,25 Válvulas de control (abierta) aprox. 3,0	

^{*} Véanse manuales de hidráulica para más detalles.

TABLA 5

 $\begin{tabular}{lll} VALORES & DÉ & K^* \\ Contracciones & y & ensanchamientos \\ \end{tabular}$

Contracción brusca Ensanchamiento gradual para un ángulo total de							total del	cono
d_1/d_2	K_c	4°	10°	15°	20°	30°	50°	60
1,2	0,08	0,02	0.04	0,09	0,16	0,25	0,35	0,3
1,4	0.17	0,03	0,06	0,12	0,23	0,36	0,50	0,5
1,6	0,26	0,03	0,07	0,14	0,26	0,42	0,57	0,6
1,8	0,34	0,04	0,07	0,15	0,28	0,44	0,61	0,6
2,0	0,37	0,04	0,07	0,16	0,29	0,46	0,63	0,6
2,5	0,41	0,04	0,08	0,16	0,30	0,48	0,65	0,7
3,0	0,43	0,04	0,08	0,16	0,31	0,48	0,66	0,7
4,0	0,45	0,04	0,08	0,16	0,31	0,49	0,67	0,7
5,0	0,46	0,04	0,08	0,16	0,31	0,50	0,67	0,7

^{*} Valores tomados de King, Handbook of Hydraulics, McGraw-Hill Book Company.

TABLA 6

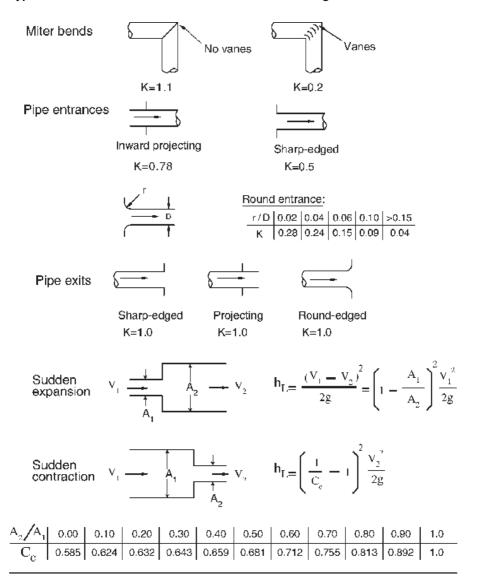
ALGUNOS VALORES DEL COEFICIENTE C_1 DE HAZEN-WILLIAMS

Tuberías rectas y muy lisas	140
Tuberías de fundición lisas y nuevas	130
Tuberías de fundición usadas y de acero roblonado nuevas	110
Tuberías de alcantarillado vitrificadas	110
Tuberías de fundición con algunos años de servicio	100
Tuberías de fundición en malas condiciones	80

Mecánica de los fluido2010

Recopilación Nº2

TABLE 2.1
Typical Values of Head Loss Coefficient for Some Fittings



Page 14 of 15

TABLE 2.2
Typical Values of Headloss Coefficient *K* for Selected Fittings

Fitting	K Value	Fitting	K Value
Check valves		Standard T	
Ball type	70	Side outlet	1.8
Disc type	10	Straight-through flow	0.4
Swing type	2		
Other valves		Elbows (90°)	
Foot valve	10	Regular	1.0
Globe valve	8	Long radius	0.4
Angle valve	3	Elbows (45°)	
Diaphragm valve	2	Regular	0.3
Gate valve	1.5	Long radius	0.2
Butterfly valve	0.2		
Full-bore ball valve	Negligible (<0.1)	Return bend	2.2

Note: All the K values given for valves are for fully open valves. For a given type of fitting, the K value may differ considerably for products of different manufacturers. It also depends on other factors such as whether the fittings are flanged, threaded, or welded to the pipe. Values given in this table should be considered approximate typical values. In practice, one should use test values supplied by manufacturers.

Referencias Bibliográficas:

Page 1, 14-15: Pipeline Engineering, Henry Liu Page 2 - 13: Mecanica de Fluidos e Hidraulica, Ranald V. Giles

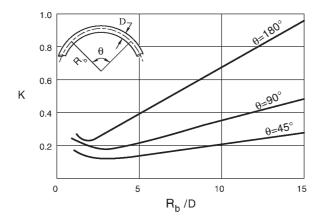
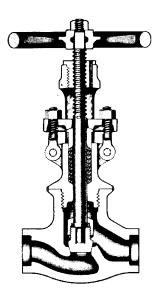
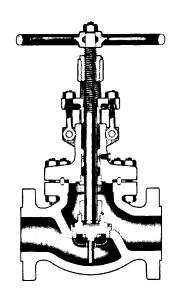


FIGURE 2.9 Headloss coefficient *K* for a smooth pipe bend ($\Re = 2 \times 10^{5}$). Page 15 of 15

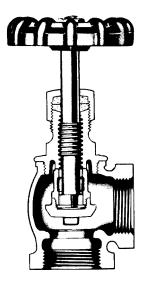
A-15. Tipos de válvulas



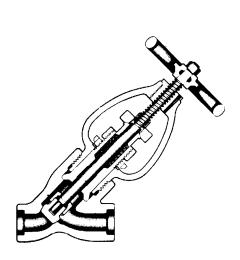
Válvula de globo convencional



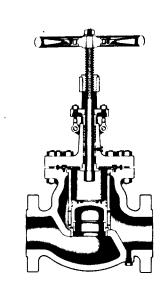
Válvula de globo convencional con obturador guiado



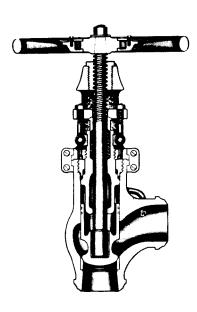
Válvula angular de globo convencional



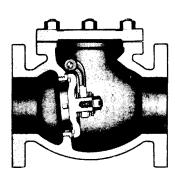
Válvula de globo, modelo en Y, con vástago a 45°



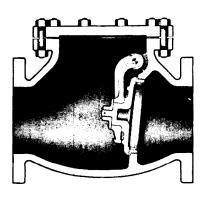
Válvula de **retención y** cierre, de paso recto



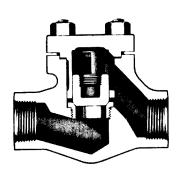
Válvula de retención y cierre, de paso angular



Válvula de retención convencional, de obturador oscilante

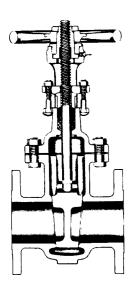


Válvula de retención de paso total con obturador oscilante

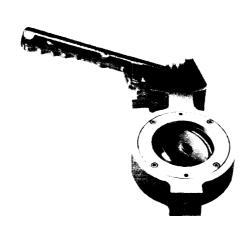


Válvula de retención de paso recto, con obturador ascendente

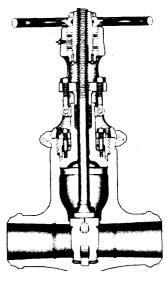
A-15. Tipos de válvulas (continuación)



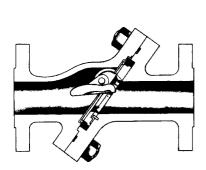
Válvula da compuerta da **cuña** (tapa atornillad.4



Válvula de mariposa da rendimiento alto



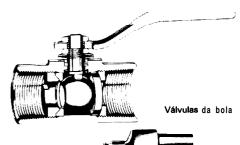
Válvula da compuerta de cuña flexible (tapa con sello a presión)

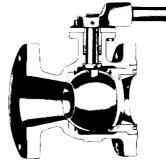


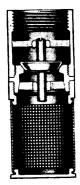
Válvula de retención de disco basculante

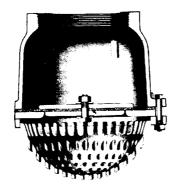


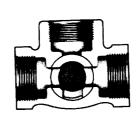
Válvula de mariposa sin bridas









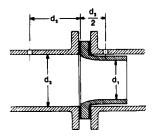




Válvulas de pie tipos oscilante y ascendente

Llave de tres vías Vistas exterior y en sección

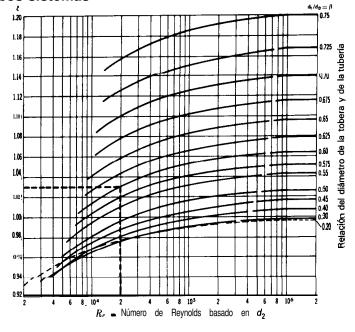
A-16. Coeficiente de flujo C para toberas para ambos sistemas



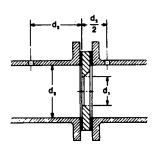
Sentido de flujo ----

$$C = \frac{C_d}{\sqrt{1 - \beta^4}}$$

Ejemplo: El coeficiente de flujo C para una relación de diámetros β de 0.60 con un número de Reynolds de 20 000 (2 X 10⁴) es igual a 1.03.



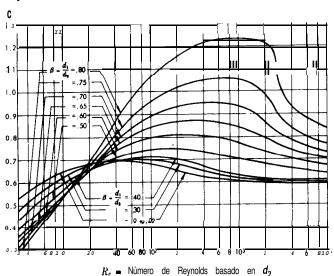
A-17. Coeficiente de flujo C para orificios de cantos vivos 9,17



 $C = \frac{C_d}{\sqrt{1 - \beta^4}}$

Sentido de flujo ---

$$K_{
m orificio} \simeq rac{1-eta^2}{C^2eta^4}$$



 R_{i} Número de Reynolds basado en d_{2}

A-24. TABLA DEL FACTOR "K" (página 1 de 4) Coeficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios

("K" está basado en el uso de las tuberías cuyos números de cédula se dan en la página 2-10

FACTORES DE FRICCIÓN PARA TUBERÍAS COMERCIALES, NUEVAS, DE ACERO, CON FLUJO EN LA ZONA DE TOTAL TURBULENCIA

I	Diámetro	mm	15	20	25	32	40	50	65,80	100	125	150	200,250	300400	450-600
N	Vominal	pulg	1/2	3/4	1	11/4	11/2	2	21/2, 3	4	5	6	8: 10	12-16	18-24
f	actor de ricción (f	r)	.027	.025	.023	.022	.021	.019	.018	.017	.016	.015	.014	.013	.012

FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DEL FACTOR "K" PARA VÁLVULAS Y ACCESORIOS CON SECCIONES DE PASO REDUCIDO

Fórmula 1

$$K_2 = \frac{0.8 \left(\operatorname{sen} \frac{\theta}{2} \right) (1 - \beta^2)}{\beta^4} = \frac{K_2}{\beta^4}$$

Fórmula 2

$$K_2 = \frac{0.5 (1 - \beta^2) \sqrt{\operatorname{sen} \frac{\theta}{2}}}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Fórmula 3

$$K_2 = \frac{2.6 \left(\sin \frac{\theta}{2} \right) (1 - \beta^2)^2}{\beta^4} \frac{K_1}{\beta^4}$$

Fórmula 4

$$K_2 = \frac{(1-\beta^2)^2}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Fórmula 5

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} + \text{Fórmula } 1 + \text{Fórmula } 3$$

$$K_2 = \frac{K_1 + \sin\frac{\theta}{2} \left[0.8 \left(1 - \beta^2\right) + 2.6 \left(1 - \beta^2\right)^2\right]}{\beta^4}$$

Fórmula 6

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} + \text{Fórmula } 2 + \text{Fórmula } 4$$

$$K_2 = \frac{K_1 + 0.5 \sqrt{\sin \frac{\theta}{2} (1 - \beta^2) t (1 - \beta^2)^2}}{\beta^4}$$

Fórmula 7

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} t \beta$$
 (Fórmula 2 + Fórmula 4), cuando $\theta = 180^\circ$

$$K_2 = \frac{K_1 + \beta \left[0.5 (1 - \beta^2) + (1 - \beta^2)^2\right]}{\beta^4}$$

$$\beta = \frac{d_1}{d_2}$$

$$\beta^2 = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = \frac{a_1}{a_2}$$

El subíndice 1 define dimensiones y coeficientes para el **diámetro** menor. El subíndice 2 se refiere al diámetro mayor.

*Úsese el valor de K proporcionado por el proveedor, cuando se disponga de dicho valor

ESTRECHAMIENTO BRUSCO Y GRADUAL



Si:
$$\theta < 4.5^{\circ}$$
 K_2 = Fórmula 1 $45^{\circ} < \theta$ $< 180^{\circ}$ K_2 = Fórmula 2

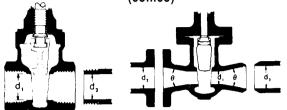
ENSANCHAMIENTO BRUSCO Y GRADUAL



Si:
$$\theta < 45^{\circ}$$
 K_2 = Fórmula 3 $45^{\circ} < \theta < 180^{\circ}$ K_2 = Fórmula 4

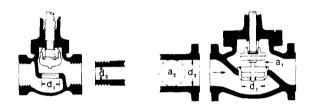
A-24 TABLA DEL FACTOR "K" (página 2 de 4) Coeficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios

VÁLVULAS DE COMPUERTA De cuña, de doble obturador o tipo macho (cónico)

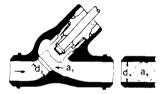


Si: $\beta = 1$, $\theta = 0$
$\beta < 1$ y $\theta < 45$ " K_2 = Fórmula 5
β < 1 y 45° < θ < 180° K_2 = Fórmula 6

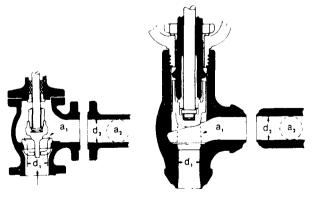
VÁLVULAS DE GLOBO Y ANGULARES



Si:
$$\beta = 1$$
 $K_r = 340 f_r$



$$S i : \beta = 1 \dots K_1 = 55 f_T$$

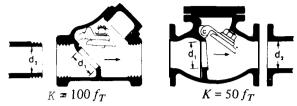


Si: $\beta = 1... K_1 = 150 f_T$ Si: $\beta = 1... K_1 = 55 f_T$

Todas las válvulas de globo y angulares con asiento reducido o de mariposa

Si: $\beta < 1...K_2 = \text{Fórmula } 7$

VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE DISCO OSCILANTE



Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador

$$(m/seg) = 45 \sqrt{\overline{V}}$$

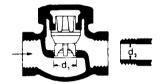
$$(pie/seg) = 35 \sqrt{\overline{V}}$$

$$= 60 \sqrt{\overline{V}}$$

$$U/L \text{ Registradas} = 120 \sqrt{\overline{V}}$$

$$= 100 \sqrt{\overline{V}}$$

VALVULAS DE RETENCIÓN DE OBTURADOR ASCENDENTE



Si:
$$\beta = 1$$
. $K_{2} = 600 f_{T}$
 $\beta < 1$. $K_{2} =$ Fórmula 7

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador = 50 $\beta^2 \sqrt{\overline{V}}$ m/seg 40 $\beta^2 \sqrt{\overline{V}}$ pie/seg



Si:
$$\beta = 1 \dots K_1 = 55 f_T$$

 $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Fórmula } 7$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador = 170 $\beta^2 \sqrt{\bar{V}}$ m/seg 140 $\beta^2 \sqrt{\bar{V}}$ pie/seg

VALVULAS DE RETENCIÓN DE DISCO BASCULANTE

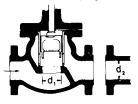


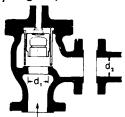
Pasos	≪ = 5°	≠ = 15
50 mm (2") a 200 mm (8") K =	$40 f_T$	$120 f_T$
$250 \mathrm{mm} (10'') \mathrm{a} 350 \mathrm{mm} (14'') K =$	$30 f_T$	$90f_T$
$400 \mathrm{mm} (16") \mathrm{a} 1200 \mathrm{mm} (48") \mathrm{K} =$	$20 f_T$	$60f_T$
Velocidad mínima en la tubería para abrir totalmente el obturador = m/seg	$100\sqrt{\bar{V}}$	40√ <u>ṽ</u>
pie/seg	80 \sqrt{V}	$30 \sqrt{\overline{V}}$

A-24. TABLA DEL FACTOR "K" (página 3 de 4) Coeficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios

VÁLVULAS DE RETENCIÓN Y **CIERRE**

(Tipos recto y angular)





Si:

$$\beta = 1....K_1 = 400 f_T$$
 $\beta = 1....K_1 = 200 f_T$
 $\beta < 1....K_2 = \text{Fórmula 7}$ $\beta < 1....K_2 = \text{Fórmula 7}$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador

m/seg = 70 $\beta^2 \sqrt{\bar{V}}$ pie/seg = 55 $\beta^2 \sqrt{\overline{V}}$ Velocidad mínima en la

tubería para levantar

totalmente el obturador
= 95
$$\beta^2 \sqrt{\overline{V}}$$

= 75 $\beta^2 \sqrt{\overline{V}}$

VÁLVULAS DE PIE CON FILTRO

Obturador ascendente

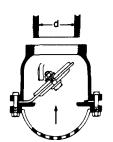


 $K = 420 f_T$ Velocidad mínima en la

tubería para levantar totalmente el obturador

$$m/\text{seg} = 20 \sqrt{\bar{V}}$$

pie/seg = 15
$$\sqrt{\overline{V}}$$



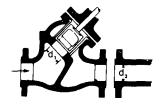
Obturador oscilante

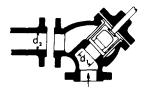
 $K = 75f_T$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador

$$=45\,\sqrt{\bar{V}}$$

= 35
$$\sqrt{\overline{V}}$$





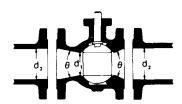
$$\beta = 1....K_1 = 300 f_T$$
 $\beta = 1....K_1 = 350 f_T$
 $\beta < 1....K_2 = \text{Fórmula 7}$ $\beta < 1...K_2 = \text{Fórmula 7}$

velocidad mínima en la tubería para abrir totalmente el obturador

$$m/\text{seg} = 75 \beta^2 \sqrt{\overline{V}}$$

pie/seg =
$$60 \beta^2 \sqrt{\overline{V}}$$

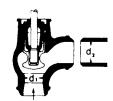
VÁLVULAS DE GLOBO



Si:
$$\beta = 1, \theta = 0 \dots K_1 = 3 f_T$$

 $\beta < 1$ y $\theta < 45$ " $K_2 = \text{Fórmula } 5$
 $\beta < 1$ y 45 " $< \theta < 180$ " $K_3 = \text{Fórmula } 6$





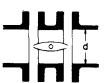
$$\beta = 1....K_1 = 55 f_T$$
 $\beta = 1....K_1 = 55 f_T$
 $\beta < 1....K_2 = \text{Fórmula 7}$ $\beta < 1....K_2 = \text{Fórmula 7}$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador

$$mg/seg = 170 \beta^2 \sqrt{\bar{V}}$$

(nie/seg) = I40 $\beta^2 \sqrt{\overline{V}}$

VÁLVULAS DE MARIPOSA

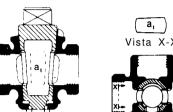


Diámetro 50 mm (2") a 200 mm (8"). $K = 45 f_T$ Diámetro 250 mm (10") a 350 mm (14"). . . $K = 35 f_T$ Diámetro 400 mm (16") **a** 600 mm (24") . . $K = 25 f_T$

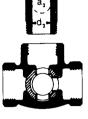
A-24. TABLA DEL FACTOR "K" (página 4 de 4) Coeficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios

VÁLVULAS DE MACHO Y LLAVES

Paso directo







Si:
$$\beta = 1$$
, $K_1 = 18 f_T$

Si:
$$\beta = 1$$
,
 $K_1 = 30 f_T$

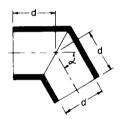
Si:
$$\beta = 1$$
, $K_r = 90 f_T$

Si:
$$\beta$$
 < 1

Si: $\beta < 1$ $K_2 = \text{Fórmula 6}$

tres entradas

CURVAS EN ESCUADRA 0 FALSA ESCUADRA



б	K
0°	$2 f_T$
15°	$4 f_T$
30°	$8 f_T$
45°	$15 f_T$
60°	$25 f_T$
75°	$40 f_T$
90°	60 f _T

CURVAS Y CODOS DE 90" CON BRIDAS 0 CON EXTREMOS PARA SOLDAR A TOPE



r/d_	K	r/d	K
1	$20 f_T$	8	$24 f_T$
1.5	14 f _T	10	$30 f_T$
2	$12 f_T$	12	$34 f_T$
3	$12 f_T$	14	$38 f_T$
4	$14 f_T$	16	$42 f_T$
6	17 f _T	20	50 f _T

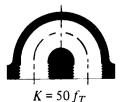
El coeficiente de resistencia K_{BI} , para curvas que no sean de 90" puede determinarse con la fórmula:

$$K_B = (n-1) \left(0.25 \,\pi \, f_T \frac{r}{d} + 0.5 \,K \right) + K$$

n = número de curvas de 90"

K = coeficiente de resistencia para una curva de 90" (según tabla)

CURVAS DE 180" DE RADIO CORTO



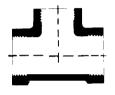
CODOS ESTÁNDAR





 $K = 30 f_T$

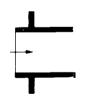
CONEXIONES ESTÁNDAR EN "T"



Flujo directo $K = 20 f_T$ Flujo desviado a 90° .. $K = 60 f_T$

ENTRADAS DE TUBERÍA

Con resalte llacia el' interior



K = 0.78

K r/d0.00*0.5 0.02 0.28 0.04 0.24 0.06 0.15 0.09 0.10 0.15 y más 0.04

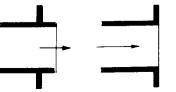
*de cantos vivos

A tope

Véanse los valores de K en la tabla

SALIDAS DE TUBERÍA

Con resalte De cantos vivos Redondeada

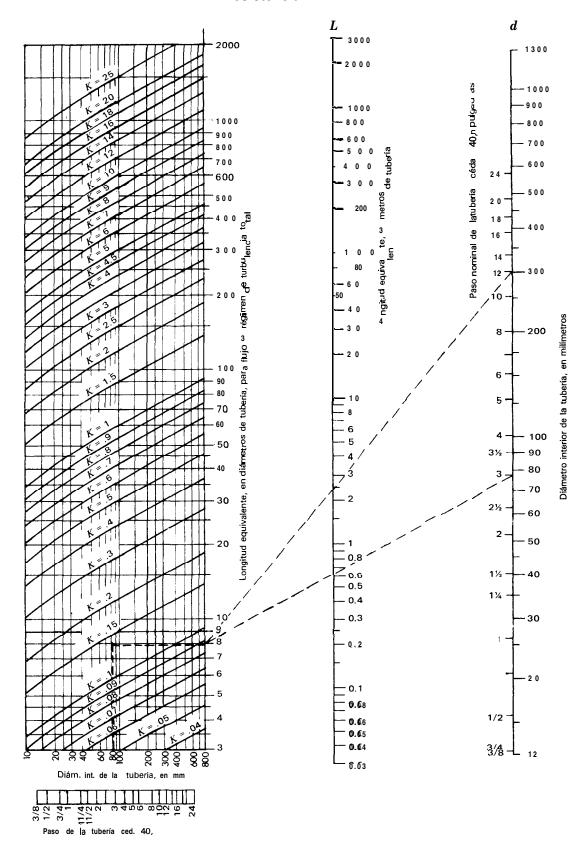




K = 1.0K = 1.0

K = 1.0

A-25a. Longitudes equivalentes ${\it L}$ y LID, nomograma del coeficiente de resistencia ${\it K}$



F1. Dimensiones de tubos de acero Calibre 40

Tamaño nominal de la	Diámetro e	vtorior	Crosor de	e la pared	Diá	metro inter	rior	Área de flujo		
tubería (pulgadas)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pie)	(mm)	(pie ²)	$\frac{(\mathbf{m}^2)}{(\mathbf{m}^2)}$	
(r8)	(P 4-8)	()	(P 4B)	()	(P 48)	(P10)	(2222)	(P 10)		
1/8	0.405	10.3	0.068	1.73	0.269	0.0224	- 6.8	0.000 394	3.660 × 10	
Y ₄	0.540	13.7	0.088	2.24	0.364	0.0303	9.2	0.000 723	6.717 × 10	
¾	0.675	17.1	0.091	2.31	0.493	0.0411	12.5	0.001 33	1.236 × 10	
1/2	0.840	21.3	0.109	2.77	0.622	0.0518	15.8	0.002 11	1.960 × 10	
3/4	1.050	26.7	0.113	2.87	0.824	0.0687	20.9	0.003 70	3.437 × 10	
1	1.315	33.4	0.133	3.38	1.049	0.0874	26.6	0.006 00	5.574 × 10	
1 1/4	1.660	42.2	0.140	3.56	1.380	0.1150	35.1	0.010 39	9.653 × 10	
1 1/2	1.900	48.3	0.145	3.68	1.610	0.1342	40.9	0.014 14	1.314 × 10	
2	2.375	60.3	0.154	3.91	2.067	0.1723	52.5	0.023 33	2.168 × 10	
2 1/2	2.875	73.0	0.203	5.16	2.469	0.2058	62.7	0.033 26	3.090 × 10	
3	3.500	88.9	0.216	5.49	3.068	0.2557	77.9	0.051 32	4.768 × 10	
3 1/2	4.000	101.6	0.226	5.74	3.548	0.2957	90.1	0.068 68	6.381 × 10	
4	4.500	114.3	0.237	6.02	4.026	0.3355	102.3	0.088 40	8.213 × 10	
5	5.563	141.3	0.258	6.55	5.047	0.4206	128.2	0.139 0	1.291 × 10	
6	6.625	168.3	0.280	7.11	6.065	0.5054	154.1	0.200 6	1.864 × 10	
8	8.625	219.1	0.322	8.18	7.981	0.6651	202.7	0.347 2	3.226 × 10	
10	10.750	273.1	0.365	9.27	10.020	0.8350	254.5	0.547 9	5.090 × 10	
12	12.750	323.9	0.406	10.31	11.938	0.9948	303.2	0.777 1	7.219 × 10	
14	14.000	355.6	0.437	11.10	13.126	1.094	333.4	0.939 6	8.729 × 10	
16	16.000	406.4	0.500	12.70	15.000	1.250	381.0	1.227	0.1140	
18	18.000	457.2	0.562	14.27	16.876	1.406	428.7	1.553	0.1443	
20	20.000	508.0	0.593	15.06	18.814	1.568	477.9	1.931	0.1794	
24	24.000	609.6	0.687	17.45	22.626	1.886	574.7	2.792	0.2594	

H. Dimensiones de tuberías de cobre tipo K

Tamaño nominal Diámetro exterior		exterior	Grosor de	e la pared	Diá	metro interi	or	Área de flujo		
(pulg)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pie)	(mm)	(pie ²)	(m ²)	
1/8	0.250	6.35	0.035	0.889	0.180	0.0150	4.572	1.767 × 10 ⁻⁴	1.642 × 10 ⁻¹	
1/4	0.375	9.53	0.049	1.245	0.277	0.0231	7.036	4.185×10^{-4}	3.888×10^{-1}	
3/8	0.500	12.70	0.049	1.245	0.402	0.0335	10.21	8.814×10^{-4}	8.189×10^{-3}	
1/2	0.625	15.88	0.049	1.245	0.527	0.0439	13.39	1.515×10^{-3}	1.407×10^{-4}	
5/8	0.750	19.05	0.049	1.245	0.652	0.0543	16.56	2.319×10^{-3}	2.154×10^{-1}	
3/4	0.875	22.23	0.065	1.651	0.745	0.0621	18.92	3.027×10^{-3}	2.812×10^{-1}	
1	1.125	28.58	0.065	1.651	0.995	0.0829	25.27	5.400×10^{-3}	5.017×10^{-1}	
11/4	1.375	34.93	0.065	1.651	1.245	0.1037	31.62	8.454×10^{-3}	7.854×10^{-1}	
11/2	1.625	41.28	0.072	1.829	1.481	0.1234	37.62	1.196×10^{-2}	$1.111 \times 10^{-}$	
2	2.125	53.98	0.083	2.108	1.959	0.1632	49.76	2.093×10^{-2}	$1.945 \times 10^{-}$	
21/2	2.625	66.68	0.095	2.413	2.435	0.2029	61.85	3.234×10^{-2}	$3.004 \times 10^{-}$	
3	3.125	79.38	0.109	2.769	2.907	0.2423	73.84	4.609×10^{-2}	$4.282 \times 10^{-}$	
31/2	3.625	92.08	0.120	3.048	3.385	0.2821	85.98	6.249×10^{-2}	5.806×10^{-1}	
4	4.125	104.8	0.134	3.404	3.857	0.3214	97.97	8.114×10^{-2}	$7.538 \times 10^{-}$	
5	5.125	130.2	0.160	4.064	4.805	0.4004	122.0	1.259×10^{-1}	$1.170 \times 10^{-}$	
6	6.125	155.6	0.192	4.877	5.741	0.4784	145.8	1.798×10^{-1}	1.670×10^{-1}	
8	8.125	206.4	0.271	6.883	7.583	0.6319	192.6	3.136×10^{-1}	$2.914 \times 10^{-}$	
10	10.125	257.2	0.338	8.585	9.449	0.7874	240.0	4.870×10^{-1}	4.524×10^{-1}	
12	12.125	308.0	0.405	10.287	11.315	0.9429	287.4	6.983×10^{-1}	6.487×10^{-1}	

I. Dimensiones de tubos de hierro dúctil

Tamaño nominal	Diámetro exterior		Grosor de	la pared	Diái	metro interio	Área de flujo		
(pulg)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pie)	(mm)	(pie²)	(m ²)
3	3.96	100.6	0.320	8.13	3.32	0.277	84.3	0.0601	5.585 × 10 ⁻³
4	4.80	121.9	0.350	8.89	4.10	0.342	104.1	0.0917	8.518×10^{-3}
6	6.90	175.3	0.380	9.65	6.14	0.512	156.0	0.2056	1.910×10^{-2}
8	9.05	229.9	0.410	10.41	8.23	0.686	209.0	0.3694	3.432×10^{-2}
10	11.10	281.9	0.440	11.18	10.22	0.852	259.6	0.5697	5.292×10^{-2}
12	13.20	335.3	0.480	12.19	12.24	1.020	310.9	0.8171	7.591×10^{-2}
14	15.65	397.5	0.510	12.95	14.63	1.219	371.6	1.167	0.1085
16	17.80	452.1	0.540	13.72	16.72	1.393	424.7	1.525	0.1417
18	19.92	506.0	0.580	14.73	18.76	1.563	476.5	1.920	0.1783
20	22.06	560.3	0.620	15.75	20.82	1.735	528.8	2.364	0.2196
24	26.32	668.5	0.730	18.54	24.86	2.072	631.4	3.371	0.3132

TABLA 10. PÉRDIDAS DE CARGA EN LAS VÁLVULAS EXPRESADAS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m) * Uniones con extremos roscados, soldados, embridados o cónicos

DIÁMETRO EXTERIOR			60°-Y	456-Y		VÁLVULAS DE	VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE CIERRE		
(1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)		ESFÉRICAS **			ANGULARES **	COMPUERTA	OSCILANTE ***	VERTICAL (horizontal de retención)	
					ر ترقیق				
ACERO	COBRE	4						(CQ)	
			45% 0 60%)_(1					
			<u> </u>		Р.Д.			東京大学 東京大学 大学 大学 大学 大学 大学 大学 大学	
17,2	1/2	5,1	2,4	1,8	1,8	0,18	1,5		
21,3 26,9	5/8 7/8	5,4 6,6	2,7 3,3	2,1 2,7	2,1 2,7	0,21 0,27	1,8 2,4	RECTAS COMO GRIFOS DE	
33,7 42,4	1 ½8 1 3/8	8,7 11,4	4,6	3,6	3,6	0,30	3,6	VÁLVULA ESFÉRICA ****	
48,3	1 5/8	12,6	6,1 7,3	4,6 5,4	4,6 5;4	0,46 0,54	4,2 4,8	ESPERICA	
60,3 73	2 1/8 2 5/8	16,5 20,7	9,1 10,7	7,3 8,7	7,3 8,7	0,70 0,85	6,1		
88,9	3 1/8	25,2	13,1	10,7	10,7	0,83	7,6 9,1		
101,6	3 5/8 4 1/8	30,5	15,2	12,5	12,5	1,2	10,7		
114,3 141,3	5 1/8	36,8 42,6	17,7 21,6	14,6 17,7	14,6 17,7	1,4 1,8	12,2 15,3		
168,3	6 1/8	52,0	26,8	21,4	21,4	2,1	18,3	ANGULARES	
219,1 273	8 1/8	67,1 85,4	35,1 44,2	26,0 32,0	26,0 32,0	2,7	24,4 30,5	COMO GRIFOS	
323,9		97,5	50,4	40,0	40,0	3,6 3,9	36,6	DE VÁLVULA ANGULARES	
355,6	y +	109,9	56,5	47,4	47,4	4,6	41,2	ANGULARES	
406,4	-	125,0	64,0	55,0	55,0	5,1	45,8		
457,2	-	140,1	73,1	61,1	61,1	5,7	50,4		
508 609,6	-	158,5 186	84,0 97,5	71,6 81,0	71,6 81,0	6,6 7,5	61,0 73,2		

<sup>Valores correspondientes a la posición de abertura total.

Estos valores no se aplican a las válvulas de aguja.</sup>

^{***} Estos valores se aplican también a las válvulas de retención rectas con obturador esférico.

Para válvulas de retención inclinadas, cuyo diámetro de orificio es igual al del tubo, tomar los valores correspondientes a las válvulas con tija inclinada 60°

^{*****} Las válvulas de macho presentan la misma pérdida de carga, en la posición de abertura total, que las de paso directo.

TABLA 11. PÉRDIDAS DE CARGA DE LOS CODOS Y «T» EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m)
Uniones con extremos roscados, soldados, embridados o cónicos

DIÁM	DIÁMETRO		CODOS										
EXTE	EXTERIOR		Radio Macho Radio Macho Radio			Radio	Cambio PASO DIRECTO						
		90° •	grande 90° * *	Hembra 90°	pequeño 45°	Hembra 45°	pequeño 180º *	de dirección	Sin reducción	Reducción 1/4	Redúcción 1/2		
Acero	Cobre		D				4			d [] 3/4d	all 1/2 a		
17,2	1/2	0,42	0;27	0,70	0,21	0,33	0,70	0,82	0,27	0,36	0,42		
21,3	5/8	0,48	0,30	0,76	0,24	0,40	0,76	0,91	0,30	0,43	0,48		
26,9	7/8	0,61	0,42	0,98	0,27	0,49	0,98	1,2	0,42	0,58	0,61		
33,7	1 1/8	0,79	0,51	1,2	0,39	0,64	1,2	1,5	0,51	0,70	0,79		
42,4	1 3/8	1,0	0,70	1,7	0,51	0,91	1,7	2,1	0,70	0,95	1,0		
48,3	1 5/8	1,2	0,80	1,9	0,64	1,0	1,9	2,4	0,80	1,1	1,2		
60,3	2 1/8	1,5	1,0	2,5	0,79	1,4	2,5	3,0	1,0	1,4	1,5		
73	2 5/8	1,8	1,2	3,0	0,98	1,6	3,0	3,6	1,2	1,7	1,8		
88,9	3 1/8	2,3	1,5	3 <u>,</u> 6	1,2	2,0	3,6	4,6	1,5	2,1	1,8 2,3		
101,6	3 5/8	2,7	1,8	4,6	1,4	2,2	4,6	5,4	1,8	2,4	2,7		
114,3	4 1/8	3,0	2,0	5,1	1,6	2,6	5,1	6,4	2,0	2,7	3,0		
141,3	5 ½8	4,0	2,5	6,4	2,0	3,3	6,4	7,6	2,5	3,6	4,0		
168,3	6 1/8	4,9	3,0	7,6	2,4	4,0	7,6	9,1	3,0	4,2	4,8		
219,1	8 1/8	6,1	4,0	-	3,0	-	10,4	10,7	4,0	5,4	6,1		
273	-	7,7	4,9	-	4,0	-	12,8	15,2	4,9	7,0	7,6		
323,9	-	9,1	5,8	-	4,9	-	15,3	18,3	5,8	7,9	9,1		
355,6	-	10,4	7,0	-	5,4	_	16,8	20,7	7,0	9,1	10,4		
406,4	-	11,6	7,9	-	6,1	-	18,9	23,8	7,9	10,7	11,6		
457,2	-	12,8	8,8	-	7,0	-	21,4	26,0	8,8	12,2	12,8		
508		15,3	10,4	- i	7,9	-	24,7	30,5	10,4	13,4	15,2		
609,6	-	18,3	12,2	-	9,1	•	28,8	35,0	12,2	15,2	18,3		

DIÂM	ETRO	CODOS ANGULARES						
EXTE	RIOR	90°	60°	"45°	3,00			
			13	/>	//			
Acero	Cobre							
			ا د اد	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				
17,2	1/2	0,82	0,33	0,18	0,09			
21,3	5/8	0,91	0,40	0,21	0,12			
26,9	7/8	1,2	0,49	0,27	0,15			
33,7	1 1/8	1,5	0,64	0,30	0,21			
42,4	1 3/8	2,1	0,91	0,46	0,27			
48,3	1 5/8	2,4	1,0	0,54	0,33			
60,3	2 1/8	3,0	1,4	0,70	0,39			
73	2 5/8	3,6	1,6	0,85	0,51			
88,9	- 3 1/8	4,6	2,0	0,98	0,61			
101,6	3 5/8	5,4	2,2	1,2	0,73			
114,3	4 /8	6,4	2,6	1,4	0,82			
141,3	5 1/8	7,6	3,3	1,8	0,98			
168,3	6 1/8	9,1	4,0	2,1	1,2			
119,1	8 1/8	10,7	5,2	2,7	1,5			
273 .	-	15,2	6,4	3,6	2,2			
323,9		18,3	7,6	3,9	2,4			
355,6	-	20,7	8,9	4,6	2,7			
406,4	•	23,8	9,5	5,1	3,0			
457,2		26,0	11,3	5,7	3,3			
508		30,5	12,5	6,6	3,9			
609,6		35,0	14,9	7,5	4,8			
609,6		35,0	14,9	7,5	4,8			

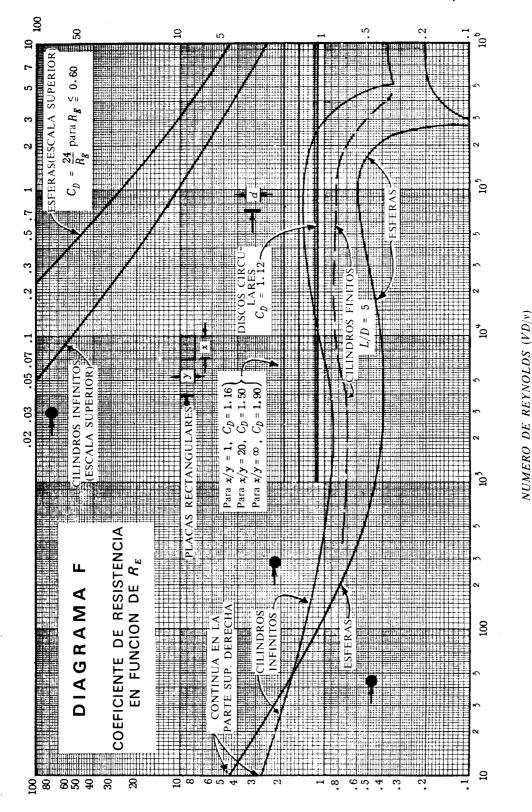
^{*} R/D sensiblemente igual a 1,

^{**} R/D sensiblemente igual a 1,5.

TABLA 12. PÉRDIDAS DE CARGA EN LOS CAMBIOS DE SECCIÓN EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m)

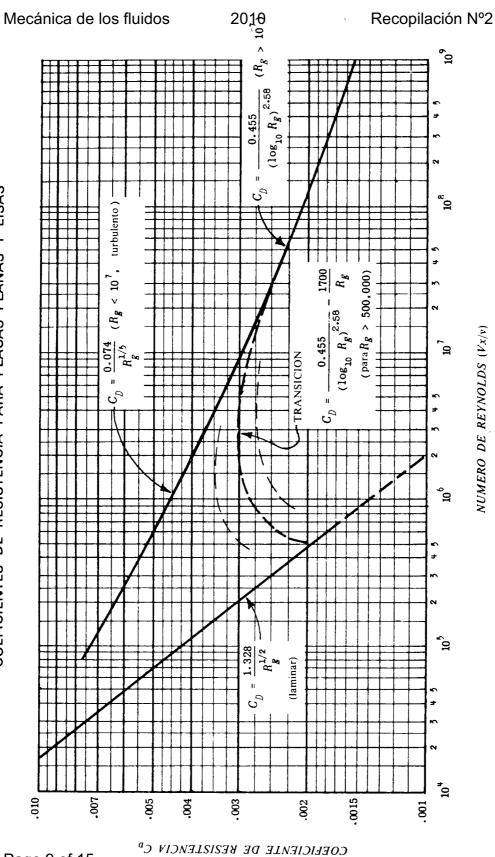
DIÁMETRO EXTERIOR		Ensanchamiento brusco d/D *			Contracción brusca d/D *			Aristas vivas *		Orificio entrante *	
		1/4	1/2	3/4	1/4	1/2	3/4	Entrada	Salida	Entrada	Salida
					_		r	(E-51	\ <u>`</u> ≡≣∟	(===1	6 1
Acero	Cobred D		-	D = d				→ 0 → 0 → 0 → 0 → 0 → 0 → 0 → 0 → 0 → 0			
	:	. :									
17,2	1/2	0,42	0,24	0,09	0,21	0,15	0,09	0,46	0,24	0,45	0,34
21,3	5/8	0,54	0,33	0,12	0,27	0,21	0,12	0,54	0,30	0,54	0,46
26,9	7/8	0,79	0,46	0,15	0,36	0,30	0,15	0,85	0,42	0,85	0,67
33,7	1 1/8	0,98	0,61	0,21	0,49	0,36	0,21	1,1	0,54	1,1	0,82
42,4	1 3/8	1,4	0,91	0,30	0,70	0,54	0,30	1,6	0,79	1,6	1,3
48,3	1 5/8	1,8	1,1	0,36	0,88	0,66	0,36	2,0	1,0	2,0	1,5
60,3	2 1/8	2,4	1,5	0,49	1,2	0,91	0,49	2,7	1,3	2,7	2,0
73	2 5/8	3,0	1,9	0,61	1,5	1,2	0,61	3,6	1,7	3,6	2,6
88,9	3 1/8	4,0	2,4	0,79	2,0	1,5	0,79	4,3	2,2	4,2	3,3
101,6	3 5/8	4,6	2,8	0,91	2,3	1,8	0,91	5,2	2,6	5,2	3,9
114,3	4 1/8	5,2	3,3	1,2	2,7	2,1	1,2	6,1	3,0	6,1	4,9
141,3	5 1/8	7,3	4,6	1,5	3,6	2,7	1,5	8, 2	4,2	8,2	6,1
168,3	6 1/8	8,8	6,7	1,8	4,6	3,3	1,8	10,1	5,8	10,1	7,6
219,1	8 1/8		7,6	2,6	-	4,6	2,6	14,3	7,3	14,3	10,7
273		-	9,8	3,3	-	6,1	3,3	18,3	8,8	18,3	14,0
323,9			12,5	3,9		7,6	3,9	22,2	11,3	22,2	17,4
355,6			-	4,9	1 .		4,9	26,2	13,7	26,2	20,0
406,4	.	-	-	5,5	-	-	5,5	29,3	15,3	29,2	23,4
457,2			-	6,1	-		6,1	35,0	17,7	35,0	27,4
508	_	-	_		_	-	-	43,4	21,4	43,2	32,0
609,6		_	-		_			49,8	25,3	49,6	39,6

^{*} Entrar en la tabla con el diámetro pequeño.



COEFICIENTE DE RESISTENCIA C_p 2 19 8 de la Sensite de la



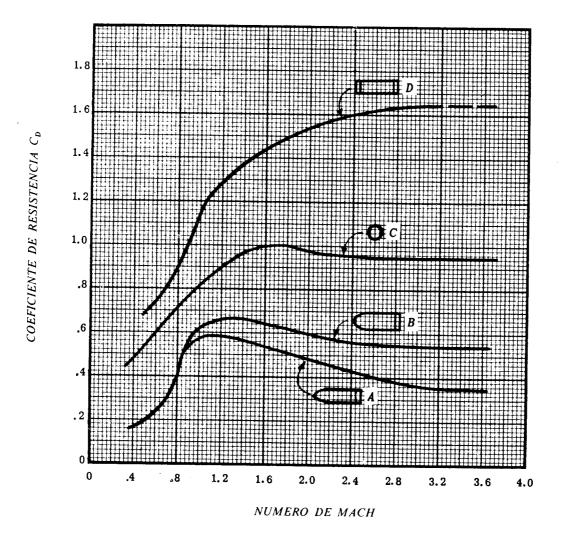


NUMERO DE REYNOLDS (V_X/v)

Page 9 of 15

DIAGRAMA H

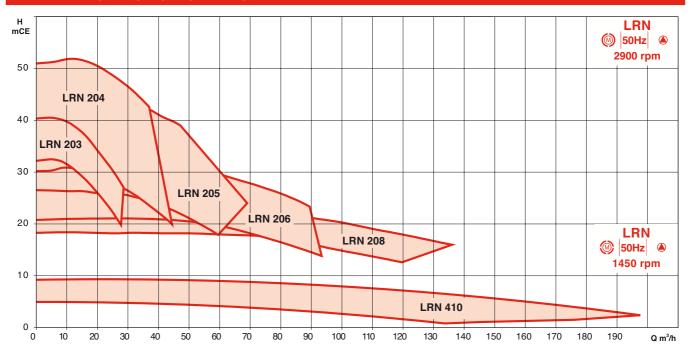
COEFICIENTES DE RESISTENCIA A VELOCIDADES SUPERSONICAS



Page 10 of 15

LRN - JRN

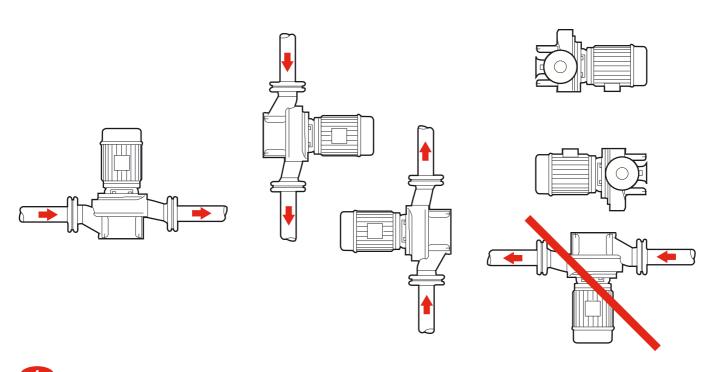
LRN - PRE-SELECTION GRAPHS



MOUNTING POSITIONS

direct mounting on vertical or horizontal pipe

Take care of the venting valve position: always on top.



LRN - JRN

HYDRAULIC PERFORMANCE LRN 2 POLE

