INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Bombas de Pozo y de Superfície

FPc - Factor pérdida de carga en tuberías de PVC (Valores en %)

DC Ø Comercial (pulg.)	3/4"	1"	1 ¼"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
DN Ø Nominal (mm)	20	25	32	40	50	65	75	100	125	150	200	250	300
DE Ø Externo (mm)	25	32	40	50	60	75	85	110	125	170	222	274	326
Caudal (m^3/h)	Factor pérdida de carga en 100 metros de tuberías en PVC nuevas												
0,5	1,2	0,4	0,1										
1,0	4,0	1,2	0,4	0,1	0,1								
1,5	8,2	2,5	0,8	0,3	0,1								
2,0	13,5	4,1	1,3	0,5	0,2	0,1							
2,5	20,0	6,0	2,0	0,7	0,3	0,1	0,1						
3,0	27,5	8,3	2,7	0,9	0,4	0,1	0,1						
3,5	36,0	10,8	3,5	1,2	0,5	0,2	0,1						
4,0	45,4	13,7	4,5	1,5	0,6	0,2	0,1						
4,5	55,8	16,8	5,5	1,9	0,8	0,3	0,1						
5,0	67,1	20,3	6,6	2,3	0,9	0,3	0,2	0,1					
5,5	79,3	23,9	7,8	2,7	1,1	0,4	0,2	0,1					
6,0	92,4	27,9	9,1	3,1	1,3	0,4	0,2	0,1					
6,5		32,1	10,4	3,6	1,4	0,5	0,3	0,1					
7,0		36,5	11,9	4,1	1,6	0,6	0,3	0,1					
7,5		41,2	13,4	4,6	1,9	0,6	0,4	0,1					
8,0		46,1	15,0	5,2	2,1	0,7	0,4	0,1					
8,5		51,3	16,7	5,8	2,3	0,8	0,4	0,1					
9,0		56,6	18,5	6,4	2,6	0,9	0,5	0,1					
9,5		62,3	20,3	7,0	2,8	1,0	0,5	0,2	0,1				
10,0		68,1	22,2	7,7	3,1	1,1	0,6	0,2	0,1				
12,0		93,7	30,5	10,6	4,2	1,5	0,8	0,2	0,1				
14,0			40,0	13,9	5,5	1,9	1,1	0,3	0,1				
16,0			50,5	17,5	7,0	2,4	1,3	0,4	0,1				
18,0			62,1	21,5	8,6	3,0	1,6	0,5	0,2	0,1			
20,0			74,7	25,9	10,3	3,6	2,0	0,6	0,2	0,1			
25,0				38,2	15,2	5,3	2,9	0,9	0,3	0,1			
30,0				52,6	21,0	7,3	4,0	1,2	0,4	0,1			
35,0				68,9	27,5	9,6	5,3	1,6	0,5	0,2	0,1		
40,0				87,0	34,7	12,1	6,7	2,0	0,6	0,2	0,1		
45,0					42,6	14,9	8,2	2,4	0,8	0,3	0,1		
50,0					51,3	18,0	9,8	2,9	0,9	0,3	0,1		
55,0					60,6	21,2	11,6	3,4	1,1	0,4	0,1		
60,0					70,5	24,7	13,5	4,0	1,3	0,5	0,1		
65,0					81,1	28,4	15,6	4,6	1,5	0,5	0,2	0,1	
70,0					92,4	32,4	17,7	5,2	1,7	0,6	0,2	0,1	
75,0						36,5	20,0	5,9	1,9	0,7	0,2	0,1	
80,0						40,9	22,4	6,6		0,8	0,2	0,1	
85,0						45,4	24,9	7,3	2,4	0,9	0,2	0,1	
90,0						50,2	27,5	8,1	2,6	1,0	0,3	0,1	
95,0						55,2	30,2	8,9	2,9	1,1	0,3	0,1	
100,0						60,4	33,1	9,7	3,2	1,2	0,3	0,1	0,1
120,0						83,1	45,5	13,4	4,3	1,6	0,4	0,2	0,1
150,0							67,2	19,8	6,4	2,4	0,7	0,2	0,1
200,0								32,7	10,6	3,9	1,1	0,4	0,2
250,0								48,4	15,7	5,8	1,6	0,6	0,3
300,0								66,6	21,6	7,9	2,2	0,8	0,4
350,0								87,2	28,2	10,4	2,9	1,1	0,5
400,0									35,7	13,1	3,7	1,4	0,6
450,0									43,8	16,2	4,5	1,7	0,7
500,0									52,7	19,4	5,4	2,0	0,9
600,0									72,5	26,7	7,5	2,8	1,2
700,0									95,0	35,0	9,8	3,6	1,6
800,0										44,2	12,4	4,6	2,0

NOTAS:

1. Cálculo basado en la ecuación de "Flamant". Los valores presentados son resultado de cálculos donde los diámetros internos se extrajeron de las normas ABNT NBR 5648 y ABNT NBR 7665/2007;
2. Considerar que la presión nominal para tubos de PVC es de 75 m.c.a. Para presiones por encima de este valor, se recomienda utilizar tubos de hierro fundido o galvanizados;
3. Evite utilizar los valores debajo de la línea resaltada para no ocasionar exceso de pérdidas de carga, principalmente en la tubería de succión, donde la velocidad máxima del líquido debe ser inferior a 3m / s.

FPc - Factor Pérdida de carga en tuberías de metal (Valores en %)

DC Ø Comercial (pulg.)	3/4"	1"	1 ¼"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
DN Ø Nominal (mm)	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
DE Ø Externo (mm)	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	165,1	219,1	273	323,8
Caudal (m^3/h)	Factor pérdida de carga en 100 metros de tuberias de metal nuevas												
0,5	1,3	0,4	0,1										
1,0	4,8	1,6	0,4	0,2	0,1								
1,5	10,1	3,4	0,9	0,4	0,1								
2,0	17,2	5,8	1,5	0,7	0,2	0,1							
2,5	26,1	8,8	2,3	1,1	0,3	0,1							
3,0	36,5	12,3	3,2	1,5	0,5	0,1	0,1						
3,5	48,5	16,4	4,2	2,0	0,6	0,2	0,1						
4,0	62,2	21,0	5,4	2,6	0,8	0,2	0,1	0,1					
4,5	77,3	26,1	6,7	3,2	1,0	0,3	0,1	0,1					
5,0	93,9	31,7	8,1	3,9	1,2	0,3	0,2	0,1					
5,5		37,8	9,7	4,6	1,4	0,4	0,2	0,1					
6,0		44,4	11,4	5,4	1,7	0,5	0,2	0,1					
6,5		51,5	13,2	6,3	2,0	0,5	0,2	0,1					
7,0		59,0	15,1	7,2	2,3	0,6	0,3	0,1					
7,5		67,1	17,2	8,2	2,6	0,7	0,3	0,2					
8,0		75,6	19,4	9,2	2,9	0,8	0,4	0,2					
8,5		84,5	21,7	10,3	3,2	0,9	0,4	0,2					
9,0		94,0	24,1	11,4	3,6	1,0	0,4	0,2					
9,5			26,7	12,7	4,0	1,1	0,5	0,3					
10,0			29,3	13,9	4,4	1,2	0,5	0,3	0,1				
12,0			41,1	19,5	6,1	1,7	0,8	0,4	0,1				
14,0			54,6	25,9	8,1	2,3	1,0	0,5	0,1				
16,0			69,9	33,2	10,4	2,9	1,3	0,7	0,1	0,1			
18,0			86,9	41,3	12,9	3,6	1,6	0,8	0,2	0,1			
20,0				50,2	15,7	4,4	2,0	1,0	0,2	0,1			
25,0				75,8	23,7	6,6	3,0	1,5	0,3	0,1			
30,0					33,3	9,3	4,2	2,1	0,4	0,2			
35,0					44,2	12,4	5,5	2,8	0,5	0,2	0,1		
40,0					56,6	15,8	7,1	3,6	0,7	0,3	0,1		
45,0					70,4	19,7	8,8	4,4	0,9	0,4	0,1		
50,0					85,6	23,9	10,7	5,4	1,1	0,5	0,1		
55,0						28,5	12,8	6,4	1,3	0,5	0,1		
60,0						33,5	15,0	7,6	1,5	0,6	0,2		
65,0						38,9	17,4	8,8	1,7	0,7	0,2	0,1	
70,0						44,6	20,0	10,1	2,0	0,8	0,2	0,1	
75,0						50,6	22,7	11,4	2,2	1,0	0,2	0,1	
80,0						57,0	25,6	12,9	2,5	1,1	0,3	0,1	
85,0						63,8	28,6	14,4	2,8	1,2	0,3	0,1	
90,0						70,9	31,8	16,0	3,1	1,3	0,3	0,1	
95,0						78,4	35,1	17,7	3,5	1,5	0,4	0,1	
100,0						86,2	38,6	19,5	3,8	1,6	0,4	0,1	0,1
120,0							54,1	27,3	5,3	2,3	0,6	0,2	0,1
150,0							81,8	41,2	8,1	3,4	0,9	0,3	0,1
200,0								70,2	13,7	5,8	1,5	0,5	0,2
250,0									20,7	8,8	2,2	0,7	0,3
300,0									29,0	12,4	3,1	1,0	0,4
350,0									38,6	16,5	4,1	1,3	0,6
400,0									49,4	21,1	5,2	1,7	0,7
450,0									61,5	26,2	6,5	2,1	0,9
500,0									74,7	31,9	7,9	2,6	1,1
600,0										44,6	11,1	3,6	1,5
700,0										59,4	14,8	4,8	2,0
800,0										76,0	18,9	6,1	2,6

NOTAS:

1. Cálculo basado en la ecuación de "Hazen-Willians". Los valores presentados son resultado de cálculos donde los diámetros internos de 3/4" hasta 6" se extrajeron de las normas ABNT NBR 5580 y de 8" a 12" se utilizó una tubería de Schedule 20 referenciada a la norma ABNT NBR 5590;
2. En caso de tubos galvanizados o de hierro fundido, se debe añadir un 3% a los valores de las pérdidas para cada año de uso de la tubería;
3. Evite utilizar los valores debajo de la línea resaltada para no ocasionar exceso de pérdidas de carga, principalmente en la tubería de succión, donde la velocidad máxima del líquido debe ser inferior a 3m / s.

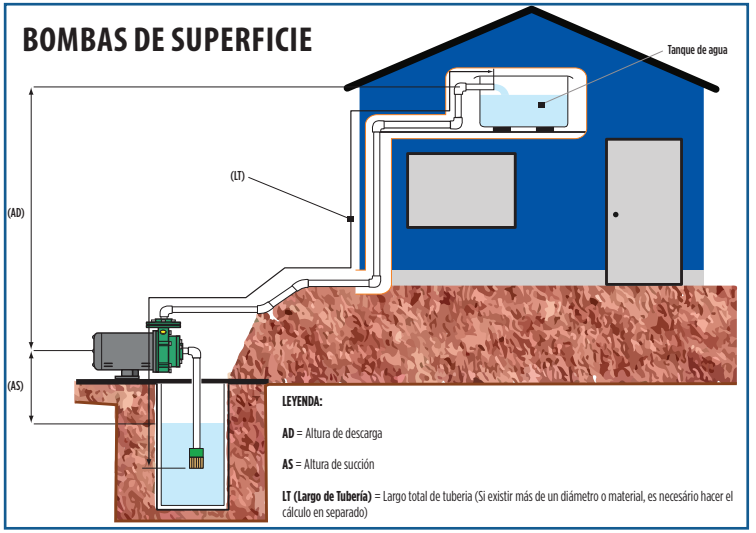
Longitudes Equivalentes en Conexiones

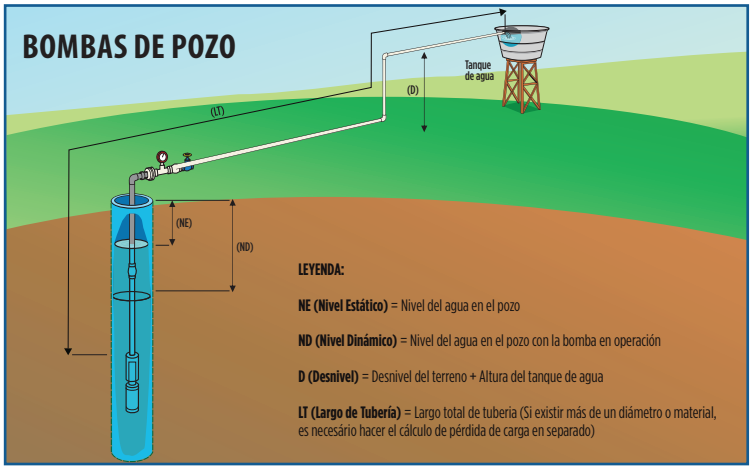
CONEXIÓN	Material	Diámetro nominal X Equivalencia en metros de canalización								
		3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
Curva 90º	PVC	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9
	Metal	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,3	1,6	2,1
Curva 45º	PVC	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
	Metal	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9
Codo 90º	PVC	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	4,9
	Metal	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	3,4	4,2
Codo 45º	PVC	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,5
	Metal	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,9
Te - Pasaje directo	PVC	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,3
	Metal	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	2,7
Te - Doble salida	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4
Unión	PVC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2	0,25
	Metal	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04
Salida directa por tubería	PVC	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,9
	Metal	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0
Acople de redución (*)	PVC	0,3	0,2	0,15	0,4	0,7	0,8	0,85	0,95	1,2
	Aço	0,29	0,16	0,12	0,38	0,64	0,71	0,78	0,9	1,07
Valvula de bola	PVC	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1
	Metal	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9
Valvula de globo	Metal	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0	43,0
Valvula enangulo	Metal	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0
Valvula de pie con filtro	PVC	9,5	13,3	15,3	18,3	23,7	25,0	26,8	28,8	37,4
	Metal	5,6	7,3	10,0	11,6	14,0	17,0	22,0	23,0	30,0
Válvula de Retención – Horizontal	Metal	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	6,4	10,4
Válvula de Retención – Vertical	Metal	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7	12,9	16,1

NOTA: Los valores están de acuerdo con la norma NBR 5626/82 y la Tabla de Perdida de Carga de "Tigre" en PVC, y NBR 92/80 y Tabla de Perdida de Carga "Tupy" para fierro fundido galvanizado.

Sugerencia de Diametro de Tubería por Caudal

Entrada - Succión										
Caudal (m^3/h)		0 a 1,5	1,5 a 3,5	3,5 a 6,5	6,5 a 8,5	8,5 a 16	16 a 25	25 a 35	35 a 65	65 a 120
Diámetro	Pulgadas	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5
	Milimetros	25	32	40	50	60	75	85	110	140
Salida - Descarga										
Caudal (m^3/h)		0 a 1,5	1,5 a 3,5	3,5 a 6,5	6,5 a 12	12 a 20	20 a 35	35 a 50	50 a 100	100 a 200
Diámetro	Pulgadas	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5
	Milimetros	25	32	40	50	60	75	85	110	140





Calculo de la Pérdida de Carga (PC)

PC = LT x FPc (%)

Nota: Seleccione FPc (Factor Pérdida de Carga) en la tabla de acuerdo con el material, diámetro de la tubería y el caudal del sistema

Calculo de Carga Dinámica Total (CDT)

CDT = (ND + D + PC) + 5% (Para bombas de pozo)

CDT = (AS + AD + PC) + 5% (Para bombas de superficie)

Estimación del Consumo Diario

Edificación	Consumo por día	Edificación	Consumo por día
Apartamentos	200 litros/persona	Lavandería	30 litros/kg ropa seca
Clinicas	25 litros/persona	Mercado	5 litros/m^2 de área
Cines	2 litros/lugar	Matadero - animales pequeños	150 litros/cabeza
Guardería infantil	50 litros/persona	Matadero - animales grandes	300 litros/cabeza
Caballerizas	100 litros/caballo	Orfanato	150 litros/pessoa
Escuelas/Colegios	50 litros/persona	Cuartel	150 litros/soldado
Edificios públicos o comerciales	50 a 80 litros/persona	Restaurantes	25 litros/comida
Oficinas	50 a 80 litros/persona	Residencia popular o rural	120 a 150 litros/persona
Taller mecánico	100 litros/automóvil	Residencia urbana	200 litros/persona
Gimnasios/Estadios deportivos	4 litros/lugar	Teatros	2 litros/persona
Hoteles con cocinas y lavanderias	250 a 350 litros/huésped	Jardines	1,5 litro/m^2 de área

FUENTE: MACINTYRE, A. J. Bombas e Instalações de Bombeamento. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1987.

Factor de Múltiples Salidas para Ajustar las Perdidas de Carga en las Líneas Laterales

Nº Salidas	F	Nº Salidas	F	Nº Salidas	F	Nº Salidas	F
1	1,000	9	0,408	17	0,375	30	0,362
2	0,639	10	0,398	18	0,373	35	0,359
3	0,534	11	0,396	19	0,372	40	0,357
4	0,485	12	0,393	20	0,370	50	0,355
5	0,457	13	0,390	22	0,368	51 a 100	0,350
6	0,438	14	0,387	24	0,366	101 a 250	0,348
7	0,425	15	0,385	26	0,364	251 a 500	0,345
8	0,416	16	0,382	28	0,362		

Formula para Calculo de la Potencia

$$P = \frac{Q \times H \times 0{,}37}{\eta}$$

Nota:
P = potencia en HP
Q = caudal en m^3/h
H = carga dinámica en metros
0,37 = constante
n = rendimiento esperado por la electrobomba en porcentaje (%)

Formulas para Corrección de la Rotación de Poleas

Ø polea de la bomba= $\dfrac{\text{rpm motor x Ø polia motor}}{\text{rpm da motobomba}}$

Nº de correas= $\dfrac{\text{potência del motor (hp)}}{\text{5,5 cv (*)}}$

(*) Indice para correas en "V", perfil "B" y la rotación del motor debe estar entre 1480 hasta 2550 rpm.

Velocidad lineal= π x Ø nominal x rpm del motor

Onde:
π = 3,1416 (constante)
Ø nominal = diámetro externo - 0,0125 (m)
rpm motor = rotaciones por minuto del motor

Importante: La velocidad lineal no puede exceder 15900 m/min

Formulas para la Modificación del Diámetro del Impulsor

Caudal= $Q1 = Qo \times \frac{D1}{Do}$

Carga Dinámica= $H1 = Ho \times \left[\frac{D1}{Do}\right]^2$

Potencia= $N1 = No \times \left[\frac{D1}{Do}\right]^3$

Onde:
Qo= Caudal inicial en m^3/h; Q1= Caudal final en m^3/h;
Ho= Carga inicial en metros; H1= Carga final en metros;
No= Potencia inicial en HP; N1= Potencia final en HP;
Do= Diámetro original en mm; D1= Diámetro cambiado en mm.

Formula para Calculo del NPSH

Condición: NPSHd > NPSHr + 0,6 m.c.a.

Nota:
NPSHd = NPSH disponible en la ubicación (calculado)
NPSHr = NPSH requerido por la bomba (dato del fabricante)

NPSHd = Ho - Hv - PCs ± AS

Nota:
Ho = Presión atmosférica
Hv = Presión de vapor del agua
PCs = Perdida de carga en la succión
AS = Altura de la succión

Datos de la Pressión Atmosférica Según la Altitud

Altitud sobre el nivel del mar (m)	0	150	300	450	600	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000
Presión Atmosférica (m)	10,33	10,16	9,98	9,79	9,58	9,35	9,12	8,83	8,64	8,08	7,6	7,1

Presión de Vapor del Agua Según la Temperatura

Temperatura del Agua (C°)	0	4	10	20	30	40	50	60	80	100
Presión de Vapor del Agua (m)	0,062	0,083	0,125	0,239	0,433	0,753	1,258	2,033	4,831	10,33