

Laboratorio y Escuela Móvil de Irrigación

INSTRUCTIVO R-011.3

AFORO DE POZOS DE AGUA SUBTERRANEA

Instructivo R-011.3

AFORO DE POZOS DE AGUA SUBTERRANEA

1- **Objetivo:** dar una metodología para medir caudales en perforaciones de agua subterránea. La misma se realizará con una regla especial

2- Alternativas

2.1- Pozo surgente con salida vertical

2.2- Pozo con salida horizontal

2.1- Pozo surgente con salida vertical

En base a la Figura 1, se determina la altura máxima que alcanza el caño, medido desde su salida. Se mide el diámetro interior del caño (en centímetros ó pulgadas) y luego se emplea la Tabla 1 para pasar de centímetros a pulgadas y/o las Tablas 2 o 3 para calcular el caudal, expresado en litros/minuto y metros cúbicos por hora respectivamente.

Para distintas dimensiones de caños y distintas alturas de agua, que no se hallan en las tablas, úsese la formula:

$$Q(\text{l/min})= 13,49 * C * d^2 * \sqrt{h}$$

Donde:

C=Coeficiente variable de 0,87 a 0,97 por caños de 2 a 4 pulgadas de diámetro y alturas de 15 hasta 60 cm

d= Diámetro interior del caño, en pulgadas

h= Altura del agua, en centímetros

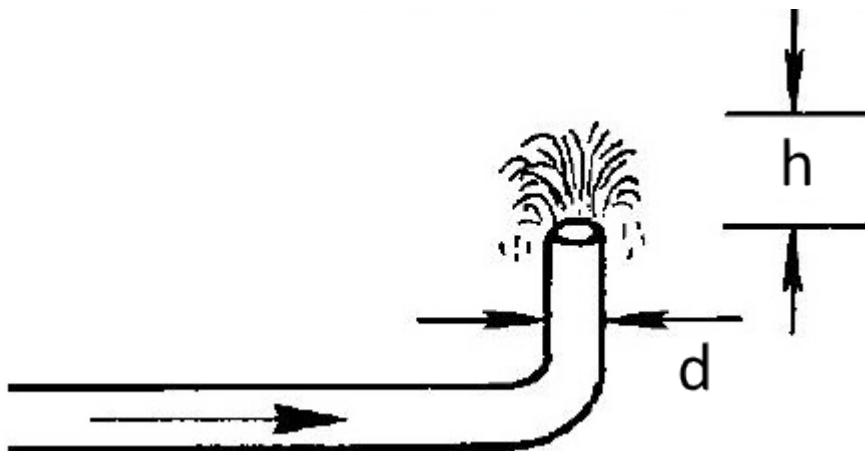


Fig. 1- Aforo de un caño de salida vertical

Tabla 1- Conversión de cm a pulgadas

Centímetros	Pulgadas
5	2
7,5	3
10	4
12,5	5
15	6
17,5	7
20	8
25	10
30	12

Tabla 2- Caudal en l/min de acuerdo al diámetro interno del pozo
Tabla de Cálculo de caudales en pozos surgentes (tubería vertical) en litros por minuto

h (cm)	Diámetro del caño (pulgadas)								
	2	3	4	5	6	7	8	10	12
7	127	277	487	790	1125	1540	2055	3440	4471
8	136	301	527	843	1210	1660	2220	3690	4780
9	145	325	567	895	1300	1775	2380	3930	5070
10	153	346	602	947	1385	1885	2550	4180	5344
11	163	364	636	1000	1470	1995	2710	4420	5605
12	172	381	668	1050	1540	2105	2855	4670	5854
13	180	398	698	1095	1610	2205	3000	4900	6093
14	188	415	727	1140	1680	2295	3130	5110	6324
15	195	432	758	1185	1750	2390	3270	5320	6545
16	202	449	784	1230	1820	2480	3390	5500	6760
17	209	465	810	1273	1885	2570	3505	5670	6968
18	216	480	835	1315	1945	2650	3615	5830	7170
19	223	494	860	1353	2000	2735	3730	5990	7367
20	229	507	885	1390	2055	2820	3840	6160	7558
22	241	534	930	1465	2165	2970	4055	6460	7927
24	253	560	973	1535	2275	3115	4245	6750	8279
26	264	586	1016	1602	2380	3255	4430	7020	8617
28	275	610	1059	1668	2470	3375	4605	7280	8943
30	285	634	1102	1734	2565	3500	4780	7540	9257
35	311	690	1196	1883	2780	3805	5180	8140	9998
40	334	739	1284	2026	2985	4090	5520	8710	10689
45	356	785	1366	2160	3175	4350	5855	9240	11337
50	378	820	1448	2278	3340	4600	6175	9760	11950
60	415	913	1590	2497	3665	5050	6760	10660	13091
70	449	989	1722	2700	3965	5450	7290	11520	14140
80	482	1062	1847	2895	4245	5835	7780	12320	15116
90	514	1134	1964	3083	4500	6205	8240	13060	16033
100	544	1194	2068	3247	4760	6550	8705	13810	16900

Tabla 3- Caudal en m³/h de acuerdo al diámetro interno del pozo
Tabla de Cálculo de caudales en pozos surgentes (tubería vertical) en metros cúbicos por hora

h (cm)	Diámetro del caño (pulgadas)								
	2	3	4	5	6	7	8	10	12
7	7,62	16,62	29,22	47,40	67,50	92,40	123,30	206,40	268,28
8	8,16	18,06	31,62	50,58	72,60	99,60	133,20	221,40	286,81
9	8,7	19,50	34,02	53,70	78,00	106,50	142,80	235,80	304,20
10	9,18	20,76	36,12	56,82	83,10	113,10	153,00	250,80	320,66
11	9,78	21,84	38,16	60,00	88,20	119,70	162,60	265,20	336,31
12	10,32	22,86	40,08	63,00	92,40	126,30	171,30	280,20	351,27
13	10,8	23,88	41,88	65,70	96,60	132,30	180,00	294,00	365,61
14	11,28	24,90	43,62	68,40	100,80	137,70	187,80	306,60	379,41
15	11,7	25,92	45,48	71,10	105,00	143,40	196,20	319,20	392,73
16	12,12	26,94	47,04	73,80	109,20	148,80	203,40	330,00	405,61
17	12,54	27,90	48,60	76,38	113,10	154,20	210,30	340,20	418,09
18	12,96	28,80	50,10	78,90	116,70	159,00	216,90	349,80	430,21
19	13,38	29,64	51,60	81,18	120,00	164,10	223,80	359,40	442,00
20	13,74	30,42	53,10	83,40	123,30	169,20	230,40	369,60	453,48
22	14,46	32,04	55,80	87,90	129,90	178,20	243,30	387,60	475,62
24	15,18	33,60	58,38	92,10	136,50	186,90	254,70	405,00	496,76
26	15,84	35,16	60,96	96,12	142,80	195,30	265,80	421,20	517,05
28	16,5	36,60	63,54	100,08	148,20	202,50	276,30	436,80	536,57
30	17,1	38,04	66,12	104,04	153,90	210,00	286,80	452,40	555,40
35	18,66	41,40	71,76	112,98	166,80	228,30	310,80	488,40	599,90
40	20,04	44,34	77,04	121,56	179,10	245,40	331,20	522,60	641,32
45	21,36	47,10	81,96	129,60	190,50	261,00	351,30	554,40	680,22
50	22,68	49,20	86,88	136,68	200,40	276,00	370,50	585,60	717,02
60	24,9	54,78	95,40	149,82	219,90	303,00	405,60	639,60	785,45
70	26,94	59,34	103,32	162,00	237,90	327,00	437,40	691,20	848,39
80	28,92	63,72	110,82	173,70	254,70	350,10	466,80	739,20	906,96
90	30,84	68,04	117,84	184,98	270,00	372,30	494,40	783,60	961,98
100	32,64	71,64	124,08	194,82	285,60	393,00	522,30	828,60	1014,02

2.2- Pozo con caño horizontal e inclinado

Para determinar en forma aproximada el caudal que sale de un caño en posición horizontal o inclinado, se empleará una regla especial que tiene una plomada de exactamente 31 cm de longitud (Fig. 2). Dicha vara se coloca cuidadosamente sobre el caño en la parte superior del mismo hasta que la plomada toque el agua. A continuación se determina la distancia (en centímetros) “a” de la vara y luego se emplea la Tabla 4, donde en la primer columna se tiene el diámetro interno del caño y en la segunda columna hay una constante “K” que multiplicada por “a” en cm dará como resultado el caudal en litros/minuto.

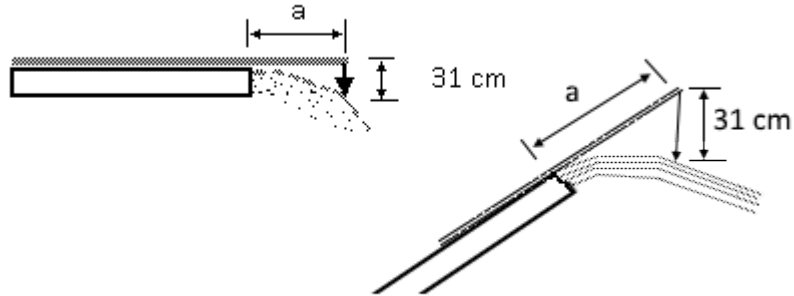


Fig. 2- Determinación de caudal en caño horizontal e inclinado

Diam. Int. (")	K	Diam. Int. (")	K	Diam. Int. (")	K
2"	4,92	6"	43,81	10"	121,75
2 1/4"	6,11	6 1/4"	47,54	10 1/4"	128,00
2 1/2"	7,60	6 1/2"	51,41	10 1/2"	134,26
2 3/4"	9,24	6 3/4"	55,43	10 3/4"	140,67
3"	10,88	7"	59,61	11"	147,38
3 1/4"	12,82	7 1/4"	63,93	11 1/4"	153,49
3 1/2"	14,90	7 1/2"	68,40	11 1/2"	160,94
3 3/4"	17,14	7 3/4"	73,02	11 3/4"	168,39
4"	19,52	8"	77,94	12"	175,84
4 1/4"	21,91	8 1/4"	82,85	12 1/4"	190,74
4 1/2"	24,59	8 1/2"	87,92	13"	205,64
4 3/4"	27,42	8 3/4"	93,13	13 1/2"	222,03
5"	30,40	9"	98,65	14"	238,43
5 1/4"	33,53	9 1/4"	104,16	14 1/2"	256,31
5 1/2"	36,81	9 1/2"	109,82	15"	274,19
5 3/4"	40,23	9 3/4"	115,79	16"	311,44

Tabla 4- Diámetros internos del caño y Valores de "K"

Ejemplo: para un caño de 8" y una distancia de 52 cm. El valor de "K" es de 77,94, que multiplicado por la distancia 52 cm nos da un caudal de 4.053 l/minuto.

2.3- Pozo con caño horizontal y que no fluya lleno

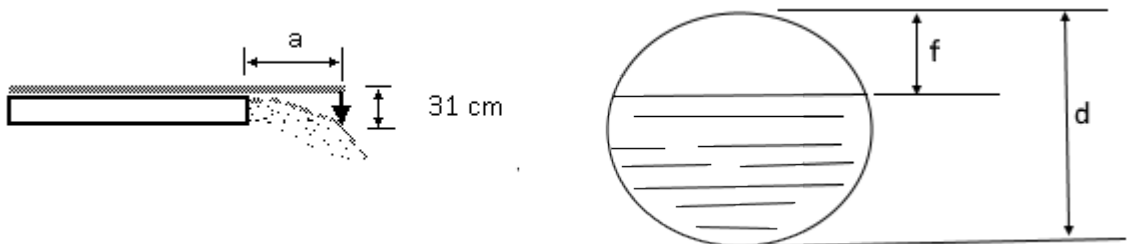


Fig. 3- Caño horizontal y semilleno

En este caso (Fig. 3) se procede primero como si el caño fluyera lleno. A continuación se mide en centímetros la altura que no está llena (valor de “f” en Fig. 3) y también se mide el diámetro externo del caño, que será “d”, se divide “f” sobre “d” y se obtiene el porcentaje libre. Con dicho valor se va a la Tabla 5 y da un factor de corrección, que multiplicado por el caudal del caño como si fuera lleno (Tabla 4), dará el caudal para esta situación planteada.

%	Factor de	%	Factor de
	correccion		correccion
5	0,981	55	0,436
10	0,984	60	0,375
15	0,905	65	0,312
20	0,858	70	0,353
25	0,805	75	0,195
30	0,747	80	0,142
35	0,688	85	0,095
40	0,627	90	0,052
45	0,564	95	0,019
50	0,500	100	0,000

Tabla 5- Factor de corrección para el caño lleno

Ejemplo: En un caño de 8” se mide su porción libre (“f”) que da 6 cm, luego se tiene que 8” son 20 cm (Tabla1). Por lo tanto $6 \text{ cm} / 20 \text{ cm} = 0,3$ o sea un 30%.

Por Tabla 5 se tiene que 30% da un factor de 0,747

Ahora se calcula como si el caño fuera lleno, en el ejemplo anterior dió un caudal de 4.053 l/min, multiplicado por el factor 0,747 da un caudal de 3.028 l/min.