

T A B L A 3.-

Tamaño Nominal rejilla (diámetro de la tubería del pozo).	AREA DE ADMISION PARA LAS ABERTURAS ESCOGIDAS						
	Area abierta en pulgadas cuadradas por pié de rejilla						
	Ranura No. 10	Ranura No. 20	Ranura No. 40	Ranura No. 60	Ranura No. 80	Ranura No.100	Ranura No.150
3"	10	19	32	42	43	55	65
3 1/2"	12	22	37	49	50	64	77
4"	14	26	44	57	58	74	88
4 1/2"	16	29	49	64	66	84	100
5"	18	33	55	72	73	94	112
5-5/8"	20	36	61	79	81	104	124
6"	21	39	65	85	87	111	132
8"	28	51	87	113	116	131	160
10"	36	65	110	143	147	166	203
12"	42	77	130	170	174	180	223
14" D.E.	38	71	123	163	177	198	251
15" D.E.	39	76	132	175	190	217	268
16" D.E.	35	69	123	164	171	198	250
16" Especial	38	71	125	168	175	203	256
18" D.E.	39	78	139	186	193	224	283
18" Especial	42	79	141	189	196	227	287
20" D.E.	47	88	156	209	218	252	318
24" D.E.	46	87	158	217	266	307	389
26" D.E.	49	91	166	227	278	321	406
30" D.E.	57	108	192	268	329	379	480
36" D.E.	65	124	224	307	376	434	550

Nota: Las cifras dadas son para rejillas de "Everdur" de construcción normal.

Las áreas abiertas pueden ser ligeramente diferentes en otros casos.
(0.31).

Velocidad máxima = 0.1 pie/seg = 30 mm/seg

Una forma rápida de usar la tabla 3, consiste en multiplicar el número de pulgadas cuadradas de abertura por 0.31. Esto permite calcular el caudal que puede pasar a través de la rejilla expresado en galones por minuto por pié de rejilla, a la velocidad de entrada recomendada de 0.1 pies por, segundo. Por consiguiente, para una rejilla de 8 pulgadas, con abertura de ranura No. 60 (0.060 pulgadas) el área abierta, según la tabla 3, es de 113 pulgadas cuadradas por pié de rejilla; y su capacidad de transmitir agua es de $0.31 \times 113 = 35$ galones por minuto por pié. Diez pies de esta rejilla podrían transmitir 350 galones por minuto de agua a una velocidad de entrada de 0.1 pies por segundo.

Si podemos usar una rejilla con un área de aberturas muy grande, podemos muchas veces, reducir su diámetro a un tamaño menor que el de la tubería de revestimiento del pozo. Un ejemplo de esta práctica aparece en la figura 1, que muestra un pozo en la formación acuífera de Chicot (artesianas) en el sur de Luisiana, E. U. de A. . Se requirió una tubería de 20 pulgadas para el pozo, por demandarlo así el equipo de bombeo; pero el diámetro de la rejilla es de sólo 12 pulgadas, lográndose que la velocidad del agua a través de la rejilla sea de 0.1 pies por segundo.

Cuando es necesario colocar la bomba dentro de la rejilla, o colocarla dentro del tubo que une varias secciones de rejilla, el diámetro de la rejilla hasta la profundidad de colocación de la bomba debe seleccionarse con base en la tabla 1. Sin embargo, todos los tramos de rejilla hacia abajo del punto de colocación de

T A B L A 3

Área abierta en pulgadas cuadradas por pié de rejilla

Área abierta en pulgadas cuadradas por pié de rejilla

Diámetro de ranura (pulg.)	Área abierta (pulg.²/pié)	Diámetro de ranura (pulg.)	Área abierta (pulg.²/pié)
1/8	1.57	1/4	3.14
3/16	2.36	5/16	4.71
1/4	3.14	3/8	6.28
5/16	3.93	1/2	7.85
3/8	4.71	5/8	9.42
1/2	5.50	3/4	10.99
5/8	6.28	7/8	12.56
3/4	7.07	1	14.14
7/8	7.85	1 1/8	15.71
1	8.64	1 1/4	17.28
1 1/8	9.42	1 3/8	18.85
1 1/4	10.21	1 1/2	20.42
1 3/8	10.99	1 5/8	21.99
1 1/2	11.78	1 3/4	23.56
1 5/8	12.56	1 7/8	25.13
1 3/4	13.35	2	26.70
1 7/8	14.14	2 1/8	28.27
2	14.93	2 1/4	29.84
2 1/8	15.71	2 3/8	31.41
2 1/4	16.50	2 1/2	32.98
2 3/8	17.28	2 5/8	34.55
2 1/2	18.07	2 3/4	36.12
2 5/8	18.85	2 7/8	37.69
2 3/4	19.64	3	39.26
2 7/8	20.42	3 1/8	40.83
3	21.21	3 1/4	42.40
3 1/8	21.99	3 3/8	43.97
3 1/4	22.78	3 1/2	45.54
3 3/8	23.56	3 5/8	47.11
3 1/2	24.35	3 3/4	48.68
3 5/8	25.13	3 7/8	50.25
3 3/4	25.92	4	51.82
3 7/8	26.70	4 1/8	53.39
4	27.49	4 1/4	54.96
4 1/8	28.27	4 3/8	56.53
4 1/4	29.06	4 1/2	58.10
4 3/8	29.84	4 5/8	59.67
4 1/2	30.63	4 3/4	61.24
4 5/8	31.41	4 7/8	62.81
4 3/4	32.20	5	64.38
4 7/8	32.98	5 1/8	65.95
5	33.77	5 1/4	67.52
5 1/8	34.55	5 3/8	69.09
5 1/4	35.34	5 1/2	70.66
5 3/8	36.12	5 5/8	72.23
5 1/2	36.91	5 3/4	73.80
5 5/8	37.69	5 7/8	75.37
5 3/4	38.48	6	76.94
5 7/8	39.26	6 1/8	78.51
6	40.05	6 1/4	80.08
6 1/8	40.83	6 3/8	81.65
6 1/4	41.62	6 1/2	83.22
6 3/8	42.40	6 5/8	84.79
6 1/2	43.19	6 3/4	86.36
6 5/8	43.97	6 7/8	87.93
6 3/4	44.76	7	89.50
6 7/8	45.54	7 1/8	91.07
7	46.33	7 1/4	92.64
7 1/8	47.11	7 3/8	94.21
7 1/4	47.90	7 1/2	95.78
7 3/8	48.68	7 5/8	97.35
7 1/2	49.47	7 3/4	98.92
7 5/8	50.25	7 7/8	100.49
7 3/4	51.04	8	102.06
7 7/8	51.82	8 1/8	103.63
8	52.61	8 1/4	105.20
8 1/8	53.39	8 3/8	106.77
8 1/4	54.18	8 1/2	108.34
8 3/8	54.96	8 5/8	109.91
8 1/2	55.75	8 3/4	111.48
8 5/8	56.53	8 7/8	113.05
8 3/4	57.32	9	114.62
8 7/8	58.10	9 1/8	116.19
9	58.89	9 1/4	117.76
9 1/8	59.67	9 3/8	119.33
9 1/4	60.46	9 1/2	120.90
9 3/8	61.24	9 5/8	122.47
9 1/2	62.03	9 3/4	124.04
9 5/8	62.81	9 7/8	125.61
9 3/4	63.60	10	127.18
9 7/8	64.38	10 1/8	128.75
10	65.17	10 1/4	130.32
10 1/8	65.95	10 3/8	131.89
10 1/4	66.74	10 1/2	133.46
10 3/8	67.52	10 5/8	135.03
10 1/2	68.31	10 3/4	136.60
10 5/8	69.09	10 7/8	138.17
10 3/4	69.88	11	139.74
10 7/8	70.66	11 1/8	141.31
11	71.45	11 1/4	142.88
11 1/8	72.23	11 3/8	144.45
11 1/4	73.02	11 1/2	146.02
11 3/8	73.80	11 5/8	147.59
11 1/2	74.59	11 3/4	149.16
11 5/8	75.37	11 7/8	150.73
11 3/4	76.16	12	152.30
11 7/8	76.94	12 1/8	153.87
12	77.73	12 1/4	155.44
12 1/8	78.51	12 3/8	157.01
12 1/4	79.30	12 1/2	158.58
12 3/8	80.08	12 5/8	160.15
12 1/2	80.87	12 3/4	161.72
12 5/8	81.65	12 7/8	163.29
12 3/4	82.44	13	164.86
12 7/8	83.22	13 1/8	166.43
13	84.01	13 1/4	168.00
13 1/8	84.79	13 3/8	169.57
13 1/4	85.58	13 1/2	171.14
13 3/8	86.36	13 5/8	172.71
13 1/2	87.15	13 3/4	174.28
13 5/8	87.93	13 7/8	175.85
13 3/4	88.72	14	177.42
13 7/8	89.50	14 1/8	178.99
14	90.29	14 1/4	180.56
14 1/8	91.07	14 3/8	182.13
14 1/4	91.86	14 1/2	183.70
14 3/8	92.64	14 5/8	185.27
14 1/2	93.43	14 3/4	186.84
14 5/8	94.21	14 7/8	188.41
14 3/4	95.00	15	190.00
14 7/8	95.78	15 1/8	191.57
15	96.57	15 1/4	193.14
15 1/8	97.35	15 3/8	194.71
15 1/4	98.14	15 1/2	196.28
15 3/8	98.92	15 5/8	197.85
15 1/2	99.71	15 3/4	199.42
15 5/8	100.49	15 7/8	200.99
15 3/4	101.28	16	202.56
15 7/8	102.06	16 1/8	204.13
16	102.85	16 1/4	205.70
16 1/8	103.63	16 3/8	207.27
16 1/4	104.42	16 1/2	208.84
16 3/8	105.20	16 5/8	210.41
16 1/2	106.00	16 3/4	211.98
16 5/8	106.78	16 7/8	213.55
16 3/4	107.57	17	215.12
16 7/8	108.35	17 1/8	216.69
17	109.14	17 1/4	218.26
17 1/8	110.00	17 3/8	219.83
17 1/4	110.78	17 1/2	221.40
17 3/8	111.57	17 5/8	222.97
17 1/2	112.35	17 3/4	224.54
17 5/8	113.14	17 7/8	226.11
17 3/4	113.92	18	227.68
17 7/8	114.71	18 1/8	229.25
18	115.50	18 1/4	230.82
18 1/8	116.28	18 3/8	232.39
18 1/4	117.07	18 1/2	233.96
18 3/8	117.85	18 5/8	235.53
18 1/2	118.64	18 3/4	237.10
18 5/8	119.42	18 7/8	238.67
18 3/4	120.21	19	240.24
18 7/8	121.00	19 1/8	241.81
19	121.78	19 1/4	243.38
19 1/8	122.57	19 3/8	244.95
19 1/4	123.35	19 1/2	246.52
19 3/8	124.14	19 5/8	248.09
19 1/2	124.92	19 3/4	249.66
19 5/8	125.71	19 7/8	251.23
19 3/4	126.50	20	252.80
19 7/8	127.28	20 1/8	254.37
20	128.07	20 1/4	255.94
20 1/8	128.85	20 3/8	257.51
20 1/4	129.64	20 1/2	259.08
20 3/8	130.42	20 5/8	260.65
20 1/2	131.21	20 3/4	262.22
20 5/8	132.00	20 7/8	263.79
20 3/4	132.78	21	265.36
20 7/8	133.57	21 1/8	266.93
21	134.35	21 1/4	268.50
21 1/8	135.14	21 3/8	270.07
21 1/4	135.92	21 1/2	271.64
21 3/8	136.71	21 5/8	273.21
21 1/2	137.50	21 3/4	274.78
21 5/8	138.28	21 7/8	276.35
21 3/4	139.07	22	277.92
21 7/8	139.85	22 1/8	279.49
22	140.64	22 1/4	281.06
22 1/8	141.42	22 3/8	282.63
22 1/4	142.21	22 1/2	284.20
22 3/8	143.00	22 5/8	285.77
22 1/2	143.78	22 3/4	287.34
22 5/8	144.57	22 7/8	288.91
22 3/4	145.35	23	290.48
22 7/8	146.14	23 1/8	292.05
23	146.92	23 1/4	293.62
23 1/8	147.71	23 3/8	295.19
23 1/4	148.50	23 1/2	296.76
23 3/8	149.28	23 5/8	298.33
23 1/2	150.07	23 3/4	299.90
23 5/8	150.85	23 7/8	301.47
23 3/4	151.64	24	303.04
23 7/8	152.42	24 1/8	304.61
24	153.21	24 1/4	306.18
24 1/8	154.00	24 3/8	307.75
24 1/4	154.78	24 1/2	309.32
24 3/8	155.57	24 5/8	310.89
24 1/2	156.35	24 3/4	312.46
24 5/8	157.14	24 7/8	314.03
24 3/4	157.92	25	315.60
24 7/8	158.71	25 1/8	317.17
25	159.50	25 1/4	318.74
25 1/8	160.28	25 3/8	320.31
25 1/4	161.07	25 1/2	321.88
25 3/8	161.85	25 5/8	323.45
25 1/2	162.64	25 3/4	325.02
25 5/8	163.42	25 7/8	326.59
25 3/4	164.21	26	328.16
25 7/8	165.00	26 1/8	329.73
26	165.78	26 1/4	331.30
26 1/8	166.57	26 3/8	332.87
26 1/4	167.35	26 1/2	334.44
26 3/8	168.14	26 5/8	336.01
26 1/2	168.92	26 3/4	337.58
26 5/8	169.71	26 7/8	339.15
26 3/4	170.50	27	340.72
26 7/8	171.28	27 1/8	342.29
27	172.07	27 1/4	343.86
27 1/8	172.85	27 3/8	345.43
27 1/4	173.64	27 1/2	347.00
27 3/8	174.42	27 5/8	348.57
27 1/2	175.21	27 3/4	350.14
27 5/8	176.00	27 7/8	351.71
27 3/4	176.78	28	353.28
27 7/8	177.57	28 1/8	354.85
28	178.35	28 1/4	356.42
28 1/8	179.14	28 3/8	357.99
28 1/4	179.92	28 1/2	359.56
28 3/8	180.71	28 5/8	361.13
28 1/2	181.50	28 3/4	362.70
28 5/8	182.28	28 7/8	364.27
28 3/4	183.07	29	365.84
28 7/8	183.85	29 1/8	367.41
29	184.64	29 1/4	368.98
29 1/8	185.42	29 3/8	370.55
29 1/4	186.21	29 1/2	372.12
29 3/8	187.00	29 5/8	373.69
29 1/2	187.78	29 3/4	375.26
29 5/8	188.57	29 7/8	376.83
29 3/4	189.35	30	378.40
29 7/8	190.14	30 1/8	380.00
30	190.92	30 1/4	381.57
30 1/8	191.71	30 3/8	383.14
30 1/4	192.50	30 1/2	384.71
30 3/8	193.28	30 5/8	386.28
30 1/2	194.07	30 3/4	387.85
30 5/8	194.85	30 7/8	389.42
30 3/4	195.64	31	391.00
30 7/8	196.42	31 1/8	392.57
31	197.21	31 1/4	394.14
31 1/8			

la bomba pueden ser de diámetro reducido, si el diseño así lo permite. En la figura 7 se muestra un diseño efectuado siguiendo este criterio. La rejilla de 5 pulgadas acomodará la bomba sumergible, pero debajo del punto de colocación de la bomba se redujo el diámetro a dos pulgadas. Otro aspecto interesante de este diseño está en que como el diámetro era el mismo a través de toda la perforación, la sección con rejilla de dos pulgadas de diámetro se construyó con un "empaque" de grava, y la sección con rejilla de cuatro pulgadas se terminó como una sección desarrollada naturalmente.

(Selección del metal de la rejilla.-)

(Existen tres factores que gobiernan la selección del metal del cual debe ser fabricada la rejilla. Son los siguientes, en su orden de importancia:)

- (1.- Los contenidos minerales del agua subterránea.)
- (2.- La presencia de películas bacterianas.)
- (3.- La resistencia requerida por la rejilla.)

El contenido mineral del agua subterránea puede determinarse por medio de un análisis químico de rutina. Estudiando el análisis químico se puede determinar usualmente si el agua es corrosiva, incrustante, o si posee ambas características.

(Aguas Corrosivas.-)

(La falla de un pozo por corrosión se puede presentar primero en la rejilla que en la tubería, debido a que basta con la

remoción de unas pocas milésimas de pulgada en el metal de la rejilla para permitir la entrada de cantidades excesivas de arena. Por otra parte, desde un octavo hasta un cuarto de pulgada puede ser removida de la sección de la tubería de revestimiento y quedar aún suficientemente resistente para evitar la entrada al pozo de materiales o aguas indeseables. Es por esta razón que la tubería para los pozos es hecha usualmente de acero, y la rejilla de material resistente a la corrosión.

A continuación se da una lista de los indicadores de corrosión con el propósito de que el diseñador pueda apreciar de antemano las posibilidades de que se presente este fenómeno. La mayoría de estas pruebas se pueden efectuar rápida y económicamente.

1.- bajo pH - Si el pH es menor de 7.0 indica que el agua es corrosiva (un pH de 7.0 indica que el agua es neutra; arriba de 7.0 indica que el agua es alcalina, y abajo de 7.0 indica que es ácida)

2.- Oxígeno disuelto - La presencia de oxígeno disuelto - (O_2) en el agua subterránea contribuye a la corrosión. Esta prueba no se puede hacer con exactitud fácilmente. Es fácil encontrar oxígeno disuelto en el agua de los acuíferos no artesianos, poco profundos.

3.- Sulfuro de hidrógeno (H_2S) - La presencia de este gas puede ser fácilmente determinada por su olor característico a huevo podrido - Este gas puede apreciarse por su olor o sabor

habrá suficiente concentración de él para causar una corrosión severa.

4.- Sólidos disueltos totales - Si el total de material mineral disuelto en el agua subterránea excede las 1000 ppm, la capacidad de conducción eléctrica del agua es suficiente para causar corrosión grave de origen electrolítico. En tales casos es necesario instalar una rejilla de un solo metal (que sea resistente a la corrosión).

5.- Dióxido de carbono (CO₂) - Si la presencia de este gas excede de 50 ppm el agua es corrosiva.

6.- Cloruros (Cl) - Si el contenido de cloruros del agua excede las 500 ppm debe esperarse corrosión.

La combinación de cualesquiera de los factores anteriormente mencionados parece agravar la situación de tal manera, que la corrosión que ocurre cuando dos de ellos se combinan es mayor que la suma de los efectos que se esperarían si estuvieran actuando separadamente.

Aguas Incrustantes.-

Aguas incrustantes son aquellas que tienen una tendencia a depositar minerales en la superficie de la rejilla (obturando las aberturas de la rejilla) y en los poros de la formación inmediatamente adyacente a la rejilla. Los principales indicadores de incrustación son:

1.- Dureza total de carbonatos - Si la dureza total para carbonatos del agua subterránea es mayor de 300 ppm ocurre incrustación debido a la acumulación de depósitos de carbonato de calcio.

2.- Hierro total (Fe) - Si el contenido de hierro del agua subterránea es mayor de 2.0 ppm, es muy posible la aparición de incrustaciones ocasionadas por la precipitación del hierro.

3.- Manganeso total (Mn) - Si el contenido de manganeso del agua subterránea es superior a 1.0 ppm, el pH alto y hay presencia de oxígeno, seguramente se presentará incrustación debido a la precipitación del manganeso.

4.- pH - Si el pH del agua es muy superior a 7.5 es de esperar que sea de tipo incrustante.

Las rejillas a usar en aguas de tipo incrustante deben ser de material resistente a la corrosión porque los depósitos minerales deben ser removidos con el uso de agentes corrosivos tales como ácido clorhídrico o ácido muriático.

Películas Bacterianas.-

Se ha encontrado que entre las bacterias presentes en las aguas subterráneas (no perjudiciales a la salud) hay algunas que requieren la presencia de hierro y manganeso disueltos en el agua. Estas bacterias son agentes productores de unas películas de materia gelatinosa. Usualmente reciben el nombre de bacterias ferruginosas

1.- Dureza total de carbonatos - Si la dureza total para los carbonatos del agua subterránea es mayor de 300 ppm ocurre incrustación debido a la acumulación de depósitos de carbonato de calcio.

2.- Hierro total (Fe) - Si el contenido de hierro del agua subterránea es mayor de 1.0 ppm, se ve posible la aparición de incrustaciones ocasionadas por la precipitación del hierro.

3.- Manganeso total (Mn) - Si el contenido de manganeso del agua subterránea es superior a 1.0 ppm, el pH alto y la presencia de oxígeno, seguramente se presentará incrustación debido a la precipitación del manganeso.

4.- pH - Si el pH del agua es muy superior a 7.5 se debe considerar que son de tipo incrustantes.

Las rejillas a usar en aguas de tipo incrustante deben ser de material resistente a la corrosión porque los depósitos que se forman deben ser removidos con el uso de agentes corrosivos tales como ácidos clorhídrico o sulfúrico.

Se ha encontrado que entre las bacterias presentes en las aguas subterráneas (no patógenas a la salud) hay algunas que pueden la presencia de hierro y manganeso disueltos en el agua. Las bacterias son agentes productores de unas películas de materia gelatinosa. Únicamente reducen el número de bacterias ferrogénicas.

o Crenotrix, y en sus procesos vitales aparentemente oxidan y precipitan el hierro y el manganeso disueltos en el agua. Esto hace que estos minerales junto con los organismos mismos (materia gelatinosa) constituyan un material que obstruye la rejilla y los poros de la formación adyacente. Debido al efecto combinado del crecimiento de los organismos y la precipitación de minerales, una obstrucción casi completa puede ocurrir en un lapso muy corto. De tres meses a un año ha sido reportado frecuentemente como el tiempo necesario para reducir la producción de un pozo afectado por este fenómeno a un 25% o menos, de su valor original.

Un tratamiento efectivo contra este problema lo constituye el uso de cloro, el cual "quema" los organismos. Frecuentemente el tratamiento con cloro es seguido de otro con ácido clorhídrico (HCl) el cual disuelve el hierro y el manganeso precipitados, permitiendo que sean removidos de la zona que rodea al pozo. Como es bien sabido, el cloro disuelto en agua es extremadamente corrosivo; y siendo este tratamiento periódico, es necesario que la rejilla sea hecha de material resistente a la corrosión.

Requisitos de Resistencia de las Rejillas.-

Algunas veces el metal para una rejilla se escoge con base en los requisitos de resistencia. Los dos esfuerzos que más interesan al diseñar una rejilla son "esfuerzos de columna" (cuando la rejilla funciona como una columna; tal es el caso de una rejilla con una carga considerable de tubo encima de ella) "esfuerzos de presión lateral" (que determinan la resistencia de la rejilla