

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

Tabla 3  
Área abierta en pulgadas cuadradas por pié de rejilla para ranuras de diferentes anchuras y espaciamientos.

Ranura No. 100	Ranura No. 80	Ranura No. 60	Ranura No. 40	Ranura No. 30	Ranura No. 20	Ranura No. 15	Ranura No. 10
82	72	62	52	42	32	22	12
77	68	58	48	38	28	18	8
80	70	60	50	40	30	20	10
100	90	80	70	60	50	40	30
112	102	92	82	72	62	52	42
124	114	104	94	84	74	64	54
136	126	116	106	96	86	76	66
148	138	128	118	108	98	88	78
160	150	140	130	120	110	100	90
172	162	152	142	132	122	112	102
184	174	164	154	144	134	124	114
196	186	176	166	156	146	136	126
208	198	188	178	168	158	148	138
220	210	200	190	180	170	160	150
232	222	212	202	192	182	172	162
244	234	224	214	204	194	184	174
256	246	236	226	216	206	196	186
268	258	248	238	228	218	208	198
280	270	260	250	240	230	220	210
292	282	272	262	252	242	232	222
304	294	284	274	264	254	244	234
316	306	296	286	276	266	256	246
328	318	308	298	288	278	268	258
340	330	320	310	300	290	280	270
352	342	332	322	312	302	292	282
364	354	344	334	324	314	304	294
376	366	356	346	336	326	316	306
388	378	368	358	348	338	328	318
400	390	380	370	360	350	340	330
412	402	392	382	372	362	352	342
424	414	404	394	384	374	364	354
436	426	416	406	396	386	376	366
448	438	428	418	408	398	388	378
460	450	440	430	420	410	400	390
472	462	452	442	432	422	412	402
484	474	464	454	444	434	424	414
496	486	476	466	456	446	436	426
508	498	488	478	468	458	448	438
520	510	500	490	480	470	460	450
532	522	512	502	492	482	472	462
544	534	524	514	504	494	484	474
556	546	536	526	516	506	496	486
568	558	548	538	528	518	508	498
580	570	560	550	540	530	520	510
592	582	572	562	552	542	532	522
604	594	584	574	564	554	544	534
616	606	596	586	576	566	556	546
628	618	608	598	588	578	568	558
640	630	620	610	600	590	580	570
652	642	632	622	612	602	592	582
664	654	644	634	624	614	604	594
676	666	656	646	636	626	616	606
688	678	668	658	648	638	628	618
700	690	680	670	660	650	640	630
712	702	692	682	672	662	652	642
724	714	704	694	684	674	664	654
736	726	716	706	696	686	676	666
748	738	728	718	708	698	688	678
760	750	740	730	720	710	700	690
772	762	752	742	732	722	712	702
784	774	764	754	744	734	724	714
796	786	776	766	756	746	736	726
808	798	788	778	768	758	748	738
820	810	800	790	780	770	760	750
832	822	812	802	792	782	772	762
844	834	824	814	804	794	784	774
856	846	836	826	816	806	796	786
868	858	848	838	828	818	808	798
880	870	860	850	840	830	820	810
892	882	872	862	852	842	832	822
904	894	884	874	864	854	844	834
916	906	896	886	876	866	856	846
928	918	908	898	888	878	868	858
940	930	920	910	900	890	880	870
952	942	932	922	912	902	892	882
964	954	944	934	924	914	904	894
976	966	956	946	936	926	916	906
988	978	968	958	948	938	928	918
1000	990	980	970	960	950	940	930

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 ( CO<sub>2</sub> ) - 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.- Manganeseo total (Mn) - Si el contenido de manganeseo 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 manganeseo.

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 manganeseo 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 p.p.m. 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 p.p.m., 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 p.p.m., el pH bajo 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 incrustante.

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

Requisitos de Resistencia de las Rejillas.

Se ha encontrado que entre las mejores prácticas que se encuentran en las aguas subterráneas (no potabilizadas) es el caso de algunas que requieren la presencia de hierro y manganeso disueltos en el agua. Las incrustaciones son agentes productores de una película de materia gelatinosa. Usualmente reducen el número de bacterias que sobreviven.

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