



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

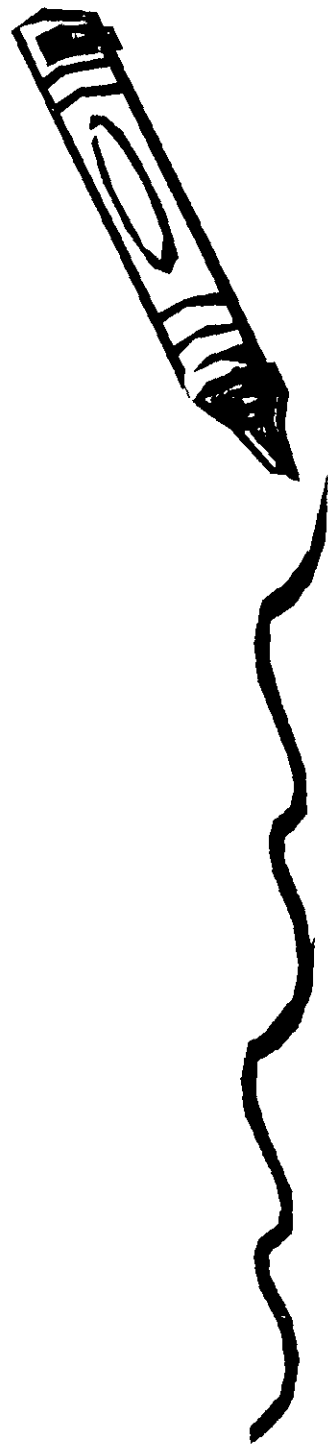
CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES HIDRÁULICAS,
SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

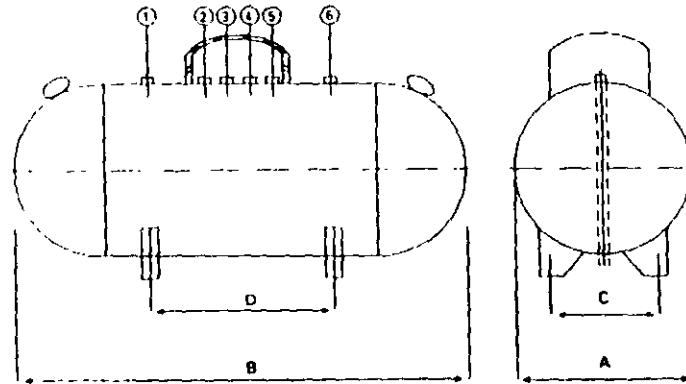
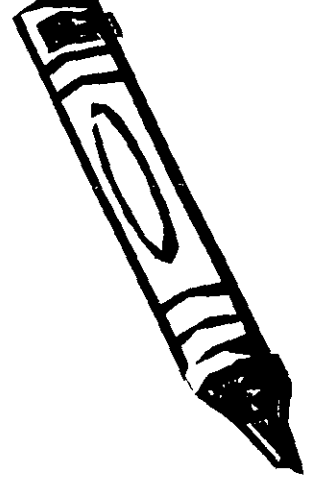
M. EN I. ENRIQUE CÉSAR VALDÉS
PALACIO DE MINERÍA
MARZO DEL 2004

Ejemplo: Cálculo del número de cilindros requeridos

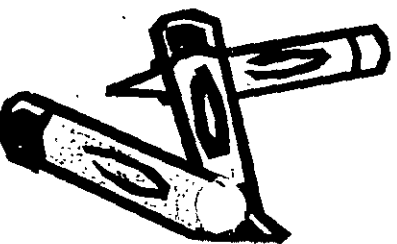
Sumando los BTU/hr de todos los aparatos = 338,000 por lo que se pueden emplear tres tanques de 20 kg ó dos tanques de 30 kg



Capacidad de Tanques de Almacenamiento

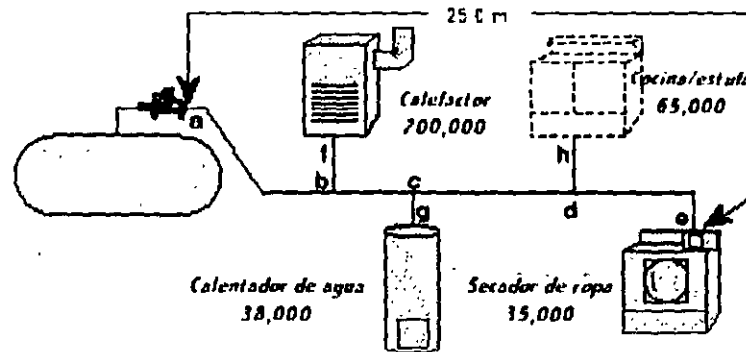


Dimensiones del Tanque en metros				Volumen			Capacidad de vaporización BTU/hr para diferentes temperaturas del aire en ° C							
A	B	C	D	Litros	Galones	Código	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
0.6	1.7	0.33	1.17	450	120	ASME	120600	163717	208280	251520	294604	337680	380755	425994
0.8	1.5	0.43	0.55	560	150	ASME	128250	174102	221492	267475	313291	359100	404907	453016
0.8	2.4	0.43	1.22	950	250	ASME	211500	287115	365267	441099	516666	592200	667742	747079
0.8	3	0.43	1.52	1200	325	ASME	270000	366530	466299	563105	659560	756000	852436	953717
0.9	3	0.42	1.52	1900	500	ASME	324000	236766	643733	685977	795006	907200	1003238	737064
1	4	0.53	1.98	3800	1000	ASME	529875	719315	915111	1105094	1294387	1483650	1672906	1871670

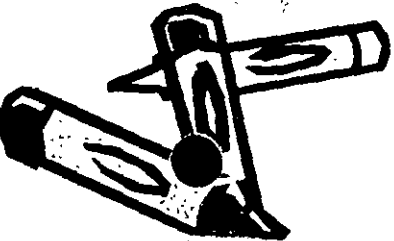


Ejemplo: Cálculo de la capacidad de un tanque de gas L.P.

Determine la capacidad del tanque para la instalación mostrada. Considere que la temperatura mínima es de 20 °C



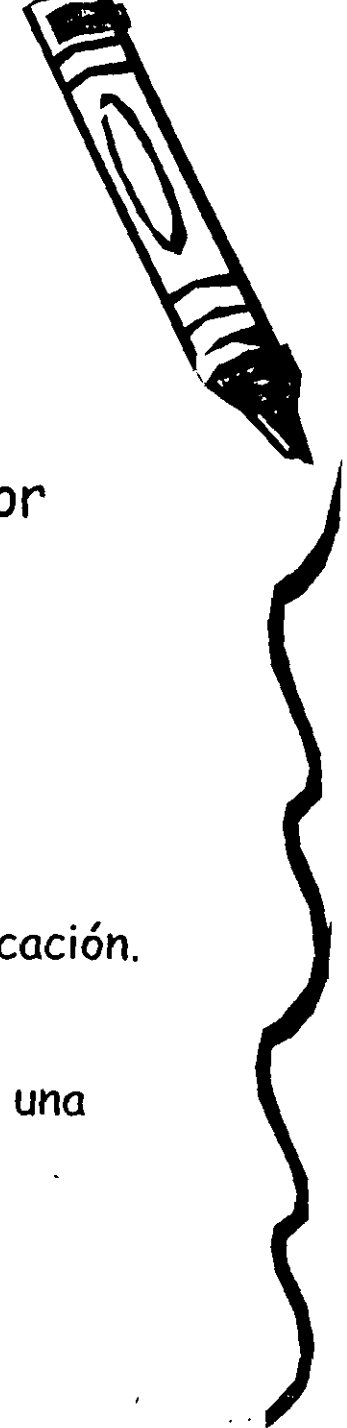
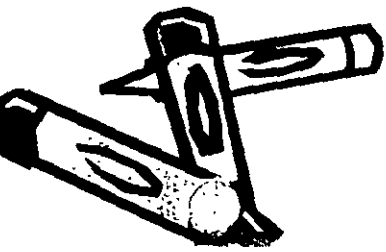
Sumando los BTU/hr de todos los aparatos = 338,000
por lo que se puede emplear un tanque de 450 litros



Purga de los tanques de gas L.P.

La importancia de la purga

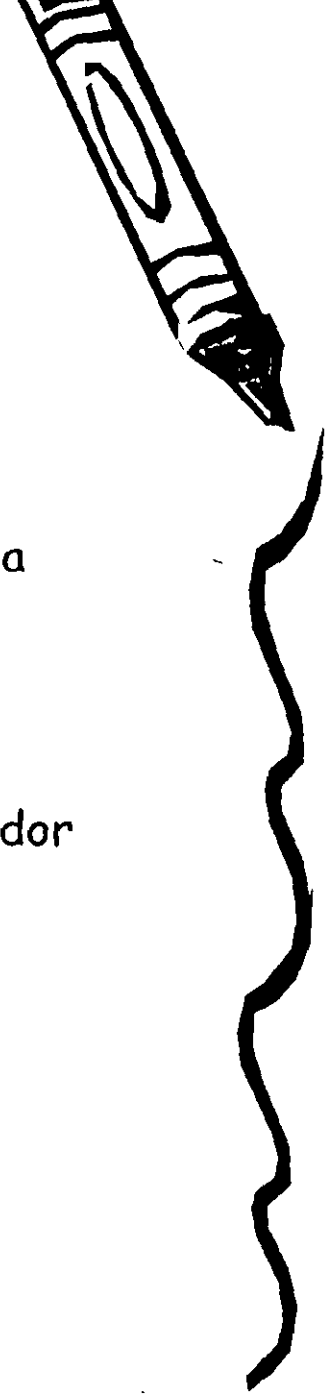
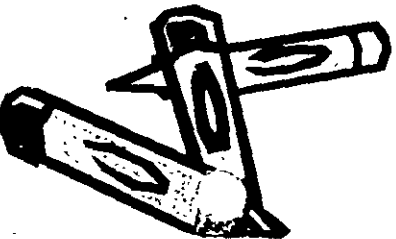
- Un paso muy importante que es generalmente pasado por alto por los distribuidores de Gas-LP es el purgar correctamente los nuevos recipientes de Gas-LP. Este importante paso mejorará la satisfacción del cliente y reducirá drásticamente las llamadas de servicio en las instalaciones nuevas. Considere lo siguiente:
 - La especificaciones de ASME y DOT requieren verificación hidrostática de los recipientes/tanques después de su fabricación. Esto se hace generalmente con *agua*.
 - Antes de cargarse con propano, el recipiente/tanque tendrá una cantidad normal de *aire*.



Determinación de tuberías de gas L.P.

Instrucciones:

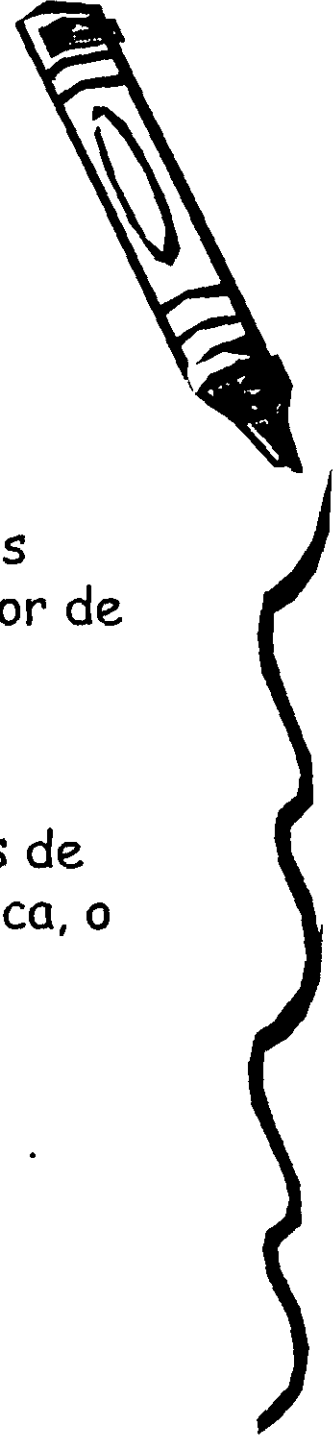
1. Determine la demanda total de gas del sistema, sumando la entrada de BTU/hora de las placas de los aparatos y agregándole la demanda apropiada para aparatos futuros.
2. Para tubería de segunda etapa, etapa única, o etapa doble integral:
 - A. Mida la longitud de la tubería requerida desde la salida del regulador hasta el aparato *más lejano*. *No se necesita ninguna otra medida para sacar las dimensiones.*
 - B. Haga un esquema sencillo del sistema de tuberías, tal como se demuestra a continuación.



Determinación de tuberías de gas L.P.

Use el siguiente método sencillo para asegurar la selección de los tamaños correctos de los tubos y tuberías para sistemas de vapor de Gas-LP.

Se consideran las tuberías entre los reguladores de primera y segunda etapa, como también tuberías de baja presión (pulgadas de columna de agua) entre reguladores de segunda etapa, etapa única, o etapa doble integral y aparatos.



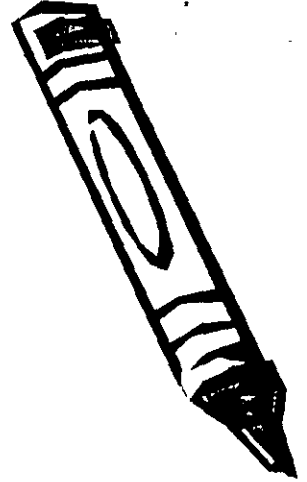
Ubicación apropiada de cilindros y tanques

De NFPA 58, Apéndice G

Las regulaciones y los decretos federales, estatales y locales se deben observar en todo momento.

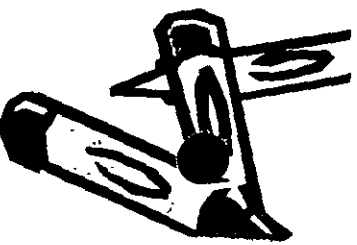
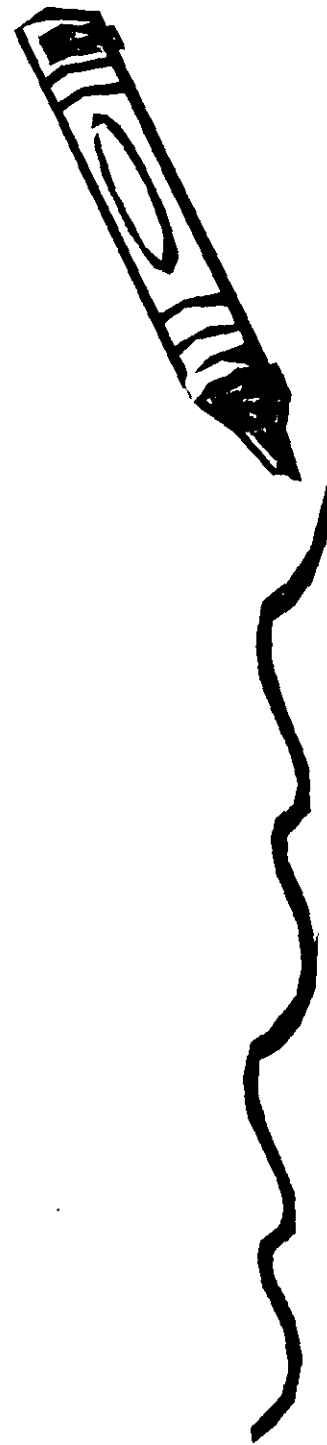
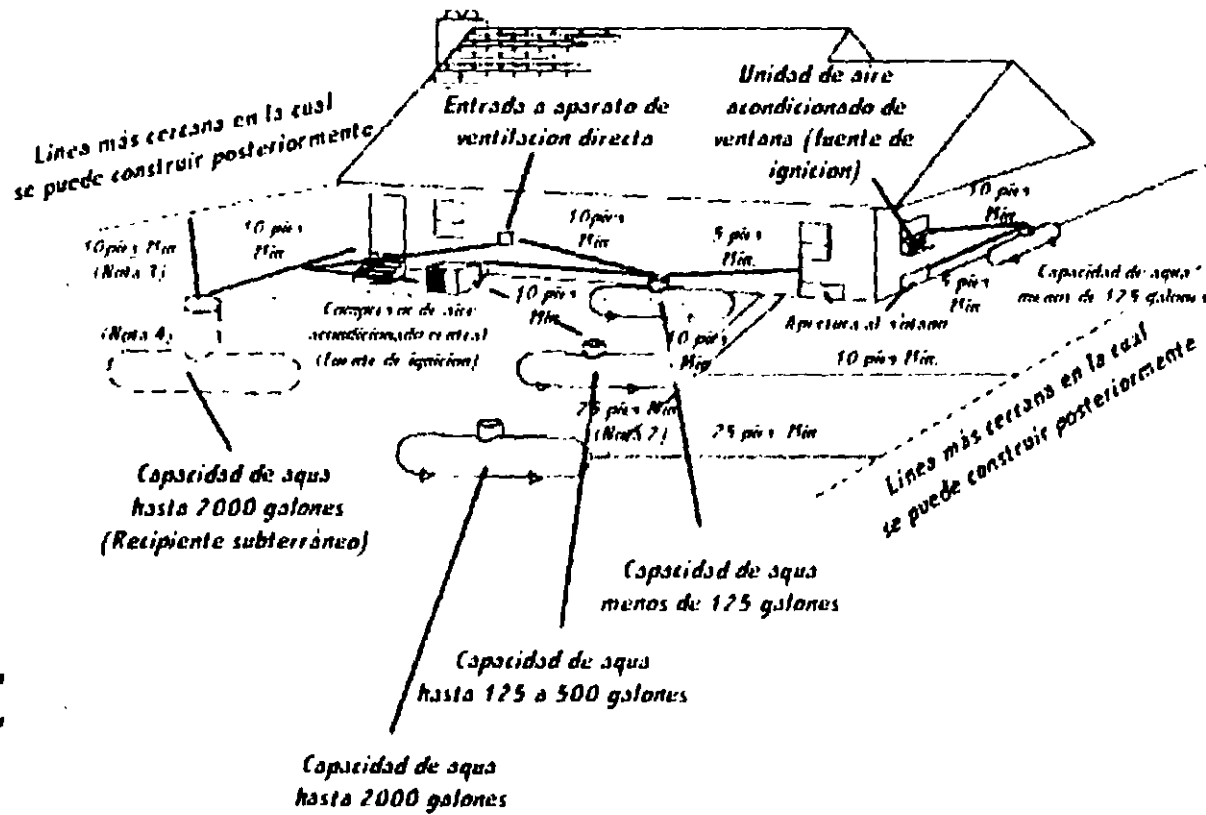
Notas:

1. Independientemente de su tamaño, cualquier tanque ASME llenado en sitio debe estar ubicado de tal forma que la conexión de llenado y el indicador de nivel de líquido fijo estén por lo menos a 10 pies de una fuente de ignición externa (por ejemplo, una llama expuesta, unidad de aire acondicionado de ventana, compresor, etc.), de la entrada a un aparato de gas de ventilación directa o de la entrada a un sistema de ventilación mecánico.
2. Puede ser reducido a un mínimo de 10 pies para un solo recipiente con una capacidad de agua de 1200 galones, o menos, si está ubicado a por lo menos 25 pies de cualquier otro recipiente de Gas-LP de una capacidad de agua de más de 125 galones.
3. Distancias mínimas desde los recipientes subterráneos serán medidas desde la válvula de alivio y desde la conexión de llenado o de nivel en el recipiente, siempre y cuando ninguna parte del recipiente subterráneo este a menos de 10 pies de un edificio o de una línea de propiedad vecina en la cual se pueda llegar a construir.
4. En lugares donde el recipiente puede sufrir una acción abrasiva o daño físico debido a tráfico de vehículos u otras causas, debe estar a cualquiera de a) a no menos de 2 pies bajo nivel; b) protegido de alguna forma de tal daño físico.



Ubicación apropiada de cilindros y tanques

Ubicación de recipientes ASME



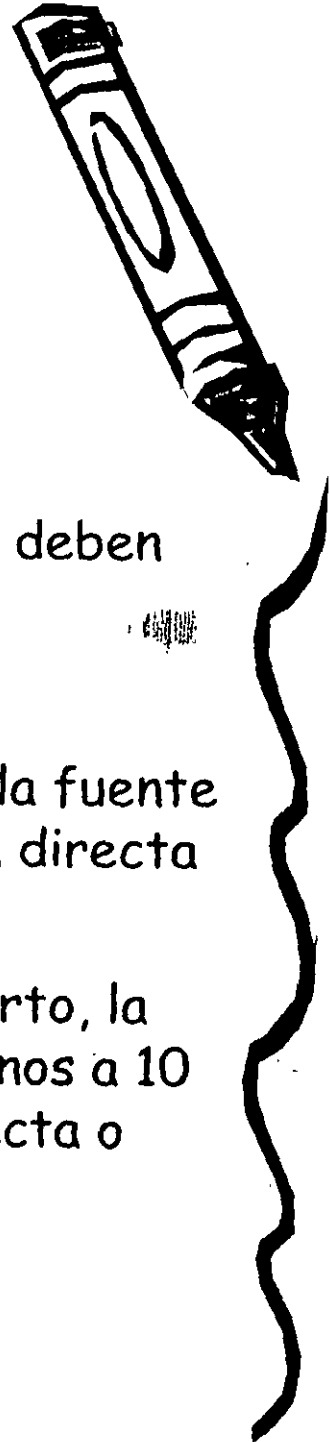
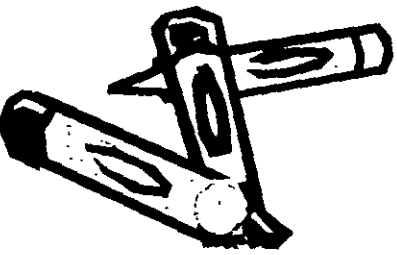
Ubicación apropiada de cilindros y tanques

De NFPA 58, Apéndice G

Las regulaciones y los decretos federales, estatales y locales se deben observar en todo momento.

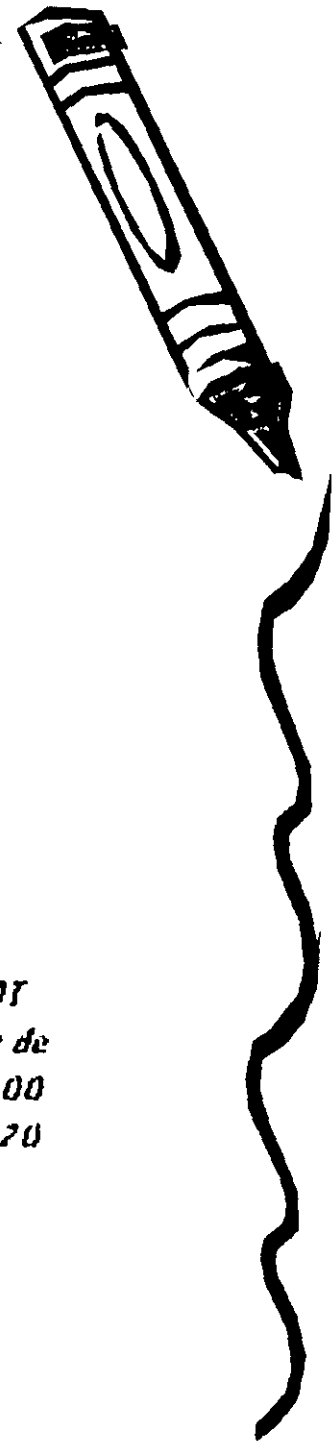
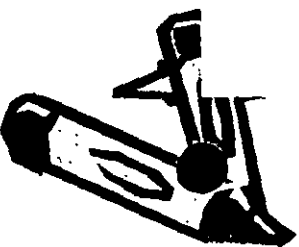
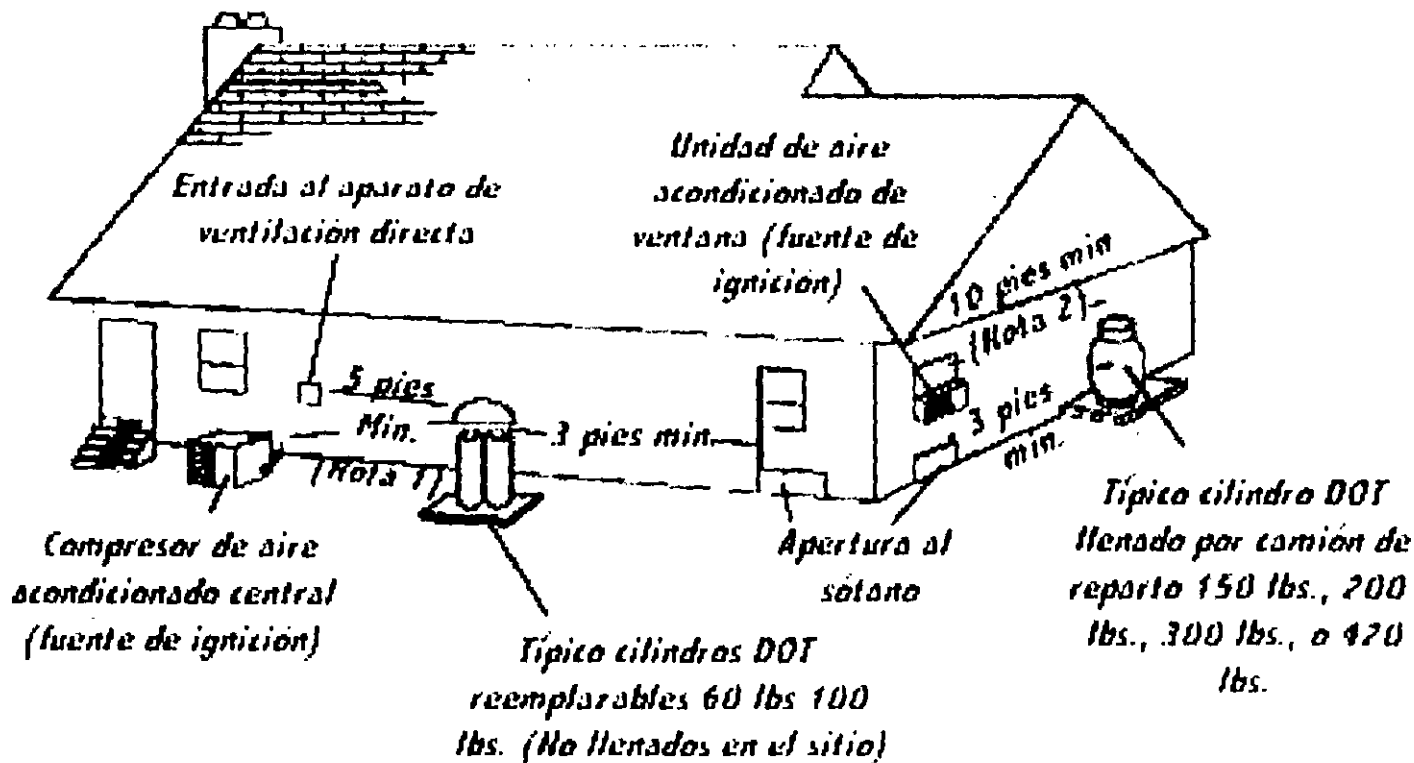
Notas:

1. Un mínimo de 5 pies entre la apertura de la válvula de alivio y la fuente de ignición externa (aire acondicionado), apertura de ventilación directa o sistema de ventilación mecánico (ventilador de ático).
2. Si el cilindro DOT es llenado en el sitio por un camión de reparto, la conexión de llenado y la válvula de venteo deben estar por lo menos a 10 pies de cualquier fuente exterior de ignición, de ventilación directa o sistema de ventilación mecánico.



Ubicación apropiada de cilindros y tanques

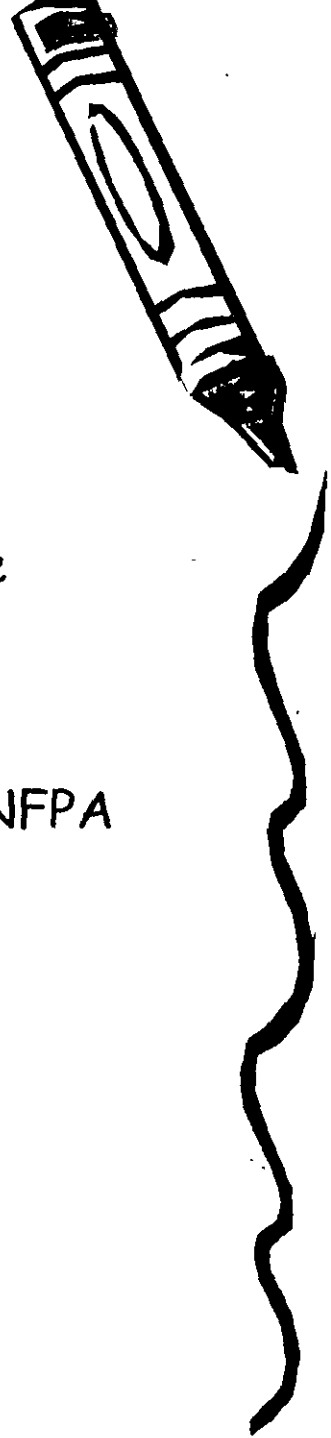
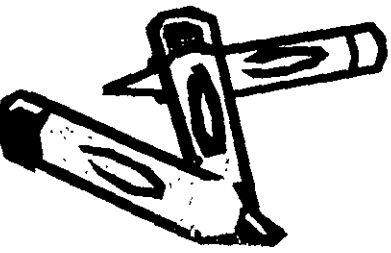
Ubicación de los cilindros DOT



Ubicación apropiada de cilindros y tanques

Las tablas en las páginas siguientes se imprimen bajo el permiso de NFPA 58 - 1992, Almacenamiento y Manejo de Gases Licuados de Petróleo, derechos de autor 1992.

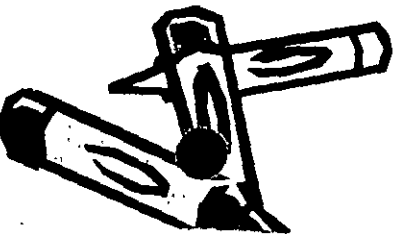
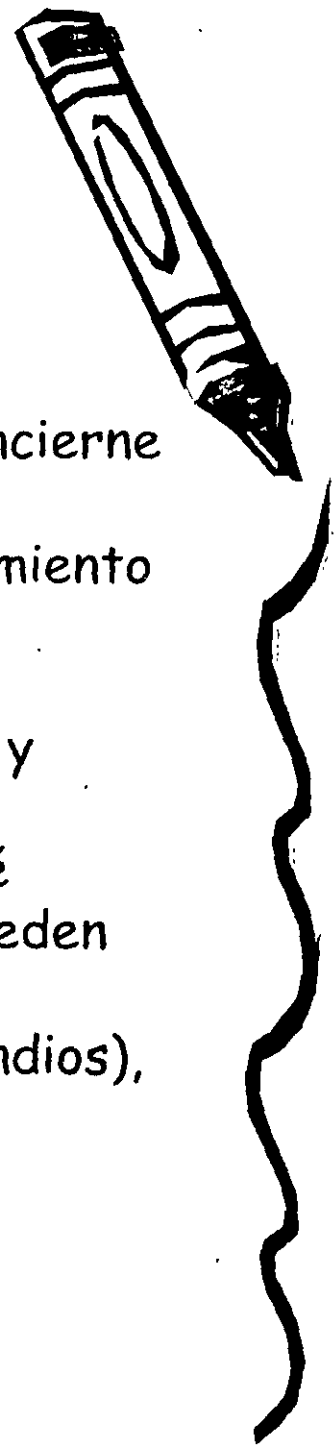
Este material reimpresso no es la posición completa y oficial de la NFPA sobre la ubicación apropiada de cilindros y tanques la cual está representada sólo por el estándar completo.



Ubicación apropiada de cilindros y tanques

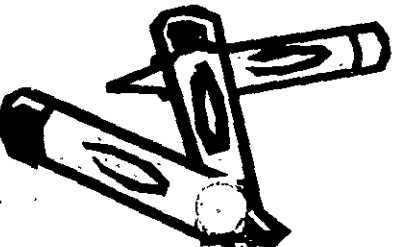
Se debe poner atención a los deseos del cliente en lo que concierne la ubicación de los recipientes de Gas-LP y a la facilidad de intercambiar cilindros o de rellenar los tanques de almacenamiento con el camión de reparto

- PERO se le debe dar prioridad a las regulaciones estatales y locales y a la NFPA 58, Almacenamiento y Manejo de Gases Licuados de Petróleo. Refiérase a este estándar cuando esté planificando la ubicación de los recipientes de Gas-LP. Se pueden obtener copias escribiéndole a la National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección Contra Incendios), Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.



Ubicación apropiada de cilindros y tanques

- Después de que se haya determinado el número apropiado de cilindros DOT o el tamaño apropiado del recipiente de almacenamiento ASME, se debe tener cuidado en seleccionar el sitio más accesible pero "aprobado en su seguridad" para su ubicación.

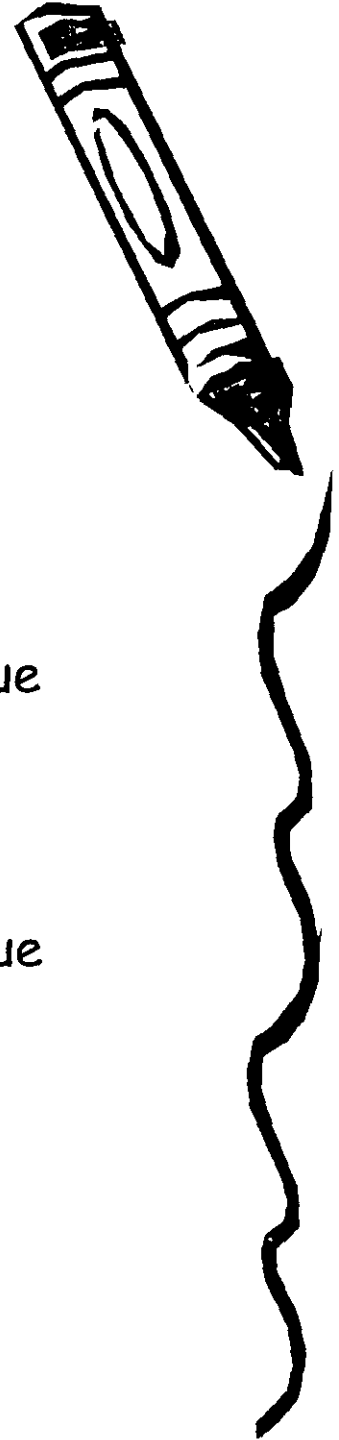
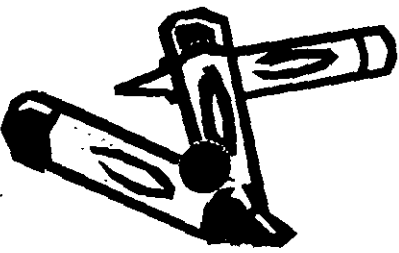


Purga de los tanques de gas L.P

Que cantidad de producto consumió

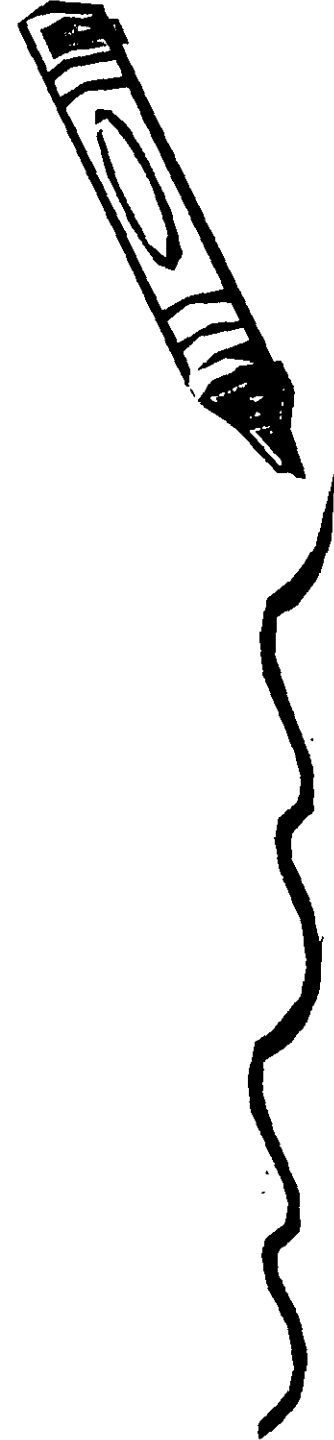
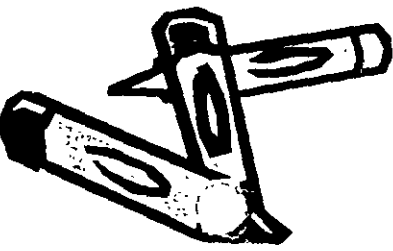
Si las instrucciones fueron seguidas a la letra y el vapor fue purgado cinco veces, se habrán consumido un total de 70 litros en un tanque de 3800 litros. En un tanque de 1900 litros, se habrán consumido un total de 35 litros.

No existe otra forma práctica de extraer el aire del tanque con la misma rapidez o efectividad en costo.



Purga de los tanques de gas L.P

La experiencia nos indica que una reducción del contenido residual de aire a 6.25% es adecuado. La mezcla resultante tendrá un valor térmico de alrededor de 2400 BTU. En este caso, el instalador puede ajustar los quemadores para un producto ligeramente más concentrado. Además, la pequeña cantidad de aire se disolverá hasta cierto punto en el propano si la instalación no se usa por algunos de días.

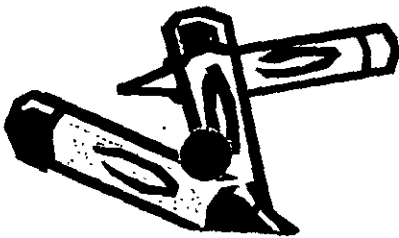
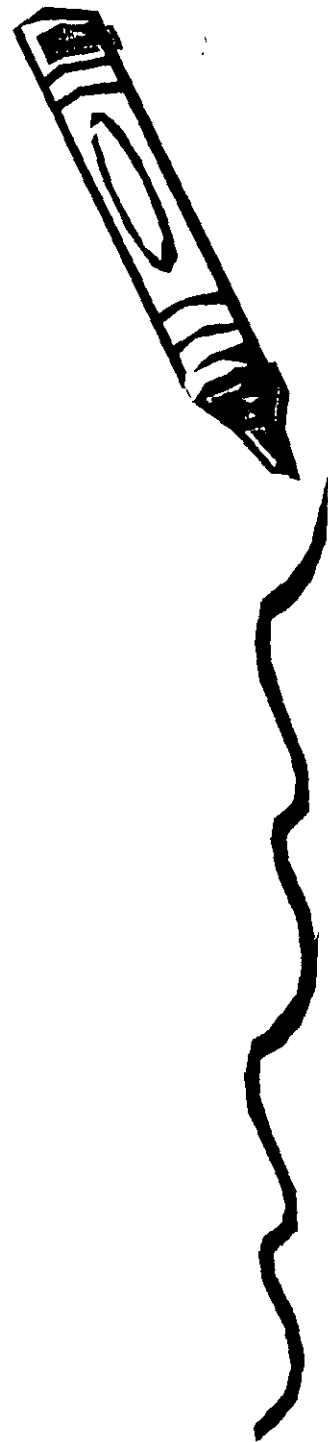


Purga de los tanques de gas L.P

Esto es lo que ha pasado

Mientras ejecutaba las operaciones mostradas en la página anterior, el porcentaje de aire en el recipiente fue reducido de la siguiente forma:

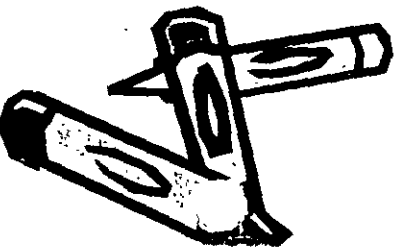
1a purga	50	50
2a purga	25	75
3a purga	12.5	87.5
4a purga	6.25	93.75
5a purga	3.13	96.87
6a purga	1.56	98.44



Purga de los tanques de gas L.P

CUIDADO:

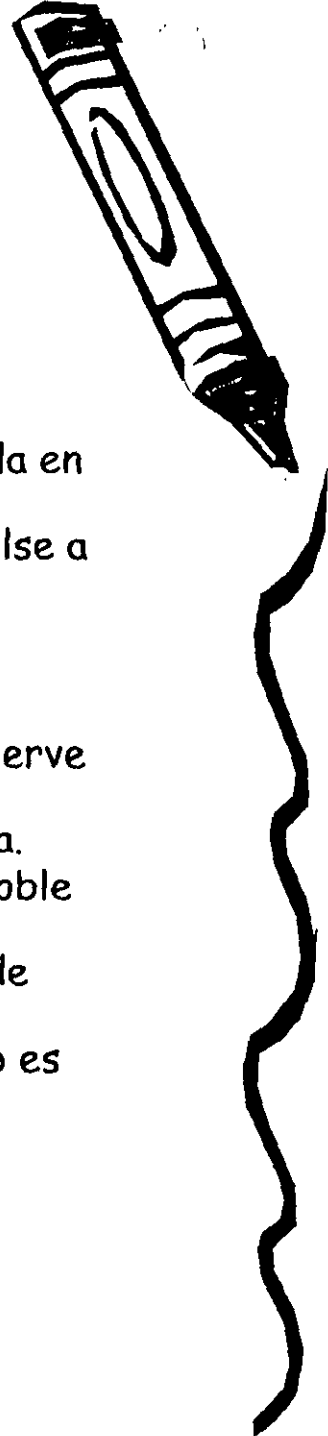
- Nunca purgue el recipiente de esta forma en la propiedad del cliente. La descarga del vapor a la atmósfera puede contaminar gravemente el área.



Purga de los tanques de gas L.P

Purga del Aire

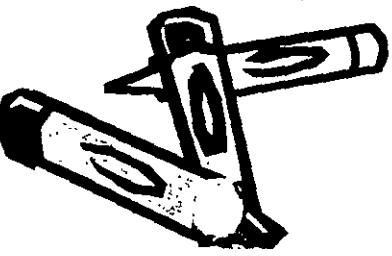
1. Instale un adaptador de descarga en la válvula de llenado de doble check, dejándola en la posición cerrada.
2. Instale un adaptador de manómetro en la conexión de salida POL de servicio. Expulse a la atmósfera cualquier presión de aire en el recipiente.
3. Conecte la manguera de retorno de vapores del camión a la válvula de retorno de vapores en el recipiente.
4. Abra la válvula en el extremo de salida de la manguera de retorno de vapores, regulándola para evitar el cierre de la válvula de exceso de flujo en el camión. Observe el manómetro con atención.
5. Cuando el manómetro muestra 15 PSIG, cierre la válvula de vapores en la manguera.
6. Mueva la palanca en el adaptador de descarga para abrir la válvula de llenado de doble check y *descargue ("blow down") hasta expulsar todo.*
7. Cierre la palanca del adaptador de descarga, permitiendo que se cierre la válvula de llenado de doble check.
8. *Repita los pasos (4), (5), (6) y (7) CUATRO VECES MÁS.* El tiempo total requerido es 15 minutos o menos.



Purga de los tanques de gas L.P

Además, si el aire atmosférico es purgado *apropiadamente* del tanque de almacenamiento:

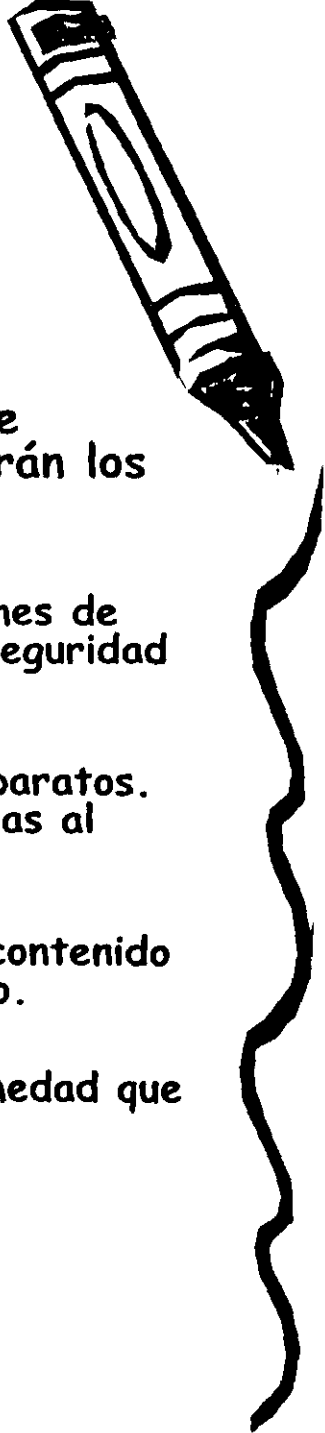
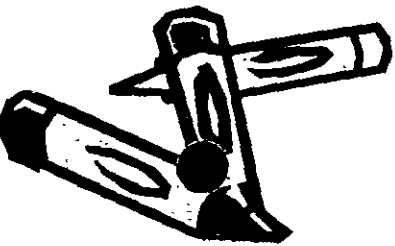
1. la transferencia será más rápida,
2. la bomba trabajará mas eficientemente,
3. se requerirá menos energía para llenar el recipiente.



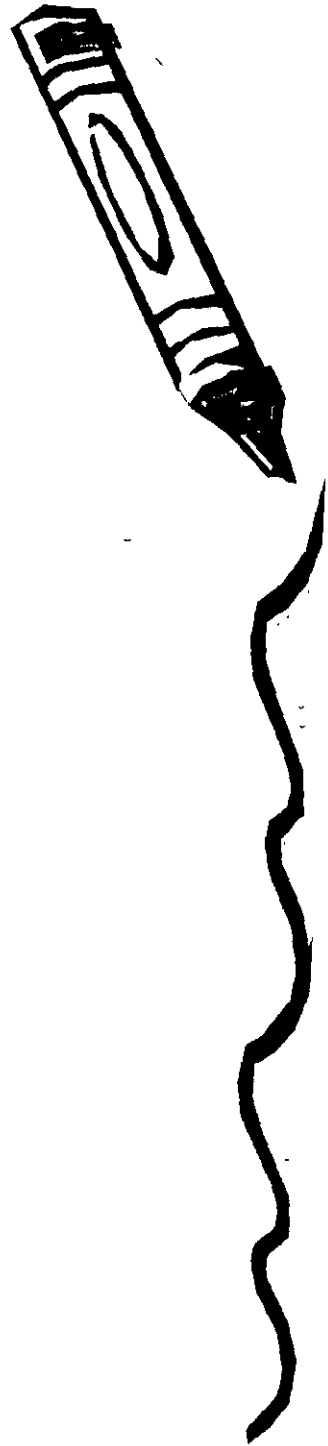
Purga de los tanques de gas L.P.

La importancia de purgar el aire

- Si el volumen natural de la atmósfera en el recipiente/tanque no se remueve antes de que este se llene por la primera vez, se producirán los siguientes problemas:
 - Las instalaciones hechas en la primavera y en el verano sufrirán presiones de recipiente excesivas y falsas. Esto causará que la válvula de alivio de seguridad se abra, eliminando la presión excesiva.
 - La mezcla de aire presente en el espacio de vapor será llevada a los aparatos. Esto puede tener como resultado 5 o más llamadas de reparación debidas al apagamiento del piloto.
 - Si no se utiliza una manguera igualadora de retorno del vapor, el aire contenido se comprimirá sobre el nivel líquido, lo que resultará en un llenado lento.
 - Si se utiliza una manguera de retorno de vapor, el aire y cualquier humedad que tenga, será transferido del tanque de almacenamiento al transporte.



Purga de los tanques de gas L.P



Adaptador de Descarga de Emergencia (RegO # 3119A ó 3120) en válvula de llenado.

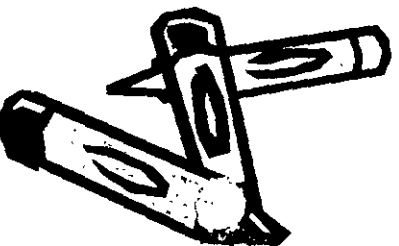


Manguera de retorno de vapor conectada a la válvula de retorno de vapor.

Válvula de salida de servicio

Ensamble adaptador de manómetro

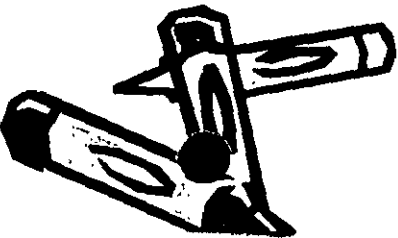
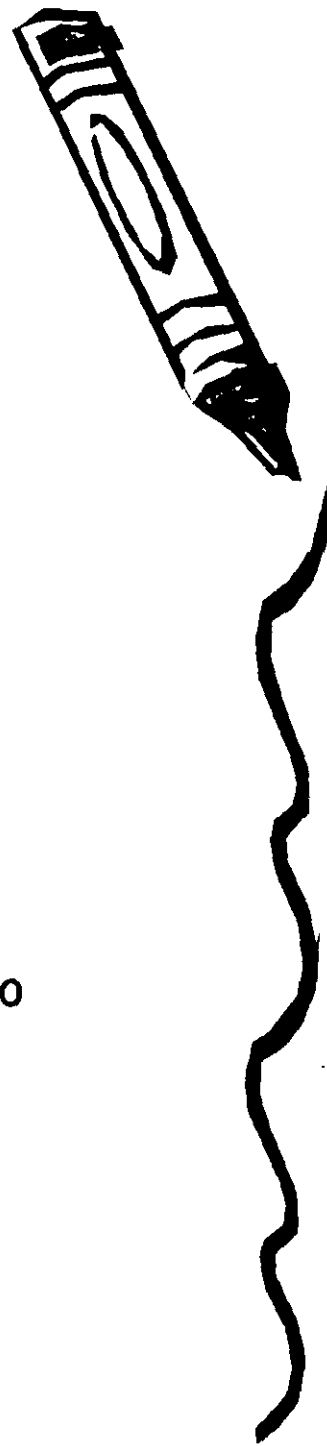
*Manómetro de 30 Lb. (RegO # 2411)
codo de 1/4 pulg
Conexión POL (RegO # 970)*



Purga de los tanques de gas L.P

Nunca purgue con líquido

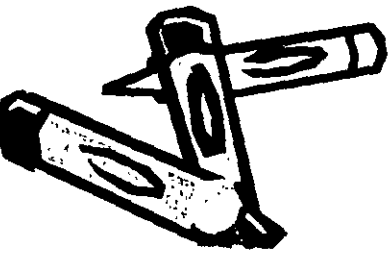
Como siempre, la forma más fácil es la peor forma de purgar. Nunca purgue un recipiente con propano líquido. Esto puede causar el centelleo del líquido a vapor, lo que enfriará el recipiente y condensará el vapor de agua sobre las paredes donde permanecerá mientras se descarga la presión. Además, menos de 50% o tan poco como 25% del aire podrá ser removido por este fácil pero incorrecto método.



Purga de los tanques de gas L.P.

• **IMPORTANTE**

- Evite substitutos - no funcionarán.
- El secreto de la eficacia del metanol sobre todos los otros alcoholes es su gran afinidad para el agua, además de una temperatura de ebullición más baja que los otros alcoholes, y aún más importante: una temperatura de ebullición más baja que el agua.

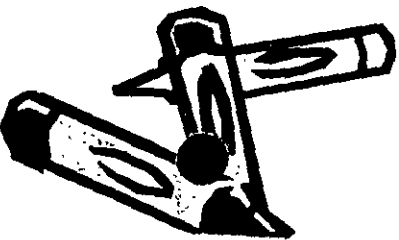


Purga de los tanques de gas L.P.



- Así calculados, los volúmenes mínimos para los recipientes típicos serían los siguientes:

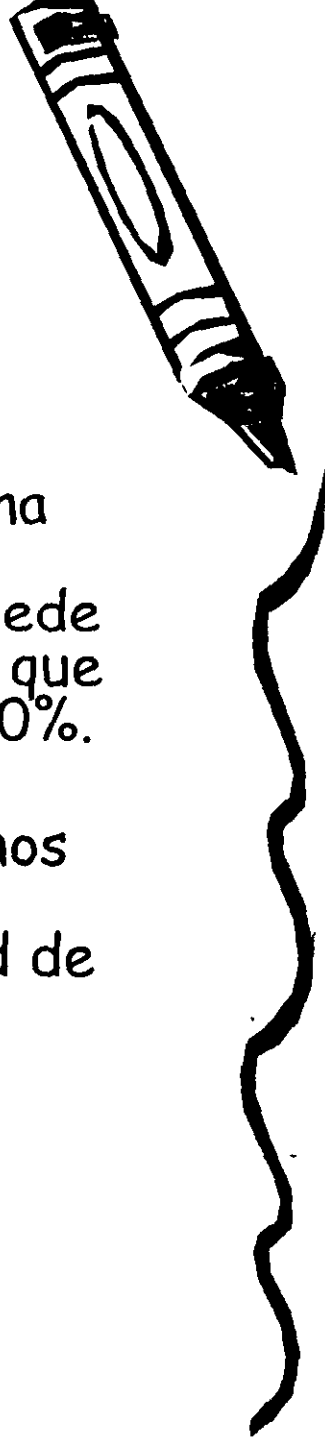
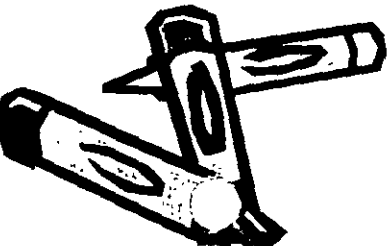
cilindro ICC de 45 kg	60 ml
tanque de 1900 litros	2.4 litros
tanque de 3800 litros	4.73 litros
tanque de 7600 litros	9.46 litros



Purga de los tanques de gas L.P.

Neutralización de la humedad

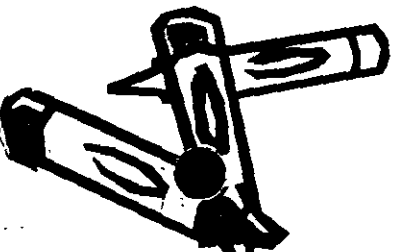
- Aún cuando una cuidadosa inspección (usando una linterna tipo bolígrafo) *no* demuestra la existencia de *humedad visible*, el recipiente debe ser neutralizado ya que se puede haber formado rocío sobre las paredes; además, el aire que contiene puede tener hasta una humedad relativa de 100%.
- Una formula guía para neutralizar la humedad en un recipiente ASME requiere la introducción de por lo menos una pinta (0.4732 litros) de *metanol anhidro absoluto genuino* (99.85% puro) por cada 400 litros de capacidad de agua del recipiente.



Purga de los tanques de gas L.P.

El aire y el agua son contaminantes.

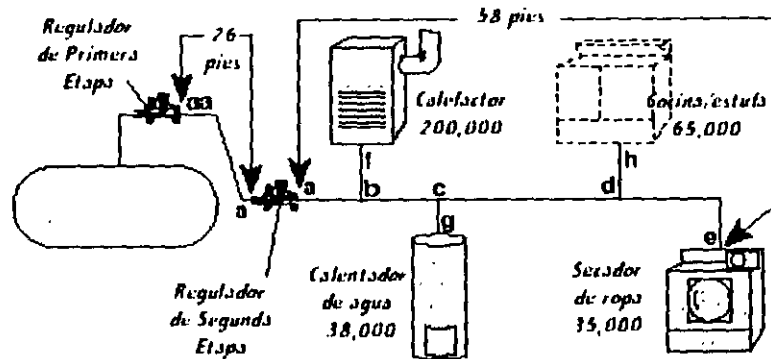
- Estos comprometen seriamente la operación normal del sistema y de los aparatos conectados. Si no se remueven, el resultado será llamadas de servicio costosas y gastos innecesarios que sobrepasan el costo nominal de una purgación apropiada



Determinación de tuberías de gas L.P.

Ejemplo 2.

Determine los tamaños de los tubos o tuberías requeridos para la instalación de Gas-LP de dos etapas que se muestra a continuación.



Longitud total de la tubería de primera etapa = 26 pies; la calibración del regulador de primera etapa es de 10 PSIG (use la Tabla 1 @ 30 pies)

De aa hasta a, demanda = 338,000 BTU/hora, use tubo de 1/2" o tubería de 1/2"

Longitud total de la tubería de segunda etapa = 58 pies (use la Tabla 4, @ 60 pies)

- De a hasta b, demanda = 338,000 BTU/hora, use tubo de 1"
- De b hasta c, demanda = 138,000 BTU/hora, use tubo de 3/4" o tubería de 7/8"
- De c hasta d, demanda = 100,000 BTU/hora, use tubo de 1/2" o tubería de 3/4"
- De d hasta e, demanda = 35,000 BTU/hora, use tubo de 1/2" o tubería de 1/2"
- De b hasta f, demanda = 200,000 BTU/hora, use tubo de 3/4"
- De c hasta g, demanda = 38,000 BTU/hora, use tubo de 1/2" o tubería de 5/8"
- De d hasta h, demanda = 65,000 BTU/hora tubo de 1/2" o tubería de 5/8"

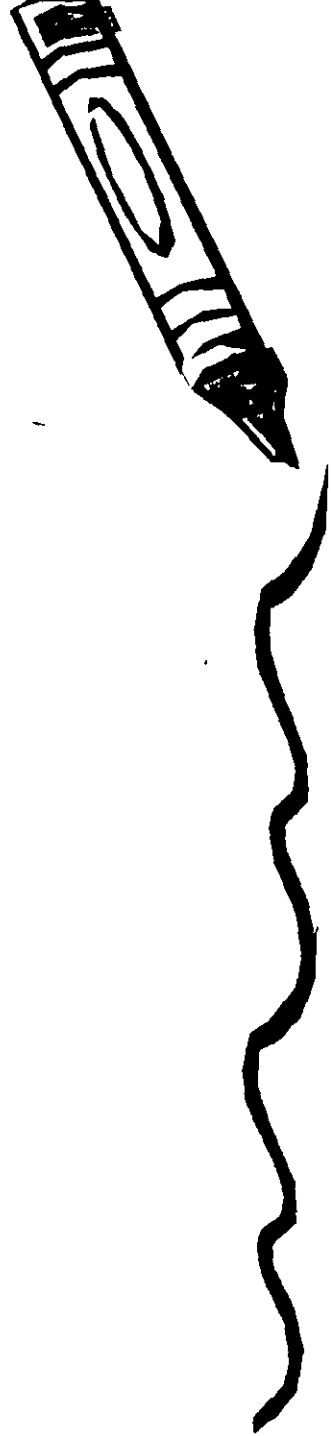
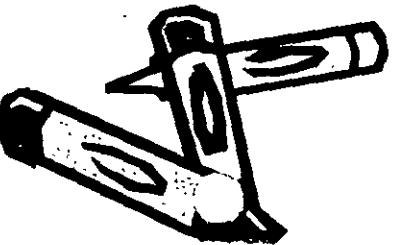
Verificación de fugas en la instalación

Paso 1. Inspeccione todas las conexiones y válvulas de los aparatos para asegurar que estas conexiones estén bien ajustadas y que todas las válvulas de los aparatos estén cerradas incluyendo las válvulas pilotos.

Paso 2. Instale un adaptador RegO # 2962 para manómetro de alta presión en la válvula de servicio del tanque y conecte el otro extremo del adaptador para manómetro a la tubería flexible de cobre y la entrada del regulador.

Paso 3. Abra la válvula del recipiente para permitir que el sistema se presuriza mientras que observa la presión indicada en el manómetro de prueba de 300 libras.

Paso 4. Cierre bien la válvula de servicio. Note la presión indicada en el manómetro, y entonces deje el gas escapar lentamente entre la válvula de servicio y el adaptador para manómetro, reduzca la presión 10 libras por pulgada cuadrada y vuelva a apretar bien el adaptador para manómetro en la válvula de servicio y note la indicación en el manómetro.



Determinación de tuberías de gas L.P.



Tabla 2 - Dimensiones de tuberías de primera etapa

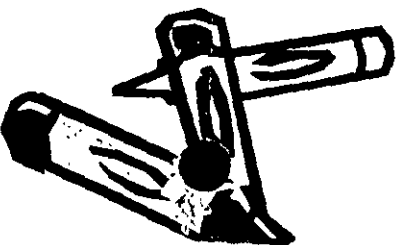
Entrada de 5 PSIG con una caída de presión de 1 PSIG
 Capacidad máxima de tubo o tubería en miles de BTU/hr de Gas-LP.

Tamaño del tubo o tubería de cobre, en pulgadas	Longitud del tubo o tubería, en pies*									
Tubería de cobre (D.E.)										
3/8	116	105	97	90	84	80	76	72	66	62
1/2	239	217	199	185	174	164	156	149	137	127
5/8	486	441	405	377	354	334	318	303	279	259
3/4	850	770	709	659	619	584	555	529	487	453
Tubería de hierro										
1/2	751	681	626	583	547	516	490	468	430	400
3/4	1571	1424	1310	1218	1143	1080	1026	978	900	837
1	2956	2682	2467	2295	2153	2034	1932	1843	1696	1577
1-1/4	6076	5505	5065	4712	4421	4176	3966	3784	3481	3238
1-1/2	9104	8249	7589	7060	6624	6257	5943	5669	5216	4852
2	17533	15886	14615	13597	12757	12051	11445	10919	10045	9345

* Longitud total de tubería desde la salida del regulador de primera etapa hasta la entrada de regulador de segunda etapa (o a la entrada del regulador de segunda etapa más lejano).

Nota: Para una caída de presión de 2 PSIG, multiplique la demanda total de gas por .707 y use las capacidades en la tabla.

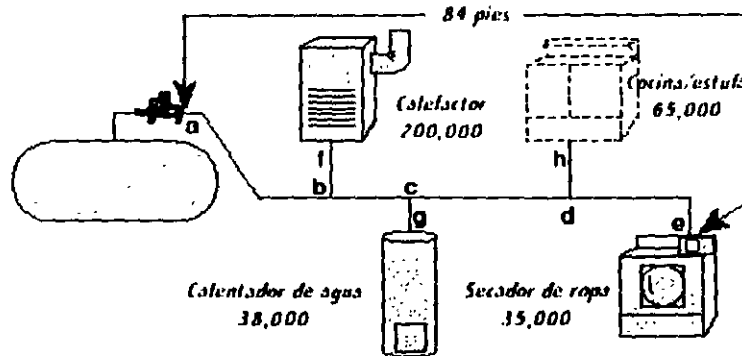
Datos calculados según NFPA # 54 y 58.



Determinación de tuberías de gas L.P.

Ejemplo 1.

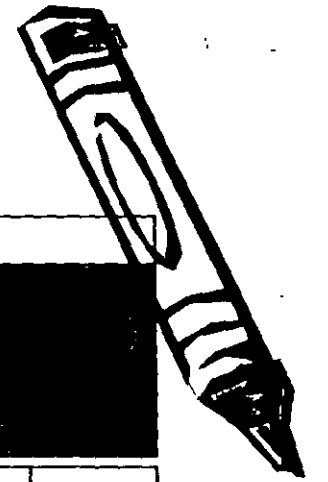
Determine los tamaños de tubos o tubería requeridos para la instalación de Gas-LP de etapa única que se muestra a continuación.



Longitud total de tubería = 84 pies (use la tabla 4 @ 90 pies)

De a hasta b, demanda	= 200,000 + 38,000 + 65,000 + 35,000
	= 338,000 BTU/hora, use tubo de 1"
De b hasta c, demanda	= 38,000 + 65,000 + 35,000
	= 138,000 BTU/hora use tubo de 3/4" o tubería de 7/8"
De c hasta d, demanda	= 65,000 + 35,000
	= 100,000 BTU/hora, use tubo de 3/4" o tubería de 3/4"
De d hasta e, demanda	= 35,000 BTU/hora, use tubo de 1/2" o tubería de 5/8"
De b hasta f, demanda	= 200,000 BTU/hora, use tubo de 1"
De c hasta g, demanda	= 38,000 BTU/hora, use tubo de 1/2" o tubería de 5/8"
De d hasta h, demanda	= 65,000 BTU/hora, use tubo de 1/2" o tubería de 3/4"

Determinación de tuberías de gas L.P.



Tamaño del tubo o tubería de cobre, en pulgadas	Longitud del tubo o tubería, en pies*									
Tubería de cobre (D.E.)										
3/8	142	130	118	111	104	90	89	89	82	76
1/2	323	293	269	251	235	222	211	201	185	172
5/8	601	546	502	467	438	414	393	375	345	321
3/4	1018	923	843	790	740	700	664	634	584	543
Tubería de hierro										
1/2	852	772	710	660	619	585	556	530	488	454
3/4	1780	1613	1484	1381	1296	1224	1162	1109	1020	949
1	3354	3039	2796	2601	2441	2305	2190	2089	1922	1788
1-1/4	6887	6240	5741	5340	5011	4733	4495	4289	3945	3670
1-1/2	10318	9349	8601	8002	7508	7092	6735	6426	5911	5499
2	19871	18005	16564	15410	14459	13658	12971	12375	11385	10591

* Longitud total de tubería desde la salida del regulador de primera etapa hasta la entrada del regulador de segunda etapa (o a la entrada del regulador de segunda etapa más lejano).

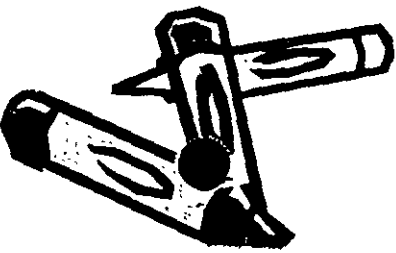
Notas:

Para una caída de presión de 2 PSIG, multiplique la demanda total de gas por .707 y use las capacidades de la tabla.

Para distintas presiones de primera etapa, multiplique la demanda total de gas por los factores siguientes y use las capacidades de la tabla.

PSIG de presión de primera etapa	Multiplique por
20	0.844
15	0.912

Datos calculados según NFPA # 54 y 58.



Determinación de tuberías de gas L.P.

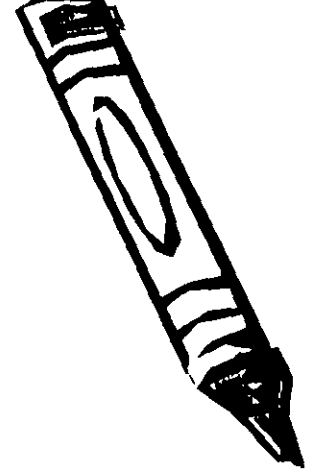
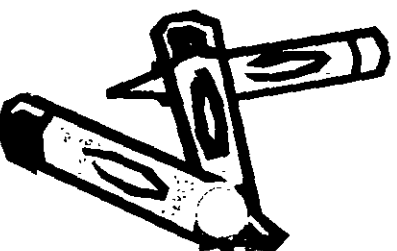


Tabla 2 - Dimensiones de tuberías de primera etapa

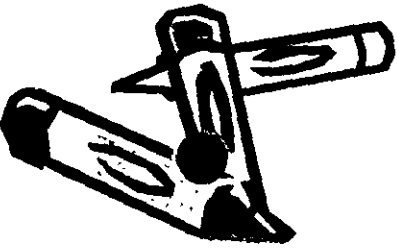
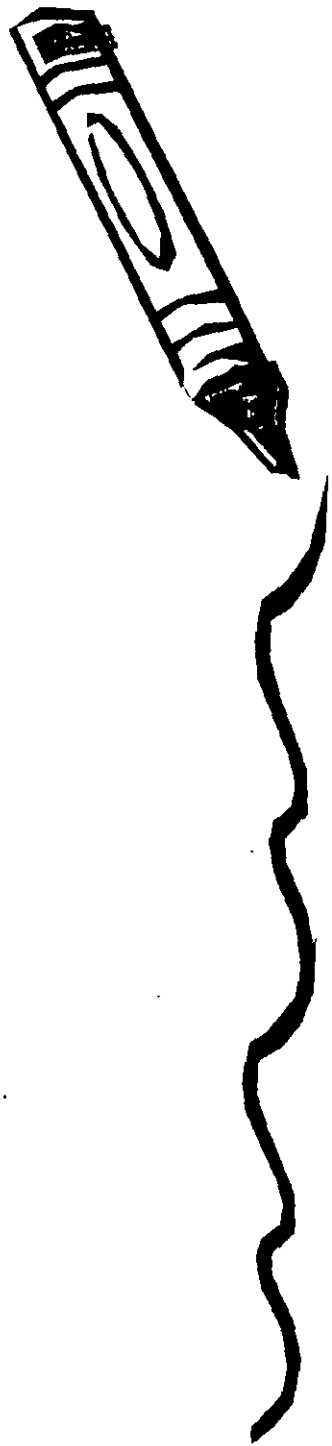
Entrada de 5 PSIG con una caída de presión de 1 PSIG.
 Capacidad máxima de tubo o tubería en miles de BTU/hr de Gas-LP.

Tamaño del tubo o tubería de cobre, en pulgadas	Longitud del tubo o tubería, en pies*									
	[Redacted area]									
Tubería de cobre (D E.)										
3/8	454	312	251	215	190	172	159	148	138	131
1/2	938	644	518	443	393	356	327	304	286	270
5/8	1907	1311	1053	901	799	724	666	619	581	549
3/4	3334	2291	1840	1575	1396	1265	1163	1082	1015	959
Tubería de hierro										
1/2	2946	2025	1626	1392	1233	1118	1028	957	897	848
3/4	6161	4234	3400	2910	2579	2337	2150	2000	1877	1773
1	11605	7976	6405	5482	4859	4402	4050	3768	3535	3339
1-1/4	23826	16376	13150	11255	9975	9038	8315	7735	7258	6856
1-1/2	35699	24536	19703	16863	14946	13542	12458	11590	10875	10272
2	68753	47253	37946	32477	28784	26080	23993	22321	20943	19783



Determinación de tuberías de gas L.P.

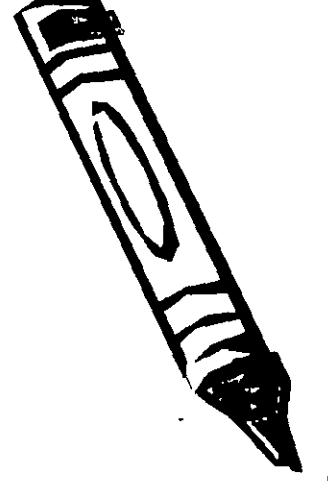
3. Para tuberías entre reguladores de primera y segunda etapa.
 - A. Para un sistema sencillo con un sólo regulador de segunda etapa, simplemente mida la longitud de tubería requerida entre la salida del regulador de primera etapa y la entrada del regulador de segunda etapa. Seleccione el tubo o tubería requerida de las Tablas 1, ó 2.
 - B. Para sistemas con múltiples reguladores de segunda etapa, mida la longitud de tubería requerida para alcanzar el regulador de segunda etapa que esté más lejos. Haga un esquema sencillo, y mida cada tramo de tubería usando la Tabla 1, ó 2, utilizando los valores en la columna que corresponden a la longitud medida anteriormente, al igual que cuando se trata de tubería de segunda etapa.



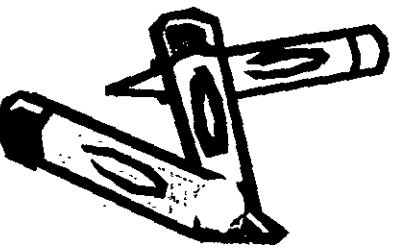
Determinación de tuberías de gas L.P.

Tabla 1 - Dimensiones de tuberías de primera etapa

Entrada de 10 PSIG con una caída de presión de 1 PSIG
 Capacidad máxima de tubo o tubería, en miles de BTU/hr de Gas-LP.



Tamaño del tubo o tubería de cobre, en pulgadas	Longitud del tubo o tubería, en pies*									
Tubería de cobre (D.E.)										
3/8	558	383	309	265	235	213	196	182	171	161
1/2	1387	870	700	599	531	481	443	412	386	365
5/8	2360	1622	1303	1115	988	896	824	767	719	679
3/4	3993	2475	2205	1887	1672	1515	1394	1297	1217	1149
Tubería de hierro										
1/2	3339	2295	1843	1577	1398	1267	1165	1084	1017	961
3/4	6982	4799	3854	3298	2923	2649	2437	2267	2127	2009
1	13153	9040	7259	6213	5507	4989	4590	4270	4007	3785
1-1/4	27004	18560	14904	12756	11306	10244	9424	8767	8226	7770
1-1/2	40461	27809	22331	19113	16939	15348	14120	13136	12325	11642
2	77924	53556	43008	36809	32623	29559	27194	25299	23737	22422

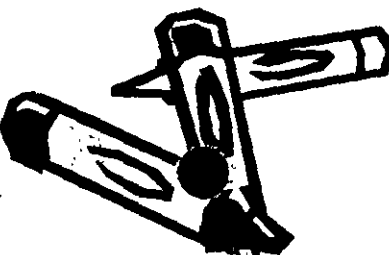


Determinación de tuberías de gas L.P.

Tabla 4. Dimensiones de tubería de segunda etapa, primera etapa o etapa doble integral

Entrada de 11 pulgadas columna de agua con una caída de 1/2 pulgada de columna de agua
Capacidad máxima de tubo o tubería en miles de BTU/hr de Gas-LP

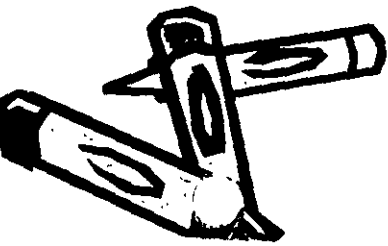
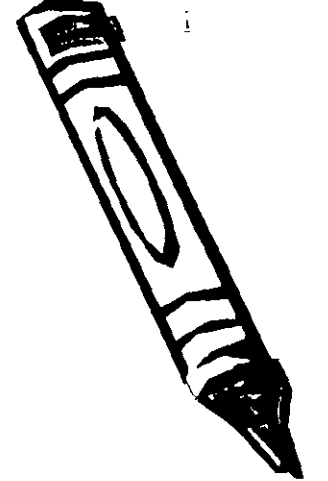
Tamaño del tubo o tubería de cobre, en pulgadas	Longitud del tubo o tubería, en pies*									
Tubería de cobre (D.E.)										
3/8	49	34	27	23	20	19	-	-	-	-
1/2	110	76	61	52	46	42	38	36	33	32
5/8	206	141	114	97	86	78	71	67	62	59
3/4	348	239	192	164	146	132	120	113	105	100
7/8	536	368	296	253	224	203	185	174	161	154
Tubería de hierro										
1/2	291	200	161	137	122	110	102	94	87	84
3/4	608	418	336	287	255	231	212	198	185	175
1	1146	788	632	541	480	435	400	372	349	330
1-1/4	2353	1617	1299	1111	985	892	821	764	717	677
1-1/2	3525	2423	1946	1665	1476	1337	1230	1144	1074	1014
2	6789	4666	3747	3207	2842	2575	2369	2204	2068	1954



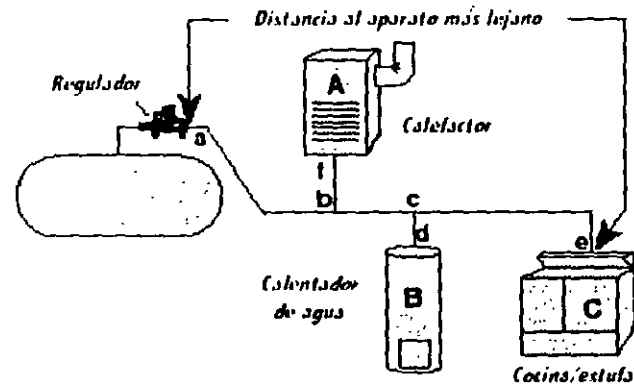
Determinación de tuberías de gas L.P.

Entrada de 11 pulgadas columna de agua con una caída de 1/2 pulgada de columna de agua
 Capacidad máxima de tubo o tubería en miles de BTU/hr de Gas-LP

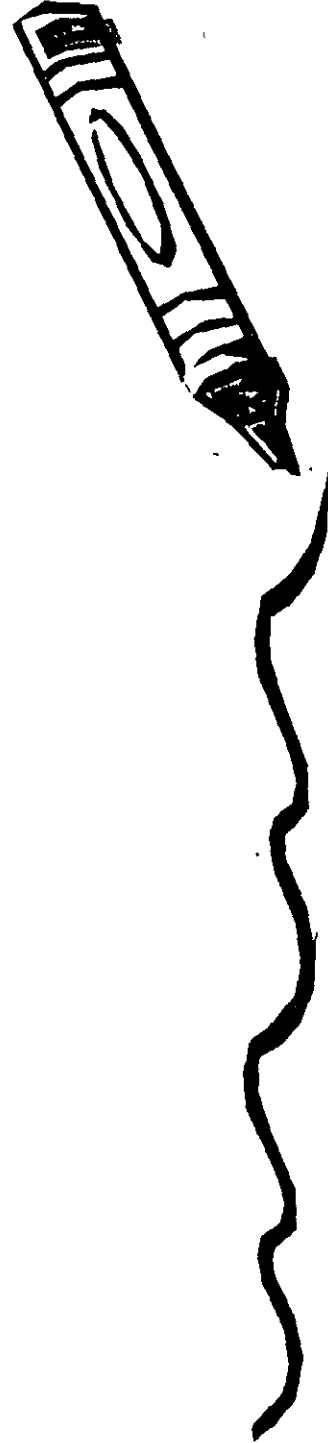
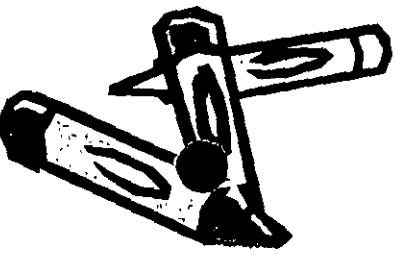
Tamaño del tubo o tubería de cobre, en pulgadas	Longitud del tubo o tubería, en pies*									
Tubería de cobre (D.E.)										
3/8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubería de hierro										
1/2	74	67	62	58	54	51	48	46	43	40
3/4	155	141	129	120	113	107	101	97	89	83
1	292	265	244	227	213	201	191	182	167	156
1-1/4	600	544	500	465	437	412	392	374	344	320
1-1/2	899	815	749	697	654	618	587	560	515	479
2	1731	1569	1443	1343	1260	1190	1130	1078	992	923



Determinación de tuberías de gas L.P.

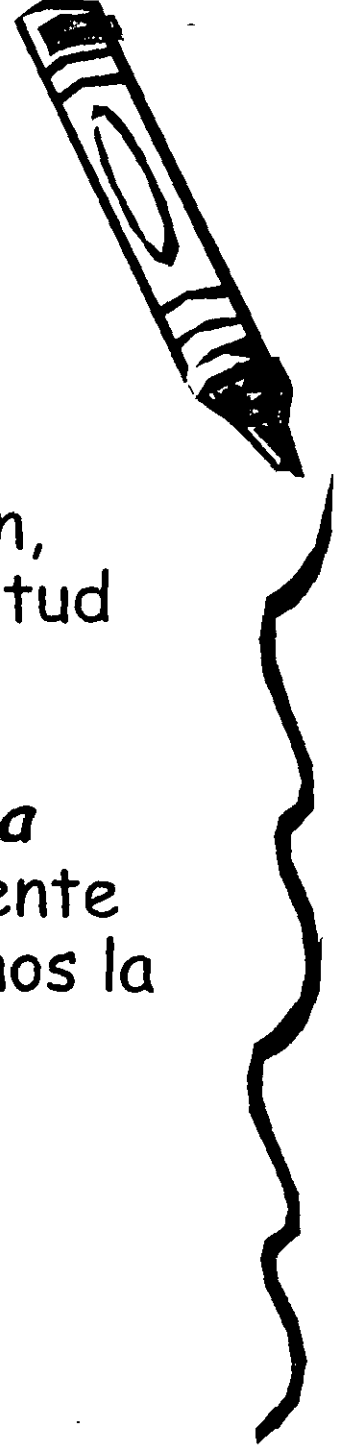
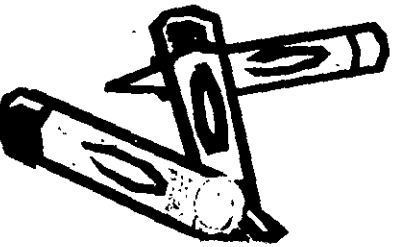


C. Determine la capacidad que manejará cada sección de tubería. Por ejemplo, la capacidad de la línea entre el punto a y el punto b debe manejar la demanda total de los aparatos A, B y C; la capacidad de la línea del punto c al punto d sólo manejará el aparato B, etc.



Determinación de tuberías de gas L.P.

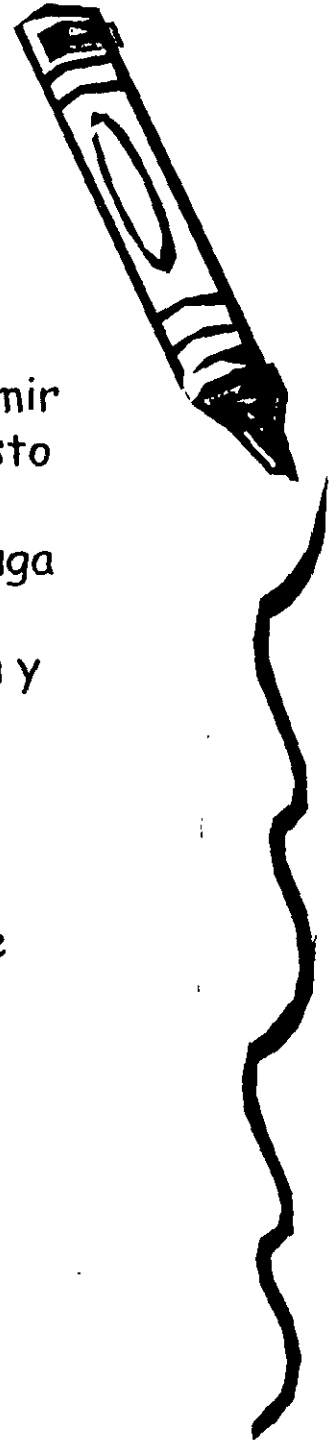
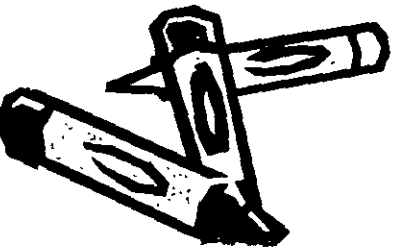
D. Usando la Tabla 4, seleccione el diámetro correcto de tubo o tubería para cada sección, usando los valores en BTU/hora para la longitud determinada en el paso 2-A. Si la longitud exacta no se encuentra en el cuadro, use la siguiente longitud más larga. ***No use ninguna otra longitud*** para este propósito! Simplemente seleccione el tamaño que muestra por lo menos la capacidad necesaria para cada sección de tubería.



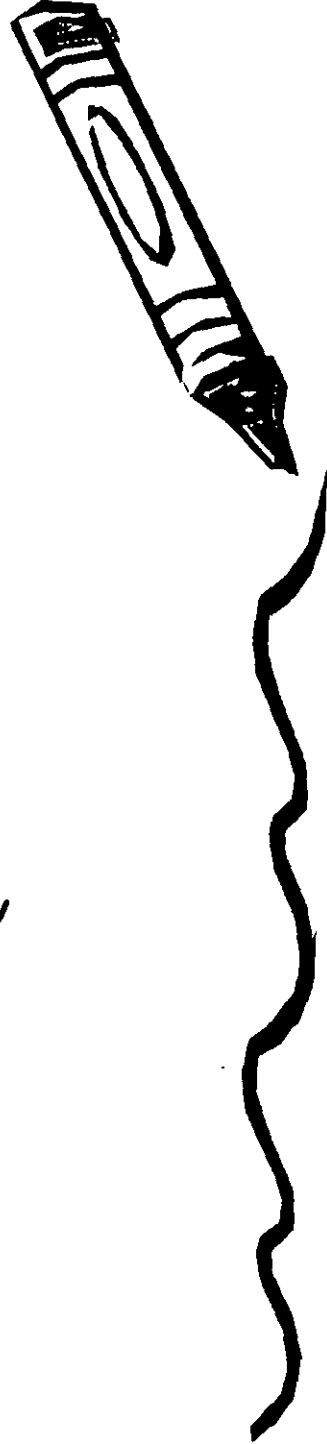
Verificación de fugas en la instalación

Si la indicación del manómetro sigue constante por 10 minutos, se puede asumir que el sistema no tiene fugas. Si hay una caída en la indicación de presión, esto quiere decir que hay una fuga en el sistema de tubería de alta o de baja presión. **NOTA:** Una caída de presión de 15 PSIG en 10 minutos indica una fuga tan pequeña como 10 BTU de gas por hora. Verifique las conexiones y otros posibles puntos de fuga con un detector de gas combustible aprobado, jabón y agua, u otra solución equivalente no inflamable.

ADVERTENCIA: Debido a que algunas soluciones de verificación de fuga, incluyendo jabón y agua, pueden causar corrosión o fisuras por tensión, la tubería debe ser enjuagada con agua después de la verificación, a menos que se haya determinado que la solución de verificación no es corrosiva. Nunca haga la verificación con una llama abierta. Si la presión aumenta, esto indica que la válvula del recipiente no está completamente cerrada. Cierre bien la válvula del recipiente y repita el paso 4.



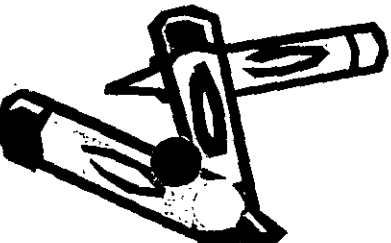
Verificación de fugas en la instalación



Paso 5. Desconecte el adaptador 2962 para manómetro de la válvula de cierre de servicio. Reconecte la tubería flexible de cobre, apriete y compruebe con jabón y agua o una solución de verificación de fuga apropiada (véase la advertencia en el paso 4. arriba).

Paso 6. Siga con el método de manómetro, pasos 2 a 4. Nunca conduzca la verificación de fugas con una llama abierta.

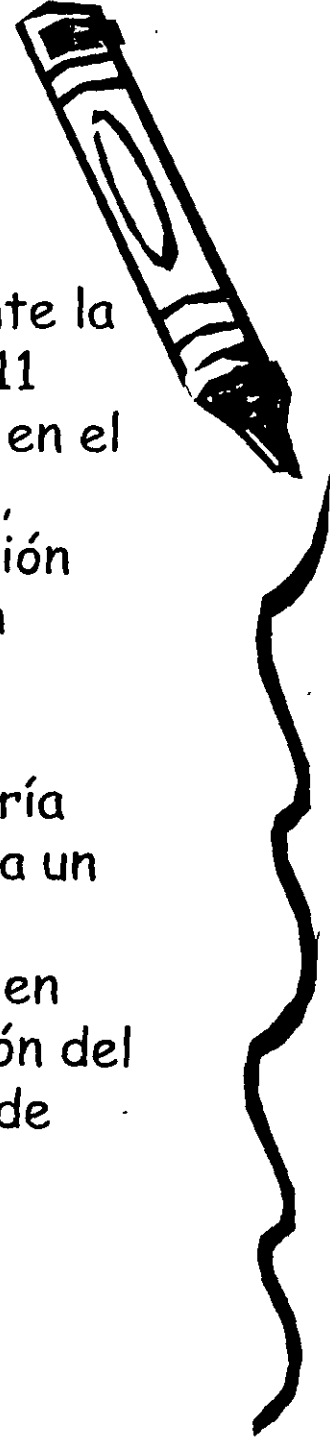
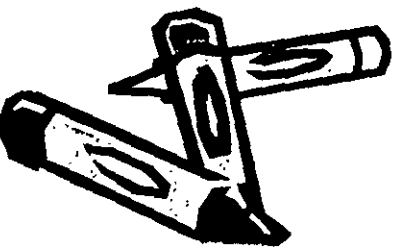
NOTA: Después de que se verifique que el sistema de tubería y las conexiones de los aparatos están libres de fugas, el aire puede ser purgado de las líneas. Véase el manual de seguridad de la NPGA, sección 403 y NFPA 54 para más información.



Presión de descarga / suministro del regulador

Verifique la presión de descarga del regulador con aproximadamente la mitad de la carga de aparatos en uso. Su manómetro debe indicar 11 pulgadas de columna de agua (o 6 1/3 onzas por pulgada cuadrada) en el aparato. Ajuste bien el regulador si es necesario. Después de esto, encienda todos los aparatos para asegurar que se mantiene la presión cuando hay una carga completa. Si se produce una caída de presión excesiva, inspeccione la línea en busca de "retorcimientos", "aplastamientos" u otras restricciones.

ADVERTENCIA: Reguladores integrales son instalados en la mayoría de los aparatos y pueden estar preajustados por el fabricante para un flujo de presión menor que 11 pulgadas de columna de agua. Se recomienda que el manómetro o indicador de prueba sea instalado en una ubicación que no sea el orificio de la estufa o la toma de presión del aparato cuando se hagan las verificaciones de cierre y de presión de descarga/suministro.

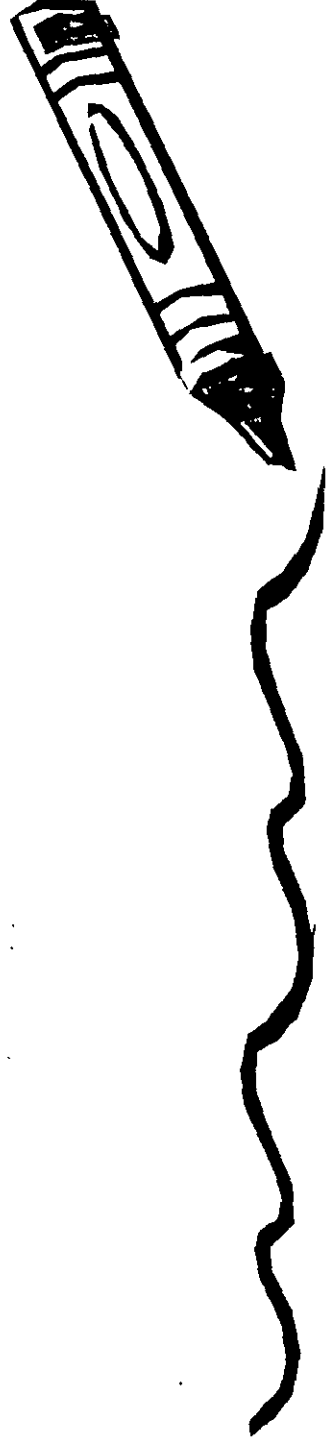
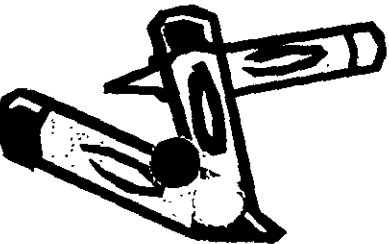


Presión de descarga / suministro del regulador

Cierre hermético y fugas del regulador

Después de esto apague todas las válvulas de los aparatos para determinar si el regulador tiene un asiento gastado o si se ha ajustado muy alto para compensar por las pérdidas de línea debido a que la tubería es muy pequeña. Un leve aumento en la presión se producirá bajo estas condiciones. Esto se llama la presión de "cierre hermético". La presión de cierre hermético no debe exceder 120% de la presión de descarga ajustada para la presión de tanque dada. Un aumento rápido en la presión por encima de este punto indicará una tubería demasiado pequeña.

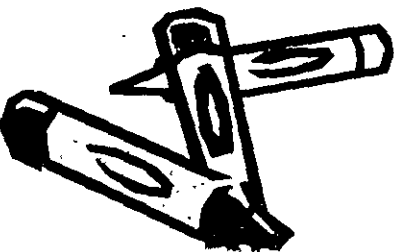
Continúe esta misma prueba por 5 minutos o más. Si se nota un aumento muy *gradual* en la presión, el asiento del regulador no está cerrando como debería. Inspeccione la boquilla de entrada del regulador para ver si tiene tierra, raspaduras o abolladuras y el disco de asiento para ver si está gastado. Reemplace lo que sea necesario.



Reguladores de Gas-LP

El regulador es verdaderamente el corazón de una instalación de Gas-LP. Este debe compensar por las variaciones en la presión del tanque, desde las más bajas, como 8 PSIG hasta 220 PSIG - y aún así suministrar un flujo constante de Gas-LP a 11" C.A. (columna de agua) a los aparatos consumidores. El regulador debe suministrar esta presión a pesar de la carga variable producida por el uso intermitente de los aparatos.

Aún cuando un sistema de etapa única puede operar de forma adecuada en muchas instalaciones, el uso de un sistema de dos etapas ofrece la máxima precisión en la instalación. La regulación de dos etapas puede tener como resultado una operación de Gas-LP más rentable para el distribuidor debido al poco mantenimiento requerido y a menos llamadas para reparar la instalación

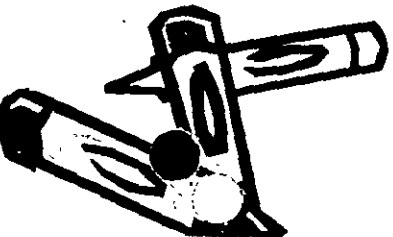


Reguladores de Gas-LP

Regulación de dos etapas

La regulación de dos etapas tiene las siguientes ventajas:
Presiones uniformes en los aparatos

La instalación de un sistema de dos etapas - un regulador de alta presión en el recipiente para compensar por las variaciones en las presiones de entrada, y un regulador de baja presión en el edificio para suministrar una presión de descarga constante a los aparatos - ayuda a mantener una eficiencia máxima y una operación libre de problemas durante todo el año. Es importante notar que mientras la presión en los aparatos puede variar hasta 4" C.A. (columna de agua) usando sistemas de etapa única, los sistemas de dos etapas mantienen las variaciones dentro de 1" C.A.

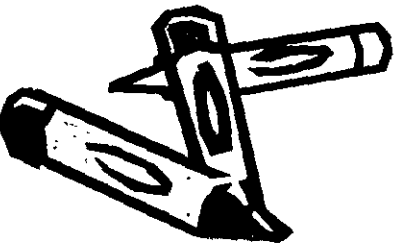
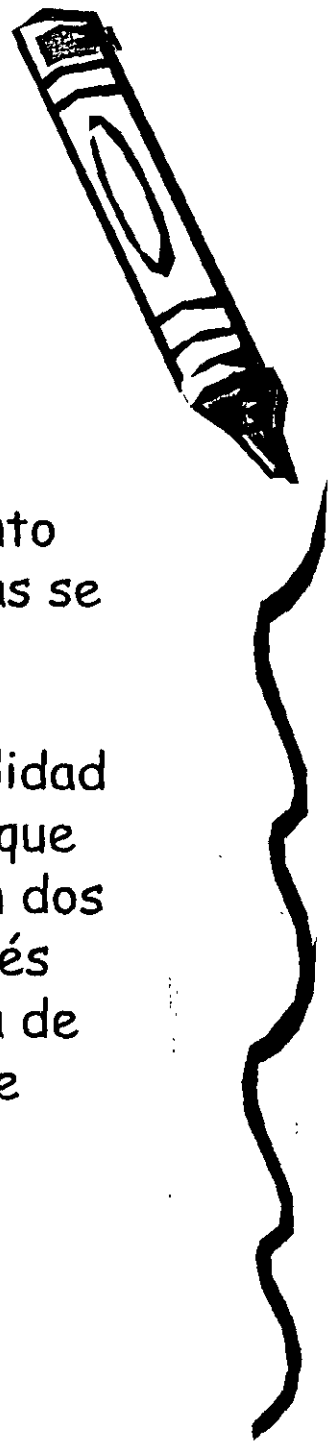


Reguladores de Gas-LP

Menos congelación y menor número de llamadas de reparación

La congelación del regulador ocurre cuando la humedad del gas se condensa y se congela en las superficies frías de la boquilla del regulador. La boquilla se enfría cuando el gas de alta presión se expande a través de ella hasta llegar al regulador. Este enfriamiento es aún más severo en sistemas de primera etapa debido a que el gas se expande de la presión del tanque a 11" C.A. a través de una sola boquilla de regulador.

Los sistemas de dos etapas pueden reducir en gran parte la posibilidad de congelación resultando en menos llamadas de servicio debido a que la expansión del gas de la presión del tanque a 11" C.A. se divide en dos partes, con menos enfriamiento en cada regulador. Además, después de que el gas sale del regulador de primera etapa y entra a la línea de transmisión de primera etapa, este absorbe calor de la línea, lo que reduce aún más la posibilidad de congelación en la segunda etapa.

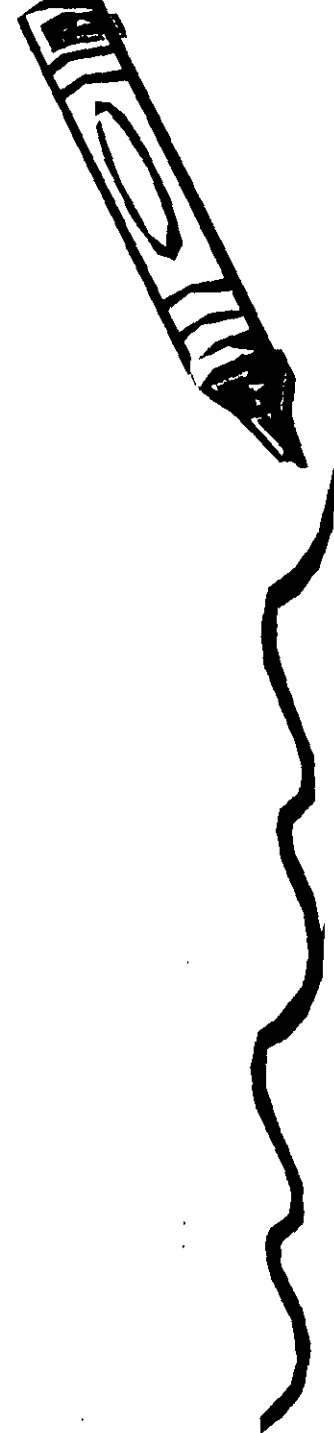
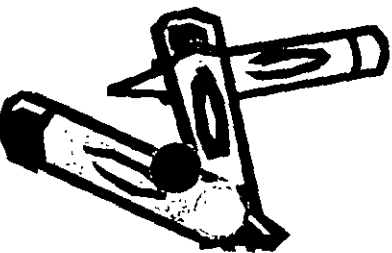


Reguladores de Gas-LP

Selección de reguladores de Gas-LP

Primera etapa - alta presión - en sistema de dos etapas	500,000 (a) 2,500,000 (b)	LV2302TR LV4403SR or TR Series
Segunda etapa - baja presión - en sistema de dos etapas	935,000 (c) 1,600,000 (c) 2,300,000 (c)	LV4403B Series LV5503B4/B6/B9 Series LV5503B8
Etapa doble integrada	200,000 (d) 525,000 (d)	LV404B23 Series LV404B4 or B9 Series
Cambio automático	180,000 (d) 500,000 (d)	7523B23 Series 7523B4 Series

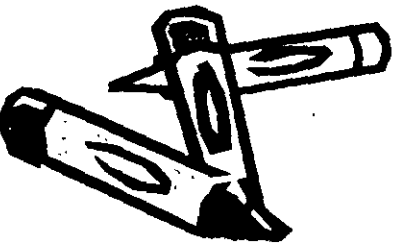
Carga máxima basada en entrada de 25 psi, descarga/entrega de 8 psi.
Carga máxima basada en entrada de 20 psi mayor que la calibración del regulador y una presión de descarga/entrega 20% menor a la calibrada.
Carga máxima basada en entrada de 10 psi, descarga/entrega de 9" C.A.
Carga máxima basada en entrada de 25 psi, descarga/entrega de 9" C.A.
Véase el Catálogo de Productos RegO para información completa de pedidos.



Reguladores de Gas-LP

Leyendo una tabla de rendimiento del regulador

- Consulte la tabla de capacidad del fabricante para determinar el tamaño y tipo de regulador necesitado para su aplicación en particular. Verifique la operación de este regulador con la carga máxima requerida y una presión de entrada correspondiente a las temperaturas más bajas de su invierno (como se muestra en la lámina anterior).

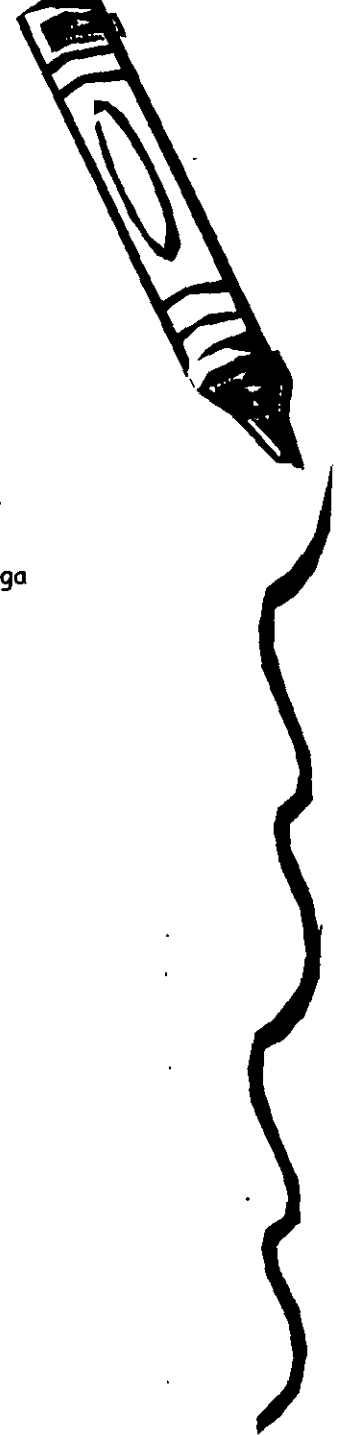
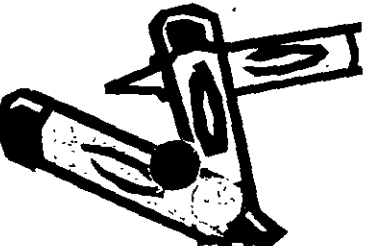
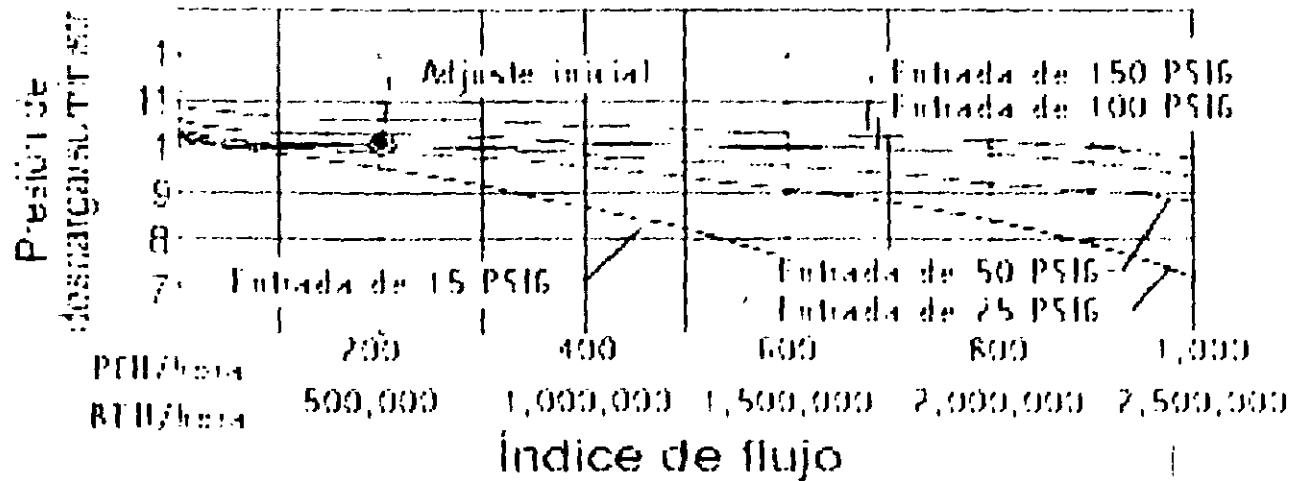


Reguladores de Gas-LP

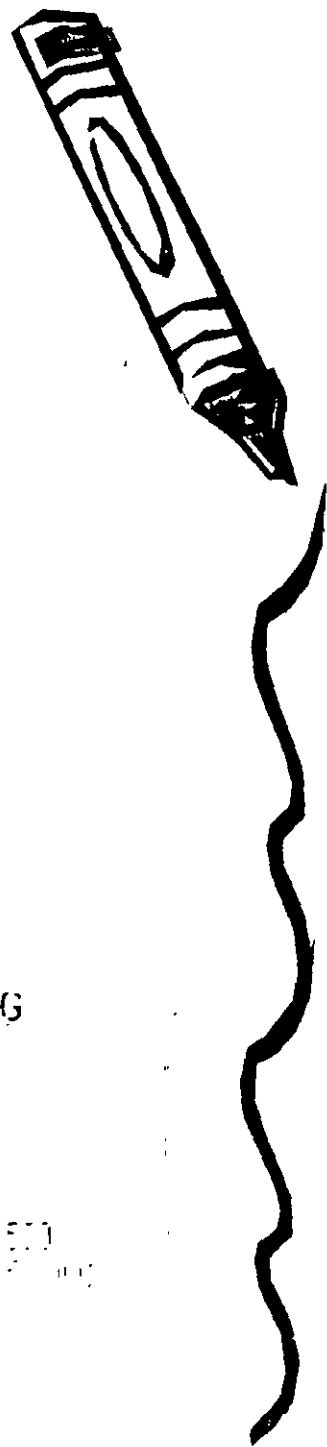
Ejemplo para un sistema de dos etapas - Selección del regulador de primera etapa

1. Suponga una presión de descarga/entrega mínima de 9.5 PSIG.
2. Suponga una presión de tanque mínima de 15 PSIG.
3. Para estas condiciones, véase el diagrama para el Regulador de primera etapa, Serie LV4403TR mostrado abajo.
4. Encuentre la línea en el diagrama que corresponde a la anticipada presión más baja del tanque durante el invierno (nótese que cada línea de rendimiento corresponde a y está marcada con una presión de entrada distinta en PSI).
5. Trace una línea vertical hacia arriba desde la carga supuesta (500,000 BTU por hora) para hacer intersección con la línea que corresponde a la presión de tanque más baja.
6. Lea horizontalmente desde la intersección de estas líneas hasta la presión de descarga/suministro a mano izquierda en el diagrama. En este ejemplo, la presión de descarga/suministro será 9.7 PSIG. Debido a que la presión de descarga será 9.7 PSIG en las condiciones de carga máxima Suponga una carga de 500,000 BTU por hora.
7. y en la presión más baja anticipada del tanque, el regulador tendrá las dimensiones apropiadas para la demanda.

Regulador de primera etapa serie LV4403TR



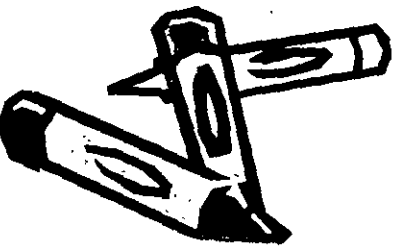
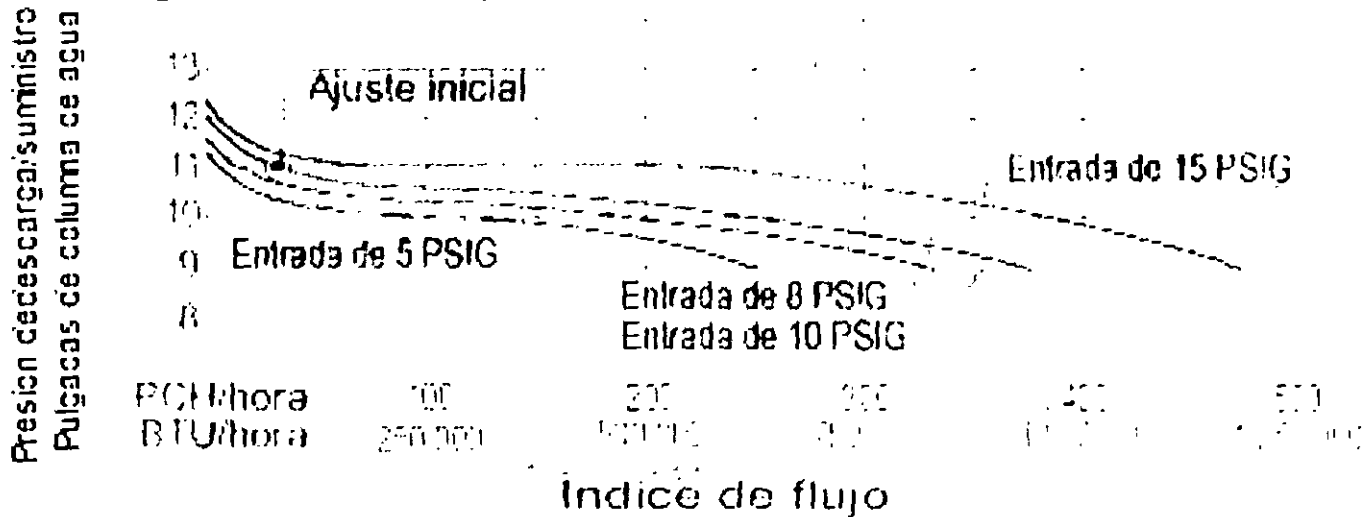
Reguladores de Gas-LP



Ejemplo para un sistema de dos etapas - Selección de un regulador de segunda etapa

1. Suponga una carga de 250,000 BTU por hora.
2. Suponga una presión de descarga mínima de 10" C.A.
3. Suponga una presión de entrada mínima de 10 PSIG.
4. Para estas condiciones, véase el diagrama para el Regulador de segunda etapa, Serie LV4403B mostrado en la página siguiente.
5. Encuentre la línea en la tabla que corresponde a la presión de entrada anticipada.
6. Trace una línea vertical hacia arriba desde el punto de la carga supuesta (250,000 BTU por hora) para hacer intersección con la línea que corresponde a la presión de entrada más baja.
7. Lea horizontalmente desde la intersección de estas líneas hasta la presión de descarga/suministro a mano izquierda en el diagrama. En este ejemplo, la presión de descarga/suministro será de 10.6" C.A. Debido a que la presión de descarga será de 10.6" C.A. en la condición de carga máxima y en la presión de entrada más baja anticipada, el regulador tendrá las dimensiones apropiadas para la demanda.

Regulador de segunda etapa serie LV4403B





**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

TEMA

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIÓN

**M. EN I. ENRIQUE CÉSAR VALDÉS
PALACIO DE MINERÍA
MARZO DEL 2004**

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACION

MATERIAL DE APOYO PARA LA CLASE

UNAM
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica
Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental



INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACION MATERIAL DE APOYO PARA LA CLASE

Compilado por
Ing. Enrique César Valdez

Edición en computadora
Ing. Miguel Angel González López

D.R. C 1995

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA**

**Av. Insurgentes Sur y Copilco
Delegación Coyoacán
C.P. 04510 México, D.F.**

**Primera Edición: agosto de 1995
Segunda Edición: febrero de 1996**

PRESENTACION

El Consejo Editorial del Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, edita la presente publicación donde se reproducen los reglamentos y disposiciones vigentes en materia de instalaciones hidráulicas y sanitarias en los edificios. Asimismo, se incluyen tablas y gráficas a fin de evitar repeticiones laboriosas y pérdidas de tiempo en el uso rutinario de los procedimientos que se explican en la clase correspondiente. Se considera que esta publicación resultará de utilidad tanto para la práctica profesional como para la docencia en este campo.

El material ha sido recopilado y preparado por los profesores Enrique César Valdez y Miguel Angel González López.

El Consejo Editorial expresa su gratitud a estas personas, cuya sola compensación será el conocimiento de que sus esfuerzos contribuyen al mejor aprendizaje de los estudiantes de la materia.

CONTENIDO

REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS	1
CAPITULO I DISPOSICIONES GENERALES	1
CAPITULO II DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION, CIMIENTOS, MUROS, PISOS Y TECHOS DE LOS EDIFICIOS	5
CAPITULO III DE LA VENTILACION, ILUMINACION Y DIMENSIONES DE LAS CONSTRUCCIONES	7
CAPITULO IV DE LA PROVISION DE AGUA	11
CAPITULO V DE LOS EXCUSADOS, MINGITORIOS, FREGADEROS, VERTEDEROS E INSTALACIONES SANITARIAS EN GENERAL	13
CAPITULO VI DE LAS INSTALACIONES DE ALBAÑALES, CONDUCTOS DE DESAGÜE Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	15
CAPITULO VII DE LAS COCINAS, ESTUFAS, CHIMENEAS, DISPOSITIVOS PARA CALEFACCION Y OTROS	21
CAPITULO VIII PROVISION DE GAS EN LOS EDIFICIOS	22
CAPITULO IX DE LOS GARAGES	23
CAPITULO X DE LAS OBLIGACIONES DE PROPIETARIOS E INQUILINOS	24
CAPITULO XI SANCIONES	25
SIMBOLOGIA CONVENCIONAL EN CUMPLIMIENTO DEL ARTICULO 4o. DEL RISRE	26
REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL	29
CAPITULO III REQUERIMIENTOS DE HIGIENE, SERVICIOS Y ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL	29
CAPITULO VI INSTALACIONES	31
NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS	34
AYUDAS DE DISEÑO	40

REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS

CAPITULO I

Disposiciones Generales

- Art. 1o. Para efectos de este Reglamento, con el nombre de edificios se comprenden, las construcciones destinadas a habitaciones, establecimientos comerciales, fábricas, escuelas, lugares de reunión, así como las bodegas y todo local cualquiera que sea el uso a que se destine.
- Art. 2o. Corresponde a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, autorizar, desde el punto de vista sanitario, la construcción, reconstrucción o modificación total o parcial, de edificios públicos o particulares, cuando se cumplan los requisitos que establece este Reglamento y los que establecen los Reglamentos específicos, según el giro o uso a que se destine o pretende destinar el edificio.
- Art. 3o. Los interesados en la construcción de un edificio, deberán presentar una solicitud por duplicado, en la que se expresarán los datos siguientes:
- a) Números de manzana y lote;
 - b) Alineamiento y número oficial;
 - c) Nombre de la colonia o fraccionamiento, y de la calle;
 - d) Zona Postal;
 - e) Nombre del propietario, domicilio y firma;
 - f) Nombre del constructor y su domicilio.

En la solicitud deberá aparecer la certificación de las autoridades que tengan a su cargo la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, haciendo constar si en el lugar señalado para la ejecución de la construcción, existen o no dichos servicios.

Art. 4o. A la solicitud mencionada se acompañarán cinco juegos completos de los planos de proyecto respectivo, los cuales contendrán:

- I. Las plantas de los distintos pisos o niveles de la construcción, especificando, en lo general, el destino de cada local, espacios descubiertos, así como las instalaciones sanitarias, incluyendo bombas, tanques, equipos especiales, tuberías de alimentación y de distribución de agua potable, albañales, registros, lavaderos, bajadas de aguas negras y pluviales, excusados, tinas, fregaderos, vertederos, coladeras, tinacos, válvulas y, en general, todos aquellos detalles que contribuyan a las mejores condiciones sanitarias del edificio, debiéndose adoptar los signos convencionales que para el efecto señale la autoridad sanitaria.
- II. Los cortes sanitarios que muestren las instalaciones, tuberías, alturas de pisos o niveles, techos, puertas y ventanas, pendientes de albañales, conductos desaguadores e instalaciones especiales.

Las plantas y cortes se presentarán a una magnitud no menor de 1:100 y estarán claramente acotados.

Los detalles de las instalaciones sanitarias relativos a la plomería, se presentarán en planta y corte a una magnitud de 1:20.

- III. Croquis acotado de localización del predio con los datos siguientes:
 - a) Perímetro de la manzana, y cuando ésta no se encuentre determinada, las referencias indispensables que faciliten la localización de la construcción.
 - b) Nombres de las calles que limitan la manzana.
 - c) Distancia del predio a la esquina correspondiente.
 - d) Anchura de la calle o calles donde se pretende construir.

Art. 5o. Cuando se trate de reconstrucciones o modificaciones deberán incluirse con la solicitud, cinco juegos de planos del proyecto y un juego completo de planos de la construcción existente.

Art. 6o. Autorizada la construcción, reconstrucción o modificación solicitada, se hará constar esta circunstancia al reverso de los planos, devolviendo al interesado tres juegos de los mismos.

Sin esta autorización no se expedirá licencia de ocupación o funcionamiento.

- Art. 7o. Las construcciones, reconstrucciones o modificaciones deberán ejecutarse de acuerdo con los planos del proyecto aprobado.
- Art. 8o. Queda prohibido iniciar la construcción, reconstrucción o modificación de un edificio sin la autorización correspondiente.
- Art. 9o. En el lugar donde se ejecute la obra, deberá tenerse un juego completo de los planos aprobados, a fin de mostrarlos a las autoridades sanitarias cuantas veces lo requieran, y colocarse a la entrada en lugar visible, un letrero que con claridad indique los datos de ubicación del predio.
- Art. 10. Cuando por cualquier circunstancia se suspenda temporalmente la construcción de una obra ya iniciada, el propietario o director de la obra tendrá obligación de comunicarlo a la Secretaría de Salubridad para que ordene en su caso, las medidas de protección sanitarias que se requieran. Asimismo están obligados a comunicar a dicha Secretaría la fecha en que las obras de construcción se reanuden, para que si se estima pertinente, se practique una visita ocular para determinar si ha lugar o no a reparaciones o modificaciones.
- En caso de que la suspensión de la obra tenga una duración mayor de 18 meses, será necesario obtener la revalidación de la autorización respectiva.
- Art. 11. Para realizar demoliciones, deberá solicitarse por escrito la autorización correspondiente de la autoridad sanitaria y cumplir con los siguientes requisitos:
- I. Dotar al predio del tapial o de los tapias que sean necesarios.
 - II. Que durante la demolición existan instalaciones para riego de agua que eviten molestias de polvo.
 - III. La instalación de pantallas o mamparas que se coloquen delante de la luz cuando haya necesidad de usar sopletes de oxiacetileno o equipos de soldadura eléctrica.
 - IV. Tomar las medidas de seguridad necesarias a fin de evitar accidentes, especialmente los que pongan en peligro la vida de los trabajadores de la demolición, de los transeúntes y de los vecinos de los predios colindantes y daños a las propiedades.
- Art. 12. Previa la construcción de un edificio, cuando los terrenos sean pantanosos, hubieren estado destinados a basureros o cementerios, los interesados deberán comunicar estas circunstancias a la autoridad sanitaria para que dicte las medidas que juzgue pertinentes para evitar peligros a la salubridad pública.
-

- Art. 13. Antes de iniciarse la construcción, deberá hacerse la conexión correspondiente con los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, instalando al efecto una llave de agua, tanto para uso de los operarios, como para las necesidades de la obra, así como un excusado provisional con servicio de agua conectado al albañal.
- Art. 14. Las autoridades sanitarias practicarán las visitas de inspección que estimen convenientes a los edificios construidos, en construcción, en reconstrucción o en modificación, a fin de vigilar la observancia de las disposiciones relativas del Código Sanitario y de este Reglamento.
- Art. 15. Todo edificio deberá contar con albañales y servicios de agua potable propios y exclusivos, que deberán estar conectados directamente a los servicios públicos. Esta disposición rige aun para los casos de servidumbre legal a que se refiere el Código Civil.
- Para los edificios ya construidos en lugares donde no exista servicio de alcantarillado municipal, se exigirá la construcción de fosa séptica.
- Art. 16. Por ningún concepto podrán suspenderse parcial o totalmente, los servicios de agua potable y atarjeas a los edificios habitados, ya sea que los servicios sean suministrados por las autoridades o empresas particulares.
- Art. 17. En la construcción de edificios en general, para prevenir la infestación de roedores, se satisfarán las normas y procedimientos que la autoridad sanitaria señale.
- Art. 18. No se permitirá la construcción o adaptación de edificios para albergue o explotación de animales dentro de las zonas urbanas, excepción hecha de las construcciones destinadas a parques zoológicos o bien, para actividades transitorias, tales como ferias, circos o exposiciones, las cuales deberán sujetarse a las disposiciones reglamentarias respectivas.
- Art. 19. No se permitirá la existencia de animales en edificios y terrenos sin construir en zonas urbanas, con excepción de pequeñas especies domésticas que cuenten con alojamiento adecuado y siempre que no causen molestias al vecindario.

CAPITULO II

De los Materiales de Construcción, Cimientos, Muros, Pisos y Techos de los Edificios.

- Art. 20. Los cimientos, además de garantizar la estabilidad del edificio, se construirán con materiales a prueba de roedores y quedarán debidamente impermeabilizados, a fin de que la humedad del subsuelo no se transmita a los muros.
- Art. 21. Todos los muros macizos exteriores expuestos a la intemperie, deberán tener un espesor mínimo de 15 centímetros. Podrá admitirse un espesor menor si la protección contra la intemperie es, por lo menos, equivalente a la de un muro de ladrillo (tabique) rojo de 15 centímetros.
- Art. 22. Los muros y techos de las piezas destinadas a habitaciones que queden expuestos a la intemperie, que sean construcciones de madera o de materiales laminados, serán dobles, dejando entre ellos un espacio no menor de 5 centímetros. Las juntas de los muros y los techos tanto exterior como interiormente, estarán debidamente arregladas para impedir el paso del aire y del agua, y además, estarán protegidos a prueba de roedores.
- Art. 23. Los paramentos exteriores de los muros, cualquiera que sea su espesor, deberán impedir el paso de la humedad. En los paramentos de los muros exteriores contruidos en forma de que los materiales queden aparentes, el mortero de las juntas para unirlos será a prueba de roedores y de intemperie.
- Art. 24. Los paramentos interiores de los muros deberán tener superficie resistente para el uso normal a que se les destine.
- Art. 25. Los muros de las cocinas y baños, tendrán un revestimiento hasta una altura mínima de 1.50 metros, con un material resistente, impermeable y fácilmente aseable.
- Art. 26. Los techos se construirán de modo que impidan el paso del aire y el agua y en forma tal, que eviten los cambios bruscos de temperatura en las habitaciones.
- La pendiente mínima en la cubierta de las azoteas, será de 1.5 % .
- Art. 27. Por cada 100 metros cuadrados de azotea o de proyección horizontal en techos inclinados, se instalará por lo menos un tubo de bajada pluvial de 7.5 centímetros de diámetro o uno de área equivalente al tubo circular ya especificado.

Para desaguar marquesinas, se permitirá instalar bajadas pluviales con diámetro mínimo de 5 centímetros o de una área equivalente, para superficies hasta de 25 metros cuadrados como máximo.

- Art. 28. En la parte superior de las bajadas de agua pluvial, se colocará un embudo provisto de coladera cuya superficie de escurrimiento sea cuando menos igual al área del tubo de bajada.
- Art. 29. Los techos planos o inclinados, llevarán medias canales colectoras y bajadas pluviales, cuando el agua de lluvia pudiera descargar a la vía pública, a predios o provocar humedades en los muros propios o colindantes.
- Art. 30. Las juntas para cubrir separaciones de edificios, las de dilatación o las que se usen en las construcciones de materiales laminados en cubiertas, aleros, tragaluces o cualquiera otro tipo de construcción, deberán construirse en forma tal que impidan el paso del agua y serán a prueba de roedores.
- Art. 31. Las superficies libres de construcción, deberán ser pavimentadas, o tener jardín, o en ambas formas. Cuando la superficie sea pavimentada, tendrá una pendiente mínima de 1 % hacia coladeras con obturador hidráulico fijo.
- Art. 32. Los pisos de los cuartos de baño, cocinas, excusados y pasillos se construirán de materiales impermeables y a prueba de roedores.
- Art. 33. La construcción de piletas, tanques y en general depósitos de agua, así como de lavaderos, se hará con materiales impermeables. La parte expuesta de los muros a la humedad que provenga por el uso de dichas instalaciones, deberá impermeabilizarse.
- Art. 34. Cuando en las construcciones se vaya a emplear un nuevo material o preparaciones distintas de los ya conocidos y aceptados, su uso deberá someterse a la aprobación de la autoridad sanitaria.

CAPITULO III

De la ventilación, iluminación y dimensiones de las construcciones.

- Art. 35. Los pisos de la planta baja de los edificios, deberán construirse 10 centímetros, por lo menos, mas altos que los patios, y éstos a su vez 10 centímetros más altos que el nivel de la acera o banqueta de la vía pública, salvo casos especiales en los que la topografía del terreno lo impida.
- Art. 36. Los pisos bajos de los edificios estarán protegidos contra la humedad, mediante procedimientos de impermeabilización, y en casos especiales se dejará un espacio libre entre el suelo natural y el piso de la planta baja por lo menos de 40 centímetros, comunicándose con la calle, patios o espacios abiertos por ventilas para garantizar la libre circulación del aire. Los pisos y las ventilas tendrán la debida protección contra roedores.
- Art. 37. Las piezas destinadas a habitación, ya sea de día o de noche, tendrán luz y ventilación directas al exterior por medio de puertas o ventanas convenientemente distribuidas, a fin de que la iluminación y ventilación sean uniformes dentro del local. La superficie de iluminación no será menor del 20 % de la superficie del piso de la habitación. Las ventanas y las puertas, en su caso, tendrán una sección movable que permita la renovación del aire. Esta superficie movable tendrá, cuando menos $1/3$ de los claros de iluminación.

La iluminación y ventilación directas del exterior, se satisfarán: de la vía pública, de los patios del edificio o por diferencia de niveles dentro del área del propio edificio.

Para modificaciones a los edificios construidos con anterioridad a la vigencia de este Reglamento, y como excepción para satisfacer los requerimientos de luz y ventilación directas, se podrá verificar por medio de tragaluces provistos de rejillas para ventilación o bien, linternillas e instalaciones mecánicas automáticas para la renovación del aire.

- Art. 38. Para los locales que por circunstancias especiales se les deba suministrar ventilación artificial, ésta se proporcionará por medio de instalaciones mecánicas que garanticen la renovación eficiente del aire en el interior del local. Las instalaciones para la renovación del aire, se diseñarán considerando los factores de velocidad, movimiento del aire, temperatura y humedad relativa. El movimiento no será superior a 0.25 metros por segundo, velocidad medida a una altura de 0.90 metros sobre el nivel del piso del local. La temperatura (bulbo seco), estará comprendida entre los 17 y 23°C., y la humedad relativa comprendida entre el 30

y 60 % . En términos generales, la renovación del aire tendrá seis cambios por hora como mínimo.

Art. 39. Para efectos del presente Reglamento, se considerarán como viviendas mínimas, las que estén integradas por dos piezas, cocina, baño y patio de servicio.

Las dimensiones mínimas de las dependencias para este tipo de viviendas, serán las siguientes:

Piezas Habitación 7.50 metros cuadrados de superficie.

Anchura 2.50 metros.

Altura 2.30 metros a 2.80 metros, según clima.

Cocina 6.00 metros cuadrados de superficie

Anchura 1.50 metros

Baño 2.00 metros cuadrados de superficie.

Anchura mínima 1.00 metro

Patio 4.00 metros cuadrados

Anchura 2.00 metros mínimo

La vivienda mínima contará con las instalaciones sanitarias siguientes:

- a) Excusado
- b) Lavabo
- c) Fregadero
- d) Regadera
- e) Lavadero.

El patio de servicio de este tipo de vivienda, podrá ser exclusivo de ésta, o formar parte de la superficie de servicios generales en patios comunes o azoteas, en donde podrán instalarse los lavaderos, pero siempre considerando una superficie de 4 metros cuadrados como mínimo por vivienda.

Las viviendas especiales de uso transitorio podrán ser de una sola pieza, pero tendrán cocina y baño en locales independientes. Estarán amuebladas y pueden quedar exceptuadas de patio de servicio.

Art. 40. En toda vivienda, las piezas destinadas a dormitorio tendrán las siguientes características: 7.50 metros cuadrados de superficie mínima de piso, con dimensión mínima libre de 2.50 metros en planta. La altura libre de piso a cielo interior para clima frío, sin instalación de calefacción, será de 2.30 metros y 2.80 metros para clima cálido, sin aire acondicionado o ventilación mecánica, si existen las instalaciones mencionadas, la altura libre mínima admisible será de 2.30 metros.

Art. 41. Para los casos en que se necesite tener en cuenta el número de habitantes por vivienda para la aplicación de algunas disposiciones de este Reglamento, se considerará lo siguiente:

Para viviendas de una recámara o dormitorio, 3 habitantes.

Para viviendas de dos recámaras o dormitorios, 5 habitantes.

Para viviendas de tres recámaras o dormitorios, 7 habitantes.

Y para viviendas de más de 3 recámaras o dormitorios, 2 habitantes más por cada recámara o dormitorio adicional.

Art. 42. Los patios que sirvan para dar iluminación y ventilación, tendrán las siguientes dimensiones mínimas en relación con la altura de los muros que los limiten:

Patios para dar iluminación y ventilación para habitaciones de día y noche:

Altura hasta	Dimensión mínima
4 metros	2.50 metros
8 metros	3.25 metros
12 metros	4.00 metros

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio debe ser el tercio de la altura del paramento total de los muros.

Patios para dar iluminación y ventilación a cocinas y baños:

Altura hasta	Dimensión mínima
4 metros	2.00 metros
8 metros	2.25 metros
12 metros	2.50 metros

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio debe ser 1/5 de la altura del paramento total de los muros.

Para efectos de las dimensiones que para patios señala el presente Reglamento, se considerará la parte a cielo abierto libre de la prolongación a plomo de las construcciones. Queda prohibido dar luz y ventilación a las habitaciones abriendo ventanas o estableciendo dispositivos con el mismo fin hacia predios colindantes.

Cuando los patios sirvan para dar acceso a viviendas, queda prohibido su uso para instalar en ellos maquinaria o cualquier objeto que los obstruya.

- Art. 43. Los edificios de departamento de más de 5 niveles, deberán contar con ascensor para personas, además de las escaleras.
- Art. 44. Todos los departamentos de un edificio deben desembocar a pasillos que conduzcan directamente a las escaleras. El ancho de los pasillos nunca será menor de 1.20 metros.
- Art. 45. Los edificios de más de una planta, destinadas a habitación tendrán por lo menos una escalera, aun cuando cuenten con elevadores; la escalera o escaleras, comunicarán todos los niveles con el nivel de banqueta, no debiendo estar ligadas las de niveles superiores con las de los sótanos. A una escalera podrán desahogar hasta 20 departamentos o viviendas en cada piso; el ancho mínimo de las escaleras será de 1.20 metros en edificios de habitación multifamiliares y de 0.90 metros en los unifamiliares, la huella neta de los escalones no será menor de 25 centímetros y los peraltes no mayores de 18 centímetros: cuando la altura entre niveles sea mayor a la mínima señalada por este Reglamento, las escaleras se interrumpirán por medio de descansos situados a un desnivel no mayor de 2.50 metros; toda escalera tendrá por lo menos un pasamanos con una altura no menor de 90 centímetros: las escaleras que requieran protección lateral, estarán provistas de un barandal con pasamanos. Las escaleras de los edificios de habitación multifamiliar, serán construidas con material incombustible, y los vanos de los barandales no serán de más de 15 centímetros en su dimensión mínima.
- Art. 46. Toda ventana de iluminación, así como puertas de acceso, no podrán tener cristales, sino a partir de una altura de 90 centímetros sobre el nivel del piso.
- En el caso especial de motivos funcionales en que se requiera prolongar cristales hasta niveles de piso, se proveerá especialmente a los que den al exterior en fachadas de patios y calles, de dispositivos de seguridad hasta una altura de 90 centímetros sobre el nivel del piso.
- Art. 47. Se entenderá por sótano, la parte de un edificio cuyo piso se encuentre bajo el nivel de la acera o de los patios.
- Art. 48. Para que el sótano pueda ser autorizado como habitación, deberá llenar las siguientes condiciones:
- I. Que disponga de luz y ventilación, directas en las condiciones señaladas por este Reglamento para las habitaciones en general.
 - II. Que su altura mínima sea de 2.30 metros y la superficie mínima de 7.50 metros cuadrados. El lado menor de 2.50 metros como mínimo.

- III. Que los cimientos, pisos y muros estén contruidos con materiales impermeables que impidan el paso de la humedad, tanto del subsuelo como de la superficie de la acera o de los patios.
- IV. Que los pisos y muros, incluyendo la cimentación, estén contruidos con materiales a prueba de roedores.
- V. Que las puertas de acceso y las ventanas para ventilación e iluminación, estén protegidas con materiales a prueba de roedores.

Art. 49. Ningún punto de un edificio podrá estar a una altura mayor de 1.75 veces la distancia horizontal entre dicho punto y el lindero más cercano de las manzanas vecinas.

Se exceptúan de lo dispuesto anteriormente, los motivos arquitectónicos tales como miradores, torrecillas y otros de escasa importancia y de carácter ornamental.

Art. 50. Para edificios situados en esquina, se permitirá que sea la calle más ancha la que norme la altura del edificio de acuerdo con lo dispuesto en el artículo anterior, hasta una profundidad igual a su vez y media al ancho de la calle más angosta.

CAPITULO IV

De la provisión de agua

Art. 51. Los edificios, cualquiera que sea el uso a que estén destinados, estarán provistos de agua potable, en cantidad y presión suficientes para satisfacer las necesidades y servicios de los mismos.

La potabilidad del agua reunirá los requisitos especificados en el Reglamento sobre Obras de Provisión de Agua Potable vigente, y provendrá:

- I. De los servicios públicos establecidos.
- II. De pozos que reúnan condiciones para proporcionar agua potable, previa autorización de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y de las autoridades sanitarias.
- III. De otras fuentes de abastecimiento que llenen las condiciones que sobre el particular fijen las autoridades sanitarias.

Art. 52. El aprovisionamiento de agua potable a los edificios se calculará como mínimo a razón de 150 litros por habitante y por día.

El servicio de agua potable en los edificios será continuo durante las 24 horas del día.

Art. 53. Todo edificio deberá tener servicio de agua exclusivo, quedando estrictamente prohibido las servidumbres o servicios de agua de un edificio a otro.

Art. 54. Cada una de las viviendas o departamentos de un edificio, debe tener por separado su instalación interior de agua potable, de baño, lavabo y excusado.

Para fines de almacenamiento, en caso de que el servicio público no sea continuo durante las 24 horas, así como para interrupciones imprevistas, se instalarán depósitos en las azoteas con capacidad de 100 litros por habitante. El número de habitantes se calculará de acuerdo con lo establecido en el artículo 41.

Los depósitos podrán ser metálicos, de asbesto cemento, plástico rígido, de concreto impermeabilizado u otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria.

Art. 55. Para evitar deficiencias en la dotación de agua por falta de presión que garantice su elevación a la altura de los depósitos en los edificios que lo requieran, se instalarán cisternas para almacenamiento de agua, con equipo de bombeo adecuado.

Art. 56. Las cisternas se construirán con materiales impermeables, de fácil acceso, esquinas interiores redondeadas y con registro para su acceso al interior. Los registros tendrán cierre hermético con reborde exterior de 10 centímetros para evitar toda contaminación. No se encontrará albañal o conducto de aguas negras a una distancia menor de 3 metros. Para facilitar el lavado de las cisternas se instalará un dispositivo que facilite la salida de las aguas de lavado y evite entrada de aguas negras.

Art. 57. Los depósitos que trabajen por gravedad, se colocarán a una altura de 2 metros por lo menos, arriba de los muebles sanitarios del nivel más alto.

Art. 58. Las tuberías, uniones, niples y en general las piezas para la red de distribución de agua en el interior de los edificios, serán de fierro galvanizado, de cobre o de otros materiales autorizados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Art. 59. Los depósitos deben de ser de tal forma que eviten la acumulación de sustancias extrañas a ellos, estarán dotados con cubiertas de cierre ajustado y fácilmente removible para el aseo interior del depósito, y provistos de dispositivos que permitan la aereación del agua.

Art. 60. La entrada del agua se hará por la parte superior de los depósitos y será interrumpida por una válvula accionada con un flotador, o por un dispositivo que interrumpa el servicio cuando sea por bombeo.

La salida del agua se hará por la parte inferior de los depósitos y estará dotada de una válvula para aislar el servicio en casos de reparaciones en la red distribuidora.

Art. 61. Las fuentes que se instalen en patios y jardines, no podrán usarse como depósitos de agua potable, sino únicamente como elementos decorativos o para riego.

CAPITULO V

De los excusados, mingitorios, fregaderos, vertederos e instalaciones sanitarias en general.

Art. 62. En todo edificio habrá un excusado por lo menos. Cuando el número de habitantes pase de 10, se instalarán excusados a razón de uno por cada 10 personas o fracción que no llegue a este número.

Art. 63. En los edificios en que cada departamento o vivienda cuente con un local destinado a baño y excusado, esta pieza tendrá cuando menos, las instalaciones sanitarias siguientes: regadera, lavabo y excusado.

En los baños en que solamente existan regaderas, sin tener tina, la parte del piso sobre el que descargue la regadera estará separada del resto por medio de un reborde de 10 centímetros de altura mínima y será provista dicha superficie de coladera de obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores.

Art. 64. Por excepción se permitirá en los edificios construidos con anterioridad a la vigencia del presente Reglamento, llamados casas de vecindad, que un baño de regadera sirva para varias viviendas en la proporción de uno por cada 15 habitantes (considerándose a razón de 5 personas por vivienda), el que estará provisto de un espacio separado por un murete, para vestidor. Además, en dichas casas de vecindad se permitirá que como mínimo haya un excusado por 15 habitantes y un mingitorio por cada 20. Los baños, excusados y mingitorios de que se trata serán de tipo individual e instalados en locales que tengan luz y ventilación directas. Los excusados estarán dotados de taza e instalación hidráulica con agua a presión y descarga a voluntad. Tanto el local de baño de regaderas como el de excusados, estará formado por dos departamentos separados y destinados, uno para hombres y otro para mujeres con instalaciones propias e independientes.

Art. 65. Los locales destinados a baños o excusados deberán tener piso impermeable y sus muros revestidos con materiales impermeables hasta 1.50 metros de altura, salvo el perímetro de las regaderas en que la altura mínima será de 1.80 metros. El piso desaguará a una coladera con obturador hidráulico fijo y con tapa a prueba de roedores.

Art. 66. En los casos en que un gabinete para servicios sanitarios tenga ventilación artificial, el sistema que se establezca para dicha ventilación deberá contar con un dispositivo independiente para abrirse o cerrarse a voluntad.

Art. 67. Las conexiones de tubos de descarga de los excusados con el albañal se harán mediante piezas especiales.

Art. 68. Los excusados serán de modelos aprobados por las autoridades sanitarias. Queda prohibido el sistema de excusados de tipo colectivo.

Los asientos de las tazas de los excusados, serán impermeables y fácilmente aseables.

Todo excusado al instalarse deberá quedar provisto de tubo ventilador.

Art. 69. Los mingitorios serán de tipo individual, de sobreponer o de pedestal, provistos de desagüe con sifón de obturación hidráulica y estarán dotados con tubo para ventilación, ya sea individual o en serie si se trata de una batería de mingitorios.

Art. 70. El desagüe de tinajas, regaderas, bidets y lavadoras de ropa, contará con un obturador hidráulico de tipo bote. Los lavabos y vertederos deberán estar provistos de sifón con obturación hidráulica y además sus tubos de descarga tendrán ventilación individual o conectada a otros tubos de ventilación.

Art. 71. Los fregaderos de cocina en edificios destinados a habitación, desaguarán por medio de un sifón con obturación hidráulica, conectado al mueble, con registro para limpieza y con diámetro no menor de 38 mm.

Los fregaderos de las cocinas de establecimientos que den servicio colectivo, además del sifón prescrito, estarán dotados de una caja para recolección de grasa.

Art. 72. Cada departamento o vivienda contará con un lavadero, que puede estar instalado en las azoteas, azotehuelas o pozos de luz. Cada lavadero tendrá un techo que resguarde de la lluvia y del sol.

CAPITULO VI

De las instalaciones de albañales, conductos de desagüe y plantas de tratamiento de aguas negras.

Art. 73. Se entiende por albañales, los conductos cerrados que con diámetro y pendiente necesarios se construyan en los edificios para dar salida a toda clase de aguas servidas.

Art. 74. Los albañales podrán construirse:

- I. OCULTOS, en el piso bajo de los edificios, con tubos de barro vitrificado con sal, asbesto cemento, fierro fundido, concreto revestido interiormente de asfalto, que garantice su impermeabilidad. En todos los casos, los tubos serán lisos en su interior.
- II. VISIBLES, apoyados sobre el piso bajo o suspendidos de los elementos estructurales del edificio, con tubos de fierro fundido, revestidos interiormente con sustancias protectoras contra la corrosión, de fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido.

En cualquiera de estos casos, estarán debidamente protegidos.

Art. 75. Los tubos que se empleen para albañales serán de 15 centímetros de diámetro interior, cuando menos, deberán satisfacer las normas de calidad establecidas por la Secretaría de Industria y Comercio, o en su defecto, las que fije la autoridad sanitaria.

No podrán emplearse materiales distintos a los señalados en el artículo anterior para la construcción de albañales, sin la autorización de la autoridad sanitaria.

Art. 76. Los albañales se construirán bajo los pisos de los patios o pasillos de los edificios.

Cuando a juicio de la autoridad sanitaria haya causa justificada que imposibilite la construcción de los albañales en los términos de este artículo, se permitirá su modificación.

Art. 77. Antes de proceder a la colocación de los tubos de albañal, se consolidará el fondo de la excavación para evitar asentamientos del terreno.

Art. 78. Los albañales se instalarán cuando menos a un metro de distancia de los muros.

Cuando por circunstancias especiales no se pueda cumplir con esta disposición, la instalación se hará con la protección necesaria contra asentamientos y posibles filtraciones, previa autorización de la autoridad sanitaria.

Art. 79. En los conductos para desagüe se usarán:

- I. Tubos de fierro fundido revestidos interiormente con substancias protectoras contra la corrosión.
- II. Tubos de fierro galvanizado.
- III. Tubos de cobre.
- IV. Tubos de plástico rígido.
- V. De cualquier otro material que aprueben las autoridades sanitarias.

Los tubos para conductos desaguadores tendrán un diámetro no menor de 32 mm., ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2% para diámetros hasta de 76 mm., y para diámetros mayores, la pendiente mínima será de 1.5 %.

Art. 80. Cuando los conductos de desagüe, por razones estructurales sean construidos de tubos de otros materiales aceptados por la autoridad sanitaria, podrán estar descubiertos siempre que sus juntas y registros estén herméticamente cerrados y su interior revestido por materiales protectores contra la corrosión.

Art. 81. Los cambios de dirección de los albañales y las conexiones de ramales, se harán con deflexión de 45° como máximo.

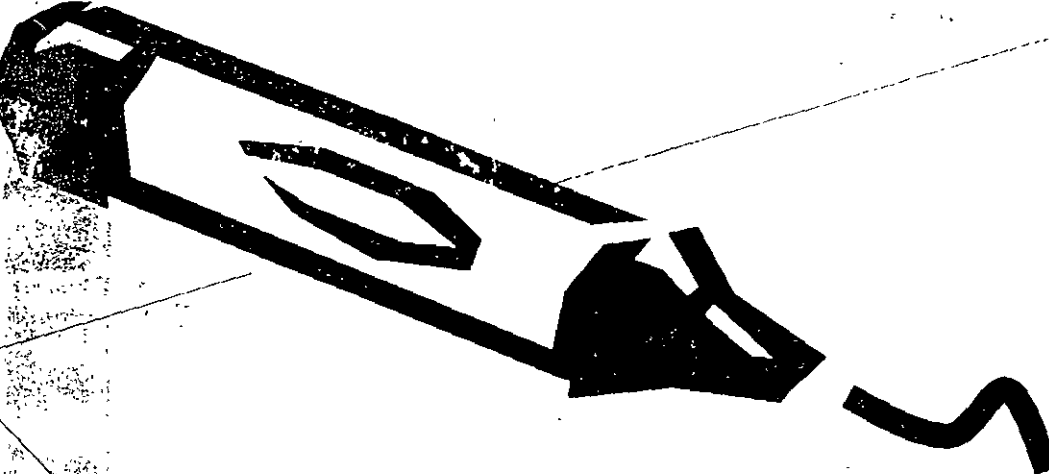
Art. 82. Las piezas "T" para conexión de ramales de bajadas con albañales, sólo se permitirán cuando el cambio de dirección sea vertical a horizontal.

Art. 83. Los albañales se construirán con una pendiente no menor de 1.5%, salvo el caso en que sea necesario usar otros medios que satisfagan a la autoridad sanitaria.

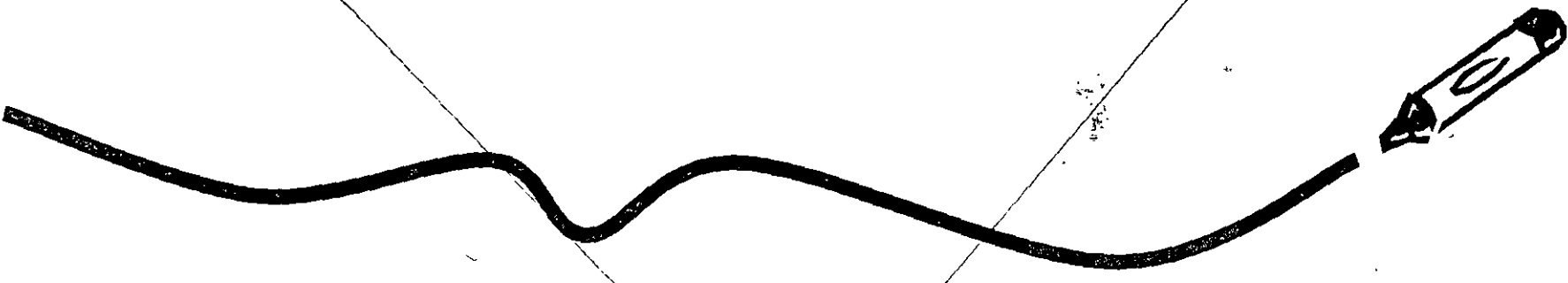
Art. 84. Para facilitar la limpieza de los albañales, éstos estarán dotados de registros que se colocarán a distancia no mayor de diez metros. Los registros llevarán una cubierta que a la vez que se pueda remover con facilidad cierre ajustadamente.

Cuando por circunstancias especiales se autorice que los albañales ocultos pasen por alguna habitación, los registros estarán provistos de doble cubierta que a la vez que se puedan remover con facilidad cierre herméticamente.

En el lugar inmediato y anterior al cruzamiento del albañal con el límite del predio y la vía pública habrá un registro.



Instalaciones de gas
L.P. en edificios



Recipientes/Tanques de almacenamiento de propano

- El calor perdido a causa de la vaporización del líquido es reemplazado por el calor del aire que rodea el recipiente. Este calor es transferido del aire al líquido por medio de la superficie metálica del recipiente/tanque.
- El área del recipiente/tanque en contacto con el vapor no se considera porque el calor absorbido por el vapor es insignificante. La parte de la superficie del recipiente/tanque que está bañada en este líquido se llama "la superficie mojada".
- Mientras más grande sea esta superficie mojada, es decir, mientras más líquido haya en el recipiente/tanque, más grande será la capacidad de vaporización del sistema. Un recipiente más grande tendrá una superficie mojada más grande y por lo tanto tendrá una capacidad de vaporización mayor. Si el líquido en el recipiente/tanque recibe el calor para la vaporización del aire exterior, mientras más alta sea la temperatura exterior, más alto será el índice de vaporización del sistema.

Determinación de la carga/consumo total

- Para determinar apropiadamente las dimensiones del recipiente de almacenamiento, del regulador y de las tuberías, se debe determinar la carga/consumo total de BTU. La carga total es la suma de todo el consumo de gas en la instalación. Se calcula sumando el consumo de BTU de todos los aparatos en la instalación. El consumo de BTU se puede obtener de la placa rotulada del aparato o de la literatura de su fabricante.
- Durante la planificación inicial de la instalación, también deben ser considerados los aparatos que puedan ser instalados en el futuro para poder eliminar la necesidad de hacer una revisión posterior de la tubería y de las instalaciones de almacenamiento.



Determinación de la carga/consumo total

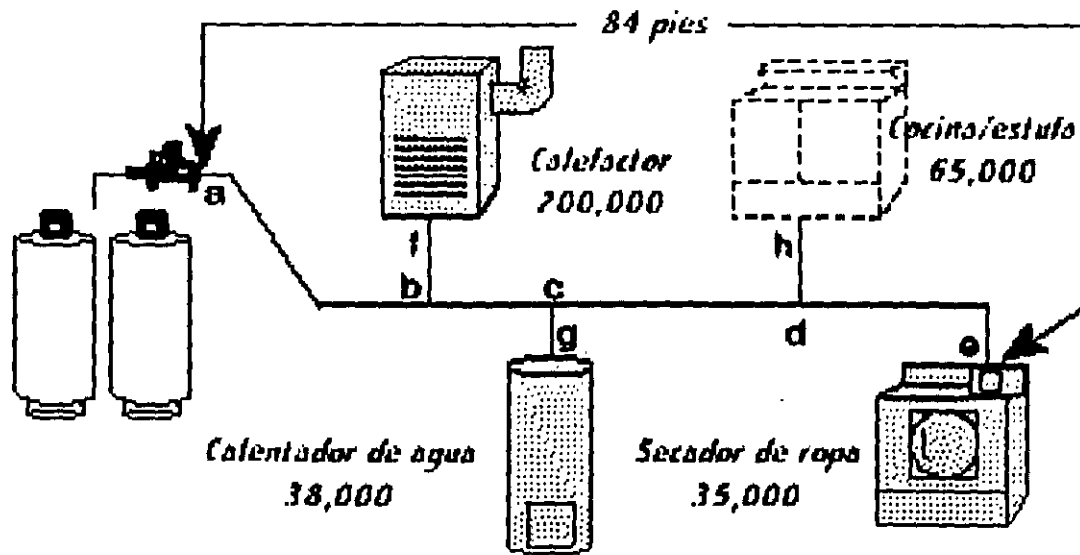
Consumo aproximado en BTU para algunos aparatos comunes

Cocina/estufa económica, doméstica	65,000
Horno integrado o unidad de parrilla, doméstica	25,000
Unidad superior integrada, doméstica	40,000
Calentador de agua, (recuperación rápida), almacenamiento automático- tanque hasta 110 litros	30,000
Tanques de 110 hasta 150 litros	38,000
tanque de 150 hasta 190 litros	50,000
Calentador de agua, instantáneo automático sencillo	142,800
doble	285,000
triple	428,400
Secadora de ropa, doméstica	35,000
Incinerador, doméstico	32,000

Requerimientos de cilindros de gas L.P.

Kg	Máxima descarga continua en BTU por hora a varias temperaturas en grados °C.					
	- 18	- 7	4.5	16	20	25
45	113,000	167,000	214,000	277,000	300,000	324,618
30	83,000	122,000	160,000	199,000	214,000	234,679
20	55,000	79,000	105,000	131,000	141,000	155,246

Ejemplo: Cálculo del número de cilindros requeridos



Considerando una temperatura mínima anual de $20^{\circ} C$

Art. 85. Los registros para los albañales ocultos, se construirán de acuerdo con los modelos aprobados por la autoridad sanitaria, y sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

Para profundidad hasta de un metro	40 x 60 cm.
Para profundidad hasta de dos metros	50 x 70 cm.
Para profundidad de más de dos metros ..	60 x 80 cm.
Las cubiertas no serán menores de	40 x 60 cm.

En los albañales visibles, los registros estarán constituidos por un orificio en el propio tubo no menor de 10 cm. de diámetro, provisto de tapa con cierre hermético.

Las tapas serán del mismo material del que se construya el albañal y estarán sujetas con soldadura de plomo, rosca o con abrazaderas.

Art. 86. En cada cambio de dirección y en cada conexión de las ramales con el albañal principal, se construirá un registro.

Art. 87. Los albañales estarán provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 centímetros de diámetro mínimo, de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido, hasta una altura no menor de 1.80 metros a partir del nivel del piso, pudiendo el resto ser de lámina galvanizada o de cualquier otro material aprobado por la autoridad sanitaria, y se prolongará 2 metros arriba de la azotea.

Cuando la altura mínima señalada para que el tubo ventilador sobresalga de la azotea no sea suficiente para eliminar las molestias por gases mal olientes, la autoridad sanitaria resolverá lo conducente.

No será necesario tubo ventilador en el origen del albañal, cuando se encuentre a una distancia no mayor de 3 metros de un excusado.

Art. 88. Las bajadas de agua pluvial serán de lámina galvanizada, fierro fundido o de otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria, y se fijarán de una manera sólida a los muros.

Art. 89. Las bajadas de agua pluvial no podrán utilizarse como tubos ventiladores.

Art. 90. Las bajadas pluviales, se conectarán al albañal por medio de un sifón o de una coladera con obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores, colocada abajo del tubo de descarga. La parte inferior del tubo de bajada, se encontrará cortada a pluma, cuando descargue sobre coladera. La conexión podrá ser directa, sin sifón

ni coládera cuando las bocas de entrada del agua o las bajadas, se localicen en azoteas no transitadas y a una distancia no menor de 3 metros de cualquier vano de ventilación.

- Art. 91. Queda prohibido el sistema llamado de gárgolas o canales, que descarguen a chorro desde las azoteas.
- Art. 92. Los desagües pluviales de marquesinas y saledizos, se harán por medio de tuberías de fierro fundido, fierro galvanizado, asbesto cemento, cobre o plástico rígido, empotradas en los muros o adheridos a ellos, y su descarga final será en el interior del propio edificio, en la forma especificada por este Reglamento para los desagües pluviales.
- Art. 93. Los desagües de albercas, fuentes, refrigeradores, bebederos y en general instalaciones que eliminen aguas no servidas, descargarán mediante coladeras con obturación hidráulica, provistas de tapa a prueba de roedores, en los términos señalados en este Reglamento para la eliminación de aguas pluviales.
- Art. 94. Los tubos de descarga de los excusados, serán de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido y se colocarán en el paramento exterior de los muros o empotrados en los mismos.
- Art. 95. Los propietarios de edificios situados en calles donde exista alcantarillado tendrán la obligación de solicitar a la Autoridad Municipal, la conexión del albañal de los mismos edificios, con la red de alcantarillado. Al conceder la conexión del albañal con la atarjea correspondiente, la autoridad municipal o la que haga sus veces, decidirá si la conexión de referencia requiere la instalación de algún procedimiento que coadyuve a corregir posibles obturaciones en el albañal. El procedimiento que se requiera lo señalará la autoridad correspondiente, y se lo dará a conocer al interesado, el cual tendrá la obligación de instalarlo en el edificio.
- Art. 96. La comunicación directa o indirecta de todos los conductos desaguadores con los albañales, se hará por medio de obturadores hidráulicos, fijos, provistos de ventilación directa.
- Art. 97. Los tubos ventiladores que sirven para dar salida a los gases procedentes de los albañales y de los conductos desaguadores, serán de fierro fundido, galvanizado, de cobre, de asbesto cemento o de plástico rígido y podrán estar colocados en el paramento exterior de los muros o empotrados en los mismos, y su diámetro mínimo será de 5 centímetros.

Cuando se trate de tubos de ventilación directa de cualquiera de los muebles sanitarios, con excepción del excusado, el diámetro no será inferior a la mitad del que tenga el conducto desaguador que ventila, y en ningún caso, menor de 32 mm.

- Art. 98. Cuando el mismo tubo ventilador sirva para varios excusados, colocados a distintas alturas, se ligarán los sifones entre sí por medio de un tubo de 38 mm. de diámetro que termine en el de ventilación arriba del excusado más alto.
- Art. 99. Cuando haya un grupo de excusados en una sola planta de un edificio, conectados al mismo tubo de descarga, un solo tubo de ventilación puede servir para los excusados, siempre que el número de éstos no exceda de cinco.
- Cuando haya un grupo de mingitorios conectados al mismo tubo de descarga, un solo tubo de ventilación puede servir para dichos mingitorios, siempre que no excedan de ocho.
- Art. 100. Las conexiones de los tubos de fierro fundido, se harán por medio de estopa y plomo; las de fierro y plomo; las de fierro no fundido con uniones de rosca, las de tubo de plomo con plomo, las de cobre o plomo y, las de tubo de barro o de cemento con mortero de cemento y arena en la proporción de 1 por 2.
- Art. 101. Queda absolutamente prohibido hacer conexiones taladrando los tubos, pues en cada caso deberán emplearse las piezas especiales para el objeto y los materiales señalados por este Reglamento.
- Art. 102. Todo tubo de descarga comunicará con el albañal por intermedio de un sifón hidráulico. Se permitirá que un mismo sifón sirva para dos tubos de descarga a la vez cuando la distancia entre estos dos tubos y el sifón no exceda de sesenta centímetros.
- Art. 103. Se procurará que los sifones queden junto de las aberturas superiores de los tubos que comuniquen con el albañal; pero de no ser esto posible, la distancia que los separe de las aberturas no podrá ser mayor de 60 centímetros.
- Art. 104. Los tubos de fierro fundido o de otros materiales metálicos aprobados por las autoridades sanitarias, que por cualquier circunstancia hayan de quedar ocultos en el suelo, deberán protegerse con una capa de asfalto o con preparaciones antioxidantes.
- Art. 105. Cuando a juicio de las autoridades respectivas, el sistema de saneamiento de un edificio pareciere defectuoso en su funcionamiento, se practicará la respectiva prueba de agua o de aire, y en su caso se ordenará corregirlo inmediatamente a cargo del propietario.

Art. 106. Sólo podrá autorizarse la instalación de fosas sépticas o plantas de tratamiento de aguas negras para edificios ubicados en lugares que se encuentren fuera del perímetro de las redes de saneamiento y en tanto no existan servicios de atarjeas.

Toda fosa séptica o planta de tratamiento de aguas negras será de material y capacidad aprobados por las autoridades sanitarias.

Art. 107. Ninguna autoridad podrá autorizar la construcción o instalación de plantas de tratamiento de aguas negras, sin la previa aprobación de las autoridades sanitarias.

Art. 108. Las fosas sépticas llenarán las siguientes condiciones:

- a) Constarán de una cámara de fermentación, de un departamento de oxidación y de un pozo absorbente o bien, drenes para irrigación sub-superficial.
- b) La cámara de fermentación o de acción séptica deberá ser cubierta, construida y revestida con material impermeable, calculándose su capacidad a razón de 150 litros por persona y por día. La capacidad mínima será para 10 personas.
- c) La cámara de fermentación o séptica, estará provista de dispositivos para que las aguas negras al llegar a ella, lo hagan en forma lenta y sin agitación.
- d) La cámara de oxidación o lecho bacteriano se encontrará descubierto, conteniendo material poroso como tezontle, piedra quebrada o grava que se utilizará como medio filtrante oxidante.
- e) En el caso de no disponer de terreno, y para la fosa séptica mínima, el lecho bacteriano se encontrará cubierto, con un tubo ventilador de veinte centímetros de diámetro como mínimo.
- f) Al tanque séptico descargarán únicamente las aguas negras que provengan de excusados, mingitorios y fregaderos de cocina.

La autoridad sanitaria dispondrá, si las aguas procedentes de baños, lavabos y del filtro oxidante, descargarán directamente a drenes superficiales o a pozos absorbentes.

Art. 109. La autoridad sanitaria decidirá el procedimiento técnico para el tratamiento de aguas negras, en los casos en que no se usen los citados en artículos anteriores.

CAPITULO VII

De las cocinas, estufas, chimeneas, dispositivos para calefacción y otros.

- Art. 110. Todo edificio destinado a habitación, tendrá una cocina para la preparación de alimentos, independiente de los espacios destinados a habitación.
- Art. 111. Las cocinas tendrán luz y ventilación directas por medio de ventanas a espacios libres, cuya superficie será de 1/6 del área del piso y, en ningún caso, menor de un metro cuadrado.
- Art. 112. Queda prohibido establecer cocinas en el interior de los locales destinados a dormitorio.
- Art. 113. Para la instalación de toda clase de equipos permanentes de calefacción, ya sea en edificios destinados a habitación o para cualquier otro uso, se requiere la aprobación del proyecto respectivo por las autoridades sanitarias correspondientes.
- Art. 114. La instalación de calderas para calefacción central o para agua caliente, en los edificios para habitación, se hará de manera que no cause molestias ni constituya peligro.
- Art. 115. Las estufas, caloríferos, hornos y todo aparato que produzca humo o gas proveniente de la combustión, contarán con dispositivos especiales para su eliminación y estarán contruidos o colocados de manera que eviten el peligro de incendio o de intoxicación.
- Art. 116. Las chimeneas para calefacción en el interior de las habitaciones, deberán ser de materiales incombustibles y estarán provistas de un tiro para la salida de gases y humos de combustión.
- Art. 117. Los tubos o tiros para la salida de humos o gases de combustión, se prologarán por lo menos hasta dos metros arriba de las azoteas o muros de arrimo que estén a menos de diez metros de distancia de dichos tubos.

Las autoridades sanitarias podrán exigir mayor altura de la señalada o la colocación de dispositivos especiales, si se comprueba que los gases, humos o el hollín, molestan a los vecinos o causan daño a propiedades de éstos.

CAPITULO VIII

Provisión de gas en los edificios.

- Art. 118. En los edificios unifamiliares, los recipientes de gas se colocarán a la intemperie, en lugares ventilados, en patios, jardines o azoteas donde no queden expuestos a deterioros accidentales por personas, vehículos u otros medios. En los multifamiliares, dichos recipientes estarán protegidos por medio de una jaula resistente que evite el acceso de niños y personas ajenas al manejo, mantenimiento y conservación del equipo.

Los recipientes se colocarán sobre un piso debidamente consolidado, donde no existan flamas o materiales inflamables, pasto o hierba y protegidos debidamente para evitar riesgos de incendio o explosión.

- Art. 119. Las tuberías que conduzcan el gas, así como las válvulas, conexiones y recipientes en general, llenarán las especificaciones exigidas por la Secretaría de Industria y Comercio y por las leyes y reglamentos respectivos.

Las tuberías de conducción de gas se podrán instalar ocultas en el subsuelo de los patios o jardines, o bien, visibles, convenientemente adosadas a los muros, en cuyo caso estarán localizadas 1.80 metros como mínimo sobre el piso.

Queda prohibido el paso de tuberías conductoras de gas por el interior de las piezas destinadas a dormitorios, a menos que estén alojadas dentro de otro tubo, cuyos extremos estén abiertos al aire exterior.

- Art. 120. Los calentadores de gas para agua, podrán colocarse en patios o azoteas y cuando se instalen en cocinas, deberán colocarse adosados a algunos de los muros que limiten con el exterior y provistos de un sistema que permita una ventilación constante.

- Art. 121. Queda prohibida la instalación de calentadores de agua que usen gas como combustible en el interior de los cuartos para baño. Se permitirá la existencia de estos calentadores en dichos cuartos, en los edificios construidos con anterioridad a este Reglamento, siempre que el local disponga de una renovación de aire constante.

- Art. 122. En caso de calefacción por gas, las instalaciones correspondientes serán de tipo fijo, y los gases, productos de la combustión, tendrán salida hacia el exterior por medio de tiro o chimeneas.

Los fabricantes de los calefactores de gas, que por su diseño no requieran tiro o chimenea, solicitarán de las autoridades sanitarias, previamente a la iniciación de ventas, la autorización de uso correspondiente, misma que les será concedida siempre que demuestren que el aparato diseñado efectúa una combustión completa. Los calefactores de gas de cualquier tipo, estarán provistos de elementos de seguridad que impidan la salida del gas combustible, cuando no se encuentren funcionando.

CAPITULO IX

De los garages.

Art. 123. Los edificios multifamiliares, de oficinas y en general, todo edificio destinado a fines comerciales, con excepción de los de viviendas mínimas, tendrán garage para guardar vehículos de combustión interna, que reunirá las condiciones siguientes:

- a) Estará preferentemente ubicado en el mismo edificio.
- b) Podrá estar en otro predio siempre que éste se encuentre dentro de una distancia no mayor de 150 metros, y sea de uso exclusivo del edificio de que se trate.

En este caso, su destino o servidumbre se comprobará mediante la inscripción en el Registro Público de la Propiedad.

- c) Tendrá capacidad para alojar los vehículos del 50 % como mínimo del número total de unidades rentables.
- d) El piso será de material impermeable a prueba de roedores, tendrá pendiente limitada entre 1 y 3 % hacia coladeras de obturación hidráulica fija, provistas de tapa, también a prueba de roedores.
- e) Los muros que lo limiten serán de material incombustible, impermeable y a prueba de roedores.
- f) En locales cerrados, la cubierta será de material incombustible la iluminación podrá ser natural o artificial, y la ventilación será proporcionada por medio de claros cuya superficie total sea igual a la quinta parte, como mínimo, de la superficie del piso.

Cuando no se pueda dar ventilación natural al garage, ésta se proporcionará por

medios mecánicos que renueven efectivamente el aire cuando menos 6 veces por hora. En cualquiera de los casos, los productos derivados de la combustión, (humo, gases) se extraerán mecánicamente por medio de dispositivos que los desalojen sobre el nivel de las azoteas más altas que se encuentren en un radio de 10 metros independientemente de los medios de ventilación del local.

Las bocas de los ductos para extracción, estarán colocados sobre el nivel del piso, y se protegerán con rejillas metálicas a prueba de roedores.

g) Tendrán hidrantes, en cantidad suficiente para las necesidades del local.

h) Contarán con extinguidores de acción química y depósitos con arena, convenientemente colocados en prevención de incendios o explosiones.

Art. 124. En el caso de edificios unifamiliares que tengan garage, este tendrá piso revestido con material impermeable, depósitos de arena y extinguidor.

Art. 125. Los edificios construidos con anterioridad a la vigencia de este Reglamento, que carezcan de garage, en caso de ampliación deberán construirlo en los términos del presente ordenamiento.

CAPITULO X

De las obligaciones de propietarios e inquilinos

Art. 126. Los propietarios de los edificios, independientemente de lo que sobre el particular establezcan los contratos que lleven a cabo con los inquilinos, serán los responsables ante las autoridades sanitarias, de la conservación, buen estado y mantenimiento de las instalaciones y servicios sanitarios, muros, pisos, techos y, en general de los propios edificios, con el fin de que éstos se encuentren ajustados a lo dispuesto en este Reglamento.

Art. 127. Los inquilinos tienen la obligación de mantener en buen estado de aseo, las habitaciones que ocupen, haciendo el uso apropiado de los servicios sanitarios y evitando aglomeraciones de personas o de animales que puedan perjudicar la higiene de los habitantes de los edificios.

Art. 128. En los edificios destinados a departamentos, los propietarios están obligados a mantener aseados los patios generales, los de servicio, excusados, mingitorios, baños y depósitos de agua que sean de uso común para los inquilinos, así como

todas aquellas partes del edificio que no pertenezcan a las habitaciones o departamentos.

- Art. 129. La limpieza de patios, excusados, tinacos, pisos y muros de uso exclusivo para cada departamento, serán por cuenta de los inquilinos ocupantes del edificio.
- Art. 130. Cuando las instalaciones de servicios sanitarios, calefacción, iluminación, ventilación y en general cualquier parte de las construcciones de los edificios, ocasionen daños a los colindantes, por lo que respecta a la salubridad, los propietarios están obligados a corregir las deficiencias que se señalen, a satisfacción de las autoridades sanitarias.
- Art. 131. Los propietarios o inquilinos de los edificios en la parte que a cada uno corresponde, están obligados a extraer diariamente las basuras de los patios, habitaciones, azoteas o departamentos, depositándolas en botes metálicos con tapa de cierre ajustado, previamente a su retiro del edificio.
- Art. 132. Tanto los propietarios como los inquilinos, están obligados a que los obturadores hidráulicos establecidos en los patios generales de servicio, o especiales de los departamentos, tengan agua en todo tiempo para evitar malos olores.
- Art. 133. Cuando las dependencias de un edificio se destinen a usos comerciales o industriales, las obras de acondicionamiento sanitario que se requieran, queden a cargo de los inquilinos, así como su conservación y mantenimiento.
- Las obras de acondicionamiento no deberán alterar las condiciones sanitarias del edificio y para ejecutarlas se requiere la autorización del propietario.
- Art. 134. Los inquilinos que ocupen viviendas, departamentos o accesorias en los edificios, están obligados a permitir la ejecución de las obras que ordenen las autoridades sanitarias, cuando no se requiera la desocupación total.

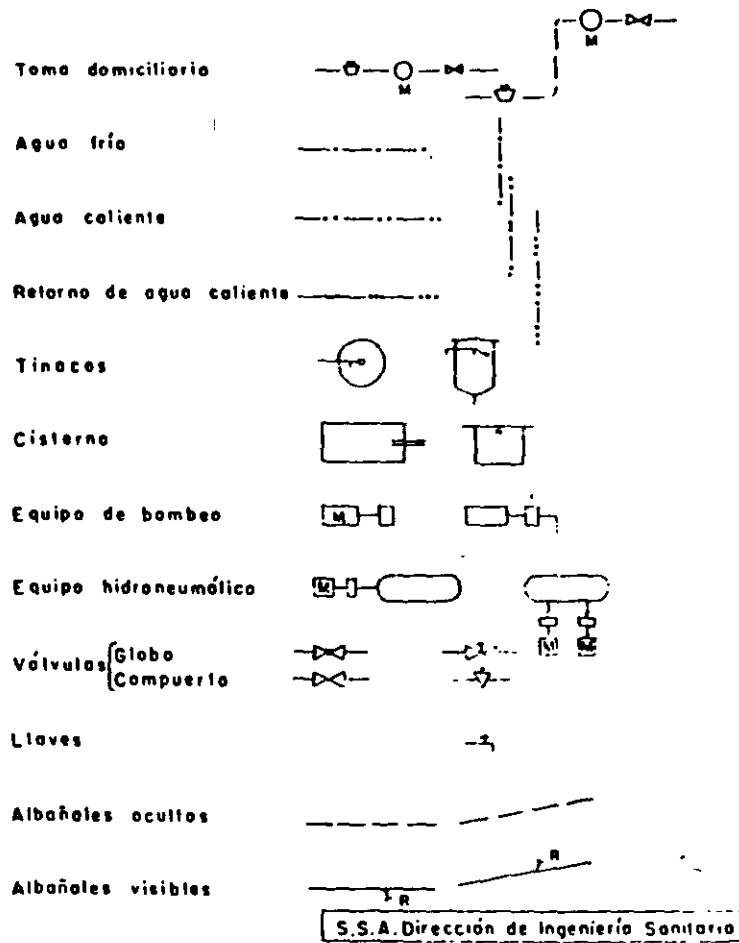
CAPITULO XI

Sanciones

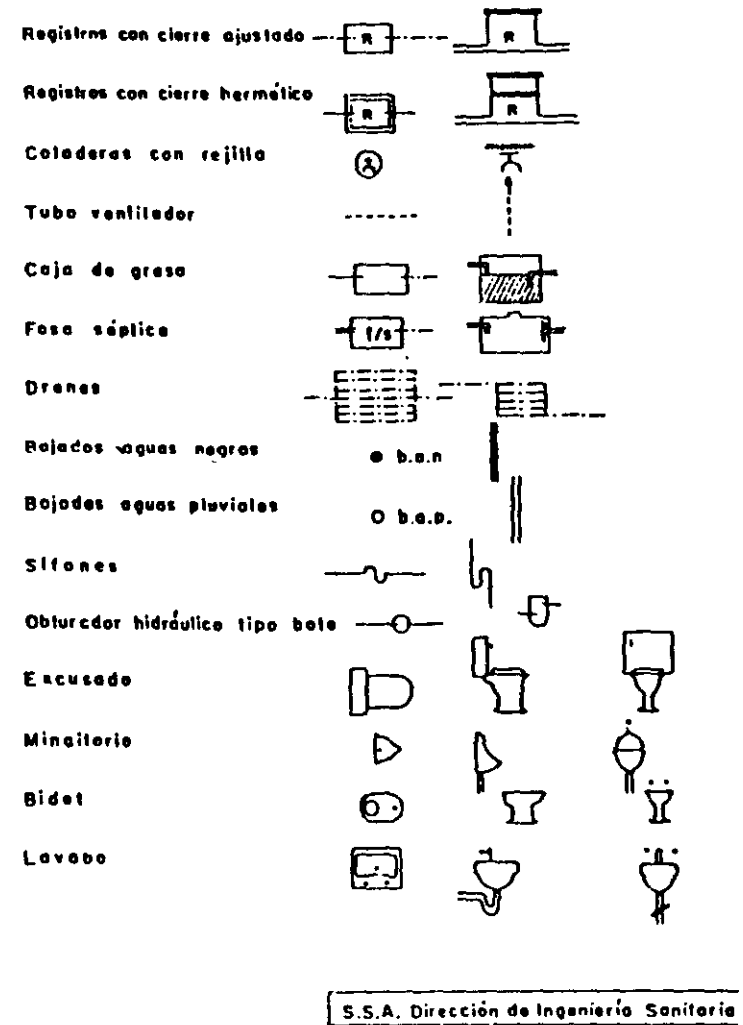
- Art. 135. La calificación, imposición y notificación de las sanciones por violaciones al presente Reglamento, se harán de acuerdo con lo que fije el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos y en la misma forma, el procedimiento por inconformidad con la sanción impuesta, será el que establezca el propio Código.

SIMBOLOGIA CONVENCIONAL EN CUMPLIMIENTO DEL ARTICULO 4º DEL REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVA A EDIFICIOS
(Diario Oficial de 20 de Mayo de 1964)

①



②



	③		
Tina			
Fregadero			
Regadera			
Veredero			
Lavadero			
Lavadero			
Bebedero			
Refrigerador			
Calderos			
Equipo de aire acondicionado			
Alberca			
Chimeneas			
Bote de basura			
Puertas			














S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria

	④		
Muro			
Ventana			
Potio			
Tregolez			
Linterilla			
Iluminación y ventilación por desnivel			
Jardín			
Esclera			
Piso de Mosaico			
Lambrines			
Extintidor			
Caja de Manguera			
Depósito de Arena			
Extractor con rejilla			

S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria

⑤

INSTALACIONES PARA GAS

Estufa con un quemador		EQ
Estufa con dos quemadores		E2Q
Estufa con tres quemadores		E3Q
Estufa con tres quemadores y horno		E3QH
Estufa con cuatro quemadores		E4Q
Estufa con cuatro quemadores y horno		E4QH
Estufa con cuatro quemadores horno y comal		E4QHC
Calentador con rejilla		CD-
Calentador de agua con almacenamiento		CAL
Calentador de agua al paso		CP
Válvula de paso (Globo)		
Válvula de paso (Macho)		
Regulador de recipientes portátiles		

S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria

**REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
PARA EL
DISTRITO FEDERAL***

(Extractos)

PROYECTO ARQUITECTONICO

CAPITULO III

**Requerimientos de higiene, servicios
y acondicionamiento ambiental**

Art. 82. Las edificaciones deberán estar provistas de servicios de agua potable capaces de cubrir las demandas mínimas de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.

Art. 83. Las edificaciones estarán provistas de servicios sanitarios con el número mínimo, tipo de muebles y sus características que se establecen a continuación:

* Publicado en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal el 2 de agosto de 1993

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

- I. Las viviendas con menos de 45 m² contarán, cuando menos con un excusado, una regadera y uno de los siguientes muebles: lavabo, fregadero o lavadero,
- II. Las viviendas con superficie igual o mayor a 45 m² contarán cuando menos, con un excusado, una regadera, un lavabo, un lavadero y un fregadero,
- III. Los locales de trabajo y comercio con superficie hasta 120 m² y hasta quince trabajadores o usuarios contarán, como mínimo, con un excusado y un lavabo o vertedero,
- IV. En los demás casos se proveerán los muebles sanitarios de conformidad con lo dispuesto en la Normas Técnicas Complementarias.

Art. 84. Las albercas públicas contarán cuando menos con:

- I. Equipos de recirculación, filtración y purificación de agua;
- II. Boquillas de inyección para distribuir el agua tratada y de succión para los aparatos limpiadores de fondo, y
- III. Rejillas de succión distribuidas en la parte honda de la alberca, en número y dimensiones necesarias para que la velocidad de salida del agua sea la adecuada para evitar accidentes a los nadadores.

Art. 85. Las edificaciones que requieran licencia de uso de suelo con dictámen aprobatorio, según lo que establece el artículo 53 de este Reglamento, con una altura de más de cuatro niveles, en lo que se refiere al almacenamiento y la eliminación de la basura, deberán observar lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias.

Art. 86. Deberán ubicarse uno o varios locales para almacenar depósitos o bolsas de basura, ventilados y a prueba de roedores, en los siguientes casos y aplicando los índices mínimos de dimensionamiento:

- I. Conjuntos habitacionales con más de 50 viviendas, a razón de 40 lt./hab, y
- II. Otros usos no habitacionales con más de 500 m², sin incluir estacionamientos, a razón de 0.01 m² por m² construido.

Art. 87. Las obras para almacenar residuos sólidos peligrosos, químico-tóxicos y radiactivos se ajustarán al presente Reglamento, a sus Normas Técnicas Complementarias y a Leyes y Reglamentos aplicables.

Art. 88. Las edificaciones que produzcan contaminación por humos, olores, gases y vapores, energía térmica o lumínica, ruidos y vibraciones, se sujetarán a lo dispuesto por las Leyes y Reglamentos aplicables en materia de contaminación ambiental.

Art. 90. Las edificaciones que se destinen a industrias y establecimientos deberán utilizar Agua bis Residual Tratada en sus obras de edificación y contar con la red hidráulica necesaria para su uso, de conformidad con lo establecido en el artículo 77 del Reglamento de Agua y Drenaje para el Distrito Federal.

CAPITULO VI

Instalaciones

Sección primera

Instalaciones hidráulicas y sanitarias

- Art. 150. Los conjuntos habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a diez metros de columna de agua, deberán contar con cisternas calculadas para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable de la edificación y equipadas con sistema de bombeo.
- Las cisternas deberán ser completamente impermeables, tener registros con cierre hermético y sanitario y ubicarse a tres metros cuando menos, de cualquier tubería permeable de aguas negras.
- Art. 151. Los tinacos deberán colocarse a una altura de, por lo menos, dos metros arriba del mueble sanitario más alto. Deberán ser de materiales impermeables e inocuos y tener registros con cierre hermético y sanitario.
- Art. 152. Las tuberías, conexiones y válvulas para agua potable deberán ser de cobre rígido, cloruro de polivinilo, fierro galvanizado o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.
- Art. 153. Las instalaciones de infraestructura hidráulica y sanitaria que deban realizarse en el interior de predios de conjuntos habitacionales y otras edificaciones de gran magnitud, previstas en la fracción II del artículo 53 del Reglamento, deberán sujetarse a lo que disponga el Departamento para cada caso.
- Art. 154. Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua; los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto, y dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio; y los lavabos, y las tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de diez litros por minuto.
- Art. 155. En las edificaciones establecidas en la Fracción II del Artículo 53 de este Reglamento, el Departamento exigirá la realización de estudios de factibilidad de tratamiento y reúso de aguas residuales, sujetándose a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos aplicables, para definir la obligatoriedad de tener separadas sus instalaciones en agua pluviales, jabonosas y negras las cuales se canalizarán por sus respectivos albañales para su uso, aprovechamiento o desalojo; de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.
- Art. 156. En las edificaciones de habitación unifamiliar de hasta 500 m² y consumos máximos de agua de 1000 m³ bimestrales, ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües serán separados, uno para aguas pluviales y otro para aguas residuales. En el resto de las edificaciones los desagües se harán separados y estarán sujetos a los proyectos de uso racional de agua, reúso, tratamiento, regularización y sitio de descarga que apruebe el departamento.

- Art. 157.** Las tuberías de desagüe de los muebles sanitarios deberán de ser de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, cloruro de polivinilo o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.
- Las tuberías de desagüe tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2 %.
- Art. 158.** Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen agua a chorro fuera de los límites propios de cada predio.
- Art. 159.** Las tuberías o albañales que conducen las aguas residuales de una edificación hacia afuera de los límites de su predio, deberán ser de 15 cm de diámetro como mínimo, contar con una pendiente mínima de 2 % y cumplir con las normas de calidad que expida la autoridad competente.
- Los albañales deberán estar provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 cm de diámetro mínimo que se prolongará cuando menos 1.5 m arriba del nivel de la azotea de la construcción.
- La conexión de tuberías de desagüe con albañales deberá hacerse por medio de obturadores hidráulicos fijos, provistos de ventilación directa.
- Art. 160.** Los albañales deberán tener registros colocados a distancias no mayores de 10 m entre cada uno y en cada cambio de dirección del albañal. Los registros deberán ser de 40 x 60 cm, cuando menos, para profundidades de hasta un metro; de 50 x 70 cm, cuando menos para profundidades mayores de uno hasta dos metros y de 60 x 80 cm, cuando menos, para profundidades de más de dos metros. Los registros deberán tener tapas con cierre hermético, a prueba de roedores. Cuando un registro deba colocarse bajo locales habitables o complementarios, o locales de trabajo y reunión deberán tener doble tapa con cierre hermético.
- Art. 161.** En las zonas donde no exista red de alcantarillado público, el Departamento autorizará el uso de fosas sépticas de procesos bioenzimáticos de transformación rápida, siempre y cuando se demuestre la absorción del terreno.
- A las fosas sépticas descargarán únicamente las aguas negras que provengan de excusados y mingitorios.
- En el caso de zonas con suelos inadecuados para la absorción de las aguas residuales, el Departamento determinará el sistema de tratamiento a instalar.
- Art. 162.** La descarga de agua de fregaderos que conduzcan a pozos de absorción o terrenos de oxidación deberán contar con trampas de grasa registrables. Los talleres de reparación de vehículos y las gasolineras deberán contar en todos los casos con trampas de grasa en las tuberías de agua residual antes de conectarlas a colectores públicos.
- Art. 163.** Se deberán colocar desarenadores en las tuberías de agua residual de estacionamientos públicos descubiertos y circulaciones empedradas de vehículos.
- Art. 163. bis** En las construcciones en ejecución, cuando haya necesidad de bombear el agua freática durante el proceso de cimentación, o con motivo de cualquier desagüe que se requiera, se descargará el agua en un decantador para evitar que sólidos en suspensión azolven la red de alcantarillado. Queda prohibido desalojar agua al arroyo de la calle o la coladera pluvial, debiéndose instalar desde el inicio de la construcción el albañal

autorizado que se conecta al drenaje.

- Art. 164. En las edificaciones ubicadas en calles con red de alcantarillado público, el propietario deberá solicitar al Departamento la conexión del albañal con dicha red, de conformidad de lo que al efecto dispone el Reglamento de Agua y Drenaje para el Distrito Federal y pagar los derechos que establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

**NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS
DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES
HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

C. REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE

Tipología	Subgénero	Dotación mínima	Observaciones
I. HABITACIÓN	Vivienda	150 Lts./Hab./día	a
II. SERVICIOS			
II.1 OFICINAS	Cualquier tipo	20 Lts./m ² /día	a, c
II.2 COMERCIO	Locales comerciales	6 Lts./m ² /día	a
	Mercados	100 Lts./puesto/día	
	Baños públicos	300 Lts./bañista/ragadera/día	b
	Lavandería de autoservicio	40 Lts./kilo de ropa seca	
II.3 SALUD	Hospitales, clínicas y centros de salud	800 Lts./cama/día	a, b, c
	Orfanatorios y asilos	300 Lts./huésped/día	a, c
II.4 EDUCACIÓN Y CULTURA	Educación elemental	20 Lts./alumno/turno	a, b, c
	Educación media y superior	25 Lts./alumno/turno	a, b, c
	Exposiciones temporales	10 Lts./asistente/día	b
II.5 RECREACIÓN	Alimentos y bebidas	12 Lts./comida	a, b, c
	Entretimiento	6 Lts./asiento/día	a, b
	Circos y ferias	10 Lts./asistente/día	b
	Dotación para animales, en su caso	25 Lts./animal/día	
	Recreación social	25 Lts./asistente/día	a, c
	Deportes al aire libre, con baño y vestidores	150 Lts./asistente/día	a
	Estadios	10 Lts./asiento/día	a, c
II.6 ALOJAMIENTO	Hoteles, moteles y casas de huéspedes	300 Lts./huésped/día	a, c
II.7 SEGURIDAD	Reclusorios	150 Lts./interno/día	a, c
	Cuarteles	150 Lts./persona/día	a, c
II.9 COMUNICACIONES Y TRANSPORTE	Estaciones de transporte	10 Lts./pasajero/día	
	Estacionamientos	2 Lts./m ² /día	c
III. INDUSTRIA	Industria donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto deaseo	100 lts./Trabajador	
	Otras industrias	30 lts./Trabajador	
IV. ESPACIOS ABIERTOS	Jardines y parques	5 Lts./m ² /día	

Observaciones

- a) Las necesidades de riego se considerarán por separado a razón de 5 Lts./m²/día.
- b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se considerarán por separado a razón de 100 Lts./trabajador/día.
- c) En lo referente a la capacidad del almacenamiento de agua para sistemas contra incendios deberá observarse lo dispuesto en el artículo 122 de este Reglamento.

D. REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIOS SANITARIOS

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
II. SERVICIOS II.1 OFICINAS	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	3	2	—
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	—
II.2 COMERCIO	Hasta 25 empleados	2	2	—
	De 26 a 50	3	2	—
	De 51 a 75	4	2	—
	De 76 a 100	5	3	—
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	—
II.2.8 BAÑOS PÚBLICOS:	Hasta 4 usuarios	1	1	2
	De 5 a 10	2	2	1
	De 11 a 20	3	3	4
	De 21 a 50	4	4	6
	Cada 50 adicionales o fracción	3	3	4
II.3 SALUD.	Salas de espera:			
	Por cada 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	3	2	—
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	—
	Cuartos de camas:			
	Hasta 10 camas	1	1	1
	De 11 a 25	3	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
	Empleados:			
	Hasta 25 empleados	2	2	—
De 26 a 50	3	2	—	
De 51 a 75	4	2	—	
De 76 a 100	5	3	—	
Cada 100 adicionales o fracción	3	2	—	
II.4 EDUCACIÓN Y CULTURA EDUCACIÓN ELEMENTAL MEDIA SUPERIOR:	Cada 50 alumnos	2	2	—
	Hasta 75 alumnos	3	2	—
	De 76 a 150	4	2	—
	Cada 75 adicionales o fracción	2	2	—
CENTROS DE INFORMACIÓN:	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	4	4	—
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	—
INSTALACIONES PARA EXHIBICIONES:	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 400	4	4	—
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	—

NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
II.5 RECREACIÓN:	Entretención:			
	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	4	4	—
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	—
	Deportes y Recreación:			
	Canchas y centros deportivos:			
	Hasta 100 personas	2	2	2
	De 101 a 200	4	4	4
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	2
	Estadios:			
	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	4	4	—
Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	—	
II.6 ALOJAMIENTO.	Hasta 10 huéspedes	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	2	1
II.7 SEGURIDAD:	Hasta 10 personas	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
II.8 SERVICIOS FUNERARIOS:	Funerarias y velatorios:			
	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200 personas	4	4	—
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	—
II.9 COMUNICACIONES Y TRANSPORTES:	Estacionamientos:			
	Empleados	1	1	—
	Público	2	2	—
	Terminales y estaciones de transporte:			
	Hasta 100 personas	2	2	1
	De 101 a 200	4	4	2
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	1
	Comunicaciones:			
	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	3	2	—
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	—

NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
III. INDUSTRIAS:	Industrias, almacenes y bodegas donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto de olores:			
	Hasta 25 personas	2	2	2
	De 26 a 50	3	3	3
	De 51 a 75	4	4	4
	De 76 a 100	5	4	4
	Cada 100 adicionales o fracción	3	3	3
	Demás industrias, almacenes y bodegas:			
	Hasta 25 personas	2	1	1
	De 26 a 50	3	2	2
	De 51 a 75	4	3	2
	De 76 a 100	5	3	3
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	2
	IV. ESPACIOS ABIERTOS:	Jardines y parques:		
Hasta 100 personas		2	2	—
De 101 a 400		4	4	—
Cada 200 adicionales o fracción		1	1	—

En edificaciones de comercio los sanitarios se proporcionarán para empleados y público en partes iguales, dividiendo entre dos las cantidades indicadas.

En los baños públicos y en deportes al aire libre se deberá contar, además, con un estidor, casillero o similar por cada usuario.

En baños de apoyo o de aire caliente se deberán colocar adicionalmente dos regaderas de agua caliente y fría y una de presión.

- V. Los excusados, lavabos y regaderas a que se refiere la tabla de la fracción anterior, se distribuirán por partes iguales en locales separados para hombres y mujeres. En los casos en que se demuestre el predominio de un sexo sobre otro entre los usuarios, podrá hacerse la proporción equisiente, señalándolo así en el proyecto;
- VI. En el caso de locales sanitarios para hombres será obligatorio agregar un mingitorio para locales con un máximo de dos excusados. A partir de locales con tres excusados, podrá sustituirse uno de ellos por un mingitorio, en necesidad de recalcular el número de excusados. El procedimiento de sustitución podrá aplicarse a locales con mayor número de excusados, pero la proporción entre éstos y los mingitorios no excederá de uno a tres;
- VII. Todas las edificaciones, excepto de habitación y alojamiento, deberán contar con bebedores o con depósitos de agua potable en proporción de uno por cada treinta trabajadores o fracción que exceda de quince, o uno por cada cien alumnos, según sea el caso;
- VIII. En industrias y lugares de trabajo donde el trabajador esté expuesto a contaminación por gases o materiales irritantes o infecciosos, se colocará un lavabo adicional por cada diez personas;
- IX. En los espacios para muebles sanitarios se observarán las siguientes dimensiones mínimas libres:

		Frente (m)	Fondo (m)
Usos domésticos y baños en cuartos de hotel	Excusado	0.70	1.05
	Lavabo	0.70	0.70
	Regadera	0.70	0.70
Baños públicos	Excusado	0.75	1.10
	Lavabo	0.75	0.90
	Regadera	0.80	0.80
	Regadera a presión	1.20	1.20

En baños y sanitarios de uso doméstico y cuartos de hotel, los espacios libres que quedan al frente y a los lados de excusados y lavabos podrán ser comunes a dos o más muebles.

NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

- X. En los sanitarios de uso público indicados en la tabla de la fracción IV se deberá destinar, por lo menos, un espacio para excusado de cada diez o fracción, a partir de cinco, para uso exclusivo de personas impedidas. En estos casos, las medidas del espacio para excusado serán de 1.70 x 1.70 m., y deberán colocarse pesamanos y otros dispositivos que establezcan las Normas Técnicas Complementarias correspondientes.
- XI. Los sanitarios deberán ubicarse de manera que no sea necesario para cualquier usuario subir o bajar más de un nivel o recorrer más de 50 metros para acceder a ellos;
- XII. Los sanitarios deberán tener pisos impermeables y antiderrapantes y los muros de las regaderas deberán tener materiales impermeables hasta una altura de 1.50 m, y
- XIII. El acceso a cualquier sanitario de uso público se hará de tal manera que al abrir la puerta no se tenga la vista a regaderas, excusados y mingitorios.

AYUDAS DE DISEÑO

CUADRO 1
DIAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LOS TUBOS DE HIERRO GALVANIZADO
DE USO COMUN EN EDIFICACION

DIAMETRO		PESO kg/m	ESPESOR EN MILIMETROS	ROSCA (NUMERO DE HILOS POR PULGADA)
PULGADAS	MILIMETROS			
1/2	12.7	1.290	2.77	14
3/4	19.1	1.720	2.87	14
1	25.4	2.570	3.38	11
1 1/4	31.8	3.180	3.56	11
1 1/2	38.1	4.120	3.68	11
2	50.8	5.510	3.91	11

CUADRO 2
DIAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LOS TUBOS DE COBRE TIPO M

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg	PRESION MAXIMA lb/pulg ² kg/cm ²	PRESION CONSTANTE lb/pulg ² kg/cm ²	FLUJO EN: gpm l/min
1/4 6.35	0.375 9.525	0.325 8.255	0.025 0.635	0.107 0.159	2.132 0.968	6133 431.15	1226 86.18	
3/8 9.5	0.500 12.700	0.450 11.430	0.025 0.635	0.145 0.218	2.903 1.318	4500 316.35	900 63.27	2.247 8.507
1/2 12.7	0.625 15.875	0.569 14.453	0.028 0.711	0.204 0.304	4.083 1.854	4032 283.45	806 56.66	4.084 15.382
3/4 19	0.875 22.225	0.811 20.599	0.032 0.812	0.328 0.488	6.586 2.981	3291 231.35	658 46.25	10.656 40.333
1 25	1.125 28.575	1.055 26.797	0.035 0.889	0.485 0.693	9.310 4.227	2800 196.84	560 39.36	21.970 83.180
1 1/4 32	1.375 34.925	1.291 32.791	0.042 1.067	0.683 1.016	13.656 6.200	2749 193.25	550 38.66	39.255 148.580
1 1/2 38	1.625 41.275	1.527 38.785	0.049 1.245	0.941 1.400	18.821 8.545	2713 190.72	542 38.10	62.335 235.940
2 51	2.125 53.975	2.009 51.029	0.058 1.473	1.461 2.176	29.233 13.272	2470 173.65	491 34.51	131.000 495.860
2 1/2 64	2.625 66.875	2.495 63.373	0.065 1.651	2.032 3.025	40.647 18.454	2228 156.62	445 31.28	231.481 878.010
3 76	3.125 79.375	2.981 75.718	0.072 1.889	2.683 3.994	53.863 24.363	2073 145.73	414 29.10	375.189 1420.080
4 102	4.125 104.775	3.835 99.949	0.095 2.413	4.665 8.945	83.310 42.363	2072 145.65	414 29.10	799.395 3025.710

**CUADRO 3
DIAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LOS TUBOS DE COBRE TIPO L**

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg	PRESION MAXIMA lb/pulg ² kg/cm ²	PRESION CONSTANTE lb/pulg ² kg/cm ²	FLUJO EN: gpm l/min
1/4 6.35	0.375 9.525	0.315 8.001	0.030 0.762	0.126 0.187	2.524 1.146	7200 506.16	1440 101.23	
3/8 9.5	0.500 12.700	0.430 10.922	0.035 0.889	0.198 0.295	3.965 1.800	6300 442.89	1260 88.77	1.873 7.089
1/2 12.7	0.625 15.875	0.545 13.843	0.040 1.016	0.285 0.424	5.705 2.590	5760 404.92	1152 80.98	3.565 13.493
3/4 19	0.875 22.225	0.785 19.939	0.045 1.143	0.455 0.678	9.110 4.136	4632 325.62	926 65.09	9.600 36.336
1 25	1.125 28.575	1.025 26.035	0.050 1.270	0.655 0.976	13.114 5.954	4000 281.20	800 56.24	19.799 74.940
1 1/4 32	1.375 34.925	1.265 32.231	0.055 1.397	0.885 1.317	17.700 8.036	3600 253.08	720 50.61	35.048 132.680
1 1/2 38	1.625 41.275	1.505 38.227	0.060 1.524	1.143 1.698	22.826 10.363	3323 233.80	664 46.67	56.158 212.560
2 51	2.125 53.975	1.985 50.419	0.070 1.778	1.752 2.608	35.042 15.909	2965 208.43	593 41.68	118.099 450.790
2 1/2 64	2.625 66.675	2.465 62.611	0.080 2.032	2.483 3.695	49.658 22.545	2742 192.76	548 38.52	214.298 811.120
3 76	3.125 79.375	2.945 74.803	0.090 2.286	3.332 4.962	66.645 30.257	2582 182.21	518 36.41	347.397 1314.900
4 102	4.125 104.775	3.905 99.187	0.110 2.794	5.386 8.017	107.729 48.909	2400 168.72	480 33.74	747.627 2829.770
6 152	6.125 152.575	5.845 148.463	0.140 3.556	10.218 15.209	204.357 92.778	2000 140.80	400 28.12	

CUADRO 4
DIAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LOS TUBOS DE COBRE TIPO K

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg	PRESION MAXIMA lb/pulg ² kg/cm ²	PRESION CONSTANTE lb/pulg ² kg/cm ²	FLUJO EN: gpm l/min
3/8 9.5	0.500 12.700	0.402 10.210	0.049 1.245	0.269 0.400	5.385 2.445	8820 620.04	1764 124.00	6.640 1.754
1/2 12.7	0.625 15.875	0.527 13.385	0.049 1.245	0.344 0.512	6.890 3.128	7056 496.03	1411 99.19	12.507 3.304
3/4 19	0.875 22.225	0.745 18.923	0.065 1.651	0.640 0.954	12.813 5.817	6685 469.95	1337 93.99	32.594 8.611
1 25	1.125 28.575	0.995 25.273	0.065 1.651	0.840 1.250	16.799 7.627	5200 209.00	1040 73.11	75.042 19.826
1 1/4 32	1.375 34.925	1.245 31.623	0.065 1.651	1.041 1.549	20.624 9.454	4260 299.47	852 59.89	132.270 34.940
1 1/2 38	1.625 40.640	1.481 37.617	0.072 1.829	1.361 2.026	27.231 12.363	3988 280.35	797 56.02	212.240 56.074
2 51	2.125 53.975	1.959 49.759	0.083 2.108	2.062 3.070	41.249 18.727	3515 247.10	703 49.42	454.800 120.158

CUADRO 5
DIAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LOS TUBOS DE COBRE TIPO DWV

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg
1 1/4 32	1.375 34.925	1.295 32.893	0.040 1.016	0.651 0.969	13.022 5.912
1 1/2 38	1.625 41.275	1.541 39.141	0.042 1.067	0.810 1.206	16.213 7.361
2 51	2.125 53.975	2.041 51.841	0.042 1.067	1.066 1.587	21.335 9.886
3 76	3.125 79.375	3.035 77.089	0.045 1.143	1.690 2.515	33.801 15.346
4 102	4.125 104.775	4.009 101.829	0.058 1.473	2.876 4.281	57.528 26.118
5 127	5.125 130.175	4.981 126.517	0.072 1.829	4.436 6.603	88.729 40.283

CUADRO 6
GASTO MINIMO EN LAS LLAVES O GRIFOS DE LOS APARATOS SANITARIOS

DIAMETRO MINIMO DEL TUBO DE ENTRADA mm(pulg)	TIPO DE APARATO SANITARIO	PRACTICA EUROPEA		PRACTICA NORTEAMERICANA	
		PRESION EN LA ENTRADA EN METROS DE COLUMNA DE AGUA ^m	GASTO POR LLAVE l/s	PRESION EN LA ENTRADA EN METROS DE COLUMNA DE AGUA ^m	GASTO POR LLAVE l/s
9.5(3/8)	Lavabo	De 1 a 1.5 m de columna de agua	0.10	5.6	0.19
9.5(3/8)	Lavabo autocorriente		ND	8.4	0.16
13(1/2)	Tina		0.20	3.5	0.38
13(1/2)	Regadera		0.10	8.4	0.32
9.5(3/8)	Bidé		0.10	-	-
9.5(3/8)	WC con depósito		0.10	-	-
25(1)	WC con fluxómetro		2.00 ^m	7.0 A 14.0	0.95 A 2.52
13(1/2)	Fregadero de vivienda		0.15	7.0	0.28
19(3/4)	Fregadero de restaurante		0.30	3.5	0.28
13(1/2)	Lavadero para ropa		0.20	3.5	0.32
13(1/2)	Hidrante de riego 20 mm (3/4) de diám.		0.60	-	-
13(1/2)	Hidrante de riego 35 mm (1 1/4) de diám.		1.00	-	-
13(1/2)	Hidrante contra incendio 45 mm (1 3/4) de diám.		3.00	-	-
13(1/2)	Hidrante contra incendio 70 mm (2 3/4) de diám.		8.00	-	-
9.5(3/8)	Urinario de lavado controlado		0.10	-	-
9.5(3/8)	Urinario de lavado continuo		0.05	-	-
9.5(3/8)	Urinario de descarga automática		0.05	-	-

NOTAS: ^m Según el National Plumbing Code de los EUA

^m El Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios especifica en su artículo 57: "Los depósitos que trabajan por gravedad, se colocarán a una altura de 2 m por lo menos, arriba de los muebles sanitarios del nivel más alto.

Para aparatos no enlistados puede utilizarse el aparato más similar de la lista tanto para el gasto de su llave o grifo como para el diámetro del tubo de entrada.

^m Debe tener mayor presión con fluxómetro.

CUADRO 7
GASTOS EN LAS DERIVACIONES PARA MUEBLES O APARATOS DE USO PUBLICO

NUMERO DE MUEBLES O APARATOS	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	30	35	40
	PORCENTAJE A CONSIDERAR DE LA SUMA DE LOS GASTOS DE LOS MUEBLES												
Lavabos	100	100	75	60	50	50	50	50	50	50	50	50	50
WC con depósito	100	67	50	40	37	37	30	30	30	30	30	30	30
WC con fluxómetro	50	33	30	25	25	25	20	20	20	16	15	15	15
Urinaros	100	67	50	40	37	37	30	27	25	24	23	20	20
Regaderas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

CUADRO 8
PORCENTAJE A CONSIDERAR EN TRAMOS DE COLUMNAS O DISTRIBUIDORES

GRUPOS DE APARATOS SERVIDOS	PORCENTAJE DE SIMULTANEIDAD	
	WC CON DEPOSITO	WC CON FLUXOMETRO
1	100	100
2	90	80
3	85	65
4	80	55
5	75	50
6	70	44
8	64	35
10	55	27
20	50	20
30	43	14
40	38	10
50	35	9
75	33	6
100	32	7
150	31	5
200	30	4
500	27	3
1000	25	2

**CUADRO 9
ALIMENTACIONES
EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO**

DIAMETRO DEL MUEBLE (mm)	MUEBLE O APARATO	TIPO DE SERVICIO	TIPO DE CONTROL	UNIDAD MUEBLE
13	Inodoro	Público	Tanque	5
25 ó 32	Inodoro	Público	Flujómetro	10
13	Fregadero	Hotel, restaurante	Llave	4
13	Lavabo	Público	Llave	2
17 ó 25	Mingitono de pared	Público	Tanque	3
13	Mingitono de pared	Público	Flujómetro	5
13	Regadera	Público	Mezcladora	4
13	Tina de baño	Público	Llave	4
13	Vertedero	Oficina	Llave	3
-	Cuarto de baño	Privado	WC tanque	6
-	Cuarto de baño	Privado	WC Fluxómetro	8
13	Inodoro	Privado	Tanque	3
25	Inodoro	Privado	Flujómetro	6
13	Fregadero	Privado	Llave	2
13	Lavabo	Privado	Llave	1
13	Lavadero Llave de jardín	Privado	Llave	3
13	Regadera	Privado	Mezcladora	2
13	Tina de baño	Privado	Llaves	2
13	Lavadora	Privado	Llaves	3

CUADRO 10
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
1	0.10	-	31	1.31	2.64	72	2.31	3.64
2	0.18	-	32	1.34	2.67	74	2.35	3.68
3	0.25	-	33	1.37	2.70	76	2.38	3.72
4	0.31	-	34	1.40	2.73	78	2.42	3.76
5	0.37	1.30	35	1.43	2.76	80	2.45	3.80
6	0.42	1.39	36	1.46	2.79	82	2.49	3.84
7	0.46	1.48	37	1.49	2.82	84	2.52	3.88
8	0.50	1.56	38	1.52	2.85	86	2.56	3.92
9	0.54	1.63	39	1.55	2.88	88	2.59	3.96
10	0.58	1.70	40	1.58	2.91	90	2.63	4.00
11	0.61	1.76	41	1.61	2.94	92	2.66	4.04
12	0.65	1.82	42	1.64	2.97	94	2.70	4.08
13	0.68	1.88	43	1.67	3.00	96	2.73	4.12
14	0.72	1.93	44	1.70	3.03	98	2.76	4.16
15	0.75	1.98	45	1.73	3.06	100	2.79	4.20
16	0.79	2.03	46	1.76	3.09	102	2.82	4.23
17	0.82	2.08	47	1.79	3.12	104	2.85	4.26
18	0.86	2.13	48	1.82	3.15	106	2.88	4.29
19	0.89	2.17	49	1.84	3.18	108	2.91	4.32
20	0.93	2.21	50	1.87	3.20	110	2.94	4.35
21	0.96	2.25	52	1.92	3.24	112	2.97	4.38
22	1.00	2.29	54	1.97	3.28	114	3.00	4.41
23	1.03	2.33	56	2.02	3.32	116	3.03	4.44
24	1.07	2.37	58	2.06	3.36	118	3.07	4.47
25	1.10	2.41	60	2.10	3.40	120	3.10	4.50
26	1.14	2.45	62	2.14	3.44	122	3.14	4.53
27	1.17	2.49	64	2.17	3.48	124	3.17	4.56
28	1.21	2.53	66	2.21	3.52	126	3.20	4.59
29	1.24	2.57	68	2.24	3.56	128	3.23	4.62
30	1.28	2.61	70	2.28	3.60	130	3.26	4.65

CUADRO 10
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
132	3.29	4.68	192	4.16	5.55	252	4.95	6.36
134	3.32	4.71	194	4.19	5.58	254	4.98	6.39
136	3.35	4.74	196	4.22	5.60	256	5.00	6.42
138	3.38	4.77	198	4.25	5.63	258	5.03	6.44
140	3.41	4.80	200	4.28	5.66	260	5.05	6.46
142	3.44	4.83	202	4.31	5.69	262	5.08	6.49
144	3.47	4.86	204	4.34	5.72	264	5.10	6.51
146	3.50	4.89	206	4.37	5.74	266	5.13	6.53
148	3.53	4.92	208	4.39	5.77	268	5.15	6.56
150	3.56	4.95	210	4.42	5.80	270	5.18	6.58
152	3.59	4.98	212	4.44	5.83	272	5.20	6.60
154	3.62	5.01	214	4.47	5.85	274	5.23	6.62
156	3.65	5.04	216	4.49	5.88	276	5.25	6.65
158	3.68	5.07	218	4.52	5.91	278	5.28	6.67
160	3.71	5.10	220	4.54	5.94	280	5.30	6.69
162	3.74	5.13	222	4.57	5.96	282	5.33	6.72
164	3.77	5.16	224	4.60	5.99	284	5.35	6.74
166	3.80	5.18	226	4.63	6.02	286	5.38	6.76
168	3.83	5.21	228	4.65	6.04	288	5.40	6.78
170	3.86	5.24	230	4.68	6.07	290	5.43	6.80
172	3.89	5.27	232	4.70	6.10	292	5.45	6.83
174	3.91	5.30	234	4.73	6.12	294	5.48	6.85
176	3.94	5.32	236	4.75	6.15	296	5.50	6.87
178	3.96	5.35	238	4.78	6.18	298	5.53	6.89
180	3.99	5.38	240	4.80	6.20	300	5.55	6.92
182	4.01	5.41	242	4.83	6.23	302	5.58	6.95
184	4.04	5.44	244	4.85	6.26	304	5.61	6.97
186	4.07	5.46	246	4.88	6.28	306	5.64	6.99
188	4.10	5.49	248	4.90	6.31	308	5.66	7.01
190	4.13	5.52	250	4.93	6.34	310	5.69	7.04

CUADRO 10
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
312	5.71	7.07	372	6.46	7.72	432	7.22	8.32
314	5.74	7.09	374	6.49	7.74	434	7.25	8.34
316	5.76	7.11	376	6.51	7.76	436	7.27	8.36
318	5.79	7.13	378	6.54	7.78	438	7.30	8.38
320	5.81	7.16	380	6.56	7.80	440	7.32	8.40
322	5.84	7.19	382	6.59	7.82	442	7.35	8.42
324	5.86	7.21	384	6.62	7.84	444	7.37	8.44
326	5.89	7.23	386	6.65	7.86	446	7.39	8.46
328	5.91	7.25	388	6.67	7.88	448	7.41	8.48
330	5.94	7.28	390	6.70	7.90	450	7.43	8.50
332	5.96	7.30	392	6.72	7.92	452	7.45	8.52
334	5.99	7.32	394	6.75	7.94	454	7.47	8.54
336	6.01	7.34	396	6.77	7.96	456	7.49	8.56
338	6.04	7.36	398	6.80	7.98	458	7.51	8.58
340	6.06	7.39	400	6.82	8.00	460	7.53	8.60
342	6.09	7.41	402	6.85	8.02	462	7.55	8.62
344	6.11	7.43	404	6.87	8.04	464	7.57	8.64
346	6.14	7.45	406	6.90	8.06	466	7.60	8.66
348	6.16	7.47	408	6.92	8.08	468	7.62	8.68
350	6.19	7.50	410	6.95	8.10	470	7.65	8.70
352	6.21	7.52	412	6.97	8.12	472	7.67	8.72
354	6.24	7.54	414	7.00	8.14	474	7.70	8.74
356	6.26	7.56	416	7.02	8.16	476	7.72	8.76
358	6.29	7.58	418	7.05	8.18	478	7.75	8.78
360	6.31	7.60	420	7.07	8.20	480	7.77	8.80
362	6.34	7.62	422	7.10	8.22	482	7.80	8.82
364	6.36	7.64	424	7.12	8.24	484	7.82	8.84
366	6.39	7.66	426	7.15	8.26	486	7.85	8.86
368	6.41	7.68	428	7.17	8.28	488	7.87	8.88
370	6.44	7.70	430	7.20	8.30	490	7.89	8.90

CUADRO 10
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
492	7.91	8.92	630	9.49	10.30	780	11.24	11.74
494	7.93	8.94	635	9.54	10.35	785	11.30	11.78
496	7.95	8.96	640	9.59	10.40	790	11.36	11.82
498	7.97	8.98	645	9.65	10.45	795	11.42	11.86
500	7.99	9.00	650	9.71	10.50	800	11.48	11.90
505	8.04	9.05	655	9.77	10.55	805	11.54	11.95
510	8.10	9.10	660	9.83	10.60	810	11.60	12.00
515	8.16	9.15	665	9.89	10.65	815	11.65	12.05
520	8.22	9.20	670	9.95	10.70	820	11.71	12.10
525	8.28	9.25	675	10.00	10.75	825	11.76	12.15
530	8.34	9.30	680	10.05	10.80	830	11.82	12.20
535	8.40	9.35	685	10.10	10.85	835	11.87	12.25
540	8.46	9.40	690	10.16	10.90	840	11.93	12.30
545	8.51	9.45	695	10.22	10.95	845	11.98	12.35
550	8.56	9.50	700	10.28	11.00	850	12.04	12.40
555	8.62	9.55	705	10.34	11.05	855	12.09	12.45
560	8.68	9.60	710	10.40	11.10	860	12.15	12.50
565	8.74	9.65	715	10.46	11.15	865	12.20	12.55
570	8.80	9.70	720	10.52	11.20	870	12.26	12.60
575	8.86	9.75	725	10.58	11.25	875	12.31	12.65
580	8.92	9.80	730	10.64	11.30	880	12.37	12.70
585	8.97	9.85	735	10.70	11.35	885	12.42	12.75
590	9.02	9.90	740	10.76	11.40	890	12.48	12.80
595	9.07	9.95	745	10.82	11.45	895	12.53	12.84
600	9.13	10.00	750	10.88	11.50	900	12.59	12.88
605	9.19	10.05	755	10.94	11.54	905	12.64	12.92
610	9.25	10.10	760	11.00	11.58	910	12.70	12.96
615	9.31	10.15	765	11.06	11.62	915	12.75	13.00
620	9.37	10.20	770	11.12	11.66	920	12.81	13.04
625	9.43	10.25	775	11.18	11.70	925	12.86	13.08

CUADRO 10
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
930	12.92	13.12	955	13.19	13.32	980	13.47	13.52
935	12.97	13.16	960	13.25	13.36	985	13.52	13.56
940	13.03	13.20	965	13.30	13.40	990	13.58	13.60
945	13.08	13.24	970	13.36	13.44	995	13.63	13.65
950	13.14	13.28	975	13.41	13.48	1000	13.69	13.69

A PARTIR DE 1000 UM LOS GASTOS PROBABLES PARA MUEBLES CON O SIN FLUXOMETRO SON IGUALES

CUADRO 10
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE
1010	13.78	1220	15.51	1430	17.12	1640	18.60
1020	13.87	1230	15.59	1440	17.19	1650	18.67
1030	13.96	1240	15.67	1450	17.26	1660	18.74
1040	14.05	1250	15.75	1460	17.33	1670	18.81
1050	14.14	1260	15.83	1470	17.40	1680	18.88
1060	14.22	1270	15.91	1480	17.47	1690	18.95
1070	14.30	1280	15.99	1490	17.54	1700	19.02
1080	14.38	1290	16.06	1500	17.61	1710	19.09
1090	14.46	1300	16.13	1510	17.69	1720	19.16
1100	14.54	1310	16.21	1520	17.76	1730	19.23
1110	14.63	1320	16.29	1530	17.83	1740	19.30
1120	14.71	1330	16.37	1540	17.90	1750	19.37
1130	14.79	1340	16.45	1550	17.97	1760	19.44
1140	14.87	1350	16.53	1560	18.04	1770	19.51
1150	14.95	1360	16.60	1570	18.11	1780	19.58
1160	15.03	1370	16.67	1580	18.18	1790	19.65
1170	15.11	1380	16.74	1590	18.25	1800	19.72
1180	15.19	1390	16.81	1600	18.32	1810	19.79
1190	15.27	1400	16.88	1610	18.39	1820	19.86
1200	15.35	1410	16.96	1620	18.46	1830	19.93
1210	15.43	1420	17.04	1630	18.53	1840	20.00

**CUADRO 10
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE
1850	20.07	2360	23.54	3020	27.83	3950	33.15
1860	20.14	2380	23.67	3040	27.96	4000	33.40
1870	20.21	2400	23.80	3060	28.08	4050	33.65
1880	20.28	2420	23.94	3080	28.20	4100	33.90
1890	20.35	2440	24.08	3100	28.32	4150	34.14
1900	20.42	2460	24.21	3120	28.45	4200	34.38
1910	20.49	2480	24.34	3140	28.58	4250	34.62
1920	20.56	2500	24.47	3160	28.70	4300	34.85
1930	20.63	2520	24.60	3180	28.82	4350	35.08
1940	20.70	2540	24.73	3200	28.94	4400	35.31
1950	20.77	2560	24.86	3220	29.06	4450	35.53
1960	20.84	2580	24.99	3240	29.18	4500	35.75
1970	20.91	2600	25.12	3260	29.30	4550	35.97
1980	20.98	2620	25.25	3280	29.42	4600	36.18
1990	21.04	2640	25.38	3300	29.54	4650	36.39
2000	21.10	2660	25.51	3320	29.66	4700	36.60
2020	21.24	2680	25.64	3340	29.78	4750	36.80
2040	21.38	2700	25.77	3360	29.90	4800	36.99
2060	21.52	2720	25.90	3380	30.02	4850	37.19
2080	21.66	2740	26.03	3400	30.13	4900	37.38
2100	21.80	2760	26.16	3420	30.25	4950	37.56
2120	21.94	2780	26.29	3440	30.37	5000	37.74
2140	22.07	2800	26.42	3460	30.49	5050	37.92
2160	22.20	2820	26.55	3480	30.60	5100	38.10
2180	22.33	2840	26.68	3500	30.71	5150	38.28
2200	22.46	2860	26.81	3550	30.99	5200	38.45
2220	22.60	2880	26.94	3600	31.28	5250	38.62
2240	22.74	2900	27.07	3650	31.55	5300	38.79
2260	22.88	2920	27.20	3700	31.83	5350	38.96
2280	23.02	2940	27.33	3750	32.10	5400	39.12
2300	23.15	2960	27.46	3800	32.37	5450	39.29
2320	23.28	2980	27.58	3850	32.63	5500	39.45
2340	23.41	3000	27.70	3900	32.89	5550	39.61

CUADRO 10
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE
5600	39.77	6350	41.91	7200	43.87	8700	46.58
5650	39.93	6400	42.03	7300	44.08	8800	46.74
5700	40.09	6450	42.16	7400	44.26	8900	46.90
5750	40.24	6500	42.28	7500	44.48	9000	47.06
5800	40.39	6550	42.40	7600	44.68	9100	47.21
5850	40.54	6600	42.52	7700	44.87	9200	47.37
5900	40.68	6650	42.64	7800	45.06	9300	47.52
5950	40.82	6700	42.76	7900	45.24	9400	47.68
6000	40.96	6750	42.88	8000	45.42	9500	47.83
6050	41.10	6800	43.00	8100	45.59	9600	47.98
6100	41.24	6850	43.12	8200	45.75	9700	48.13
6150	41.38	6900	43.23	8300	45.92	9800	48.28
6200	41.51	6950	43.34	8400	46.09	9900	48.43
6250	41.65	7000	43.45	8500	46.25	10000	48.57
6300	41.78	7100	43.66	8600	46.42		

**CUADRO 11
UNIDADES MUEBLE DE DESAGÜE**

MUEBLE	U.M.	DIAMETRO EN mm
Bebedero	0.5	25
Bidet	3	38
Coladera de piso	-	50
Excusado de tanque	4	100
Excusado de válvula	8	100
Fregadero doméstico	2	38
Fregadero doméstico con triturador	3	38
Fregadero de restaurante	3	38
Grupo de baño con wc, lavabo, tina o regadera:		
Con wc de tanque	6	-
Con wc de fluxómetro	8	-
Lavabo (desague chico)	1	32
Lavabo (desague grande)	2	38
Lavabo de barbería	2	38
Lavabo de cirugía	2	38
Lavabo colectivo, cada juego de llaves	2	38
Lavabo dental	1	32
Lavadero	2	38
Lavadora de trastes doméstica	2	38
Mingitorio de pedestal	8	75
Mingitorio de pared	4	50
Mingitorio colectivo, cada 60 cm	2	50
Regadera	2	50
Regadera grupo cada cebolla	3	-
Tina	2	38
Tina grande	2	38
Unidad dental	1	32
Vertedero de cirugía	3	38
Vertedero de servicio	3	75
Vertedero de servicio con trampa	2	50
Vertedero de cocina	4	38

CUADRO 12
CAPACIDAD MAXIMA EN U.M. PARA ALBAÑALES
Y RAMALES DE ALBAÑAL PARA DIVERSAS PENDIENTES

DIAMETRO mm	PENDIENTE			
	0.5%	1%	2%	4%
32	-	-	1	1
38	-	-	3	3
50	-	-	21	26
64	-	-	24	31
75	-	20'	27'	36'
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
375	7000	8500	10000	12000

No más de dos inodoros

CUADRO 13
CAPACIDAD MAXIMA DE COLUMNAS DE DESAGUE EN U.M.

DIAMETRO (mm)	CUALQUIER RAMAL HORIZONTAL	BAJADA DE TRES PISOS O MENOS	MAS DE TRES PISOS	
			TOTAL EN LA BAJADA	TOTAL EN UN PISO
32	1	2	2	1
38	3	4	8	2
50	6	10	24	6
64	12	20	42	9
75	20'	30''	60''	16'
100	160	240	500	90
150	620	960	1900	350
200	1400	2200	3600	600
250	2500	3800	5600	1000
300	3900	6000	8400	1500

NOTA: * No más de dos inodoros

** No más de seis inodoros

CUADRO 14
LONGITUD MAXIMA DE COLUMNAS DE VENTILACION EN METROS










DIAMETRO DE LA BAJADA (mm)	U.M.	DIAMETRO DE LA VENTILACION REQUERIDA								
		32	38	50	64	75	100	125	150	200
32	2	9								
38	8	15	46							
64	10	9	30							
50	12	9	23	61						
50	20	8	15	46						
38	42		9	30	91					
75	10		9	30	61	183				
75	30			18	61	152				
75	60			15	24	122				
100	100			11	30	79	305			
100	200			9	28	76	274			
100	500			6	21	55	213			
125	200				11	24	107	305		
125	500				9	21	91	274		
125	1100				6	15	61	213		
150	350				8	15	61	122	396	
150	620				5	9	38	91	335	
150	960					7	30	76	305	
150	1800					6	21	61	213	
200	600						15	46	152	396
200	1400						12	30	122	366
200	2200						9	24	107	335
200	3600						8	18	76	244
250	1000							23	38	305
250	2500							15	30	152
250	3800							9	24	107
250	5600							8	18	76

NOTA: El 20% de la longitud anotada puede ser instalada en posición horizontal





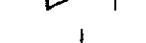

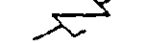
CUADRO 15
CARACTERISTICAS DE TANQUES HIDRONEUMATICOS

CAPACIDAD APROXIMADA galones	DIMENSIONES DEL TANQUE		Peso, para una presión de trabajo de 100 lb/pulg ² cuando se vacía el tanque, en libras.
	Diámetro en pulgadas	Longitud en pies	
65	20	4	115
85	20	5	140
87	24	4	390
110	24	5	470
135	24	6	540
170	30	5	615
205	30	6	715
340	36	7	970
390	42	6	1050
460	42	7	1190
530	42	8	1310
680	48	8	1770
770	48	9	1950
885	48	10	2170
1300	60	10	3240
1600	60	12	3780
2400	72	12	5620
2820	72	14	6500
3150	72	16	7300
3260	84	12	7570
3700	84	14	8800
4330	84	16	9800
4880	84	18	10570
4830	96	14	11700
5580	96	16	12900
7500	96	22	14600
10000	96	29	18900

TUBERIAS

-  Alimentación general de agua fría (de la toma, a tinacos o a cisterna)
-  Tubería de agua fría (red de distribución del edificio)
-  Tubería de agua caliente
-  Tubería de retorno de agua caliente
-  Tubería de sistema contra incendios
-  Puntas de tuberías unidas con bridas
-  Puntas de tuberías unidas con soldadura
-  Punta de tubería con tapón capa
-  Punta de tubería con tapón macho

Válvulas

-  De globo (roscada o soldable)
-  De compuerta (roscada o soldable)
-  De compuerta bridada
-  De compuerta de cierre y abertura rápidos
-  De retención (Check) en posición horizontal
-  Check en posición vertical
-  Check en descarga de bombas









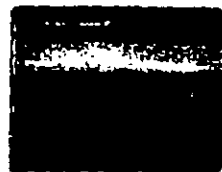
-  codo a 45°
-  codo a 90°
-  tuerca unión
-  conexión tee
-  conexión cruz roscada
-  conexión cruz soldable
-  yee
-  yee doble

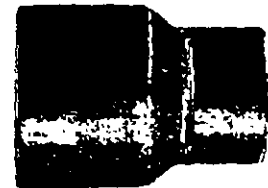
Figura 1. Simbología para los planos de la instalación hidráulica



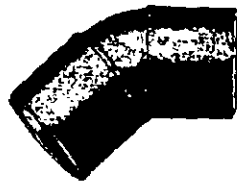
Cople con ranura



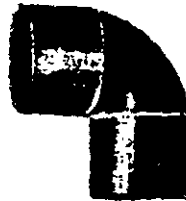
Cople corrido



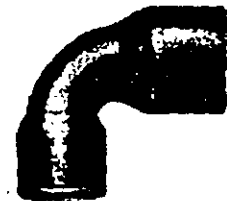
Reducción campana



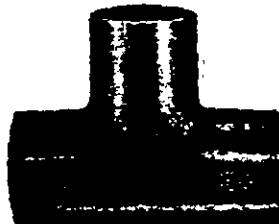
Codo 45°



Codo 90°



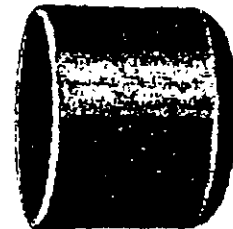
Codo reducido



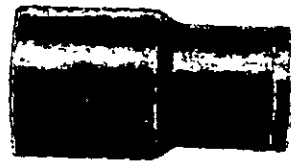
Tee



Tee reducida



Tapón hembra



Reducción bushing

Figura 2. Conexiones de cobre

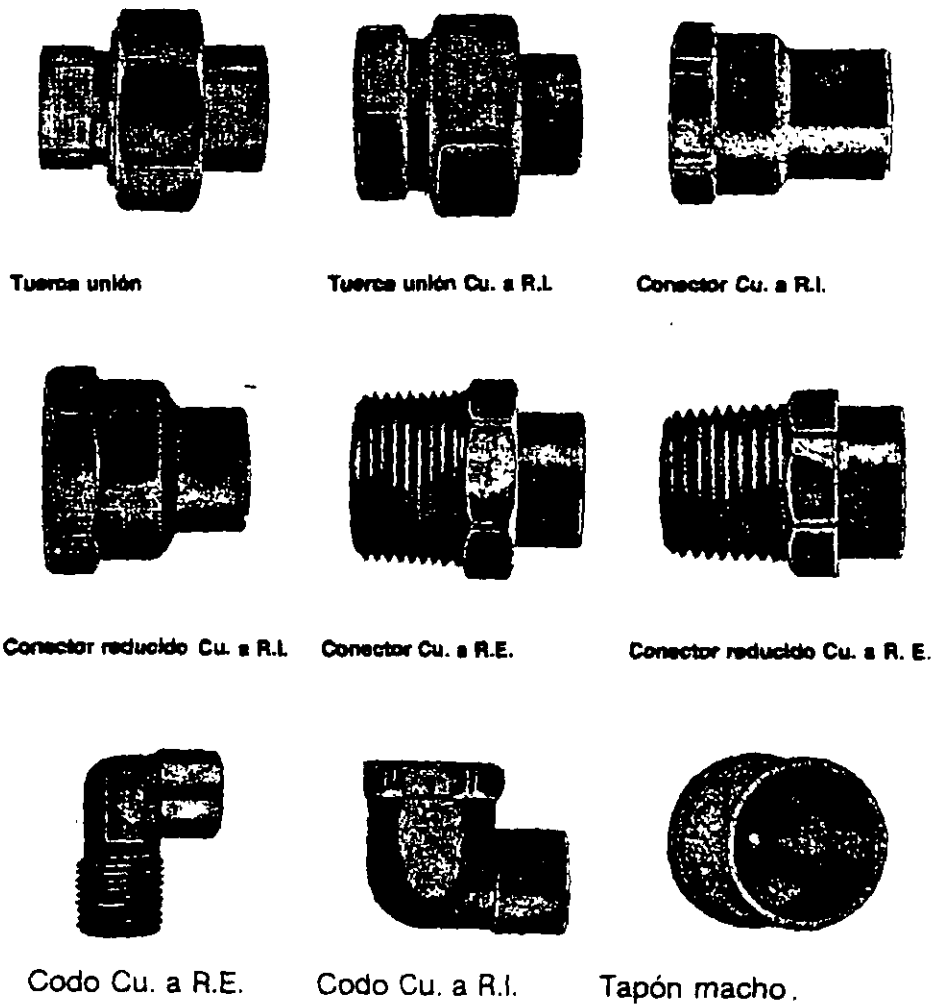


Figura 3. Conexiones de latón forjado

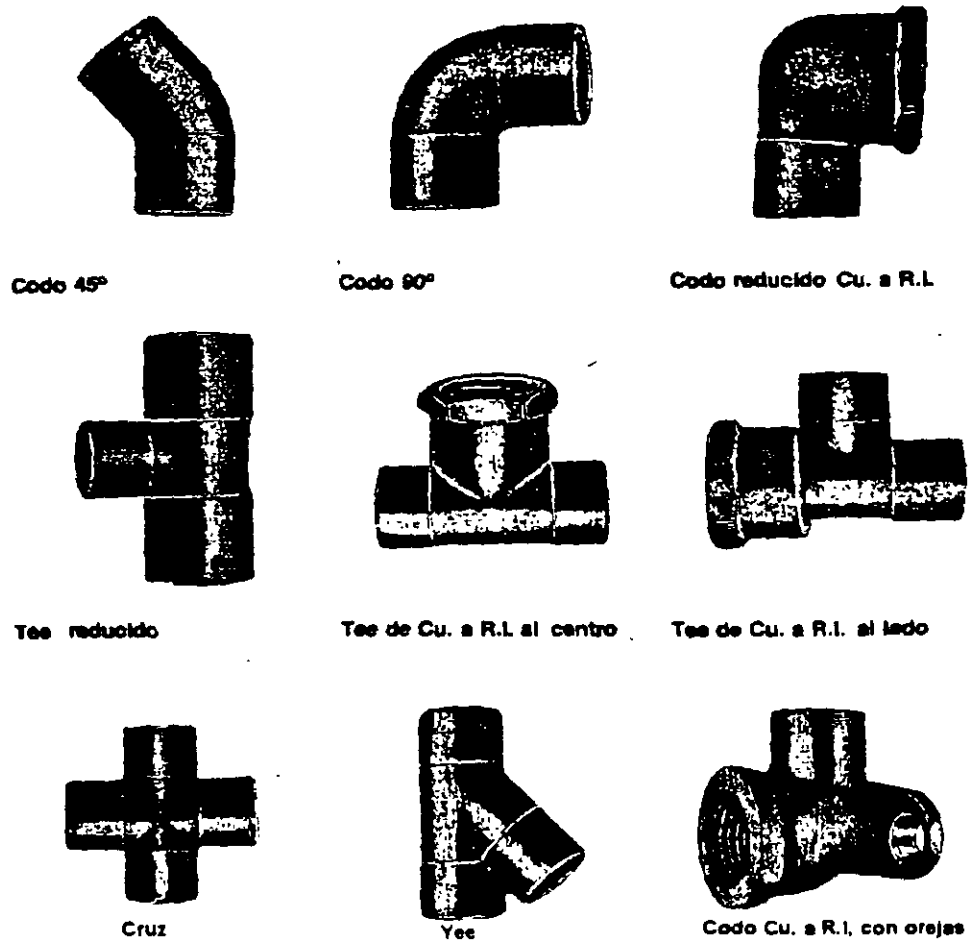


Figura 4. Conexiones de bronce

CONEXIONES CON CUERDA EN TUBOS
 HIERRO FORJADO (GALVANIZADO O NEGRO)

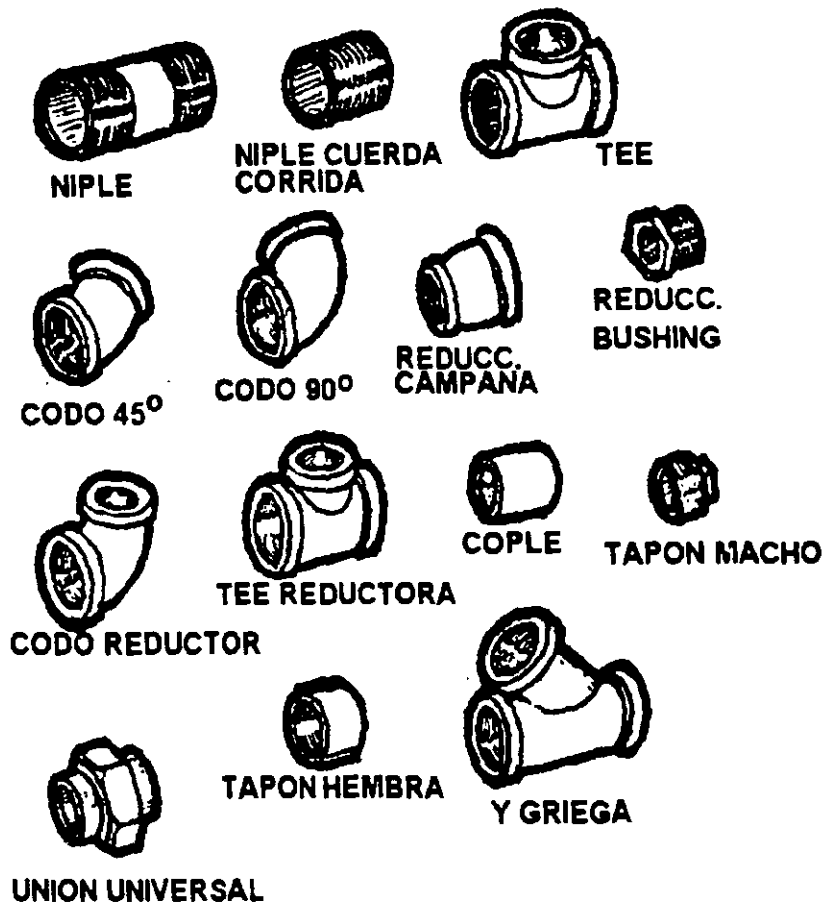


Figura 5. Conexiones de hierro galvanizado

VALVULAS DE SECCIONAMIENTO

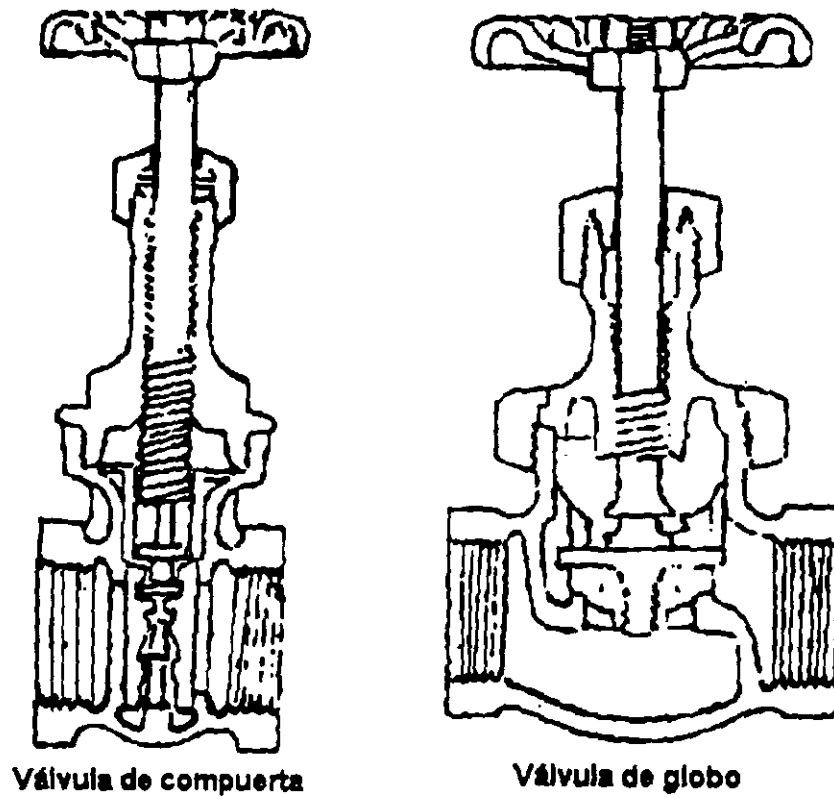


Figura 6.a. Dispositivos de control de una instalación hidráulica

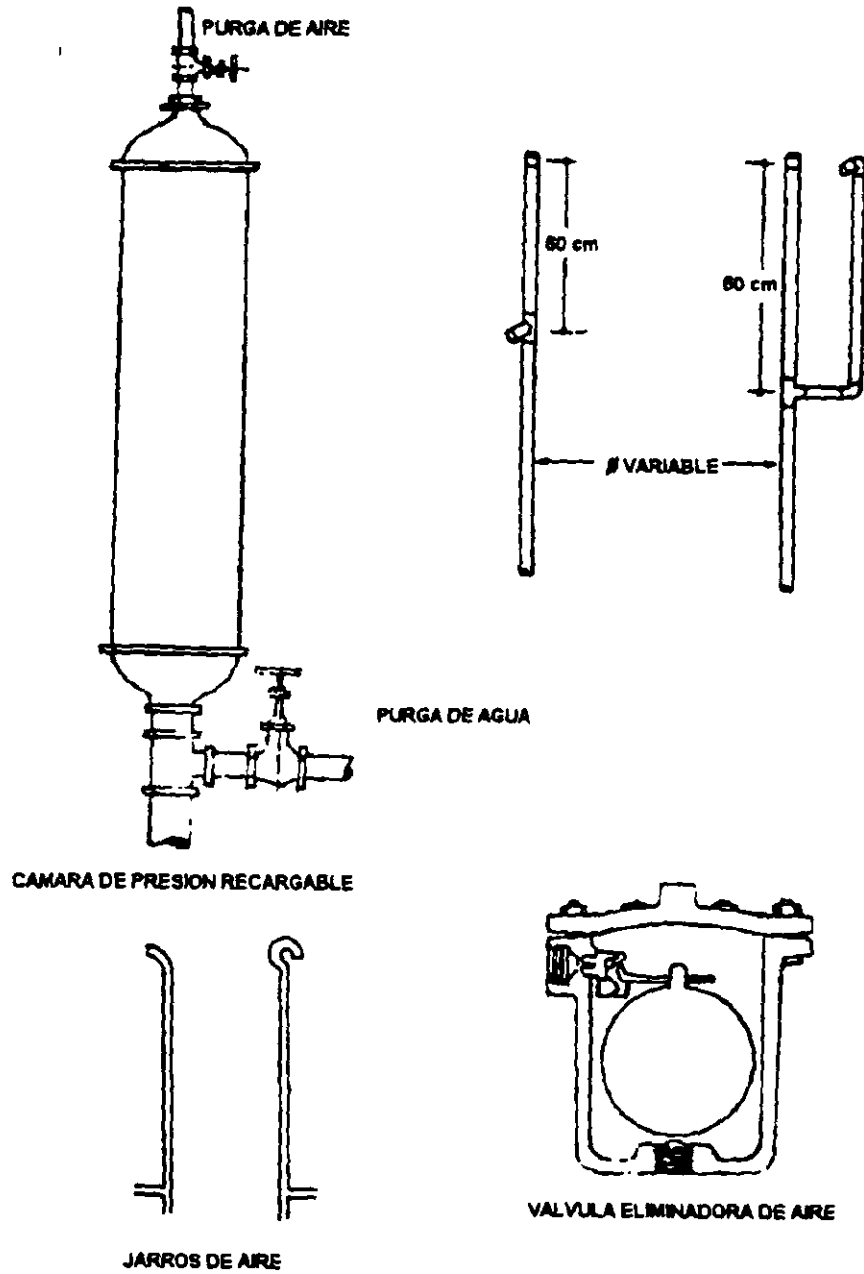
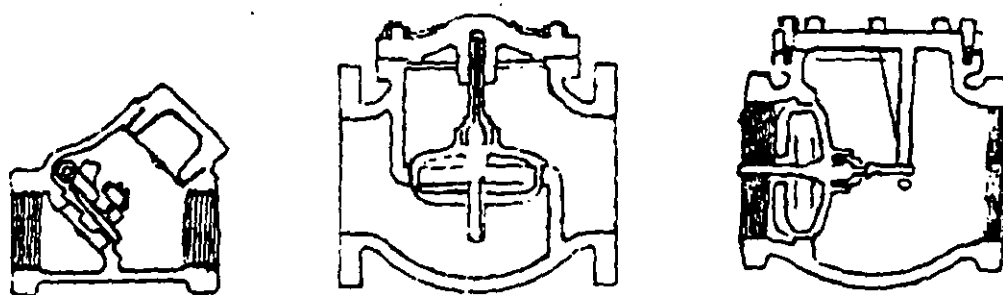
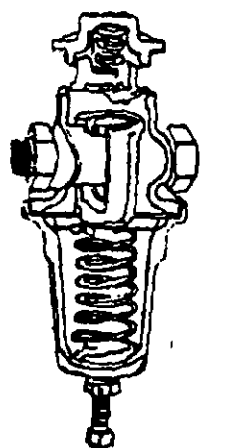


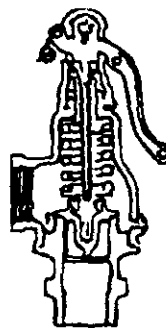
Figura 6.b. Dispositivos de control de una instalación hidráulica



VALVULAS CHECK



VALVULA REDUCTORA DE PRESION



VALVULA DE SEGURIDAD

Figura 7. Dispositivos de protección de una instalación hidráulica

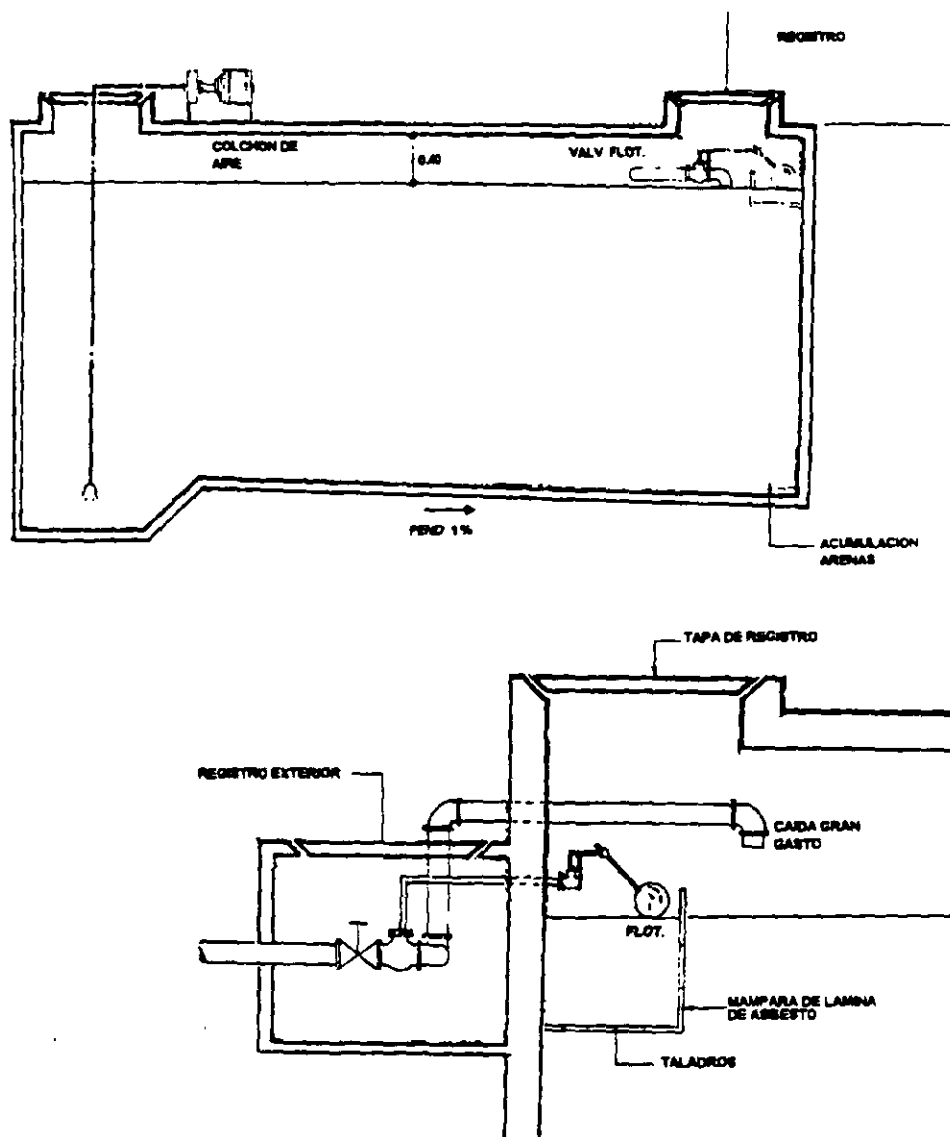


Figura 8.a. Características constructivas de una cisterna

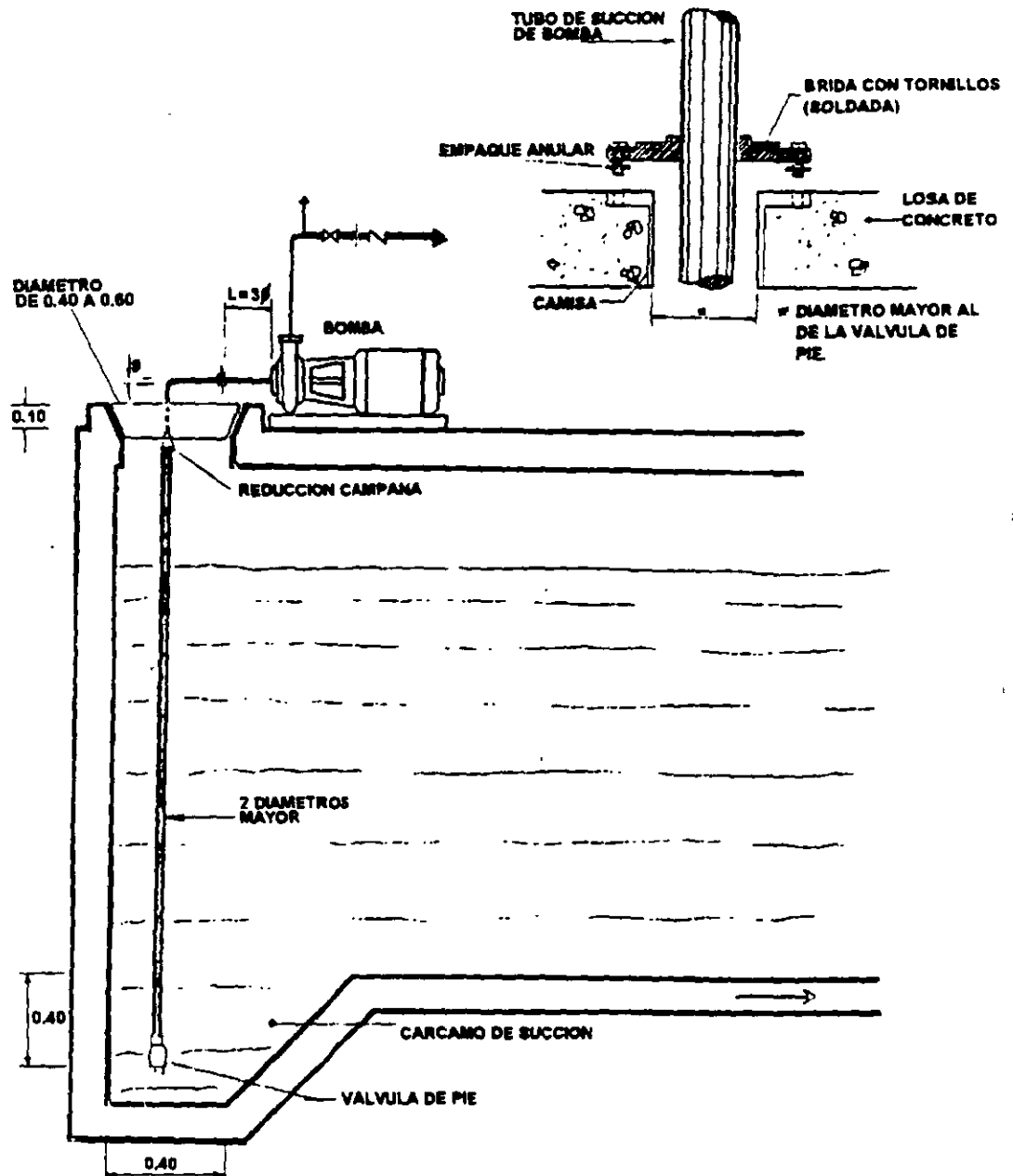


Figura 8.b. Instalación del equipo de bombeo en una cisterna

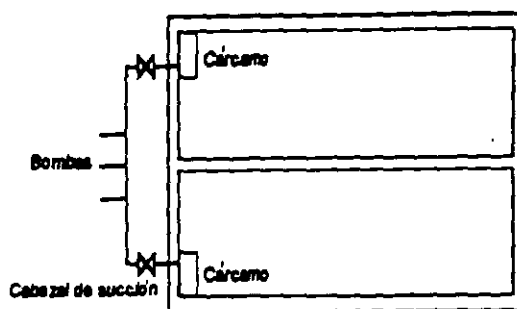


Figura 8.c. Características de una sistema de doble celda.

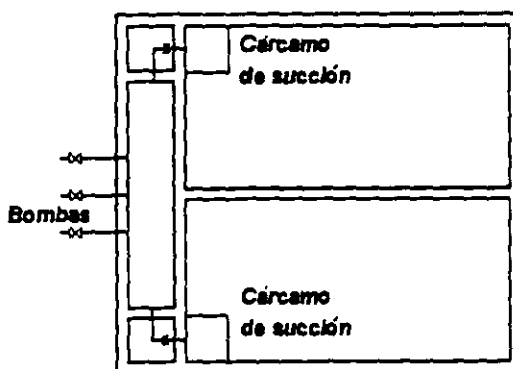


Figura 8.d. Características de una cisterna de doble celda y cárcamo seco.

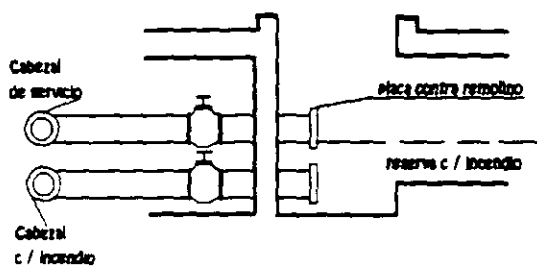
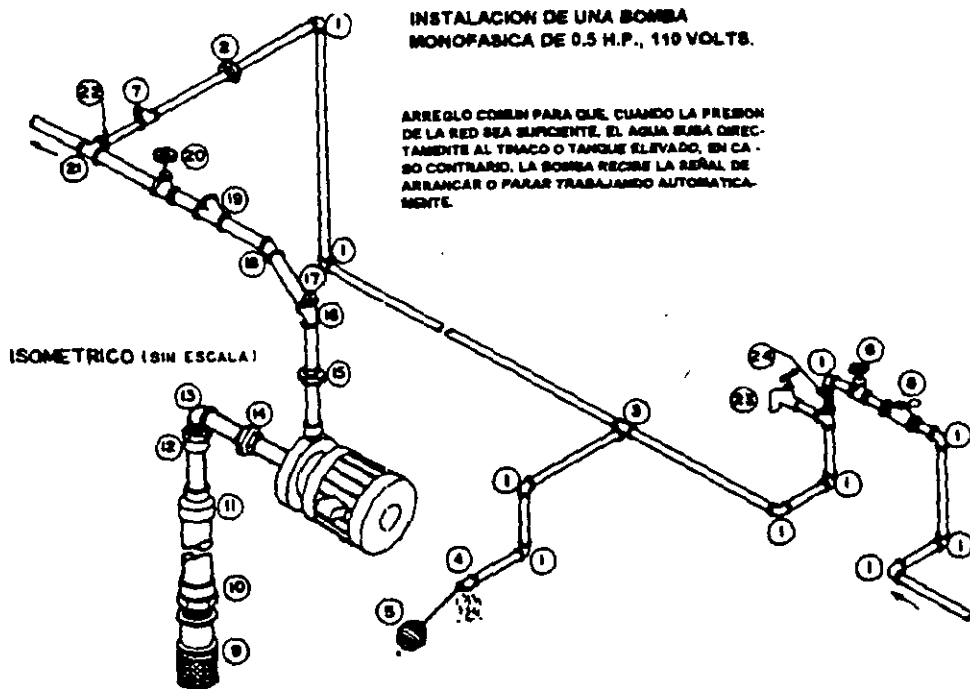


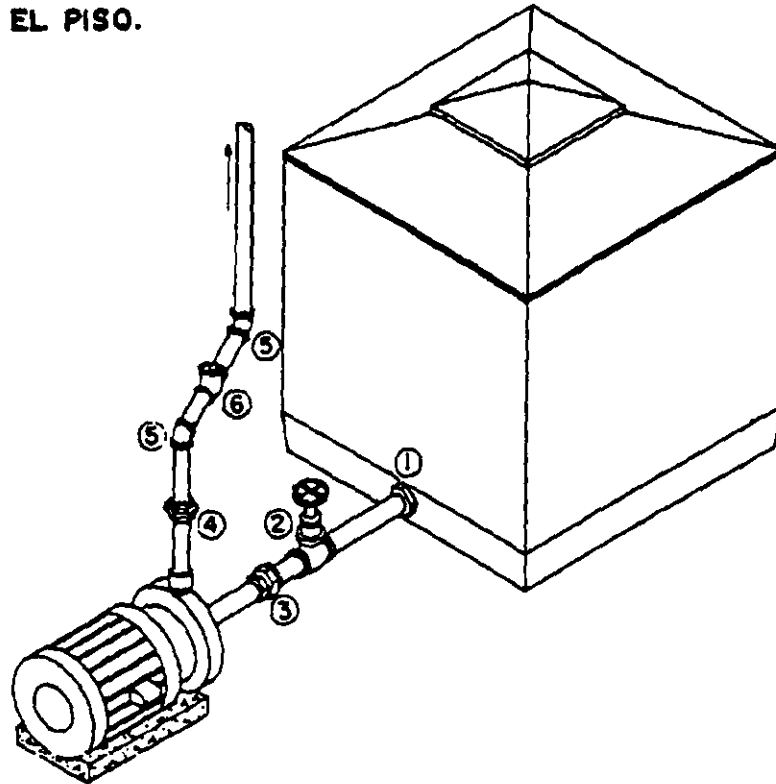
Figura 8.e. Características de la succión con volumen para el control de incendios.



- 1 Codo galvanizado D 13mm x 90°
- 2 Tuerca unión galv. D 13 mm
- 3 Tee galv. D 13 mm
- 4 Válvula de flotador D 13 mm A. P.
- 5 Flotador para A.P.
- 6 Válvula de compuerta roscada D 13 mm
- 7 Válvula check de columpio roscada D 13 mm
- 8 Medidor
- 9 Válvula check pichancha D 38 mm
- 10 Conector de cobre cuerda exterior D 38 mm
- 11 Reducción campana de cobre D 38 x 25 mm
- 12 Conector de cobre cuerda exterior D 25 mm
- 13 Codo galv. D 25 x 90°
- 14 Tuerca unión galv. D 25 mm
- 15 Tuerca unión galv. D 19 mm
- 16 Yee galv. D 19 mm
- 17 Tapón macho D 19 mm
- 18 Codo galv. D 19 mm x 45°
- 19 Válvula check columpio roscada D 19 mm
- 20 Válvula compuerta roscada D 19 mm
- 21 Tee galv. D 19 mm
- 22 Reducción bushing galv. D 19 x 13 mm
- 23 Llave para manguera D 13 mm
- 24 Niple de cuerda corrida D 13 mm

Figura 9.a. Esquema de la instalación de un equipo de bombeo

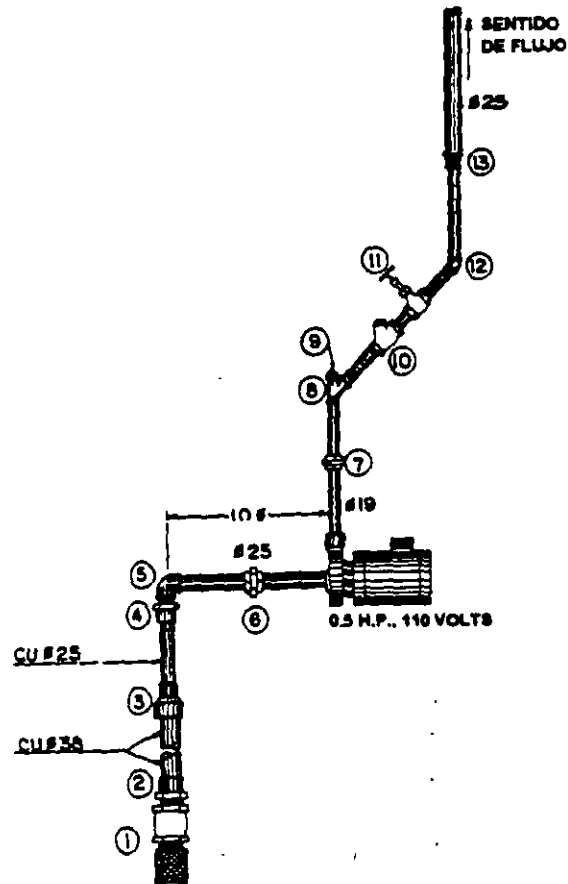
INSTALACION DE UNA BOMBA DE 0.5 H.P., 110 VOLTS., PARA SUBIR EL AGUA A PARTIR DE UN TINACO SOBRE EL PISO.



- ① REDUCCION BUSHING GALV. ϕ 38 x 25 mm. (RED.B. GALV. ϕ 38 x 25 mm.)
- ② VALVULA DE COMPUERTA ROSCADA ϕ 25 mm. (VALV. COMP. ROSC. ϕ 25 mm.)
- ③ TUERCA UNION GALV. ϕ 25 mm.
- ④ TUERCA UNION GALV. ϕ 19 mm.
- ⑤ CODO GALV. ϕ 19 x 45°.
- ⑥ VALV CHECK COLUMPIO ϕ 19 mm.

SE PUEDE PRESCINDIR DE LA VALVULA DE COMPUERTA EN LA TUBERIA DE DESCARGA, PERO NO DE LA VALVULA CHECK, PORQUE EL GOLPE DE ARIETE PRODUCIDO POR EL REGRESO DE LA COLUMNA DE AGUA LO RECIBIRIA EL IMPULSOR, NI HACE FALTA LA YE PORQUE LA BOMBA ESTA CEBADA PERMANENTEMENTE.

Figura 9.b. Esquema de la instalación de un equipo de bombeo



- 1 Pichanca check D 38 mm
- 2 Conector de cobre cuerda exterior D 38
- 3 Reducción campana de cobre D 38 x 25 mm
- 4 Conector de cobre cuerda exterior D 25 mm
- 5 Codo galv. D 25 x 90°
- 6 Tuerca unión galv. D 25 mm
- 7 Tuerca unión galv. D 19 mm
- 8 Yee galv. D 19 mm
- 9 Tapón macho galv. D 19 mm
- 10 Válvula check columpio D 19 mm
- 11 Válvula compuerta roscada D 19 mm
- 12 Codo galv. D 19 x 45°
- 13 Reducción campana galv. D 25 x 19 mm

Figura 9 c. Esquema de la instalación de un equipo de bombeo

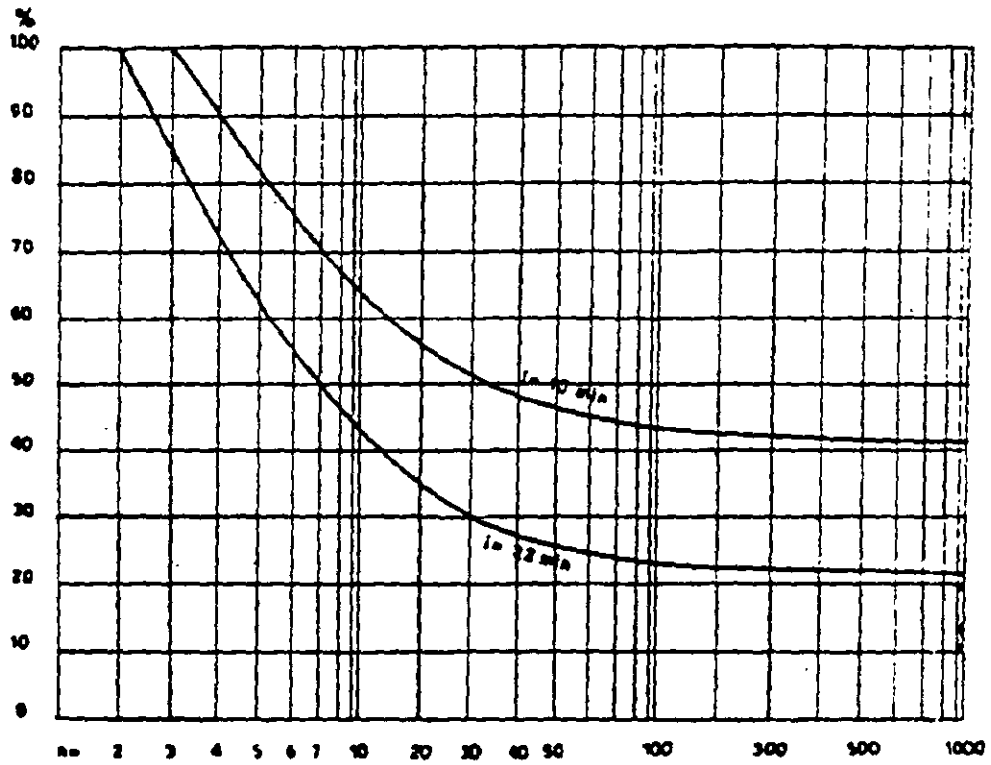


Figura 10. Curvas características de simultaneidad de suministro (oficinas, retretes con depósito - t= 2 min)

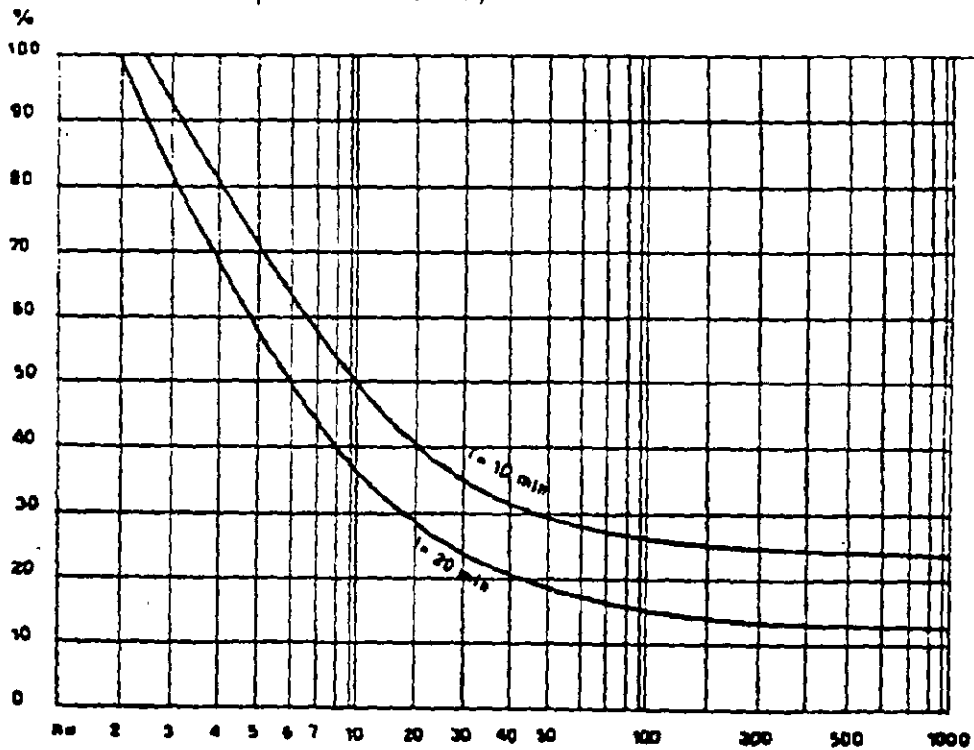


Figura 11. Curvas características de simultaneidad de servicio (oficinas - lavabos - t= 1min.)

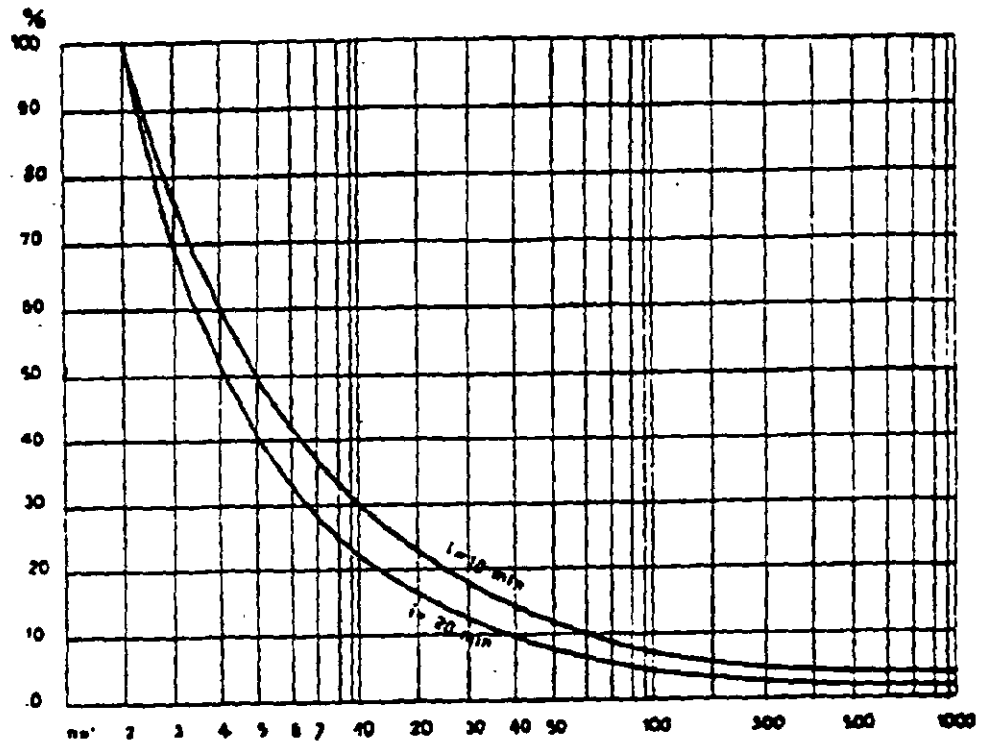


Figura 12 Curvas características de simultaneidad de suministro (oficinas -retretes con fluxómetro-t= 8 segundos)

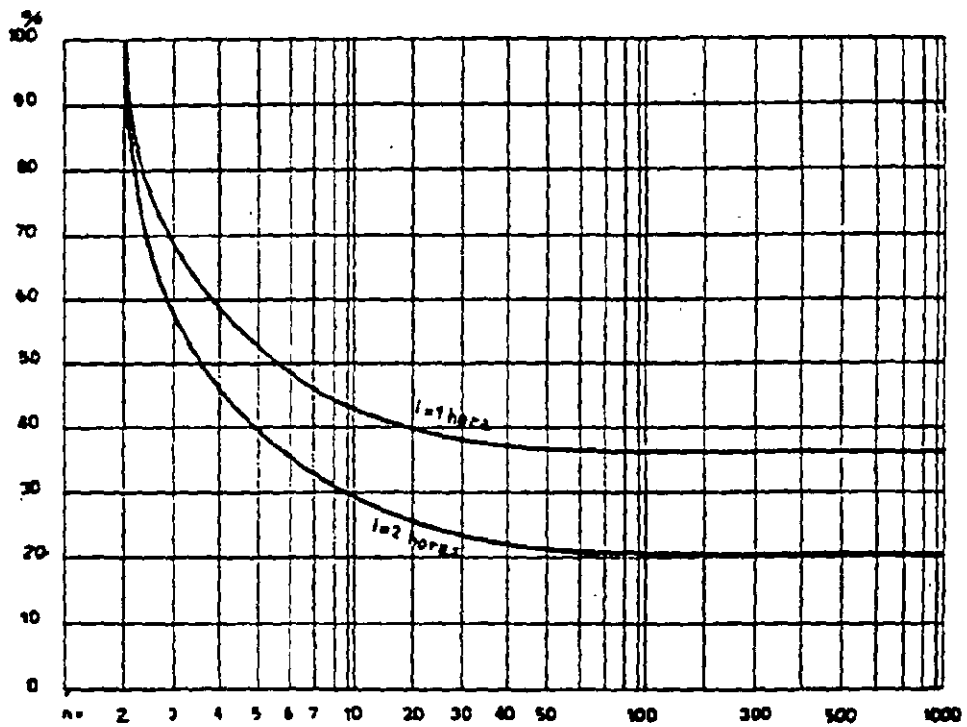


Figura 13. Curvas características de simultaneidad de suministro (departamentos -bañeras-t= 10 minutos)

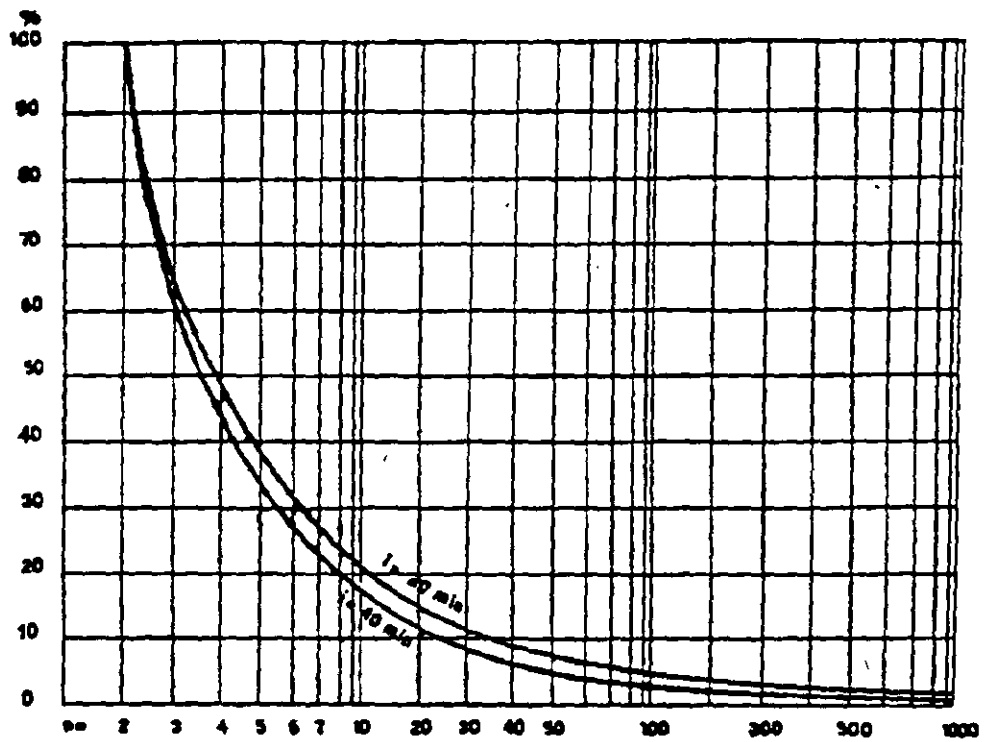


Figura 14. Curvas características de simultaneidad de suministro (departamentos - retretes con fluxómetro-t= 8 segundos)

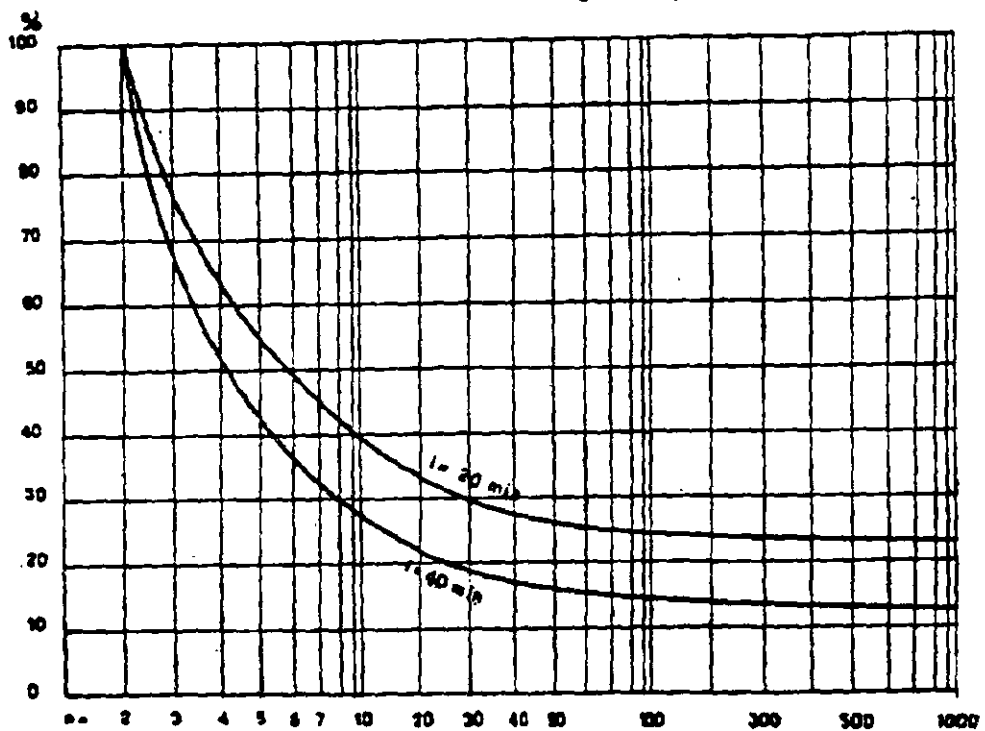

























Figura 15. Curvas características de simultaneidad de suministro (departamentos - retretes con depósito, lavabos, bidetes-t= 2 minutos)

LONGITUDES EQUIVALENTES (M) DE LAS PERDIDAS LOCALIZADAS DE CARGA
CORRESPONDIENTE A DISTINTOS ELEMENTOS SINGULARES DE LAS REDES HIDRAULICAS

Clase de resistencia instalada	Diámetros de las tuberías (mm)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
 manguito de unión		0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12	0,15	0,20	0,25
 codo de reducción		0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	4,00	5,00
 codo o curva de 45°		0,20	0,34	0,45	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25	1,45	1,63
 curva de 90°		0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,98	1,27	1,48	1,54	1,97	2,61	3,42
 codo de 90°		0,38	0,60	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,64	3,99
 te de 45°		1,02	0,84	0,90	0,98	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
 te arqueada o de curvas (pastajones)		1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,00	5,40	6,00	6,60
 te confluencia de ramal (paso recto)		0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
 te derivación a ramal		1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90	7,70	8,90
 válvula retención de bombeo de pistón		0,20	0,30	0,65	0,75	1,15	1,60	1,90	2,65	3,40	4,85	6,60	8,30
 válvula retención paso de escuadra		1,33	1,70	2,32	2,85	3,72	4,67	5,75	6,91	8,40	11,1	12,8	15,4
 válvula retención paso de escuadra		5,10	5,40	6,50	6,50	11,50	13,0	18,5	21,0	23,0	36,0	42,0	61,0
 válvula de compuerta abierta		0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,58	0,69	0,81	1,06	1,44	1,70
 válvula de paso recto y asiento inclinado		1,10	1,34	1,74	2,28	2,69	3,46	4,33	5,81	6,69	8,80	10,8	13,1
 válvula de globo		4,05	4,95	6,25	6,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	39,0	47,5
 válvula de escuadra o ángulo (abierta)		1,90	2,55	2,35	4,30	5,60	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5
 válvula de asiento de paso recto		-	3,40	3,60	4,50	5,65	6,10	8,00	-	-	-	-	-
 intercambiador		-	-	-	2,10	5,00	12,5	13,2	14,2	25,0	-	-	-
 radiador		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,0
 radiador con valvulería		3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,60	10,1	11,4	12,7	14,0	15,0
 caldera		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,0
 caldera con valvulería		3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,0	11,0	12,0
 contador	general					4,8 m.c.d.a.							
	individual o divisorio					10 m.c.d.a.							

Para tuberías lisas (r = 0,06 mm) multiplicas los valores del cuadro por 1,40

Figura 16.

TANQUE HIDRONEUMATICO

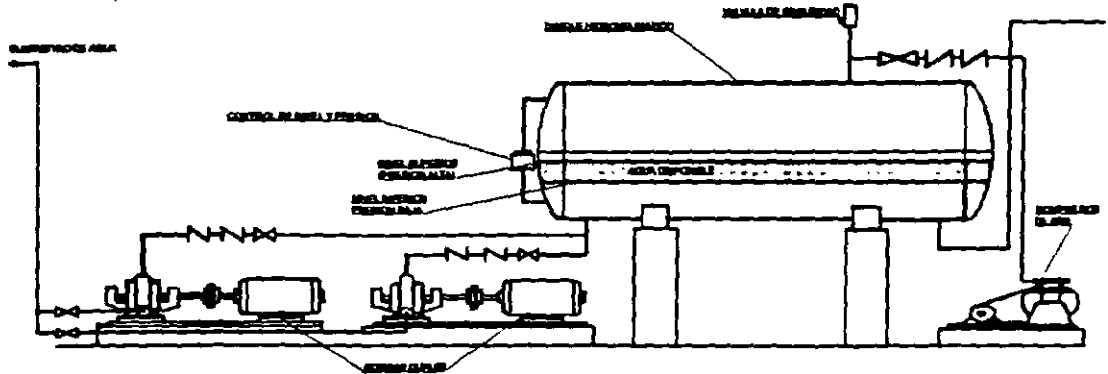


Figura 17. Sistema de tanque hidroneumático.

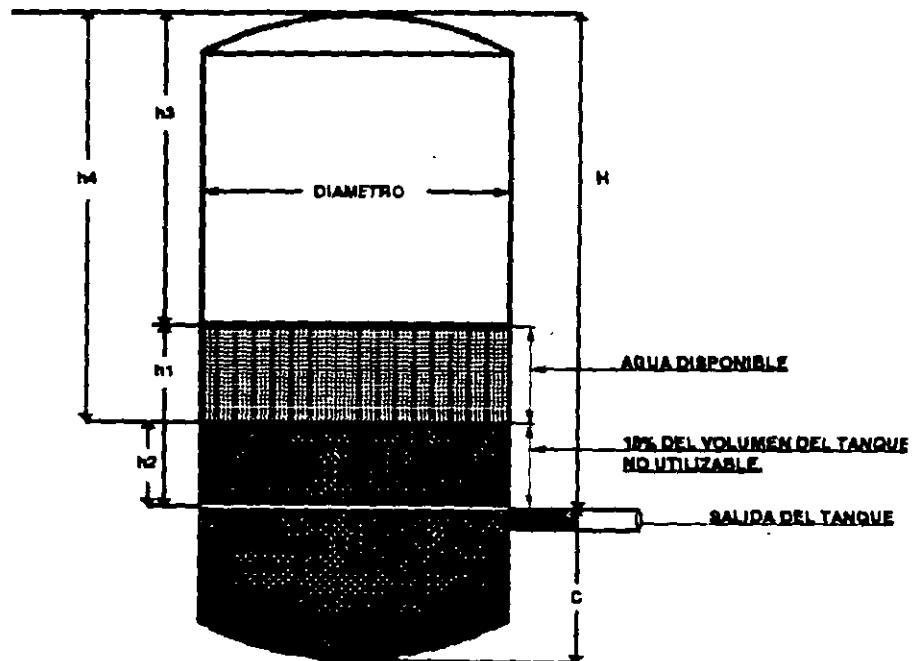


Figura 18. Definición de variables en un autoclave de sistema hidroneumático

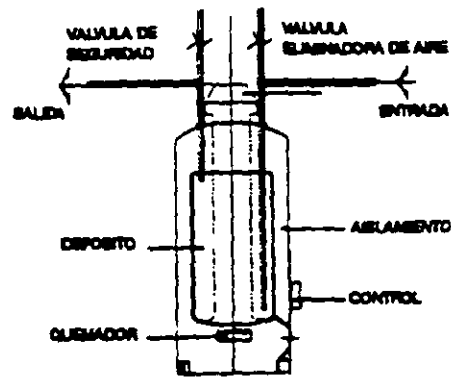


Figura 19. Corte de un calentador de almacenamiento.

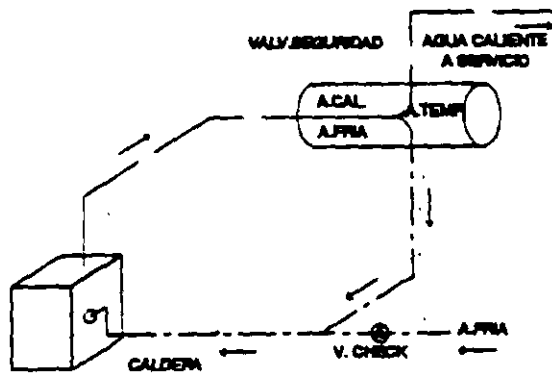


Figura 20. Diagrama de flujo de un sistema de calefacción central.

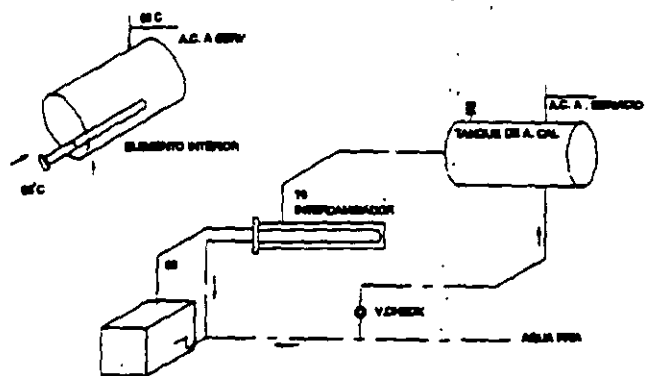
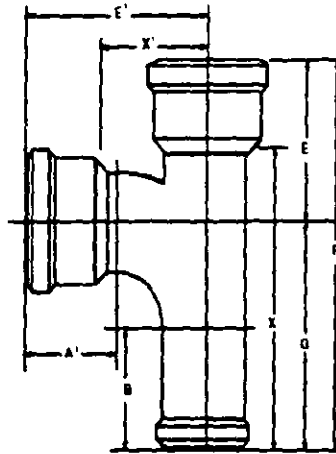


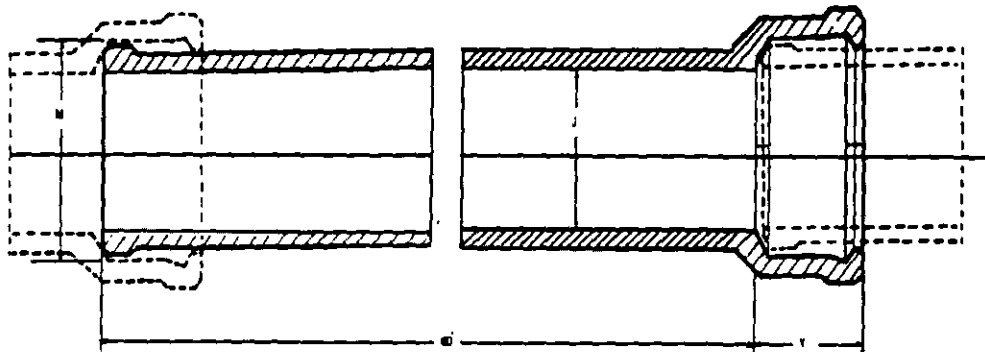
Figura 21. Diagrama de flujo de un sistema de calefacción central con intercambiador.

T^m SANITARIA



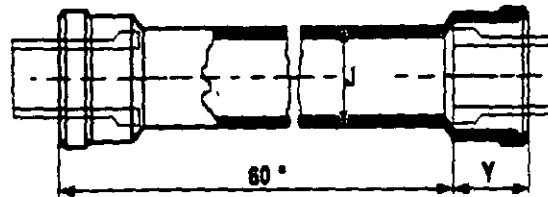
DIAMETRO NOMINAL		A'		B		E		E'		F		G		X		X'		PESO APROX
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	70	2 3/4	95	3 3/4	108	4 1/4	133	5 1/4	267	10 1/2	159	6 1/4	203	8	70	2 3/4	3.500
10	4	89	3 1/2	102	4	152	6	190	7 1/2	356	14	203	8	279	11	114	4 1/2	8.000
15	6	89	3 1/2	102	4	178	7	216	8 1/2	406	16	229	9	330	13	140	5 1/2	13.000
10 x 5	4 x 2	76	3	102	4	127	5	178	7	305	12	178	7	229	9	114	4 1/2	5.300

TUBO DE Fo.Fo. DE UNA CAMPANA



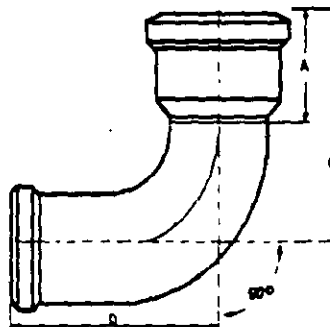
DIAMETRO NOMINAL		M		J		Y		PESO APROX
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	67	2 5/8	57	2 1/4	62	2 7/16	9.200
10	4	117	4 5/8	108	4 1/4	75	2 15/16	16.000
15	6	168	6 5/8	159	6 1/4	75	2 15/16	32.000
20	8	222	8 3/4	213	8 3/8	89	3 1/2	49.200

TUBO DE Fo.Fo. DE DOS CAMPANAS



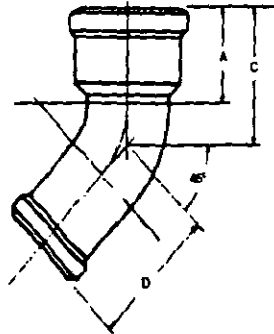
DIAMETRO NOMINAL		J		Y		PESO APROX
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	57	2 1/4	62	2 7/16	10.200
10	4	108	4 1/4	75	2 15/16	16.700
15	6	159	6 1/4	75	2 15/16	32.500
20	8	213	8 3/8	89	3 1/2	50.000

CODO DE 90°



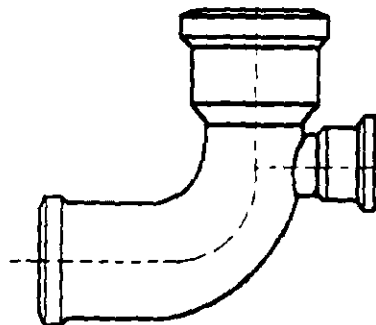
DIAMETRO NOMINAL		A		C		D		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	70	2 3/4	146	5 3/4	152	6	2.200
10	4	89	3 1/2	190	7 1/2	203	8	5.200
15	6	89	3 1/2	216	8 1/2	229	9	9.000

CODO DE 45°



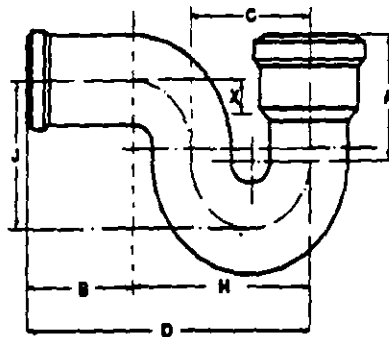
DIAMETRO NOMINAL		A		C		D		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	70	2 3/4	102	4	108	4 1/4	1.700
10	4	89	3 1/2	132	5 3/16	144	5 11/16	4.000
15	6	89	3 1/2	141	5 9/16	154	6 1/16	6.500

CODO 90° CON VENTILA ALTA



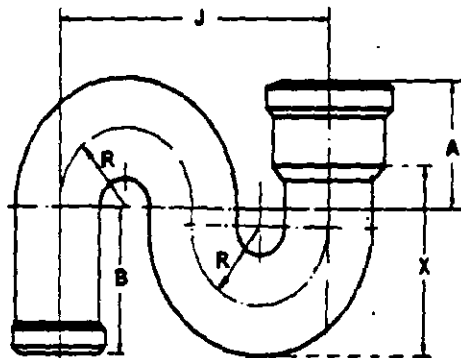
UNICA		PESO APROX.
cm	pulg	kg
10 x 5	4 x 2	6.000

TRAMPA "P"



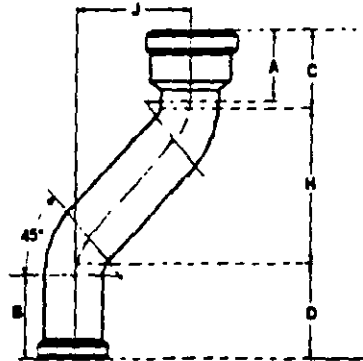
DIAMETRO NOMINAL		A		B		C		D		H		J		X		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	76	3	89	3 1/2	102	4	241	9 1/2	152	6	102	4	38	1 1/2	2.800
10	4	140	5 1/2	127	5	152	6	356	14	229	9	185	6 1/2	25	1	9.500
15	6	190	7 1/2	127	5	203	8	432	17	305	12	216	8 1/2	-	-	14.000

TRAMPA "S"



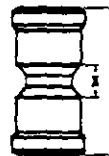
DIAMETRO NOMINAL		A		B		J		R		X		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	76	3	89	3 1/2	203	8	51	.2	102	4	3.200
10	4	140	5 1/2	140	5 1/2	305	12	76	.3	190	7 1/2	11.000

DESVIACIONES



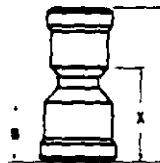
DIAMETRO NOMINAL		A		B		C		D		F		H		J		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5 x 10	2 x 4	70	2 3/4	89	3 1/2	89	3 1/2	106	4 1/4	298	11 3/4	102	4	102	4	2.500
10 x 10	4 x 4	89	3 1/2	102	4	121	4 3/4	133	5 1/4	356	14	102	4	102	4	5.700
10 x 5	4 x 2	89	3 1/2	102	4	121	4 3/4	133	5 1/4	305	12	51	2	51	2	5.400

DOBLE CAMPANA



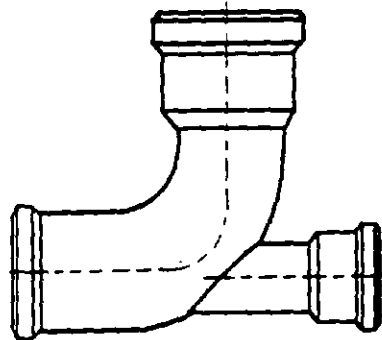
DIAMETRO NOMINAL		F		X		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	152	6	25	1	1.700
10	4	178	7	25	1	3.500
15	6	178	7	25	1	5.600

REDUCCION



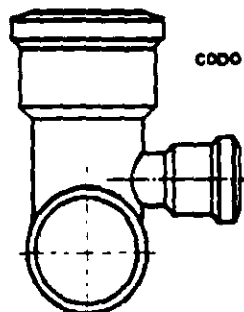
DIAMETRO NOMINAL		B		F		X		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
10 X 5	4 X 2	102	4	190	7 1/2	127	5	2.500
15 X 10	6 X 4	102	4	203	8	127	5	4.600

CODO 90° CON VENTILA BAJA



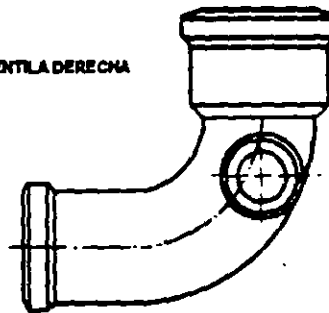
UNICA		PESO APROX.
cm	pulg	kg
10 x 5	4 x 2	6,000

CODO Fo.Fo. CON VENTILA LATERAL

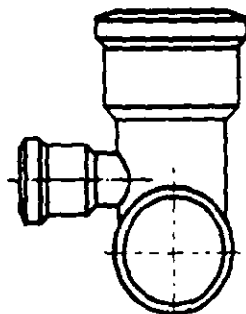


VISTA FRONTAL

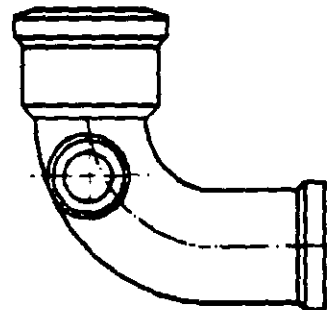
CODO DE FO.FO. CON VENTILA DERECHA



VISTA LATERAL

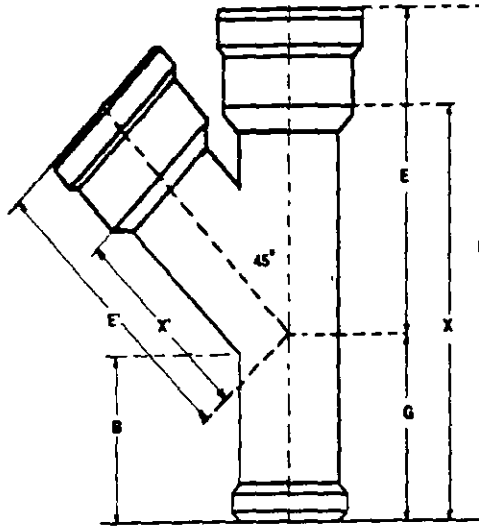


CODO DE FO.FO. CON VENTILA IZQUIERDA



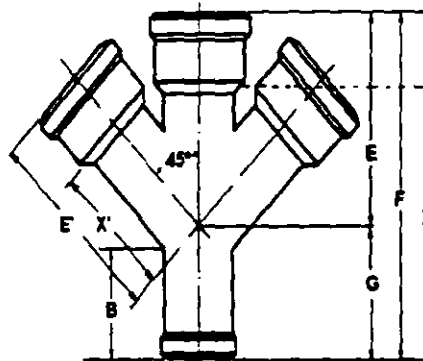
UNICA		PESO APROX.
cm	pulg	kg
10 x 5	4 x 2	6,000

"Y" SENCILLA



DIAMETRO NOMINAL		B		E		E'		F		G		X		X'		PESO APPROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	89	3 1/2	165	6 1/2	165	6 1/2	267	10 1/2	102	4	203	8	102	4	3.200
10	4	102	4	248	9 3/4	248	9 3/4	381	15	133	5 1/4	305	12	171	6 3/4	8.500
15	6	102	4	311	12 1/4	311	12 1/4	457	18	146	5 3/4	381	15	235	9 1/4	16.000
10 x 5	4 x 2	102	4	213	8 3/8	210	8 1/4	305	12	92	3 5/8	229	9	146	5 3/4	6.000

"Y" DOBLE



DIAMETRO NOMINAL		B		E		E'		F		G		X		X'		PESO APPROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	89	3 1/2	165	6 1/2	165	6 1/2	267	10 1/2	102	4	203	8	102	4	4.200
10	4	102	4	248	9 3/4	242	9 3/4	381	15	133	5 1/4	305	12	171	6 3/4	10.000
15	6	102	4	311	12 1/4	311	12 1/4	457	18	146	5 3/4	381	15	235	9 1/4	16.300
10 x 5	4 x 2	102	4	213	8 3/8	210	8 1/4	305	12	92	3 5/8	229	9	146	5 3/4	7.600



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA 008 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

8 AL 12 DE MARZO

TEMA INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

**Condiciones necesarias de la instalación
para el suministro de agua**

**M. en I. ENRIQUE CÉSAR VALDEZ
PALACIO DE MINERÍA
MARZO DEL 2004**

Instalaciones Sanitarias para Edificios

Enrique César Valdez

Volumen

1

*Condiciones necesarias de la instalación
para el suministro de agua*

Instalaciones Sanitarias para Edificios

**Enrique César Valdez
Miguel A. González López**

Prohibida la reproducción total o parcial de
estos apuntes, por cualquier medio, sin autorización
escrita de los editores.

FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
AV. UNIVERSIDAD E INSURGENTES SUR
DELEGACION COYOACAN
C.P. 04510

PRIMERA EDICION: 1997

Instalaciones Sanitarias para Edificios

Enrique César Valdez

Volumen

1

*Condiciones necesarias de la instalación
para el suministro de agua*

Instalaciones Sanitarias para Edificios

**Enrique César Valdez
Miguel A. González López**

Prohibida la reproducción total o parcial de
estos apuntes, por cualquier medio, sin autorización
escrita de los editores.

FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
AV. UNIVERSIDAD E INSURGENTES SUR
DELEGACION COYOACAN
C.P. 04510

PRIMERA EDICION: 1997

CONDICIONES NECESARIAS DE LA INSTALACION PARA EL SUMINISTRO DE AGUA

INDICE

Capítulo		Página
	Introducción	
1	Instalación para el suministro de agua	1
	1.1 Red interior de distribución.	2
	1.2 Reglamentación relativa a las instalaciones particulares de suministro de agua	8
2	Fontanería de la instalación para el suministro de agua	11
	2.1 Tuberías de acero	11
	2.2 Tuberías de cobre	17
	2.3 Empleo de nuevos materiales	26
	2.4 Fenómenos electrofísicos	28
	2.6 Protecciones y recomendaciones	28
	2.6 Dispositivos de control y protección de la instalación	28
3	Anteproyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias	35
	3.1 Trazo de las redes de distribución de agua	35
	3.2 Planos de proyecto	37
	3.3 Isométricos	37
	Apéndice A. Reglamento de Ingeniería sanitaria relativo a edificios	
	Apéndice B. Reglamento de construcciones para el Distrito Federal (Extractos).	

INTRODUCCION

La ingeniería sanitaria es la rama de la ingeniería civil que se ocupa de la promoción y conservación de la salud pública por medio de obras que proporcionan a la comunidad salud, seguridad y confort.

Al solucionar los problemas de captación, potabilización y conducción de las aguas para consumo humano y los de la adecuada eliminación de las aguas residuales, la ingeniería sanitaria cumple una misión de salubridad preventiva que no debe ser descuidada en ningún momento, por cuanto la salud de la población, bajo este aspecto, es consecuencia directa del constante e integral control de tales funciones, por lo cual las instalaciones sanitarias domiciliarias deben merecer una preferente atención por su contacto directo con los habitantes y por las molestias que causa su deficiente o incorrecto funcionamiento.

Todo edificio habitable debe poseer las instalaciones domiciliarias adecuadas para la provisión de agua potable y la evacuación de aguas residuales y pluviales. Para que estas instalaciones domiciliarias ofrezcan el máximo de seguridad, se requiere que cumplan con tres preceptos fundamentales:

1. Contar con agua potable en cantidad suficiente;
2. Alejamiento rápido de las aguas residuales; y
3. Evitar que los gases de los tubos que conducen las aguas servidas pasen a los ambientes habitables.

Las instalaciones sanitarias en los edificios cumplen con estos preceptos mediante los siguientes sistemas:

· Instalación para el suministro de agua; e

· Instalación de drenaje.

Adicionalmente se tienen las instalaciones de suministro de gas para uso doméstico y de aire acondicionado en ciertos lugares o edificios que lo requieran, con lo cual se completa la seguridad y confort de sus habitantes.

En los volúmenes que componen la presente serie de apuntes relativos a la materia de Instalaciones Sanitarias en Edificación, se estudiarán las instalaciones de suministro de agua, drenaje y gas, además de un volumen referente a la disposición individual de las aguas residuales para aquellas localidades que carecen de un sistema formal de alcantarillado.

CAPITULO 1. INSTALACION PARA EL SUMINISTRO DE AGUA

La instalación para el suministro de agua es el sistema formado por tuberías, conexiones y válvulas de control necesarios para proporcionar agua fría, caliente y vapor en casos específicos, a los muebles y aparatos sanitarios, hidrantes y demás servicios especiales de una edificación.

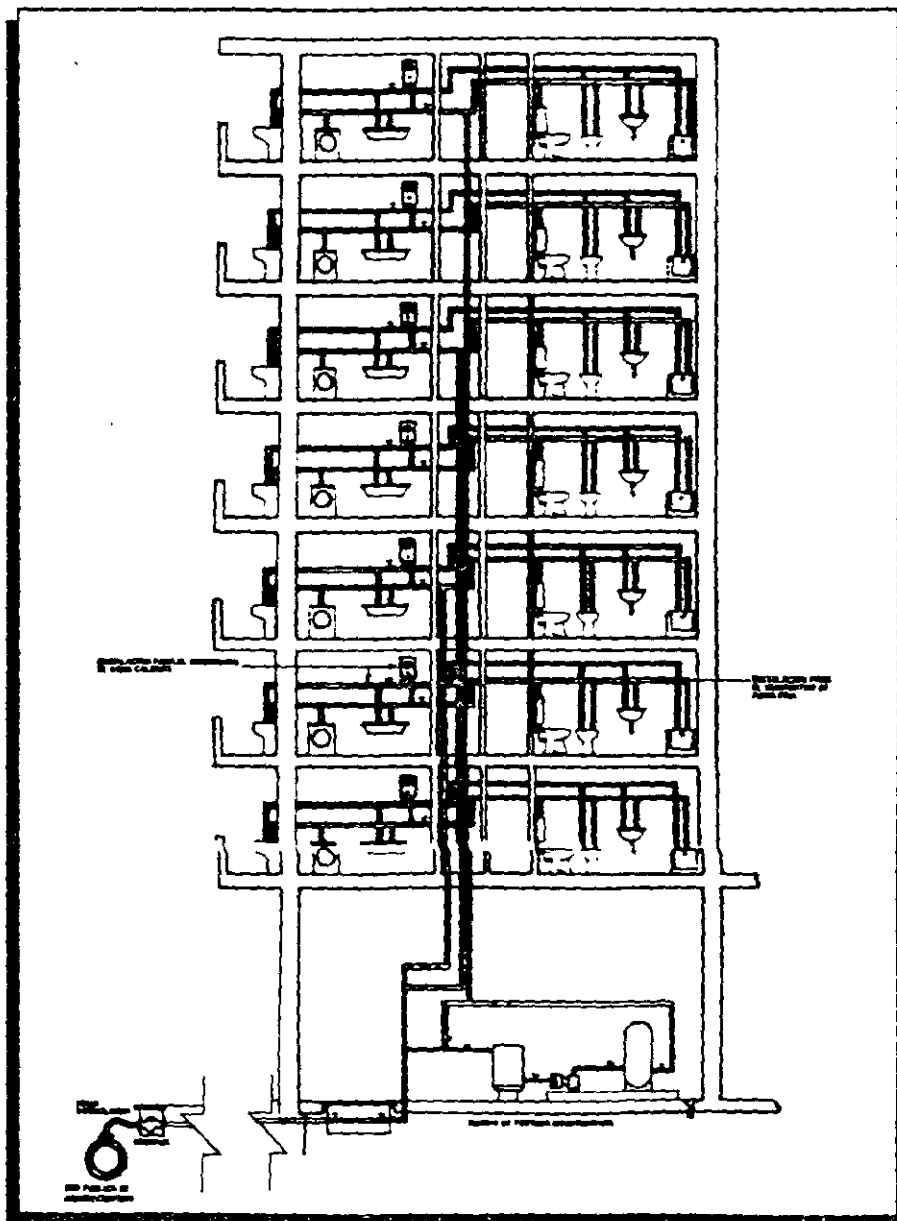


Figura 1.1. Instalación para el suministro de agua de una edificación

Los factores que condicionan el diseño de la instalación para el suministro de agua potable son: la presión mínima requerida, el consumo tipo a tener en cuenta, las intermitencias y discontinuidades de gasto y las simultaneidades de uso de los muebles y aparatos sanitarios de la edificación.

La presión mínima requerida para que la instalación funcione, depende exclusivamente de la pérdida de presión que se pueda producir en la instalación. Esta reducción de la fuerza de empuje del agua es una variable de cálculo, ya que si en un momento determinado se plantea el cálculo de la instalación con base en cierto gasto, sección del tubo y velocidad de flujo, predeterminados por cualquiera de los métodos existentes, el resultado obtenido es únicamente válido para los valores escogidos previamente, lo que haría variar el criterio de funcionamiento en un caso en el que se adopten otros parámetros.

Por otra parte debe tenerse presente que existen diferentes tipos de materiales de las tuberías (interior rugoso, semirugoso o liso) así como elementos de paso, corte o control en la instalación que condicionan el valor final que se quiere obtener.

La presión máxima admisible en cualquier punto de la instalación para el suministro de agua se puede ajustar entre 4.5 a 5 kg/cm². Si se encuentran casos de valores mayores pueden instalarse en la red válvulas para reducir la presión.

Como recomendación puede establecerse que no es conveniente aceptar presiones mayores de 4 kg/cm² como carga disponible en la red interior de abastecimiento de agua.

Según experiencias en el cálculo de instalaciones hidráulicas, un equipo de presión no debe alimentar más de 9 ó 10 plantas de un edificio de manera simultánea, ya que en caso contrario la presión mínima en la onceva planta sería excesiva en la primera. En este caso se requerirían varios equipos de elevación del agua que alimenten a diferentes alturas del edificio.

1. Red interior de distribución

La obra de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable que se inicia en el tanque de regularización, consiste en una red de tuberías subterráneas por medio de las cuales se distribuye y entrega el agua hasta los domicilios de los usuarios. La red de distribución está constituida por dos partes principales:

- a) Instalaciones de servicio público, que comprenden la red municipal y las tomas domiciliarias; y
- b) Instalaciones particulares, o sea, la red interior de todo edificio.

Una tubería de admisión, derivada de la red pública de distribución, lleva el agua al medidor y de éste a una red de tuberías que conducen el agua a todos los muebles y aparatos de la instalación; la Figura 1.2 muestra los elementos de que consta dicha tubería de admisión denominada "toma domiciliaria".

El Cuadro 1.1 muestra el procedimiento de instalación de la toma domiciliaria. La instalación de la toma domiciliaria sólo puede llevarla a cabo personal del organismo operador del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad, previa solicitud del usuario.

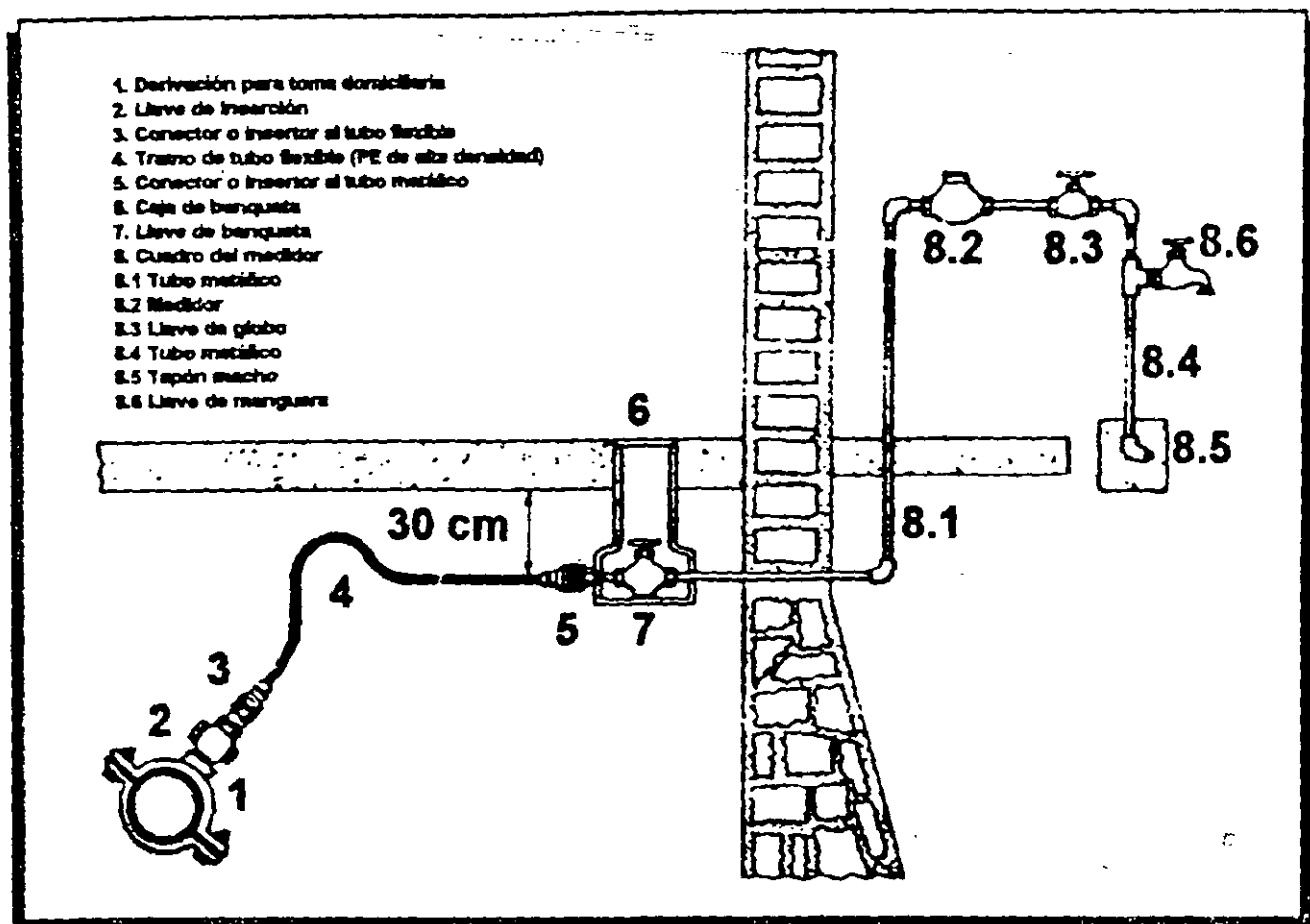


Figura 1.2. Toma domiciliar urbana

Con respecto a los medidores de agua que forman parte de la toma domiciliar, pueden ser de los siguientes tipos:

- a) Medidores de desplazamiento positivo.

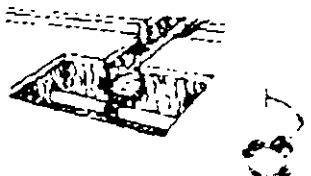


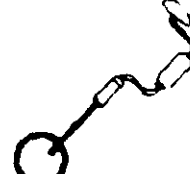



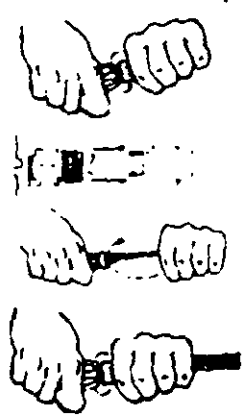
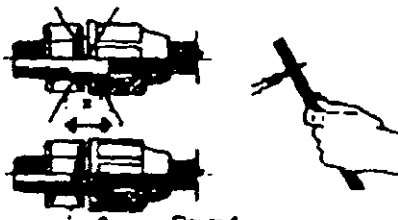
De pistón recíprocante, rotatorio, oscilante o roscado (generalmente conocido como "bi-disco"). Se usan para volúmenes bajos donde tienen una aceptable aproximación a la lectura. Se instalan comúnmente en casas habitación y fábricas para consumos de agua hasta 3785 l/min (63 l/s).

- b) Medidores de velocidad.

Miden la velocidad de flujo que pasa en una sección transversal conocida. Se usan para grandes volúmenes de agua y tienen la ventaja de provocar una pérdida de presión baja; su costo inicial es bajo y requieren de poco mantenimiento. Como ejemplo se pueden citar los medidores de turbina o tipo venturi.

La Figura 1.3 muestra un ábaco para estimar la pérdida de presión en medidores para agua de tipo pistón (o disco).

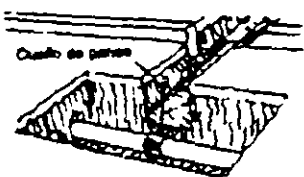
Cuadro 1.1 Procedimiento de instalación de la toma domiciliaria.

PASO	PROCEDIMIENTO	RECOMENDACIONES Y REQUISITOS DE INSTALACION
<p>1. Abrazadera (1)</p> 	<p>Colocar la abrazadera en la línea de agua potable con una inclinación de 45° con respecto a la vertical. Atornillar en forma cruzada las tornillos, primero manualmente hasta donde sea posible y luego con una llave hasta obtener un apriete pareja. Para tubos que no son de plástico, la abrazadera es metálica.</p>	<p>La abrazadera debe corresponder al tipo y diámetro del tubo. No utilizar abrazaderas metálicas en tuberías de plástico; el tipo de rosca de la derivación de la abrazadera debe ser NPT.</p> 
<p>2. Perforación del tubo de la línea</p> 	<p>De acuerdo con la posición de la abrazadera, perforar el tubo con una broca tipo escobedo o con un perforador especial (para evitar que entren tubos al tubo), si es posible, la perforación puede realizarse antes de colocar la abrazadera y después de probar la hermeticidad de la abrazadera y la llave de inserción (ver prueba de hermeticidad).</p>	
<p>3. Válvula de inserción (2)</p> 	<p>En la rosca macho aplicar suficiente cinta sellón y, manualmente, atornillar la válvula en la derivación de la abrazadera hasta lograr un buen apriete y que el manual de la válvula quede en la parte superior.</p>	<p>No se recomienda el uso de otros materiales en lugar de la cinta sellón. Debido a la existencia de válvulas y conexiones metálicas con rosca exterior de diferentes tipos o fuera de norma, debe evitarse aplicar a los componentes plásticos que tengan rosca hembra.</p> 
<p>4. Adaptadores de compresión (3)</p> 	<p>Los adaptadores de compresión se utilizan para unir, por un extremo, el tubo de polietileno a la abrazadera, o a la válvula de inserción, y por el otro extremo, a la válvula de compuerta o al cuadro del medidor. Para todos los casos, aplicar cinta sellón en la rosca macho del adaptador y atornillarlo en el correspondiente componente hasta lograr un buen apriete.</p>	<p>El manejo e instalación de todos los componentes de la toma domiciliaria deben ser cuidadosos, es decir, debe evitarse averías, rasgos, arañazos o golpes.</p>
<p>5. Unión del tubo de polietileno (4)</p> 	<p>Si se tiene experiencia, aplicar la fuerza grande de las muñecas. Si no, de la conexión de compresión (adaptador (3) o cople de unión (5)), retirar la tuerca y el cono con un alicata e introducirlos aproximadamente cinco centímetros en el extremo a unir del tubo. En seguida, introducir, girando y presionando con las manos, el tubo en la conexión. Es recomendable bañar o lubricar ligeramente el tubo para facilitar la entrada. El tubo debe penetrar hasta el tope de la conexión para asegurar que el extremo del tubo pase por el anillo de hule con el que se logra la hermeticidad de la unión (ver figura 1). A continuación apretar manualmente la tuerca para lograr la sujeción entre el tubo y la conexión.</p>	<p>En caso de recibir el cono con estrías, este debe quedar de acuerdo con la concavidad interior de la tuerca.</p> <p>Las conexiones a compresión son únicamente compatibles con el tubo ramal para toma domiciliaria (TRTD), de 16 mm, que cumple con la norma NMX-E-146-1993.</p> <p>El tubo debe cortarse a escuadra.</p>  <p>Figura 1</p>


Cortesía de Plásticos Omega S.A. de C.V.

Cuadro 1.1 (Continuación)

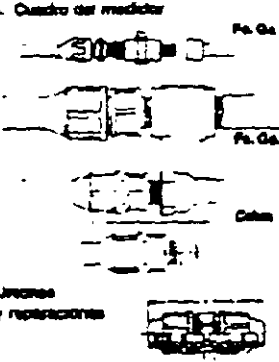
6. Tendido del tubo de polietileno (4)



7. Válvula de banqueta (2)



8. Cuadro del medidor



Tender el tubo e lo largo de la zanja hasta donde se acoplará con la válvula de banqueta o el cuadro del medidor, y dejar una holgura de 10 centímetros de tubo para tener, después de las pruebas de hermeticidad, un "cushion-gas" (que sirve para absorber movimientos)


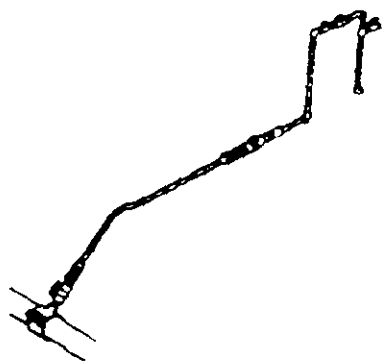
Por medio del adaptador de compresión unir el tubo de polietileno con la válvula de banqueta siguiendo los pasos de los puntos 5 y 4.

El cuadro del medidor se une a la válvula de banqueta o, en caso de que no se instale ésta, al adaptador de compresión, por medio de uniones roscadas estibadas con cinta sellón. Si el cuadro del medidor es de tubo galvanizado se utiliza un respa, y si es de tubo de acero el conector "FF" (rosca interior). Si el cuadro del medidor se instalará posteriormente y no se tiene llave de banqueta, entonces se colocó la tapa roscada (6).

Los tubos ramal, de polietileno, para toma domiciliaria (TRTD) pueden repararse o prolongarse mediante los coples de unión que se acoplan de acuerdo con el punto 5.

El tubo de polietileno no debe enrollarse en rollos que midan menos de 80 cm de diámetro interior ni hacerlo a curvas con radios menores a 30 centímetros.

El fondo de la zanja debe estar libre de tocas y objetos agudos. La profundidad mínima recomendada es de 30 centímetros.

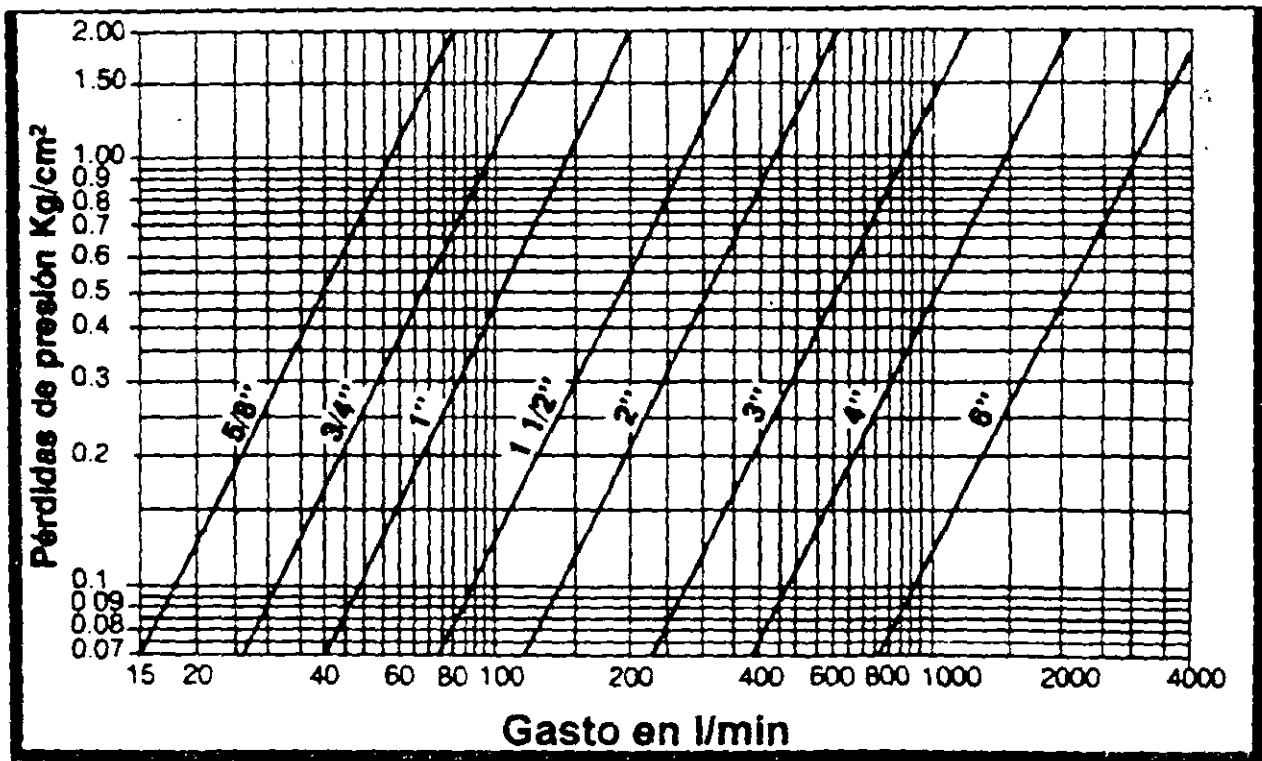


Figura 1.3. Pérdidas de presión en un medidor de tipo pistón.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

El esquema de la red de distribución está constituido por cuatro elementos principales: distribuidores, columnas, derivaciones y ramales.

Los distribuidores son tuberías horizontales instaladas en la planta baja o, en su caso, en el techo del sótano; las columnas son tuberías verticales de sección decreciente que llevan el agua de los distribuidores a los pisos superiores.

En las varias plantas del edificio y en relación con el aparato o el grupo de aparatos a alimentar, se conectan otras tuberías horizontales llamadas "derivaciones" a partir de las cuales parten los ramales, que llevan el agua de las columnas hasta los diferentes muebles y aparatos sanitarios (Figura 1.4).

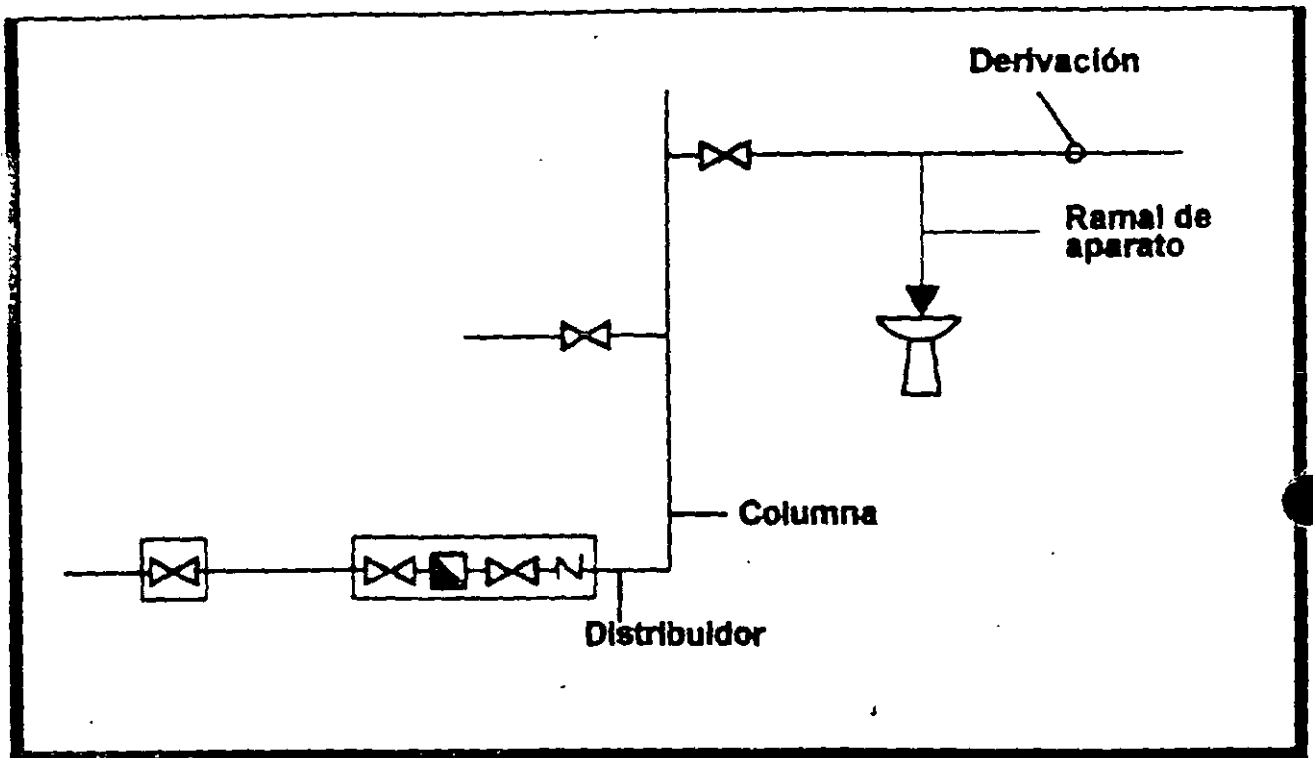


Figura 1.4. Distribuidores, columnas y derivaciones en una instalación.

El distribuidor debe instalarse, si es posible, a la vista, suspendido de la losa o bien adosado a los muros perfectamente soportado. En esta tubería se instalan las válvulas antirretorno y las válvulas de corte necesarias para seccionar las distintas partes de la red.

Las columnas, por su parte, se ubican en cámaras registrables (ductos) y fijadas a los muros mediante abrazaderas colocadas cada dos o tres metros.

Las columnas pueden ser ascendentes o descendentes, en función del sistema de distribución y se recomienda que sirvan como máximo a diez plantas, escalonándose hasta conseguir la altura deseada de servicio.

En los arranques de cada columna debe instalarse una llave de paso.

Las derivaciones reparten el agua a los distintos locales de la instalación particular. Pueden instalarse en ductos, empotradas en ranuras sobre los muros no resistentes o bien bajo el plomo. Se recomienda que las derivaciones sean instaladas junto al techo o a un nivel superior de los aparatos sanitarios, para que sus ramales sean descendentes hasta las llaves.

Los ramales pueden tener cualquier trazo y se recomienda que cada uno disponga de una llave de corte.

Los distribuidores pueden formar una red ramificada o en circuito (Figura 1.5.a y b); en nuestro medio el caso más común en edificación es la red ramificada.

Cuando el agua es conducida primero a un depósito superior (tinaco), por falta de presión o suministro irregular en la red municipal de distribución, los distribuidores se instalan en la azotea, y llevan el agua del depósito superior a las cabezas de las columnas que, en este caso, conducen el agua hacia abajo (Figura 1.5.c).

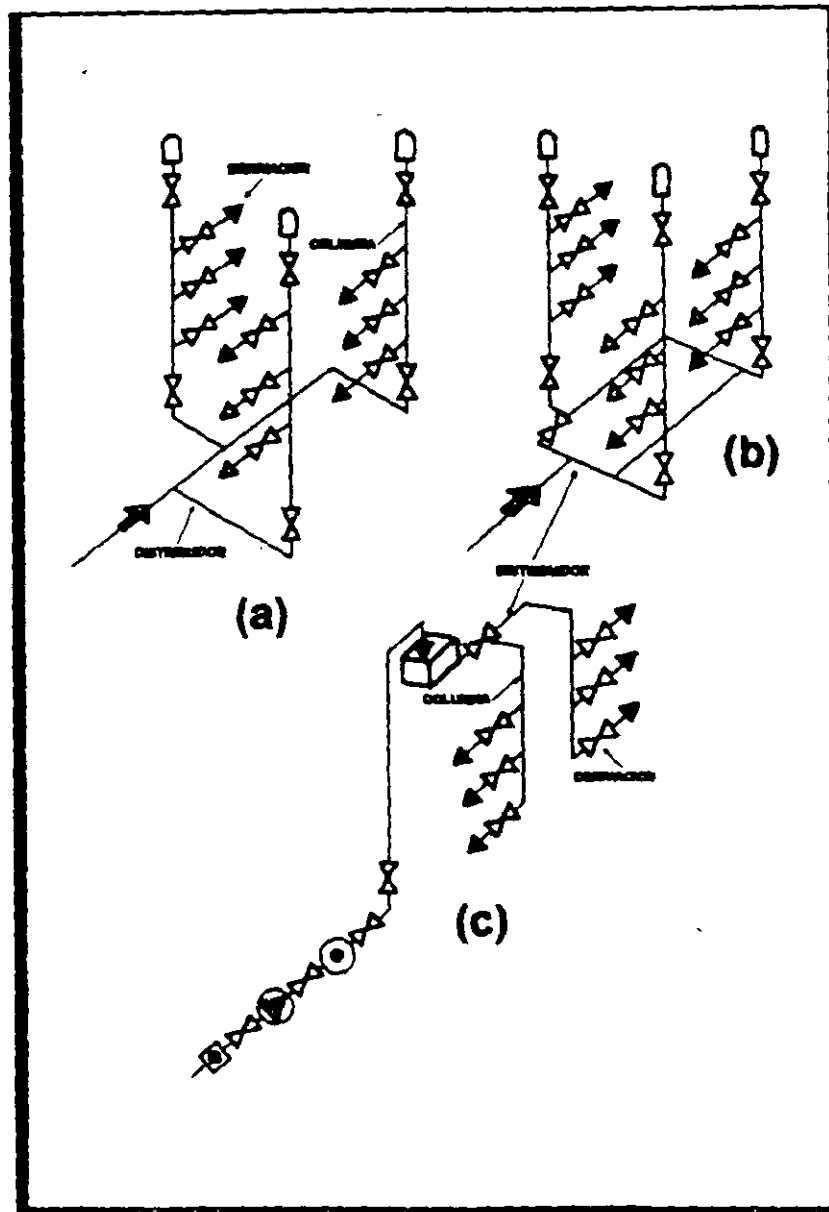


Figura 1.5. Sistemas de distribución: a) inferior y ramificada; b) con distribución inferior y en anillo; y c) superior que por gravedad alimenta y da servicio a todas las columnas.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

1.2. Reglamentación relativa a las instalaciones particulares de suministro de agua

Con respecto a las disposiciones oficiales que deben cumplirse en el diseño de una instalación para el suministro de agua en edificación, está vigente y es de competencia federal el Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios (en adelante RISRE).

A nivel local, en el Distrito Federal, se cuenta con el Reglamento de Agua y Drenaje para el D.F., y el Reglamento de Construcciones para el D.F. (en adelante RCDF). En el Anexo A de este fascículo se reproducen íntegramente el RISRE y los artículos referentes a Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias del RCDF. A continuación se resume lo esencial de las principales disposiciones de estos reglamentos relativas al suministro de agua en los edificios.

1.2.1. Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios

Artículo	Sinopsis
41	Para los casos en que se necesite tener en cuenta el número de habitantes por vivienda para la aplicación de algunas disposiciones de este Reglamento, se considerará lo siguiente: Para viviendas de una recámara o dormitorio, 3 habitantes. Para viviendas de dos recámaras o dormitorios, 5 habitantes. Para viviendas de tres recámaras o dormitorios, 7 habitantes. Y para viviendas de más de 3 recámaras o dormitorios, 2 habitantes más por cada recámara o dormitorio adicional.
52	El aprovisionamiento de agua potable a los edificios se calculará como mínimo con 150 l/ab/día. El servicio será continuo las 24 horas del día.
54	Para fines de almacenamiento se instalarán depósitos en las azoteas con capacidad de 100 l/ab.
57	Los depósitos (tinacos) se colocarán a una altura de 2 m por lo menos del mueble sanitario más alto.

1.2.2. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

Artículo	Sinopsis
150	Los conjuntos habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a diez metros de columna de agua, deberán contar con cisternas calculadas para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable de la edificación y equipadas con sistema de bombeo...
151	Los tinacos deberán colocarse a una altura de, por lo menos, dos metros arriba del mueble sanitario más alto...

Artículo	Sinopsis
153	Las instalaciones de infraestructura hidráulica y sanitaria que deban realizarse en el interior de predios de conjuntos habitacionales y otras edificaciones de gran magnitud, previstas en la fracción II del artículo 53 del Reglamento, deberán sujetarse a lo que disponga el Departamento para cada caso.
154	Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o editamentos economizadores de agua; los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto, y dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio; los lavabos, tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de diez litros por minuto.

El 27 de febrero de 1995 se publicaron en la Gaceta Oficial del Distrito Federal las "Normas complementarias para instalaciones de abastecimiento de agua potable y drenaje", cuyas principales disposiciones se han adoptado en el contenido de este texto.

Por otra parte, existen organismos como el Instituto Mexicano del Seguro Social, que han desarrollado sus propias normas de proyecto de ingeniería¹, cuyo campo de aplicación son los inmuebles que construye, remodela o amplía ese Instituto.

CAPITULO 2. FONTANERIA DE LA INSTALACION PARA EL SUMINISTRO DE AGUA

En este capítulo se describirán los diferentes tipos de materiales y procedimientos utilizados en la instalación para suministro de agua de un edificio.

Hasta los años treinta muchos sistemas de suministro de agua se formaban con tubos de plomo el cual se ha dejado de emplear debido a sus conocidas características carcinogénicas. En los sistemas modernos se utiliza una gran variedad de materiales, como son: acero, cobre, y cloruro de polivinilo (PVC).

Una tubería se define como el conjunto formado por el tubo y su sistema de unión. Los tubos más empleados en nuestro medio se fabrican a base de los siguientes materiales:

- a) Acero; y
- b) Cobre de temple rígido (Cu).

Las características de estos tubos y sus sistemas de unión se describen a continuación.

2.1. Tuberías de acero

La mayoría de las personas conocen el tubo de acero; sin embargo, no todas saben que este tipo de tubo se fabrica de tres formas diferentes. La primera y más común es el método de soldadura a tope o con costura. En este método de fabricación se curva una lámina plana de acero con los bordes escuadrados al tamaño necesario del tubo y luego estos bordes se sueldan entre sí (Figura 2.1). El tubo soldado a tope no es tan resistente como cualquiera de los otros dos tipos: el de soldadura de solapa o superpuesta y el tubo sin costura, porque en el primer tipo la soldadura solo abarca el espesor de la pared del tubo.

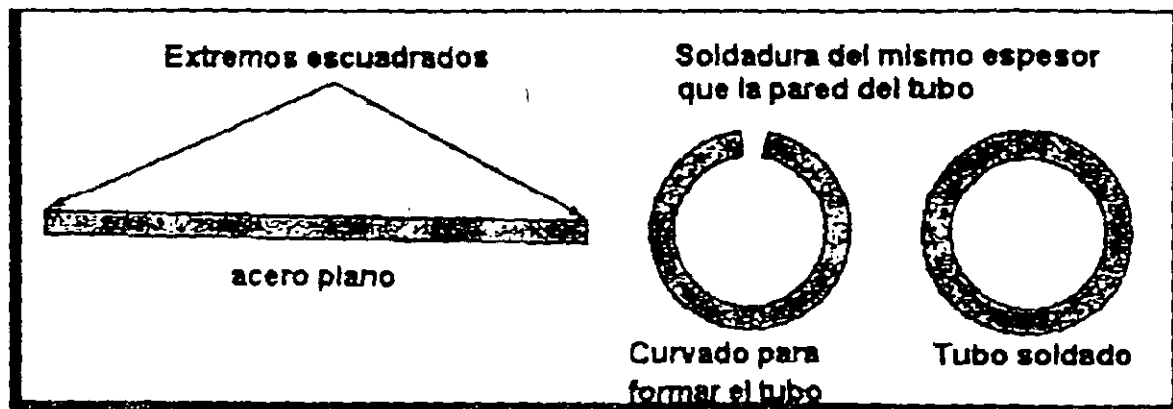


Figura 2.1. Esquema de fabricación de tubo soldado a tope

El tubo fabricado con soldadura de solapa se fabrica con un proceso muy similar al del tubo soldado a tope y la profundidad de la soldadura es la diferencia principal entre ellos. Como se ilustra en la Figura 2.2, el borde de ángulo permite tener una soldadura más profunda, lo cual aumenta la resistencia del tubo.

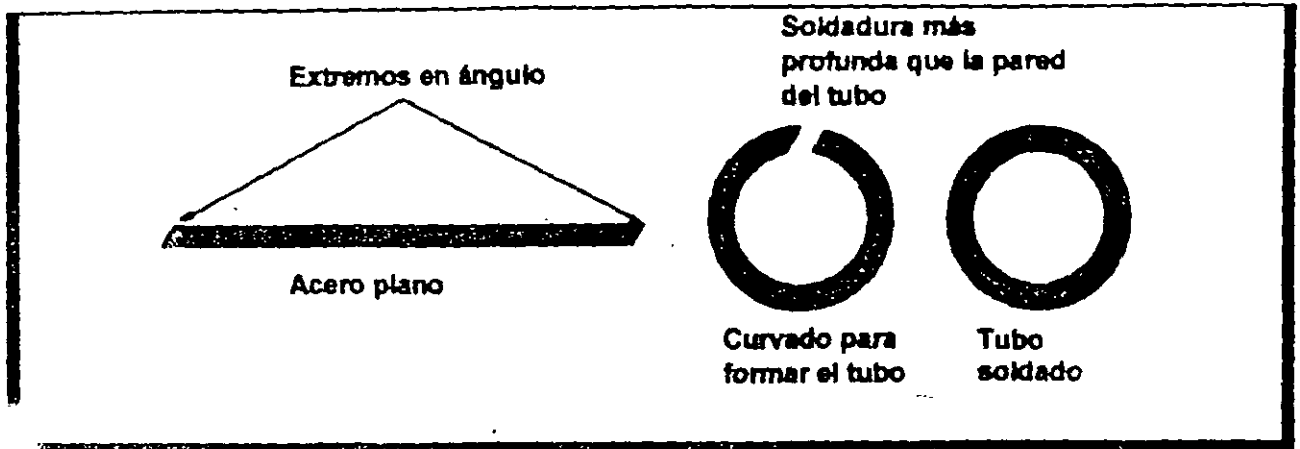


Figura 2.2. Esquema de fabricación del tubo con soldadura de solapa

El tercer procedimiento de fabricación es completamente distinto a los dos primeros: el tubo se forma a partir de una lámina de acero mientras todavía está al rojo, en una máquina especial. Tal como su nombre ya indica, no tienen ninguna clase de unión, ya que se obtienen por laminación o extrusión; esto da por resultado un tubo de pared maciza, sin costuras (Figura 2.3). Dado que el tubo sin costura no tiene ninguna soldadura, es el más resistente de los tres tipos que se fabrican; además, este sistema de fabricación permite obtener una excelente calidad en las paredes interiores de estos tubos, lo cual reduce considerablemente las pérdidas de carga debidas a la fricción.

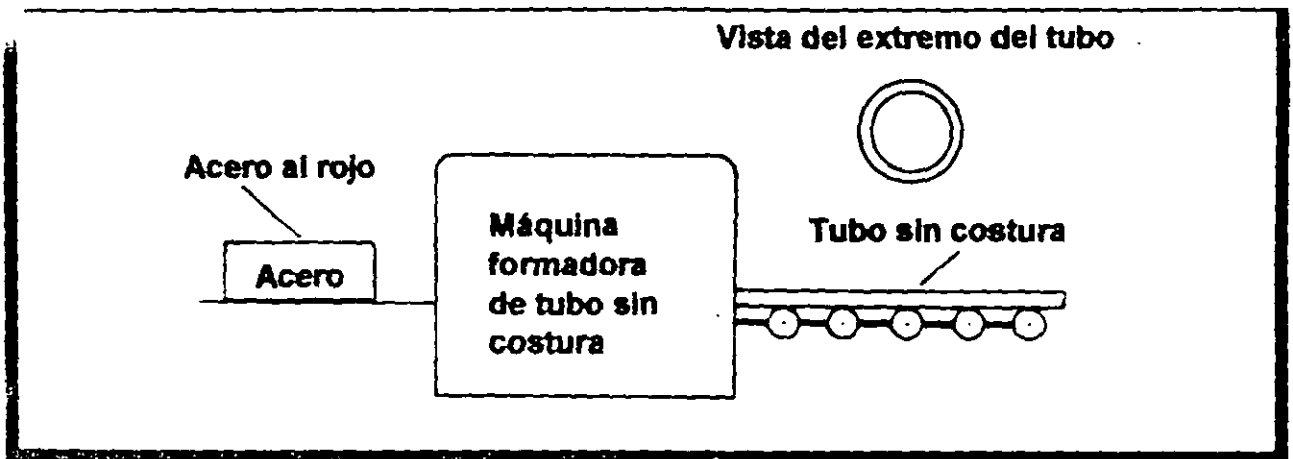


Figura 2.3. Esquema de fabricación de tubo sin costura.

En cada uno de estos sistemas de fabricación se produce tubo de acero que no está revestido y es susceptible a la corrosión y otros daños. Para hacer el tubo más resistente a la corrosión, se le aplica un revestimiento que puede ser con cinc, y se llama tubo galvanizado, o con pintura negra que se aplica por inmersión o pulverización, y el tubo así tratado se llama tubo negro. Es más resistente a la corrosión el tubo galvanizado.

En el proceso de construcción de una instalación, los tubos galvanizados no deben curvarse ya que se fisura la capa de cinc, iniciándose en esos puntos la corrosión.

Los tubos se expenden en tramos de seis metros de longitud, y se cortan con segueta o con cortatubos de acero. Al realizar el corte, queda en el interior del tubo, en su extremo, un borde o rebaba que debe rimarse.

En el Cuadro 2.1 se presentan los diámetros comerciales de los tubos de acero galvanizado o negro cédula cuarenta.

Cuadro 2.1
Diámetros de los tubos de acero C-40 de uso común en edificación.

Diámetro nominal (pulgadas)	Diámetro interior en milímetros
1/2	15.8
3/4	20.9
1	26.6
1 1/4	35.5
1 1/2	40.8
2	52.5
2 1/2	62.7
3	75.0
4	99.0

En los casos de instalaciones que soporten grandes presiones (industriales, de conducción de vapor, etc.), sólomente se deben utilizar tubos sin costura.

Sistema de unión de tubos de acero.

Hay dos métodos básicos para unir el tubo de acero, sea galvanizado o negro: uno es la unión roscada, que asegura un ajuste hermético por medio de la presión entre las caras de las roscas del tubo y la conexión en el recipiente. El segundo método para unir tubo de acero es mediante soldadura (sea de arco eléctrico o autógena), que produce una unión más resistente y durable para aplicaciones de alta presión.

La unión roscada es el método de unión más común en las instalaciones hidráulicas en edificación; en esta unión se utilizan roscas cónicas. Las roscas del tubo son externas o macho y las roscas en la conexión son internas o hembra. El método de roscado se puede utilizar en todos los diámetros de tubos de acero (Fig. 2.4).

Antes de hacer las roscas se requiere cortar y escanar (rimar) el tubo. Las herramientas utilizadas son el cortatubos (o una segueta) y el escariador o rima para tubos.



Figura 2.4. Conexiones con cuerda en tubos de acero galvanizado o negro.

El cortatubos consta de una base rígida con una cuchilla redonda en la parte superior, una mordaza inferior corrediza, que tiene dos rodillos, y un eje y mango roscados. Para usar el cortatubos sólo se necesita abrir la herramienta para sostener el tubo entre la cuchilla y los rodillos, apretar el mango hasta que la cuchilla y los rodillos estén ajustados contra el tubo y girar la herramienta alrededor del tubo a la vez que se hace girar el mango para aplicar presión contra la cuchilla. Esto produce un corte liso y uniforme y deja el tubo listo para escariarlo y roscarlo (Figura 2.5).

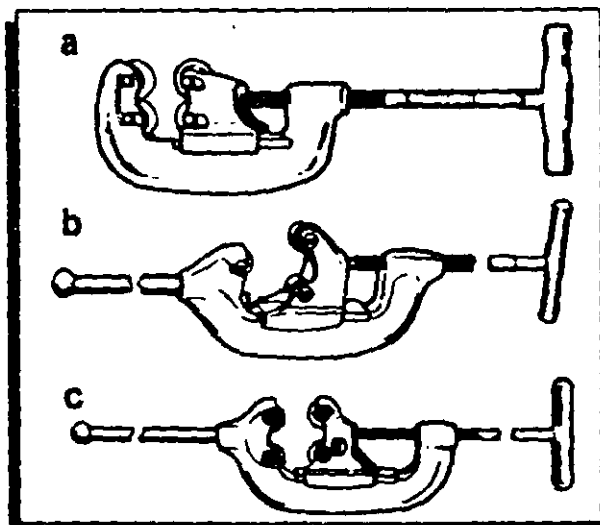


Figura 2.5. Cortatubos para acero y otros tubos de pared gruesa: a) con rodillos anchos (1/8 a 1 1/4" y 1/8 a 2"); b) con rodillos normales (1 a 3", 2 a 4" y 4 a 6"); y c) con cuatro cuchillas (1/2 a 2" y 2 1/2 a 4"), utilizados en sitios donde no se puede girar por completo la herramienta, basta el giro de 130° para cortar el tubo.

Después de cortar el tubo, si se mira de cerca el nuevo borde, se apreciará una rebaba alrededor del diámetro interior del tubo. Esta rebaba afilada puede retener partículas de óxido y otras, y

producir un aumento en la pérdida de carga debida a la fricción. El ingeniero a cargo de la supervisión de la instalación debe asegurarse de que los fontaneros efectúen el escariado o rimado para eliminar esa rebaba. La Figura 2.6 ilustra los tipos de escariadores.

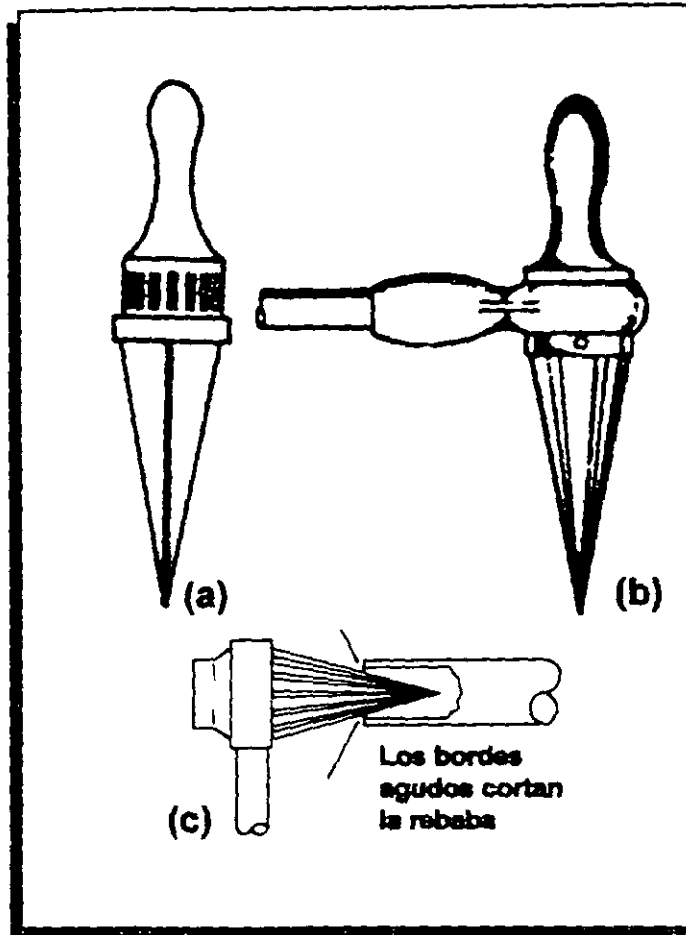


Figura 2.6. Escariadores: (a) de estrías rectas; y (b) de estrías helicoidales. Escariado de un tubo (c).

La forma de hacer la rosca es con una herramienta llamada "tarraja" equipada con un juego de peines fijos o ajustables. Los peines también llamados dados, se fabrican para cada diámetro de tubo para formar por corte un número específico de hilos por centímetro (Figura 2.7). Las operaciones de corte, escariado y roscado también pueden efectuarse mediante una roscadora mecánica (Figura 2.8).

Las roscas externas deben tener un mínimo de seis a siete hilos perfectos. Es decir, las roscas deben estar agudas en las partes superior e inferior para que concuerden con las roscas internas de la conexión. Cualesquiera imperfecciones en la rosca tales como melladuras, cortaduras, hilos rotos o insuficientes hilos perfectos, permitirán fugas por la unión. Es indispensable lubricar el tubo, para facilitar la operación de los peines de la tarraja; en caso de requerirse en alguna conexión, las roscas interiores se hacen mediante una herramienta llamada "machuelo".

Se debe tener cuidado de usar conexiones galvanizadas con tubo galvanizado y conexiones negras con tubo negro.

Los nipples para tubos de acero son tramos cortos de tubo roscado en ambos extremos. El corte manual de rosca en tramos pequeños de tubo, de 15 cm o menos, es difícil, sin embargo, se expenden en las ferreterías nipples cortados a la medida ya roscados.

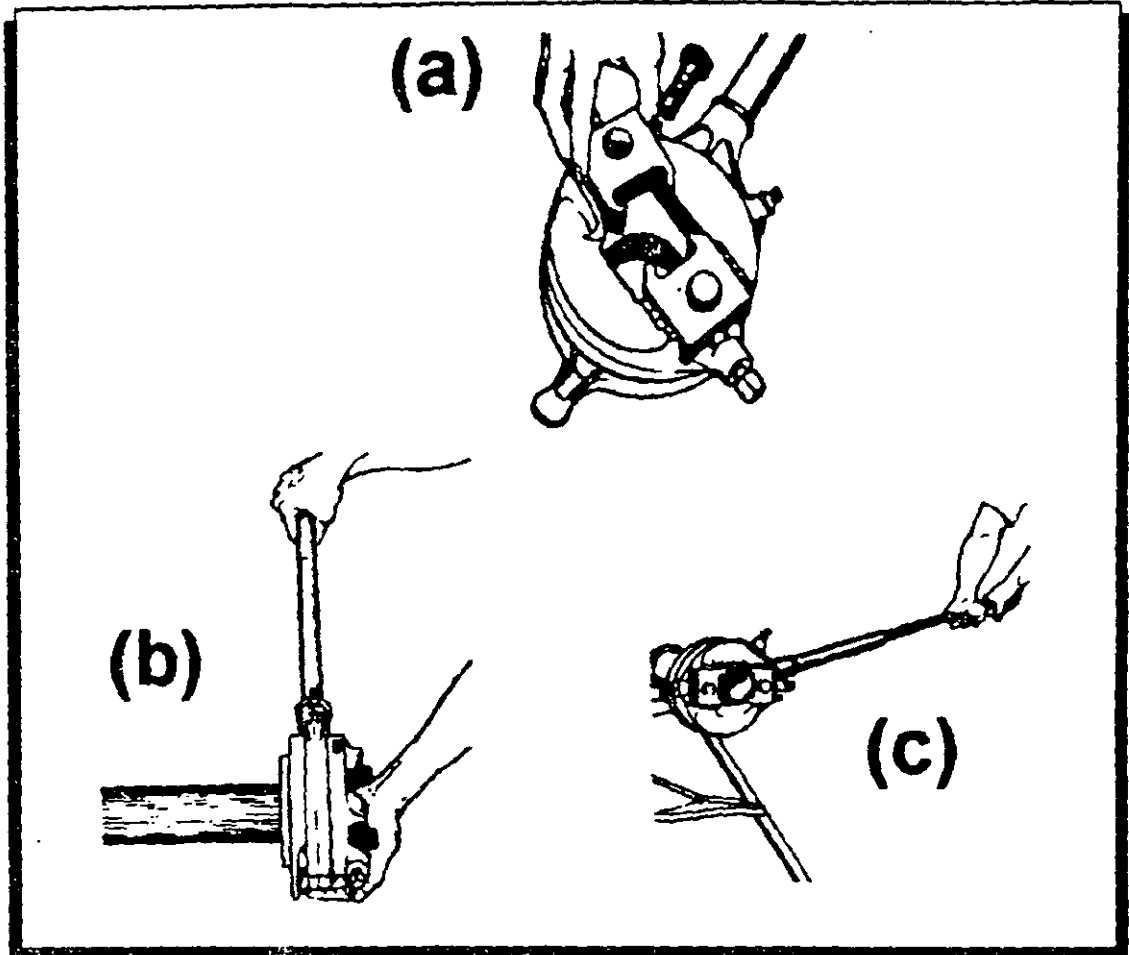


Figura 2.7. Roscado del tubo de acero con tarraja manual: (a) selección y ajuste de los dados de acuerdo con el diámetro del tubo por roscar, (b) y (c) roscado del tubo.

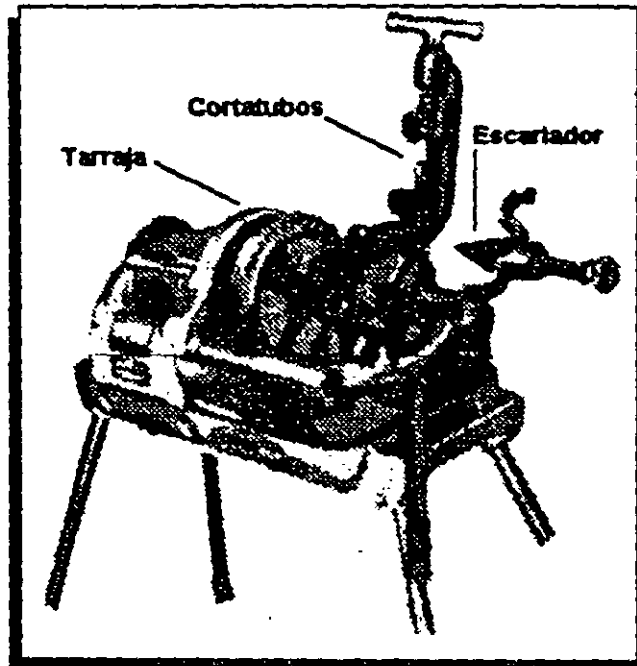


Figura 2.8. Roscadora mecánica.

Para el acoplamiento de la tubería de acero con conexiones o válvulas del mismo material o de bronce deberá aplicarse un material especial como cinta de teflón o pabilo (cordón grafitado).

2.2. Tuberías de cobre

Las tuberías de cobre son fabricadas por extrusión y estradas en frío. Su fabricación por extrusión, que permite tubos de una pieza, sin costura y de paredes lisas y tersas, asegura la resistencia a la presión y un mínimo de pérdidas debidas a la fricción en la conducción del agua. Existen en el mercado dos temple de las tuberías de cobre:

- a) Temple rígido, y
- b) Temple flexible.

Las tuberías para instalaciones hidráulicas deben ser de temple rígido y cumplir con la Norma NOM-W-17-1981; el temple flexible se utiliza en instalaciones de gas domiciliarias.

Las tuberías rígidas de cobre se fabrican en cuatro tipos: M, L, K y DWV, cuyas aplicaciones se describen a continuación.

- a) Tubería tipo "M". Se utiliza en instalaciones de agua fría y caliente para casas habitación y edificios en general, con presiones de servicio bajas. El color de identificación para este tipo de tubería es el rojo y se fabrica en diámetros comerciales de 6.35 mm a 102 mm (Cuadro 2.2).
- b) Tubería tipo "L". Se usa en instalaciones hidráulicas en condiciones más severas de servicio y seguridad que la tipo M (tomas domiciliarias, calefacción, refrigeración, etc.) Es el tipo de tubería autorizado para instalaciones domiciliarias de gas. Se identifica por el color azul y se fabrica en diámetros comerciales de 6.35 mm hasta 152 mm (Cuadro 2.3).
- c) Tubería tipo "K". Es la denominación para las tuberías que por sus características se recomienda usar en instalaciones de tipo industrial, conduciendo líquidos y gases en condiciones más severas de presión y temperatura. El color verde identifica a este tipo de tubería y se fabrica desde 9.5 mm hasta 51 mm de diámetro nominal (Cuadro 2.4).
- d) Tubería tipo "DWV". Se recomienda usarla en instalaciones sanitarias y de ventilación en donde no existen presiones internas en el servicio. Su color de identificación es el amarillo y se fabrica en diámetros nominales de 32 mm a 125 mm (Cuadro 2.5)

El empleo de tubería de cobre de temple rígido en las instalaciones hidráulicas de los edificios, presenta las siguientes ventajas sobre las tuberías de acero:

1. *Resistencia a la corrosión.*- El cobre en contacto con el aire queda recubierto con una finísima capa de óxido que lo protege impidiendo que continúe la oxidación, asegurando así una larga vida útil de la instalación.
2. *Menores pérdidas debidas a la fricción.*- Se fabrica sin costura y su interior es liso admitiendo menores pérdidas de fricción que el acero.
3. *Facilidad de unión.*- El sistema de unión por soldadura capilar permite efectuar con rapidez y seguridad las conexiones de la tubería.
4. *Maniobrabilidad.*- La sencillez del proceso para cortar el tubo y ejecutar las uniones, así como la ligereza del material, permiten la prefabricación de gran parte de las instalaciones.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

obteniéndose rapidez y calidad en el trabajo.

Los diámetros de las tuberías rígidas son nominales; para conocer el diámetro exterior correspondiente se debe aumentar 1/8 de pulgada al diámetro nominal, y si se quiere conocer el diámetro interior bastará con restar dos veces el espesor de pared correspondiente. Las presiones máximas que se presentan en los Cuadros 2.2 a 2.5 son las que soporta cada una de las tuberías, recomendándose no llegar nunca a éstas. Las presiones constantes de trabajo son las que se recomienda utilizar en la instalación durante toda su vida, esta presión es cinco veces menor que la máxima, para dar seguridad y duración en el servicio.

Cuadro 2.2. Diámetros y características de los tubos de cobre tipo M.

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg	PRESION MAXIMA lb/pulg ² kg/cm ²	PRESION CONSTANTE lb/pulg ² kg/cm ²	FLUJO BR. gpm l/min
1/4 6.35	0.375 9.525	0.225 5.725	0.025 0.635	0.107 0.189	2.122 0.942	4122 431.15	1224 84.15	
3/8 9.5	0.500 12.700	0.430 11.430	0.035 0.885	0.142 0.214	2.902 1.319	4500 214.25	900 63.27	2.247 8.207
1/2 12.7	0.625 15.875	0.549 14.429	0.035 0.711	0.204 0.204	4.092 1.854	4022 222.42	804 54.44	4.044 15.222
3/4 19	0.875 22.225	0.711 20.399	0.032 0.812	0.222 0.422	6.544 2.921	2291 221.25	422 44.22	10.444 40.222
1 25	1.125 28.575	1.044 26.797	0.032 0.812	0.442 0.492	9.210 4.227	2900 194.24	540 29.24	21.970 82.190
1 1/4 32	1.575 34.925	1.291 32.791	0.042 1.047	0.622 1.016	12.424 6.200	2749 192.22	520 28.22	29.222 142.200
1 1/2 38	1.625 41.275	1.227 31.727	0.049 1.242	0.941 1.400	12.221 6.242	2722 190.72	542 28.10	42.222 222.240
2 51	2.125 53.975	2.009 51.029	0.032 1.472	1.421 2.174	29.222 12.272	2470 172.22	491 24.21	121.000 492.240
2 1/2 64	2.625 66.675	2.492 63.372	0.062 1.581	2.022 2.022	40.447 18.424	2222 124.22	442 21.22	221.441 824.010
3 76	3.125 79.375	2.921 74.721	0.072 1.829	2.222 2.994	52.442 24.242	2072 142.72	414 29.10	272.129 1420
4 102	4.125 104.775	3.922 99.949	0.092 2.422	4.442 4.942	92.210 42.242	2072 142.22	414 29.10	772.292 2022.710

Cuadro 2.3. Diámetros y características de los tubos de cobre tipo L.

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg	PRESION MAXIMA lb/pulg ² kg/cm ²	PRESION CONSTANTE lb/pulg ² kg/cm ²	FLUJO EN gpm l/min
1/4 6.35	0.575 14.625	0.315 8.001	0.030 0.762	0.136 0.307	2.834 1.246	7800 304.16	1440 101.23	
3/8 9.5	0.800 20.320	0.480 12.192	0.088 2.239	0.198 0.295	2.965 1.300	6800 442.89	1260 88.77	1.875 7.089
1/2 12.7	0.925 23.512	0.545 13.843	0.040 1.016	0.285 0.424	3.705 1.690	5760 404.92	1080 80.98	2.545 13.493
3/4 19	0.975 24.825	0.785 19.929	0.045 1.143	0.455 0.478	9.110 4.136	4632 222.62	924 66.09	3.600 24.334
1 25	1.125 28.575	1.025 26.036	0.050 1.270	0.485 0.974	12.114 5.954	4000 281.80	800 58.24	19.799 74.940
1 1/4 32	1.375 34.925	1.245 31.521	0.065 1.651	0.889 1.317	17.700 8.034	3600 253.08	720 50.81	26.042 132.640
1 1/2 38	1.425 41.275	1.305 33.227	0.060 1.524	1.143 1.699	22.224 10.348	3323 233.60	664 46.67	34.158 212.510
2 51	1.725 43.975	1.585 40.219	0.070 1.778	1.782 2.408	36.042 16.909	2948 208.43	598 41.68	119.099 480.790
2 1/2 64	2.025 51.675	1.845 46.811	0.080 2.032	2.483 2.495	49.686 22.543	2743 192.76	546 38.81	214.398 811.120
3 76	2.125 79.375	1.945 74.903	0.090 2.284	2.332 4.943	64.645 29.227	2592 182.21	518 36.41	247.397 1314.900
4 102	2.425 104.775	2.105 99.187	0.110 2.794	3.284 8.057	107.729 48.909	2400 168.72	480 34.74	747.827 2829.770
6 152	3.125 152.875	2.845 148.443	0.140 3.554	10.218 16.209	204.287 92.778	2000 140.60	400 28.12	

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

Cuadro 2.4. Diámetros y características de los tubos de cobre tipo K.

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg	PRESION MAXIMA lb/pulg ² kg/cm ²	PRESION CONSTANTE lb/pulg ² kg/cm ²	FLUJO EN gpm l/min
3/8 9.5	0.500 12.700	0.402 10.210	0.049 1.248	0.349 0.400	5.365 2.448	8230 430.04	7764 134.00	6.640 1.784
1/2 12.7	0.625 15.875	0.527 13.395	0.049 1.248	0.344 0.713	6.890 3.128	7064 494.03	1471 99.77	12.807 3.304
3/4 19	0.875 22.225	0.745 18.923	0.045 1.157	0.440 0.954	12.873 5.877	6486 469.95	1337 93.99	22.894 6.671
1 25	1.125 28.575	0.995 25.273	0.045 1.157	0.540 1.250	16.799 7.637	5300 309.00	1040 73.11	75.048 19.836
1 1/4 32	1.375 34.925	1.245 31.523	0.045 1.157	1.041 1.549	20.834 9.434	4360 311.47	852 59.99	132.370 34.940
1 1/2 38	1.625 40.640	1.491 37.817	0.072 1.829	1.361 2.026	27.231 12.343	3998 280.35	777 54.03	272.540 71.074
2 51	2.125 53.975	1.999 49.789	0.083 2.108	2.042 3.070	41.349 18.727	3375 247.90	708 49.42	484.800 126.988

Cuadro 2.5. Diámetros y características de los tubos de cobre tipo DWV.

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg
1 1/4 32	1.375 34.925	1.295 32.893	0.040 1.016	0.481 0.949	12.022 5.492
1 1/2 38	1.625 41.275	1.541 39.141	0.043 1.067	0.890 1.904	16.373 7.361
2 51	2.125 53.975	2.041 51.841	0.043 1.067	1.044 1.887	21.336 9.684
3 76	3.125 79.375	3.036 77.089	0.043 1.103	1.690 2.975	33.801 15.344
4 102	4.125 104.775	4.009 101.829	0.083 1.673	2.874 4.391	57.523 26.128
6 127	5.125 130.175	4.961 124.977	0.072 1.829	4.434 6.603	82.729 40.223

Sistema de unión de tubos de cobre de temple rígido.

Las conexiones usuales en una instalación con tuberías de cobre se muestran en las Figuras 2.9 a 2.11.

El proceso de unión de las tuberías de cobre, es mediante el método denominado "soldadura capilar". Las herramientas utilizadas en el proceso de soldadura capilar son un soplete de gasolina o de gas, y un cortatubos o segueta. Los materiales utilizados son: gasolina blanca (nafta) o L.P., pasta para soldar, lija para esmeril, y soldadura. La soldadura puede ser No. 50 (50% plomo y 50% estaño, con una temperatura de fusión de 183°C.) o bien No.95 (95% estaño y 5% de plata, con una temperatura de fusión de 230°C).

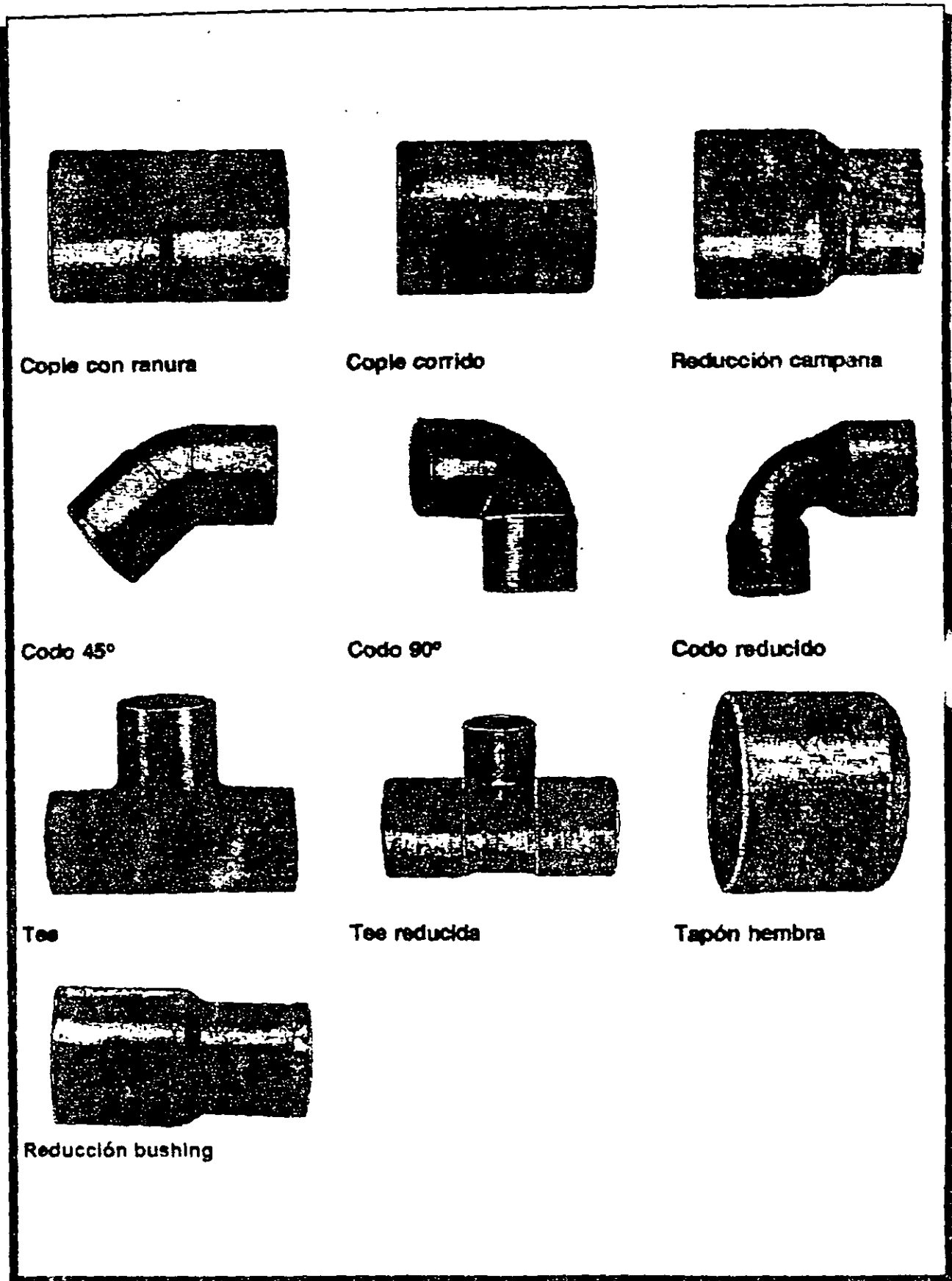


Figura 2.9. Conexiones de cobre

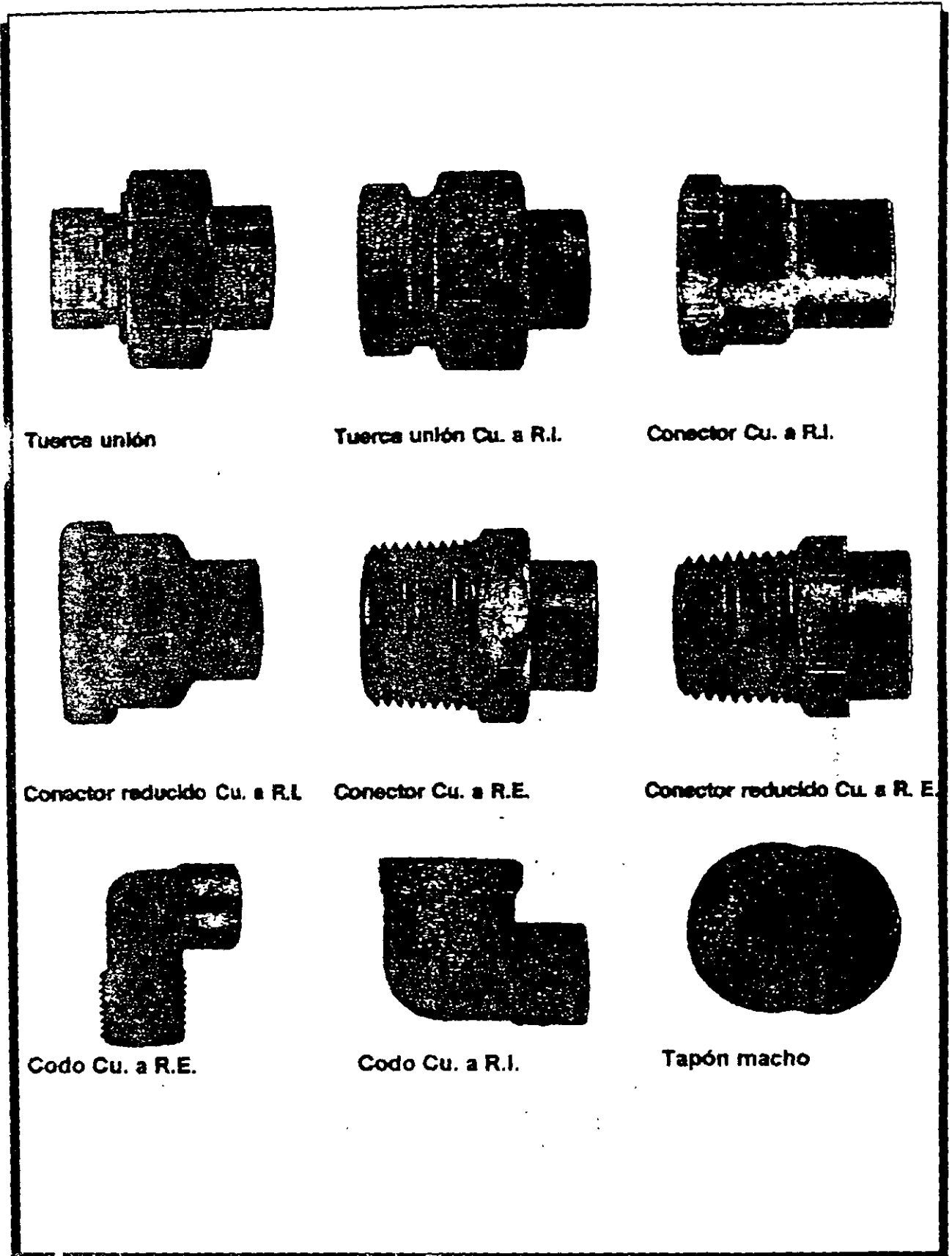


Figura 2.10. Conexiones de latón forjado

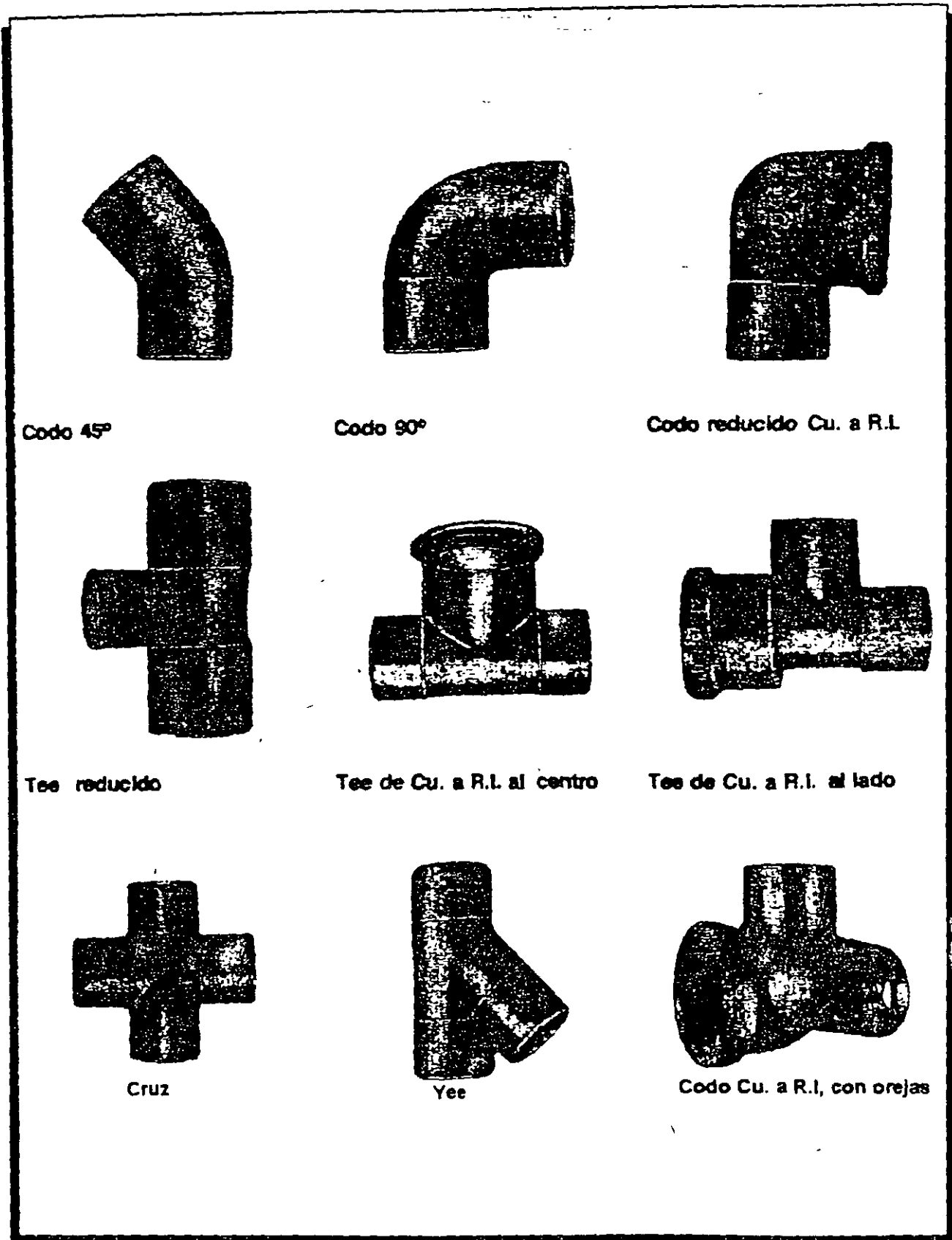


Figura 2.11. Conexiones de bronce

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

Las soldaduras normales se fabrican en forma de cordón de 3 mm de grueso, en carrete de 450 g. Se aplican con un fundente especial no corrosivo, envasado en latas de 60 y 450 g, que protege a los metales de la oxidación dando así paso libre (por capilaridad) al fluido de soldadura, que penetrará cuando el calor haya sido suficiente.

Es común emplear la soldadura No 50 en instalaciones de agua fría y la No 95 en instalaciones de agua caliente o que estarán sometidas a presiones elevadas y en instalaciones para gas.

La Figura 2.12 muestra los pasos del proceso de soldadura capilar.

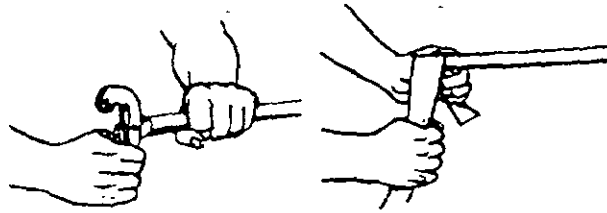
El tubo de cobre a diferencia del tubo de acero galvanizado, sí puede curvarse y para ello se calienta el tramo por curvar con el soplete.

La compañía norteamericana T-DRILL INDUSTRIES, INC. (PIPE FABRICATION SYSTEMS) ha patentado sus modelos de taladros para la hechura mecánica en obra de conexiones tee y coples en tuberías de cobre tipos K, L y M. El modelo T-30 forma tee's de 1/2 pulgada a 1 1/4 de pulgada en tubos de media pulgada a 2 pulgadas. El modelo T-55 puede realizar todas las conexiones del T-30 y además de 1 1/2 y 2 pulgadas; funciona también con tuberías de cobre de 2 1/2, 3 y 4 pulgadas; en algunos diámetros funciona sobre acero con espesor superior a 0.065 pulgadas. El modelo Plus-100 en conjunción con el modelo T-55 puede formar tee's de 2, 2 1/2, 3 y 4 pulgac sobre tuberías tipos K, L y M de hasta 8 pulgadas.

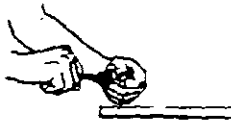
La extracción mecánica de "cuellos" se forma durante una operación continua consistente en el taladrado de un orificio piloto y extracción subsecuente de la superficie del tubo formando un cuello con una altura no menor a 3 veces el espesor de la tubería ramificada cumpliendo con las especificaciones de la Sociedad Americana de Soldadura. El cuello resultante es completamente ajustable asegurando tolerancia apropiada y completa uniformidad de las juntas. Al tubo ramificado, es decir, el que se ajustará a la tee, debe practicársele una muesca para conformarlo a la curva interior del tubo principal así como para tener dos topes (separados 1/4 de pulgada) para asegurar que la penetración del tubo ramificado dentro del cuello sea de suficiente profundidad para soldar y que el tubo ramificado no obstruya el flujo en la tubería principal. Las muescas se colocan en la dirección de la línea principal de tubería.

En lugar de utilizar coples en las tuberías de cobre, el instalador puede utilizar coples formados mecánicamente. Los coples se hacen recociendo primero el área del extremo del tubo donde se provocará la expansión. Se inserta el tubo expansor de la dimensión requerida y se expande el extremo del tubo para que acepte la introducción de otro del mismo diámetro. La junta resultante tiene un largo mínimo de tres veces el espesor de pared del tubo. El sistema T-DRILL está aceptado por el Código Nacional de Estándares de Plomería de los E.U.U. (NATIONAL STANDARD PLUMBING CODE), ANSI y la mayor parte de los códigos en la materia.

Un ramal hecho con este sistema requiere una junta soldada en lugar de las tres jur de soldadura que requiere una tee convencional. En virtud del costo actual del taladro en México (3750 dólares aproximadamente), su uso se recomienda en la construcción de gran instalaciones. El proceso se muestra en la Figura 2.13.



Escariar el tubo y lijar el extremo por soldar



Lijar el interior de la conexión



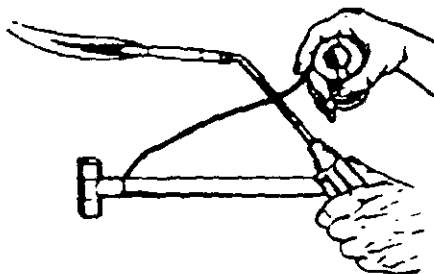
Aplicar pasta para soldar en el extremo lijado del tubo y en el interior de la conexión



Acoplar la conexión al tubo en la posición correcta y limpiar el exceso de pasta



Calentar con el soplete la pieza por soldar



Aplicar la soldadura en el borde de la conexión; la soldadura entrará por capilaridad entre la conexión y el tubo

Figura 2.12. Proceso de soldadura capilar.

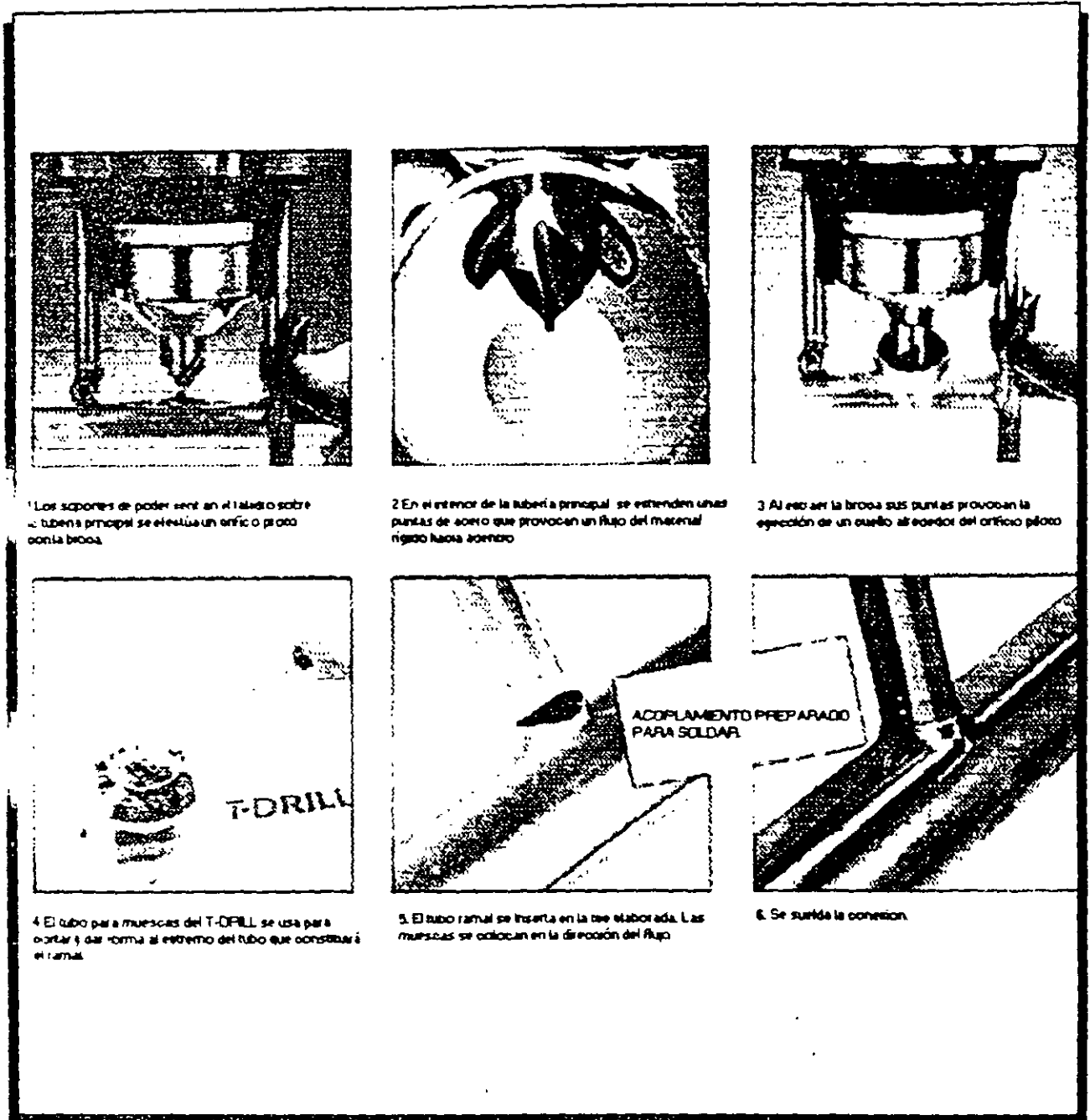


Figura 2.13. realización de una tee con el uso del T-DRILL.

2.3. Empleo de nuevos materiales

El proyectista, constructor o residente de la obra pueden proponer otro tipo de materiales, piezas especiales o equipo diferente al que se ha descrito en los apartados anteriores. Esto se debe a la creciente introducción de productos que ingresan al país por los tratados internacionales de comercio que han sido firmados. Estos materiales pueden usarse siempre y cuando aseguren el correcto funcionamiento de las redes hidráulicas y que cumplan con las normas ecológicas en vigencia y con otras normas oficiales vigentes en el país referentes a la materia.

Entre los nuevos materiales de que se dispone en México se tiene por ejemplo la tubería flexible

multicapas fabricada a base de polietileno de alta densidad, resina adhesiva y aluminio. Se fabrica en cinco tipos diferenciados por su color, con las características que se muestran en el Cuadro 2.6.

Cuadro 2.6. Características de los tubos multicapa.

COLOR DE LA TUBERIA	USO	TEMPERATURA PERMISIBLE °C	PREISION DE TRABAJO kg/cm ²	DIAMETRO INTERIOR mm	DIAMETRO EXTERIOR mm
VERDE	AGUA FRIA	- 40 A 60	10	12	16
				16	20
				20	25
ANARANJADO	AGUA CALIENTE	-40 A 82	10	10	14
				12	16
				16	20
				20	25
NEGRO	INSTALACIONES EXPUESTAS CONTINUAMENTE AL SOL	-40 A 82	10	10	14
				12	16
				16	20
				20	25
AZUL	AIRE COMPRIMIDO, SISTEMAS DE VACIO	- 40 A 40	20	10	14
				12	16
				16	20
				20	25
	AGUA FRIA	- 40 A 60	10	12	16
16				20	
20				25	
AMARILLO	GAS (BUTANO Y PROPANO)	- 40 A 40	10	10	14
				12	16
				16	20
				20	25

La tubería multicapa se expende en rollos de 100 metros y cuenta con conectores compatibles con las tuberías y accesorios existentes en el mercado. La Figura 2.14 muestra un corte de la estructura interna de esta tubería.

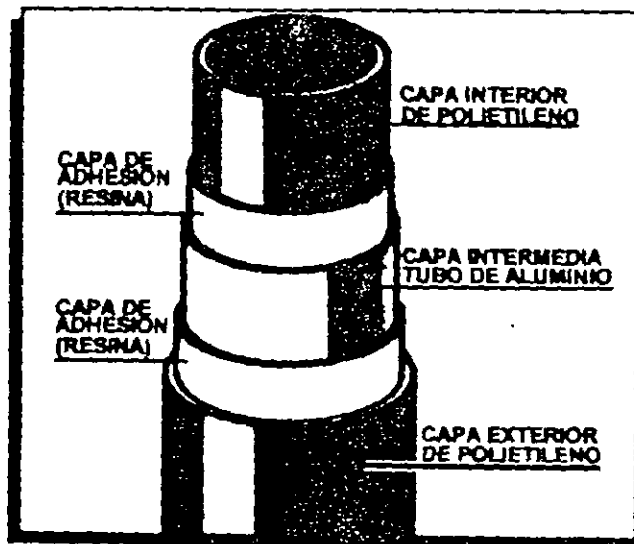


Figura 2.14 Estructura de una tubería multicapa.

2.4 Fenómenos electrofíticos

En los proyectos de instalaciones hidráulicas el ingeniero debe tener precaución en la aplicación mixta de tuberías de cobre y acero galvanizado.

El mayor problema que existe en los contactos entre las tuberías de distinta carga eléctrica en función del tipo de material es que debido a que el agua que circula por su interior lleva sales en disolución se produce un fenómeno electrofítico en el que un material actúa como ánodo y el otro como cátodo. Cuando se combinan materiales como el cobre (+0.35V de potencial electrofítico) y el hierro (-0.44V), se produce un fenómeno de oxidación-corrosión al formarse una pila elemental donde el hierro hace el papel de ánodo, el cobre de cátodo y el agua de electrolito, con lo que se presenta una transposición iónica del ánodo al cátodo que acaba perforando la tubería de acero aunque ésta sea galvanizada (zinc + 0.76V).

El fenómeno es más activo cuanto mayor es el contenido de sales que lleva el agua.

El problema se agrava si se coloca la tubería de cobre en primer lugar y a continuación la de acero, ya que en esas condiciones los iones de cobre que viajan con el agua al depositarse sobre las paredes del tubo de acero forman una pila elemental en cada punto donde se deposita un ión de cobre, lo que produce automáticamente la corrosión.

La solución puede ser:

- a) Interponer coples aislantes en los puntos de unión cobre-acero; y
- b) En el sentido del flujo del agua deberá colocarse primero la tubería de acero y a continuación la de cobre.

2.5 Protecciones y recomendaciones

Al usar tuberías de acero galvanizado debe evitarse su contacto con yeso, oxicluros y esconas y cuando estén directamente enterradas se protegerán con vendas asfaltadas.

El tubo de cobre no necesita ninguna protección especial contra el agua ni contra los materiales típicos de la construcción (cemento, yeso, etc.). Se conoce que le afectan las sustancias amoniacales que puedan llevar algunos preconcertos. La solución más favorable es la de proteger el tubo con papeles o fundas.

Las tuberías enterradas deben pintarse con esmalte anticorrosivo e instalarse a 30 cm de profundidad cuando su trazo sea en jardines, a menos que se especifique otra profundidad mayor en el proyecto.

En caso de emplear otro material que no sea cobre o acero galvanizado, los tubos deberán estar perfectamente protegidos contra la corrosión, impactos mecánicos y en su caso del fenómeno de electrólisis. Los materiales deben cumplir con las normas ecológicas vigentes y asegurar que no se contamine el agua a conducir ni el subsuelo en el caso de que las tuberías se entierren.

2.6 Dispositivos de control y protección de la instalación

En las instalaciones hidráulicas siempre es necesario el empleo de ciertos elementos cuyo objeto es proteger al equipo de bombeo, principalmente del fenómeno llamado golpe de ariete, y evitar ruidos molestos; otros elementos controlan el flujo en la red interior de distribución. A continuación se comentará la función de los elementos que se usan con más frecuencia.

Válvulas de compuerta

Producen el cierre en forma perpendicular a la vena líquida, la cual no cambia el sentido del flujo a su paso por la válvula, produciéndose una pérdida de carga de reducido valor; sin embargo, exige un elevado esfuerzo para abrirla y cerrarla, ya que se debe vencer la resistencia al paso de la compuerta, a través de toda la sección de la conducción, contrarrestando la inercia del fluido. No se utiliza para regular caudales. (Figura 2.15).

Válvulas de globo

En este tipo de válvulas, el cierre se produce por el asentamiento de un pistón elástico sobre el asiento de paso de la válvula. El agua cambia de dirección al pasar por ella, con lo cual la pérdida de carga que se produce es elevada. La manipulación es suave y hermética. Los materiales utilizados para el asiento suelen ser a base de hule, nylon o acero. (Figura 2.15).

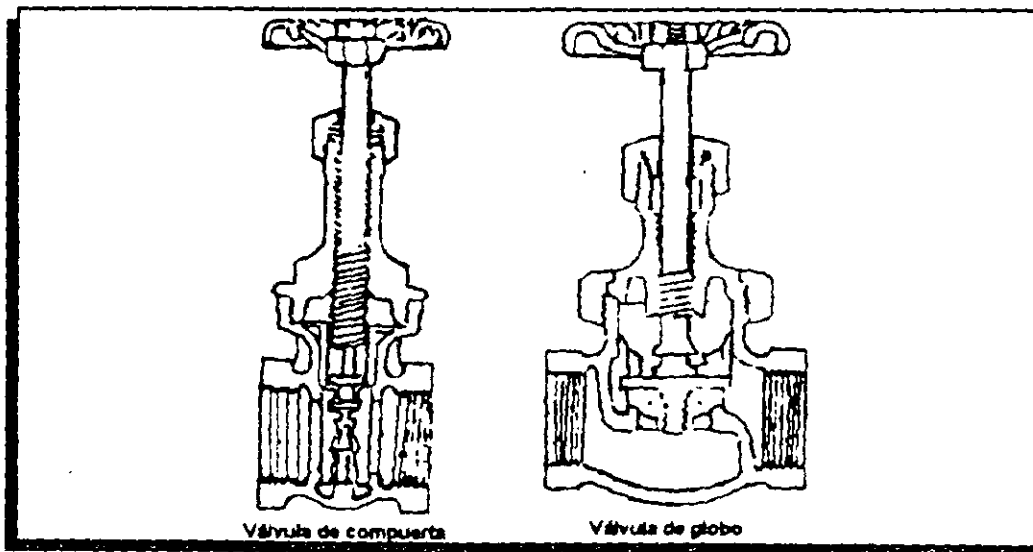


Figura 2.15. Válvulas de seccionamiento.

Válvulas de esfera

Están formadas por una esfera de acero inoxidable, perforada en una dirección, que abre y cierra al paso del agua. El sistema de maniobra más común es el de manecilla. No se utiliza para regular caudales. (Figura 2.16)

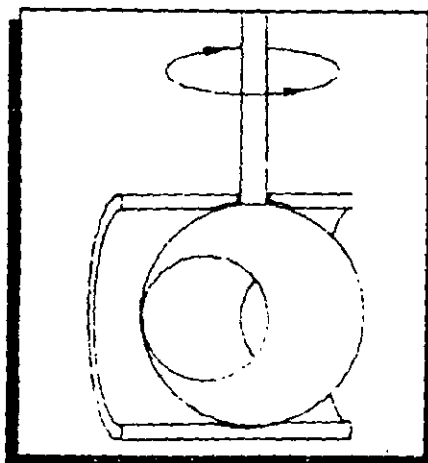


Figura 2.16 Válvula de esfera.

Válvulas de retención

Se denominan también antirretorno, ya que su misión es hacer que el agua no pueda invertir la dirección, produciéndose el cierre de una forma automática, por la propia presión que ejerce el líquido sobre el elemento de cierre.

La más generalizada es la de columpio, en la que se articula una clapeta que se levanta por la presión del agua al circular en sentido de la flecha, y al invertirlo se cierra (Figura 2.17).

Otro tipo es la vertical, en la que el agua empuja hacia arriba un cierre mientras circula en la misma dirección; si se produjera un retorno de agua se cerraría.

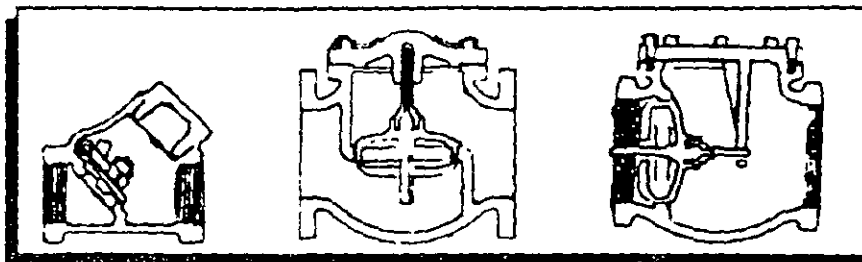


Figura 2.17. Dispositivos de protección de una instalación hidráulica.

Válvulas reductoras de presión

Son válvulas cuyo objetivo es reducir o regular la presión del agua mediante un obturador que regula el paso y, por lo tanto, reduce la presión mediante el accionamiento de un pistón calibrado que abre o cierra el obturador. En algunos modelos, el obturador es regulado desde el exterior al tensar más o menos un muelle cuya finalidad consiste en permitir un mayor o menor paso de gasto, el cual, al sufrir una pérdida de carga grande, reduce la presión (Figura 2.18)

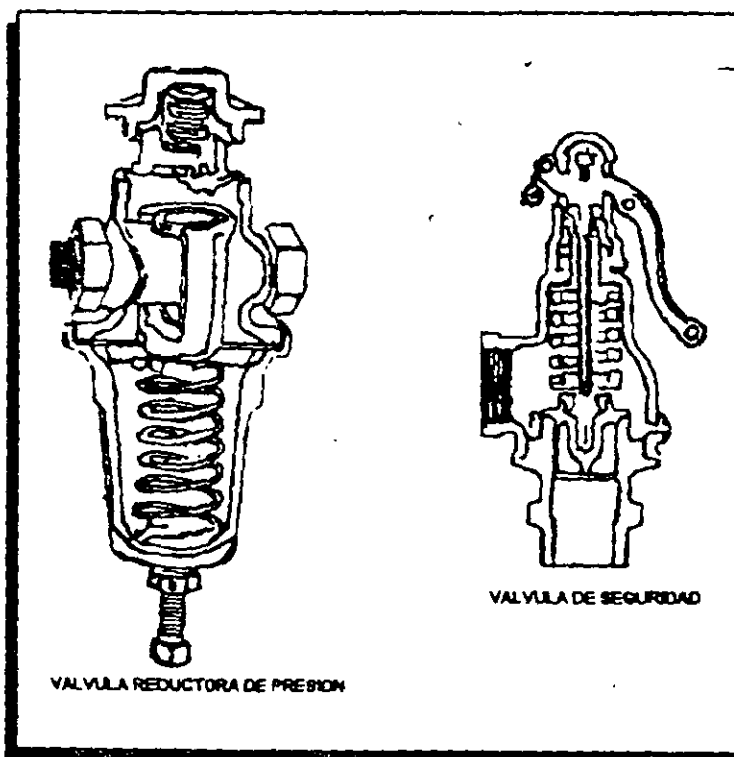


Figura 2.18. Válvulas reductoras de presión.

Cámaras de aire

Las cámaras de aire son dispositivos para atenuar el golpe de ariete en la instalación hidráulica. El golpe de ariete se manifiesta a través de ruidos molestos producidos por la vibración de las tuberías, que puede dar lugar al desacoplamiento de alguna conexión y posteriores fugas.

Las cámaras de aire consisten en tramos de tubo tapados en un extremo, que no deben ser menores de 60 cm o de lo contrario se arrastraría el aire que se pretende que amortigüe la sobrepresión.

En todos los aparatos deben instalarse cámaras de aire, las cuales deben ser del mismo diámetro que las tuberías de alimentación a los muebles (Figura 2.19).

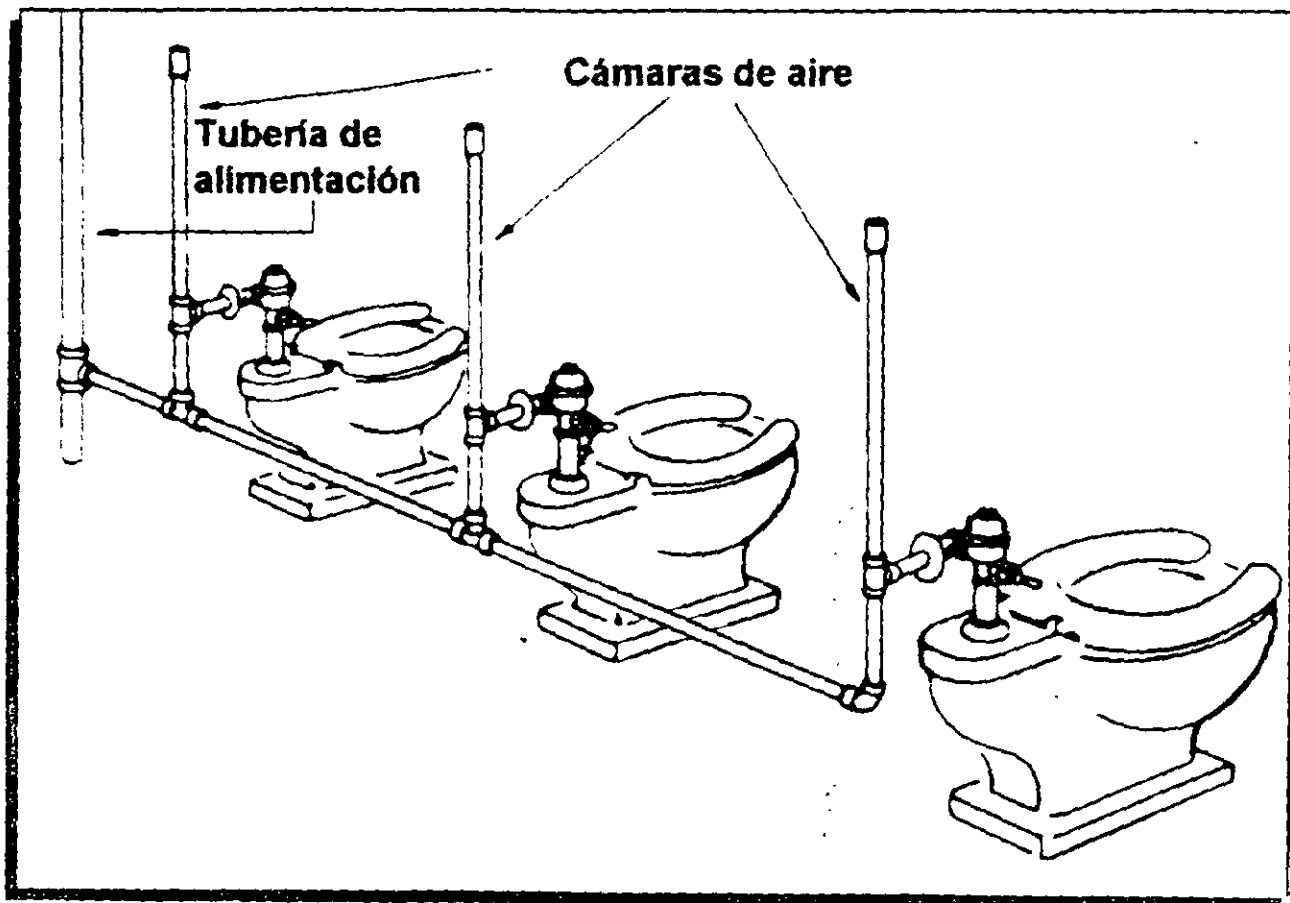


Figura 2.19. Cámaras de aire en una batería de inodoros..

Jarros de aire

Jarros de aire del agua fría.

Estos elementos tienen por objeto eliminar el aire que trae el agua disuelto, o bien, impedir que se forme un pistón neumático dentro de las tuberías. Por otra parte, al operar la instalación proporciona un incremento de presión en una cantidad igual a la atmosférica sobre la columna de agua.

El jarro de aire del agua fría debe ser conectado principalmente en el punto en que se tiene la columna descendente del agua fría (Figura 2.20).

Jarro de aire del agua caliente.

Sirve para eliminar el vapor de agua de los calentadores cuando su temperatura se eleva peligrosamente.

Tanto los jarros del agua fría como los del agua caliente, deben tener una altura superior al nivel del agua máximo en los tinacos; dicha diferencia se recomienda que sea de 20 cm. Los jarros de aire deben estar abiertos a la atmósfera.

En edificios de departamentos los jarros de aire del agua caliente se sustituyen por válvulas de seguridad, ya que sería antiestético e incosteable tener jarros de aire para el agua caliente a alturas considerables y en una cantidad grande (Figura 2.20)

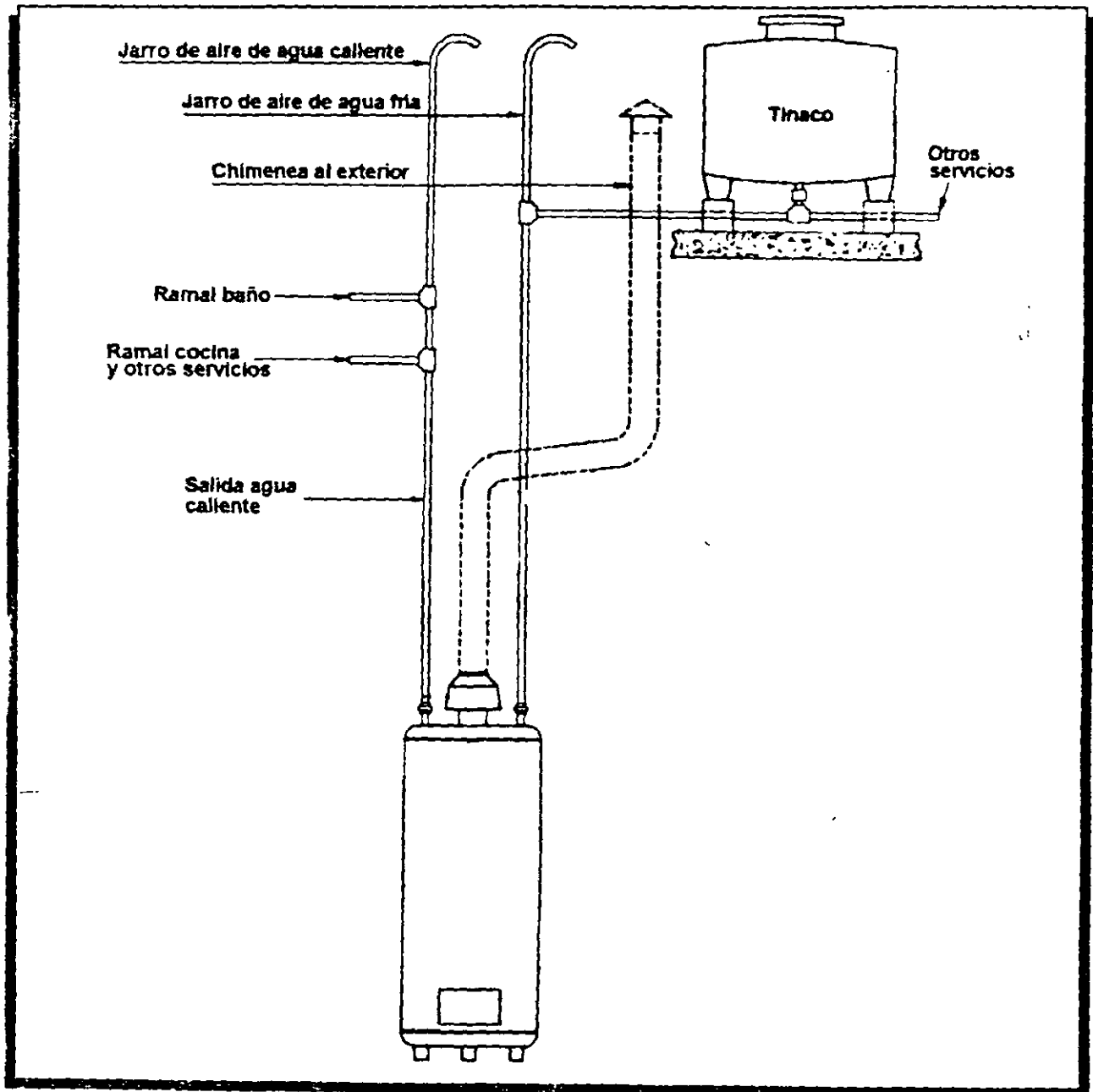


Figura 2.20. Jarros de aire.

Fluxómetros

Los fluxómetros son los aparatos que sustituyen a los tanques o depósitos de descarga de los inodoros y urinarios (Figura 2.21). Su funcionamiento es como el de una llave de gran gasto que permanece abierta durante un periodo corto de tiempo desde su disparo y que se cierra automáticamente.

Los fluxómetros alimentan al aparato sanitario con una cantidad de agua equivalente a la que suministraría un tanque tradicional, prácticamente en el mismo instante de tiempo, pero con la ventaja de que al estar alimentado con agua directa de la red interior de distribución, posee la presión que ésta le puede suministrar, con lo que la operación de salida del agua se puede considerar más ventajosa.

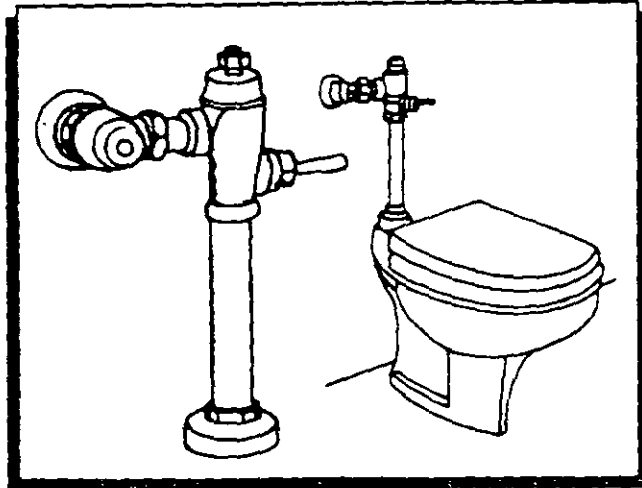


Figura 2.21. Fluxómetro.

El primer problema que se plantea al proponer muebles con fluxómetro en una instalación, es la necesidad de aportarle una carga mínima de funcionamiento, con la que la válvula de disparo pueda actuar adecuadamente, y un elevado gasto en consumo máximo instantáneo. Las cargas hidráulicas requeridas por estos aparatos son de 10 a 20 metros.

Estas características especiales en cuanto a la carga requerida por los fluxómetros plantean innumerables problemas en las redes, ya que aumentan considerablemente la carga requerida en general por la instalación.

El mayor problema que se presenta en el diseño de redes con la inclusión de uno o varios aparatos, es que se generan consumos muy altos y simultáneos de agua con mayores requerimientos de presión, lo que puede afectar a la utilización de los aparatos conectados en la misma red.

La consecuencia de la instalación de un fluxómetro en una red de aparatos, si ésta no ha sido diseñada con los parámetros correctos, es importante, ya que al considerar la simultaneidad de aparatos, podría ser utilizado un valor bajo, por lo que al intentar operar el fluxómetro se demandaría un consumo puntual alto y la red ya no tendría capacidad para suministrar agua a los demás aparatos conectados a ella. Asimismo, las fluctuaciones del binomio gasto/carga pueden afectar simultáneamente a alguno de los aparatos posteriores a la red, o bien al contrario, si se están utilizando otros aparatos simultáneamente, la red podría no garantizar el gasto demandado por el fluxómetro, por lo que no podría funcionar con las condiciones mínimas necesarias.

En conclusión, la instalación de fluxómetros en una red debe realizarse tras un buen estudio de las garantías de funcionamiento de cada una de las válvulas que se coloquen.

Todos los muebles con fluxómetro deben estar provistos de cámaras de aire o cualquier otro dispositivo amortiguador del golpe de ariete. En caso de cámaras de aire, éstas deben hacerse con tubo del mismo diámetro que el tubo de alimentación al mueble y tener una altura mínima de 60 cm a partir de la conexión que alimenta al mueble sanitario (Figura 2.19)

Fluxómetros para inodoros

La presión mínima que se dé a la entrada de la válvula en la red de distribución interior de agua debe ser de 1 kg/cm^2 , y el diámetro mínimo de conexión del fluxómetro con la red interior nunca será inferior a una pulgada.

La existencia de fluxores en la red de aparatos requiere como mínimo 0.5 kg/cm^2 más que una instalación sin estas válvulas.

Los fluxómetros deben situarse como mínimo a 200 mm por encima del borde superior de las tazas de los inodoros.

Fluxómetros para urinarios

La presión mínima a la entrada de la válvula en la red de acometida interior de agua es aconsejable que sea como mínimo de 0.7 kg/cm^2 . El diámetro mínimo de conexión del fluxómetro con la red interior nunca será menor a media pulgada.

CAPITULO 3

ANTEPROYECTO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

Para el proyecto de las instalaciones hidráulica y sanitaria es necesario contar con la siguiente información:

1. Diámetro de la línea de agua potable municipal, así como profundidad y separación con respecto al predio. De acuerdo a este diámetro y al que se diseñe para la toma del predio, podrá establecerse si la conexión será mediante una abrazadera de inserción o mediante un crucero especial.
 2. Diámetro y profundidad del colector o atarjea municipal existente, así como su separación con respecto al predio. Con este diámetro y con el diseñado para la descarga del predio y su profundidad, se establecerá si la conexión puede efectuarse mediante un slant o si se requiere de un pozo de visita.
 3. Información arquitectónica, que consiste en contar con los planos de la edificación amueblada, que muestren sus vistas en planta y perfil, para desarrollar sobre ellos los anteproyectos de las instalaciones y para estimar en forma preliminar la capacidad de cada equipo. En los planos de anteproyecto arquitectónico se muestra la localización de los sanitarios, cocinas, cuartos de lavado, así como el tipo de muebles y aparatos sanitarios.
- 3.1 Trazo de las redes de distribución de agua.

Para el trazo de las redes de distribución en los edificios se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Las líneas de tubería se trazarán de tal manera que tengan un recorrido mínimo y el menor número posible de piezas especiales.
2. El trazo deberá ser paralelo a los ejes principales de la estructura.
3. Las tuberías de las instalaciones hidráulicas deberán trazarse paralelas y agrupadas.
4. Las tuberías no deben pasar sobre equipos eléctricos ni por lugares que puedan ser peligrosos para el personal de mantenimiento.
5. Las tuberías no deben trazarse de manera que atraviesen elementos estructurales (columnas, traveses, castillos, dadas, etc.).
6. Los distribuidores y derivaciones deben trazarse por circulaciones del edificio para facilitar los trabajos de mantenimiento.

7. Los distribuidores y derivaciones no deben pasar por habitaciones tales como: estancias, comedores, recámaras, estudios, etc., ya que se pueden ocasionar trastornos de consideración en caso de fugas o trabajos de mantenimiento.
8. Las tuberías verticales deben trazarse por los ductos determinados de acuerdo con el arquitecto y con los proyectistas de otras instalaciones, evitando los cambios de dirección innecesarios.
9. Las tuberías verticales deben fijarse a las losas y no a los muros.
10. Las posición del calentador está obligada por el diseño arquitectónico.

En caso de estar proyectado un sótano, los distribuidores y derivaciones que alimenten a la planta baja y al sótano serán comunes a ambos pisos y se instalarán entre el plafón del sótano y la losa de planta baja, mostrándose en el plano del sótano con la leyenda "tuberías por plafón". En el plano de planta baja ya no será necesario dibujar ninguna línea de tubería.

Para los pisos subsecuentes arriba de la planta baja, los distribuidores y derivaciones que dan servicio a cada uno de los pisos, se instalarán entre el plafón del piso inferior y la losa del piso que se proyecta y se dibujan en la vista en planta correspondiente al piso.

Cuando el edificio se proyecta sin sótano los distribuidores y derivaciones correspondientes a la planta baja, o la planta baja y al primer piso en caso de existir, se instalarán entre el plafón de la planta baja y la losa de la azotea o la losa del primer piso, dibujándose en el plano correspondiente a la planta baja con la leyenda "tuberías por plafón". En este caso ya no se requiere dibujar ninguna línea principal en el plano correspondiente a la planta del primer piso.

Para los pisos subsecuentes arriba del primero, los distribuidores y derivaciones se instalarán entre el plafón del piso inferior y losa del piso que se proyecta y se dibujarán en el plano correspondiente a su vista en planta.

Durante la elaboración del anteproyecto de las instalaciones hidráulicas y sanitarias se tendrán reuniones de trabajo con el arquitecto para definir los espacios y lugares convenientes para los ductos verticales en los cuales se alojarán las columnas, bajadas de aguas residuales y pluviales y tuberías de ventilación que no hayan sido contempladas en el anteproyecto arquitectónico. También se definirán en estas reuniones los lugares que requieran de "dobles muros" para alojar instalaciones. Los ductos deben prolongarse alineadamente desde la azotea hasta la planta baja o sótano evitando desviaciones.

Cuando la magnitud del edificio lo justifica, deben determinarse de manera preliminar las características de los equipos que se requieran principalmente en cuanto a su tamaño. Se sugiere al proyectista dibujarlos y recortarlos para ensayar su acomodo en la casa de máquinas con el fin de determinar la mejor distribución tomando en cuenta el espacio requerido y disponible para su operación y mantenimiento. En forma similar se hará con la o las cisternas, tanques elevados o tinacos, así como fosas sépticas o planta de tratamiento de aguas residuales en caso de estar consideradas en el proyecto.

En los anteproyectos los trazos de las instalaciones hidráulica y sanitaria deben efectuarse sobre copias del anteproyecto arquitectónico, elaborando por separado las instalaciones hidráulicas y las sanitarias.

3.2 Planos de proyecto

El proyecto de la instalación hidráulica y sanitaria se debe realizar en planos que presenten vistas en planta, perfil e isométrico.

Las instalaciones se dibujan en los planos correspondientes a las plantas arquitectónicas amuebladas. Se recomienda usar un juego de maduros para el proyecto de las instalaciones hidráulicas y otro juego para las instalaciones sanitarias.

En los casos de locales especiales donde se requiera guía mecánica para la instalación de muebles y aparatos, las instalaciones se proyectan sobre los maduros de esas guías mecánicas y no sobre los maduros de las plantas arquitectónicas.

La Figura 3.1 muestra la simbología recomendada para su uso en los planos de proyecto.

En el caso de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas, es necesario elaborar planos en isométrico, por cuerpos completos o por secciones, dependiendo de la magnitud y configuración de la instalación.

Cuando se tienen columnas que alimentan en los diferentes pisos a derivaciones tipo, basta con que aparezca la derivación del piso más elevado y para los pisos restantes solamente las columnas con sus conexiones y diámetros, anotando en cada piso la siguiente leyenda: " igual al piso No. . . . ".

Cuando se trata de pequeñas instalaciones, los isométricos pueden dibujarse en cada plano procurando que no se pierda claridad.

3.3 Isométricos

El método del dibujo isométrico se basa en colocar y proyectar el objeto respecto al plano de dibujo, de manera que las proyecciones de tres de sus aristas mutuamente perpendiculares se acorten igualmente. Este acortamiento de las rectas no se considera en casi todos los usos prácticos del sistema isométrico y se miden sus longitudes completas sin reducción isométrica alguna.

Los isométricos se trazan a 30° con respecto a una línea horizontal denominada línea de referencia.

El realizar a escala los isométricos, tanto de instalaciones hidráulicas como sanitarias y de gas, facilita cuantificar con exactitud el material a utilizar, al poder observar en estos planos todas y cada una de las conexiones, válvulas y tramos de tubería.

Cuando todas las derivaciones son a 90° con respecto a las columnas se dibujan trazando paralelas a los 3 catetos de un cubo en isométrico. Las derivaciones a 45° se trazan paralelamente a las diagonales. En caso de tenerse cambios de dirección a 22.5° se trazan en forma paralela a la bisectriz de las líneas que representan los 90 y 45° .

Las Figuras 3.2 y 3.3 ilustran el método del cubo isométrico y en la Figura 3.4 se muestran representaciones en planta e isométrico de juegos de conexiones.

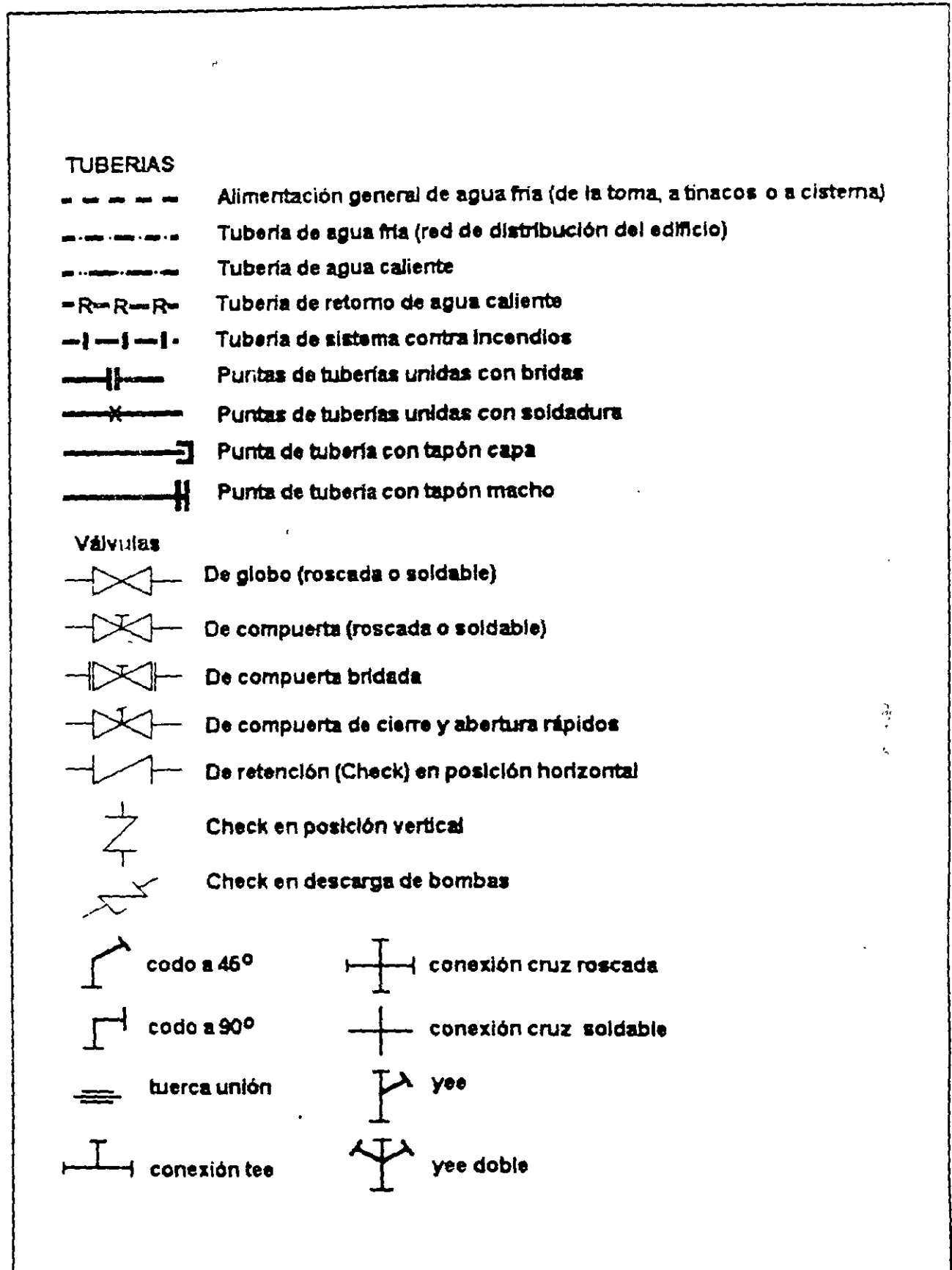


Figura 3.1 Simbología recomendada para su uso en los planos de proyecto.

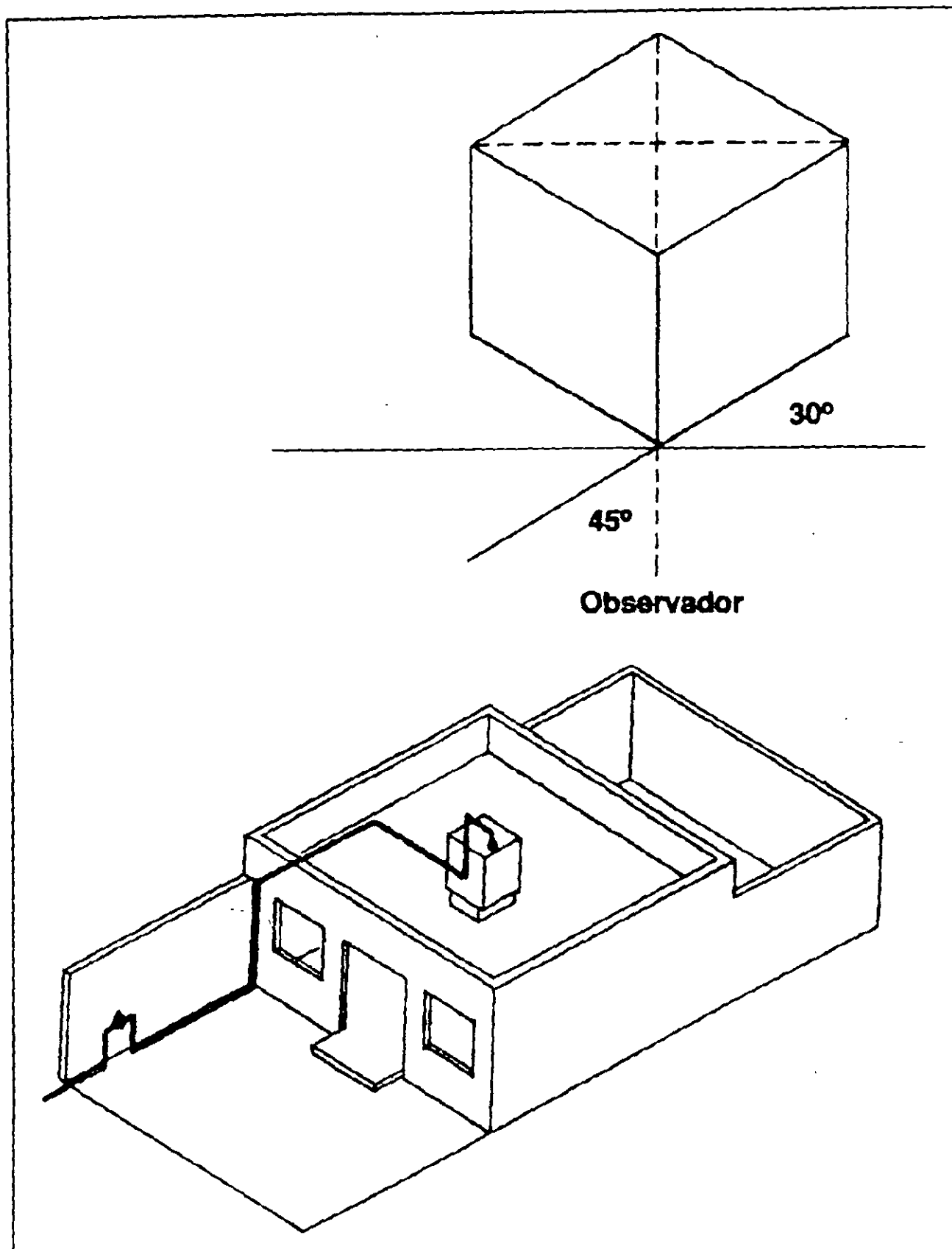


Figura 3.2. Método del cubo isométrico.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

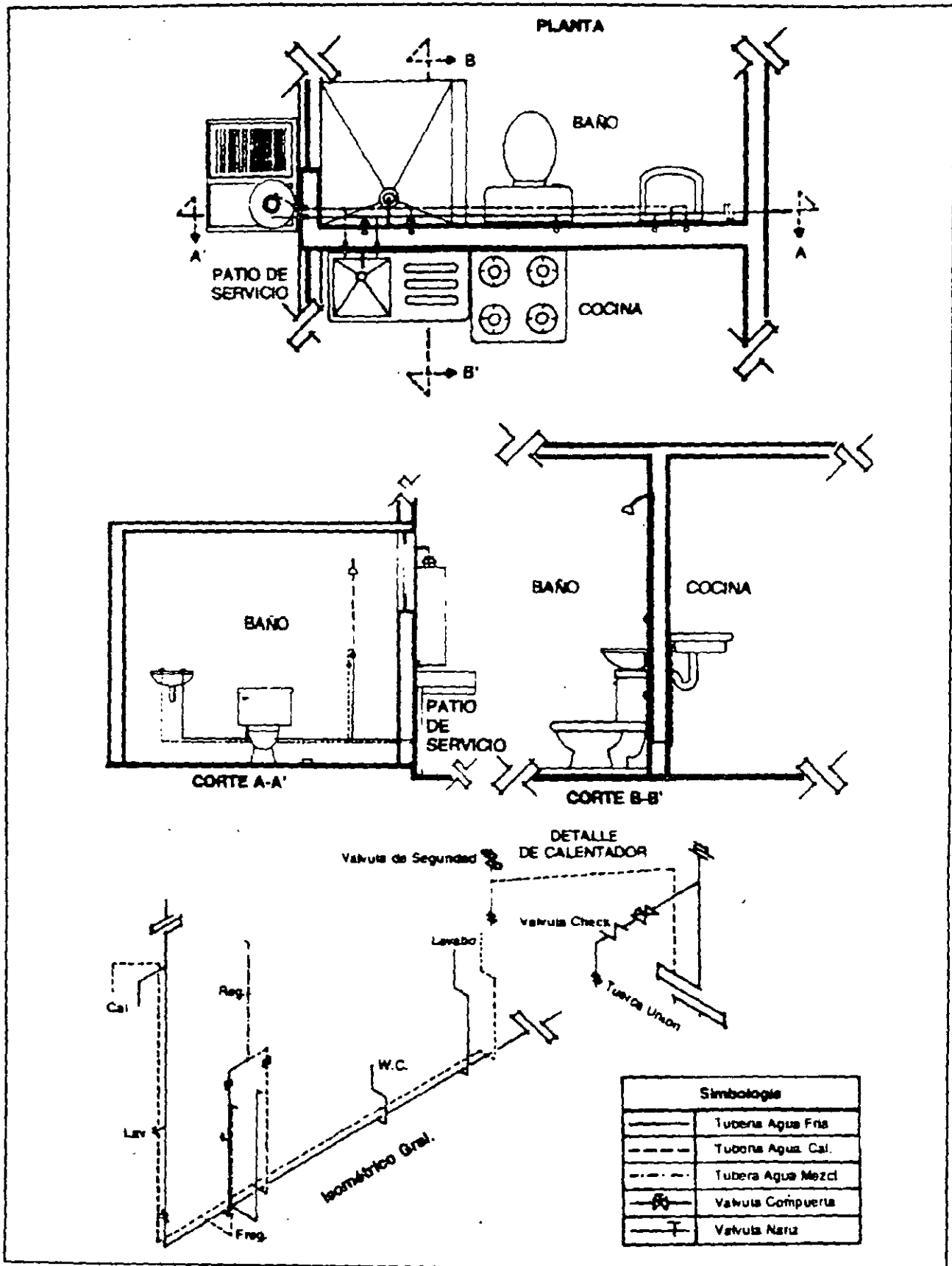


Figura 3.3. Método del cubo isométrico.

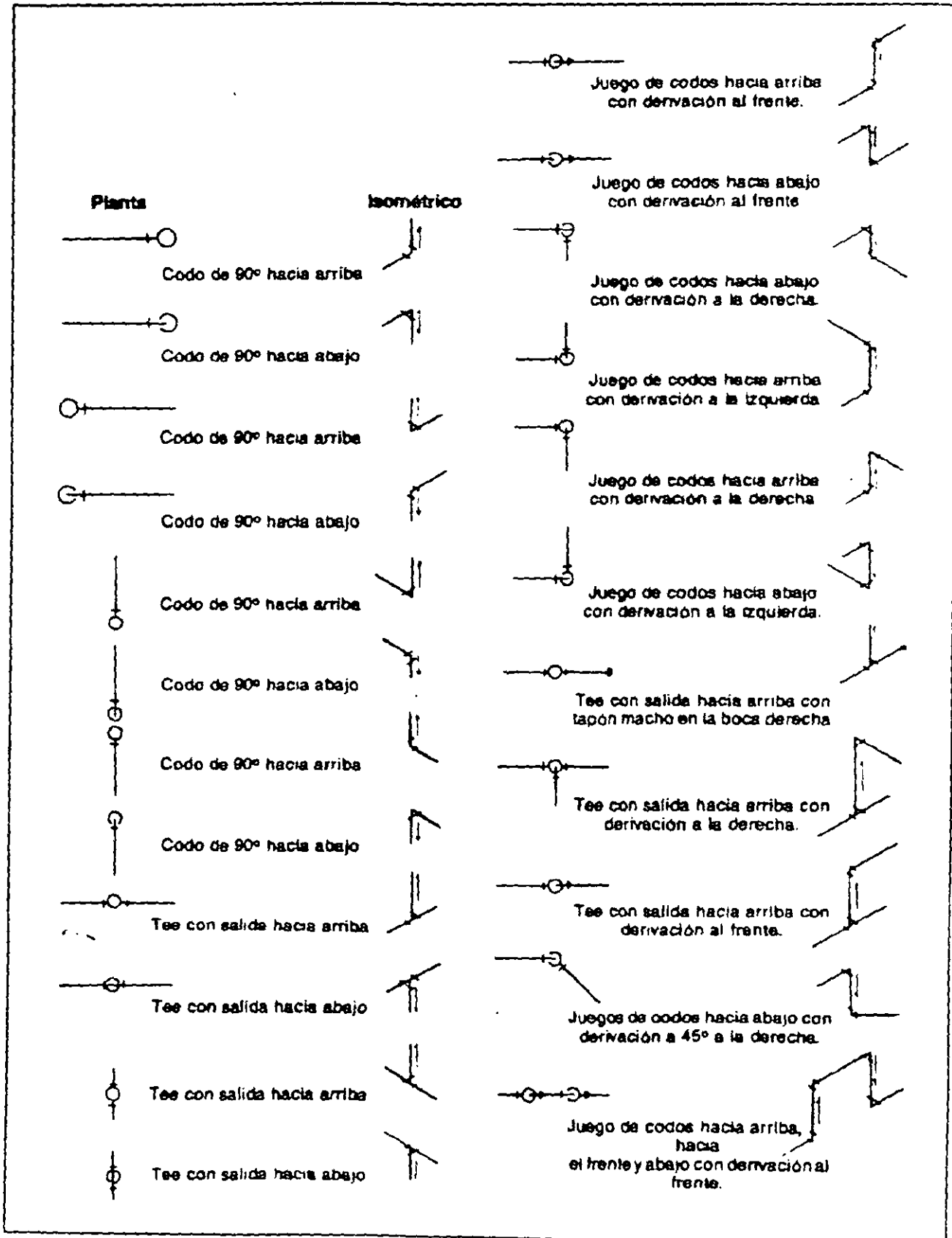


Figura 3.4. Representaciones en planta e isométrico de juegos de conexiones

APENDICE A

**REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA
RELATIVO A EDIFICIOS**

CAPITULO I

Disposiciones Generales

- Art. 1o. Para efectos de este Reglamento, con el nombre de edificios se comprenden, las construcciones destinadas a habitaciones, establecimientos comerciales, fábricas, escuelas, lugares de reunión, así como las bodegas y todo local cualquiera que sea el uso a que se destine.
- Art. 2o. Corresponde a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, autorizar, desde el punto de vista sanitario, la construcción, reconstrucción o modificación total o parcial, de edificios públicos o particulares, cuando se cumplan los requisitos que establece este Reglamento y los que establecen los Reglamentos específicos, según el giro o uso a que se destine o pretende destinar el edificio.
- Art. 3o. Los interesados en la construcción de un edificio, deberán presentar una solicitud por duplicado, en la que se expresarán los datos siguientes:
- a) Números de manzana y lote;
 - b) Alineamiento y número oficial;
 - c) Nombre de la colonia o fraccionamiento, y de la calle;
 - d) Zona Postal;
 - e) Nombre del propietario, domicilio y firma;
 - f) Nombre del constructor y su domicilio.

En la solicitud deberá aparecer la certificación de las autoridades que tengan a su cargo la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, haciendo constar si en el lugar señalado para la ejecución de la construcción, existen o no dichos servicios.

Art. 4o. A la solicitud mencionada se acompañarán cinco juegos completos de los planos de proyecto respectivo, los cuales contendrán:

- I. Las plantas de los distintos pisos o niveles de la construcción, especificando, en lo general, el destino de cada local, espacios descubiertos, así como las instalaciones sanitarias, incluyendo bombas, tanques, equipos especiales, tuberías de alimentación y de distribución de agua potable, albañales, registros, lavaderos, bajadas de aguas negras y pluviales, excusados, tinas, fregaderos, vertederos, coladeras, tinacos, válvulas y, en general, todos aquellos detalles que contribuyan a las mejores condiciones sanitarias del edificio, debiéndose adoptar los signos convencionales que para el efecto señale la autoridad sanitaria.
- II. Los cortes sanitarios que muestren las instalaciones, tuberías, alturas de pisos o niveles, techos, puertas y ventanas, pendientes de albañales, conductos desaguadores e instalaciones especiales.

Las plantas y cortes se presentarán a una magnitud no menor de 1:100 y estarán claramente acotados.

Los detalles de las instalaciones sanitarias relativos a la plomería, se presentarán en planta y corte a una magnitud de 1:20.

- III. Croquis acotado de localización del predio con los datos siguientes:
 - a) Perímetro de la manzana, y cuando ésta no se encuentre determinada, las referencias indispensables que faciliten la localización de la construcción.
 - b) Nombres de las calles que limitan la manzana.
 - c) Distancia del predio a la esquina correspondiente.
 - d) Anchura de la calle o calles donde se pretende construir.

Art. 5o. Cuando se trate de reconstrucciones o modificaciones deberán incluirse con la solicitud, cinco juegos de planos del proyecto y un juego completo de planos de la construcción existente.

Art. 6o. Autorizada la construcción, reconstrucción o modificación solicitada, se hará constar esta circunstancia al reverso de los planos, devolviendo al interesado tres juegos de los mismos.

Sin esta autorización no se expedirá licencia de ocupación o funcionamiento.

7o. Las construcciones, reconstrucciones o modificaciones deberán ejecutarse de acuerdo con los planos del proyecto aprobado.

Art. 8o. Queda prohibido iniciar la construcción, reconstrucción o modificación de un edificio sin la autorización correspondiente.

Art. 9o. En el lugar donde se ejecute la obra, deberá tenerse un juego completo de los planos aprobados, a fin de mostrarlos a las autoridades sanitarias cuantas veces lo requieran, y colocarse a la entrada en lugar visible, un letrero que con claridad indique los datos de ubicación del predio.

Art. 10. Cuando por cualquier circunstancia se suspenda temporalmente la construcción de una obra ya iniciada, el propietario o director de la obra tendrá obligación de comunicarlo a la Secretaría de Salubridad para que ordene en su caso, las medidas de protección sanitarias que se requieran. Asimismo están obligados a comunicar a dicha Secretaría la fecha en que las obras de construcción se reanuden, para que si se estima pertinente, se practique una visita ocular para determinar si ha lugar o no a reparaciones o modificaciones.

En caso de que la suspensión de la obra tenga una duración mayor de 18 meses, será necesario obtener la revalidación de la autorización respectiva.

Art. 11. Para realizar demoliciones, deberá solicitarse por escrito la autorización correspondiente de la autoridad sanitaria y cumplir con los siguientes requisitos:

- I. Dotar al predio del tapial o de los tapiales que sean necesarios.
- II. Que durante la demolición existan instalaciones para riego de agua que eviten molestias de polvo.
- III. La instalación de pantallas o mamparas que se coloquen delante de la luz cuando haya necesidad de usar sopletes de oxiacetileno o equipos de soldadura eléctrica.
- IV. Tomar las medidas de seguridad necesarias a fin de evitar accidentes especialmente los que pongan en peligro la vida de los trabajadores de demolición, de los transeúntes y de los vecinos de los predios colindantes y daños a las propiedades.

Art. 12. Previa la construcción de un edificio, cuando los terrenos sean pantanosos, hubieren estado destinados a basureros o cementerios, los interesados deberán comunicar estas circunstancias a la autoridad sanitaria para que dicte las medidas que juzgue pertinentes para evitar peligros a la salubridad pública.

- Art. 13. Antes de iniciarse la construcción, deberá hacerse la conexión correspondiente con los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, instalando al efecto una llave de agua, tanto para uso de los operarios, como para las necesidades de la obra, así como un excusado provisional con servicio de agua conectado al albañal.
- Art. 14. Las autoridades sanitarias practicarán las visitas de inspección que estimen convenientes a los edificios construidos, en construcción, en reconstrucción o en modificación, a fin de vigilar la observancia de las disposiciones relativas del Código Sanitario y de este Reglamento.
- Art. 15. Todo edificio deberá contar con albañales y servicios de agua potable propios y exclusivos, que deberán estar conectados directamente a los servicios públicos. Esta disposición rige aun para los casos de servidumbre legal a que se refiere el Código Civil.
- Para los edificios ya construidos en lugares donde no exista servicio de alcantarillado municipal, se exigirá la construcción de fosa séptica.
- Art. 16. Por ningún concepto podrán suspenderse parcial o totalmente, los servicios de agua potable y atarjeas a los edificios habitados, ya sea que los servicios sean suministrados por las autoridades o empresas particulares.
- Art. 17. En la construcción de edificios en general, para prevenir la infestación de roedores, se satisfarán las normas y procedimientos que la autoridad sanitaria señale.
- Art. 18. No se permitirá la construcción o adaptación de edificios para albergue o explotación de animales dentro de las zonas urbanas, excepción hecha de las construcciones destinadas a parques zoológicos o bien, para actividades transitorias, tales como ferias, circos o exposiciones, las cuales deberán sujetarse a las disposiciones reglamentarias respectivas.
- Art. 19. No se permitirá la existencia de animales en edificios y terrenos sin construir en zonas urbanas, con excepción de pequeñas especies domésticas que cuenten con alojamiento adecuado y siempre que no causen molestias al vecindario.

CAPITULO II

De los Materiales de Construcción, Cimientos, Muros, Pisos y Techos de los Edificios.

- Art. 20. Los cimientos, además de garantizar la estabilidad del edificio, se construirán con materiales a prueba de roedores y quedarán debidamente impermeabilizados, a fin de que la humedad del subsuelo no se transmita a los muros.
- Art. 21. Todos los muros macizos exteriores expuestos a la intemperie, deberán tener un espesor mínimo de 15 centímetros. Podrá admitirse un espesor menor si la protección contra la intemperie es, por lo menos, equivalente a la de un muro de ladrillo (tabique) rojo de 15 centímetros.
- Art. 22. Los muros y techos de las piezas destinadas a habitaciones que queden expuestos a la intemperie, que sean construcciones de madera o de materiales laminados, serán dobles, dejando entre ellos un espacio no menor de 5 centímetros. Las juntas de los muros y los techos tanto exterior como interiormente, estarán debidamente arregladas para impedir el paso del aire y del agua, y además, estarán protegidos a prueba de roedores.
- Art. 23. Los parámetros exteriores de los muros, cualquiera que sea su espesor, deberán impedir el paso de la humedad. En los paramentos de los muros exteriores construidos en forma de que los materiales queden aparentes, el mortero de las juntas para unirlos será a prueba de roedores y de intemperie.
- Art. 24. Los paramentos interiores de los muros deberán tener superficie resistente para el uso normal a que se les destine.
- Art. 25. Los muros de las cocinas y baños, tendrán un revestimiento hasta una altura mínima de 1.50 metros, con un material resistente, impermeable y fácilmente aseable.
- Art. 26. Los techos se construirán de modo que impidan el paso del aire y el agua y en forma tal, que eviten los cambios bruscos de temperatura en las habitaciones.
- La pendiente mínima en la cubierta de las azoteas, será de 1.5 % .
- Art. 27. Por cada 100 metros cuadrados de azotea o de proyección horizontal en techos inclinados, se instalará por lo menos un tubo de bajada pluvial de 7.5 centímetros de diámetro o uno de área equivalente al tubo circular ya especificado.

Para desaguar marquesinas, se permitirá instalar bajadas pluviales con diámetro mínimo de 5 centímetros o de una área equivalente, para superficies hasta de 25 metros cuadrados como máximo.

- Art. 28. En la parte superior de las bajadas de agua pluvial, se colocará un embudo provisto de coladera cuya superficie de escurrimiento sea cuando menos igual al área del tubo de bajada.
- Art. 29. Los techos planos o inclinados, llevarán medias canales colectoras y bajadas pluviales, cuando el agua de lluvia pudiera descargar a la vía pública, a predios o provocar humedades en los muros propios o colindantes.
- Art. 30. Las juntas para cubrir separaciones de edificios, las de dilatación o las que se usen en las construcciones de materiales laminados en cubiertas, aleros, tragaluces o cualquiera otro tipo de construcción, deberán construirse en forma tal que impidan el paso del agua y serán a prueba de roedores.
- Art. 31. Las superficies libres de construcción, deberán ser pavimentadas, o tener jardín, o en ambas formas. Cuando la superficie sea pavimentada, tendrá una pendiente mínima de 1 % hacia coladeras con obturador hidráulico fijo.
- Art. 32. Los pisos de los cuartos de baño, cocinas, excusados y pasillos se construirán de materiales impermeables y a prueba de roedores.
- Art. 33. La construcción de piletas, tanques y en general depósitos de agua, así como de lavaderos, se hará con materiales impermeables. La parte expuesta de los muros a la humedad que provenga por el uso de dichas instalaciones, deberá impermeabilizarse.
- Art. 34. Cuando en las construcciones se vaya a emplear un nuevo material o preparaciones distintas de los ya conocidos y aceptados, su uso deberá someterse a la aprobación de la autoridad sanitaria.

CAPITULO III

De la ventilación, iluminación y dimensiones de las construcciones.

- Art. 35. Los pisos de la planta baja de los edificios, deberán construirse 10 centímetros, por lo menos, mas altos que los patios, y éstos a su vez 10 centímetros más altos que el nivel de la acera o banqueta de la vía pública, salvo casos especiales en los que la topografía del terreno lo impida.
- Art. 36. Los pisos bajos de los edificios estarán protegidos contra la humedad, mediante procedimientos de impermeabilización, y en casos especiales se dejará un espacio libre entre el suelo natural y el piso de la planta baja por lo menos de 40 centímetros, comunicándose con la calle, patios o espacios abiertos por ventilas para garantizar la libre circulación del aire. Los pisos y las ventilas tendrán la debida protección contra roedores.
- Art. 37. Las piezas destinadas a habitación, ya sea de día o de noche, tendrán luz y ventilación directas al exterior por medio de puertas o ventanas convenientemente distribuidas, a fin de que la iluminación y ventilación sean uniformes dentro del local. La superficie de iluminación no será menor del 20 % de la superficie del piso de la habitación. Las ventanas y las puertas, en su caso, tendrán una sección movable que permita la renovación del aire. Esta superficie movable tendrá, cuando menos 1/3 de los claros de iluminación.

La iluminación y ventilación directas del exterior, se satisfarán: de la vía pública, de los patios del edificio o por diferencia de niveles dentro del área del propio edificio.

Para modificaciones a los edificios construidos con anterioridad a la vigencia de este Reglamento, y como excepción para satisfacer los requerimientos de luz y ventilación directas, se podrá verificar por medio de tragaluces provistos de rejillas para ventilación o bien, linternillas e instalaciones mecánicas automáticas para la renovación del aire.

- Art. 38. Para los locales que por circunstancias especiales se les deba suministrar ventilación artificial, ésta se proporcionará por medio de instalaciones mecánicas que garanticen la renovación eficiente del aire en el interior del local. Las instalaciones para la renovación del aire, se diseñarán considerando los factores de velocidad, movimiento del aire, temperatura y humedad relativa. El movimiento no será superior a 0.25 metros por segundo, velocidad medida a una altura de 0.90 metros sobre el nivel del piso del local. La temperatura (bulbo seco), estará comprendida entre los 17 y 23°C., y la humedad relativa comprendida entre el 30

y 60 % . En términos generales, la renovación del aire tendrá seis cambios por hora como mínimo.

Art. 39. Para efectos del presente Reglamento, se considerarán como viviendas mínimas, las que estén integradas por dos piezas, cocina, baño y patio de servicio.

Las dimensiones mínimas de las dependencias para este tipo de viviendas, serán las siguientes:

Piezas Habitación 7.50 metros cuadrados de superficie.

Anchura 2.50 metros.

Altura 2.30 metros a 2.80 metros, según clima.

Cocina 6.00 metros cuadrados de superficie

Anchura 1.50 metros

Baño 2.00 metros cuadrados de superficie.

Anchura mínima 1.00 metro

Patio 4.00 metros cuadrados

Anchura 2.00 metros mínimo

La vivienda mínima contará con las instalaciones sanitarias siguientes:

- a) Excusado
- b) Lavabo
- c) Fregadero
- d) Regadera
- e) Lavadero.

El patio de servicio de este tipo de vivienda, podrá ser exclusivo de ésta, o formar parte de la superficie de servicios generales en patios comunes o azoteas, en donde podrán instalarse los lavaderos, pero siempre considerando una superficie de 4 metros cuadrados como mínimo por vivienda.

Las viviendas especiales de uso transitorio podrán ser de una sola pieza, pero tendrán cocina y baño en locales independientes. Estarán amuebladas y pueden quedar exceptuadas de patio de servicio.

Art. 40. En toda vivienda, las piezas destinadas a dormitorio tendrán las siguientes características: 7.50 metros cuadrados de superficie mínima de piso, con dimensión mínima libre de 2.50 metros en planta. La altura libre de piso a cielo interior para clima frío, sin instalación de calefacción, será de 2.30 metros y 2.80 metros para clima cálido, sin aire acondicionado o ventilación mecánica, si existen las instalaciones mencionadas, la altura libre mínima admisible será de 2.30 metros.

Art. 41. Para los casos en que se necesite tener en cuenta el número de habitantes por vivienda para la aplicación de algunas disposiciones de este Reglamento, se considerará lo siguiente:

Para viviendas de una recámara o dormitorio, 3 habitantes.

Para viviendas de dos recámaras o dormitorios, 5 habitantes.

Para viviendas de tres recámaras o dormitorios, 7 habitantes.

Y para viviendas de más de 3 recámaras o dormitorios, 2 habitantes más por cada recámara o dormitorio adicional.

Art. 42. Los patios que sirvan para dar iluminación y ventilación, tendrán las siguientes dimensiones mínimas en relación con la altura de los muros que los limiten:

Patios para dar iluminación y ventilación para habitaciones de día y noche:

Altura hasta	Dimensión mínima
4 metros	2.50 metros
8 metros	3.25 metros
12 metros	4.00 metros

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio debe ser el tercio de la altura del paramento total de los muros.

Patios para dar iluminación y ventilación a cocinas y baños:

Altura hasta	Dimensión mínima
4 metros	2.00 metros
8 metros	2.25 metros
12 metros	2.50 metros

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio debe ser 1/5 de la altura del paramento total de los muros.

Para efectos de las dimensiones que para patios señala el presente Reglamento, se considerará la parte a cielo abierto libre de la prolongación a plomo de las construcciones. Queda prohibido dar luz y ventilación a las habitaciones abriendo ventanas o estableciendo dispositivos con el mismo fin hacia predios colindantes.

Cuando los patios sirvan para dar acceso a viviendas, queda prohibido su uso para instalar en ellos maquinaria o cualquier objeto que los obstruya.

- Art. 43. Los edificios de departamento de más de 5 niveles, deberán contar con ascensor para personas, además de las escaleras.
- Art. 44. Todos los departamentos de un edificio deben desembocar a pasillos que conduzcan directamente a las escaleras. El ancho de los pasillos nunca será menor de 1.20 metros.
- Art. 45. Los edificios de más de una planta, destinadas a habitación tendrán por lo menos una escalera, aun cuando cuenten con elevadores; la escalera o escaleras, comunicarán todos los niveles con el nivel de banqueta, no debiendo estar ligadas las de niveles superiores con las de los sótanos. A una escalera podrán desahogar hasta 20 departamentos o viviendas en cada piso; el ancho mínimo de las escaleras será de 1.20 metros en edificios de habitación multifamiliares y de 0.90 metros en los unifamiliares, la huella neta de los escalones no será menor de 25 centímetros y los peraltes no mayores de 18 centímetros: cuando la altura entre niveles sea mayor a la mínima señalada por este Reglamento, las escaleras se interrumpirán por medio de descansos situados a un desnivel no mayor de 2.50 metros; toda escalera tendrá por lo menos un pasamanos con una altura no menor de 90 centímetros: las escaleras que requieran protección lateral, estarán provistas de un barandal con pasamanos. Las escaleras de los edificios de habitación multifamiliar, serán construidas con material incombustible, y los vanos de los barandales no serán de más de 15 centímetros en su dimensión mínima.
- Art. 46. Toda ventana de iluminación, así como puertas de acceso, no podrán tener cristales, sino a partir de una altura de 90 centímetros sobre el nivel del piso.
- En el caso especial de motivos funcionales en que se requiera prolongar cristales hasta niveles de piso, se proveerá especialmente a los que den al exterior en fachadas de patios y calles, de dispositivos de seguridad hasta una altura de 90 centímetros sobre el nivel del piso.
- Art. 47. Se entenderá por sótano, la parte de un edificio cuyo piso se encuentre bajo el nivel de la acera o de los patios.
- Art. 48. Para que el sótano pueda ser autorizado como habitación, deberá llenar las siguientes condiciones:
- I. Que disponga de luz y ventilación, directas en las condiciones señaladas por este Reglamento para las habitaciones en general.
 - II. Que su altura mínima sea de 2.30 metros y la superficie mínima de 7.50 metros cuadrados. El lado menor de 2.50 metros como mínimo.

- III. Que los cimientos, pisos y muros estén contruidos con materiales impermeables que impidan el paso de la humedad, tanto del subsuelo como de la superficie de la acera o de los patios.
- IV. Que los pisos y muros, incluyendo la cimentación, estén contruidos con materiales a prueba de roedores.
- V. Que las puertas de acceso y las ventanas para ventilación e iluminación, estén protegidas con materiales a prueba de roedores.

Art. 49. Ningún punto de un edificio podrá estar a una altura mayor de 1.75 veces la distancia horizontal entre dicho punto y el lindero más cercano de las manzanas vecinas.

Se exceptúan de lo dispuesto anteriormente, los motivos arquitectónicos tales como miradores, torrecillas y otros de escasa importancia y de carácter ornamental.

Art. 50. Para edificios situados en esquina, se permitirá que sea la calle más ancha la que norme la altura del edificio de acuerdo con lo dispuesto en el artículo anterior, hasta una profundidad igual a su vez y media al ancho de la calle más angosta.

CAPITULO IV

De la provisión de agua

Art. 51. Los edificios, cualquiera que sea el uso a que estén destinados, estarán provistos de agua potable, en cantidad y presión suficientes para satisfacer las necesidades y servicios de los mismos.

La potabilidad del agua reunirá los requisitos especificados en el Reglamento sobre Obras de Provisión de Agua Potable vigente, y provendrá:

- I. De los servicios públicos establecidos.
- II. De pozos que reúnan condiciones para proporcionar agua potable, previa autorización de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y de las autoridades sanitarias.
- III. De otras fuentes de abastecimiento que llenen las condiciones que sobre el particular fijen las autoridades sanitarias.

Art. 52. El aprovisionamiento de agua potable a los edificios se calculará como mínimo a razón de 150 litros por habitante y por día.

El servicio de agua potable en los edificios será continuo durante las 24 horas del día.

Art. 53. Todo edificio deberá tener servicio de agua exclusivo, quedando estrictamente prohibido las servidumbres o servicios de agua de un edificio a otro.

Art. 54. Cada una de las viviendas o departamentos de un edificio, debe tener por separado su instalación interior de agua potable, de baño, lavabo y excusado.

Para fines de almacenamiento, en caso de que el servicio público no sea continuo durante las 24 horas, así como para interrupciones imprevistas, se instalarán depósitos en las azoteas con capacidad de 100 litros por habitante. El número de habitantes se calculará de acuerdo con lo establecido en el artículo 41.

Los depósitos podrán ser metálicos, de asbesto cemento, plástico rígido, de concreto impermeabilizado u otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria.

Art. 55. Para evitar deficiencias en la dotación de agua por falta de presión que garantice su elevación a la altura de los depósitos en los edificios que lo requieran, se instalarán cisternas para almacenamiento de agua, con equipo de bombeo adecuado.

Art. 56. Las cisternas se construirán con materiales impermeables, de fácil acceso, esquinas interiores redondeadas y con registro para su acceso al interior. Los registros tendrán cierre hermético con reborde exterior de 10 centímetros para evitar toda contaminación. No se encontrará albañal o conducto de aguas negras a una distancia menor de 3 metros. Para facilitar el lavado de las cisternas se instalará un dispositivo que facilite la salida de las aguas de lavado y evite entrada de aguas negras.

Art. 57. Los depósitos que trabajen por gravedad, se colocarán a una altura de 2 metros por lo menos, arriba de los muebles sanitarios del nivel más alto.

Art. 58. Las tuberías, uniones, niples y en general las piezas para la red de distribución de agua en el interior de los edificios, serán de fierro galvanizado, de cobre o de otros materiales autorizados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Art. 59. Los depósitos deben de ser de tal forma que eviten la acumulación de sustancias extrañas a ellos, estarán dotados con cubiertas de cierre ajustado y fácilmente removible para el aseo interior del depósito, y provistos de dispositivos que permitan la aereación del agua.

Art. 60. La entrada del agua se hará por la parte superior de los depósitos y será interrumpida por una válvula accionada con un flotador, o por un dispositivo que interrumpa el servicio cuando sea por bombeo.

La salida del agua se hará por la parte inferior de los depósitos y estará dotada de una válvula para aislar el servicio en casos de reparaciones en la red distribuidora.

Art. 61. Las fuentes que se instalen en patios y jardines, no podrán usarse como depósitos de agua potable, sino únicamente como elementos decorativos o para riego.

CAPITULO V

De los excusados, mingitorios, fregaderos, vertederos e instalaciones sanitarias en general.

Art. 62. En todo edificio habrá un excusado por lo menos. Cuando el número de habitantes pase de 10, se instalarán excusados a razón de uno por cada 10 personas o fracción que no llegue a este número.

Art. 63. En los edificios en que cada departamento o vivienda cuente con un local destinado a baño y excusado, esta pieza tendrá cuando menos, las instalaciones sanitarias siguientes: regadera, lavabo y excusado.

En los baños en que solamente existan regaderas, sin tener tina, la parte del piso sobre el que descargue la regadera estará separada del resto por medio de un reborde de 10 centímetros de altura mínima y será provista dicha superficie de coladera de obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores.

Art. 64. Por excepción se permitirá en los edificios construidos con anterioridad a la vigencia del presente Reglamento, llamados casas de vecindad, que un baño de regadera sirva para varias viviendas en la proporción de uno por cada 15 habitantes (considerándose a razón de 5 personas por vivienda), el que estará provisto de un espacio separado por un murete, para vestidor. Además, en dichas casas de vecindad se permitirá que como mínimo haya un excusado por 15 habitantes y un mingitorio por cada 20. Los baños, excusados y mingitorios de que se trata serán de tipo individual e instalados en locales que tengan luz y ventilación directas. Los excusados estarán dotados de taza e instalación hidráulica con agua a presión y descarga a voluntad. Tanto el local de baño de regaderas como el de excusados, estará formado por dos departamentos separados y destinados, uno para hombres y otro para mujeres con instalaciones propias e independientes.

Art. 65. Los locales destinados a baños o excusados deberán tener piso impermeable y sus muros revestidos con materiales impermeables hasta 1.50 metros de altura, salvo el perímetro de las regaderas en que la altura mínima será de 1.80 metros. El piso desaguará a una coladera con obturador hidráulico fijo y con tapa a prueba de roedores.

Art. 66. En los casos en que un gabinete para servicios sanitarios tenga ventilación artificial, el sistema que se establezca para dicha ventilación deberá contar con un dispositivo independiente para abrirse o cerrarse a voluntad.

Art. 67. Las conexiones de tubos de descarga de los excusados con el albañal se harán mediante piezas especiales.

Art. 68. Los excusados serán de modelos aprobados por las autoridades sanitarias. Queda prohibido el sistema de excusados de tipo colectivo.

Los asientos de las tazas de los excusados, serán impermeables y fácilmente aseables.

Todo excusado al instalarse deberá quedar provisto de tubo ventilador.

Art. 69. Los mingitorios serán de tipo individual, de sobreponer o de pedestal, provistos de desagüe con sifón de obturación hidráulica y estarán dotados con tubo para ventilación, ya sea individual o en serie si se trata de una batería de mingitorios.

Art. 70. El desagüe de tinajas, regaderas, bidets y lavadoras de ropa, contará con un obturador hidráulico de tipo bote. Los lavabos y vertederos deberán estar provistos de sifón con obturación hidráulica y además sus tubos de descarga tendrán ventilación individual o conectada a otros tubos de ventilación.

Art. 71. Los fregaderos de cocina en edificios destinados a habitación, desaguarán por medio de un sifón con obturación hidráulica, conectado al mueble, con registro para limpieza y con diámetro no menor de 38 mm.

Los fregaderos de las cocinas de establecimientos que den servicio colectivo, además del sifón prescrito, estarán dotados de una caja para recolección de grasa.

Art. 72. Cada departamento o vivienda contará con un lavadero, que puede estar instalado en las azoteas, azotehuelas o pozos de luz. Cada lavadero tendrá un techo que resguarde de la lluvia y del sol.

CAPITULO VI

De las instalaciones de albañales, conductos de desagüe y plantas de tratamiento de aguas negras.

Art. 73. Se entiende por albañales, los conductos cerrados que con diámetro y pendiente necesarios se construyan en los edificios para dar salida a toda clase de aguas servidas.

Art. 74. Los albañales podrán construirse:

- I. OCULTOS, en el piso bajo de los edificios, con tubos de barro vitrificado con sal, asbesto cemento, fierro fundido, concreto revestido interiormente de asfalto, que garantice su impermeabilidad. En todos los casos, los tubos serán lisos en su interior.
- II. VISIBLES, apoyados sobre el piso bajo o suspendidos de los elementos estructurales del edificio, con tubos de fierro fundido, revestidos interiormente con sustancias protectoras contra la corrosión, de fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido.

En cualquiera de estos casos, estarán debidamente protegidos.

Art. 75. Los tubos que se empleen para albañales serán de 15 centímetros de diámetro interior, cuando menos, deberán satisfacer las normas de calidad establecidas por la Secretaría de Industria y Comercio, o en su defecto, las que fije la autoridad sanitaria.

No podrán emplearse materiales distintos a los señalados en el artículo anterior para la construcción de albañales, sin la autorización de la autoridad sanitaria.

Art. 76. Los albañales se construirán bajo los pisos de los patios o pasillos de los edificios.

Quando a juicio de la autoridad sanitaria haya causa justificada que imposibilite la construcción de los albañales en los términos de este artículo, se permitirá su modificación.

Art. 77. Antes de proceder a la colocación de los tubos de albañal, se consolidará el fondo de la excavación para evitar asentamientos de terreno.

Art. 78. Los albañales se instalarán cuando menos a un metro de distancia de los muros.

Cuando por circunstancias especiales no se pueda cumplir con esta disposición, la instalación se hará con la protección necesaria contra asentamientos y posibles filtraciones, previa autorización de la autoridad sanitaria.

Art. 79. En los conductos para desagüe se usarán:

- I. Tubos de fierro fundido revestidos interiormente con sustancias protectoras contra la corrosión.
- II. Tubos de fierro galvanizado.
- III. Tubos de cobre.
- IV. Tubos de plástico rígido.
- V. De cualquier otro material que aprueben las autoridades sanitarias.

Los tubos para conductos desaguadores tendrán un diámetro no menor de 32 mm., ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2% para diámetros hasta de 76 mm., y para diámetros mayores, la pendiente mínima será de 1.5 %.

Art. 80. Cuando los conductos de desagüe, por razones estructurales sean construidos de tubos de otros materiales aceptados por la autoridad sanitaria, podrán estar descubiertos siempre que sus juntas y registros estén herméticamente cerrados y su interior revestido por materiales protectores contra la corrosión.

Art. 81. Los cambios de dirección de los albañales y las conexiones de ramales, se harán con deflexión de 45° como máximo.

Art. 82. Las piezas "T" para conexión de ramales de bajadas con albañales, sólo se permitirán cuando el cambio de dirección sea vertical a horizontal.

Art. 83. Los albañales se construirán con una pendiente no menor de 1.5%, salvo el caso en que sea necesario usar otros medios que satisfagan a la autoridad sanitaria.

Art. 84. Para facilitar la limpieza de los albañales, éstos estarán dotados de registros que se colocarán a distancia no mayor de diez metros. Los registros llevarán una cubierta que a la vez que se pueda remover con facilidad cierre ajustadamente.

Cuando por circunstancias especiales se autorice que los albañales ocultos pasen por alguna habitación, los registros estarán provistos de doble cubierta que a la vez que se puedan remover con facilidad cierre herméticamente.

En el lugar inmediato y anterior al cruzamiento del albañal con el límite del predio y la vía pública habrá un registro.

Art. 85. Los registros para los albañales ocultos, se construirán de acuerdo con los modelos aprobados por la autoridad sanitaria, y sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

Para profundidad hasta de un metro	40 x 60 cm.
Para profundidad hasta de dos metros	50 x 70 cm.
Para profundidad de más de dos metros ..	60 x 80 cm.
Las cubiertas no serán menores de	40 x 60 cm.

En los albañales visibles, los registros estarán constituidos por un orificio en el propio tubo no menor de 10 cm. de diámetro, provisto de tapa con cierre hermético.

Las tapas serán del mismo material del que se construya el albañal y estarán sujetas con soldadura de plomo, rosca o con abrazaderas.

Art. 86. En cada cambio de dirección y en cada conexión de las ramales con el albañal principal, se construirá un registro.

Art. 87. Los albañales estarán provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 centímetros de diámetro mínimo, de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido, hasta una altura no menor de 1.80 metros a partir del nivel del piso, pudiendo el resto ser de lámina galvanizada o de cualquier otro material aprobado por la autoridad sanitaria, y se prolongará 2 metros arriba de la azotea.

Cuando la altura mínima señalada para que el tubo ventilador sobresalga de la azotea no sea suficiente para eliminar las molestias por gases mal olientes, la autoridad sanitaria resolverá lo conducente.

No será necesario tubo ventilador en el origen del albañal, cuando se encuentre a una distancia no mayor de 3 metros de un excusado.

Art. 88. Las bajadas de agua pluvial serán de lámina galvanizada, fierro fundido o de otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria, y se fijarán de una manera sólida a los muros.

Art. 89. Las bajadas de agua pluvial no podrán utilizarse como tubos ventiladores.

Art. 90. Las bajadas pluviales, se conectarán al albañal por medio de un sifón o de una coladera con obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores, colocada abajo del tubo de descarga. La parte inferior del tubo de bajada, se encontrará cortada a pluma, cuando descargue sobre coladera. La conexión podrá ser directa, sin sifón

ni coladera cuando las bocas de entrada del agua o las bajadas, se localicen en azoteas no transitadas y a una distancia no menor de 3 metros de cualquier vano de ventilación.

- Art. 91. Queda prohibido el sistema llamado de gárgolas o canales, que descarguen a chorro desde las azoteas.
- Art. 92. Los desagües pluviales de marquesinas y saledizos, se harán por medio de tuberías de fierro fundido, fierro galvanizado, asbesto cemento, cobre o plástico rígido, empotradas en los muros o adheridos a ellos, y su descarga final será en el interior del propio edificio, en la forma especificada por este Reglamento para los desagües pluviales.
- Art. 93. Los desagües de albercas, fuentes, refrigeradores, bebederos y en general instalaciones que eliminen aguas no servidas, descargarán mediante coladeras con obturación hidráulica, provistas de tapa a prueba de roedores, en los términos señalados en este Reglamento para la eliminación de aguas pluviales.
- Art. 94. Los tubos de descarga de los excusados, serán de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido y se colocarán en el paramento exterior de los muros o empotrados en los mismos.
- Art. 95. Los propietarios de edificios situados en calles donde exista alcantarillado tendrán la obligación de solicitar a la Autoridad Municipal, la conexión del albañal de los mismos edificios, con la red de alcantarillado. Al conceder la conexión del albañal con la atarjea correspondiente, la autoridad municipal o la que haga sus veces, decidirá si la conexión de referencia requiere la instalación de algún procedimiento que coadyuve a corregir posibles obturaciones en el albañal. El procedimiento que se requiera lo señalará la autoridad correspondiente, y se lo dará a conocer al interesado, el cual tendrá la obligación de instalarlo en el edificio.
- Art. 96. La comunicación directa o indirecta de todos los conductos desaguadores con los albañales, se hará por medio de obturadores hidráulicos, fijos, provistos de ventilación directa.
- Art. 97. Los tubos ventiladores que sirven para dar salida a los gases procedentes de los albañales y de los conductos desaguadores, serán de fierro fundido, galvanizado, de cobre, de asbesto cemento o de plástico rígido y podrán estar colocados en el paramento exterior de los muros o empotrados en los mismos, y su diámetro mínimo será de 5 centímetros.

Cuando se trate de tubos de ventilación directa de cualquiera de los muebles sanitarios, con excepción del excusado, el diámetro no será inferior a la mitad del que tenga el conducto desaguador que ventila, y en ningún caso, menor de 32 mm.

98. Cuando el mismo tubo ventilador sirva para varios excusados, colocados a distintas alturas, se ligarán los sifones entre sí por medio de un tubo de 38 mm. de diámetro que termine en el de ventilación arriba del excusado más alto.
- Art. 99. Cuando haya un grupo de excusados en una sola planta de un edificio, conectados al mismo tubo de descarga, un solo tubo de ventilación puede servir para los excusados, siempre que el número de éstos no exceda de cinco.
- Quando haya un grupo de mingitorios conectados al mismo tubo de descarga, un solo tubo de ventilación puede servir para dichos mingitorios, siempre que no excedan de ocho.
- Art. 100. Las conexiones de los tubos de fierro fundido, se harán por medio de estopa y plomo; las de fierro y plomo; las de fierro no fundido con uniones de rosca, las de tubo de plomo con plomo, las de cobre o plomo y, las de tubo de barro o de cemento con mortero de cemento y arena en la proporción de 1 por 2.
- Art. 101. Queda absolutamente prohibido hacer conexiones taladrando los tubos, pues en cada caso deberán emplearse las piezas especiales para el objeto y los materiales señalados por este Reglamento.
- Art. 102. Todo tubo de descarga comunicará con el albañal por intermedio de un sifón hidráulico. Se permitirá que un mismo sifón sirva para dos tubos de descarga a la vez cuando la distancia entre estos dos tubos y el sifón no excede a de sesenta centímetros.
- Art. 103. Se procurará que los sifones queden junto de las aberturas superiores de los tubos que comuniquen con el albañal; pero de no ser esto posible, la distancia que los separe de las aberturas no podrá ser mayor de 60 centímetros.
- Art. 104. Los tubos de fierro fundido o de otros materiales metálicos aprobados por las autoridades sanitarias, que por cualquier circunstancia hayan de quedar ocultos en el suelo, deberán protegerse con una capa de asfalto o con preparaciones antioxidantes.
- Art. 105. Cuando a juicio de las autoridades respectivas, el sistema de saneamiento de un edificio pareciere defectuoso en su funcionamiento, se practicará la respectiva prueba de agua o de aire, y en su caso se ordenará corregirlo inmediatamente a cargo del propietario.

Art. 106. Sólo podrá autorizarse la instalación de fosas sépticas o plantas de tratamiento de aguas negras para edificios ubicados en lugares que se encuentren fuera del perímetro de las redes de saneamiento y en tanto no existan servicios de atarjeas.

Toda fosa séptica o planta de tratamiento de aguas negras será de material y capacidad aprobados por las autoridades sanitarias.

Art. 107. Ninguna autoridad podrá autorizar la construcción o instalación de plantas de tratamiento de aguas negras, sin la previa aprobación de las autoridades sanitarias.

Art. 108. Las fosas sépticas llenarán las siguientes condiciones:

- a) Constarán de una cámara de fermentación, de un departamento de oxidación y de un pozo absorbente o bien, drenes para irrigación sub-superficial.
- b) La cámara de fermentación o de acción séptica deberá ser cubierta, construida y revestida con material impermeable, calculándose su capacidad a razón de 150 litros por persona y por día. La capacidad mínima será para 10 personas.
- c) La cámara de fermentación o séptica, estará provista de dispositivos para que las aguas negras al llegar a ella, lo hagan en forma lenta y sin agitación.
- d) La cámara de oxidación o lecho bacteriano se encontrará descubierto, conteniendo material poroso como tezontle, piedra quebrada o grava que se utilizará como medio filtrante oxidante.
- e) En el caso de no disponer de terreno, y para la fosa séptica mínima, el lecho bacteriano se encontrará cubierto, con un tubo ventilador de veinte centímetros de diámetro como mínimo.
- f) Al tanque séptico descargarán únicamente las aguas negras que provengan de excusados, mingitorios y fregaderos de cocina.

La autoridad sanitaria dispondrá, si las aguas procedentes de baños, lavabos y del filtro oxidante, descargarán directamente a drenes superficiales o a pozos absorbentes.

Art. 109. La autoridad sanitaria decidirá el procedimiento técnico para el tratamiento de aguas negras, en los casos en que no se usen los citados en artículos anteriores.

CAPITULO VII

De las cocinas, estufas, chimeneas, dispositivos para calefacción y otros.

- Art. 110. Todo edificio destinado a habitación, tendrá una cocina para la preparación de alimentos, independiente de los espacios destinados a habitación.
- Art. 111. Las cocinas tendrán luz y ventilación directas por medio de ventanas a espacios libres, cuya superficie será de 1/6 del área del piso y, en ningún caso, menor de un metro cuadrado.
- Art. 112. Queda prohibido establecer cocinas en el interior de los locales destinados a dormitorio.
- Art. 113. Para la instalación de toda clase de equipos permanentes de calefacción, ya sea en edificios destinados a habitación o para cualquier otro uso, se requiere la aprobación del proyecto respectivo por las autoridades sanitarias correspondientes.
- Art. 114. La instalación de calderas para calefacción central o para agua caliente, en los edificios para habitación, se hará de manera que no cause molestias ni constituya peligro.
- Art. 115. Las estufas, caloríferos, hornos y todo aparato que produzca humo o gas proveniente de la combustión, contarán con dispositivos especiales para su eliminación y estarán contruidos o colocados de manera que eviten el peligro de incendio o de intoxicación.
- Art. 116. Las chimeneas para calefacción en el interior de las habitaciones, deberán ser de materiales incombustibles y estarán provistas de un tiro para la salida de gases y humos de combustión.
- Art. 117. Los tubos o tiros para la salida de humos o gases de combustión, se prologarán por lo menos hasta dos metros arriba de las azoteas o muros de arrimo que estén a menos de diez metros de distancia de dichos tubos.

Las autoridades sanitarias podrán exigir mayor altura de la señalada o la colocación de dispositivos especiales, si se comprueba que los gases, humos o el hollín, molestan a los vecinos o causan daño a propiedades de éstos.

CAPITULO VIII

Provisión de gas en los edificios.

Art. 118. En los edificios unifamiliares, los recipientes de gas se colocarán a la intemperie, en lugares ventilados, en patios, jardines o azoteas donde no queden expuestos a deterioros accidentales por personas, vehículos u otros medios. En los multifamiliares, dichos recipientes estarán protegidos por medio de una jaula resistente que evite el acceso de niños y personas ajenas al manejo, mantenimiento y conservación del equipo.

Los recipientes se colocarán sobre un piso debidamente consolidado, donde no existan flamas o materiales inflamables, pasto o hierba y protegidos debidamente para evitar riesgos de incendio o explosión.

Art. 119. Las tuberías que conduzcan el gas, así como las válvulas, conexiones y recipientes en general, llenarán las especificaciones exigidas por la Secretaría de Industria y Comercio y por las leyes y reglamentos respectivos.

Las tuberías de conducción de gas se podrán instalar ocultas en el subsuelo de los patios o jardines, o bien, visibles, convenientemente adosadas a los muros, en cuyo caso estarán localizadas 1.80 metros como mínimo sobre el piso.

Queda prohibido el paso de tuberías conductoras de gas por el interior de las piezas destinadas a dormitorios, a menos que estén alojadas dentro de otro tubo, cuyos extremos estén abiertos al aire exterior.

Art. 120. Los calentadores de gas para agua, podrán colocarse en patios o azoteas y cuando se instalen en cocinas, deberán colocarse adosados a algunos de los muros que limiten con el exterior y provistos de un sistema que permita una ventilación constante.

Art. 121. Queda prohibida la instalación de calentadores de agua que usen gas como combustible en el interior de los cuartos para baño. Se permitirá la existencia de estos calentadores en dichos cuartos, en los edificios construidos con anterioridad a este Reglamento, siempre que el local disponga de una renovación de aire constante.

Art. 122. En caso de calefacción por gas, las instalaciones correspondientes serán de tipo fijo, y los gases, productos de la combustión, tendrán salida hacia el exterior por medio de tiro o chimeneas.

Los fabricantes de los calefactores de gas, que por su diseño no requieran tiro o chimenea, solicitarán de las autoridades sanitarias, previamente a la iniciación de ventas, la autorización de uso correspondiente, misma que les será concedida siempre que demuestren que el aparato diseñado efectúa una combustión completa. Los calefactores de gas de cualquier tipo, estarán provistos de elementos de seguridad que impidan la salida del gas combustible, cuando no se encuentren funcionando.

CAPITULO IX

De los garages.

Art. 123. Los edificios multifamiliares, de oficinas y en general, todo edificio destinado a fines comerciales, con excepción de los de viviendas mínimas, tendrán garage para guardar vehículos de combustión interna, que reunirá las condiciones siguientes:

- a) Estará preferentemente ubicado en el mismo edificio.
- b) Podrá estar en otro predio siempre que éste se encuentre dentro de una distancia no mayor de 150 metros, y sea de uso exclusivo del edificio de que se trate.

En este caso, su destino o servidumbre se comprobará mediante la inscripción en el Registro Público de la Propiedad.
- c) Tendrá capacidad para alojar los vehículos del 50 % como mínimo del número total de unidades rentables.
- d) El piso será de material impermeable a prueba de roedores, tendrá pendiente limitada entre 1 y 3 % hacia coladeras de obturación hidráulica fija, provistas de tapa, también a prueba de roedores.
- e) Los muros que lo limiten serán de material incombustible, impermeable y a prueba de roedores.
- f) En locales cerrados, la cubierta será de material incombustible la iluminación podrá ser natural o artificial, y la ventilación será proporcionada por medio de claros cuya superficie total sea igual a la quinta parte, como mínimo, de la superficie del piso.

Cuando no se pueda dar ventilación natural al garage, ésta se proporcionará por

medios mecánicos que renueven efectivamente el aire cuando menos 6 veces por hora. En cualquiera de los casos, los productos derivados de la combustión, (humo, gases) se extraerán mecánicamente por medio de dispositivos que los desalojen sobre el nivel de las azoteas más altas que se encuentren en un radio de 10 metros independientemente de los medios de ventilación del local.

Las bocas de los ductos para extracción, estarán colocados sobre el nivel del piso, y se protegerán con rejillas metálicas a prueba de roedores.

g) Tendrán hidrantes, en cantidad suficiente para las necesidades del local.

h) Contarán con extinguidores de acción química y depósitos con arena, convenientemente colocados en prevención de incendios o explosiones.

Art. 124. En el caso de edificios unifamiliares que tengan garage, este tendrá piso revestido con material impermeable, depósitos de arena y extinguidor.

Art. 125. Los edificios construidos con anterioridad a la vigencia de este Reglamento, que carezcan de garage, en caso de ampliación deberán construirlo en los términos del presente ordenamiento.

CAPITULO X

De las obligaciones de propietarios e inquilinos

Art. 126. Los propietarios de los edificios, independientemente de lo que sobre el particular establezcan los contratos que lleven a cabo con los inquilinos, serán los responsables ante las autoridades sanitarias, de la conservación, buen estado y mantenimiento de las instalaciones y servicios sanitarios, muros, pisos, techos y, en general de los propios edificios, con el fin de que éstos se encuentren ajustados a lo dispuesto en este Reglamento.

Art. 127. Los inquilinos tienen la obligación de mantener en buen estado de aseo, las habitaciones que ocupen, haciendo el uso apropiado de los servicios sanitarios y evitando aglomeraciones de personas o de animales que puedan perjudicar la higiene de los habitantes de los edificios.

Art. 128. En los edificios destinados a departamentos, los propietarios están obligados a mantener aseados los patios generales, los de servicio, excusados, mingitorios, baños y depósitos de agua que sean de uso común para los inquilinos, así c

todas aquellas partes del edificio que no pertenezcan a las habitaciones o departamentos.

- Art. 129. La limpieza de patios, excusados, tinacos, pisos y muros de uso exclusivo para cada departamento, serán por cuenta de los inquilinos ocupantes del edificio.
- Art. 130. Cuando las instalaciones de servicios sanitarios, calefacción, iluminación, ventilación y en general cualquier parte de las construcciones de los edificios, ocasionen daños a los colindantes, por lo que respecta a la salubridad, los propietarios están obligados a corregir las deficiencias que se señalen, a satisfacción de las autoridades sanitarias.
- Art. 131. Los propietarios o inquilinos de los edificios en la parte que a cada uno corresponde, están obligados a extraer diariamente las basuras de los patios, habitaciones, azoteas o departamentos, depositándolas en botes metálicos con tapa de cierre ajustado, previamente a su retiro del edificio.
- Art. 132. Tanto los propietarios como los inquilinos, están obligados a que los obturadores hidráulicos establecidos en los patios generales de servicio, o especiales de los departamentos, tengan agua en todo tiempo para evitar malos olores.
- Art. 133. Cuando las dependencias de un edificio se destinen a usos comerciales o industriales, las obras de acondicionamiento sanitario que se requieran, queden a cargo de los inquilinos, así como su conservación y mantenimiento.
- Las obras de acondicionamiento no deberán alterar las condiciones sanitarias del edificio y para ejecutarlas se requiere la autorización del propietario.
- Art. 134. Los inquilinos que ocupen viviendas, departamentos o accesorias en los edificios, están obligados a permitir la ejecución de las obras que ordenen las autoridades sanitarias, cuando no se requiera la desocupación total.

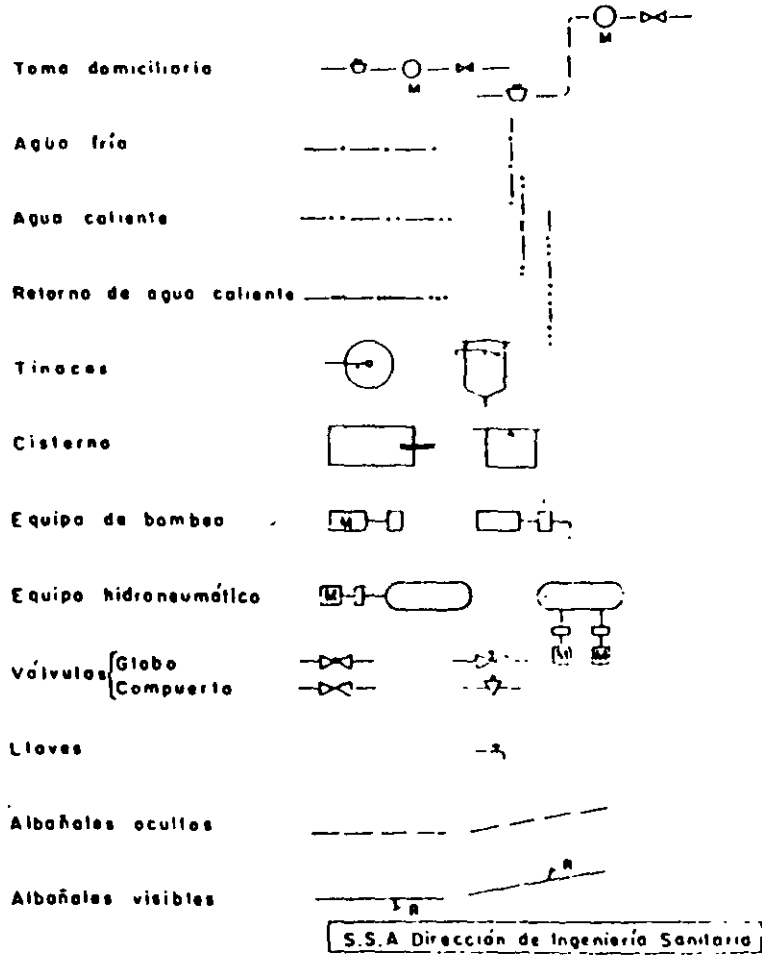
CAPITULO XI

Sanciones

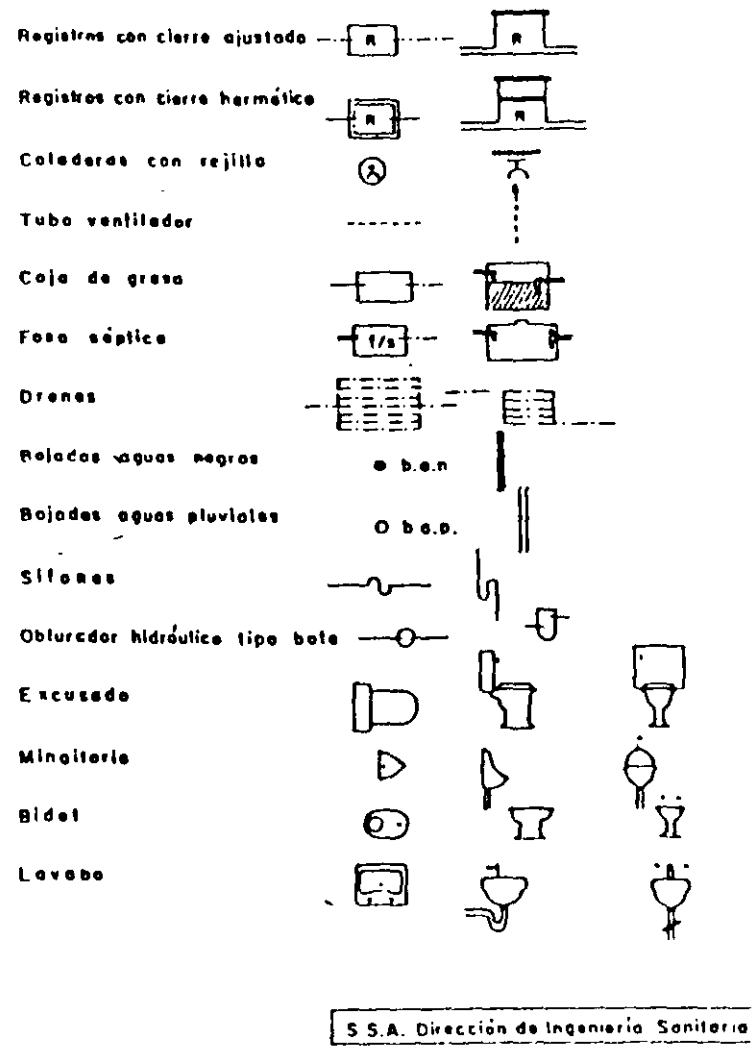
- Art. 135. La calificación, imposición y notificación de las sanciones por violaciones al presente Reglamento, se harán de acuerdo con lo que fije el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos y en la misma forma, el procedimiento por inconformidad con la sanción impuesta, será el que establezca el propio Código.

SIMBOLOGIA CONVENCIONAL EN CUMPLIMIENTO DEL ARTICULO 4º DEL REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVA A EDIFICIOS
(Diario Oficial de 20 de Mayo de 1964)

①



②











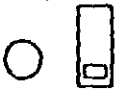




REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS

Tino		③
Fregadero		
Regadera		
Veredero		
Lavadora		
Lavadero		
Bebedero		
Refrigerador		
Calderas		
Equipo de aire acondicionado		
Alberca		
Chimeneas		
Bote de basura		
Puertas		
SSA. Dirección de Ingeniería Sanitaria		

Muro		④
Ventana		
Patio		
Tregolaz		
Linterilla		
Iluminación y ventilación por desnivel		
Jardín		
Escalera		
Piso de Mosaico		
Lambrines		
Extintidor		
Caja de Manguera		
Depósito de Arena		
Extractor con rejilla		
SSA. Dirección de Ingeniería Sanitaria		

INSTALACIONES PARA GAS

⑤

Estufa con un quemador		EQ
Estufa con dos quemadores		E2Q
Estufa con tres quemadores		E3Q
Estufa con tres quemadores y horno		E3QH
Estufa con cuatro quemadores		E4Q
Estufa con cuatro quemadores y horno		E4QH
Estufa con cuatro quemadores horno y comal		E4QHC
Calentador con rejilla		CAL
Calentador de agua con almacenamiento		CP
Calentador de agua al paso		
Válvula de paso (Globo)		
Válvula de paso (Macho)		
Regulador de recipientes portátiles		

S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria

APENDICE B

**REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
PARA EL
DISTRITO FEDERAL***

(Extractos)

PROYECTO ARQUITECTONICO

CAPITULO III

**Requerimientos de higiene, servicios
y acondicionamiento ambiental**

Art. 82. Las edificaciones deberán estar provistas de servicios de agua potable capaces de cubrir las demandas mínimas de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.

Art. 83. Las edificaciones estarán provistas de servicios sanitarios con el número mínimo, tipo de muebles y sus características que se establecen a continuación:

* Publicado en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal el 2 de agosto de 1963

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

- I. Las viviendas con menos de 45 m² contarán, cuando menos con un excusado, una regadera y uno de los siguientes muebles: lavabo, fregadero o lavadero;
- II. Las viviendas con superficie igual o mayor a 45 m² contarán cuando menos, con un excusado, una regadera, un lavabo, un lavadero y un fregadero,
- III. Los locales de trabajo y comercio con superficie hasta 120 m² y hasta quince trabajadores o usuarios contarán, como mínimo, con un excusado y un lavabo o vertedero;
- IV. En los demás casos se proveerán los muebles sanitarios de conformidad con lo dispuesto en la Normas Técnicas Complementarias.

Art. 84. Las albercas públicas contarán cuando menos con:

- I. Equipos de recirculación, filtración y purificación de agua;
- II. Boquillas de inyección para distribuir el agua tratada y de succión para los aparatos limpiadores de fondo, y
- III. Rejillas de succión distribuidas en la parte honda de la alberca, en número y dimensiones necesarias para que la velocidad de salida del agua sea la adecuada para evitar accidentes a los nadadores.

Art. 85. Las edificaciones que requieran licencia de uso de suelo con dictámen aprobatorio, según lo que establece el artículo 53 de este Reglamento, con una altura de más de cuatro niveles, en lo que se refiere al almacenamiento y la eliminación de la basura, deberán observar lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias.

Art. 86. Deberán ubicarse uno o varios locales para almacenar depósitos o bolsas de basura, ventilados y a prueba de roedores, en los siguientes casos y aplicando los índices mínimos de dimensionamiento:

- I. Conjuntos habitacionales con más de 50 viviendas, a razón de 40 lt./hab, y
- II. Otros usos no habitacionales con más de 500 m², sin incluir estacionamientos, a razón de 0.01 m² por m² construido.

Art. 87. Las obras para almacenar residuos sólidos peligrosos, químico-tóxicos y radiactivos se ajustarán al presente Reglamento, a sus Normas Técnicas Complementarias y a Leyes y Reglamentos aplicables.

Art. 88. Las edificaciones que produzcan contaminación por humos, olores, gases y vapores, energía térmica o lumínica, ruidos y vibraciones, se sujetarán a lo dispuesto por las Leyes y Reglamentos aplicables en materia de contaminación ambiental.

Art. 90. Las edificaciones que se destinen a industrias y establecimientos deberán utilizar Agua Residual Tratada en sus obras de edificación y contar con la red hidráulica necesaria para su uso, de conformidad con lo establecido en el artículo 77 del Reglamento de Agua y Drenaje para el Distrito Federal.

CAPITULO VI

Instalaciones

Sección primera

Instalaciones hidráulicas y sanitarias

- Art. 150. Los conjuntos habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a diez metros de columna de agua, deberán contar con cisternas calculadas para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable de la edificación y equipadas con sistema de bombeo.
- Las cisternas deberán ser completamente impermeables, tener registros con cierre hermético y sanitario y ubicarse a tres metros cuando menos, de cualquier tubería permeable de aguas negras.
- Art. 151. Los tinacos deberán colocarse a una altura de, por lo menos, dos metros arriba del mueble sanitario más alto. Deberán ser de materiales impermeables e inoctrinos y tener registros con cierre hermético y sanitario.
- Art. 152. Las tuberías, conexiones y válvulas para agua potable deberán ser de cobre rígido, cloruro de polivinilo, fierro galvanizado o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.
- Art. 153. Las instalaciones de infraestructura hidráulica y sanitaria que deban realizarse en el interior de predios de conjuntos habitacionales y otras edificaciones de gran magnitud, previstas en la fracción II del artículo 53 del Reglamento, deberán sujetarse a lo que disponga el Departamento para cada caso.
- Art. 154. Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua; los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto, y dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio; y los lavabos, y las tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de diez litros por minuto.
- Art. 155. En las edificaciones establecidas en la Fracción II del Artículo 53 de este Reglamento, el Departamento exigirá la realización de estudios de factibilidad de tratamiento y reúso de aguas residuales, sujetándose a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos aplicables, para definir la obligatoriedad de tener separadas sus instalaciones en agua pluviales, jabonosas y negras las cuales se canalizarán por sus respectivos albañales para su uso, aprovechamiento o desalojo; de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.
- Art. 156. En las edificaciones de habitación unifamiliar de hasta 500 m² y consumos máximos de agua de 1000 m³ bimestrales, ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües serán separados, uno para aguas pluviales y otro para aguas residuales. En el resto de las edificaciones los desagües se harán separados y estarán sujetos a los proyectos de uso racional de agua, reúso, tratamiento, regularización y sitio de descarga que apruebe el departamento.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

- Art. 157. Las tuberías de desagüe de los muebles sanitarios deberán de ser de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, cloruro de polivinilo o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.
- Las tuberías de desagüe tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2 %.
- Art. 158. Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen agua a chorro fuera de los límites propios de cada predio.
- Art. 159. Las tuberías o albañales que conducen las aguas residuales de una edificación hacia afuera de los límites de su predio, deberán ser de 15 cm de diámetro como mínimo, contar con una pendiente mínima de 2 % y cumplir con las normas de calidad que expida la autoridad competente.
- Los albañales deberán estar provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 cm de diámetro mínimo que se prolongará cuando menos 1.5 m arriba del nivel de la azotea de la construcción.
- La conexión de tuberías de desagüe con albañales deberá hacerse por medio de obturadores hidráulicos fijos, provistos de ventilación directa.
- Art. 160. Los albañales deberán tener registros colocados a distancias no mayores de 10 m entre cada uno y en cada cambio de dirección del albañal. Los registros deberán ser de 40 x 60 cm, cuando menos, para profundidades de hasta un metro; de 50 x 70 cm, cuando menos para profundidades mayores de uno hasta dos metros y de 60 x 80 cm, cuando menos, para profundidades de más de dos metros. Los registros deberán tener tapas con cierre hermético, a prueba de roedores. Cuando un registro deba colocarse bajo locales habitables o complementarios, o locales de trabajo y reunión deberán tener doble tapa con cierre hermético.
- Art. 161. En las zonas donde no exista red de alcantarillado público, el Departamento autorizará el uso de fosas sépticas de procesos bioenzimáticos de transformación rápida, siempre y cuando se demuestre la absorción del terreno.
- A las fosas sépticas descargarán únicamente las aguas negras que provengan de excusados y mingitorios.
- En el caso de zonas con suelos inadecuados para la absorción de las aguas residuales, el Departamento determinará el sistema de tratamiento a instalar.
- Art. 162. La descarga de agua de fregaderos que conduzcan a pozos de absorción o terrenos de oxidación deberán contar con trampas de grasa registrables. Los talleres de reparación de vehículos y las gasolineras deberán contar en todos los casos con trampas de grasa en las tuberías de agua residual antes de conectarlas a colectores públicos.
- Art. 163. Se deberán colocar desarenadores en las tuberías de agua residual de estacionamientos públicos descubiertos y circulaciones empedradas de vehículos.
- Art. 163. bis. En las construcciones en ejecución, cuando haya necesidad de bombear el agua freática durante el proceso de cimentación, o con motivo de cualquier desagüe que se requiera, se descargará el agua en un decantador para evitar que sólidos en suspensión azolven la red de alcantarillado. Queda prohibido desalojar agua al arroyo de la calle o la coladera pluvial, debiéndose instalar desde el inicio de la construcción el albañal

autorizado que se conecta al drenaje.

- Art. 164. En las edificaciones ubicadas en calles con red de alcantarillado público, el propietario deberá solicitar al Departamento la conexión del albañal con dicha red, de conformidad de lo que al efecto dispone el Reglamento de Agua y Drenaje para el Distrito Federal y pagar los derechos que establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

**NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS
DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES
HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

C. REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE

Tipología	Subgénero	Dotación mínima	Observaciones	
I.	HABITACIÓN	Vivienda	150 Lts./Hab./día	a
II.	SERVICIOS			
II.1	OFICINAS	Cualquier tipo	20 Lts./m ² /día	a, c
II.2	COMERCIO	Locales comerciales Mercados Baños públicos Lavanderías de autoservicio	6 Lts./m ² /día 100 Lts./puesto/día 300 Lts./baño/segadora/día 40 Lts./kilo de ropa seca	a b
II.3	SALUD	Hospitales, clínicas y centros de salud Orfanatos y asilos	800 Lts./cama/día 300 Lts./huésped/día	a, b, c a, c
II.4	EDUCACIÓN Y CULTURA	Educación elemental Educación media y superior Exposiciones temporales	20 Lts./alumno/turno 25 Lts./alumno/turno 10 Lts./sesión/día	a, b, c a, b, c b
II.5	RECREACIÓN	Alimentos y bebidas Entretimiento Circos y ferias Dotación para animales, en su caso Recreación social Deportes al aire libre, con baño y vestidores Estadios	12 Lts./comida 8 Lts./espectador/día 10 Lts./espectador/día 25 Lts./animal/día 25 Lts./espectador/día 150 Lts./espectador/día 10 Lts./espectador/día	a, b, c a, b b a, c a a, c
II.6	ALOJAMIENTO	Hotels, moteles y casas de huéspedes	300 Lts./huésped/día	a, c
II.7	SEGURIDAD	Reclusorios Cuarteles	150 Lts./interno/día 150 Lts./persona/día	a, c a, c
II.8	COMUNICACIONES Y TRANSPORTE	Estaciones de transporte Estacionamientos	10 Lts./pasajero/día 2 Lts./m ² /día	c
III.	INDUSTRIA	Industria donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto desecho Otras industrias	100 lts./Trabajador 30 lts./Trabajador	
IV.	ESPACIOS ABIERTOS	Jardines y parques	5 Lts./m ² /día	

Observaciones

- a) Las necesidades de riego se considerarán por separado a razón de 5 Lts./m²/día.
- b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se considerarán por separado a razón de 100 Lts./trabajador/día
- c) En lo referente a la capacidad del almacenamiento de agua para sistemas contra incendios deberá observarse lo dispuesto en el artículo 122 de este Reglamento.

D. REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIOS SANITARIOS

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
II SERVICIOS II.1 OFICINAS	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	3	2	—
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	—
II.2 COMERCIO.	Hasta 25 empleados	2	2	—
	De 26 a 50	3	2	—
	De 51 a 75	4	2	—
	De 76 a 100	5	3	—
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	—
II.2.8 BAÑOS PÚBLICOS:	Hasta 4 usuarios	1	1	2
	De 5 a 10	2	2	1
	De 11 a 20	3	3	4
	De 21 a 50	4	4	8
	Cada 50 adicionales o fracción	3	3	4
II.3 SALUD:	Sales de esperz:			
	Por cada 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	3	2	—
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	—
	Cuartos de carnes:			
	Hasta 10 carnes	1	1	1
	De 11 a 25	3	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
	Empleados:			
	Hasta 25 empleados.	2	2	—
	De 26 a 50	3	2	—
De 51 a 75	4	2	—	
De 76 a 100	5	3	—	
Cada 100 adicionales o fracción	3	2	—	
II.4 EDUCACIÓN Y CULTURA EDUCACIÓN ELEMENTAL MEDIA SUPERIOR:	Cada 50 alumnos	2	2	—
	Hasta 75 alumnos	3	2	—
	De 76 a 150	4	2	—
	Cada 75 adicionales o fracción	2	2	—
CENTROS DE INFORMACIÓN:	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	4	4	—
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	—
INSTALACIONES PARA EXHIBICIONES.	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 400	4	4	—
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	—

NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Pegaderas
II.5 RECREACIÓN	Entretimiento:			
	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	4	4	—
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	—
	Deportes y Recreación:			
	Canchas y centros deportivos:			
	Hasta 100 personas	2	2	2
	De 101 a 200	4	4	4
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	2
	Estadios:			
Hasta 100 personas	2	2	—	
De 101 a 200	4	4	—	
Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	—	
II.6 ALOJAMIENTO.	Hasta 10 huéspedes	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	2	1
II.7 SEGURIDAD	Hasta 10 personas	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
II.8 SERVICIOS FUNERARIOS.	Funerarias y velatorias:			
	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200 personas	4	4	—
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	—
II.9 COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.	Estacionamientos:			
	Empleados	1	1	—
	Público	2	2	—
	Terminales y estaciones de transporte:			
	Hasta 100 personas	2	2	1
	De 101 a 200	4	4	2
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	1
	Comunicaciones:			
	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	3	2	—
Cada 100 adicionales o fracción	2	1	—	

NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
III. INDUSTRIAS	Industrias, almacenes y bodegas donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto de escape:			
	Hasta 25 personas	2	2	2
	De 26 a 50	3	3	3
	De 51 a 75	4	4	4
	De 76 a 100	5	4	4
	Cada 100 adicionales o fracción	3	3	3
	Otras industrias, almacenes y bodegas:			
	Hasta 25 personas	2	1	1
	De 26 a 50	3	2	2
	De 51 a 75	4	3	2
	De 76 a 100	5	3	3
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	2
IV. ESPACIOS ABIERTOS	Jardines y parques:			
	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 400	4	4	—
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	—

En edificaciones de comercio los sanitarios se proporcionarán para empleados y público en partes iguales, dividiendo entre dos las cantidades indicadas.

En los baños públicos y en deportes al aire libre se deberá contar, además, con un estidor, casillero o similar por cada usuario.

En baños de vapor o de aire caliente se deberán colocar adicionalmente dos regaderas de agua caliente y fría y una de presión.

- V. Los excusados, lavabos y regaderas a que se refiere la tabla de la fracción anterior, se distribuirán por partes iguales en locales separados para hombres y mujeres. En los casos en que se demuestre el predominio de un sexo sobre otro entre los usuarios, podrá hacerse la proporción equisiente, señalándolo así en el proyecto.
- VI. En el caso de locales sanitarios para hombres será obligatorio agregar un mingitorio por locales con un máximo de dos excusados. A partir de locales con tres excusados, podrá sustituirse uno de ellos por un mingitorio, sin necesidad de recalcular el número de excusados. El procedimiento de sustitución podrá aplicarse a locales con mayor número de excusados, pero la proporción entre éstos y los mingitorios no excederá de uno a tres.
- VII. Todas las edificaciones, excepto de habitación y alojamiento, deberán contar con bebedores o con depósitos de agua potable en proporción de uno por cada treinta trabajadores o fracción que exceda de quince, o uno por cada cien alumnos, según sea el caso.
- VIII. En industrias y lugares de trabajo donde el trabajador esté expuesto a contaminación por venenos o materiales irritantes o infecciosos, se colocará un lavabo adicional por cada diez personas.
- IX. En los espacios para muebles sanitarios se observarán las siguientes dimensiones mínimas libres:

		Frente (m)	Fondo (m)
Uso doméstico y baños en cuartos de hotel	Excusado	0.70	1.05
	Lavabo	0.70	0.70
	Regadera	0.70	0.70
Baños públicos	Excusado	0.75	1.10
	Lavabo	0.75	0.80
	Regadera	0.80	0.80
	Regadera a presión	1.20	1.20

En baños y sanitarios de uso doméstico y cuartos de hotel, los espacios libres que quedan al frente y a los lados de excusados y lavabos podrán comunes a dos o más muebles.

NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDM EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

- X. En los sanitarios de uso público indicados en la tabla de la fracción IV se deberá destinar, por lo menos, un espacio para excusado de cada diez o fracción, a partir de cinco, para uso exclusivo de personas impedidas. En estos casos, las medidas del espacio para excusado serán de 1.70 x 1.70 m., y deberán colocarse pasamanos y otros dispositivos que establezcan las Normas Técnicas Complementarias correspondientes.
- XI. Los sanitarios deberán ubicarse de manera que no sea necesario para cualquier usuario subir o bajar más de un nivel o recorrer más de 50 metros para acceder a ellos.
- XII. Los sanitarios deberán tener pisos impermeables y antideslizantes y los muros de las regaderas deberán tener materiales impermeables hasta una altura de 1.50 m. y
- XIII. El acceso a cualquier sanitario de uso público se hará de tal manera que al abrir la puerta no se tenga la vista a regaderas, excusados y mingitorios.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA 008 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

8 AL 12 DE MARZO

TEMA INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

Sistemas de tanque hidroneumático

**M. en I. ENRIQUE CÉSAR VALDEZ
PALACIO DE MINERÍA
MARZO DEL 2004**

Instalaciones Sanitarias para Edificios

*Enrique César Valdez
Juan Carlos Gutiérrez Quintana*

Volumen

3

*Sistemas de Tanque
Hidroneumático*



UNAM
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica
Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Instalaciones Sanitarias para Edificios

Enrique César Valdez
Juan Carlos Gutiérrez Quintana

Prohibida la reproducción total o parcial de
estos apuntes, por cualquier medio, sin autorización
escrita de los editores.

Derechos reservados:

© 1997, FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
AV. UNIVERSIDAD E INSURGENTES SUR
DELEGACION COYOACAN
C.P. 04510
E-MAIL: cesarv@servidor.unam.mx

PRIMERA EDICION: 1997

SISTEMAS DE TANQUE HIDRONEUMATICO

INDICE

Capítulo		Página
	Introducción	
9	Fundamentos teóricos del sistema	113
	9.1 Descripción del sistema hidroneumático	113
	9.2 Componentes del sistema típico	114
10	Tecnología disponible en el mercado	129
	10.1 Sistemas hidroneumáticos convencionales	129
	10.2 Operación de los sistemas convencionales	129
	10.3 Sistemas hidroneumáticos con tanque de membrana	153
	10.4 Operación de los sistemas con tanque de membrana	153
11	Diseño de un sistema de tanque hidroneumático	155
	11.1 Determinación del gasto máximo instantáneo	155
	11.2 Selección del equipo de bombeo	155
	11.3 Determinación de las presiones de trabajo del tanque y los niveles de agua	161
	11.4 Determinación de la capacidad y tamaño del tanque mediante la ley de Boyle	165
12	Recomendaciones de construcción y operación	187
	12.1 Sustentación del tanque	187
	12.2 Tubería	188
	12.3 Válvulas	189
	12.4 Protección del aire	189
	12.5 Sistemas de operación y control	189
	12.6 Ubicación del tanque hidroneumático	189
	Apéndice D	191

INTRODUCCION

Desde la aparición del género humano sobre la faz de la tierra, el agua ha sido la sustancia más importante de subsistencia y desarrollo del hombre. Simplemente el dejar de consumirla, puede acabar con la vida. El uso y consumo de ella, ha permitido que se pueda aplicar a la cosecha de alimentos que sustentan la vida, criar animales que son de ayuda para alimentar, vestir y proporcionar objetos que son de uso cotidiano; con ella, el hombre puede recibir aseo y así asegurar salud para su cuerpo, y hasta ha servido como medio de recreación y convivencia entre los individuos. Del buen manejo y aprovechamiento de este recurso natural, dependerá en gran medida la permanencia del hombre en la superficie terrestre.

El aire por su parte, es la esencia misma de la vida. Con la ausencia de él, la existencia de todo ser vivo se reduciría a unos cuantos minutos. Esta sustancia ha permitido que la vida se desarrolle y permanezca hasta nuestros días. En este volumen de Instalaciones Sanitarias para Edificios, se exponen las peculiaridades de un dispositivo que combina las características físicas de estas dos sustancias, para proporcionar salud y confort al ser humano: el sistema de tanque hidroneumático.

El poder contar con agua potable en cantidad suficiente con la presión adecuada y en forma continua en el hogar, el trabajo, el lugar de estudio, etc. es un problema que durante muchos años ha involucrado a los ingenieros para poder resolverlo y dar una solución satisfactoria a estas necesidades.

El sistema de tanque hidroneumático, es un dispositivo que opera con las dos sustancias esenciales mencionadas, el agua y el aire, las cuales manejadas apropiadamente junto con otros elementos, satisfarán las necesidades de comodidad exigidas por el hombre moderno.

Con respecto a la estructura de este volumen, inicia con el Capítulo 9, donde se presenta una descripción detallada de los elementos del sistema, así como de su operación y la configuración de los diferentes sistemas hidroneumáticos utilizados actualmente. También se han incluido los principios básicos del comportamiento de los gases, ya que como se ha mencionado, el funcionamiento principal del tanque hidroneumático se basa tanto en el agua como en el aire.

En el Capítulo 10, se presentan algunos de los modelos de tanques hidroneumáticos disponibles en el mercado actualmente. Esto se realizó sin afán de publicitar alguna marca en particular, sino con la finalidad de que los lectores puedan tener una idea general de los modelos de estos tanques, así como sus capacidades, dimensiones y formas, y en algunos casos, se presentan tablas con las cuales es fácil determinar un sistema de tanque hidroneumático para edificaciones donde los requerimientos de presión no son muy altos. De esta manera, es fácil en un anteproyecto, predecir cuál será el tanque que satisfaga los requerimientos de presión del edificio en cuestión.

En el Capítulo 11, se describe la metodología de diseño de un sistema de tanque hidroneumático, es decir, cómo calcular sus elementos, sus niveles de operación, los niveles de paro y arranque de la bomba, etc. Este diseño se presenta tanto para los tanques denominados horizontales, como para los verticales. Asimismo se presentan 3 ejemplos de diseño de sistemas de tanque hidroneumático.

En el Capítulo 12 se hacen algunas recomendaciones de instalación, operación y mantenimiento de los sistemas para poder obtener de ellos los mayores beneficios.

La literatura correspondiente a los sistemas de tanque hidroneumático, actualmente es casi obsoleta, ya que los libros que los mencionan son de hace varias décadas; además, las innovaciones tecnológicas a base de "tanques de membrana" no aparecen en prácticamente ningún libro. Para la realización de este trabajo, se indagó en muchas compañías distribuidoras y en otras fuentes, para poder proporcionar información actualizada, la cual, al ser consultada en este volumen de la serie, coincidiera con los adelantos tecnológicos que se presentan en los modelos de más reciente fabricación.

CAPITULO 9

FUNDAMENTOS TEORICOS DEL SISTEMA

El sistema de presión hidroneumático, tiene la particularidad de que funciona con dos de las sustancias más importantes que existen sobre la tierra: el aire y el agua.

Desde tiempos antiguos, muchos sabios han indagado acerca de las propiedades y características que comprenden dichas sustancias para el desarrollo de la vida humana. Se ha experimentado y calculado cuál es el comportamiento de estos elementos ante diferentes situaciones y se ha llegado a deducir y a comprobar las leyes y las propiedades que se les atribuyen.

Es necesario, además de conocer el funcionamiento y el diseño de los sistemas hidroneumáticos, entender cómo es que actúan tanto el aire como el agua de forma separada y también en forma combinada, es decir, teniendo movimiento ambos al mismo tiempo y en el mismo espacio confinado.

El objetivo de este capítulo, es conocer de manera detallada, cuál es el principio que rige el comportamiento de los sistemas de presión hidroneumática y las características y principios físicos de los gases, en particular del aire, los cuales darán pauta para entender su comportamiento en el interior de los tanques de presión hidroneumática.

9.1. Descripción del sistema hidroneumático

9.1.1. Propósito del sistema de presión hidroneumático

El sistema de presión hidroneumático es una modernización del antiguo método de abastecimiento de agua por medio del tanque elevado. Su principal propósito es controlar una presión de suministro limitada, de tal manera que el abastecimiento de agua continuo y satisfactorio, esté disponible en todas las instalaciones que atiende el sistema.

Los elementos del sistema que llevan a cabo este propósito consisten en una bomba adecuada, un tanque de presión y un mecanismo de control esencial para hacer que el sistema opere automáticamente con la mínima supervisión. La bomba es usada para abastecer la cantidad requerida de agua dentro del tanque con la presión apropiada, mientras el tanque actúa como un depósito de almacenamiento para las relaciones convenientes de agua y aire dentro de las presiones y niveles mantenidos por el mecanismo de control.

La expansión de aire bajo las presiones determinadas, regulan la cantidad de agua que puede ser usada por el sistema antes de que la bomba sea requerida nuevamente para llenar la reserva que se desea en el tanque. Esta relación de presión y de volumen es una ley de la física, bien conocida, que establece que a temperatura constante, el volumen de un peso dado de gas varía inversamente a la presión absoluta: este principio es conocido como Ley de Boyle, y se estudiará con más detalle en este Capítulo.

Los sistemas de presión hidroneumáticos tienen ventajas categóricas sobre los sistemas típicos a base de tanques elevados. Se ubican generalmente en un sitio conveniente para su instalación, servicio o reparación, protegidos contra averías de sus elementos; el sistema es completamente cerrado y cuando el aire filtrado adecuadamente se usa para rellenar nuevamente el tanque, existe completo aislamiento de posible contaminación.

9.1.2. Componentes del sistema típico

Con referencia a la Figura 9.1, los componentes básicos del sistema de tanque hidroneumático son: a) tanque de presión, b) equipo de bombeo, c) compresor y d) tuberías, válvulas y accesorios. La fuente de suministro del agua es una cisterna (C), alimentada desde la red municipal.

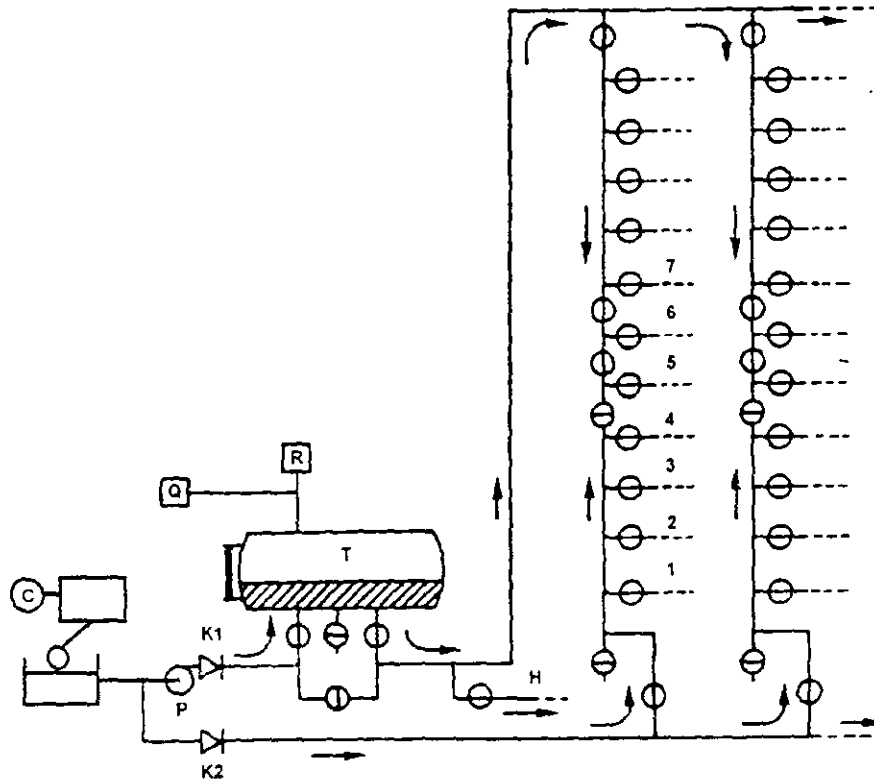


Figura 9.1. Sistema típico de tanque hidroneumático.

a) Tanque de presión

Es el elemento del sistema en donde se pone en contacto el agua con el aire, para que con la expansión de éste se impulse al agua; se representa con la letra T en la Figura 9.1.

Cuando se especifica la construcción del tanque de presión, deben considerarse dos factores: la presión mínima de trabajo en condiciones de seguridad que el tanque debe resistir en servicio y la posibilidad de corrosión que afectará la vida útil del tanque en condiciones de seguridad.

La presión mínima de trabajo en condiciones de seguridad para el tanque, se establece generalmente en el 125% de la presión máxima del sistema, pero si la máxima presión desarrollada por la bomba excede este valor, esta presión debe sustituirse.

La posibilidad de corrosión del tanque debe considerarse seriamente. Cuando las condiciones de corrosión no pueden ser prevenidas o minimizadas, es aconsejable especificar el espesor más grueso de metal, con el fin de asegurar una vida útil satisfactoria del tanque en condiciones de seguridad. Es recomendable que el espesor mínimo del metal sea especificado para todos los tanques en 4.8 mm (3/16"), aunque un espesor menor del metal pudiera satisfacer los requerimientos de presión.

Prácticamente en todos los estados de la Unión Americana, se tienen leyes o códigos que regulan la construcción de los tanques de presión hidroneumáticos. Los tanques son construidos generalmente para satisfacer los mínimos requerimientos del "Código para depósitos a presión no expuestos a fuego de la

A.S.M.E." (Code for Unfired Pressure Vessels). De tal manera que los llamados tanques "No-código" no deberán ser usados en ningún estado de ese país donde su uso esté restringido o prohibido. Es deseable consultar la última edición del Código para así poder determinar todos los detalles necesarios para su construcción.

b) Equipo de bombeo

El tanque de presión hidroneumático se usa en lugar del tanque elevado y la presión del tanque controla la bomba. El colchón de aire se expande para mantener una presión casi constante mientras el agua es utilizada. El equipo de bombeo se representa con la letra P en la Figura 9.1.

c) Compresor

El aire comprimido en el tanque se diluye lentamente dentro del agua y ocasionalmente habrá que añadir más aire utilizando un compresor. En algunas instalaciones, para evitar que el agua absorba aire, un diafragma flexible separa el aire del agua. También, para minimizar la corrosión causada por el oxígeno en el aire en ausencia de un diafragma, un tanque reemplazable de nitrógeno comprimido puede sustituir al compresor de aire. La válvula de alivio de presión, R, se coloca a fin de proteger al sistema en caso de que los controles del compresor fallen. El compresor se representa con la letra Q en la Figura 9.1.

d) Tuberías, válvulas y accesorios

Las válvulas bajo el tanque se instalan para que toda el agua proveniente de la bomba pase por el tanque. Si se evita el tanque y sólo una conexión a él está abierta, el agua tenderá a estancarse ocasionando problemas de sabor y olor.

9.1.3. Tipos generales de sistemas de presión hidroneumáticos

Existen 4 tipos generales de sistemas de presión hidroneumático: (1) el doméstico, (2) el de bomba de pozo profundo, (3) el "booster"¹ y (4) el combinado, que consiste en una bomba de pozo profundo la cual en turno, abastece un sistema de tipo booster. Podría agregarse otro (5) conocido como el "sin-tanque" ó el "sistema de tipo de tanque con colchón de aire" que no es un sistema de presión hidroneumático verdadero, aunque requiere el funcionamiento de un tanque con colchón de aire relativamente pequeño para una operación exitosa. Todos los sistemas de presión hidroneumáticos funcionan de una manera semejante, y difieren sólo en la utilización de las bombas y los controles que son necesarios para cumplir las necesidades del sistema.

Tipo doméstico

Los sistemas de tipo doméstico se usan en instalaciones donde los requerimientos de demanda de agua y presión son relativamente bajos. Generalmente son lo suficientemente pequeños para ser construidos en una unidad integral compacta, aunque algunos sistemas utilizan tanques de presión instalados por separado. Casi todos los tipos de bombas se usan con este tipo de unidad: las centrífugas, las "jet", las de turbina, las de rotor helicoidal y las reciprocantes. El aire es abastecido al tanque de presión generalmente por medio de una válvula aspirante conectada al lado de la succión de la bomba.

Tipo de Pozo Profundo

El arreglo de operación para las instalaciones de bombas de tipo de pozo profundo, puede seleccionarse de entre diversas combinaciones de control de volumen de aire de la forma siguiente:

1. El tipo de bombas de pozo profundo, similar al de Peerles Hi-lift (o bombas del tipo de pozo profundo cuando están equipadas con una válvula de pie en la succión) son instaladas para drenar parte de la tubería de descarga, de manera que el aire atrapado pueda ser forzado dentro del tanque con cada ciclo de bombeo. La válvula de pie en la succión de la bomba, retiene el agua en la columna de succión después de cada ciclo de bombeo. Ambas, la válvula de drenaje y la válvula de entrada de aire, abiertas, permiten al agua en parte de la

¹ La palabra del idioma inglés "booster" se usa en el lenguaje técnico en español. Su traducción es: impulsador, fomentador, elevador.

tubería de descarga, drenarla y ser remplazada con aire. Cuando la bomba se enciende de nuevo, su presión cierra ambas: a la válvula de drenado y a la válvula de entrada de aire, y forza al aire en el interior del tanque. El exceso de aire es purgado del tanque para conservar el volumen apropiado del NIVEL ALTO DEL AGUA. El Control de Volumen de Aire Tipo W-1 de la "U.S. Gauge Company" logra esto mediante una combinación de flotador y una válvula de alivio de presión operando en serie; mientras el Tipo DS Duotrol de la "Automatic Control Company" funciona por medio de la operación de una válvula de alivio de aire de tipo solenoide. El ensamble típico de estos sistemas es presentado en la Figura 1 del Apéndice D.

2. Las bombas de pozo profundo convencionales (que no son equipadas con válvulas de pie en la succión), permiten al agua que está en la columna de la bomba y en su tubería de descarga, regresar al interior del pozo después de cada ciclo de bombeo. En esta disposición del equipo, se abre una válvula de admisión de aire adecuada, con su esfera de vacío removida, que permite al aire entrar con niveles de agua en retroceso y cerrar nuevamente con una elevación del agua dentro de la válvula cuando arranca la bomba. La unión (niple) de la tubería, con la cual la válvula de admisión se conecta, es arreglada con una cuerda larga en el extremo de la tubería de descarga, de manera que pueda ser extendida lo suficientemente lejos dentro de la tubería para atrapar aire y forzarlo dentro del tanque de presión. La distancia que se extiende el niple dentro de la tubería, debe determinarse por tanteo. El exceso de aire es expulsado del tanque y el NIVEL ALTO DEL AGUA, mantenido de la misma manera que la disposición Número 1. El ensamble típico de esta disposición se muestra en la Figura 2 del Apéndice D.

3. Los sistemas de bombas de tipo de pozo profundo convencionales, también pueden diseñarse con el tipo de compresor de desplazamiento del volumen de aire y control de nivel de agua. Se usa una válvula de admisión de aire en este arreglo, pero es colocada tan cerca como sea posible de la válvula de retención (check) de la tubería de descarga y con un niple de conexión de tubería estándar que permita por completo la ventilación del aire. Un arreglo similar al "Control del Nivel de Agua Nu-Matic" funcionará entonces para suministrar aire dentro del tanque y mantener el Nivel Alto De Agua deseado.

4. Los sistemas de bombas de tipo de pozo profundo convencionales, también pueden diseñarse para usar compresores de aire de tipo estándar. Se usa una válvula de admisión de aire de la misma forma en que fue descrito el arreglo Número 3 y un control de volumen de aire similar al de "Tipo DC Duotrol de la Automatic Control Company" que se usa en lugar del Control de Tipo Nu-Matic. El Tipo DC Duotrol mantiene el volumen de aire apropiado y el Nivel De Agua Alto operando el compresor de aire, el cual forza al aire dentro del tanque a través de una válvula de entrada de aire de tipo solenoide.

Sistemas del tipo "booster"

Las bombas usadas con los sistemas del tipo "booster" convencionales captan el agua ya sea del sistema de abastecimiento municipal o de un depósito cerrado separado (cistema). El volumen de aire y el NIVEL ALTO DEL AGUA en el tanque de presión se controla, ya sea por el Tipo Nu-Matic o del Tipo DC Duotrol con el compresor de aire separado. La Figura 3 del Apéndice D, muestra un ensamble típico del arreglo cuando se usa el Control Nu-Matic, mientras que la Figura 4 del Apéndice D muestra un ensamble típico del arreglo para un sistema de bombas dúplex cuando se usa el Tipo DC Duotrol.

Sistemas combinados

Los sistemas de tipo neumático combinados consisten de una bomba de pozo profundo que abastecen agua a un depósito de tipo cerrado desde donde un Sistema de Tipo Booster convencional toma sus requerimientos. Cualquier tipo de bomba de pozo profundo puede usarse para bombear directamente dentro del depósito. Puede instalarse un tipo de control de interruptor flotante de dos circuitos en el depósito para controlar las bombas. Un circuito controla el arranque y el paro de la bomba de pozo profundo dentro de límites de operación relativamente cercanos, mientras el segundo circuito controla la bomba "booster" solamente cuando es insuficiente el agua disponible en el depósito que abastece el sistema de presión. Este interruptor flotante puede ser similar a un arreglo especial del Tipo S de la Automatic Control Company, dos circuitos Floatrol contruidos con las especificaciones de las Bombas Peerles. Los controles de tipo estándar, pueden seleccionarse del Sistema de Tipo Booster. La Figura 5 del Apéndice D muestra un ensamble típico de este arreglo.

Sistemas de tanque con colchón de aire

El aire usado con el sistema de tanque con colchón de aire se inyecta manualmente de la forma en que lo hace una bomba neumática ordinaria. Un ensamble típico de este sistema es mostrado en la Figura 6 del Apéndice D.

Todas las bombas del tipo pozo profundo deben controlarse contra la rotación inversa después de cada ciclo de bombeo ya sea mediante el uso de un trinquete anti-inverso o un arreglo de dilatación de tiempo. Esta recomendación es importante porque el daño a la bomba es posible si el motor arrancara mientras la bomba estuviera operando en forma inversa durante el ciclo de flujo de regreso.

Es posible sostener la presión en el tanque dentro de los límites requeridos, mediante un interruptor de presión de tipo estándar que se usa con todos los sistemas de presión. El interruptor de presión se usa generalmente como un piloto para dar energía al circuito de encendido del motor.

Son también esenciales otros controles igualmente importantes, son también esenciales para la completa seguridad y el funcionamiento automático del sistema.

El encendido del motor y los mecanismos de protección, consisten de un interruptor y un arrancador de motor. Por conveniencia, algunas veces estos dos mecanismos son ensamblados dentro de un gabinete sencillo, llamado arrancador combinado. Es aconsejable tener una estación de "Apagado Automático de Mano", instalada en el arrancador, de tal manera que el sistema pueda operar manualmente cuando se ajusten los diversos mecanismos de control, al hacer reparaciones, etc. Los mecanismos de protección del motor y los arrancadores son recomendados para cada motor usado en el sistema.

Absolutamente todos los tanques de presión hidroneumáticos deben protegerse contra accidentes, tales como presiones excesivas, mediante el uso de una válvula de alivio de presión aceptable. La válvula de alivio debe colocarse en una presión más grande que la presión más alta del sistema, pero dentro del límite de trabajo seguro del tanque.

9.2. Principios básicos de la mecánica de los gases

En virtud de la importancia que tiene para el diseño de sistemas de tanque hidroneumático el conocimiento del comportamiento del aire, a continuación se estudian las principales características que tienen influencia en el diseño

9.2.1. Gases ideales y reales

Los estados de agregación en los cuales se puede clasificar a toda la materia existente son tres: sólido, líquido y gaseoso.

El estado particular de agregación de una sustancia está determinado por la temperatura y presión bajo la cual existe. Sin embargo, dentro de ciertos límites de temperatura y presión una sustancia puede encontrarse en más de un estado a la vez, e incluso en todos ellos cuando las condiciones son muy especiales. Por tal motivo, ha sido conveniente clasificar a los gases en dos tipos principales: a) *gases ideales*, y b) *gases no ideales o reales*. En los gases ideales, el volumen ocupado por las propias moléculas es insignificante en comparación con el volumen total, y esto es válido para todas las presiones y temperaturas; además, la atracción intermolecular es ínfima bajo cualquier medición. Para los gases reales, ambos factores son apreciables y la magnitud de ellos depende de la naturaleza, temperatura y presión gaseosa. Resulta claro que un gas ideal es hipotético, ya que cualquier gas debe contener moléculas que ocupan un volumen definido y ejercen atracciones entre sí. Sin embargo, con frecuencia la influencia de estos factores es insignificante y el gas puede considerarse ideal. Estas últimas condiciones se obtendrán a presiones bajas y a temperaturas relativamente elevadas, condiciones bajo las cuales el espacio "libre" dentro del gas es grande y pequeña la fuerza de atracción entre las moléculas

9.2.2. Características de los gases

Constitución de los gases

Primordialmente un gas esta constituido por una multitud de partículas, llamadas *moléculas*, que se encuentran en movimiento desordenado que no tiene fin. Continuamente chocan contra las paredes del depósito que las contiene y continuamente se atropellan unas a las otras, sin detenerse jamás (Figura 9.2).

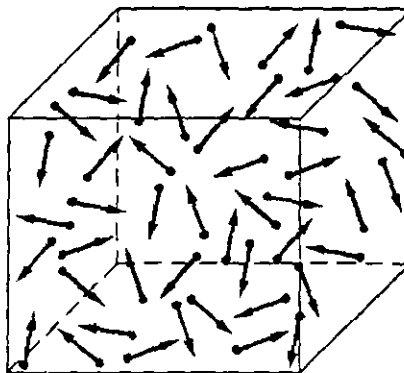


Figura 9.2. Estado de agitación de las moléculas de un gas encerrado en un recipiente.

Los gases también tienen temperatura, la cual es una medida de la energía cinética de traslación de cada una de las moléculas que forman el gas.

9.2.3. Propiedades generales de los gases

Los gases son fluidos aeriformes que revelan su existencia actuando sobre nuestros sentidos:

- a) *Vista*. La figura 9.3 muestra que es posible observar el trasiego de un gas de un recipiente a otro, por ejemplo el color del cloro, etc.
- b) *Tacto*. Podemos sentir el viento.
- c) *Olfato*. Podemos percibir el olor del gas amoníaco, hidrógeno sulfurado, etc.

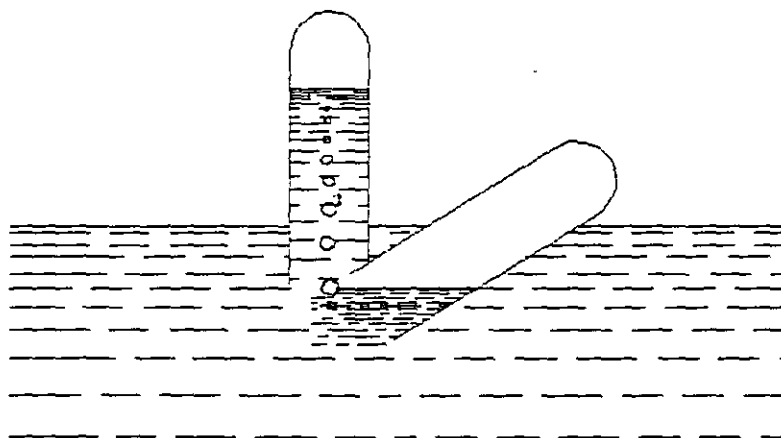


Figura 9.3 Revelación de un gas ante la vista.

Los gases son fluidos pesados. Para demostrarlo, se recurre a la experiencia siguiente: en uno de los brazos de una balanza se suspende un balón de vidrio en el que se ha hecho el vacío y que está cerrado por una llave (Figura 9.4). Se tara colocando pesos en el otro platillo de la balanza. Si después se deja entrar aire en el globo, abriendo la llave, se ve que la balanza se inclina del lado del balón. Esta experiencia puede repetirse con otros gases y se obtienen resultados análogos

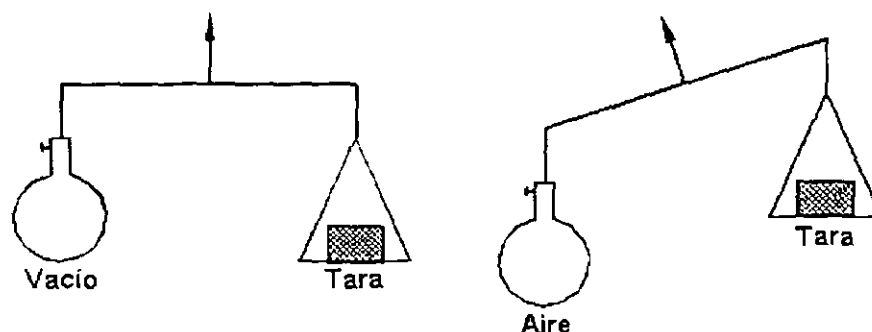


Figura 9.4. Demostración del peso de los gases.

Experiencias precisas han demostrado que a 0°C y a presión de 76 cm de mercurio, el litro de aire pesa 1.293 gramos (Figura 9.5)

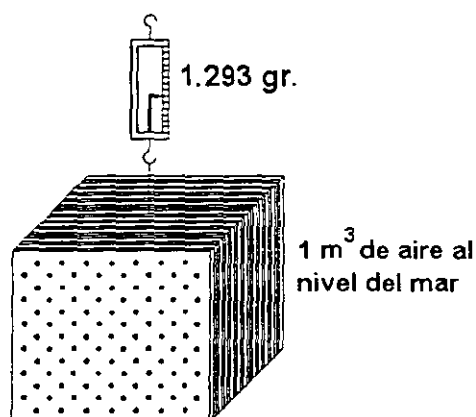


Figura 9.5. Peso del aire (este experimento tendría que hacerse en el vacío).

Por ser los gases pesados, a semejanza de los líquidos, las propiedades que resultan de la gravedad serán comunes a ambas clases de fluidos y los principios de la hidrostática se pueden extender a los gases.

- a) Fuerza de presión: los gases ejercen fuerzas de presión normales sobre las superficies que los limitan.
- b) Presión: las fuerzas de presión que ejercen los gases dan lugar a la presión.

La presión de un gas en un punto dado queda definida por la fuerza que este gas ejercería sobre cada una de las caras de una superficie plana cuya área es la unidad y cuyo centro de gravedad coincidiera con el punto considerado.

Si se enfría un gas que se conserva a volumen constante y la reducción de temperatura se lleva hasta 273°C bajo cero, se llega a una presión final cuyo valor es cero. Esto se explica teóricamente como sigue: de acuerdo con la teoría cinética de los gases, la presión que ejerce un gas contra las paredes del depósito que lo contiene, se debe al estado de agitación de sus moléculas (Figura 9.6); ahora bien, si la presión vale cero, quiere decir que las moléculas ya no se mueven, como se ve en la Figura 9.6.

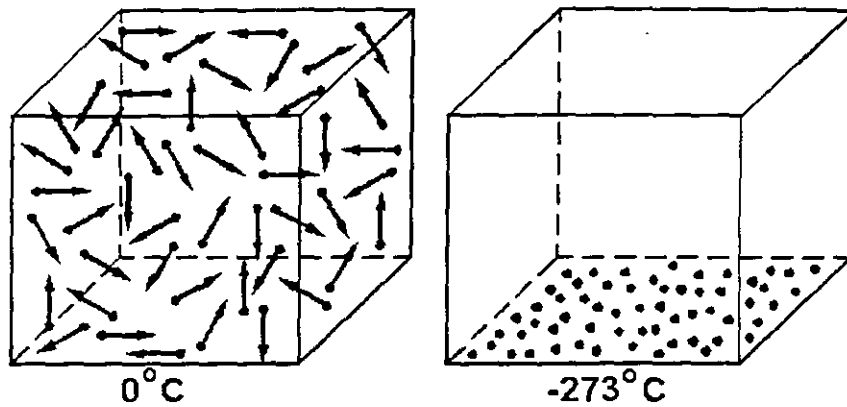


Figura 9.6. A la temperatura de -273°C las moléculas de un cuerpo quedan en reposo (teóricamente).

Elasticidad de los gases

La gran cantidad de aire que se puede introducir en un recipiente cerrado, pone de manifiesto la propiedad que tiene el aire de comprimirse, reduciendo su volumen notablemente, pero ello a expensas de su presión.

Recíprocamente, cuando se destapa dicho recipiente, se puede observar que el aire sale con violencia, lo que pone de manifiesto la propiedad de expandirse que tiene el aire comprimido.

Si en un depósito cilíndrico cerrado por un émbolo se introduce cierta cantidad de gas, se puede reducir su volumen ejerciendo una fuerza sobre el émbolo.

Es evidente que al reducir el volumen de un gas aumentando su presión, tiene que aumentar su peso específico, pues en un centímetro cúbico del gas comprimido hay un mayor número de moléculas que en un centímetro cúbico del gas antes de comprimir.

El volumen de un gas cambia notablemente al variar su presión y al modificar su temperatura. Así, si se tiene un globo lleno de aire encerrado en un refrigerador, su volumen es de cierto número de centímetros cúbicos, pero si se saca el globo al sol, se verá que aumenta notablemente su volumen.

Compresibilidad

Es una propiedad de los gases en virtud de la cual es posible reducir notablemente el volumen que ocupa un gas.

Expansibilidad

Es una propiedad de los gases en virtud de la cual los gases se expanden, es decir que ocupan todo el volumen del depósito en que se coloca.

Para demostrar la expansibilidad de los gases, se coloca un globo en la campana C de la máquina neumática; luego se hace el vacío en la campana, y se observa que el globo se infla inmediatamente (Figura 9.7). El poco aire que existe en él tiende a ocupar el mayor volumen posible y en nada se opone a ello la presión exterior.

A la propiedad que tienen los gases de cambiar fácilmente de volumen, se le llama **ELASTICIDAD DE LOS GASES**. Puede probarse que esta elasticidad es perfecta o, dicho de otro modo, que *recobran exactamente el mismo volumen, cuando la causa que provocó la variación de volumen ha desaparecido*.

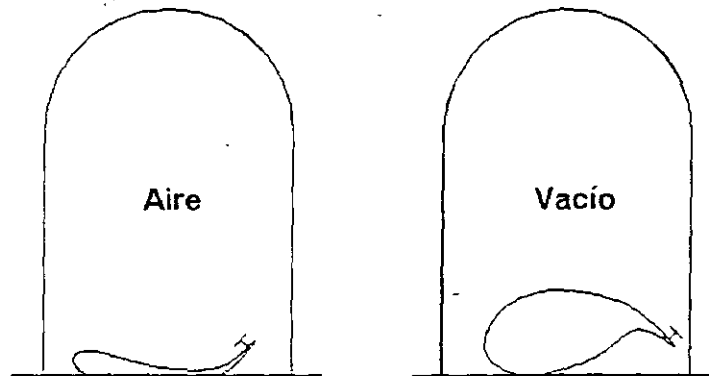


Figura 9.7. Expansibilidad de los gases.

9.2.4. Generalizaciones de la conducta de un gas ideal

Por el estudio tan detallado que se le ha dado a los gases, se han llegado a establecer sus leyes o generalizaciones que constituyen el punto de partida de la conducta gaseosa en cualquier discusión. Estas son a) *la ley de Boyle*, b) *la ley de Charles o Gay Lussac*, c) *la ley de las presiones parciales de Dalton* y d) *la ley de difusión de Graham*.

a) Ley de Boyle

Supongamos que un gas fue sometido a una transformación en la cual su temperatura se mantuvo constante. Decimos entonces que ha experimentado una *transformación isotérmica* (del griego *isos* = igual + *thermos* = temperatura). Tomando en cuenta que la masa del gas también se mantuvo constante (no hubo salida ni entrada de gas en el recipiente), se concluye que la presión y el volumen del gas fueron las cantidades que varían en la transformación isotérmica.

Determinación experimental

Para estudiar las variaciones del volumen de una masa gaseosa con la presión, se utiliza el aparato de Leblanc que consta de dos recipientes de vidrio A, B, movibles a lo largo de una regla vertical graduada y unidos por un tubo de caucho. El recipiente A puede ser de forma cualquiera, pero el recipiente B es un tubo cilíndrico graduado en centímetros cúbicos y provisto, en su extremidad superior, de un grifo R (Figura 9.8).

Se colocan A y B uno frente a otro y se vierte mercurio en A, hasta que el nivel corresponda a determinada división de la graduación del tubo B (8 por ej.) y se cierra entonces el grifo R, aprisionando de esa manera un volumen determinado de aire (8 cm^3) a la presión atmosférica (75 cm por ej.) (Figura 9.8a).

Hecho esto se levanta el recipiente A, y el mercurio asciende entonces en B. Cuando llega a la división 6, es decir, cuando el volumen de aire se reduce a 6 cm^3 , se anota sobre la regla graduada, la diferencia de los niveles del mercurio en A y B, que es igual a 25 cm. (Figura 9.8b). La presión absoluta del aire es, por tanto:

$$25 + 75 = 100 \text{ cm de mercurio.}$$

Se sigue elevando el recipiente A hasta que el volumen del aire quede reducido a 4 cm^3 y se anota la presión correspondiente que se encuentra igual:

$$75 + 75 = 150 \text{ cm (Figura 9.8c).}$$

Entonces se ve que:

$$8 \times 75 = 6 \times 100 = 4 \times 150 = 600.$$

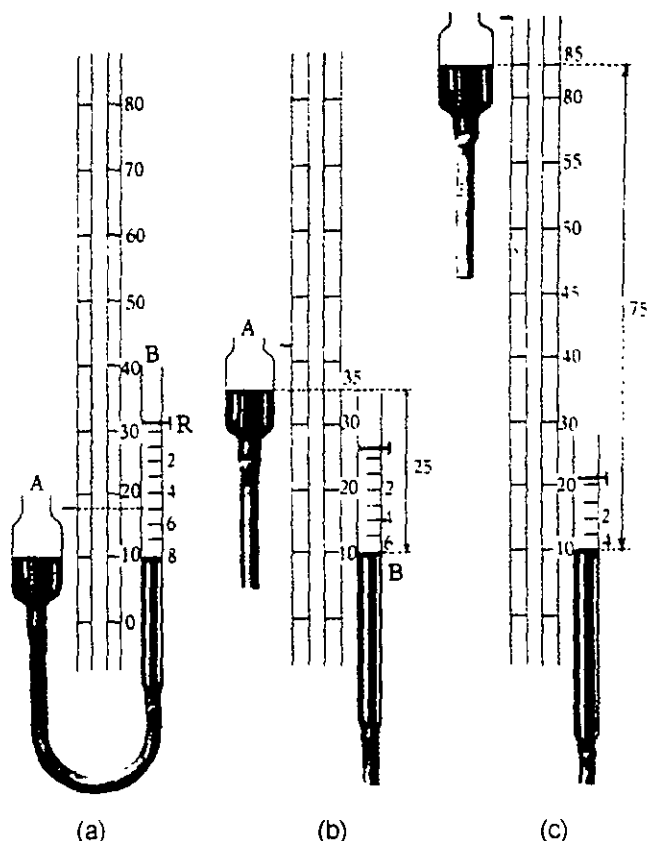


Figura 9.8. Ley de Boyle (determinación experimental).

Se puede, por último, hacer descender A y elevar B y entonces el mercurio vuelve a descender hacia A; se continua así hasta que el volumen de aire haya llegado a 16 cm³ y entonces se anota la presión correspondiente, que es:

$$75 - 37.5 = 37.5 \text{ cm.}$$

$$\text{Tendremos: } 16 \times 37.5 = 600.$$

Este resultado significa que el volumen V es inversamente proporcional a la presión p , y por consiguiente, el producto $p \times V$ es constante. Robert Boyle en Inglaterra y Edmé Mariotte en Francia determinaron independientemente, pero en la misma época (siglo XVII) esta ley según la cual varía el volumen de una masa gaseosa, cuando su presión aumenta.

La ley conocida como **Ley de Boyle-Mariotte** se puede enunciar de la siguiente forma:

“Si la temperatura T de cierta masa gaseosa, se mantiene constante, el volumen V de dicho gas será inversamente proporcional a la presión p ejercida sobre él”, es decir:

$$pV = \text{constante (si } T = \text{constante).}$$

El diagrama p-V

En la Figura 9.9 se presenta el gráfico p - V construido con los valores de p y V , de acuerdo a los valores obtenidos en la transformación isotérmica del experimento anterior. Puede contemplarse que la curva obtenida muestra la variación inversa del volumen con la presión (mientras V aumenta, p disminuye).

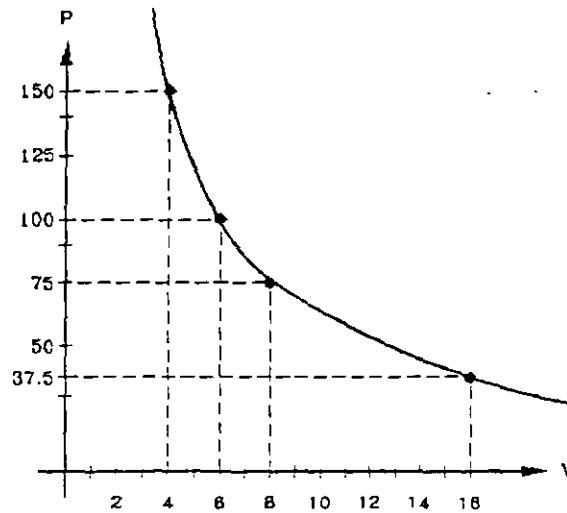


Figura 9.9. Gráfica "presiones-volúmenes".

Como en esta transformación, p y V están relacionadas por una proporción inversa, se concluye conforme a lo ya visto que la curva presentada es una hipérbola. Como describe una transformación isotérmica, ésta curva también recibe el nombre de *isoterma* del gas.

Influencia de la presión sobre la densidad

La densidad de un cuerpo cualquiera está dada por la expresión $\rho = m/V$. Para los cuerpos sólidos y líquidos, la variación en la presión ejercida sobre ellos prácticamente no altera su volumen V , de manera que la presión influye muy poco en la densidad de esos cuerpos.

Esto no sucede con los gases. En una transformación isotérmica, por ejemplo, cuando se aumenta la presión sobre una masa gaseosa, su volumen se reduce considerablemente. Por lo tanto, su densidad también aumenta mucho, mientras que el valor de m no se altera. En realidad, para un determinado valor de m , la ley de Boyle-Mariotte permite deducir lo siguiente:

- Al duplicar p , el volumen V queda dividido entre 2 y ρ se duplica;
- Al triplicar p , el volumen V queda dividido entre 3 y ρ se triplica;
- Al cuadruplicar p , el volumen V queda dividido entre 4 y ρ se cuadruplica; etc.

Si comparamos la primera y última columnas de esta tabla concluimos que

$$\rho \approx p$$

es decir, manteniendo constante la temperatura de una masa gaseosa dada, su densidad es directamente proporcional a la presión del gas.

Enunciados de la ley de Boyle-Mariotte

De lo visto en los párrafos anteriores podemos concluir que:

A temperatura constante, el producto del volumen de una masa gaseosa por la presión es constante, (primer enunciado).

Es decir, que si p , p_1 , p_2 son las presiones correspondientes, respectivamente, a los volúmenes V , V_1 , V_2 , de una misma masa gaseosa, se tiene:

$$pV = p_1V_1 = p_2V_2 = \text{constante} \quad (9.1)$$

Y si se tiene en cuenta que $pV = p_1V_1$ se tendrá que:

$$\frac{V}{V_1} = \frac{p_1}{p} \quad (9.2)$$

de donde se deduce el segundo enunciado:

A temperatura constante, los volúmenes de una misma masa gaseosa son inversamente proporcionales a las presiones que ella soporta.

Por último, si d, d_1, d_2 son las densidades sucesivas, se tiene:

$$Vd = V_1d_1 = V_2d_2$$

dividiendo miembro a miembro tendremos:

$$\frac{d}{p} = \frac{d_1}{p_1} = \frac{d_2}{p_2} \quad (9.3)$$

de donde se deduce el tercer enunciado:

A temperatura constante, la densidad absoluta o masa específica de un gas es proporcional a su presión.

Si se considera que en el fenómeno que sucede dentro del tanque hidroneumático la temperatura del agua permanece constante, entonces se tiene, en este caso particular una transformación isotérmica, por lo cual es aplicable la ley de Boyle-Mariotte. Ahora bien, de los tres enunciados que promueve esta ley, el que será necesario aplicar para entender el funcionamiento del sistema, es el segundo, en el cual conocemos el comportamiento de la presión y del volumen del aire contenido por el sistema.

Representaciones gráficas

Los enunciados pueden expresarse con gráficas como los mostrados en la Figura 9.10.

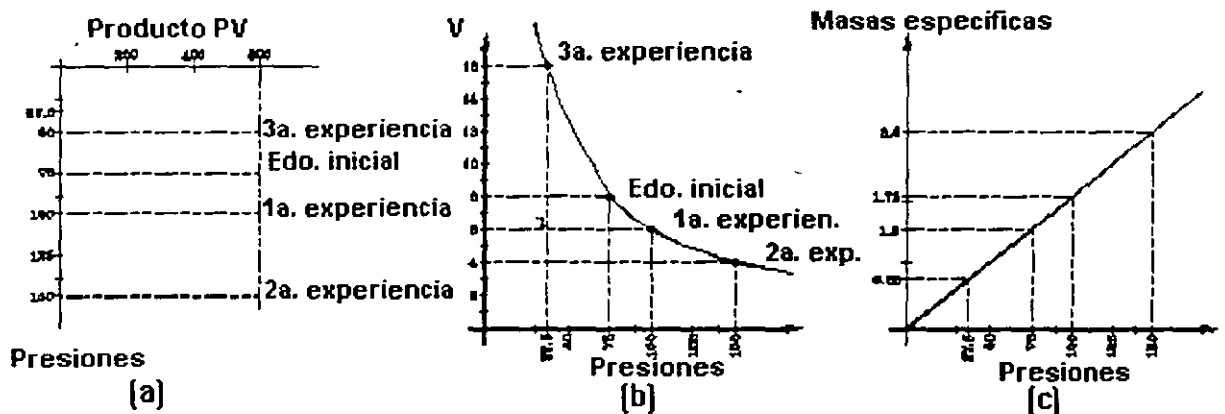


Figura 9.10. Representaciones gráficas de los enunciados de la ley de Boyle-Mariotte.

(Los resultados numéricos corresponden a las experiencias descritas anteriormente).

1.- $pV = \text{constante}$ (Figura 9.10a) = Recta paralela al eje de abscisas.

2.- $\frac{V'}{V_1} = \frac{p_1}{p}$ (Figura 9.10b) = Hipérbola equilátera.

3.- $\frac{d}{p} = \frac{d_1}{p_1} = \frac{d_2}{p_2}$ (Figura 9.10c) = Recta que pasa por el origen (punto de cruzamiento de los ejes).

Critica de la ley de Boyle-Mariotte

Diversos experimentadores (Desprez, Regnault, Cailletet, Amagat, etc.) han estudiado la Ley de Boyle-Mariotte para fuertes presiones y han llegado a la conclusión de que dicha ley no es sino una ley aproximada, una ley límite, a la que los distintos gases se aproximan más o menos según las presiones iniciales y según su temperatura. Pero para todos los gases alejados de su punto de licuefacción (particularmente el aire y los gases antes llamados permanentes) las diferencias son tan débiles, bajo variaciones poco sensibles de presión y a la temperatura ordinaria, que puede hacerse caso omiso de ellas; puede, pues, aplicarse en la práctica la ley de Boyle-Mariotte en la mayor parte de cálculos de compresibilidad como los que se hacen en el diseño de tanques hidroneumáticos.

Un gas que obedeciera a la ley de Boyle-Mariotte sería un *gas perfecto*. El hidrógeno es el más perfecto de todos los gases.

Si se indican en las abscisas las presiones y en las ordenadas el producto pV , un gas que obedeciera rigurosamente a la ley de Boyle-Mariotte (gas perfecto) estaría representado o caracterizado por una paralela al eje de las x .

La Figura 9.11 muestra que el hidrógeno se comprime menos de lo que indica la ley de Boyle-Mariotte; los otros se comprimen más al principio y luego menos a medida que aumenta la presión.

Este tipo de críticas, nos permiten meditar en el comportamiento que tendrá el aire dentro del tanque hidroneumático. Sin embargo, como ya se mencionó, se pueden despreciar estas aseveraciones y aceptar que la ley de Boyle-Mariotte tendrá un funcionamiento prácticamente idéntico al que se hace mención en el segundo enunciado que cita esta ley, por lo que en adelante, se aceptará esta consideración.

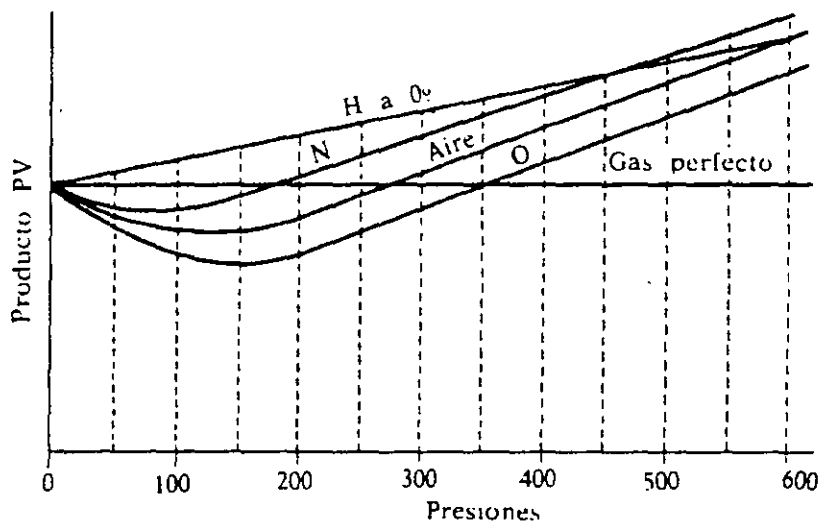


Figura 9.11. Compresión del hidrógeno.

b) Ley de Charles o Gay Lussac

Charles en 1787 observó que el hidrógeno, aire, dióxido de carbono y oxígeno se expandían en igual proporción al calentarlos desde 0° a 80°C, manteniendo la presión constante. Sin embargo, fue Gay-Lussac el primero que, en 1802, encontró que todos los gases aumentaban igual volumen por cada grado de elevación de temperatura, y que el incremento era aproximadamente 1/273 el volumen del gas a 0°C, o con mayor precisión, 1/273.15. Si designamos por V_0 el volumen del gas a 0°C y por V su volumen a t° C, entonces podremos escribir de acuerdo con Gay-Lussac:

$$\begin{aligned} V &= V_0 + \frac{t}{273.15} V_0 \\ &= V_0 \left(1 + \frac{t}{273.15} \right) \\ &= V_0 \left(\frac{273.15 + t}{273.15} \right) \end{aligned}$$

Ahora podemos definir una nueva escala de temperatura tal que para una t dada corresponda otra establecida por la relación $T = 273.15 + t$, y 0°C por $T_0 = 273.15$, con lo cual la ecuación última toma una forma más simple

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0}$$

Esta nueva escala de temperatura, de Kelvin o absoluta, es de importancia fundamental en toda la ciencia

De forma más simple podemos mencionar que la LEY DE CHARLES dice así: *si el volumen de un gas permanece constante, la presión ejercida por el gas es directamente proporcional a la temperatura absoluta.*

Esta ley se puede expresar también mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Presión inicial}}{\text{Temperatura absoluta inicial}} = \frac{\text{Presión final}}{\text{Temperatura absoluta final}}$$

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P}{T}$$

De igual manera la LEY DE GAY-LUSSAC menciona: *si la presión de un gas permanece constante, su volumen es directamente proporcional a la temperatura absoluta.*

La ley anterior, se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Volumen inicial}}{\text{Temperatura absoluta inicial}} = \frac{\text{Volumen final}}{\text{Temperatura absoluta final}}$$

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$$

c) Ley de Dalton de las presiones parciales

Se ha visto que un gas tiende a ocupar todo el espacio del que dispone. Esta tendencia se manifiesta aún cuando el espacio esté al mismo tiempo ocupado por otro gas. Cuando esto sucede, los diferentes gases se interfunden o mezclan rápidamente. LA LEY DE DALTON enuncia que: *En una mezcla de varios gases sin*

acción química entre sí, cada gas ocupa el volumen total como si estuviera solo, y la presión total es igual a la suma de las presiones que ejercería cada gas si ocupase él solo el volumen. En otras palabras:

$$P_{total} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

y

$$pV = p_1V_1 + p_2V_2 + p_3V_3 + \dots$$

donde V_1 , V_2 y V_3 son los volúmenes de los gases mezclados, p_1 , p_2 y p_3 las presiones respectivas (o presiones parciales), V la capacidad total del recipiente que contiene la mezcla y p la presión de esta mezcla.

La presión parcial de cada constituyente puede concebirse como la presión que ejercería si estuviera aislado en el mismo volumen y a igual temperatura que en la mezcla. En función de las presiones parciales la ley de Dalton puede establecerse de nuevo así: *La presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de los componentes individuales de la mezcla.*

d) Ley de la difusión de Graham

Gases distintos se difunden por un tubo o un escape de un recipiente que posee una abertura fina con velocidades diferentes que dependen de las densidades o pesos moleculares que poseen. La ley que gobierna tales difusiones fue enunciada por Graham en 1829 por primera vez y lleva su nombre. Esta ley dice: *que a temperatura y presión constantes las velocidades de difusión de diferentes gases varían inversamente con la raíz cuadrada de sus densidades o pesos moleculares.*

De manera que si designamos por u_1 y u_2 a las velocidades de difusión de los dos gases, y por ρ_1 y ρ_2 a sus densidades respectivas, obtendremos:

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{\sqrt{\rho_2}}{\sqrt{\rho_1}}$$

De nuevo como a la misma presión y temperatura ambos poseen igual volumen molar, resultará:

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{\sqrt{\rho_2 l_m}}{\sqrt{\rho_1 l_m}} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}}$$

donde M_1 y M_2 son los pesos moleculares de los gases.

CAPITULO 10

TECNOLOGIA DISPONIBLE EN EL MERCADO

Aunque no son muy recientes, la literatura relativa al tema de los sistemas de presión hidroneumáticos, no es abundante, y en muchos casos, la información obtenida no tiene la actualidad como para ser aplicada en el diseño; más difícil aún, es conocer cuáles son las tecnologías disponibles y más modernas que se han aplicado últimamente a estos sistemas

Los objetivos de este capítulo, son: presentar las opciones de sistemas de presión hidroneumáticos disponibles en el mercado nacional; hacer una comparación de las tecnologías que diversos fabricantes ofrecen en sus modelos más recientes y comparar las ventajas y desventajas que éstos presentan con respecto a los sistemas de bombeo convencionales; indicar las modalidades con las cuales es sencillo escoger un sistema de presión hidroneumático, sobre todo para usos residenciales y en aquellos que no requieren de una elevada carga de presión por tener un reducido número de muebles y aparatos sanitarios (como escuelas, condominios pequeños, oficinas, etc.); presentar los diversos tipos y formas que actualmente tienen los sistemas hidroneumáticos, cotejar sus capacidades y niveles de operación, y obtener las formas de operación, control y mantenimiento que estos sistemas requieren, para poder dar un funcionamiento óptimo.

10.1. Sistemas hidroneumáticos convencionales

Los sistemas hidroneumáticos convencionales, son sistemas de presión constante, utilizables en el hogar, industria, comercio, etc. En forma elemental podemos dividirlos en dos tipos: los que utilizan tanques horizontales y los que utilizan tanques verticales. La diferencia más marcada entre estos dos, es la capacidad de agua que pueden admitir cada uno de ellos, ya que los tanques horizontales, tienen capacidades de agua mucho mayores que las de los tanques verticales.

Los sistemas de presión hidroneumáticos convencionales, constan de un depósito regulador (cisterna) de donde la bomba toma el agua para la impulsión. También constan del cuadro eléctrico, de las electrobombas y de un depósito de presión de pequeña capacidad.

La razón de todos estos elementos se fundamenta en que no es conveniente que el agua se tome directamente de la acometida mediante una bomba, por si existen cortes de agua o impulsiones que puedan provocar una depresión. Para ello se coloca el depósito regulador de toma (cisterna) que debe tener unos volúmenes máximos y mínimos que detecta la bomba y la entrada del agua desde el distribuidor. Las bombas, en el caso de que se instalen más de una, pueden ser de diferentes tipos:

Volumétricas. a) Alternativas, b) Rotativas

ó

Centrífugas: a) Monocelular, b) Multicelular

Su elección se realiza mediante el estudio de las curvas características de gasto de impulsión y de la altura manométrica.

En edificios plurifamiliares o de relativa importancia, es indispensable la instalación de varias bombas que vayan alternando su funcionamiento, así como tener preparada una reserva para caso de avería;

estas se conectan con el grupo hidroneumático a presión. A este tipo de sistemas se les denomina de "bombeo programado".

El tanque de presión es un elemento que regula al consumo de agua ya que la almacena en su interior, de esta forma se consigue que la bomba no precise ponerse en marcha cada vez que se requiera algo de gasto en una llave.

En la Figura 10.1 se muestra un esquema de los sistemas convencionales de tanques hidroneumáticos.

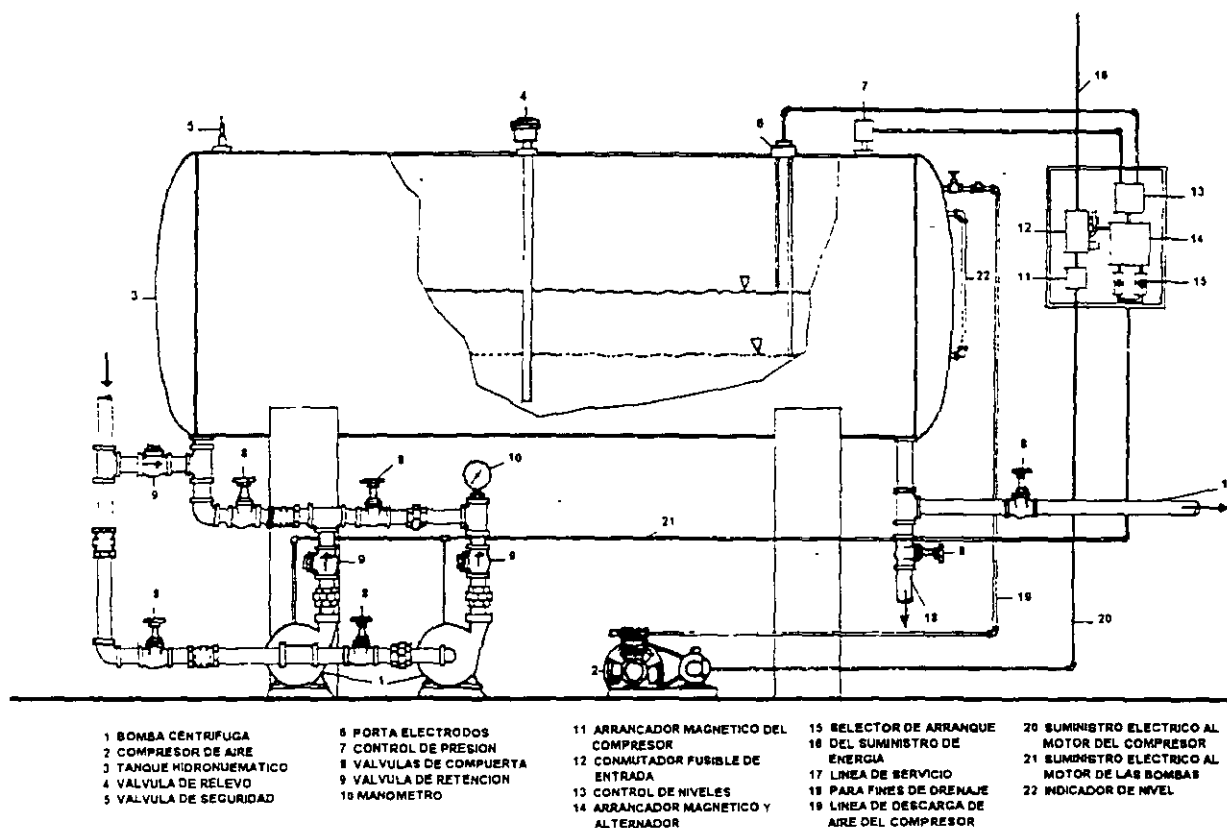


Figura 10 1 Sistema hidroneumático convencional con tanque horizontal.

Como ejemplo de equipo hidroneumático convencional, a continuación se describen las características de uno de ellos, tomadas del catálogo de la empresa "CINE, S.A.".

- Elimina las variaciones de presión en la línea de servicio.
- Es un equipo totalmente automático.
- Da respuesta inmediata a la demanda.
- Cuenta con un Alterndor-Simultaneador para uniformizar el uso de las bombas y satisfacer la demanda máxima
- Tiene protección completa del equipo contra bajo nivel en sistema, corto circuito y sobrecarga.
- Da un menor número de arranques y por lo tanto un menor consumo de energía.

- El nivel de Aire-Agua es constante en el tanque.

Los sistemas hidroneumáticos de la compañía CINE, tienen un tablero de control, con las siguientes características:

- Gabinete metálico con puerta y chapa, protegido para exteriores.
- Los controles son totalmente alambrados en planta y fáciles de identificar
- Sus relevadores y partes son fáciles de sustituir en caso de descompostura (100% nacionales).
- Tienen un selector de operación manual fuera-automático.
- El transformador de control cuenta con fusibles.
- Cuentan con luz piloto para cada motor.
- Cuentan con equipo de medición (opcional), y alarma de fase (opcional).

Por su parte los tanques hidroneumáticos de la Marca Barnes contienen una Bomba Tipo Inyector de 2 tubos paralelos. Esta bomba pertenece a la serie "U" de la "Universal Pumps" para 1/3 ó 1/2 H.P. y 68.5 ó 160 litros de capacidad en el tanque.

La Marca Barnes tiene las siguientes especificaciones para las Bombas Tipo Inyector de 2 tubos paralelos:

Bomba: impelente cerrado de bronce, con sello de hule neopreno en forma de "U" que evita la recirculación. Está acoplada directamente al motor (sin cople rígido).

Inyector: de bronce; válvula de pie también de bronce.

Motor: tipo capacitor marca "G.E." de 50 ciclos (2500 R.P.M.) ó 60 ciclos (3450 R.P.M.) monofásico, con dos baleros. Flecha de acero inoxidable. Los motores de 1/3 H.P. y 1/2 H.P. son para 115 volts, de 3/4 H.P. y 1 H.P. para 115/230 volts (voltaje dual).

En el Cuadro 10.1 se presentan los modelos de bombas de la Marca Barnes para pozo somero ó cisternas hasta 6 metros usando sólo tubo de succión.

Cuadro 10.1 Bombas Barnes para pozos someros o cisternas.

Modelo 100B de 1 HP, 50 ciclos (sin inyector)			
Succión desde la bomba al nivel del agua	Presión de descarga		
	10 metros	15 metros	17.5 metros
Capacidad en litros/hora			
2.1 metros	7000	5200	3500
3.2 metros	4800	4500	3200
4.3 metros	3800	3800	2860
Modelo 100A de 1 HP, 60 ciclos (sin inyector)			
	14 metros	21 metros	25 metros
3.0 metros	8300	6200	4150
4.6 metros	5700	5300	3785
6.1 metros	4550	4550	3400

En el Cuadro 10.2 se presentan los pesos de los sistemas de tanque hidroneumático.

Cuadro 10.2. Pesos de los sistemas hidroneumáticos marca "Barnes"

	Peso neto en kgs	Peso bruto en kgs
* Sin tanque:	25	30
* Con tanque:	46	61
	81	103
	81	103
	104	115

La bomba y el compresor de estos sistemas se controlan automáticamente por medio de control eléctrico, el cual provee aire al tanque a medida que lo necesite y en igual forma el agua por medio de la bomba.

En el Cuadro 10.3 se presentan las dimensiones de los tanques de presión hidroneumáticos estándar de la Marca "Universal".

Cuadro 10.3. Dimensiones de los tanques hidroneumáticos "Universal"

Dimensiones: diámetro por altura (m)	Capacidad (m)	Peso (kgs)
0.304 x 0.914	68	22
0.406 x 1.220	159	36
0.508 x 1.524	310	63
0.609 x 1.524	454	98
0.762 x 1.830	833	179
0.914 x 1.830	1192	229
0.914 x 3.050	1987	305

Las principales características de estos tanques son las siguientes:

- Se pueden utilizar para una presión máxima de trabajo de 5.25 kg/cm² (75 lbs/pulg²)
- Están probados hidrostáticamente a 10.5 kg/cm² (150 lbs/pulg²)
- Cada tanque vertical tiene una abertura para supercargador de 38 mm de diámetro (1 1/4").
- Si la presión estática de la bomba excede de 5.25 kg/cm², ó si usa compresor para la alimentación de aire, se requiere el empleo de una válvula de alivio, modelo No. 39.
- Pueden ser de acero galvanizado o negro.

La compañía "Jacuzzi" tiene a disposición, el "Cargador Automático Jet" modelo 225A, el cual sirve para mantener el aire dentro de los tanque de presión hidroneumático.

El "Cargador Jet" está diseñado especialmente para mantener la relación correcta de aire y agua dentro del tanque de presión. Cuando el nivel de agua en el tanque de presión está por encima de la entrada del Cargador Jet, éste funcionará en conjunto con la bomba para rellenar nuevamente el colchón de aire. Cuando la bomba arranca, se crea un área de presión baja en la succión de la bomba por medio del impulsor rotatorio. La presión en el tanque excede ahora a las fuerzas de succión de la bomba, para fluir a través del cargador venturi. Resulta entonces un vacío parcial, el aire es atraído al interior a través de la válvula de entrada y dentro del cuerpo del cargador. Un deflector hace que el agua fluya hacia abajo de la paredes del cargador, separando al agua del aire.

Mientras el aire se acumula dentro del cargador, el nivel de agua baja hasta que la válvula de flotación cierra, de esta manera se hace que el flujo de agua se detenga entre el tanque y la bomba antes de que el aire pueda ser atraído dentro de la entrada de la succión de la bomba

Con la válvula flotadora cerrada, el aire en el Cargador Jet es comprimido a la misma presión del tanque de presión y permanece así hasta que la bomba se detiene. Cuando esto sucede, la presión en la entrada de la succión de la bomba llega a ser igual a la de la presión del tanque, la válvula flotadora se levanta y el agua fluye desde el tanque a la bomba, y termina dentro del Cargador Jet. El aire acumulado en el cargador es entonces así forzado hacia fuera y dentro del tanque de presión.

Con cada ciclo de bombeo, esta acción es repetida hasta que la presión suficiente es transferida dentro del tanque para permitir al nivel del agua en el tanque estar ligeramente abajo de la entrada del Cargador Jet en su presión de encendido. El Cargador Jet automáticamente empieza nuevamente a administrar aire cuando el nivel del agua del tanque se eleva por encima de la entrada del Cargador Jet.

En el Cuadro 10.4 se presenta una tabla que se utiliza para seleccionar el supercargador de aire "Jacuzzi" de las series 225.

Cuadro 10.4. Supercargadores de aire Jacuzzi series 225.

Interruptor de presión adaptado a los siguientes límites (en kg)	Capacidad del tanque, en litros										
	160	310	455	545	680	830	1190	2000	3800	5700	
	Modelo para el Super-Cargador										
1 40 - 2.80 (20-40)	225 A			225 B				225 C			
2.10 - 3 50 (30-50)	225 A		225 B					225 C		*	
2 80 - 4.20 (40-60)	225 A	225 B				225 C	DOS - 225 C		*		
3.50 - 5.00 (50-70)	225 A	225 B			225 C		DOS - 225 C		*		

Los supercargadores y los tanques hidroneumáticos estándar, se diseñan para una presión máxima de trabajo de 5.30 kg/cm² (75 lbs). Se recomienda una válvula de alivio de tamaño correcto en ó cerca del tanque, en caso de que la bomba sea capaz de desarrollar una presión estática mayor que 5.30 kg/cm².

En la Figura 10.2 se muestra un tipo de sistema hidroneumático que utiliza supercargadores.

10.2. Operación de los sistemas convencionales

Las dos actividades más importantes en la operación de los sistemas convencionales de tanques hidroneumáticos son: la puesta en servicio y el paro del sistema.

La entrada en funcionamiento y paro de la bomba se efectúan mediante un *preostato* de alta y baja, regulado en el punto más alto.

La presión de paro de la bomba es la presión máxima a que está sometido el tanque, y por consiguiente su máximo volumen, al mismo tiempo que el máximo volumen del líquido almacenado dispuesto para resistir.

La bomba no entra en funcionamiento hasta que vuelve a recibir la orden del *preostato* de baja, que será indudablemente, cuando el tanque haya restituido el líquido almacenado, estando él mismo con la mínima presión.

Los tanques cuentan con un compresor o inyector de aire (supercargador) y suelen tener manómetros y válvulas de seguridad para más de 100 litros.

Para poner en servicio un sistema hidroneumático de gran capacidad (hoteles, oficinas, plantas de tratamiento de aguas, etc.), deben seguirse los pasos siguientes para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro:

- Poner en funcionamiento el compresor, accionando su interruptor a posición de *arranque* para dar presión "con aire" al tanque.

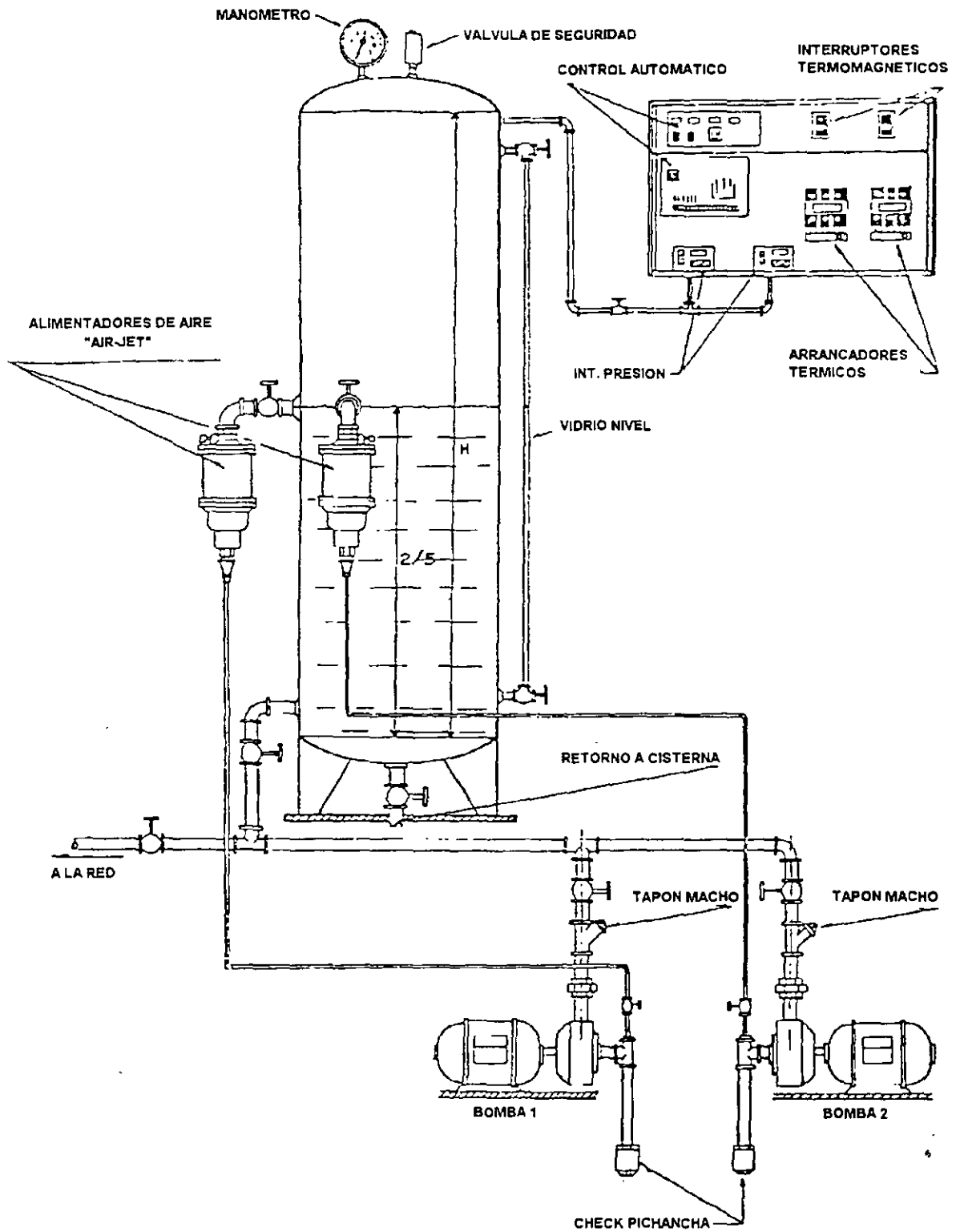


Figura 10.2. Sistema hidroneumático con supercargadores.

Cabe mencionar que en la actualidad el supercargador está entrando es desuso.

- Conectar las bombas accionando su interruptor a posición de *arranque* para impulsar el agua al tanque y llenarlo hasta una medida de 3/4 de su contenido (esta medida es variable).
- Abrir las válvulas de entrada de agua y aire al tanque, girando los volantes de la misma en el sentido indicado para que entre la presión de aire y el agua.
- Abrir la válvula de suministro de agua a la instalación de la edificación, girando el volante en el sentido indicado, para que salga la presión de aire y cantidad de agua necesarias.
- Observar en el indicador de nivel del hidroneumático, la cantidad de agua y de aire que contiene; para esto, es necesario leer en el manómetro la presión, la cual está expresada (en la mayoría de los casos) en lb/in².
- Cuando el manómetro señale baja presión, (es decir menos de 1/4 de lo normal), deben encenderse los compresores de aire, accionando su interruptor a posición de *arranque* para restituir esta presión.
- Cuando el aire sobrepasa la presión, se debe accionar la válvula de salida que se encuentra en la parte superior del tanque del hidroneumático, girando el volante de la válvula en el sentido indicado
- Encender las bombas que impulsan el agua para completar el nivel del tanque que es 3/4 de su capacidad.

Para poner fuera de servicio un sistema de tanque hidroneumático de manera satisfactoria, será necesario seguir las siguientes indicaciones:

- Desconectar el compresor accionando su interruptor a posición de *paro* para que no entre el aire en el tanque de presión
- Accionar el interruptor de las bombas a posición de *paro*, para detener su funcionamiento.
- Cerrar las válvulas de entrada de aire y de agua al tanque accionando los volantes de las mismas en el sentido indicado en ellas
- Cerrar la válvula de salida de agua al sistema, accionando el volante de la válvula en el sentido indicado

10.3. Sistemas hidroneumáticos con tanque de membrana

Los sistemas hidroneumáticos que cuentan con tanque de membrana, son aquellos en los cuales la entrada en funcionamiento y parada de la bomba, se efectúa mediante un *preostato* de alta y baja, regulado en el punto más alto.

La presión de parada de la bomba es la presión máxima a que está sometido el tanque, y consiguientemente el máximo volumen del líquido almacenado dispuesto para resistir.

La bomba no entra en funcionamiento hasta que vuelve a recibir la orden del *preostato* de baja, que será, indudablemente cuando el tanque haya restituido el líquido almacenado, estando el mismo con la mínima presión.

Los tanques vienen en la mayoría de los casos cargados de gas, que puede ser nitrógeno u oxígeno (aire comprimido) y para el llenado y vaciado, llevan una válvula debidamente protegida.

Las etapas básicas del funcionamiento de los tanques de membrana (las cuales se ilustran en la Figura 10.3), son las siguientes:

1. Cuando se supera la presión mínima, el agua entra al tanque.

2. La membrana sube mientras aumenta la presión del gas.
3. Al llegar la presión al máximo valor, se detiene la entrada del agua y ésta queda almacenada con la presión suficiente.
4. La presión del gas fuerza al agua a salir del tanque al momento de una demanda.

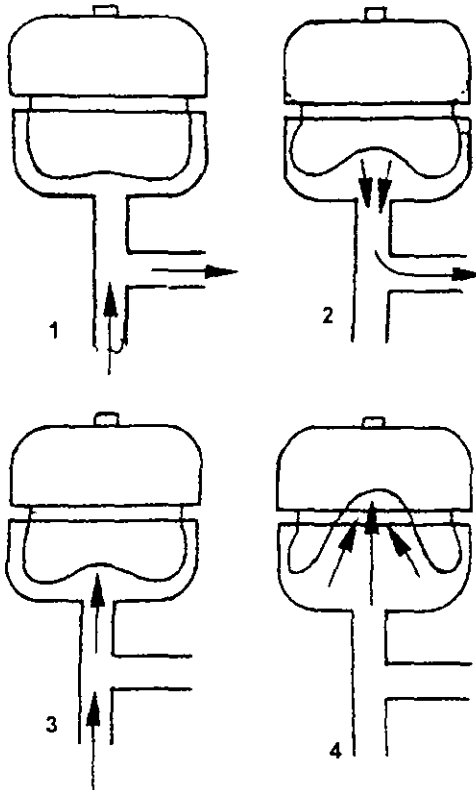


Figura 10.3. Etapas del funcionamiento de los tanques de membrana.

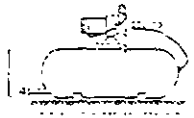

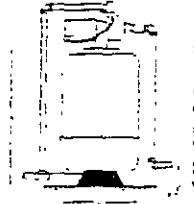
Equipos hidroneumáticos para uso residencial

La compañía Impel-Myers manufactura los equipos que se muestran en el Cuadro 10.5.

La principal característica de los tanques mostrados en el Cuadro 10.5, es la incorporación de una nueva tecnología, que consiste en un diafragma dentro del tanque, por lo que a este modelo, se le ha llamado "Tanque de Diafragma", el cual tiene entre sus principales características las siguientes:

- Un tanque de acero extra-ligero con recubrimiento epóxico para alta resistencia a la corrosión.
- Una válvula reemplazable de carga de aire que es colocada convenientemente y además es flexible para proporcionar una operación fácil y segura.
- Un Diafragma de Butyl, flexible y resistente, para asegurar la operación del tanque en todo el rango de presión.
- Un sello del Diafragma, con un retén de fijación en forma de argolla para asegurar una separación total entre el agua y el aire.

Cuadro 10.5. Paquetes de tanques hidroneumáticos Impel-Myers.

			
PAQUETE No.	1	2	3
MODELO	HR50S-H30G	HR50S-MIL5	HR75S-MPD36
PRESION DE ARRANQUE	1.4 kg/cm ² (20 PSI)		
PRESION DE PARO	2.8 kg/cm ² (40 PSI)		
GASTO (con 1.50 m de succión)			
1.4 kg/cm ²	55 lpm	55 lpm	88 lpm
2.1 kg/cm ²	55 lpm	55 lpm	88 lpm
2.8 kg/cm ²	37 lpm	37 lpm	73 lpm
4.2 kg/cm ²	-----	-----	47 lpm
MODELO DE BOMBA	HR50S	HR50S	HR75S
POTENCIA	0.5 HP	0.5 HP	0.75 HP
VOLTAJE	127 volts		
VELOCIDAD	3450 rpm		
DIAMETRO SUCCION	32 mm (1 1/4") NPT		
DIAMETRO DESCARGA	19 mm (3/4") NPT	19 mm (3/4") NPT	25 mm (1") NPT
TIPO DE MOTOR	ABIERTO APG		
MODELO TANQUE	H30G	MIL-5	MPD-36
TIPO DE EQUIPO	C/INYECTOR DE AIRE	DIAFRAGMA	DIAFRAGMA
CAPACIDAD TOTAL	110 lts	17 lts	135 lts
DESPLAZAMIENTO DE AGUA ENTRE PARO Y ARRANQUE (1.4 A 2.3 kg/cm ²)	Aprox 38 lts	5.7 lts	50.5 lts
DIMENSIONES (cm)			
A	92.3	37.3	82.8
B	-----	-----	5.70
C	40.6	28.8	50.8
D	76.0	67.0	116.0
PESO (Aproximado)	40 kg	24 kg	46 kg
MATERIALES CONSTRUCCION BOMBA	Fierro Gris		
CUERPO	Fierro Gris		
IMPULSOR	Lexan	Lexan	Bronce
SELLO MECANICO	Carbón/Cerámica		
MATERIAL TANQUE	Acero Galvanizado	Acero con camisa plástica vulcanizada en la zona hidráulica	
INTERRUPTOR DE PRESION	Incluido		

* Este equipo puede ser ajustado a 2.1 - 4.2 kg/cm² (30-50 PSI)
Cortesía de Impel-Myers U.S.A.

- Un recubrimiento de plástico interior vulcanizado en la zona hidráulica, para brindar una protección efectiva contra la oxidación

- Una base hecha de material de alto impacto, diseñada para dar fuerza y estabilidad. Esta puede girar para dar una alineación fácil con la tubería de conexión.

Todos los tanques pueden usarse hasta 80°C. La presión máxima de trabajo no debe exceder los 7 kg/cm² (100 psi) y debe instalarse una válvula de alivio calibrada a 6 kg/cm² (80 psi).

Tamaño apropiado del tanque de presión

Para determinar el tamaño apropiado de un tanque de diafragma presurizado, puede usarse la siguiente fórmula:

$$\frac{Q \times \text{Tiempo mínimo de carrera}}{\text{Multiplicador de la diferencia de niveles}} = \text{Tamaño del tanque de diafragma}$$

donde:

- Q es el gasto en l/s de una bomba.

- TIEMPO MINIMO DE CARRERA es el lapso que se requiere para que la bomba opere mientras se rellena el tanque de presión. IMPEL-MYERS recomienda al menos 1 minuto (60 segundos) de tiempo mínimo de carrera.

- MULTIPLICADOR DE LA DIFERENCIA DE NIVELES es un número obtenido del CUADRO DE VOLUMEN DEL MULTIPLICADOR DE LA DIFERENCIA DE NIVELES (Cuadro 10.6) comparando el encendido del tanque de presión y el corte de presión.

Por ejemplo si el sistema enciende la bomba cuando la presión del tanque indica 1.4 kg/cm² y se cierra cuando ésta alcanza 2.8 kg/cm², entonces el MULTIPLICADOR DE LA DIFERENCIA DE NIVELES es 0.35 (Cuadro 10.6).

Para seleccionar un tanque para una bomba de 0.7 l/s con 1 minuto (60 segundos) de tiempo mínimo de carrera y un rango de presión de 1.4-2.8 kg/cm², la fórmula quedaría como sigue:

$$\frac{0.7 \text{ l/s} \times 1 \text{ minuto (60 seg) de tiempo mínimo de carrera}}{0.35 \text{ diferencia de niveles}} = 120 \text{ litros Tamaño del tanque de diafragma}$$

Usando el Cuadro 10.7 puede seleccionarse el tanque que es más cercano en tamaño (normalmente se usa el tamaño siguiente más grande). Para este ejemplo el MPD36, un tanque de 136 litros con una diferencia de niveles de 50.5 litros, sería la selección correcta. La diferencia de niveles de 50.5 litros, significa que cuando el tanque está lleno, se tiene esa cantidad de agua disponible antes de que la presión del tanque indique 1.4 kg/cm² y enciende la bomba para rellenar el tanque:

Cuadro 10.6. Volumen del multiplicador de la diferencia de niveles (aproximada)

PRESION DEL TANQUE AL PARO DE LA BOMBA kg/cm ² (KPa)	PRESION DEL TANQUE AL ARRANQUE PSI (KPa)					
	0.70 (69)	1.41 (138)	2.11 (207)	2.81 (276)	3.51 (345)	4.22 (414)
1.4 (138)	0.26					
2.1 (207)	0.41	0.20				
2.8 (276)	0.51	0.35	0.17			
3.5 (345)	0.57	0.42	0.29	0.14		
4.2 (414)	0.61	0.49	0.37	0.25	0.12	
4.9 (483)	0.65	0.54	0.43	0.32	0.22	0.10
5.6 (552)	0.68	0.58	0.52	0.39	0.29	0.19
6.3 (612)	0.70	0.61	0.56	0.44	0.35	0.26

Cuadro 10.7. Diferencia de niveles, dimensiones y pesos.

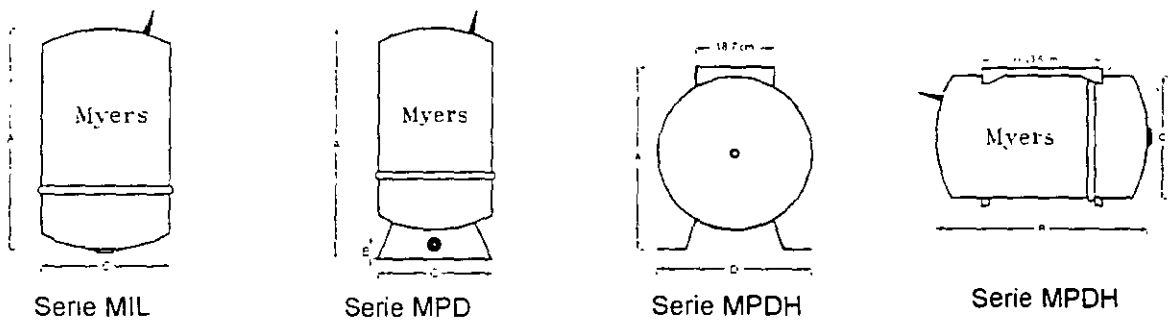
MODELO NO.	VOLUMEN (en litros)	DIFERENCIA DE NIVELES (en litros)			PRECARGA PRESURIZADA kg/cm ²	DIMENSIONES (en cm)			PESO (kg)
		1.41-2.81 kg/cm ²	2.11-3.52 kg/cm ²	2.81-4.22 kg/cm ²		A	B	C	
MIL2	7.6	2.6	2.3	----	1.41	32	----	21	2.0
MIL5	17.4	5.7	5.3	----	1.41	37	----	28	3.4
MIL7	27.7	9.5	7.9	----	2.11	53	----	28	4.8
MIL14	53.0	19.8	16.3	14.1	2.11	54	----	39	10.0
MPD14	53.0	19.8	16.3	14.1	2.11	62	5.6	39	11.4
MPD20	76.0	28.1	23.5	20.5	2.11	82	5.6	39	13.6
MPD36	136.0	50.5	42.2	36.8	2.11	80	5.6	50	20.0
MPD52	197.6	72.9	61.2	53.2	2.81	97	5.6	58	35.0
MPD86	325.0	120.0	101.0	87.0	2.81	149	5.6	60	45.0
MPD119	450.0	167.0	140.0	122.0	2.81	194	5.6	60	73.0

Conexión de la serie MIL, 3/4" Macho.
 Conexión MPD14, 20, 36, 1" Hembra
 Conexión MPD52, 86, 1 1/4" Hembra.

NOTA: Todos los tanques pueden ser usados arriba de los 82° C
 LA MAXIMA PRESION DE TRABAJO ES DE 7.03 kg/cm²
 NOTA. Instálase una válvula de alivio de presión en cualquier instalación donde la presión de la bomba pueda exceder la presión máxima del tanque.

MODELO NO.	VOLUMEN (en litros)	DIFERENCIA DE NIVELES (en litros)			PRECARGA PRESURIZADA kg/cm ²	DIMENSIONES (en cm)				PESO (kg)
		1.41-2.81 kg/cm ²	2.11-3.52 kg/cm ²	2.81-4.22 kg/cm ²		A	B	C	D	
MPDH7	27.7	9.5	7.9	----	2.11	32	53	28	31	7.3
MPDH14	53.0	19.8	16.3	14.1	2.11	43	54	39	35	11.6
MPDH20	76.0	28.1	23.5	20.5	2.11	43	68	39	35	13.6

Conexión MPDH7, 3/4" Macho
 Conexión MPDH14, 20, 1" Hembra



Dimensiones de los tanques Impel-Myers.

Como se puede ver, un tanque más grande da más diferencia de niveles, lo cual significa que se tendrá mayor cantidad de agua disponible antes de que la bomba sea requerida. Esto puede ser de suma importancia si la instalación se ubica en un área que está sujeta a frecuentes cortes del suministro de energía eléctrica. Un tanque más grande también puede significar que la bomba tendrá un ciclo (de apagado y de encendido) menor y operará por periodos de tiempo más largos, lo cual añadirá tiempo de vida a la bomba.

La Figura 10.4 muestra la operación de los tanques de diafragma.

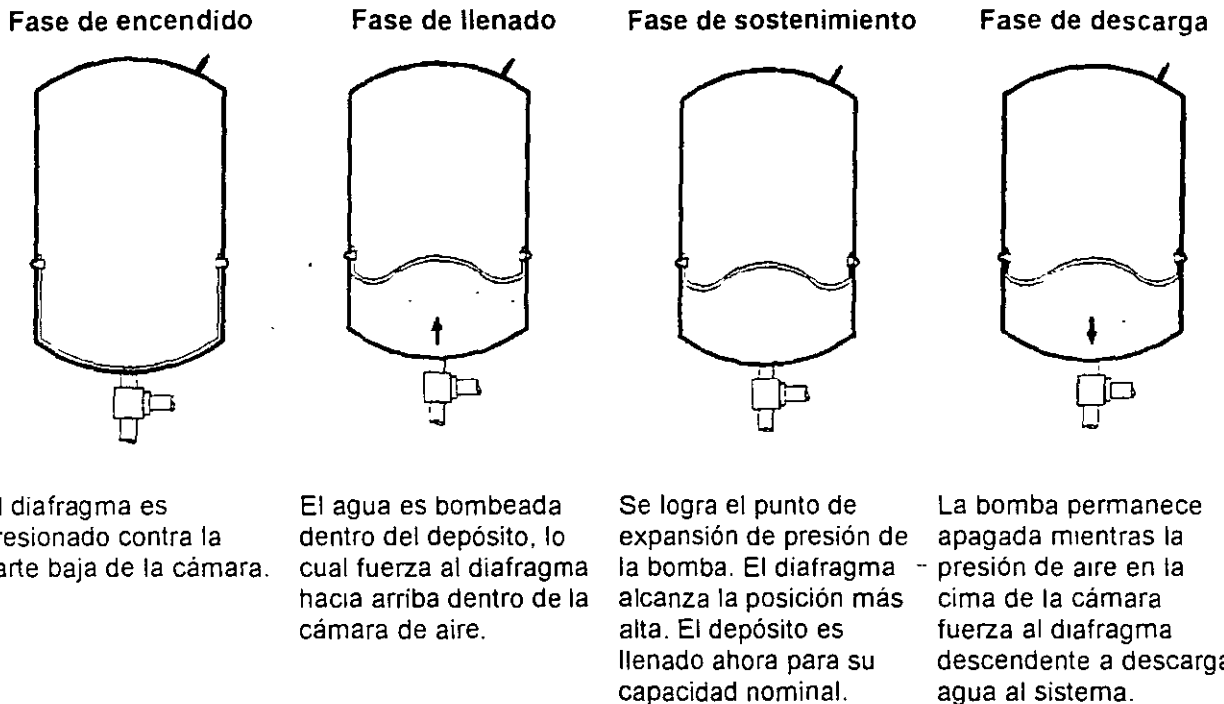


Figura 10.4. Fases de operación de los tanques de diafragma. Cortesía de Impel-Myers.

El Cuadro 10.8 presenta las equivalencias entre diferentes modelos de sistemas de tanques hidroneumáticos

Cuadro 10.8 Tabla de equivalencia entre tanques hidroneumáticos de membrana y convencionales.

MYERS	WELL-X-TROL	A. O. SMITH	STA. RITE	CLAYTON MARK	AQUATROL	CONVENCIONAL*
MIL2	WX101	V-6P	N/D	N/D	IL-2	22.86 litros
MIL5	WX102	V-15P	N/D	JPT14	IL-5	41.90 litros
MIL7	WX103	V25P	CA-15	JPT27	IL-7	80.00 litros
MIL14	WX200	V-45P	N/D	N/D	IL-14	160.00 litros
MPD14	WX 201	V-45	N/D	30-01	FSD-14	160.00 litros
MPD20	WX202	V-60	CA-42	42-02	FSD-20	160.00 litros
MPD36	WX203	V-100	CA-82	80-03	FSD-36	312.38 litros
MPD52	WX251	V-200	N/D	120-04	FSD-52	457.14 litros
MPD86	WX252	V-260	CA-120	170-45	FSD-96	838.09 litros
MPDH7	WX103PS	N/D	N/D	N/D	FSD-7H	80.00 litros
MPDH14	N/D	N/D	N/D	30-12H	FSD-14H	160.00 litros
MPDH20	N/D	N/D	N/D	40-17H	FSD-20H	160.00 litros

N/D No disponible

*Instalación a la atmósfera estándar

El Cuadro 10.9 muestra una tabla de selección de los tanques de diafragma presurizados que manufactura la compañía Impel-Myers.

Cuadro 10.9. Tabla de selección tanques de diafragma Impel-Myers.

Capacidad de la bomba (en lpm)	Establecimiento del interruptor de presión (kg/cm ²)								
	1.41 - 2.81			2.11 - 3.52			2.81 - 4.22		
	Tiempo mínimo de carrera de la bomba								
	1 min.	1 ½ min.	2 min.	1 min.	1 ½ min.	2 min.	1 min.	1 ½ min.	2 min.
9 50	MPD14	MPD14	MPD14	MPD14	MPD14	MPD20	MPD14	MPD20	MPD20
19 0	MPD14	MPD20	MPD36	MPD20	MPD36	MPD36	MPD20	MPD36	MPD52
26 6	MPD20	MPD36	MPD52	MPD36	MPD36	MPD52	MPD36	MPD52	MPD52
38.0	MPD36	MPD52	MPD86	MPD36	MPD52	MPD86	MPD52	MPD86	MPD86
45 6	MPD36	MPD52	MPD86	MPD52	MPD86	MPD86	MPD52	MPD86	MPD119
57.0	MPD52	MPD86	MPD86	MPD52	MPD86	MPD119	MPD86	MPD86	MPD119
76.0	MPD86	MPD86	MPD119	MPD86	MPD119	MPD86*	MPD86	MPD119	MPD86*
95.0	MPD86	MPD119	MPD86*	MPD86	MPD86*	MPD86*	MPD119	MPD119	MPD119
114 0	MPD86	MPD86*	MPD86*	MPD119	MPD86*	MPD119*	MPD119	MPD86*	MPD119*
133.0	MPD119	MPD86*	MPD119*	MPD119	MPD86*	MPD119*	MPD86*	MPD119*	MPD86**

* Se requieren 2 tanques.

** Se requieren 3 tanques

De la Figura 10.5 a la Figura 10.9 se muestran las instalaciones típicas de los tanques MPD de la compañía Impel-Myers.

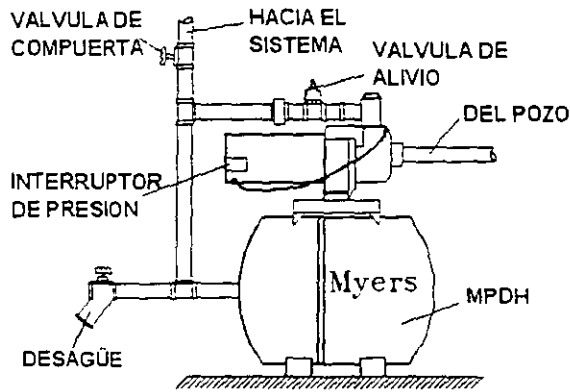


Figura 10 5. Bomba Jet con tanque MPDH.

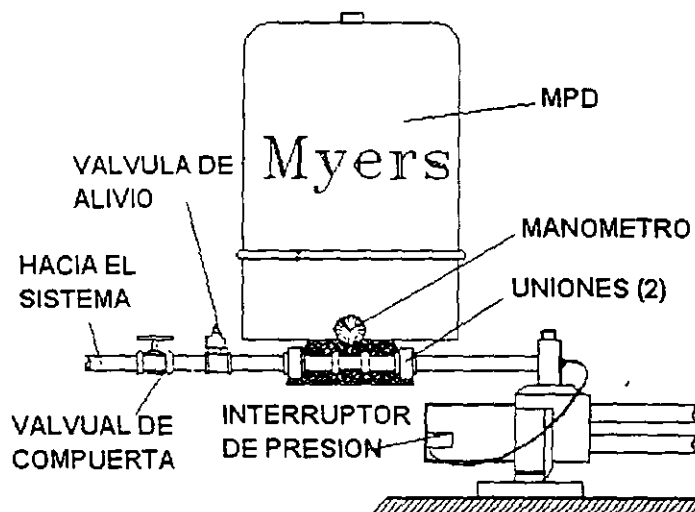


Figura 10.6. Bomba Jet montada sobre base.

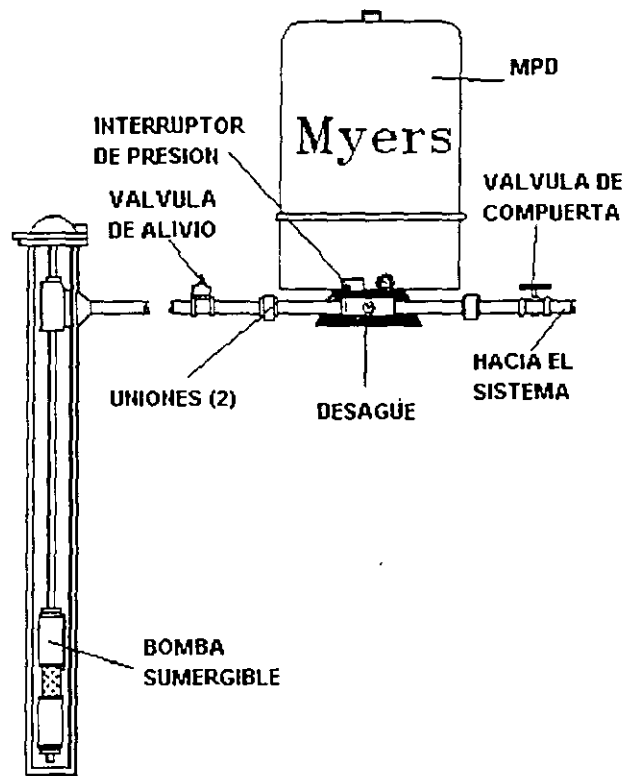


Figura 10.7. Bomba Sumergible.

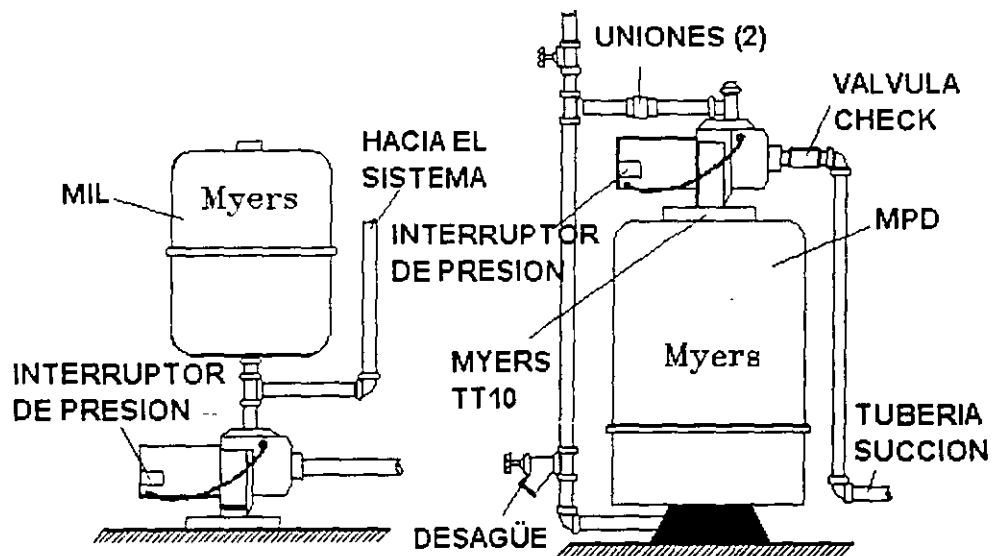


Figura 10.8 Bomba Jet con tanque MIL y Jet montada sobre tanque.

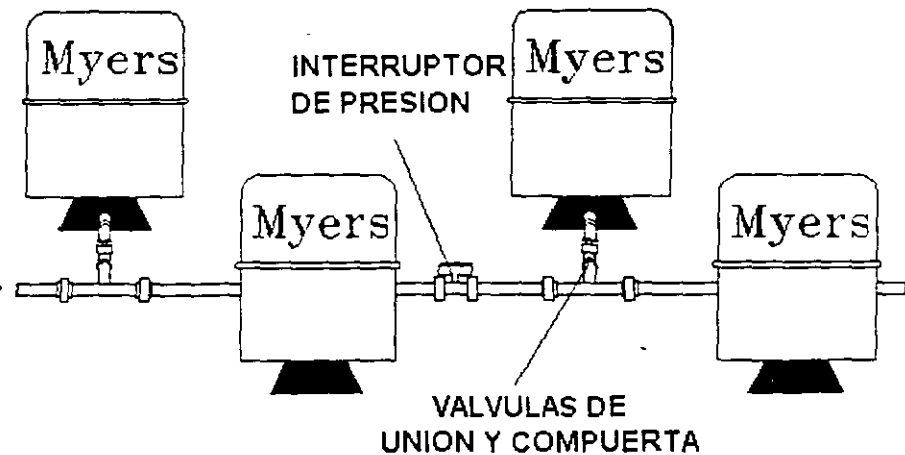
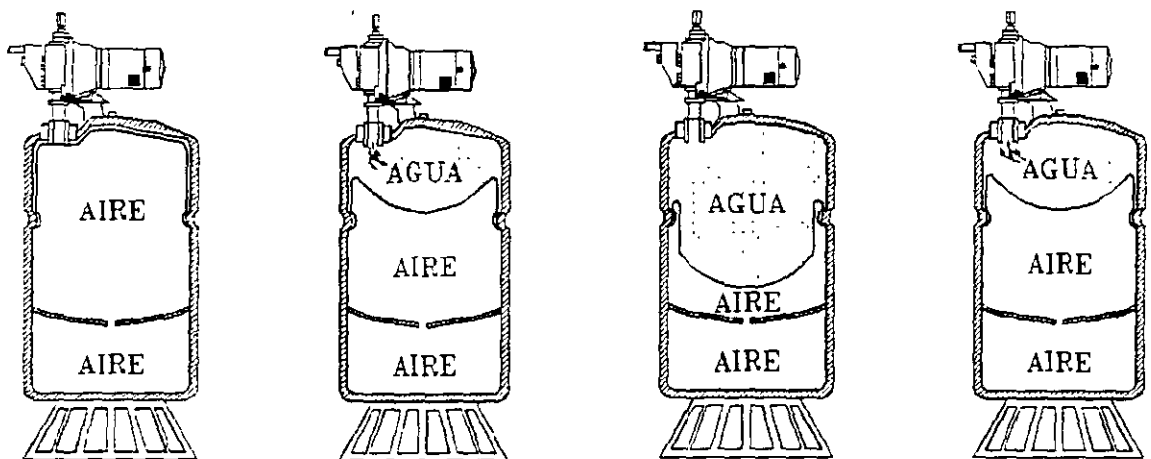


Figura 10.9. Instalación típica de MPD múltiple.

La Compañía Impel-Myers también ha desarrollado la tecnología "Aqua-Air", cuyas características se muestran en la Figura 10.10.



1. El tanque tiene una cámara de aire separada que es presurizada antes de salir de la fábrica. El aire y el agua nunca se mezclarán. El sistema nunca fallará por falta de aire
2. Cuando la bomba arranca, el agua entra al tanque al tiempo que la presión del sistema pasa la presión mínima. Esta es la capacidad del agua del tanque.
3. Cuando la presión en la cámara de aire alcanza la presión máxima del sistema, la bomba para.
4. Cuando el agua es requerida, la presión en la cámara de aire empuja el agua hacia la instalación.

Figura 10.10. Tanques hidroneumáticos por el sistema "Aqua-Air". Cortesía de Impel-Myers U.S.A.

Los tanques tipo Aqua-Air tienen un diafragma interno sellado de hule-butyl que separa permanentemente la cámara de aire del agua. El aire y el agua nunca se pueden mezclar. La cámara de aire está presurizada antes de que el tanque salga de la fábrica. El diafragma mantiene la cámara de aire permanentemente presurizada, del tal forma que el tanque no necesita recargarse nunca y de esta manera no fallará por falta de aire. Esto asegura larga vida al motor y al interruptor de presión. Debido a que el diafragma se flexiona (no se contrae) éste nunca se desgasta. El tanque Aqua-Air suministra el gasto máximo con un rendimiento igual al de un tanque regular de aproximadamente el doble de tamaño. Una de las mejores características de este sistema es que es **sin conexiones o tuberías externas en el tanque**. Las unidades Goulds Aqua-Air son fáciles de instalar y ahorran espacio.

Entre los productos de la compañía Impel-Myers, también es conveniente mencionar las Bombas Jet para pozos llanos de 1/3 y 1/2 HP Modelo J de la marca Goulds, cuyas conexiones se presentan en el Cuadro 10.10.

Cuadro 10.10 Conexiones para pozos someros.

HP	1/3		1/2	
Paquete de pozo somero	FH3	Presión alta FH3H	FH5	Presión Alta FH5H
Adaptador	4K62	4K62	4K62	4K62
Ensamble boquilla	AN015	AN016	AN017	AN019
Difusor	AD3726	AD3524	AD3731	AD3528

Sistemas Pozo Somero Marca "Goulds"

- A. J03NS y J05NS bomba básica.
- B. J03AS y J05AS tanques horizontales de 45.5 litros (12 galones).
- C. J03ES y J05ES tanques horizontales de 113.5 litros (30 galones).
- D. J03WS bomba Aqua-Air 1/3 HP Series J con tanque Aqua-Air. El volumen del tanque es de 7.6 litros (2 galones)
- E. J05XS bomba Aqua-Air 1/2 HP Series J con tanque Aqua-Air. El volumen del tanque es de 17 litros (4.5 galones)
- F. J03KS y J05KS bomba 1/3 ó 1/2 HP Series J con tanque Aqua-Air. El volumen del tanque es de 52.6 litros (13.9 galones).
- G. J03LS y J05LS bomba 1/3 ó 1/2 HP Series J con tanque Aqua-Air. El volumen del tanque es de 75.5 litros (19.9 galones).

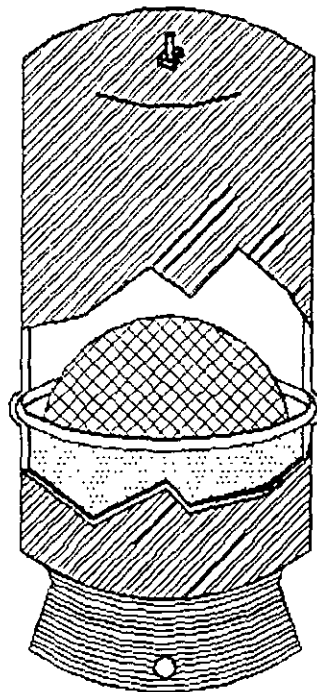


Figura 10.11. Tanque de diafragma (cortesía de Impel-Myers U.S.A.).

La Compañía "EVANS", ofrece también equipos hidroneumáticos, entre los cuales cuenta con tanques presurizados, pero con la modalidad de que la membrana es intercambiable.

Las características principales que presenta esta compañía en sus modelos, son las siguientes.

- Se tienen capacidades desde 8 hasta 500 litros.
- Se cuenta con diseños fuertes, de dos piezas (embutidos profundos).
- Cuentan con membrana intercambiable de hule butyl o hule natural.
- Presentan una separación permanente entre el agua y el aire
- Diseños compactos para ahorrar espacios.
- Son ligeros y fáciles de instalar.
- Son probados y recargados de fábrica.
- Tienen una presión máxima de trabajo de 8.10 kg/cm^2 .

Las ventajas que proporciona esta compañía en sus modelos son las siguientes:

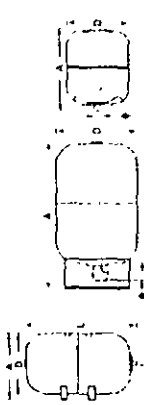
- Mantener el agua potable, protegiéndola de todo contacto con partes metálicas.
- Se evita la corrosión al no haber contacto agua-metal.
- Elimina el control del volumen e inyector de aire (supercargador) el sistema convencional.
- La elasticidad de la membrana asegura una excelente descarga de agua con los más altos y variados rangos de presión.
- Aseguran un ciclo de agua o tiempo de carrera largo, incrementando la vida de la bomba, del motor y del interruptor.
- No requieren mantenimiento, ya que contienen un colchón permanente de aire.
- Su diseño es compacto, ocupa espacios menores al sistema convencional.

En el Cuadro 10.11 se presentan las especificaciones generales de los modelos de tanques hidroneumáticos fabricados por la compañía EVANS.

Usando el Cuadro 10.12, se puede seleccionar un tanque apropiado fácilmente para bombas de medidas estándar, con flujos promedio de las bombas en litros por minutos, funcionando con rangos estándares de presión de $1.4\text{-}2.8 \text{ kg/cm}^2$, $2.1\text{-}3.5 \text{ kg/cm}^2$, ó $2.8\text{-}4.2 \text{ kg/cm}^2$, con tiempos mínimos de carrera ya sean de 1, 1.5 ó 2 minutos.

Como ejemplo podemos mencionar que si un sistema consiste de una bomba con flujo promedio de 30 LPM en el rango de presión de $2\text{-}3.5 \text{ kg/cm}^2$ y un tiempo de carrera mínimo de 1 minuto, requerirá un tanque de 100 litros, (modelos EQAFH100 ó EQAFV100).

Cuadro 10.11. Especificaciones generales de los tanques hidroneumáticos de la Compañía "Evans"



	MODELO	CAPACIDAD (en litros)	DIMENSIONES (en cm)			DIA TUB. PLG. NPT.	PESO (kg)	VOL. (m ³)	DESCARGA DEL TANQUE (EN LITROS) PARA VARIOS RANGOS DE PRESION (kg/cm ²)							
			DIA	LONG.	ALT.				14-28	14-35	14-42	21-35	21-42	21-49	28-35	28-49
									37%	46%	54%	31%	40%	47%	27%	36%
EN LINEA	EQAC8	80	204	214	315	3/4"	25	0.015	30	37	43	25	32	38	22	28
	EQAC18	180	270	280	425	3/4"	36	0.040	67	83	97	56	72	85	49	63
	EQAC25	250	350	370	355	3/4"	45	0.050	93	115	135	78	100	118	68	88
	EQAC36	350	400	410	400	3/4"	70	0.070	130	161	189	109	140	165	95	123
	EQAC50	500	400	410	520	1"	114	0.100	185	230	270	155	200	235	135	175
VERTICAL	EQAFV80	500	400	410	590	1"	120	0.110	185	230	270	155	200	235	135	175
	EQAFV80	600	400	410	690	1"	132	0.140	222	276	324	186	240	282	162	210
	EQAFV80	800	400	410	835	1"	182	0.160	296	358	432	248	320	376	216	280
	EQAFV100	1000	500	510	790	1"	227	0.220	370	450	540	310	400	470	270	350
	EQAFV180	1800	500	510	1020	1 1/4"	273	0.270	555	690	810	455	600	705	405	525
	EQAFV200	2000	600	610	1010	1 1/4"	350	0.400	740	920	1080	620	800	940	540	700
	EQAFV300	3000	650	660	1205	1 1/4"	423	0.530	1110	1360	1620	930	1200	1410	810	1050
	EQAFV300	5000	775	785	1420	1 1/4"	700	0.900	1850	2300	2700	1550	2000	2350	1350	1750
	EQAFH25	250	270	460	290	3/4"	45	0.400	93	115	135	78	100	118	68	88
	EQAFH80	600	400	685	480	1"	132	0.140	222	276	324	186	240	282	162	210
HORIZONTAL	EQAFH100	1000	500	730	585	1"	227	0.220	370	450	540	310	400	470	270	350
	EQAFH300	2000	600	945	665	1 1/4"	350	0.400	740	920	1080	620	800	940	540	700
	EQAFH300	3000	650	1135	705	1 1/4"	423	0.530	1110	1360	1620	930	1200	1410	810	1050
% DE DESCARGA DEL TANQUE								37%	46%	54%	31%	40%	47%	27%	36%	

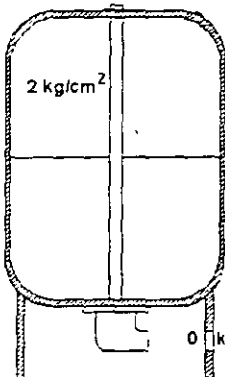
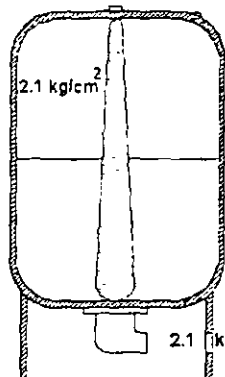
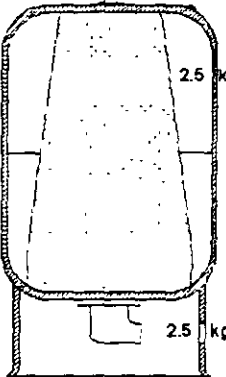
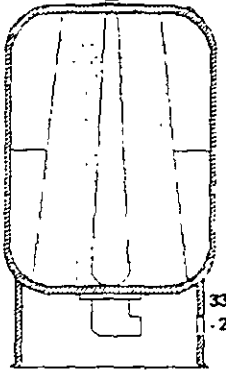
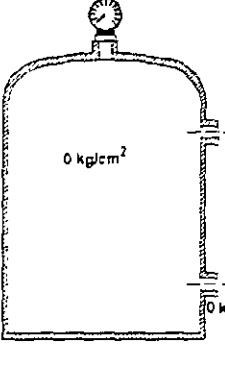
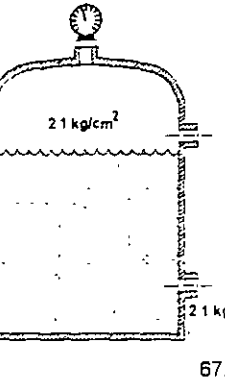
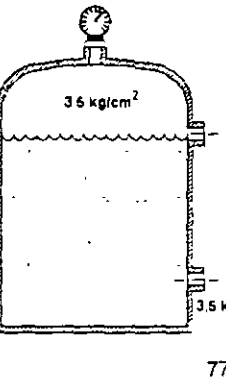
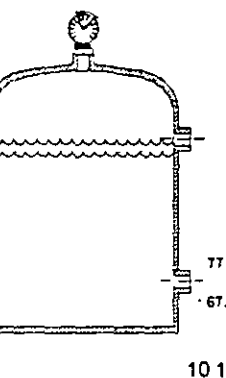
Cuadro 10.12. Selección del tanque presurizado "Evans" en función del flujo de la bomba.

FLUJO PROMEDIO DE LA BOMBA (EN LPM)	RANGOS DEL INTERRUPTOR DE PRESION (kg/cm ²)								
	141-281			211-352			281-422		
	TIEMPO MINIMO DE CARRERA DE LA BOMBA EN MINUTOS								
	10	15	20	10	15	20	10	15	20
10	25	50	50	35	30	60	35	60	80
20	50	80	100	60	100	150	80	100	150
30	80	100	150	100	150	200	100	150	200
40	100	150	200	150	200	300	150	200	300
50	150	200	300	150	200	300	200	300	300
75	200	300	500	200	300	500	300	500	600
100	300	500	500	300	500	600	300	600	600
125	300	500	600	500	600	900	500	600	900
150	500	600	900	500	600	1000	600	900	1200
200	500	900	1000	600	1000	1200	600	1200	1500
250	600	1000	1500	900	1200	1500	900	1500	2000
300	900	1200	1500	1000	1500	2000	1200	1500	2000
350	1000	1500	2000	1200	1500	2000	1200	2000	2500
400	1000	1500	2000	1200	2000	2500	1500	2000	3000
500	1500	2000	2500	1500	2500	3000	2000	3000	3600

* ESTAS CAPACIDADES SE LOGRAN CON VARIOS TANQUES DE 300 A 500 LITROS.

En el Cuadro 10.13 se presenta un diagrama de comparación entre los tanques presurizados de membrana intercambiable de la compañía EVANS y los tanques galvanizados convencionales que se han venido utilizando. En esta comparación, el sistema opera en un rango de presión de 2.1-3.5 kg/cm².

Cuadro 10.13. Tabla de comparación entre tanques presurizados y tanques galvanizados convencionales.

	CONDICIONES INICIALES	CONDICIONES DE ARRANQUE DE LA BOMBA	CONDICIONES DE PARO DE LA BOMBA	DESCARGA ENTRE EL PARO Y ARRANQUE DE LA BOMBA
	 <p>2 kg/cm² 0 kg/cm²</p> <p>0%</p> <p>% DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>2.1 kg/cm² 2.1 kg/cm²</p> <p>2%</p> <p>% DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>2.5 kg/cm² 2.5 kg/cm²</p> <p>33%</p> <p>% DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>33% 2%</p> <p>31%</p> <p>EFF. DEL TAN. PRESURIZ.</p>
	 <p>0 kg/cm² 0 kg/cm²</p> <p>0%</p> <p>% DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>2.1 kg/cm² 2.1 kg/cm²</p> <p>67.2%</p> <p>% DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>3.5 kg/cm² 3.5 kg/cm²</p> <p>77.3%</p> <p>% DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>77.3% 67.2%</p> <p>10.1%</p> <p>EFF. DE TANQUE GALVAN.</p>

En el ejemplo del Cuadro 10.13 se observa que para un rango de presión de 2.1-3.5 kg/cm² un tanque galvanizado de 100 litros descarga 10 litros, mientras que un tanque presurizado descarga 31 litros, es decir más del triple que un tanque convencional. En otras palabras, si se requiere una descarga de 31 litros, se puede usar un tanque presurizado de 100 litros, mientras que para utilizar un tanque convencional, se necesita que éste sea de más de 300 litros.

En el Cuadro 10.14 se presenta una tabla de comparación entre los tanque galvanizados y los tanque presurizados de membrana intercambiable EVANS, en relación con su capacidad y sus rangos de presión máxima y mínima del interruptor.

La compañía "EVANS" también tiene en existencia, equipos hidroneumáticos de la marca "VALSI", los cuales tienen las mismas características y ventajas mencionadas anteriormente. En el Cuadro 10.15 se incluye una tabla que sirve para encontrar el modelo más adecuado para muchos de los usos más comunes (como casas, condominios, etc.), con la cual, la obtención de la bomba es mucho más sencilla si se tiene bien determinado, el número de baños que se encuentran en el inmueble.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

En el Cuadro 10.16, se incluye una tabla que determina el conjunto "bomba(s)-tanque(s)", con la cual es fácil, después de haber obtenido el modelo de la bomba, encontrar el tanque más apropiado para el servicio en que se va a aplicar.

Cuadro 10.14. Tabla de comparación de tanques galvanizados y tanques presurizados de membrana intercambiable.

CAPACIDAD EN LITROS DE TANQUE GALVANIZADO CONVENCIONAL	RANGOS DE PRESION MINIMA DEL INTERRUPTOR (kg/cm ²)								CAPACIDAD EN LITROS DE TANQUE PRESURIZADO EVANS
	1.41	1.41	1.41	2.11	2.11	2.11	2.81	2.81	
	RANGOS DE PRESION MAXIMA DEL INTERRUPTOR (kg/cm ²)								
	2.81	3.51	4.22	3.51	4.22	4.92	4.22	4.92	
80.0	12.0	15.2	17.6	8.0	10.4	12.0	5.6	7.2	
	9.3	11.5	13.5	7.8	10.0	11.8	6.8	8.8	25.0
113.6	17.0	21.6	25.0	11.4	14.8	17.0	7.9	10.2	
	13.0	16.1	18.9	10.9	14.0	16.5	9.5	12.3	35.0
160.0	23.8	30.2	35.0	15.9	20.7	23.8	11.1	14.3	
	18.5	23.0	27.0	15.5	20.0	23.5	13.5	17.5	50.0
200.0	30.0	38.0	44.0	20.0	26.0	30.0	14.0	18.0	
	22.2	27.6	32.4	18.6	24.0	28.2	16.2	21.0	60.0
250.0	37.5	47.5	55.0	25.0	32.5	37.5	17.5	22.5	
	29.6	36.8	43.2	24.8	32.0	37.6	21.6	28.0	80.0
310.4	45.6	59.0	68.3	31.0	40.3	46.6	21.7	27.9	
	37.0	46.0	54.0	31.0	40.0	47.0	27.0	35.0	100.0
454.2	68.1	86.3	99.9	45.4	59.0	68.1	31.8	40.9	
	55.5	69.0	81.0	46.5	60.0	70.5	40.5	52.5	150.0
605.0	90.8	115.1	133.2	60.6	78.7	90.8	42.4	54.5	
	74.0	92.0	108.0	62.0	80.0	94.0	54.0	70.0	200.0
1000.0	150.0	190.0	220.0	100.0	130.0	150.0	70.0	90.0	
	111.0	138.0	162.0	93.0	120.0	141.0	81.0	105.0	300.0
1500.0	225.0	285.0	330.0	150.0	195.0	225.0	105.0	135.0	
	185.0	230.0	270.0	155.0	200.0	235.0	135.0	175.0	500.0

EFF T PRESS	37%	46%	54%	31%	40%	47%	27%	35%
EFF T GALV	15%	19%	22%	10%	13%	15%	7%	9%
FACTOR MULTIP	2.45			3.10			3.87	

La compañía "Barnes de México" ofrece también equipo para instalaciones de sistemas hidroneumáticos. La "electrobomba inyectora BARNES" en su serie *Jet-Jb* es adecuada para estos sistemas.

Los sistemas de equipos hidroneumáticos integrados de la compañía BARNES, presentan las siguientes cualidades:

- No requieren del control de volumen de aire.
- El agua no está en contacto con el tanque, eliminando la posible contaminación del agua.
- Son compactos y silenciosos.
- Cada equipo es probado en fábrica
- Se surten totalmente armados, incluyendo manómetro e interruptor de presión.

Las características más sobresalientes de estos equipos hidroneumáticos, son las siguientes:

- Tienen cuerpo, acoplamiento e inyector fabricados en hierro fundido clase 30 A.

Cuadro 10.15. Selección de la bomba según el tamaño del inmueble. Equipos hidroneumáticos Valsi.

TIPO DE VIVIENDA				MODELO BOMBA	JS1ME025	JS1ME050	JS2ME075	JS2ME100	3DME100	MC8ME100	3DME150	MC8ME150	3ME200	MT1A300	MT1A500	5ME750
Casas	Plantas		Baños													
	1		1 1/2	■												
	1		2	■												
	1		3 1/2		■											
	1		5			■										
	2		2 1/2		■											
	2		3 1/2			■										
2		5				■										
Condominios	Plantas	Deptos.	Baños													
	1	2	1		■											
	1	4	1			■										
	2	4	1				■									
	2	8	1					■								
	3	10	1						■							
	3	12	1							■						
	4	16	1								■					
	4	32	1									■				
	4	64	1										■			
	2	8	2							■						
	3	12	2								■					
	4	16	2									■				
4	32	2										■				
4	36	2												■		
Oficinas y Colegios	Plantas	Deptos.	Muebles													
	2	12	Lavaboy										■			
	2	16	WC con ventilador											■		
	2	24	Flujo metro											■		
	3	16	Flujo metro												■	

ESTA TABLA CUBRE EL 90% DE LAS APLICACIONES MAS COMUNES, OTRAS APLICACIONES REQUERIRAN DE UN ESTUDIO ADICIONAL

Cuadro 10.16 Conjuntos bomba(s)-tanques(s).

MODELO TANQUES MODELO BOMBAS	EQAS25	EQAC50	EQAFH60	EQAFH80	EQAFV100 EQAFH100	EQAFV150	EQAFV200	EQAFV300	EQAFV500	EQAFV300 (2)	EQAFV300 (3)	EQAFV500 (2)	EQAFV500 (3)	EQAFV500 (4)	RANGO MAXIMO DE OPERACION (kg/litro)
JS1ME025	A	B													141-281
JS1ME060		A	B	C											211-352
JS2ME075				A	B	C									211-352
JS2ME100					A	B	C								281-422
3DME100							A	B	C						141-281
MC8ME100							A	B	C						141-281
3DME150								A	B	C					211-352
MC8ME150								A	B	C					211-352
31ME200								A	B	C					211-352
MT1A300								A	B	C					211-352
MT1A500									A	B	C				281-422
51ME750												A	B	C	281-422

A) SERVICIO LIGERO.- CASA DE CAMPO, CONDOMINIO DE RECREO, ETC

B) SERVICIO NORMAL.- VIVIENDAS URBANAS

C) SERVICIO PESADO.- ESCUELAS, INDUSTRIAS, CINES, CUARTELES, ETC

(2), (3), Y (4) INDICAN EL NUMERO DE TANQUES NECESARIOS

DUPLIX.- CUANDO UN EQUIPO SE INSTALA EN VIVIENDAS MULTIPLES O USOS PESADOS, SE SUGIERE COLOCAR DOS BOMBAS Y UN CONTROL ELECTRONICO QUE ALTERNA LA MARCHA DE LAS BOMBAS, ESTO PROLONGA LA VIDA DE LOS MOTORES CONSIDERABLEMENTE, ADEMAS DE OFRECER UN RESPALDO POR CUALQUIER FALLO DE UNO DE LOS MOTORES O BOMBAS

- El impulsor y el difusor son fabricados en material Noryl, altamente resistente a la abrasión debido a su diseño que permite pasar el líquido libremente aumentando la eficiencia.
- Sello mecánico de cerámica en la parte estacionaria, y de carbón parte rotatoria: cuenta con resorte de acero inoxidable.
- Motor de operación en 60 ciclos, 3450 rpm, monofásico, tipo capacitor con protección térmica. Los motores de 1/2 HP trabajan en 115 Volts, los de 3/4 y 1 HP trabajan en 115/230 volts.
- La bomba cuenta con tapones para el interruptor de presión, manómetro, cebamiento y drenado

En el Cuadro 10.17 se presenta la tabla de selección para los sistemas hidroneumáticos integrados manufacturados por la compañía Barnes, y en el Cuadro 10.18 se muestra la tabla de rendimiento de las bombas inyectoras serie *Jb* que acompañan a los equipos hidroneumáticos. Para la selección del equipo, se recomienda hacerlo dependiendo del gasto requerido en horas pico, además de que la bomba trabaje 30 segundos como mínimo en cada ciclo, esto con la finalidad de enfriar al motor de la bomba.

Cuadro 10.17. Sistemas hidroneumáticos integrados Barnes

MODELO	H.P.	CAPACIDAD DEL TANQUE		AGUA DISPONIBLE POR CICLO AJUSTADO @ 1.41-2.81 kg/cm ²		AGUA DISPONIBLE POR CICLO AJUSTADO @ 2.11-3.52 kg/cm ²		EQUIVALENTE A TANQUE GALVANIZADO	
		LTS.	GALS.	LTS.	GALS.	LTS.	GALS.	LTS.	GALS.
JB50-JR2503	1/2	32	8.5	12	3.1	13	2.6	68	15
JB50-PC44	1/2	53	14.0	20	5.2	16	4.3	114	30
JB50-PC66	1/2	76	20.0	28	7.4	23	6.2	159	42
JB75-PC66	3/4	76	20.0	28	7.4	23	6.2	159	42
JB75-PC111	3/4	121	32.0	45	11.8	37	9.9	303	80
JB100-PC111	1	121	32.0	45	11.8	37	9.9	303	80
JB100-PC144	1	167	44.0	62	16.3	51	13.6	454	120
JB100-PC211	1	235	62.0	87	22.9	73	19.2	680	180

Cuadro 10.18. Tabla de rendimiento de las bombas inyectoras serie *JB* Barnes.

MODELO	H.P.	METROS DE SUCCION	PRESION DE DESCARGA EN kg/cm ² Y GASTO EN LITROS POR MINUTO					PRESION AL CIERRE kg/cm ²	SUCCION Y DESCARGA mm	PESO (kgs)
			1.41	2.11	2.81	3.52	4.22			
JB50	1/2	1.5	43	41	36	26	74	69	31.75 X 19.05	27
		4.5	33	32	30	21				
		7.6	21	21	20	16				
JB75	3/4	1.5	75	74	73	62	24	65	31.75 X 19.05	28
		4.5	59	57	56	54	20	60		
		7.6	37	36	35	33	16	55		
JB100	1	1.5	69	89	88	88	59	70	31.75 X 25.40	30
		4.5	69	69	68	68	53	65		
		7.6	44	44	43	43	39	58		

"Barnes de México", también tiene disponible en el mercado, la "electrobomba centrífuga serie *NB*", que es adecuada para el uso de sistemas hidroneumáticos.

En la Figura 10.12 se presenta la Curva de Rendimiento de la bomba centrífuga serie *NB* a 3450 revoluciones por minuto. La prueba se realizó con agua, gravedad específica 1.0 @ 20° C (68° F); otros líquidos pueden variar el rendimiento.

En el Cuadro 10.19, se muestra la tabla de los diferentes modelos y especificaciones de la bomba centrífuga serie *NB*.

Las características de la bomba son las siguientes:

Succión:	3.18 cm (1-1/4") N.P.T. Horizontal	Sello:	DISEÑO: Tipo mecánico lubricado por agua.
Descarga:	2.54 cm (1") N.P.T. Vertical		MATERIAL: Cerámica parte estacionaria, anillo de carbón y sello de exclusión parte rotatoria. Elastómero de Buna-N Resorte de Acero Inoxidable.
Cuerpo:	Hierro Gris, A.S.T.M. A-48, Clase 30		
Acoplamiento:	Hierro Gris, A.S.T.M. A-48, Clase 30		
Tapones de cebado:	Galvanizados	Motor:	Se ensamblan a motores monofásicos (1 fase) arranque por capacitor y trifásicos (3 fases). Los motores monofásicos cuentan con baleros de bolas auto lubricados en ambos extremos. Flecha tratada térmicamente contra la oxidación
Impulsor:	DISEÑO: 6 venas, del tipo cerrado, perfectamente balanceado, libre de obstrucción. MATERIAL: Thermax ® con inserto de acero inoxidable		

Cuadro 10.19. Bomba centrífuga serie NB.

MODELO	H.P.	FASES	VOLTAJE	MAXIMO AMPERAJE	PESO (kg)
NB50	0.50	1	115	10.9	18
NB75	0.75	1	115/220	14.2/7.0	20
NB100	1.00	1	115/220	14.7/8.0	25
NB100-3	1.00	3	220/440	4.2/2.1	25
NB150	1.50	1	115/220	20.4/10.2	25
NB200	2.00	1	115/220	24.0/12.0	25
NB200-3	2.00	3	220/440	6.5/3.2	25

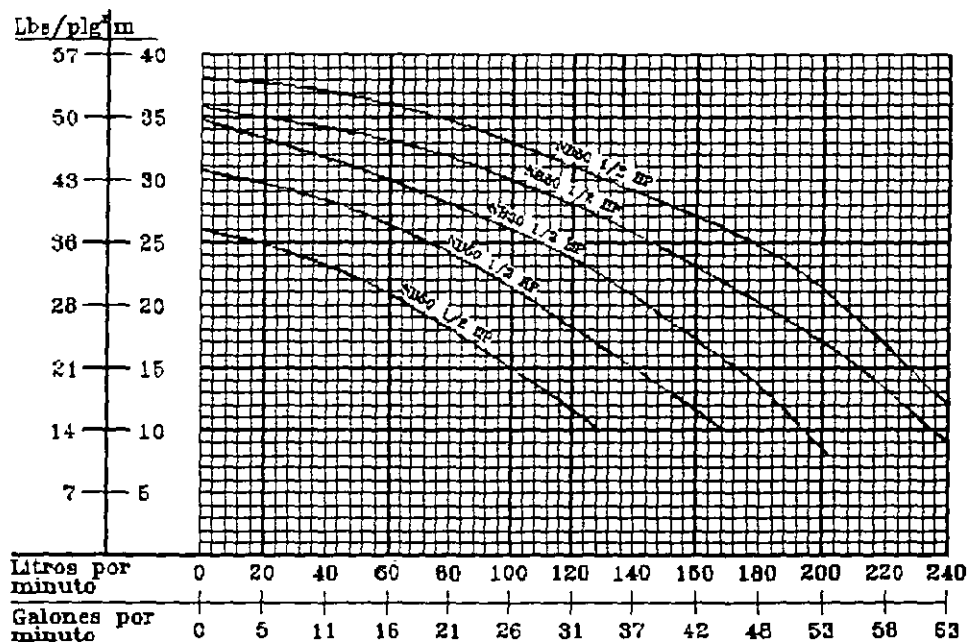


Figura 10.12. Curva de rendimiento de la bomba centrífuga serie NB.

10.4. Operación de los sistemas con tanque de membrana

1. Cuando la bomba empieza a funcionar, no entra el agua en el recipiente hasta que se supera una presión mínima (o baja), ya que antes debe superar la que inicialmente pone el gas almacenado en el tanque.
2. A medida que el agua va entrando en el tanque, la membrana empieza a subir y la presión del gas aumenta de forma considerable.
3. Cuando la presión llega al máximo valor que tiene previsto como alimentación de la red, el prestatario hace parar automáticamente la entrada de agua a la bomba y queda almacenada agua a presión suficiente.
4. En el momento de la apertura de una llave, la presión de gas de detrás de la membrana fuerza al agua a salir del recipiente.

El funcionamiento en los casos 1, 2 y 3 se realiza con la red cerrada, así no se pierde rendimiento bomba.

Es importante tener en cuenta que la elección del sistema de sobreelevación del agua, en caso de inexistencia de presión, puede condicionar toda la distribución general del edificio.

No es lo mismo disponer de agua constante de la red pública, que poderla utilizar de un suministro propio.

En nuestro medio, el segundo caso es el más común, por lo que podría garantizarse el suministro de agua mediante su extracción de una cisterna o pozo por medio de una bomba de elevación que, o bien alimente un depósito con suficiente altura para garantizar la mínima columna de agua en todos los puntos interiores de consumo, o bien alimente un depósito de regulación desde el que se impulse el agua mediante un grupo de presión tradicional.

Asimismo es muy importante conocer las necesidades reales del suministro que se va a efectuar, el gasto preciso y la altura manométrica (presión) necesaria en cada caso.

Es frecuente que en edificios de gran altura, la ubicación de un solo grupo de presión haga inoperante la instalación, ya que hay que considerar que el agua, debe salvar la altura real más las pérdidas de carga producidas por rozamiento, y debe respetar unas presiones máximas en su impulsión, que pueden ser en algunos casos excesivas para otros puntos de la instalación que se esté realizando.

Parecería en principio absurdo tener que colocar un grupo de impulsión y a la vez válvulas reductoras en algunas derivaciones, por ello es recomendable un coherente estudio de las necesidades, y la subdivisión de las unidades de impulsión por zonas independientes para garantizar el mejor funcionamiento de todo el conjunto.

CAPITULO 11

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TANQUE HIDRONEUMATICO

El diseño de un sistema de presión hidroneumático, consiste en determinar las características que deben tener principalmente el tanque y el equipo de bombeo, así como en determinar los niveles de operación de éstos elementos.

En este capítulo, se presentan algunos criterios de diseño y determinación de las características del equipo a utilizar en estos sistemas. Para los edificios pequeños que no requieren una gran carga de presión, la determinación de los niveles de operación del equipo se puede realizar mediante el uso de tablas y gráficas. Sin embargo, para edificaciones donde sí es necesaria una gran carga de presión, la determinación del equipo y sus niveles de operación, es muy recomendable hacerla mediante el uso de métodos matemáticos, para que la operación del sistema hidroneumático, sea lo más eficiente posible.

La selección del equipo para un sistema hidroneumático involucra los siguientes puntos:

- a) Determinación del gasto máximo instantáneo (Q_{mi});
- b). Selección de la capacidad del equipo de bombeo;
- c) Determinación de las presiones máxima y mínima requeridas en el tanque; y
- d). Selección conveniente del tamaño del tanque y establecimiento de los niveles superior e inferior de operación.

11.1. Determinación del gasto máximo instantáneo

El gasto máximo instantáneo es el mayor caudal que se demanda en cualquier sección de la instalación en cualquier momento del día. Cabe mencionar que el gasto máximo instantáneo no es igual a la suma de los gastos demandados por todos los muebles y aparatos sanitarios de la edificación, o muy difícilmente los será.

Existen diferentes métodos para poder realizar el cálculo del gasto máximo instantáneo: empíricos, probabilísticos, y el alemán de la raíz cuadrada. Dependiendo del criterio del proyectista, éste utilizará aquél que considere más conveniente para cada caso en particular. En el Capítulo 5, Volumen 2 de esta Serie, se expone la teoría y aplicación de dichos métodos.

11.2. Selección del equipo de bombeo

Existe un método para determinar, en forma preliminar, la capacidad conveniente de una bomba para un sistema de presión hidroneumático, el cual puede usarse antes de realizar un cálculo minucioso de la instalación hidráulica, a manera de anteproyecto.

Este método es por medio de la aproximación. Se basa en una estimación del consumo en los periodos de demanda pico, basada en registros de instalaciones similares. En el Cuadro 11.1 se presenta la Tabla de Factor de Consumo de Agua, en la que el uso específico de varios muebles de plomería ha sido despreciado y cada mueble es considerado meramente como una unidad. De esta manera, el método de factor simplifica la

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

selección de una bomba con capacidad suficiente para suministrar satisfactoriamente los requerimientos de consumo máximo o pico de un sistema de suministro.

El Cuadro 11.1 está basado en el "método de factor" y ha sido calculado para usos directos con conexiones adicionales.

Cuadro 11.1. Tabla de Factor de Consumo de Agua.

Edificios públicos. Factores en litros/segundo por mueble.							
Tipo de edificio	Número de muebles						
	hasta 30	31-75	76-150	151-300	301-600	601-1000	más de 1000
Edificios de departamentos	0.0347	0.0259	0.0208	0.0177	0.0158	0.0151	0.0063
Hoteles comerciales, Clubes	0.0505	0.0379	0.0303	0.0265	0.0227	0.0221	0.0145
Hospitales	0.0568	0.0480	0.0397	0.0341	0.0284	0.0252	0.0215
Edificios de oficinas	0.0631	0.0505	0.0410	0.0347	0.0284	0.0221	0.0240
Escuelas	0.0757	0.0568	0.0473	0.0404	0.0328	...	0.0170
Edificios mercantiles	0.0757	0.0606	0.0492	0.0416	0.0341	0.0303	...

Granjas

Los sistemas hidroneumáticos también pueden ser utilizados en granjas, donde se les dé un uso importante para la cría de ganado o para las hortalizas.

Número de muebles	Factor en l/s por mueble*
más de 5	0.1262
6-10	0.1073
11-18	0.0883
más de 18	0.0757

* Estos factores están basados en el supuesto de que los requerimientos moderados de agua para el ganado, las aves de corral y los aspersores del sistema de riego, son satisfechos en otros periodos diferentes a los de la demanda pico para el consumo doméstico. Si se anticipa que las demandas grandes para el ganado, las aves de corral y los aspersores son esenciales, especialmente durante los periodos de demanda pico para uso doméstico, entonces las correcciones para la capacidad de la bomba añadidas, pueden ser hechas mediante la referencia de los requerimientos de agua y los consumos de agua. Un sistema exitoso de agua es aquél en donde la capacidad de la bomba está ligeramente excedida con relación a la proporción de consumo de agua durante periodos de demanda pico.

Requerimientos auxiliares

(1) Se debe agregar el 20% de la capacidad de la bomba para todos los edificios donde la mayor proporción de ocupantes son mujeres.

(2) Debe agregarse para cada instalación el 10% de la capacidad de la bomba cuando las albercas o lavanderías deban ser abastecidas a través de un sistema de presión.

(3) En el caso de requerirse un abastecimiento adicional de agua para procesos especiales, debe añadirse al menos dos veces la cantidad promedio necesaria a la capacidad de la bomba para tomar precauciones de la demanda pico.

Determinación de las presiones de la bomba

Los requerimientos de presión de un sistema hidroneumático, se definen mediante los siguientes pasos.

1. Determinar la carga estática, en metros, desde la fuente de abastecimiento del edificio hasta el mueble más desfavorable, de la instalación (el concepto de "mueble más desfavorable" se expone en el Capítulo 4, Volumen 2 de esta serie.
2. Calcular la pérdida de energía, en metros, a través de la línea de tubería, incluyendo pérdidas en la succión y en la descarga, válvulas y accesorios (ver cuadro 11.2).
3. Establecer los requerimientos mínimos de presión en el mueble más desfavorable (generalmente 0.3 kg/cm^2). Si el mueble más desfavorable es una válvula de flujo se requiere una presión mayor para una operación apropiada, (1 kg/cm^2).
4. Establecer el diferencial de presión deseado (normalmente 1.4 kg/cm^2), aunque diferenciales mayores pueden contribuir a una eficiencia mayor del sistema y deberá revisarse para determinar el mejor valor aceptable.
5. Protección contra incendio. Cuando el sistema considera capacidad para el combate de incendios, es deseable mantener una presión mínima de 2.8 kg/cm^2 en el tanque, aún cuando los cálculos indiquen que una presión menor es adecuada para requerimientos domésticos.

Para entender mejor este procedimiento, se realizará un ejemplo en el cual se usarán los puntos vistos anteriormente.

Ejemplo 11.1

Determinar los requerimientos para la instalación de un sistema de presión hidroneumático en el sótano de una preparatoria. El origen del abastecimiento es un pozo profundo adyacente al edificio de la escuela.

El sistema suministrará el agua para un total de 50 muebles de todos tipos y una piscina. La carga estática desde el tanque de presión hasta el mueble más desfavorable es de 12.80 metros y la pérdida por fricción a través de la tubería es de 4.88 metros. La carga dinámica total desde el nivel de agua en el pozo hasta el tanque de presión es de 32 metros. La presión mínima requerida en el mueble más desfavorable es de 3 metros (0.3 kg/cm^2) y el diferencial de operación deseado para el sistema es de 14 metros (1.4 kg/cm^2).

Solución.

Para determinar la capacidad de la bomba:

Con referencia al Cuadro 11.1: 50×0.0568	2.84 l/s
10% más de capacidad extra para abastecer la piscina (1.10×2.84).....	3.124 l/s

Para determinar la presión máxima de trabajo en el tanque:

1. Carga estática (al mueble más desfavorable).....	12.80 m
2. Pérdida por fricción a través de la tubería.....	4.88 m
3. Presión mínima en el mueble más desfavorable.....	3 m
4. Presión de operación diferencial.....	14 m
Presión de trabajo total en el tanque.....	34.68 m (3.468 kg/cm^2)

Los interruptores de presión comerciales están calibrados para funcionar en ciertos valores de operación, así que para simplificar el problema, se seleccionará uno con el cual se estará más cerca de llegar a solucionar las condiciones particulares. Por lo tanto el interruptor de presión debe ser solicitado al distribuidor para operar con un diferencial de presión de 1.4 kg/cm^2 : que es introducirse rápidamente en 2.8 kg/cm^2 y recortar en 4.2 kg/cm^2 .

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

Para la selección de la bomba:

- a) Presión máxima de presión en el tanque.....42 m
- b) Carga dinámica total (nivel de agua dentro del pozo para el tanque).....32 m
- c) Carga requerida total para la bomba.....74 m
- d) Redondeando los valores establecidos arriba, ahora solamente es necesario escoger una bomba del tipo de pozo profundo apropiada que alimentará al menos 3 2 l/s (50 G.P.M) cuando se bombee para una carga requerida total de 75 metros.

Cuadro 11.2 Pérdidas por fricción (hf) para agua en metros por 30.47 metros de tubería de hierro forjado o acero.

½" NOMINAL		¾" NOMINAL		1" NOMINAL		1 ¼" NOMINAL		1 ½" NOMINAL		2" NOMINAL	
l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf
0.0442	0.2256	0.0631	0.0792	0.0631	0.0347	0.0946	0.0190	0.7571	0.3536	0.8833	0.1381
0.0631	0.5669	0.0946	0.2225	0.1262	0.1155	0.1262	0.0311	0.8833	0.4663	1.0094	0.1762
0.0946	0.8687	0.1262	0.3688	0.1893	0.2353	0.1893	0.0631	1.0094	0.5974	1.1356	0.2185
0.1262	1.4569	0.1577	0.5486	0.2524	0.3947	0.2524	0.1042	1.1356	0.7376	1.2618	0.2646
0.1577	2.1824	0.1893	0.7620	0.3155	0.5883	0.3155	0.1548	1.2618	0.8961	1.3880	0.3139
0.1893	3.0480	0.2208	1.0058	0.3785	0.8169	0.3785	0.2146	1.3880	1.0729	1.5142	0.3658
0.2208	4.0538	0.2524	1.2832	0.4416	1.0851	0.4416	0.2835	1.5142	1.2619	1.6403	0.4237
0.2524	5.2121	0.2839	1.5880	0.5047	1.3838	0.5047	0.3597	1.6403	1.4661	1.7665	0.4877
0.2839	6.4922	0.3155	1.9263	0.5678	1.7221	0.5678	0.4450	1.7665	1.6794	1.8927	0.5547
0.3155	7.8638	0.3785	2.7036	0.6309	2.0909	0.6309	0.5395	1.8927	1.9080	2.2082	0.7376
0.3470	9.4183	0.4416	3.5966	0.7571	2.9322	0.7571	0.7559	2.0189	2.1549	2.5236	0.9449
0.3785	11.125	0.5047	4.5720	0.8833	3.9014	0.8833	0.9997	2.1451	2.4140	2.8391	1.1735
0.4101	12.923	0.5678	5.7302	1.0094	5.0292	1.0094	1.2802	2.2712	2.6883	3.1545	1.4234
0.4416	14.843	0.6309	7.0104	1.1356	6.2789	1.1356	1.5911	2.3974	2.9809	3.4700	1.7038
0.4732	16.916	0.6940	8.4125	1.2618	7.6505	1.2618	1.9324	2.5236	3.2888	3.7854	2.0086
0.5047	19.111	0.7571	9.9365	1.3880	9.2050	1.3880	2.3104	2.6498	3.5966	4.1009	2.3439
0.5363	21.427	0.8202	11.521	1.5142	10.850	1.5142	2.7188	2.7760	3.9319	4.4163	2.7005
0.5678	23.865	0.8833	13.258	1.6403	12.679	1.6403	3.1608	2.9021	4.2672	4.7318	3.0785
0.5994	26.487	0.9464	15.148	1.7665	14.599	1.7665	3.6271	3.0283	4.6330	5.0472	3.5357
0.6309	29.230	1.0094	17.160	1.8927	16.642	1.8927	4.1453	3.1545	4.9987	5.3627	3.9014
0.6940	35.052	1.0725	19.232	2.0189	18.836	2.0189	4.6634	3.4700	6.0046	5.6781	4.3282
0.7571	41.452	1.1356	21.427	2.1451	21.153	2.1451	5.2426	3.7854	7.0714	5.9936	4.8158
0.8202	48.463	1.1987	23.774	2.2712	23.591	2.2712	5.8522	4.1009	8.2601	6.3090	5.3035
0.8833	55.778	1.2618	26.243	2.3974	26.212	2.3974	6.4922	4.4163	9.5402	6.9399	6.3703
0.9464	63.703	1.3880	31.699	2.5236	28.956	2.5236	7.1628	4.7318	10.911	7.5708	7.5286
		1.5142	37.185	2.6498	31.851	2.6498	7.8638	5.0472	12.344	8.2017	8.7782
		1.6403	43.586	2.7760	34.747	2.7760	8.5954	5.3627	13.898	8.8326	10.119
		1.7665	49.987	2.9021	37.795	2.9021	9.3574	5.6781	15.544	9.4635	11.582
		1.8927	56.997	3.0283	41.148	3.0283	10.149	5.9936	17.221	10.094	13.106
				3.1545	44.500	3.1545	10.972	6.3090	18.958	10.725	14.752
				3.4700	53.644	3.4700	13.167	6.9399	22.707	11.356	16.489
				3.7854	63.703	3.7854	15.544	7.5708	26.913	11.987	18.318
								4.1009	18.166	8.2017	31.394
								4.4163	20.970	8.8326	36.271
								4.7318	23.987	9.4635	41.757
								5.0472	27.188	10.094	47.548
								5.3627	30.541	10.725	53.340
								5.6781	34.137	11.356	59.740
								5.9936	37.795	11.987	66.446
										20.188	50.596

			6,3090	42,062	12,618	73,456	21,450	56,997
			6,9399	50,596				
			7,5708	60,045				

2 ½" NOMINAL		3" NOMINAL		4" NOMINAL		5" NOMINAL		6" NOMINAL		8" NOMINAL	
l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf
1.3880	0.1311	3.4700	0.2405	6.3090	0.1902	6.3090	0.0622	18.927	0.1942	18.927	0.0497
1.5142	0.1530	3.7854	0.2816	6.9399	0.2268	7.5708	0.0872	20.188	0.2192	20.188	0.0561
1.6403	0.1768	4.1009	0.3261	7.5708	0.2673	8.8326	0.1158	21.450	0.2457	21.450	0.0628
1.7665	0.2021	4.4163	0.3719	8.2017	0.3100	10.094	0.1484	22.712	0.2737	22.712	0.0698
1.8927	0.2295	4.7318	0.4237	8.8326	0.3551	11.356	0.1847	23.974	0.3027	23.974	0.0771
2.2082	0.3048	5.0472	0.4785	9.4635	0.4023	12.618	0.2243	25.236	0.3322	25.236	0.0847
2.5236	0.3901	5.3627	0.5364	10.094	0.4542	13.879	0.2679	26.497	0.3658	28.390	0.1061
2.8391	0.4877	5.6781	0.5974	10.725	0.5090	15.141	0.3155	27.759	0.3993	31.545	0.1292
3.1545	0.5913	5.9936	0.6614	11.356	0.5669	16.403	0.3658	29.021	0.4328	34.699	0.1545
3.4700	0.7071	6.3090	0.7285	11.987	0.6279	17.665	0.4206	30.283	0.4694	37.854	0.1820
3.7854	0.8291	6.9399	0.8717	12.618	0.6919	18.927	0.4816	31.545	0.5060	41.008	0.2115
4.1009	0.9632	7.5708	1.0272	13.879	0.8291	20.188	0.5425	34.699	0.6066	44.163	0.2429
4.4163	1.1064	8.2017	1.1948	15.141	0.9784	21.450	0.6096	37.854	0.7132	47.317	0.2765
4.7318	1.2588	8.8326	1.3746	16.403	1.1400	22.712	0.6767	41.008	0.8321	50.472	0.3109
5.0472	1.4204	9.4635	1.5667	17.665	1.3106	23.974	0.7498	44.163	0.9540	53.626	0.3496
5.3627	1.5911	10.094	1.7709	18.927	1.4905	25.236	0.8291	47.317	1.0881	56.781	0.3871
5.6781	1.7739	10.725	1.9903	20.188	1.6794	26.497	0.9083	50.472	1.2283	59.935	0.4298
5.9936	1.9660	11.356	2.2189	21.450	1.8867	27.759	0.9888	53.626	1.3807	63.090	0.4755
6.3090	2.1671	11.987	2.4597	22.712	2.1092	29.021	1.0820	56.781	1.5392	69.399	0.5700
6.9399	2.5938	12.618	2.7127	23.974	2.3409	30.283	1.1735	59.935	1.7069	75.708	0.6706
7.5708	3.0480	13.879	3.2614	25.236	2.5817	31.545	1.2680	63.090	1.8806	82.017	0.7803
8.2017	3.5662	15.141	3.8405	26.497	2.8346	34.699	1.5179	69.399	2.2586	88.326	0.8992
8.8326	4.1148	16.403	4.4806	27.759	3.1090	37.854	1.7922	75.708	2.6700	94.635	1.0272
9.4635	4.6939	17.665	5.1511	29.021	3.3833	41.008	2.0940	82.017	3.1090	100.94	1.1643
10.094	5.3035	18.927	5.8522	30.283	3.6576	44.163	2.4171	88.326	3.5966	107.25	1.3076
10.725	5.9741	20.188	6.7056	31.545	3.9624	47.317	2.7584	94.635	4.1148	113.56	1.4600
11.356	6.6751	21.450	7.5590	34.699	4.7854	50.472	3.1151	100.94	4.6939	119.87	1.6185
11.987	7.3762	22.712	8.4430	37.854	5.6693	53.626	3.5052	107.25	5.2730	126.18	1.7861
12.618	8.1382	23.974	9.3574	41.008	6.6142	56.781	3.9319	113.56	5.9131	138.79	2.1397
13.879	9.8146	25.236	10.332	44.163	7.6200	59.935	4.3586	119.87	6.5837	151.41	2.5329
15.141	11.612	26.497	11.369	47.317	8.7173	63.090	4.8158	126.18	7.2542	164.03	2.9566
16.403	13.563	27.759	12.466	50.472	9.8755	69.399	5.7912	132.48	7.9858	176.65	3.4138
17.665	15.636	29.021	13.594	53.626	11.125	75.708	6.8580	138.79	8.7782	189.27	3.9014
18.927	17.830	30.283	14.782	56.781	12.435	82.017	8.0162	145.10	9.5707	201.88	4.4196
22.081	24.140	31.545	16.002	59.935	13.807	88.326	9.2659	151.41	10.424	214.50	4.9987
25.236	31.394	34.699	19.263	63.090	15.301	94.635	10.607	157.72	11.277	227.12	5.6083
28.390	39.624	37.854	22.799	69.399	18.440	100.94	12.039	164.03	12.161	239.74	6.2484
31.545	48.768	41.008	26.670	75.708	21.945	107.25	13.563	170.34	13.075	252.36	6.8885
34.699	58.826	44.163	30.784	82.017	25.694	113.56	15.148	176.65	14.051	283.90	8.6868
37.854	70.104	47.317	35.356	88.326	29.748	119.87	16.825	182.96	15.057	315.45	10.698
				94.635	34.137	126.18	18.592	189.27	16.093	346.99	12.954
										378.54	15.392

Capacidad de las bombas

La bomba o bombas para un sistema hidroneumático deben estar en posibilidad de operar entre una gama de presiones de descarga, variando entre la alta y la baja del tanque. Generalmente la baja presión y no la alta es la que determina el punto base para la selección de la bomba.

Considerando un sistema hidroneumático en operación real, en el nivel superior la bomba o bombas no actúan. Cuando el agua sale del tanque, la presión y el nivel del agua bajan y por lo tanto la bomba arranca. El nivel inferior de agua deberá ocurrir cuando la demanda está creciendo a su valor máximo. Por lo tanto para prevenir que el nivel del agua siga decreciendo, la bomba debe estar al parejo de la demanda.

Es de notar que la presión del tanque en su nivel inferior caerá ligeramente abajo de la mínima de diseño, mientras la bomba toma velocidad, pero en la práctica, esto no tiene ningún efecto adverso en la operación del sistema. En algunas condiciones puede parecer objetable, entonces que la presión del tanque se eleve unos cuantos kg/cm^2 , después de que el sistema ha sido instalado.

Cuando se usa una sola bomba, su capacidad deberá ser aproximadamente 1.5 veces el gasto máximo instantáneo a presión baja. Los controles para bombas dúplex son arreglados generalmente de tal manera que la segunda bomba arranque en caso de que el nivel continúe bajando cuando esté operando una sola bomba. Es conveniente que cada bomba funcione cuando menos al gasto máximo y a la presión más baja.

Habiéndose seleccionado la bomba o bombas para cubrir los requisitos de baja presión, la descarga a la alta presión deberá ser verificada solamente para asegurar si es la correcta, de tal manera que la bomba no funcione continuamente. Por ejemplo, supóngase una demanda máxima de 6.309 litros por segundo y un gasto promedio de 1.262 litros por segundo. A menos que la bomba descargue más de 1.262 l/s en la presión alta, nunca debe ser desconectada, puesto que apenas estará manteniéndose la demanda arriba de la presión mínima y no llenando la descarga extra para aumentar el nivel del agua.

En la Figura 11.1 se muestran las curvas de operación de varias familias de bombas centrífugas. La característica de las bombas centrífugas es de hecho, que la potencia al freno aumenta con la disminución de la presión de descarga, y el tamaño del motor para las bombas que alimentan un tanque hidroneumático también debe estar basado en la baja presión. Refiriéndose a la Figura 11.1, en el punto A con una altura de descarga de 45.72 m (4.572 kg/cm^2) y potencia de $7 \frac{1}{2}$ H.P. comparado con 4.75 H.P. en el punto B y con una altura de descarga de 53.34 m (5.334 kg/cm^2). En consecuencia se deduce que la bomba debe tener un motor de $7 \frac{1}{2}$ H.P., por las condiciones de baja presión.

Para asegurar que las bombas cubran las necesidades de diseño, las especificaciones deben dar los gastos de bombeo, tanto en baja como en alta presión.

Para determinar el tamaño de las bombas se toma en cuenta la carga positiva en la entrada. Así, si en un sistema similar al de la Figura 11.2, la presión mínima del tanque fuera de 4.57 kg/cm^2 y la presión mínima de suministro a la entrada de la bomba de 1.406 kg/cm^2 entonces la bomba puede ser seleccionada para una carga de 3.164 kg/cm^2 . Es necesario aclarar que en nuestro medio no se autoriza la succión directa con el equipo de bombeo a partir de la red municipal de abastecimiento de agua.

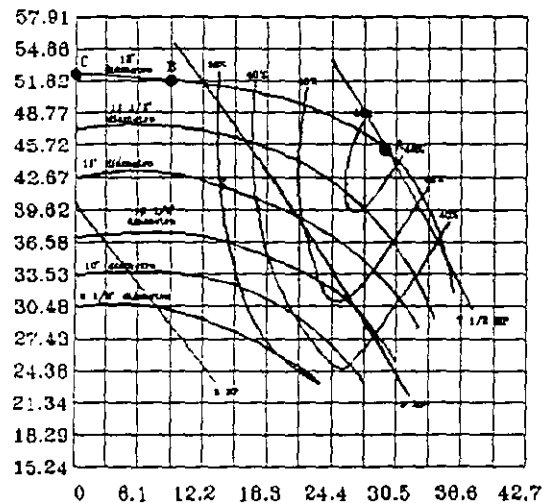


Figura 11.1. Curvas de operación de bombas centrífugas.

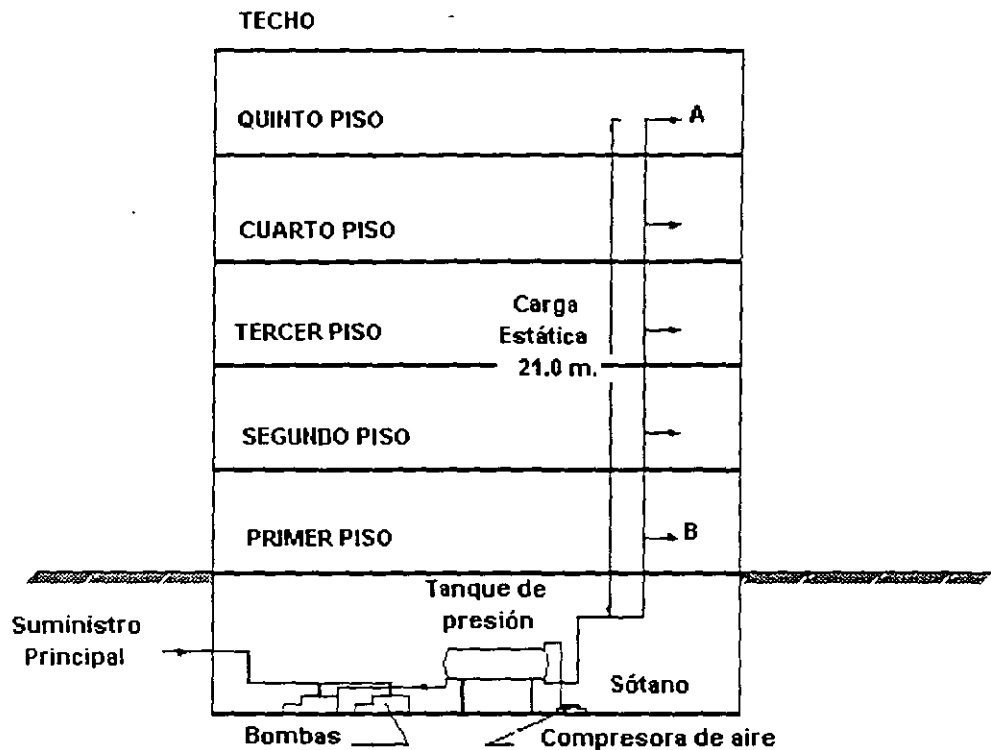


Figura 11.2 Sistema usual de distribución.

11.3. Determinación de las presiones de trabajo del tanque y los niveles de agua

Nivel bajo de agua (NBA)

Es el menor nivel establecido en el tanque que corresponde a la presión más baja a partir de la cual el sistema está diseñado para operar. Normalmente el NBA se establece, de tal manera que al menos el 10% de la capacidad total del tanque quede por debajo de ese nivel, como un colchón de agua para evitar la posibilidad de pérdida de aire en el tanque.

Nivel alto de agua (NAA)

Es el nivel superior establecido en el tanque que corresponde a la presión más alta bajo la cual el sistema está diseñado para operar.

Selección del diferencial de presión

Seleccionando el mejor diferencial de presión de operación, pueden determinarse fácilmente los niveles de control en el tanque, los diferenciales de bombeo y la eficiencia del tanque usando las curvas de las Figuras 11.3 y 11.4.

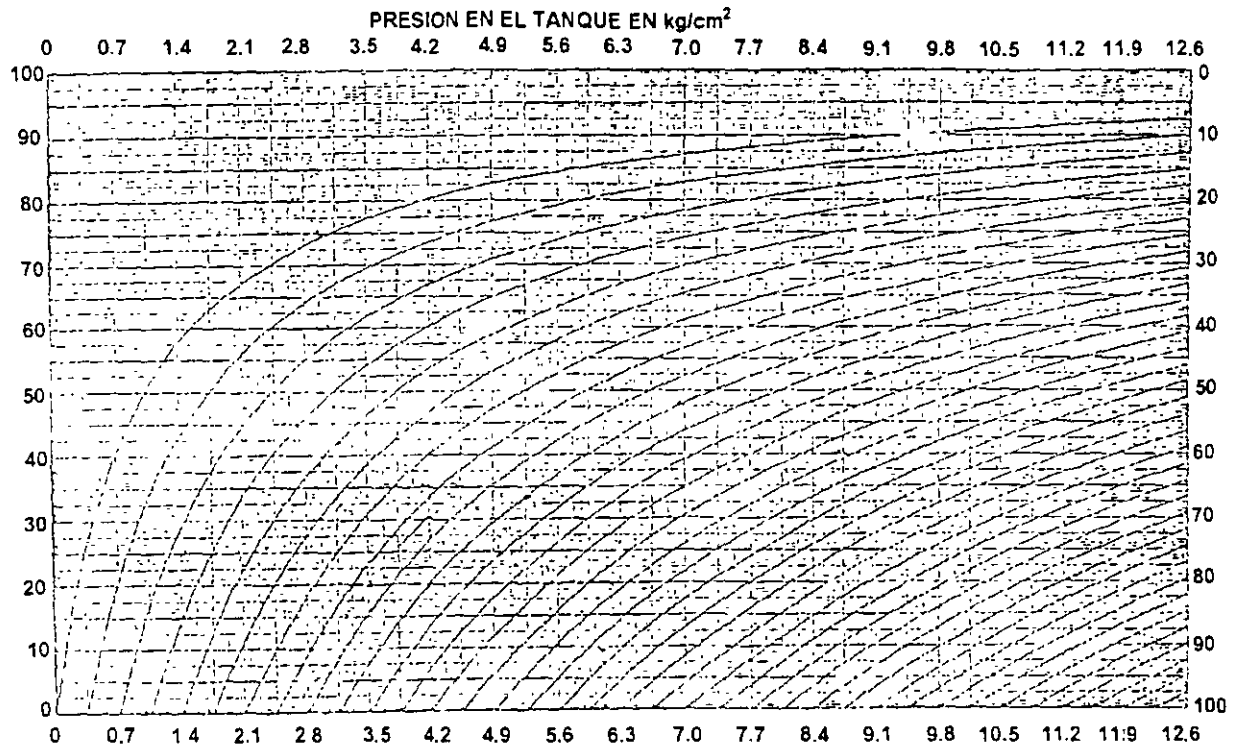


Figura 11.3. Diferenciales de volumen y presión para tanques hidroneumáticos

En el ejemplo 11.1 se seleccionó arbitrariamente un diferencial de presión de operación de 1.4 kg/cm². Ahora se puede indicar cómo determinar el nivel alto de agua (NAA) deseado, el diferencial de volumen de bombeo, la eficiencia del tanque y si 1.4 kg/cm² de diferencial de presión es la cantidad conveniente para el ejemplo.

Refinándose a la curva de la Figura 11.3 se debe empezar en el punto que indica una reserva del 10% del volumen en el tanque y seguir esa línea horizontal hasta donde se intersece la línea vertical de presión de 2.8 kg/cm². Seguir la curva de presión más cercana (en este caso la curva de 2.46 kg/cm²) hasta donde se interseca con la línea vertical de 4.2 kg/cm². Entonces por interpolación se determina el punto que indique que el agua ocupará aproximadamente el 34% del total de la capacidad del tanque, cuando el aire ha sido comprimido de 2.8 kg/cm² a 4.2 kg/cm². El nivel de agua equivalente a 34% del volumen del tanque, establece el NAA deseado.

El diferencial de bombeo es el diferencial de volumen entre el NBA y el NAA en el tanque. Este diferencial expresado en porcentaje, también indica la eficiencia del tanque. Así, 34% menos 10% indica que el diferencial de bombeo es 24% del total del volumen del tanque. Con el 24% del total del volumen del tanque disponible para bombeo, la eficiencia del tanque también es de 24%.

Ahora pueden establecerse los niveles tanto del NBA como del NAA en el tanque. El volumen en un tanque vertical cilíndrico es proporcional a su altura. Si se asume un tanque vertical de 183 cm de altura y la descarga del tanque está localizada en la parte baja, entonces el NBA es 10/100 x 183 ó 18.3 centímetros sobre la parte baja del tanque y el NAA es 34/100 x 183 ó 62.22 centímetros sobre la parte baja del tanque.

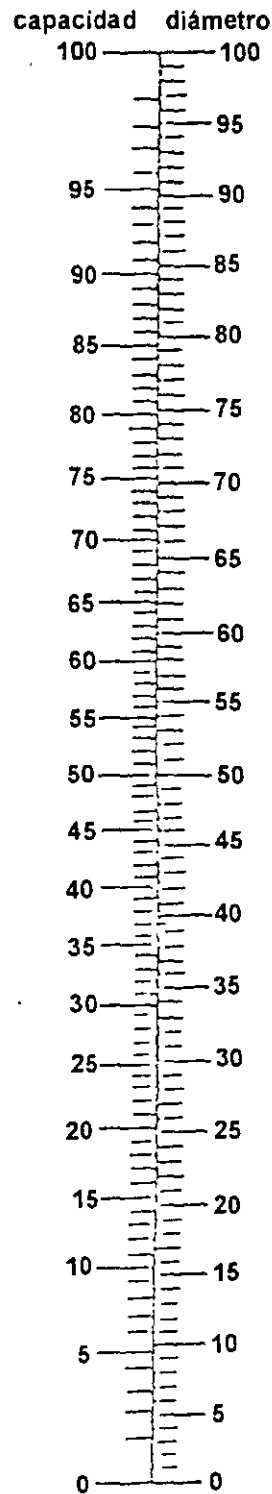


Figura 11.4. Conversión de la capacidad de la altura para tanques horizontales cilíndricos.

El volumen en un tanque horizontal cilíndrico no es proporcional a su diámetro (altura) así que es necesario referirse a la curva de la Figura 11.4 para convertir el porcentaje de la capacidad al porcentaje del diámetro. Así, 10% de la capacidad del tanque es equivalente a aproximadamente 15.7% del diámetro y 34% de su capacidad es equivalente a aproximadamente 37.4% de su diámetro. Si se asume un tanque horizontal de 1:

cm de diámetro, entonces el NBA es 15.7/100 x 183 ó 28.73 centímetros sobre la parte baja y el NAA es 37.4/100 x 183 ó 68.44 centímetros sobre la parte baja.

Resumiendo, se ha establecido cómo determinar el NBA y el NAA, el diferencial de bombeo y la eficiencia del tanque. La consideración restante es para determinar el diferencial de presión de operación más deseable.

Asumiendo, por ejemplo, que la presión diferencial será de 2.1 kg/cm² con 2.81 kg/cm² en el NBA y 4.92 kg/cm² en el NAA, procediendo como se describe arriba y determinando que a 4.92 kg/cm² el agua ocupará aproximadamente el 42% del total del volumen del tanque. El diferencial de bombeo es el 32% del volumen total del tanque y su eficiencia es también 32%. Esta es una ganancia de 8 puntos sobre la selección de presión de 2.81-4.2 kg/cm². El diferencial de bombeo gobierna el tamaño del tanque que será requerido y también puede afectar el tamaño de la bomba y su manejo a causa del rango en el diferencial de presión. Es deseable evaluar el costo de cada arreglo para determinar el sistema más eficiente.

Presión del tanque

La presión del tanque debe ser controlada entre límites que resulten aceptables, entre la máxima y mínima de descarga. Estas presiones dependerán de las necesidades de cada instalación particular.

La presión de descarga del tanque debe ser todo el tiempo suficiente, para proporcionar la carga requerida en cualquier punto de uso en el edificio, teniendo en cuenta la carga necesaria para las pérdidas debidas a la circulación del agua en la tubería, así como la carga estática debida a la diferencia de nivel, entre el tanque y la salida del agua. La presión mínima aceptable en el tanque debe ser cuando menos una presión que satisfaga estos requisitos.

Deberá notarse que la determinación de la presión necesaria en el agua de suministro, es parte del diseño en cualquier edificio independientemente del origen del agua; el método de cálculo de un sistema hidroneumático no es diferente de aquél para un edificio con sistema de abastecimiento directo a la red de distribución interior.

El volumen del tanque entre los niveles del agua más alto y más bajo, es la cantidad de agua que debe ser desalojada antes de que la bomba vuelva a arrancarse. Entre mayor sea la cantidad disponible de agua, menor será el número de ciclos de bombeo.

Mientras que la mínima presión aceptable se basa usualmente en las necesidades del mueble más desfavorable, la máxima presión debe de considerarse para los más cercanos al tanque hidroneumático.

Ejemplo 11.2

Determinar las presiones del tanque para el sistema mostrado en la Figura 11.2, considerando los siguientes datos:

Presión requerida, punto A	1.40 kg/cm ²
Pérdidas de carga en la tubería hasta el nudo A	1.055 kg/cm ²
Carga estática (desde el tanque al punto A)	<u>2.103 kg/cm²</u>
Presión mínima requerida en el tanque	4.558 kg/cm ²

La presión en el punto B, a la presión mínima del tanque debe ser cuando menos de 4.558 kg/cm², siendo menor la carga estática y cualquier pérdida debida a la fricción en ese mismo punto. Esta es una presión relativamente alta para un sistema de plomería y no será conveniente llegar arriba de éste valor. Sobre esta base, 5.273 kg/cm², puede ser seleccionada como la máxima.

Eventualmente la presión del tanque subirá por encima de 5.273 kg/cm² y podemos reducirla en el punto B (y en otros artefactos, si es necesario) por medio de válvulas reductoras de presión. Pero la ganancia en el agua disponible del tanque y el resultado de la reducción del número de ciclos de bombeo, no es suficiente para justificar el uso de las válvulas reductoras de presión en el sistema.

11.4. Determinación de la capacidad y tamaño del tanque mediante la ley de Boyle

Tamaño del tanque

El tamaño del tanque hidroneumático es muy arbitrario. En sí el problema requiere propiamente las relaciones entre la presión alta y baja, los respectivos niveles de agua y la cantidad que debe ser desalojada del tanque

Tanques verticales

Considérese un tanque cilíndrico vertical como el mostrado en la Figura 11.5. Las relaciones básicas a partir de la ley de Boyle, que se expusieron en el Capítulo 9, son:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (9.1)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad (9.2)$$

y como

$$V_1 = \frac{\pi D^2 h_3}{4} \quad \text{y} \quad V_2 = \frac{\pi D^2 h_4}{4}$$

entonces:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{h_4}{h_3}$$

La cantidad de agua desalojada entre el nivel superior e inferior puede ser expresada como sigue:

$$\text{Agua disponible} = V_2 - V_1 = \frac{\pi D^2 (h_4 - h_3)}{4}$$

Como debe evitarse la entrada del aire al sistema de distribución, se dejará un volumen de agua que permanezca abajo del nivel inferior, de un 10% del volumen total del tanque.

Por lo tanto la altura mínima del nivel inferior arriba de la salida del tanque es "h₂" y la altura máxima de este nivel al tope del tanque es "h₄", definiéndose de la siguiente manera:

$$h_4 \text{ máxima} = 0.90 H \quad (11.1)$$

$$h_2 \text{ mínima} = 0.10 H \quad (11.2)$$

de la Figura 11.5:

$$h_1 \text{ máxima} = H - h_3$$

pero:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{h_4}{h_3} \quad \text{por lo que:} \quad h_3 = h_4 \frac{P_2}{P_1}$$

como h₄ = 0.90H, entonces:

$$h_4 \text{ mínima} = 0.90H \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \quad (11.3)$$

$$h_1 \text{ máxima} = H - h_3 = H \left[1 - 0.90 \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \right] \quad (11.4)$$

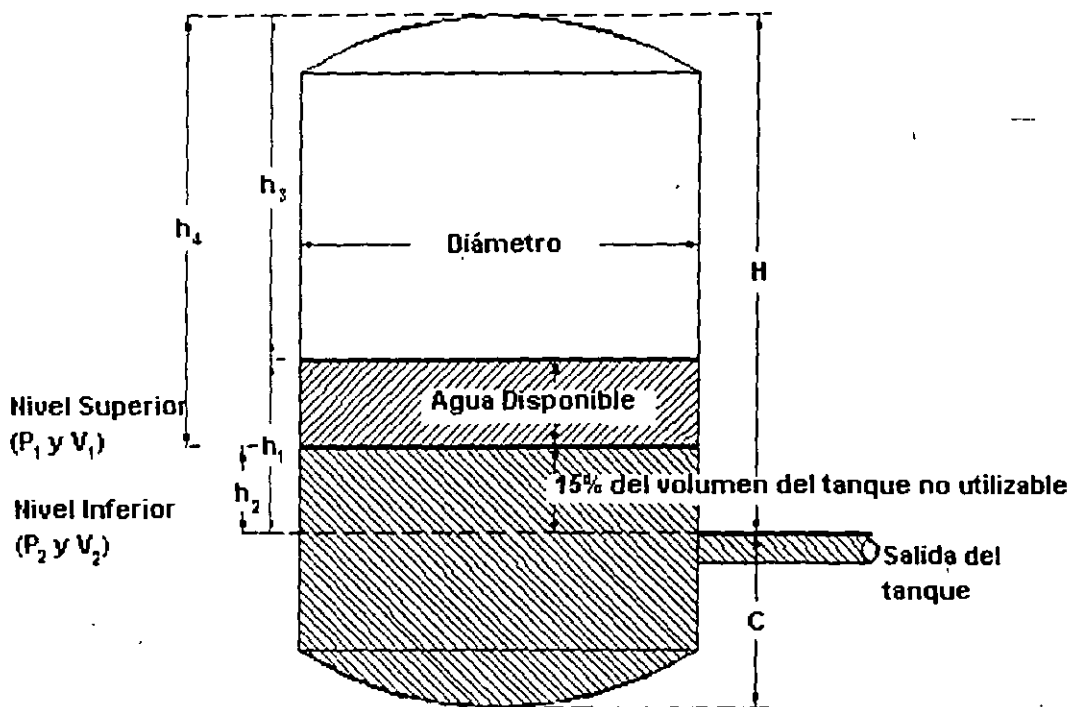


Figura 11.5 Relaciones de nivel-volumen de un tanque vertical.

Donde H es la altura nominal del tanque medida a partir de la salida del tanque. En el caso de que la salida sea en el fondo, "H" representará la altura total del tanque.

Las ecuaciones (11.2) y (11.4) representan los niveles inferior y superior respectivamente, para la máxima cantidad de agua que puede desalojar el tanque, para una combinación particular de presiones. El efecto de la curvatura en los extremos no se toma en cuenta en ambas ecuaciones. Si se considera otro valor diferente del 10% en el volumen de agua que debe permanecer en el tanque, las ecuaciones (11.2) y (11.4) serán diferentes

Tanques horizontales

En el caso de un tanque horizontal los cálculos se complican más, ya que el volumen no es proporcional a la altura, como se ve en la Figura 11.6.

El diseño de tanques horizontales puede hacerse por medio del nomograma mostrado en la Figura 11.7, que se construye con la ecuación de Boyle ($P_1 V_1 = P_2 V_2$) para el volumen de aire en un tanque hidroneumático, donde:

P_1 = Presión inicial (alta) en kg/cm².

P_2 = Presión final (baja) en kg/cm².

V_1 = Volumen inicial de agua a la presión P_1 , expresado en porcentaje del volumen total del tanque.

V_2 = Volumen final de la presión P_2 , expresado en porcentaje del volumen total del tanque.

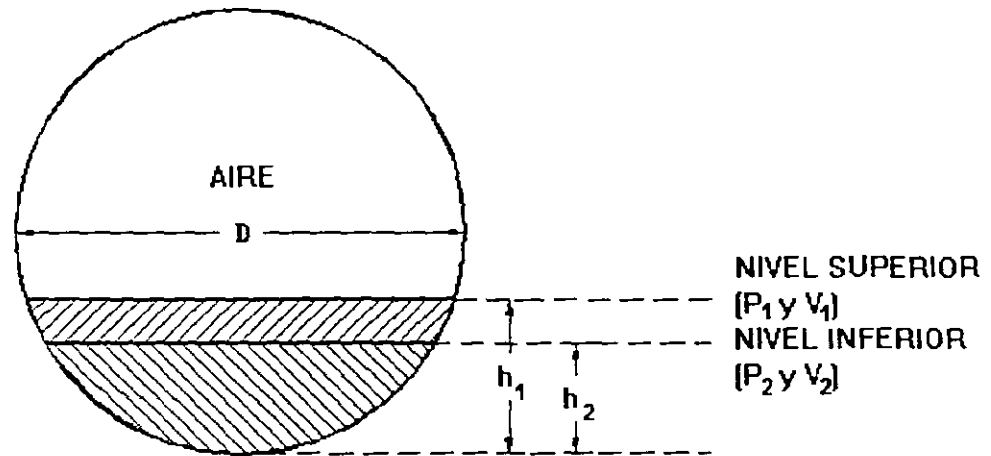


Figura 11.6 Relaciones de nivel-volumen de un tanque horizontal.

El nomograma se construyó de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación } P_2 V_2 = P_1 V_1$$

Tomando logaritmos:

$$\log P_1 \log V_1 = \log P_2 \log V_2$$

haciendo

$$\log P_2 \log V_2 = q \tag{11.5}$$

$$\log P_1 \log V_1 = q \tag{11.6}$$

Las escalas para la ecuación (a) son:

$$X = M_1 \log P_2$$

$$Y = M_2 \log V_2$$

$$Z = M_3 q$$

y las escalas para la ecuación (b) son:

$$Z = M_3 q$$

$$S = M_4 \log P_1$$

$$W = M_5 \log V_1$$

Las graduaciones de P_2 , P_1 y V_2 comienzan en cualquier parte a lo largo de su eje, pero un punto de partida para la graduación de la escala V_1 , se determina de acuerdo con tres valores $P_2 = P_{20}$, $V_2 = V_{20}$, y $P_1 = P_{10}$, que satisfagan la ecuación. Para mayor facilidad se trazarán sobre las escalas V_1 y V_2 las alturas de agua h_1 y h_2 respectivamente, en porcentaje del diámetro del tanque.

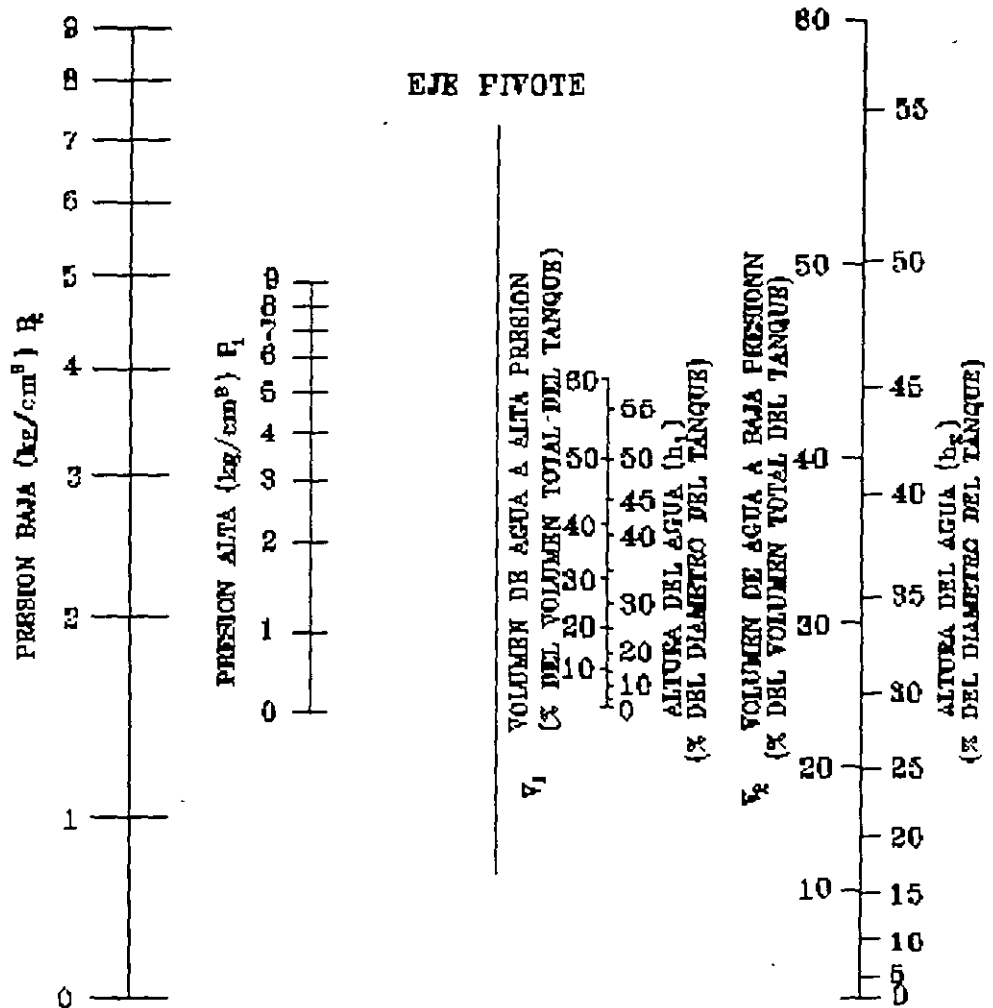


Figura 11.7. Relaciones entre presiones y niveles de agua en tanques hidroneumáticos horizontales.

Forma de uso del nomograma

Una vez fijados los requisitos de presión alta y baja en el nomograma, se traza una línea que una los dos valores de presiones correspondientes en las escalas P₁ y P₂. Del punto donde ésta línea corta la línea índice, se traza otra a la escala V₂ que es el volumen mínimo aceptable a nivel inferior. Por lo tanto esta línea corta a la escala V₁ y se leerá también el volumen de agua a nivel superior y simultáneamente los valores h₁ y h₂ equivalentes a los volúmenes V₁ y V₂.

Entonces.

Volumen del tanque x (V₁ - V₂) = agua disponible desalojada.

h₁ x D = nivel superior del agua (en las mismas unidades que D)

h₂ x D = nivel inferior (en las mismas unidades que D).

Para cualquier par de presiones alta y baja en el tanque hidroneumático, habrá una infinidad de niveles de agua. Sin embargo, solamente una combinación dará la máxima cantidad de agua que debe desalojar el tanque. Obviamente, la gran porción de volumen ocupado por el aire comprimido a nivel superior, será mayor

cuando el agua se desaloje por la expansión del aire. En el tanque horizontal como en el caso del tanque vertical, el nivel inferior ocupa el 10% del volumen total.

El volumen de agua que permanece a nivel inferior debe ser medido por encima de la salida del agua. En todas las ilustraciones del tanque horizontal y todos los cálculos hechos, se supuso la salida en el fondo del mismo. En el caso de que la salida sea en uno de los extremos, el 10% mínimo debe ser tomado como una cantidad arriba de la salida, como se muestra en la Figura 11.8. Para corregir el volumen no utilizable, es decir el que queda abajo de la salida, se agrega al volumen representado por "a" el 10% requerido. (Todos los requisitos se pueden obtener en el nomograma). Este volumen (a la altura b) representará entonces el volumen del nivel inferior y será empleado en lugar del 10% normal.

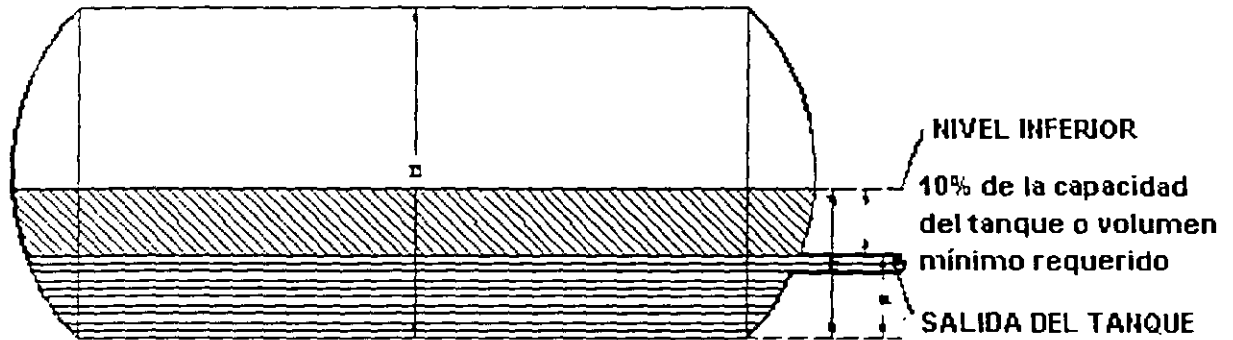


Figura 11.8. Salida en uno de los extremos de un tanque horizontal.

Por ejemplo, si se tuviera un tanque en el cual la altura "a" fuera de 15.24 cm, y el diámetro "D" del tanque fuera de 152.4 cm, el volumen no utilizable es 5 1/2 % de la capacidad del tanque. Entonces la altura b es:

$$b = 5.5 + 10 = 15.5\% \text{ del volumen del tanque.}$$

Este valor es, para este caso, el volumen mínimo que debe tener el tanque en nivel inferior y este nivel leído en el nomograma es de 26% del diámetro ó 40 cm. Teniendo así determinado el nivel inferior podremos encontrar el nivel superior en el nomograma y también la cantidad de agua en porcentaje del volumen del tanque que será desalojada entre los niveles.

Selección del tanque

El tamaño de un tanque depende tanto del diferencial de volumen de la bomba ya establecido, como del número de ciclos de bombeo deseados. Las experiencias indican que el número promedio de ciclos de bombeo no necesita ser mayor de seis ciclos por hora y muy pocas veces menor de cuatro ciclos por hora.

Cuanto más grande sea el número de ciclos de bombeo, más pequeño será el tamaño del tanque requerido. Esto es importante cuando el costo inicial de una instalación es significativo.

Con menos ciclos se requerirá un tanque más grande, pero algunas veces se tienen consideraciones más importantes que la del costo inicial. Se recomiendan menos ciclos de bombeo en instalaciones de hospitales, sanitarios, hoteles, etc., donde arranques y paros frecuentes puedan presentarse y ser molestos y cuando se desea una reserva más grande, por ejemplo cuando la instalación es usada para protección contra incendio.

En el Capítulo 10, se presentan varias opciones y modelos de tanques hidroneumáticos las cuales cuentan con las dimensiones y capacidades de cada uno de ellos. Si es necesario escoger alguno de estos tanques, será necesario referirse al mencionado capítulo.

Para fines de diseño se recomienda que el volumen disponible de agua en el tanque, es decir el volumen r' agua desalojada, satisfaga por un minuto el gasto máximo instantáneo de la edificación.

El procedimiento a seguir para la selección del tanque se ilustra con un ejemplo.

Ejemplo 11.3.

En una edificación se han calculado las condiciones de presión con las cuales trabajará el edificio. Los valores obtenidos son los siguientes:

Presión alta: 5.27 kg/cm^2

Presión baja: 4.57 kg/cm^2 (incluyendo el 10% del volumen residual)

Demanda máxima (gasto máximo instantáneo):

$Q_{mi} = 1.58 \text{ l/s}$

Determinar el tanque vertical más apropiado para el funcionamiento óptimo del sistema.

Solución.

De las relaciones vistas en el Capítulo 9 tenemos:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$$

$V = \text{volumen total}$

$$xV = \frac{P_2 \cdot 0.90V}{P_1}$$

$$x = \frac{0.90 P_2}{P_1} = \frac{0.90(4.57)}{5.27} = 0.78$$

Agua desalojada = $0.90V - 0.78V = 0.12V$ \implies 12% del volumen del tanque

Como el Q_{mi} es de 1.58 l/s , con 1 minuto de ésta demanda máxima se obtiene:

$$V = \frac{1 \text{ minuto} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \times 1.58 \text{ l/s}}{0.12} = 790 \text{ litros}$$

Cotejando la tabla de especificaciones de los tanques hidroneumáticos de la compañía "Evans" (Cuadro 11.11), puede seleccionarse el tanque vertical modelo EQAFV500 cuyo volumen es de 900 litros y su diámetro es de 77.5 cm.

Ejemplo 11.4.

Realizar el ejemplo 11.3 para un tanque horizontal.

Usando el nomograma se tienen las condiciones dadas

Volumen de agua a alta presión = 24% del volumen del tanque.

Volumen de agua a baja presión = 10% del volumen del tanque.

Agua desalojada = $24 - 10 = 14\%$ del volumen del tanque.

Como el gasto máximo instantáneo es de 1.58 l/s y el volumen disponible es igual a 1 minuto de ésta demanda máxima, entonces se tiene que:

$$\text{El volumen del tanque} = V = \frac{1 \text{ minuto} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \times 1.58 \text{ l/s}}{0.14} = 677 \text{ litros}$$

En el Cuadro 11.11, se puede observar que no existe un tanque que por sí solo proporcione ese volumen de agua, sin embargo, pueden utilizarse dos tanques modelo "EQAFH200" cuyos volúmenes son de 400 litros cada uno, y sus diámetros son de 60 cm.

Debe recordarse que la relación presión-volumen $P_1V_1 = P_2V_2$, se cumple solamente bajo condiciones de temperatura constante. Normalmente durante la compresión de aire, la temperatura aumenta y durante la expansión disminuye. Por lo tanto la transferencia de calor entre el aire que se encuentra dentro del tanque y el material de éste, depende de la temperatura ambiente y del tiempo. En consecuencia la compresión y la expansión rara vez es a temperatura constante y es más adecuado establecer la ecuación $P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$ en donde "n" varía entre 1 y 1.4; para cálculos prácticos "n" se toma como uno. El efecto de esta simplificación es que en el sistema de operación, el nivel superior real del agua, será un poco más bajo que el del punto de diseño y el nivel inferior un poco más alto que su punto de diseño; de donde resulta una cantidad menor de agua que la calculada. Las modificaciones a partir de las presiones de diseño alta y baja, se considerarán despreciables.

Ejemplo 11.5

Se tiene un edificio de oficinas, el cual cuenta con planta baja y 5 pisos más. En cada piso se encuentran ubicados unos sanitarios. La planta baja, y los pisos 2 y 4 son sanitarios para damas, los cuales están amueblados con 1 vertedero, 6 lavabos y 6 excusados con válvula de fluxómetro, mientras que los pisos 1, 3 y 5 son sanitarios para varones, los cuales están amueblados con 1 vertedero, 6 mingitonos con válvula de fluxómetro, 3 lavabos y 5 excusados con válvula de fluxómetro. Todos los muebles usan únicamente agua fría. Determinar las características del sistema hidroneumático que se necesitará para satisfacer la demanda de agua dentro de la edificación. El agua para el suministro será proporcionada por una sistema localizada en el sótano de la edificación. La carga estática, tomada desde la localización del sistema hidroneumático hasta el último piso (considerando la altura de cada piso y del sótano de 3 metros), es de 21 metros.

Solución.

En la Figura 11.9 se ve la distribución de los sanitarios para damas y en la Figura 11.10 la de los sanitarios para varones. Se puede ver en las Figuras 11.11 y 11.12 el trazo de las redes de distribución y el establecimiento de secciones de análisis de éstas redes; esto con el fin de poder determinar más fácilmente el gasto máximo instantáneo de la edificación



Figura 11.9. Sanitarios para damas.

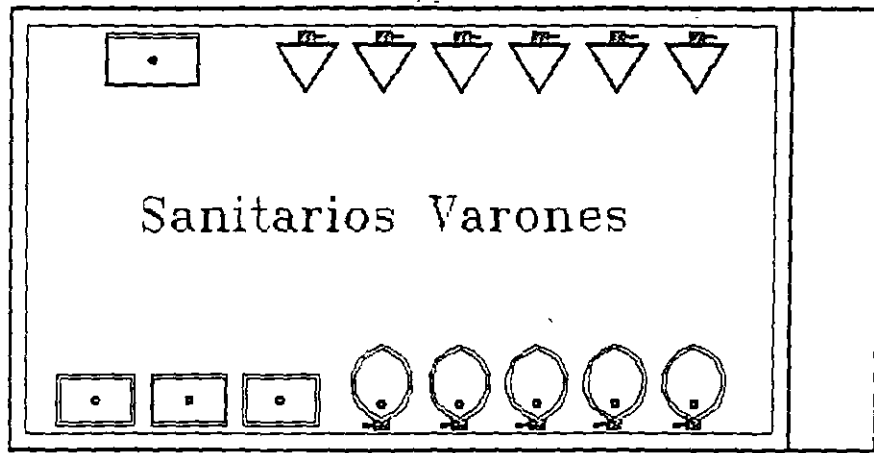


Figura 11.10. Sanitarios para varones

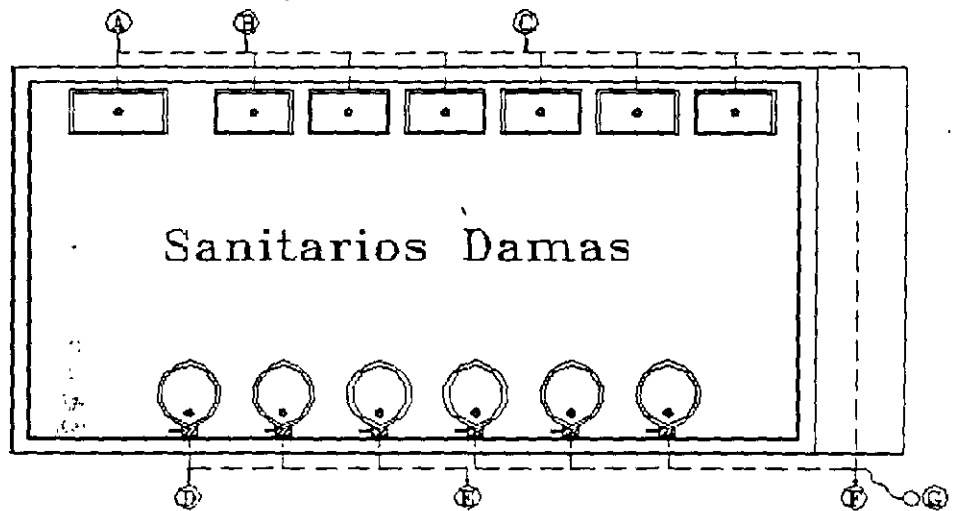


Figura 11.11. Red de distribución para los sanitarios de damas.

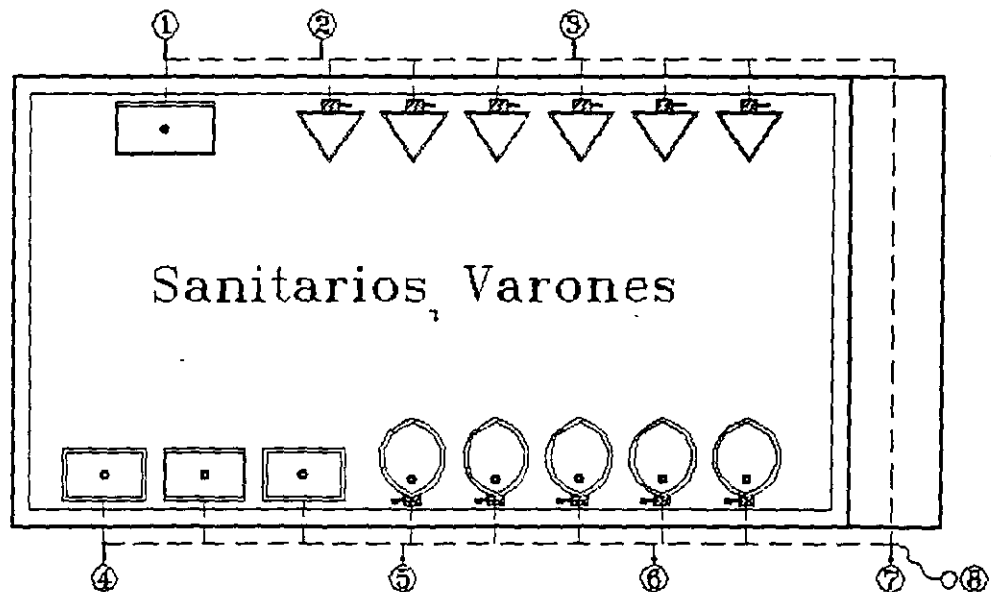


Figura 11.12. Red de distribución para los sanitarios de varones .

Determinación del gasto máximo instantáneo

Determinación del QMI de los sanitarios para damas.

DERIVACIONES

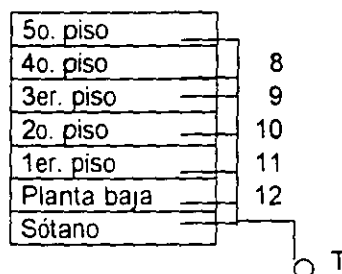
TRAMO	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	UNIDADES MUEBLE TOTALES	QMI (l/s)
A-B	Vertedero	1	3	3	0.20
B-C	Vertedero	1	3	9	1.71
	Lavabo	3	2		
C-F	Vertedero	1	3	15	1.99
	Lavabo	6	2		
D-E	Excusado	3	10	30	2.59
E-F	Excusado	6	10	60	3.47
F-G	Vertedero	1	3	75	3.78
	Lavabo	6	2		
	Excusado	6	10		

Determinación del gasto máximo instantáneo de los sanitarios para varones.

DERIVACIONES

TRAMO	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	UNIDADES MUEBLE TOTALES	QMI (l/s)
1-2	Vertedero	1	3	3	0.20
2-3	Vertedero	1	3	18	2.12
	Mingitorio	3	5		
3-7	Vertedero	1	3	33	2.68
	Mingitorio	6	5		
4-5	Lavabo	3	2	6	1.56
5-6	Lavabo	3	2	36	2.78
	Excusado	3	10		
6-7	Lavabo	3	2	56	3.37
	Excusado	5	10		
7-8	Vertedero	1	3	89	4.08
	Mingitorio	6	5		
	Lavabo	3	2		
	Excusado	5	10		

Determinación del gasto máximo instantáneo de la edificación.



COLUMNA

TRAMO	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	UNIDADES MUEBLE TOTALES	QMI (l/s)
7-8	Vertedero	1	3	89	4.08
	Mingitorio	6	5		
	Lavabo	3	2		
	Excusado	5	10		
8-9	Vertedero	2	3	164	5.29
	Mingitorio	6	5		
	Lavabo	9	2		
	Excusado	11	10		
9-10	.....	.....	.....	253	6.41
10-11	.....	.....	.....	328	7.21
11-12	.....	.....	.....	417	8.06
12-T	.....	.....	.....	492	8.77

Por lo que el gasto requiendo por la edificación, es entonces de 8.77 l/s.

TRAMO	QMI	Diámetro teórico (mm)	Diámetro comercial (mm)	(")
A-B	0.20	15.96	19.00	¾
B-C	1.71	46.66	51.00	2
C-F	1.99	50.34	51.00	2
D-E	2.59	57.43	64.00	2 ½
E-F	3.47	66.47	64.00	2 ½
F-G	3.78	69.37	76.00	3
1-2	0.20	15.96	19.00	¾
2-3	2.12	51.95	51.00	2
3-7	2.68	58.41	64.00	2 ½
4-5	1.56	44.57	51.00	2
5-6	2.78	59.49	64.00	2 ½
6-7	3.37	65.50	64.00	2 ½
7-8	4.08	72.08	76.00	3
8-9	5.29	82.07	102.00	4
9-10	6.41	90.34	102.00	4
10-11	7.21	95.81	102.00	4
11-12	8.06	101.30	102.00	4
12-T	8.77	105.67	102.00	4

Determinación de la presión máxima y mínima requerida en el tanque.

Para la determinación de estas presiones, es necesario calcular primero la carga requerida Hr. Esta carga está dada por la siguiente ecuación:

$$H_r = H_e + \frac{P_2}{\gamma} + \sum_1^2 h_f$$

donde:

Hr = carga requerida

He = carga estática

$\frac{P_2}{\gamma}$ = presión mínima de operación en el mueble más desfavorable

$\sum_1^2 h_f$ = pérdidas de energía en la tubería

En este caso, la carga estática (H_e) es de 21 metros. El mueble más desfavorable para la edificación, es el mingitorio con válvula de fluxómetro, que se localiza en el piso 5, el cual requiere de una carga de presión (P_2/γ) de 1.0 kg/cm².

Como este ejemplo es un anteproyecto, para calcular las pérdidas en las tuberías, se recurrió a las tablas que se presentan en la Figura 11.2, dado que con éstas podemos determinar de una forma preliminar, cuales serán las pérdidas. Cotejando dichas tablas, teniendo un diámetro de tubería de 4" y un gasto de 8.77 litros por segundo, las pérdidas serán entonces de 0.245 metros (dado que la longitud de la tubería es de aproximadamente 21 metros).

Entonces la carga requerida es de:

$$H_r = 21 + 10 + 0.245 \text{ m}$$

$$H_r = 31.245 \text{ m} = 3.125 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo que la presión mínima (baja) para el sistema de tanque hidroneumático será de:

$$P_2 = 3.125 \text{ kg/cm}^2.$$

Al sumar a esta presión, el diferencial de presión, se obtendrá la presión máxima de operación (o presión alta).

$$P_1 = 3.125 + 1.4$$

$$P_1 = 4.525 \text{ kg/cm}^2.$$

Selección conveniente del tamaño del tanque y establecimiento de los niveles superior e inferior de operación.

Con las relaciones vistas anteriormente se tiene que:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{entonces:} \quad V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$$

$$"x" V = \frac{P_2 (0.90) V}{P_1}$$

$$"x" = \frac{0.90 P_2}{P_1} = \frac{0.90 (3.125)}{4.525} = 0.62$$

Por lo que el agua desalojada es entonces $0.90V - 0.62V = 0.28V$; es decir 28% del volumen del tanque.

Con el gasto máximo instantáneo de 8.77 l/s y con un tiempo de carrera de 1 minuto, se tiene:

$$V = \frac{1 \text{ minuto} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \times 8.77 \text{ l/s}}{0.62} = 848.7 \text{ litros}$$

Cotejando el Cuadro 10.11 de tanques hidroneumáticos de la compañía "Evans", se puede escoger para este caso, el tanque vertical de membrana modelo "EQAFV500" con diámetro de 77.5 cm, con una altura de 142 cm y con capacidad de 900 litros.

Determinación de los niveles de paro y arranque.

De la ecuación 11.4 se tiene:

$$h_1 = H \left[1 - 0.90 \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \right]$$

$$h_1 = 1.42 \left[1 - 0.90 \left(\frac{3.125}{4.525} \right) \right]$$

entonces el nivel de paro para el tanque es de: $h_1 = 48$ cm.

De la ecuación 11.2 se tiene:

$$h_2 = 0.10 H$$

$$h_2 = 0.10 (1.42) = 0.142 \text{ m.}$$

entonces el nivel de arranque para el tanque es de: $h_2 = 14.2$ cm.

Selección de la capacidad de la bomba

Para seleccionar la bomba, se recurrirá a las curvas características de la bomba modelo 5553B-2" de 3460 RPM con un impulsor F2A1H1, de la compañía Manufacturera Fairbanks Morse S.A. de C.V., mostradas en la Figura 11.13.

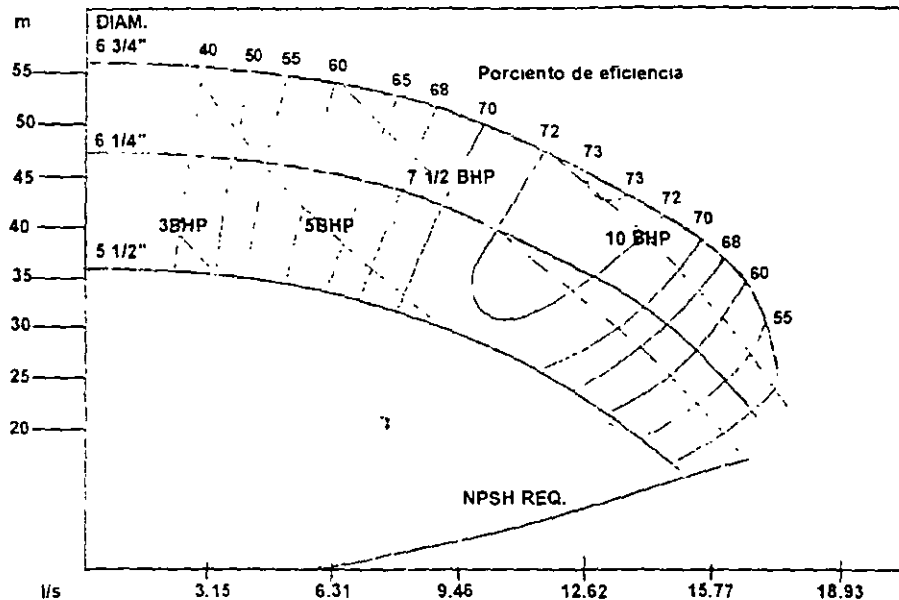


Figura 11.13. Curvas características de la bomba 5553B-2" de la compañía Manufacturera Fairbanks Morse S.A. de C.V.

Tomando como referencia el gasto de 8.77 litros por segundo y la carga total de 45.25 metros, de la gráfica se puede observar que se puede escoger para este problema una bomba de 7 ½ HP de 3460 revoluciones por minuto con una eficiencia del 69%.

Ejemplo 11.6

Determinar las características del sistema de tanque hidroneumático que satisfaga adecuadamente las necesidades de abastecimiento de agua para un edificio de departamentos, en el cual cada departamento cuenta con 2 baños y 1 cocina. Cada baño está amueblado con 1 lavabo, 1 excusado y 1 regadera; la cocina está amueblada con 1 fregadero, 1 lavadero y 1 llave para conectar una lavadora automática. Los lavabos, las regaderas, los fregaderos y las tomas para lavadora necesitan de agua caliente. El edificio es de 5 niveles y cada nivel está compuesto por 4 departamentos. El agua para el suministro será proporcionada por una cisterna localizada en el sótano de la edificación. La carga estática, tomada desde la localización del sistema hidroneumático hasta el último piso (considerando la altura de cada piso de 2.70 metros y del sótano de 2 metros), es de 15.5 metros.

Solución.

En la Figura 11.14 se ve la distribución de los sanitarios y la cocina de cada uno de los departamentos. Se puede ver en la Figura 11.15 el trazo de la red de distribución y la división en secciones de esta red; esto con el fin de poder determinar más fácilmente el gasto máximo instantáneo de la edificación

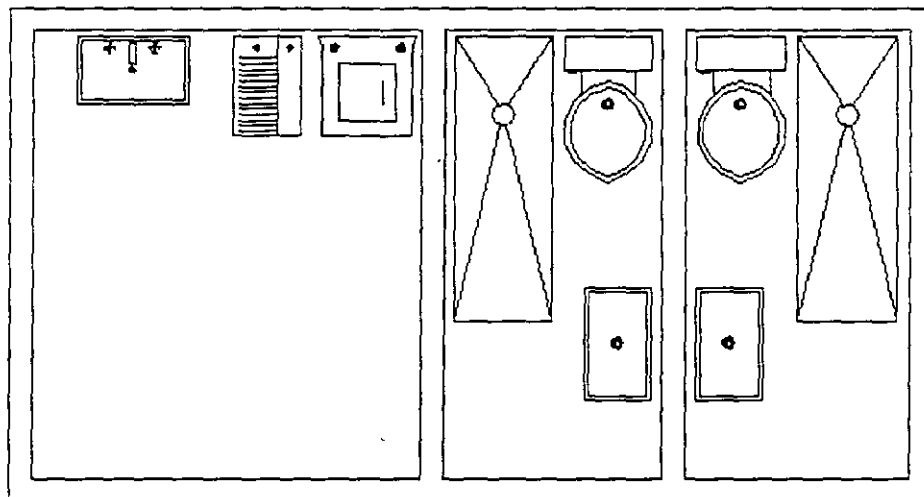


Figura 11.14. Distribución de los baños y cocina de cada departamento.

Determinación del gasto máximo instantáneo.

Determinación del QMI de cada departamento

Como en este caso se utiliza tanto agua caliente como agua fría, los gastos de diseño para cada una de las redes son diferentes. Los valores de los gastos se determinan de la siguiente manera: los ramales de agua fría se diseñan con el 75% del consumo del aparato (unidades mueble totales), mientras que los ramales de agua caliente se diseñan con el 56% del consumo del aparato (unidades mueble totales).

DERIVACIONES

TRAMO	MUEBLE	CANTIDAD	U.M.	U.M.T.	U.M.AF	QD _{AF}	U.M.AC	QD _{AC}
1-2	Regadera	1	2	2	1.50	0.13	1.12	0.11
2-3	Regadera	1	2	5	3.75	0.25	2.80	0.19
	Excusado	1	3					

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

4-3	Lavabo	2	1	2	1.50	0.13	1.12	0.11
3-5	Regadera	1	2	7	5.25	0.39	3.92	0.26
	Excusado	1	3					
	Lavabo	2	1					
5-6	Regadera	1	2	10	7.50	0.48	5.60	0.41
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
6-7	Regadera	2	2	12	9.00	0.53	6.72	0.45
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
7-8	Regadera	2	2	17	12.75	0.66	9.52	0.55
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
	Lavadora	1	5					
8-9	Regadera	2	2	20	15.00	0.73	11.20	0.61
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
	Lavadora	1	5					
	Lavadero	1	3					
9-10	Regadera	2	2	22	16.50	0.78	12.32	0.64
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
	Lavadora	1	5					
	Lavadero	1	3					
	Fregadero	1	2					

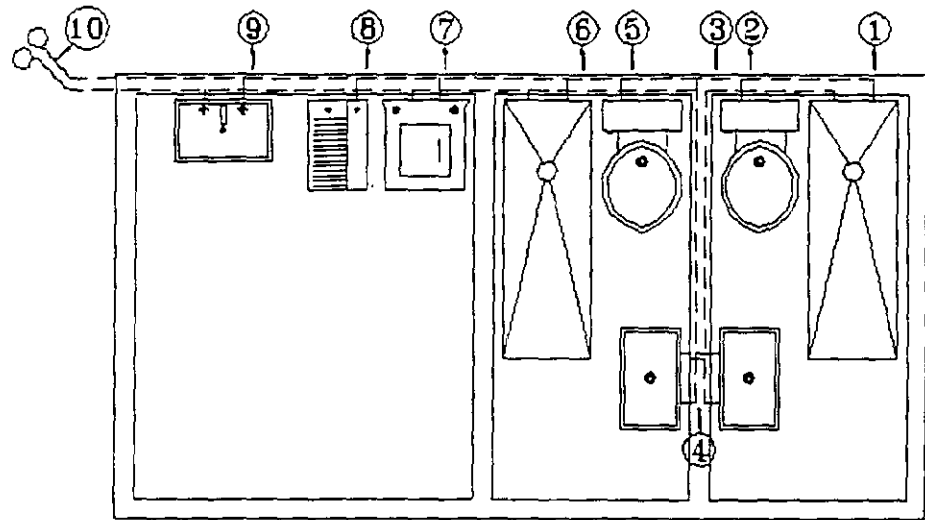
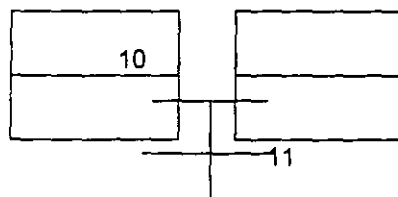
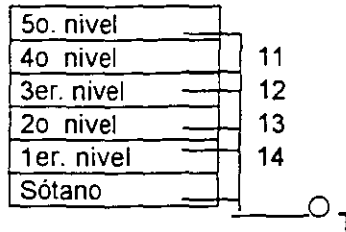


Figura 11.15. Red de distribución de los baños y cocina de cada departamento.

Determinación del gasto máximo instantáneo de la edificación.





DERIVACIONES

COLUMNA	MUEBLE	CANTIDAD	U.M.	U.M.T.	U.M.AF	QD _{AF}	U.M.AC	QD _{AC}
10-11	Regadera	8	2					
	Excusado	8	3					
	Lavabo	8	1					
	Lavadora	4	5	88	66	2.20	49.28	1.78
	Lavadero	4	3					
	Fregadero	4	2					
11-12	Regadera	16	2					
	Excusado	16	3					
	Lavabo	16	1					
	Lavadora	8	5	176	132	3.31	98.56	2.75
	Lavadero	8	3					
	Fregadero	8	2					
12-13	.....	.....	.....	264	198	4.13	147.84	3.51
13-14	.....	.....	.....	352	264	4.84	197.12	4.12
14-T	.....	.....	.....	440	330	5.74	246.4	4.60

Para edificaciones en donde se utiliza tanto agua caliente como agua fría, el gasto de diseño con el cual se diseñará el tanque hidroneumático, será el de agua fría, correspondiente al 100% de las unidades mueble (440) del edificio, con las cuales se obtiene un gasto de 7.11 l/s.

TRAMO	QMI (l/s)	Diámetro teórico (mm)	Diámetro comercial (mm)	(")
1-2	0.15	13.82	12.70	½
2-3	0.38	23.00	25.40	1
4-3	0.15	13.82	12.70	½
3-5	0.46	24.20	25.40	1
5-6	0.57	26.94	25.40	1
6-7	0.63	28.32	32.00	1 ¼
7-8	0.80	31.92	32.00	1 ¼
8-9	0.89	33.66	32.00	1 ¼
9-10	0.95	34.78	32.00	1 ¼
10-11	2.52	56.64	51.00	2
11-12	3.86	70.10	76.00	3
12-13	4.84	78.50	76.00	3
13-14	5.82	86.08	102.00	4
14-T	7.11	95.14	102.00	4

Determinación de la presión máxima y mínima requerida en el tanque.

Para la determinación de estas presiones, es necesario calcular primero la carga requerida Hr. Esta carga está compuesta por los siguientes elementos:

$$H_r = H_e + \frac{P_2}{\gamma} + \sum_1^2 h_f$$

En este caso, la carga estática (H_e) es de 15.5 metros. El mueble más desfavorable para la edificación, es la regadera que se localiza en el quinto nivel, lo cual requerirá de una carga de presión (P_2/γ) de 0.3 kg/cm^2 .

Para la determinación de la carga requerida, debe considerarse la pérdida en la red de agua caliente, que es mayor a la red de agua fría, debido a la existencia del calentador de agua.

Para calcular las pérdidas en las tuberías, se recurrirá a las tablas de la Figura 11.2. Cotejando dichas tablas, teniendo un diámetro de tubería de 4" y un gasto de 7.11 litros por segundo, las pérdidas serán entonces de 0.1209 metros (dado que la longitud de la tubería es de aproximadamente 15.5 metros).

Entonces la carga requerida es de:

$$H_r = 15.5 + 3 + 0.1209 \text{ m}$$

$$H_r = 18.62 \text{ m} = 1.862 \text{ kg/cm}^2.$$

Por lo que la presión mínima (baja) entonces es de:

$$P_2 = 1.862 \text{ kg/cm}^2.$$

Al sumar a esta presión, el diferencial de presión, se obtendrá la presión máxima de operación (o presión alta).

$$P_1 = 1.862 + 1.4$$

$$P_1 = 3.26 \text{ kg/cm}^2.$$

Selección conveniente del tamaño del tanque y establecimiento de los niveles superior e inferior de operación.

Con las relaciones vistas anteriormente se tiene que:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{entonces:} \quad V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$$

$$"x" V = \frac{P_2 (0.90) V}{P_1}$$

$$"x" = \frac{0.90 P_2}{P_1} = \frac{0.90 (1.862)}{3.26} = 0.514$$

Por lo que el agua desalojada es entonces $0.90V - 0.51V = 0.39V$; es decir 39% del volumen del tanque.

Con el gasto máximo instantáneo de 7.11 l/s y con un tiempo de carrera de 1 minuto, se tiene:

$$V = \frac{1 \text{ minuto} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \times 7.11 \text{ l/s}}{0.51} = 836.47 \text{ litros}$$

Cotejando el Cuadro 10.11 de tanques hidroneumáticos de la compañía "Evans", se puede escoger para este caso, el tanque vertical de membrana modelo "EQAFV500" con diámetro de 77.5 cm, con una altura de 142 cm y con capacidad de 900 litros.

Determinación de los niveles de paro y arranque.

De la ecuación 11.4 se tiene:

$$h_1 = H \left[1 - 0.90 \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \right]$$

$$h_1 = 1.42 \left[1 - 0.90 \left(\frac{1.86}{3.26} \right) \right]$$

entonces el nivel de paro para el tanque es de: $h_1 = 69$ cm.

De la ecuación 3.2 se tiene:

$$h_2 = 0.10 H$$

$$h_2 = 0.10 (1.42) = 0.142 \text{ m.}$$

entonces el nivel de arranque para el tanque es de: $h_2 = 14.2$ cm.

Selección de la capacidad de la bomba

Para la selección adecuada de la bomba, se recurrirá al Cuadro 11.3, en el cual se presentan las características de las motobombas centrífugas "Maesa". En este cuadro puede apreciarse que la motobomba centrífuga modelo "BCM 72", con 10 H.P. y una descarga de 550 litros por minuto, suplirá las necesidades requeridas por el sistema.

Cuadro 11.3 Motobombas centrífugas "Maesa".

MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS "MAESA"					
CARACTERISTICAS					
MODELO	H.P.	volts	succión (")	descarga (")	lpm
BCM142	1/4	127	1	3/4	40
BCM122	1/2	127	1 1/4	1	65
BCM342	3/4	127/220	1 1/4	1	70
BCM112	1	127/220	1 1/4	1	75
BCM152	1 1/2	127/220	1 1/2 1 1/4	1 1/2 1	110
BCM202	2	220/440	2 2	1 1/2 2	160
BCM302	3	220/440	2	2	180
BCM502	5	220/440	2	2	300
BCM752	7 1/2	220/440	2 3	2 3	550
BCM102	10	220/440	2 3	2 3	660

Ejemplo 11.7

Determinar para un edificio de departamentos, las características del sistema de tanque hidroneumático que satisfaga adecuadamente las necesidades de abastecimiento de agua. Cada departamento cuenta con 1 baño y 1 cocina. Cada baño está amueblado con 1 lavabo, 1 excusado y 1 regadera; la cocina está amueblada con 1 fregadero y 1 lavadero, como se muestra en la Figura 11.16. Los lavabos, las regaderas y los fregaderos requieren de agua caliente. El edificio es de 3 niveles y cada nivel está compuesto por 2 departamentos. El agua para el suministro será proporcionada por una sistema localizada en el sótano de la edificación. La carga estática, tomada desde la localización del sistema hidroneumático hasta el último piso (considerando la altura de cada piso de 2.70 metros y del sótano de 2 metros), es de 10.1 metros.

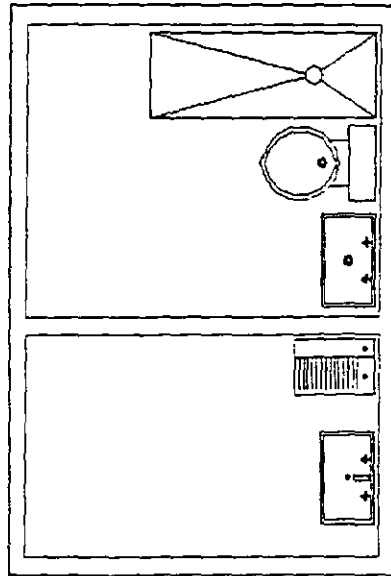


Figura 11.16. Distribución del baño y cocina en cada departamento.

Solución.

En la Figura 11.17 se puede observar el trazo de la red de distribución y la división en secciones de esta red.

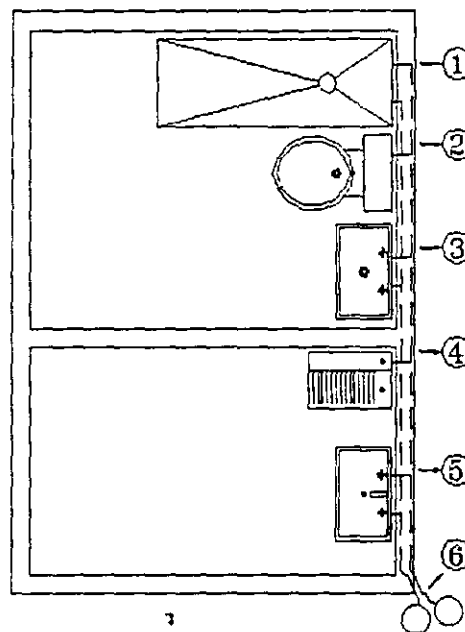


Figura 11.17. Red de distribución del baño y cocina de cada departamento.

Determinación del gasto máximo instantáneo.

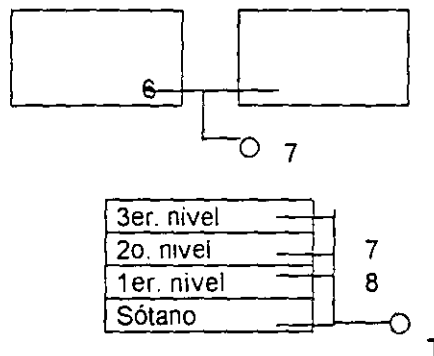
Determinación del QMI de cada departamento.

Como en el ejemplo anterior, los ramales de agua fría se diseñarán con el 75% del consumo del aparato (unidades mueble totales), mientras que los ramales de agua caliente se diseñarán con el 56% del consumo del aparato (unidades mueble totales).

DERIVACIONES

TRAMO	MUEBLE	CANTIDAD	U.M.	U.M.T.	U.M. _{AF}	QD _{AF}	U.M. _{AC}	QD _{AC}
1-2	Regadera	1	2	2	1.50	0.13	1.12	0.11
2-3	Regadera	1	2	5	3.75	0.25	2.80	0.19
	Excusado	1	3					
3-4	Regadera	1	2	6	4.50	0.32	3.36	0.22
	Excusado	1	3					
	Lavabo	1	1					
4-5	Regadera	1	2	9	6.75	0.45	5.04	0.38
	Excusado	1	3					
	Lavabo	1	1					
	Lavadero	1	3					
5-6	Regadera	1	2	11	8.25	0.50	6.16	0.43
	Excusado	1	3					
	Lavabo	1	1					
	Lavadero	1	3					
	Fregadero	1	2					
6-7	Regadera	2	2	22	16.50	0.78	12.32	0.64
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
	Lavadero	2	3					
	Fregadero	2	2					

Determinación del gasto máximo instantáneo de la edificación.



DERIVACIONES

COLUMNA	MUEBLE	CANTIDAD	U.M.	U.M.T.	U.M. _{AF}	QD _{AF}	U.M. _{AC}	QD _{AC}
7-8	Regadera	4	2	44	33.00	1.34	24.64	1.06
	Excusado	4	3					
	Lavabo	4	1					
	Lavadero	4	3					
	Fregadero	4	2					
8-T	Regadera	6	2	66	49.50	1.79	36.96	1.44
	Excusado	6	3					
	Lavabo	6	1					
	Lavadero	6	3					
	Fregadero	6	2					

Nuevamente se tomará el gasto de diseño del 100% de las unidades mueble de agua fría (66) como el gasto de la edificación, por lo que entonces 2.20 l/s será el gasto de diseño para este problema.

TRAMO	QMI	Diámetro teórico (mm)	Diámetro comercial (mm)	(")
1-2	0.15	13.82	12.70	½
2-3	0.38	22.00	25.40	1
3-4	0.42	23.12	25.40	1
4-5	0.53	25.98	25.40	1
5-6	0.60	27.64	25.40	1
6-7	0.95	34.78	38.10	1 ½
7-8	1.63	45.56	51.00	2
8-T	2.20	52.93	51.00	2

Determinación de la presión máxima y mínima requerida en el tanque.

Para la determinación de estas presiones, es necesario calcular primero la carga requerida Hr. Esta carga está compuesta por los siguientes elementos.

$$H_r = H_e + \frac{P_2}{\gamma} + \sum_1^2 h_f$$

En este caso, la carga estática (He) es de 10.1 metros. El mueble más desfavorable para la edificación, es la regadera que se localiza en el tercer nivel, por lo cual requerirá de una carga de presión (P₂/γ) de 0.3 kg/cm².

De nuevo se recurrirá a la tabla de la Figura 11.2 para determinar las pérdidas en la tubería. Cotejando dichas tablas, teniendo un diámetro de tubería de 2" y un gasto de 1.79 litros por segundo, las pérdidas serán entonces de 0.2429 metros (dado que la longitud de la tubería es de aproximadamente 10.1 metros).

Entonces la carga requerida es de:

$$H_r = 10.1 + 3 + 0.2429 \text{ m}$$

$$H_r = 13.34 \text{ m} = 1.334 \text{ kg/cm}^2.$$

Por lo que la presión mínima (baja) entonces es de:

$$P_2 = 1.334 \text{ kg/cm}^2.$$

Al sumar a esta presión, el diferencial de presión, se obtendrá la presión máxima de operación (o presión alta).

$$P_1 = 1.334 + 1.4$$

$$P_1 = 2.734 \text{ kg/cm}^2.$$

Selección conveniente del tamaño del tanque y establecimiento de los niveles superior e inferior de operación.

Con las relaciones vistas anteriormente se tiene que.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{entonces:} \quad V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$$

$$"x" V = \frac{P_2 (0.90) V}{P_1}$$

$$"x" = \frac{0.90 P_2}{P_1} = \frac{0.90 (1.334)}{2.734} = 0.44$$

Por lo que el agua desalojada es entonces $0.90V - 0.44V = 0.46V$; es decir 46% del volumen del tanque.

Con el gasto máximo instantáneo de 2.20 l/s y con un tiempo de carrera de 1 minuto, se tiene.

$$V = \frac{1 \text{ minuto} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \times 2.20 \text{ l/s}}{0.44} = 300 \text{ litros}$$

El Cuadro 10.7 de los tanques hidroneumáticos de la compañía "Impel-Myers", presenta el tanque de membrana modelo "MPD86" con diámetro de 60.0 cm, con una altura de 149 cm y con un volumen de 325 litros que proporciona una solución satisfactoria al sistema.

Deteminación de los niveles de paro y arranque.

De la ecuación 11.4 se tiene:

$$h_1 = H \left[1 - 0.90 \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \right]$$

$$h_1 = 149 \left[1 - 0.90 \left(\frac{1.334}{2.734} \right) \right]$$

entonces el nivel de paro para el tanque es de: $h_1 = 84 \text{ cm}$.

De la ecuación 11.2 se tiene:

$$h_2 = 0.10 H$$

$$h_2 = 0.10 (1.49) = 0.149 \text{ m.}$$

entonces el nivel de arranque para el tanque es de: $h_2 = 14.9 \text{ cm}$.

Selección de la capacidad de la bomba

Para seleccionar la bomba, se recurrirá a las curvas características de la bomba centrífuga serie NB de la compañía "Barnes de México" mostradas en la Figura 10.12. con las cuales se aprecia que con el gasto de 2.20 litros por segundo (132 litros por minuto) y la carga total de 27.26 metros, la bomba que da la solución más cercana a los requerimientos del sistema, es el modelo NB150 con 1 ½ H.P.

CAPITULO 12

RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION Y OPERACION

El sistema de tanque hidroneumático, cada vez va teniendo más aplicaciones en los sistemas de abastecimiento de agua en edificaciones, ya que como se puede apreciar en los capítulos anteriores, las cualidades que éste presenta con respecto a los sistemas convencionales de abastecimiento son en gran medida mayores, pues su tamaño, conveniencia, colocación, etc., permiten al usuario obtener una solución adecuada a sus requerimientos de presión hidráulica. Como se ha expuesto, las partes principales de un sistema de tanque hidroneumático son una bomba con características óptimas para administrar el agua dentro del tanque y el tanque de presión

Actualmente son diversas las compañías que se encargan de la manufactura, distribución y venta de los sistemas hidroneumáticos, por lo que es fácil encontrar prácticamente en cualquier parte de la república, casas distribuidoras de dichos sistemas, en las cuales se pueden cotejar diversos modelos, capacidades, marcas, etc., que vienen presentados en catálogos con los cuales se puede seleccionar el sistema hidroneumático que cumpla satisfactoriamente con las necesidades de las edificaciones.

La tendencia en nuestros días, es que todo esté cambiando rápidamente para proporcionar al hombre mayor comodidad con el menor esfuerzo. Sin lugar a dudas, la tecnología irá absorbiendo también a los sistemas de tanque hidroneumático como lo ha venido haciendo con muchos de los enseres que son de gran utilidad para el desarrollo de la vida humana, pues como se ha podido observar, los avances de la misma, han hecho que los sistemas convencionales de presión que hasta hace unos años eran lo más novedoso, hayan quedado muy rezagados con los nuevos sistemas que hoy en día son realizados con membranas intercambiables, por lo que no sería extraño que en unas décadas, las investigaciones y los adelantos científicos presenten nuevos diseños de estos tanques, los cuales harán parecer obsoletos a los sistemas de tanque hidroneumático actuales.

En los siguientes párrafos, se ofrecen algunas recomendaciones para el buen funcionamiento de los sistemas de tanque hidroneumático, las cuales se presentan para que al momento de adquirir, poner en funcionamiento ó dar mantenimiento a estos sistemas, se prevea su operación satisfactoria, así como asegurar una larga vida útil a cada sistema. Recuérdese que la operación eficiente de un sistema, dependerá de varias circunstancias, entre las cuales destacan las siguientes: a) realizar con detenimiento y cuidado los cálculos para determinar los requerimientos del sistema; b) verificar cuidadosamente cada una de las operaciones realizadas para la determinación de los niveles de operación tanto de la bomba como del tanque; c) adquirir el tanque hidroneumático y la bomba más adecuados al sistema, el cual deberá cumplir satisfactoriamente los requerimientos del mismo, y d) operar tanto la bomba y el tanque hidroneumático, de acuerdo con las sugerencias que presentan los fabricantes y distribuidores de los sistemas en los instructivos correspondientes.

12.1. Sustentación del tanque

La instalación de un tanque vertical es relativamente sencilla y no requiere ningún procedimiento especial, pero la instalación de un tanque horizontal requiere de algunas consideraciones y recomendaciones. Por ejemplo, las monturas, silletas ó apoyos que sostendrán el tanque horizontal deben estar con niveles ligeramente diferentes, de tal manera que el tanque se incline hacia la tubería de desagüe y provea de esta manera un drenaje completo del tanque. Cuando el tanque se coloca sobre apoyos de concreto, es recomendable hacer el radio del apoyo lo suficientemente amplio para que el material de aislamiento pueda aplicarse entre el tanque y el concreto. Este material de aislamiento, debe cumplir con 3 propósitos: a) proporcionar cierta elasticidad para compensar las expansiones y contracciones que puedan ocurrir a causa de

las diferencias de presión en el tanque; b) debe ofrecer protección contra la corrosión externa del tanque en las posiciones de los apoyos, y c) deberá protegerlo en contra de gnetas como puede ser el caso si el tanque permitiera roces en las superficies ásperas del concreto.

Un método de aislamiento probado satisfactoriamente ha sido el uso de un plástico llamado "tableta mediana de fieltro", aunque éstas pueden ser sustituidas por varias capas de una cubierta de fieltro satisfactona. Cada tableta debe ser cortada de tal manera que se pueda extender al menos tres centímetros más allá de los bordes del apoyo de concreto. El tanque es marcado para establecer esas tablillas en su posición correcta. El fieltro es entonces saturado completamente con alquitrán, de preferencia con un tipo de cubierta caliente y entonces las tabletas son colocadas firmemente en sus posiciones respectivas dentro de las marcas en el tanque. Cuando el tanque es colocado (bajado) cuidadosamente en su posición sobre los apoyos, es conveniente controlar, y si es necesario, sellar cualquier grieta o rendija en donde se pueda permitir humedad que se presente cerca del tanque.

La acumulación de humedad en las posiciones de los apoyos que pudieran causar corrosión en el tanque, pueden eliminarse vaciando una lechada de cemento en cada apoyo, de tal manera que sea imposible que se presente cualquier tipo de humedad.

La práctica de buenas instalaciones indican que los apoyos del tanque no deben estar espaciados más allá de 2.15 metros.

En lugar de los apoyos de concreto, se usan en algunas ocasiones apoyos de metal. Es recomendable que cuando se usen éstos, sean atirantados (contraventeados) convenientemente.

12.2. Tubería

Datos generales

La tubería en un sistema de presión hidroneumático deberá estar constituida con los mejores estándares prácticos de tuberías, esto es, todos los conductos deben ser cortados para ajustarse a su posición sin esfuerzos mecánicos, bien escariados, todas las cuerdas deben ser realizadas limpiamente antes de acoplarlas y en estos acoplamientos deben usarse los productos adecuados, tales como cinta teflón, para evitar fugas tanto de agua como de aire.

Para un buen funcionamiento de la planta, son esenciales otras consideraciones, algunas de las cuales están indicadas a continuación:

- Es conveniente la instalación de tuercas unión en cada línea de tubería tan cerca como sea conveniente de cada parte principal del sistema que pueda requerir una remoción de las partes para darle servicio o hacer una reparación
- Cuando la resistencia del suelo u otras condiciones locales no sean favorables, se deben incluir codos adicionales y tuberías tanto en las tuberías de entrada como de salida del tanque con el fin de permitir movimientos que darán flexibilidad en el caso de que el tanque sufra desnivelaciones. Si se fijan firmemente las tuberías a los apoyos del tanque con abrazaderas adecuadas, se prevendrán los esfuerzos causados por la acción de giros de las conexiones que se transmiten a los empaques de hule de aislamiento a la conexión de descarga de la bomba ó a las conexiones del sistema.
- Aunque la tubería de presión de encendido puede conectarse directamente en la parte de contenido de aire del tanque, es mucho mejor práctica conectarla en la tubería de salida de agua, cercana al tanque, para proporcionar un sello de agua en las uniones de las tuberías y así evitar las fugas de aire.
- Todas las válvulas de retención (check) usadas ya sea para el agua o para las tuberías de aire, deben ser del tipo que no cierra de golpe. Aunque son ligeramente más caras que las válvulas comunes, en realidad son económicas por su contribución a un sistema de operación más silencioso. Si se usan válvulas diferentes a las mencionadas en sistemas donde la economía es el principal requerimiento, pueden ser de las de composición de disco, o del tipo de disco con cubierta de cuero.

12.3. Válvulas

Cuando en los sistemas convencionales se usa un compresor separado para abastecer aire al tanque de presión, es recomendable que la válvula check de la tubería de aire sea colocada tan cerca como sea posible del tanque. La práctica indica la conveniencia de instalar válvulas doble check en esta tubería para asegurarla contra cualquier posibilidad de fuga de presión de regreso.

Las válvulas doble check deben también ser consideradas para la instalación en la tubería de descarga de la bomba dentro del tanque para todos los sistemas donde no sean deseables fugas de presión de regreso dentro de la tubería de suministro.

Las válvulas de paro en las tuberías de agua deben ser preferiblemente del tipo de composición de disco, aunque pueden usarse válvulas de compuerta. Las válvulas de paro en las tuberías de aire deben ser, ya sea del tipo de aguja o del tipo de composición de disco.

12.4. Protección del aire

El aire que entra a un sistema de presión hidroneumático convencional no debe contaminarse con polvo, humo, insectos, vapores, etc. Por lo tanto será necesario entubar el aire tan puro como sea posible desde la fuente, y después proporcionar una protección adicional usando un filtro convenientemente instalado en el extremo inicial de la tubería. Este filtro debe ser colocado en un lugar adecuado pues será necesario limpiarlo o reemplazarlo en intervalos frecuentes de tiempo.

Las tuberías de drenaje que permitan entrada sin restricción dentro del sistema durante intervalos periódicos, deben ser también protegidas contra la entrada de polvo, vapores, insectos, etc dentro del sistema. Esta protección puede ser realizada mediante el uso de un filtro instalado de forma satisfactoria al final de la tubería de drenaje.

12.5. Sistemas de operación y control

La operación apropiada de un sistema de presión hidroneumático, se basa principalmente en el funcionamiento simultáneo de dos métodos distintos de control dentro del tanque. Uno de los métodos abastece y mantiene el volumen adecuado de aire estableciendo el Nivel Alto del Agua mientras el otro mantiene los requerimientos diferenciales de presión.

El suministro de aire y el mantenimiento deseado del Nivel Alto del Agua, puede alcanzarse mediante tres formas básicas diferentes:

1. Por medio de un arreglo de válvulas que permita al agua en parte de la descarga de la bomba drenar y ser remplazada con aire. El aire atrapado es entonces forzado dentro del tanque. Este método es usado generalmente en las instalaciones con bombas del tipo de pozo profundo y es realizado por un mecanismo de control similar al "Control de Volumen de Aire Tipo W-1" de la U.S. Gauge Company, ó al "Tipo DS Duotrol" de la Automatic Control Company.
2. Por medio de un arreglo de desplazamiento de aire construido especialmente que opera automáticamente a través de la combinación de un flotador y válvulas que funcionan mediante el sostenimiento de presión en el tanque. Este método puede usarse con cualquier tipo de sistema hidroneumático y es realizado por un mecanismo de control similar al Control del Nivel de Agua Nu-Matic.
3. Por medio de un compresor de aire estándar separado, que es operado mediante un control de nivel de agua de tipo flotador. Este método es usado generalmente con las instalaciones de tipo booster y es realizado mediante un control similar al del "Tipo DC Duotrol" de la Automatic Control Company.

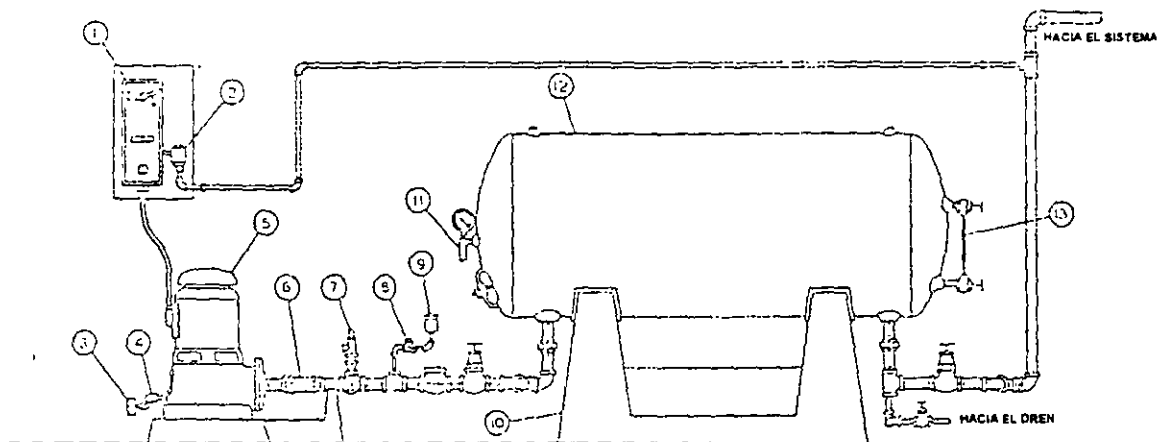
12.6. Ubicación del tanque hidroneumático

Existen muchos lugares en un sistema donde puede instalarse un tanque. El más común es una conexión con el cabezal de descarga del sistema de bombeo. Otro es directamente después de la bomba, y finalmente en cualquier parte fuera del sistema (en el techo por ejemplo). Los beneficios varían dependiendo de las

circunstancias. Por ejemplo, en un edificio muy elevado, la colocación del tanque encima del techo puede eliminar la necesidad de tener una instalación con presión de trabajo que pueda manejar tanto a la presión booster del sistema más la altura estática del agua. Los tanques de presión de trabajo alto, son muy caros. Al colocar el tanque en el techo, éste nunca tendrá el efecto de la presión de la altura estática del edificio. Colocando el tanque en la entrada de la descarga permite una localización sencilla para equipo mecánico.

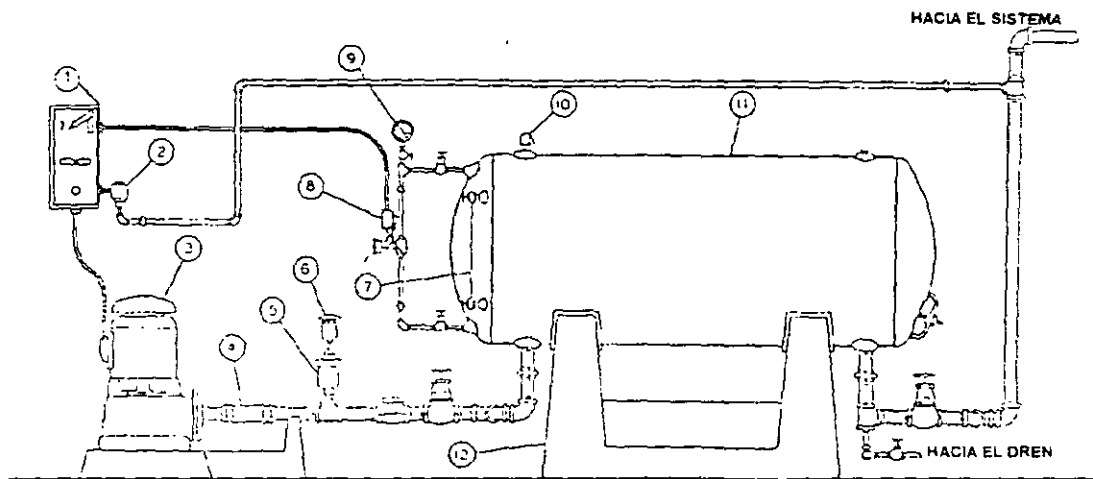
Colocando la conexión del tanque después de la bomba, permite al tanque ver la presión final más alta disponible. Esto se permite para el tanque más pequeño. Debe cuidarse la instalación de una válvula de retención (check) aguas arriba de la conexión del tanque si se tira fuera del tanque o si no hay un previsor de regreso de gasto.

APENDICE D



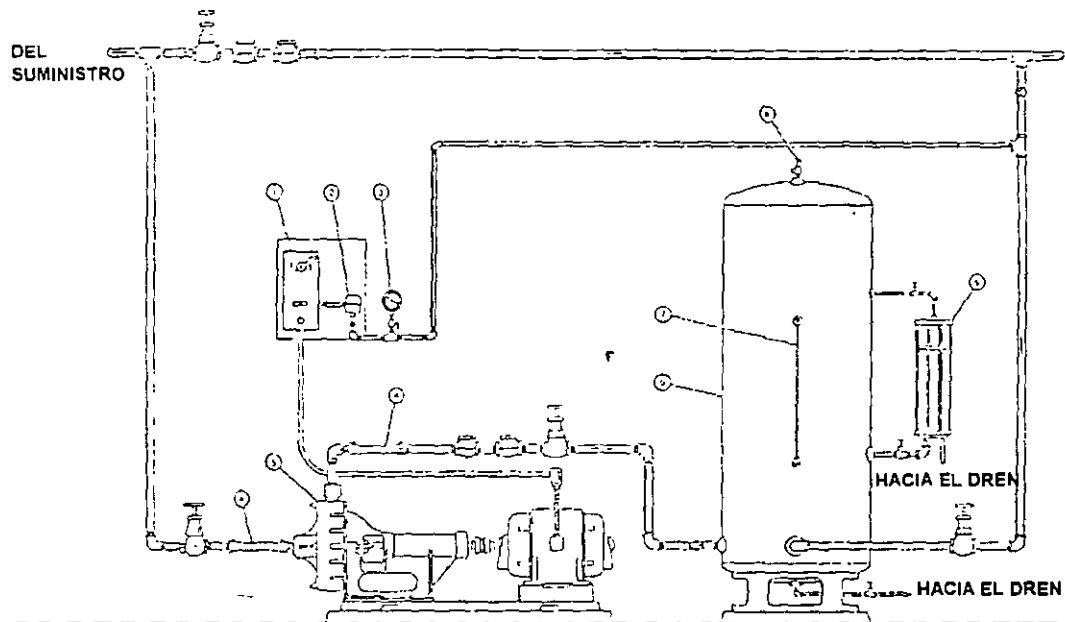
- | | |
|----------------------------------|--|
| 1.- Arrancador de combinación | 8.- Válvula de entrada de aire |
| 2.- Interruptor de presión | 9.- Filtro de aire |
| 3.- Coladera | 10.- Apoyos del tanque |
| 4.- Válvula de drenaje para agua | 11 - Control de Volumen de aire Tipo W-1 |
| 5.- Bomba de pozo profundo | 12.- Tanque de presión |
| 6.- Conexión de manguera de hule | 13.- Medidor de agua |
| 7.- Válvula de alivio de presión | |

Figura 1. Sistema de presión hidroneumático típico de tipo de pozo profundo (con válvula de pie en la succión de la bomba y Control de Volumen de aire Tipo W-1).



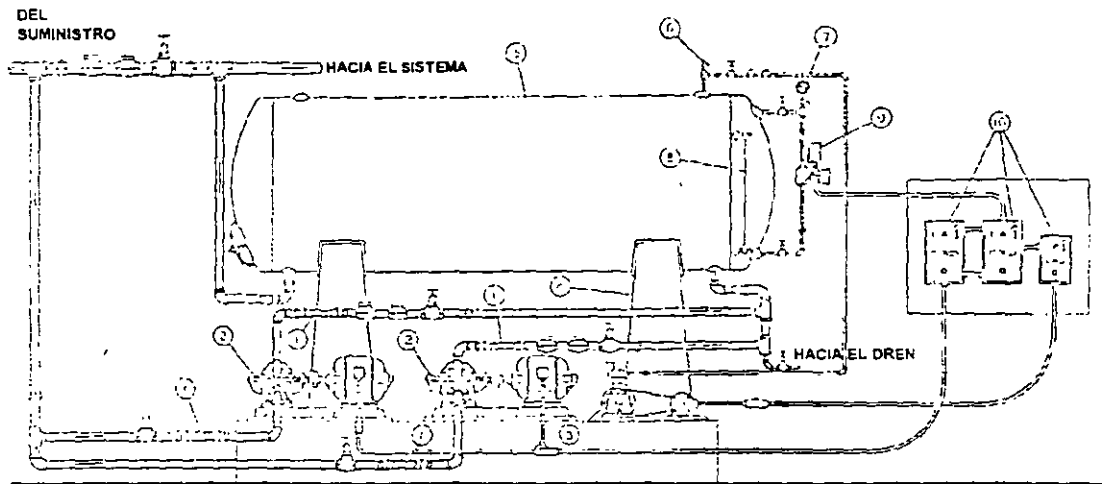
- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.- Arrancador de combinación | 7.- Medidor de agua |
| 2.- Interruptor de presión | 8.- Tipo DS Duotrol |
| 3.- Bomba de pozo profundo | 9.- Medidor de presión |
| 4.- Conexión de manguera de hule | 10.- Válvula de alivio de presión |
| 5.- Válvula flotadora de ventilación | 11.- Tanque de presión |
| 6.- Filtro de aire | 12.- Apoyos del tanque |

Figura 2 Sistema de presión hidroneumático típico de tipo de pozo profundo (sin válvula de pie en la succión de la bomba; con Tipo DS Duotrol de la "Automatic Control Company")



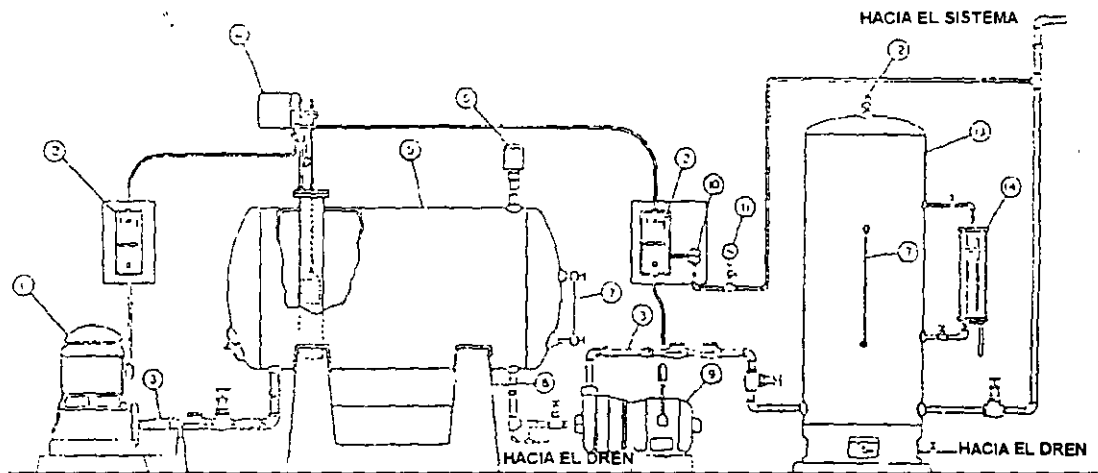
- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Arrancador de combinación | 6.- Tanque de presión |
| 2.- Interruptor de presión | 7.- Medidor de agua |
| 3.- Medidor de presión | 8.- Válvula de alivio de presión |
| 4.- Conexión de manguera de hule | 9.- Control de nivel de agua Nu-Matic |
| 5.- Bomba y motor | |

Figura 3 Sistema de presión hidroneumático típico de tipo "booster" (con Control de nivel de agua Nu-Matic).



- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1.- Conexión de manguera de hule | 6 - Válvula de alivio de presión |
| 2.- Bomba y motor | 7.- Medidor de presión |
| 3 - Compresor de aire y motor | 8.- Medidor de agua |
| 4 - Apoyos del tanque | 9.- Tipo DC Duotrol |
| 5.- Tanque de presión | 10.- Arrancadores de combinación. |

Figura 4 Sistema de presión hidroneumático típico de tipo "doble booster" (con Tipo DC Duotrol de la "Automatic Control Company").



- | | |
|----------------------------------|--|
| 1.- Bomba de pozo profundo | 8.- Apoyos del tanque |
| 2.- Arrancador de combinación | 9.- Bomba "booster" |
| 3.- Conexión de manguera de hule | 10.- Interruptor de presión |
| 4.- Flotador | 11.- Medidor de presión |
| 5.- Tanque de reserva | 12.- Válvula de alivio de presión |
| 6.- Filtro de aire | 13.- Tanque de presión |
| 7.- Medidor de agua | 14 - Control de nivel de agua Nu-Matic |

Figura 5. Sistema de presión hidroneumático típico de tipo combinado (con flotador en la reserva de la "Automatic Control Company" y Control de nivel de agua Nu-Matic en el tanque de presión)



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA 008 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

8 AL 12 DE MARZO

TEMA INSTALACIONES PARA EL SUMINISTRO DE AGUA FRÍA

**M. en I. ENRIQUE CÉSAR VALDEZ
PALACIO DE MINERÍA
MARZO DEL 2004**

Instalaciones Sanitarias para Edificios

Enrique César Valdez

Volumen

2

*Instalación para
el suministro de agua fría*



UNAM
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica
Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Instalaciones Sanitarias para Edificios

**Enrique César Valdez
Miguel A. González López**

Prohibida la reproducción total o parcial de
estos apuntes, por cualquier medio, sin autorización
escrita de los editores.

Derechos reservados:

© 1997, FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
AV. UNIVERSIDAD E INSURGENTES SUR
DELEGACION COYOACAN
C.P. 04510
E-MAIL: cesarv@servidor.unam.mx

PRIMERA EDICION: 1997

INSTALACION PARA EL SUMINISTRO DE AGUA FRIA

INDICE

Capítulo		Página
	Introducción	
4	Sistemas de abastecimiento de agua fría	43
	4.1 Mueble (o aparato) más desfavorable de la instalación.	43
	4.2 Sistemas de abastecimiento de agua fría	45
	4.3 Gasto máximo instantáneo	45
5	Métodos para el cálculo del gasto máximo instantáneo	47
	5.1 Métodos empíricos para el cálculo del gasto máximo instantáneo	47
	5.2 Métodos probabilísticos	55
	5.3 Método alemán de la raíz cuadrada	73
6	Sistema de abastecimiento directo a la red interior de distribución	77
	6.1 Carga requerida por la instalación	77
	6.2 Velocidad recomendada del flujo del agua en las tuberías	80
	6.3 Diseño de sistemas de abastecimiento directo a la red de distribución	80
7	Sistema de abastecimiento directo a depósito elevado	87
	7.1 Carga requerida	88
	7.2 Velocidad recomendada del flujo del agua en las tuberías	88
	7.3 Diseño de sistemas de abastecimiento directo a depósito elevado	88
	7.4 Tipos de depósitos elevados	89
8	Sistema de abastecimiento directo con bombeo a depósito elevado	95
	8.1 Cálculo del diámetro de la toma general de agua y de la línea de llenado de la cisterna	95
	8.2 Diseño de sistemas y capacidad de depósitos elevados	96
	8.3 Bombas: terminología usada y curvas características	102
	Apéndice C. Gastos probables en litros por segundo en función del número de unidades mueble	C.1

INTRODUCCION

El diseño de la red interior de distribución de agua en un edificio está condicionado por una serie de factores que es necesario tener en cuenta.

Estos factores son el consumo por aparato, el coeficiente de simultaneidad y las pérdidas de carga.

Para poder compaginar todos estos factores es necesario conocer cada uno de ellos a detalle y así poder estudiar los efectos correspondientes en la instalación. Estos factores se explican en el presente volumen donde también se estudian los métodos de cálculo del gasto máximo instantáneo y se analizan tres de los cuatro tipos de sistemas de abastecimiento de agua fría a los edificios: el sistema de abastecimiento directo a la red interior, el sistema de abastecimiento directo a depósito elevado y el sistema de abastecimiento con bombeo a depósito elevado.

El sistema de abastecimiento con equipo de presión independiente es materia de estudio del volumen 3 de estos apuntes.

CAPITULO 4 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FRIA

Para llevar a cabo el diseño de la instalación de distribución de agua fría de un edificio, antes de efectuar el trazo debe analizarse de qué manera influirán las condiciones de la red pública de abastecimiento en cuanto a gasto, presión y continuidad del suministro.

4.1. Mueble (o aparato) sanitario más desfavorable de la instalación

Se define como "mueble (o aparato) más desfavorable" a aquél que con respecto al punto de alimentación demanda la mayor presión para funcionar satisfactoriamente.

Es común que el mueble más desfavorable sea el más alejado y el más alto con respecto al punto de alimentación de la red, como se muestra en la Figura 4.1. Sin embargo, existen casos como el mostrado en la Figura 4.2, en donde debido a que los muebles y aparatos sanitarios de la planta más elevada son diferentes a los de la penúltima planta y en ésta se tienen considerados muebles con fluxómetro, los cuales requieren mayor presión que los otros aparatos, es probable que en esa planta se encuentre el mueble más desfavorable. En casos semejantes deben analizarse las condiciones de carga de los muebles y aparatos que pudieran estar en las condiciones críticas para definir con exactitud cuál es el "mueble o aparato más desfavorable", ya que el funcionamiento adecuado de toda la instalación estará gobernado por ese mueble.

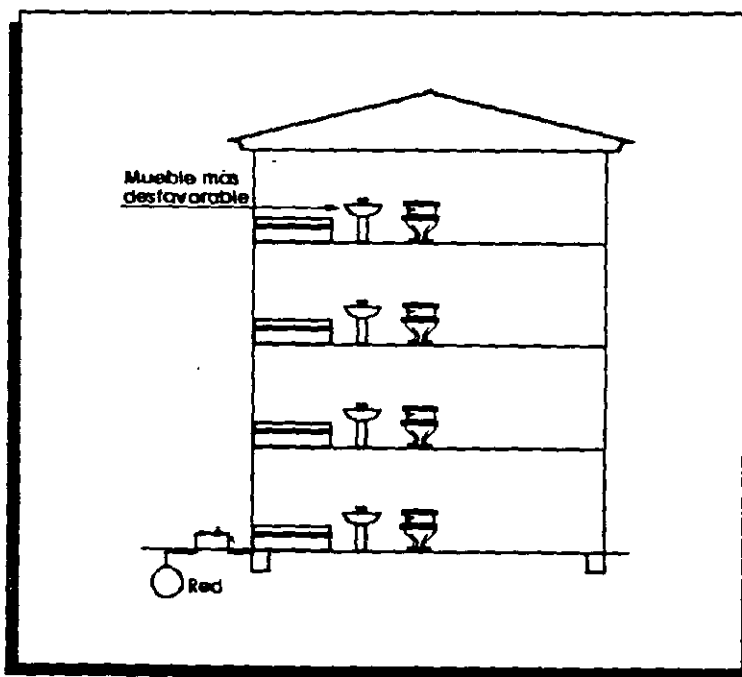


Figura 4.1.a. Posible ubicación del mueble más desfavorable.

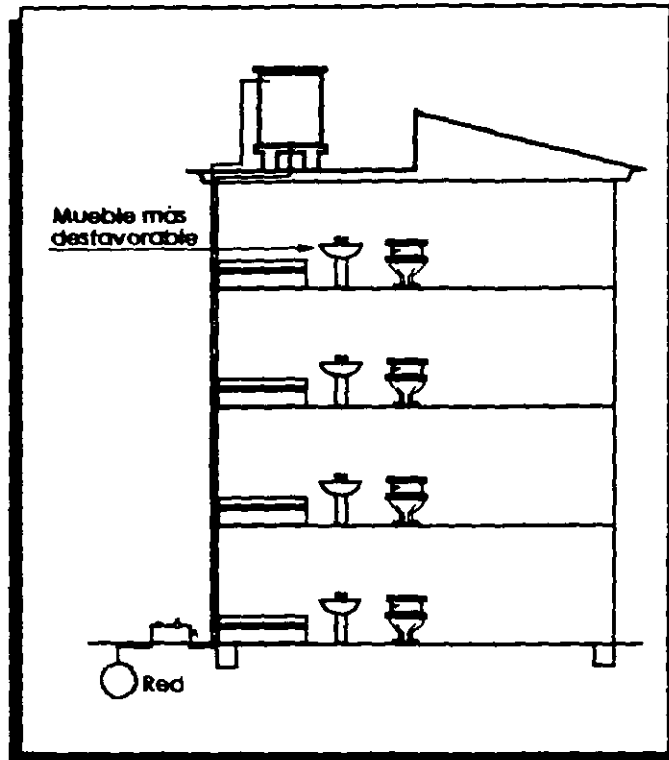


Figura 4.1.b. Posible ubicación del mueble más desfavorable.

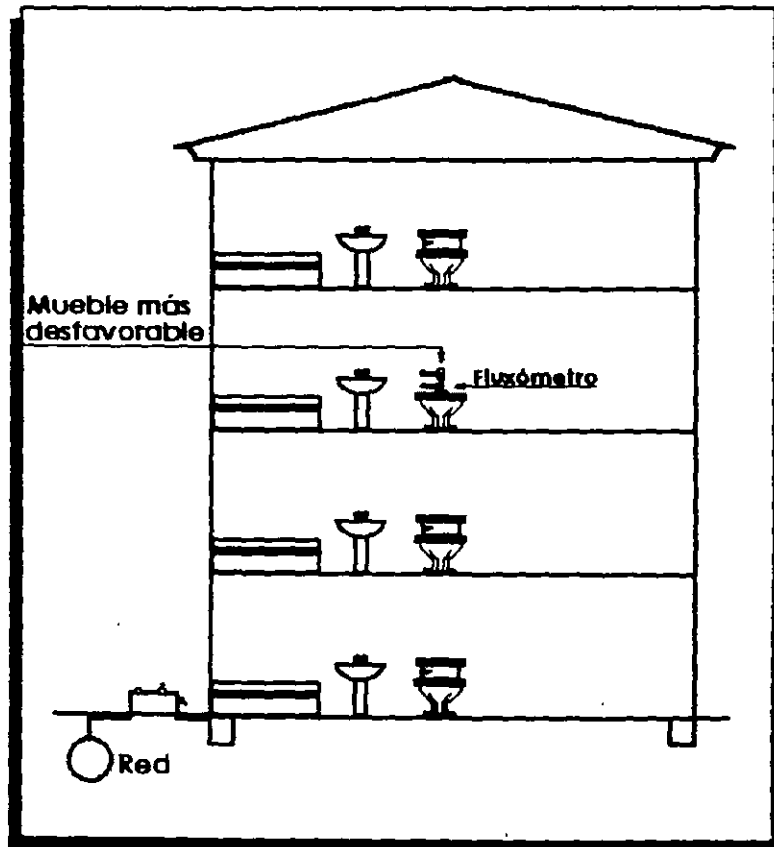


Figura 4.2. Posible ubicación del mueble más desfavorable.

4.2. Sistemas de abastecimiento de agua fría

El gasto de la red pública de abastecimiento puede ser regular o irregular y no siempre suficiente para abastecer a la totalidad del edificio en los instantes de uso intenso del agua durante el día. Asimismo, la presión puede ser insuficiente, y su magnitud condicionará el diseño de la instalación. En función de las características particulares del edificio y de la red pública que lo abastecerá, pueden plantearse unos esquemas básicos que se clasifican en los siguientes tipos:

- a) Sistema de abastecimiento directo a la red interior de distribución.
- b) Sistema de abastecimiento directo a depósito elevado.
- c) Sistema de abastecimiento con bombeo a depósito elevado.
- d) Sistema de abastecimiento con equipo de presión independiente.

Si el suministro en la red pública es continuo las 24 horas del día, puede optarse por el sistema de abastecimiento directo a la red interior de distribución, siempre y cuando la presión del agua en la red pública de abastecimiento sea de cuando menos 1 kg/cm^2 y con esto pueda contarse con una presión mínima de 0.3 kg/cm^2 en el mueble o aparato sanitario más desfavorable del edificio.

Si el suministro no es continuo y la presión en la red pública es de cuando menos 1 kg/cm^2 y con esto se logra contar con una presión de 0.3 kg/cm^2 en la válvula del flotador del tinaco, entonces puede optarse por un sistema de abastecimiento directo a depósito elevado.

El sistema de abastecimiento con bombeo a depósito elevado se recomienda en conjuntos habitacionales, en edificios de cinco niveles o más y en aquéllos ubicados en zonas cuya red pública de abastecimiento de agua tenga una presión inferior a 1 kg/cm^2 .

Por último, si la presión no es suficiente por la pérdida que se pueda dar en la instalación del edificio, será necesario abastecerlo mediante un equipo de presión independiente compuesto por los siguientes elementos:

- Cisterna
- Bombas
- Tanque hidroneumático
- Válvulas de control
- By - pass

El equipo de presión independiente se compone de todos estos elementos, los cuales aseguran, en primer lugar por medio de la cisterna, que la bomba no succione en vacío en caso de suspenderse el suministro de agua desde la red pública, ya que dispone de electrodos de niveles máximo y mínimo. El tanque hidroneumático es un acumulador de presión del agua, que evita que las bombas operen cada vez que se demande agua en algún mueble o aparato sanitario del edificio.

4.3. Gasto máximo instantáneo

El proyecto de la instalación, debe cumplir los siguientes objetivos:

1. Dotar de agua potable,
2. En forma continua,
3. En cantidad suficiente, y
4. Con la presión adecuada.

Cualquiera que sea el tipo de sistema de abastecimiento considerado, para determinar los diámetros de las tuberías requeridas en las diferentes partes de la red de distribución del edificio,

es necesario calcular el gasto de diseño.

El fijar un gasto para el diseño de una red de distribución de agua potable ya sea pública o privada resulta algo impreciso debido a los muchos factores de los que depende. Para fines de diseño, la "cantidad suficiente" de agua se considera que es el *gasto máximo instantáneo*.

Se entiende por *gasto máximo instantáneo* el mayor gasto que puede demandarse en cualquier sección de una instalación en cualquier momento del día.

La determinación del gasto de diseño es un problema complicado debido a que los muebles y aparatos sanitarios se operan intermitentemente y con frecuencias irregulares. Los diferentes tipos de muebles no tienen uso uniforme durante el día; los del baño, por ejemplo, están en uso frecuente cuando los habitantes de la vivienda se levantan por la mañana, justo antes de que se vayan a dormir por la noche, y durante los cortes de los programas de televisión. Los fregaderos de cocina se usan intensamente justo antes y después de las comidas. A partir de la media noche y hasta cerca de las 6 A.M. hay muy poco uso de los muebles.

Por lo anterior, es difícil que el gasto máximo instantáneo sea igual a la suma de los gastos de cada uno de los muebles y aparatos sanitarios en cuestión, porque no suelen funcionar todos a la vez, sin embargo, es muy importante estudiar cuidadosamente el tipo de edificio objeto del diseño, porque podría darse el caso de funcionamiento simultáneo. Por ejemplo, en los vestidores de un club deportivo a ciertas horas del día todas las regaderas funcionarán probablemente al mismo tiempo. En cambio, en un edificio de departamentos no es probable que ocurra.

CAPITULO 5

METODOS PARA EL CALCULO DEL GASTO MAXIMO INSTANTANEO

Se han desarrollado varios métodos para determinar el gasto máximo instantáneo de las diferentes partes de un sistema de distribución de agua de un edificio, los cuales pueden agruparse de la siguiente manera:

- Métodos empíricos;
- Métodos probabilísticos; y
- Método alemán de la raíz cuadrada.

Los fundamentos de estos métodos se explican en los siguientes apartados.

5.1. Métodos empíricos para el cálculo del gasto máximo instantáneo

En estos métodos se aplican criterios basados en el juicio y experiencia con respecto al número de muebles que deben considerarse en operación simultánea. La aplicación de cualquiera de los métodos denominados empíricos se recomienda en el caso de instalaciones con pocos muebles y aparatos sanitarios.

5.1.1 Método Francés

El coeficiente de simultaneidad depende directamente del número de muebles y aparatos sanitarios en funcionamiento y del tipo de uso del edificio. La norma francesa N.P. 41 204 establece que el coeficiente de simultaneidad puede aproximarse en función del número de llaves, con la siguiente expresión:

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad 4.1$$

en donde n es igual al número de llaves de la instalación, para $n > 1$.

El gasto máximo instantáneo, representado por Q_m , se considera que es la suma de todos los consumos por aparato, multiplicados por el coeficiente de simultaneidad:

$$Q_m = \sum q \times k \quad 5.2$$

El consumo por aparato q ha sido determinado por una serie de ensayos prácticos, los cuales han dado los valores promedio que se anotan en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.1
Valores del consumo o gasto unitario de los muebles y aparatos sanitarios

MUEBLE O APARATO SANITARIO		GASTO l/s
Bebedero		0.05
Lavabo		0.10
Regadera		0.20
Bidé		0.10
Tina de baño	Completa	0.30
	Media	0.20
Inodoro de tanque		0.10
Flujómetro		2.00
Urinario de lavado continuo		0.05
Urinario de tanque		0.10
Fregadero de vivienda		0.15
Fregadero de restaurante		0.30
Lavadero		0.10
Vertedero		0.20
Placa turca		0.10
Lavavajillas		0.20
Lavadora automática		0.20
Llave aislada		0.15
Llave de garage		0.30
Boca de riego de 30 mm de diámetro		1.00
Hidrantes	Diámetro 1 pulg.	0.60
	Diámetro 2 pulg.	3.00
	Diámetro 4 pulg.	12.00

Ejemplo 5.1

La Figura 5.1 muestra la planta arquitectónica de los sanitarios de un edificio de dos niveles. En cada nivel los sanitarios son idénticos. Empleando el método francés, calcular los gastos de diseño de cada tramo de la red interior de distribución del edificio.

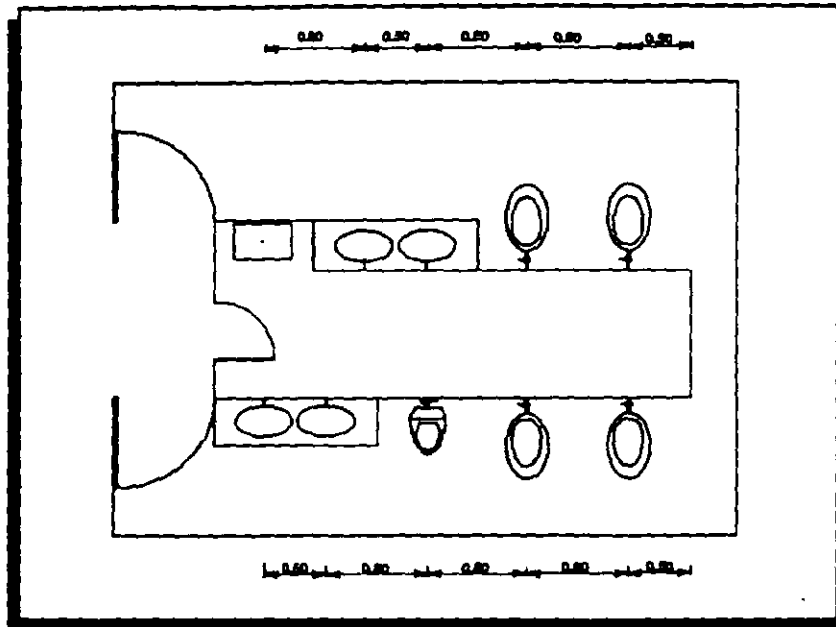


Figura 5.1. Planta arquitectónica de los sanitarios del ejemplo 5.1.

Solución:

El primer paso es definir secciones o tramos de análisis. Se recomienda definir una sección cada dos o tres muebles o aparatos del mismo tipo, o bien, en donde cambie el tipo de mueble o aparato. La Figura 5.2 muestra el trazo propuesto de la red de distribución y la definición de secciones de análisis.

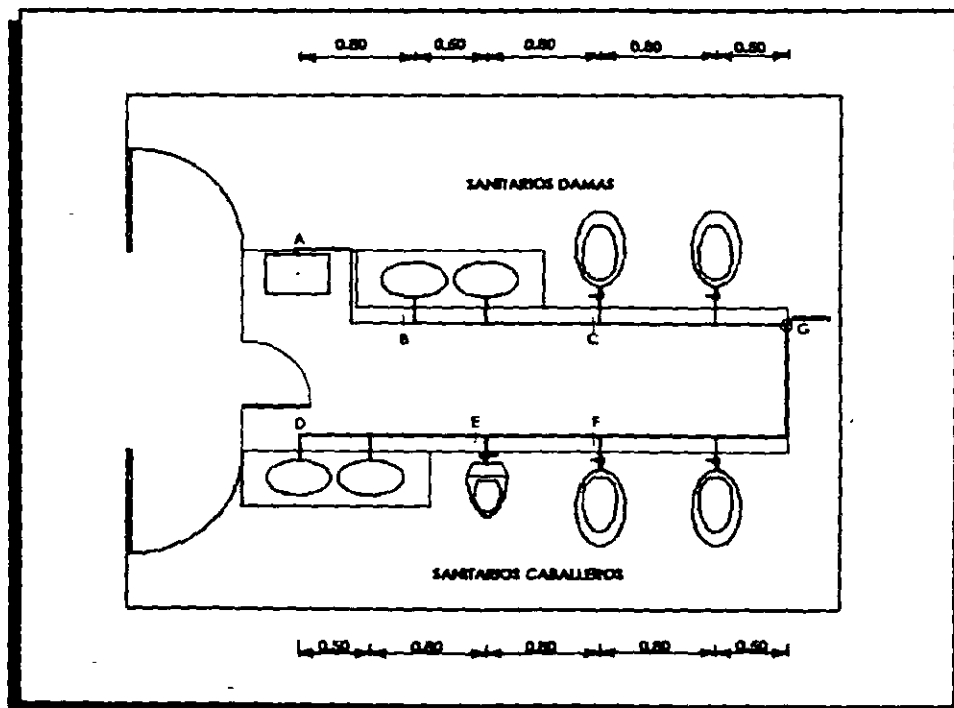


Figura 5.2. Trazo propuesto de la red de distribución.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

El cálculo del gasto máximo instantáneo de cada tramo de la red se presenta en el Cuadro 5.2.

Los tramos G-H y H-I son los tramos de columna que abastecen a los niveles. Los gastos de cada mueble se han obtenido del Cuadro 5.1. Al sumar los gastos demandados por cada uno de los muebles del tramo y multiplicar la suma por el coeficiente de simultaneidad, se obtiene el gasto máximo instantáneo Q_m .

Cuadro 5.2. Tabla de cálculo del ejemplo 5.1.

Tramos de derivaciones	Muebles o aparatos	Consumo por aparato q (l/s)	Número de llaves	K coeficiente de simultaneidad	Q_m l/s
A-B	Vertedero (1)	0.20	1	1	0.20
B-C	Vertedero (1)	0.20	3	0.71	0.28
	Lavabos (2)	0.10			
C-G	Vertedero (1)	0.20	5	0.5	2.20
	Lavabos (2)	0.10			
	Inodoro flux. (2)	2.00			
D-E	Lavabo (2)	0.10	2	1	0.20
E-F	Lavabo (2)	0.10	3	0.71	0.21
	Urinario (1)	0.10			
F-G	Lavabo (2)	0.10	5	0.5	2.15
	Urinario (1)	0.10			
	Inodoro flux. (2)	2.00			
TRAMOS DE COLUMNA					
G-H	Vertedero (1)	0.20	10	0.33	2.87
	Lavabos (4)	0.10			
	Urinario (1)	0.10			
	Inodoros flux. (4)	2.00			
H-I	Vertederos (2)	0.20	20	0.23	4.00
	Lavabos (8)	0.10			
	Urinarios (2)	0.10			
	Inodoros flux. (8)	2.00			

En el análisis de cada tramo se consideran los muebles o aparatos que consumen el agua que pasa por el tramo en cuestión. Por ejemplo, en el tramo B-C sólo se tienen dos lavabos, sin embargo, el gasto del vertedero también pasa por el tramo B-C.

5.1.2. Método británico

Un grupo de proyectistas expertos en instalaciones elaboraron una tabla de "probable demanda simultánea" correspondiente a diferentes gastos potenciales (Cuadro 5.3).

Para una instalación en particular, se suman las demandas de todos los muebles y aparatos sanitarios servidos por la tubería objeto del cálculo, utilizando para ello los gastos unitarios del Cuadro 5.1. Con el valor obtenido se entra en la columna (1) de la tabla del Cuadro 5.2, leyendo en la columna (2) la probable demanda simultánea máxima y con este valor, correspondiente al gasto máximo instantáneo (Q_m), se diseña la tubería.

Cuadro 5.3
Probable demanda simultánea correspondiente a diferentes gastos potenciales.

$\sum q$ en (l/s)	Q_m l/s	$\sum q$ en (l/s)	Q_m l/s
(1)	(2)	(1)	(2)
Hasta 0.76	100% del máximo posible	5.11	2.33
0.88	0.82	5.30	2.46
1.01	0.91	6.75	2.65
1.14	1.01	7.76	2.84
1.26	1.10	8.96	3.03
1.45	1.20	10.29	3.28
1.64	1.29	11.86	3.53
1.89	1.42	13.63	3.85
2.21	1.51	15.65	4.10
2.52	1.64	18.05	4.48
2.90	1.77	20.76	4.86
3.34	1.89	23.85	5.36
3.85	2.02	27.45	5.99
4.48	2.15	31.55	6.56
		Arriba de 500	20% del máximo posible

Ejemplo 5.2.

Calcular los gastos de diseño de cada tramo de la red interior de distribución del edificio del ejemplo 5.1, usando el método británico.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

Solución:

Se utilizan las mismas secciones de análisis del ejemplo 5.1. En el Cuadro 5.4 se presentan los resultados correspondientes.

Cuadro 5.4. Tabla de cálculo del ejemplo 5.2.

Tramos de derivaciones	Muebles o aparatos	Cantidad	Consumo por aparato q l/s	Σq l/s	Q_m l/s
A-B	Vertedero	1	0.20	0.20	0.20
B-C	Vertedero	1	0.20	0.40	0.40
	Lavabos	2	0.10		
C-G	Vertedero	1	0.20	4.40	2.13
	Lavabos	2	0.10		
	Inodoro flux	2	2.00		
D-E	Lavabos	2	0.10	0.20	0.20
E-F	Lavabos	2	0.10	0.30	0.30
	Urnario	1	0.10		
F-G	Lavabo	2	0.10	2.30	1.55
	Urnario	1	0.10		
	Inodoro flux.	2	0.10		
Tramos de columna					
G-H	Vertedero	1	0.20	8.7	2.98
	Lavabos	4	0.10		
	Urnarios	1	0.10		
	Inodoro flux.	4	2.00		
H-I	Vertederos	2	0.20	17.4	4.38
	Lavabos	8	0.10		
	Urnarios	2	0.10		
	Inodoros flux.	8	2.00		

Los gastos máximos instantáneos (Q_m) del Cuadro 5.4, fueron obtenidos por interpolación lineal a partir del Cuadro 5.3.

5.1.3. Método americano

Lewis H. Kessler preparó dos tablas con los porcentajes de simultaneidad, una para el diseño de derivaciones (Cuadro 5.5) y otra para el diseño de columnas y distribuidores (Cuadro 5.6).

El gasto máximo instantáneo en una derivación, representado por Q_m , se considera que es la suma de todos los consumos por aparato, multiplicados por el coeficiente de simultaneidad k correspondiente, obtenido del Cuadro 5.5:

$$Q_m = \sum q \times k \quad 5.3$$

El consumo por aparato q se obtiene del Cuadro 5.1.

CUADRO 5.5
GASTOS EN LAS DERIVACIONES PARA MUEBLES O APARATOS DE USO PUBLICO

NUMERO DE MUEBLES O APARATOS	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	30	35	40
	PORCENTAJE A CONSIDERAR DE LA SUMA DE LOS GASTOS DE LOS MUEBLES												
Levator	100	100	75	60	50	50	50	50	50	50	50	50	50
WC con depósito	100	67	50	40	37	37	30	30	30	30	30	30	30
WC con flujómetro	80	55	30	25	25	25	30	30	30	16	15	15	15
Urinarios	100	67	50	40	37	37	30	27	25	24	23	20	20
Regaderas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

CUADRO 5.6
PORCENTAJE A CONSIDERAR EN TRAMOS DE COLUMNAS O DISTRIBUIDORES

GRUPOS DE APARATOS SERVIDOS	PORCENTAJE DE SIMULTANEIDAD	
	WC CON DEPOSITO	WC CON FLUJOMETRO
1	100	100
2	90	80
3	85	65
4	80	55
5	75	50
6	70	44
8	64	25
10	55	27
20	30	30
30	43	14
40	38	10
50	25	9
75	23	8
100	22	7
150	31	5
200	30	4
300	27	3
500	25	2

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

Establecido el gasto de cada una de las derivaciones, o sea de cada "grupo tipo" de aparatos, el gasto de las columnas y de los distribuidores se puede calcular de un modo muy aproximado asumiendo que cada tramo de columna o de distribuidor, tendrá un gasto igual a la suma de los gastos de las derivaciones (o grupos servidos), multiplicado por el porcentaje de simultaneidad correspondiente del Cuadro 5.6.

Desde luego que ningún tramo de columna o de distribuidor puede tener un gasto inferior a la suma de los gastos de las derivaciones servidas.

Es importante hacer notar que si a lo largo del trazo de la columna o del distribuidor existiera un solo aparato o un grupo de aparatos distintos del "tipo" sobre el cual se ha basado el cálculo del gasto de las derivaciones, será necesario tener en consideración la proporción de la relación entre el gasto de este aparato individual o de este nuevo grupo, y el gasto del "grupo tipo".

Ejemplo 5.3

Calcular los gastos de diseño de cada tramo de la red interior de distribución del edificio del ejemplo 5.1, usando el método americano.

Solución:

Se utilizan las secciones de análisis del ejemplo 5.1. En el Cuadro 5.7 se presentan los resultados correspondientes a las derivaciones, con los porcentajes de simultaneidad del Cuadro 5.5, y en el Cuadro 5.8 se tienen los resultados correspondientes a los tramos de columna G-H y H-I, obtenidos con los porcentajes de simultaneidad del Cuadro 5.6.

Cuadro 5.7 Tabla de cálculo de derivaciones del ejemplo 5.3.

Tramo	Muebles o aparatos	Cantidad	Consumo por aparato q l/s	Σq l/s	Porcentaje de simultaneidad	Q_m l/s
A-B	Vertedero	1	0.20	0.20	100	0.20
B-C	Vertedero	1	0.20	0.20	100	0.40
	Lavabos	2	0.10	0.20	100	
C-G	Vertedero	1	0.20	0.20	100	2.40
	Lavabos	2	0.10	0.20	100	
	Inodoro flux	2	2.00	4.00	50	
D-E	Lavabos	2	0.10	0.20	100	0.20
E-F	Lavabos	2	0.10	0.20	100	0.30
	Unnario	1	0.10	0.10	100	
F-G	Lavabos	2	0.10	0.20	100	2.30
	Unnario	1	0.10	0.10	100	
	Inodoro Flux	2	2.00	4.00	50	
TOTAL DEL GRUPO DE MUEBLES	Vertederos	1	0.20	0.20	100	3.00
	Lavabos	4	0.10	0.40	75	
	Unnarios	1	0.10	0.10	100	
	Inodoros flux	4	2.00	8.00	30	

Cuadro 5.8 Tabla de cálculo de columnas del ejemplo 5.3

Tramo	Grupos servidos	Gasto del grupo l/s	Porcentaje de simultaneidad	Q_m l/s
G-H	1	3.00	100	3.00
H-I	2	3.00	80	4.80

El gasto máximo instantáneo (Q_m) es igual a la suma de los gastos de cada grupo por el porcentaje de simultaneidad.

5.2. Métodos probabilísticos

La descarga de agua por la llave de un mueble o aparato sanitario puede representarse por medio de un hidrograma, en el cual la abscisa representa el tiempo y la ordenada el gasto.

La Figura 5.3.a corresponde al hidrograma que representa la salida de agua en un depósito para inodoro a través de una válvula de flotador que se cierra lentamente a medida que el agua se va introduciendo al depósito, mientras que la Figura 5.3.b es el hidrograma de un fluxómetro, que tiene una rápida abertura y un cierre lento y gradual.

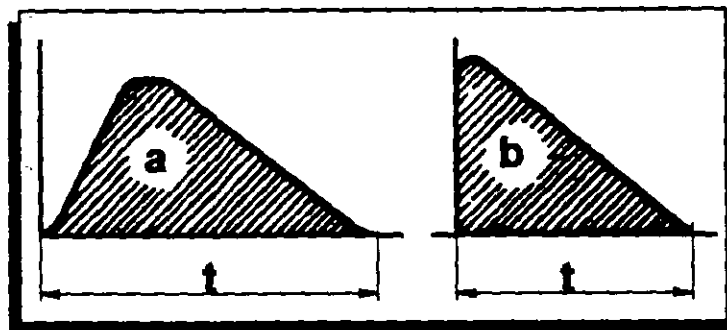


Figura 5.3. Diagramas de distribución.

Supóngase ahora que se tiene una instalación sanitaria entre cuyos aparatos se encuentran tres iguales. La Figura 5.4 representa la sucesión de los hidrogramas de los aparatos en el periodo de máximo consumo de la instalación.

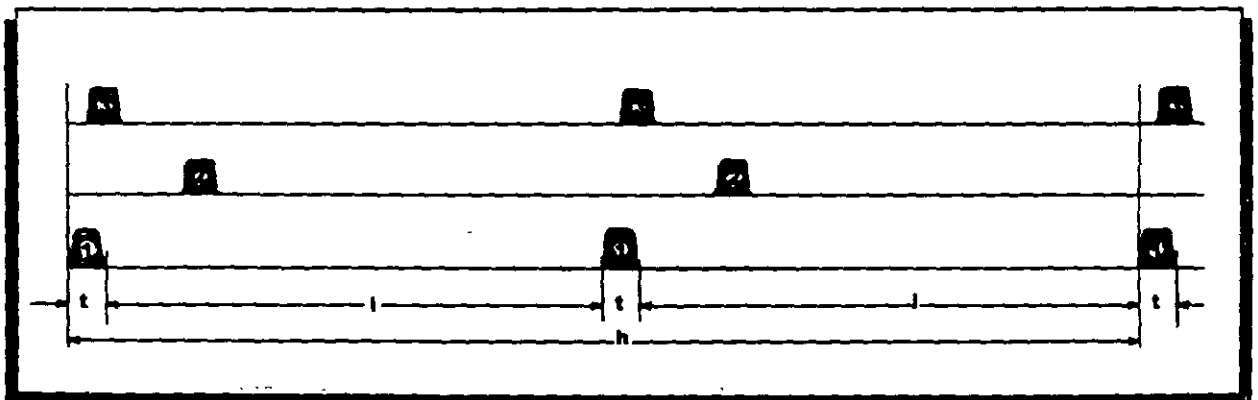


Figura 5.4. Sucesión de hidrogramas de los aparatos en el periodo de máximo consumo.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

En la Figura 5.4 t es la duración media de un servicio, en minutos; i es el intervalo medio que transcurre entre un servicio y el siguiente durante el periodo de máximo consumo, en minutos; y h es la duración media diaria del periodo de punta, en horas.

Como se observa, mientras los servicios del aparato 2 están defasados con respecto a los servicios de los aparatos 1 y 3, y por tanto sin influencia recíproca, los servicios de los aparatos 1 y 3 se sobreponen.

El problema consiste en determinar el número máximo de servicios que pueden sobreponerse en un determinado periodo de tiempo, tomados entre los de todos los aparatos en cuestión.

Existe una expresión matemática que establece, a partir de un grupo de acciones iguales e igualmente subsecuentes, cuál es el intervalo probable de tiempo que transcurre entre dos sobreposiciones sucesivas de un determinado número de acciones tomadas entre las del grupo. Por ejemplo, supóngase que una instalación cuenta con 20 aparatos iguales que operan del mismo modo; la expresión matemática establece el tiempo que transcurre entre dos sobreposiciones probables y sucesivas, digamos de 6 aparatos, entre los 20 considerados.

La expresión es:

$$P = \frac{A^r - 1}{B \times C_r^n} \quad 5.4$$

donde:

P Tiempo probable en días que transcurre entre la sobreposición de r servicios, que forman parte de un grupo n de ellos, y la sucesiva sobreposición también de r servicios del mismo grupo;

$A = it$ Relación entre la duración media i , en minutos, del intervalo entre dos servicios, durante el periodo de máximo consumo y la duración de un servicio t , en minutos;

$B = h/i$ Relación entre la duración media diaria del periodo de máximo consumo h , en horas, y la duración media i (en horas) del intervalo entre dos servicios durante el tiempo h ;

C_r^n Número de combinaciones posibles de r unidades, tomadas de entre n de éstas:

$$C_r^n = \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-r+1)}{1 \times 2 \times 3 \times \dots \times r} \quad 5.5$$

n Número de aparatos que forman el grupo considerado.

Aplicando logaritmos, la ecuación 5.4 queda:

$$\log P = \log A^r - \log B - \log C_r^n \quad 5.6$$

Asumiendo que las sobreposiciones pueden ocurrir con una sucesión de un día, entonces $P = 1$, y entonces:

$$\log P = \log 1 = 0 \quad 5.7$$

La ecuación 5.6 resulta:

$$\log A^{-1} - \log B = \log C,^n \quad 5.8$$

En la ecuación 5.8 pueden fijarse los valores de i , t y h , obteniendo por tanto los de A y B . A continuación para valores arbitrarios r puede obtenerse el $\log C,^n$ y con la ecuación 5.5 el correspondiente valor de n . Después puede obtenerse la relación r / n , o sea el porcentaje de funcionamiento simultáneo.

Con el procedimiento explicado, para algunos valores progresivos de r se podrán obtener los valores de n y por tanto el porcentaje de simultaneidad. Con los porcentajes obtenidos puede construirse una gráfica en donde las ordenadas corresponden al porcentaje de simultaneidad y las abscisas a los valores obtenidos de n . Las Figuras 5.5 a 5.10 muestran curvas características de simultaneidad obtenidas con el procedimiento explicado para varios aparatos y usos de los edificios.

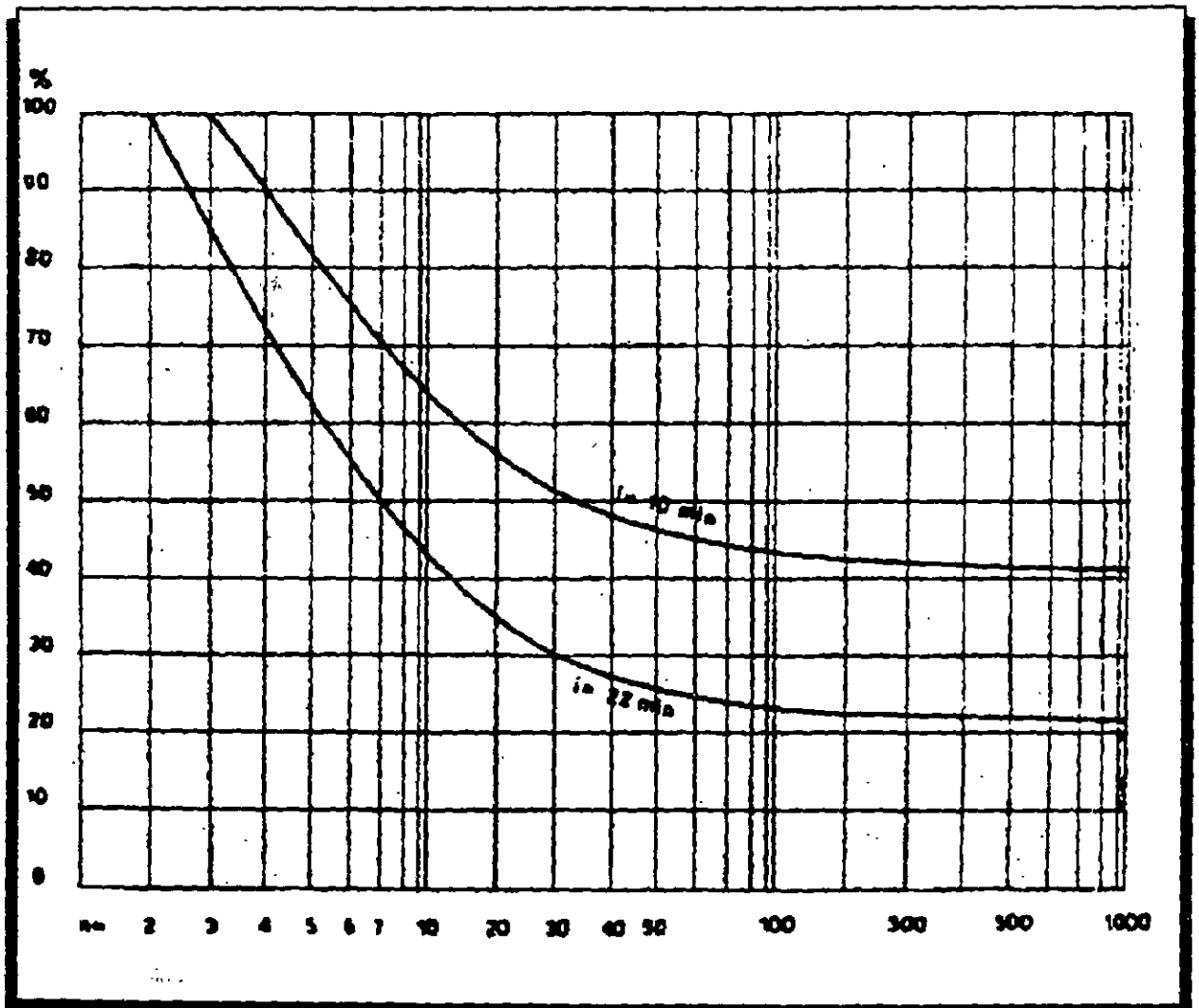


Figura 5.5 Curvas características de simultaneidad de suministro (oficinas, retretes con depósito - $t = 2$ min)

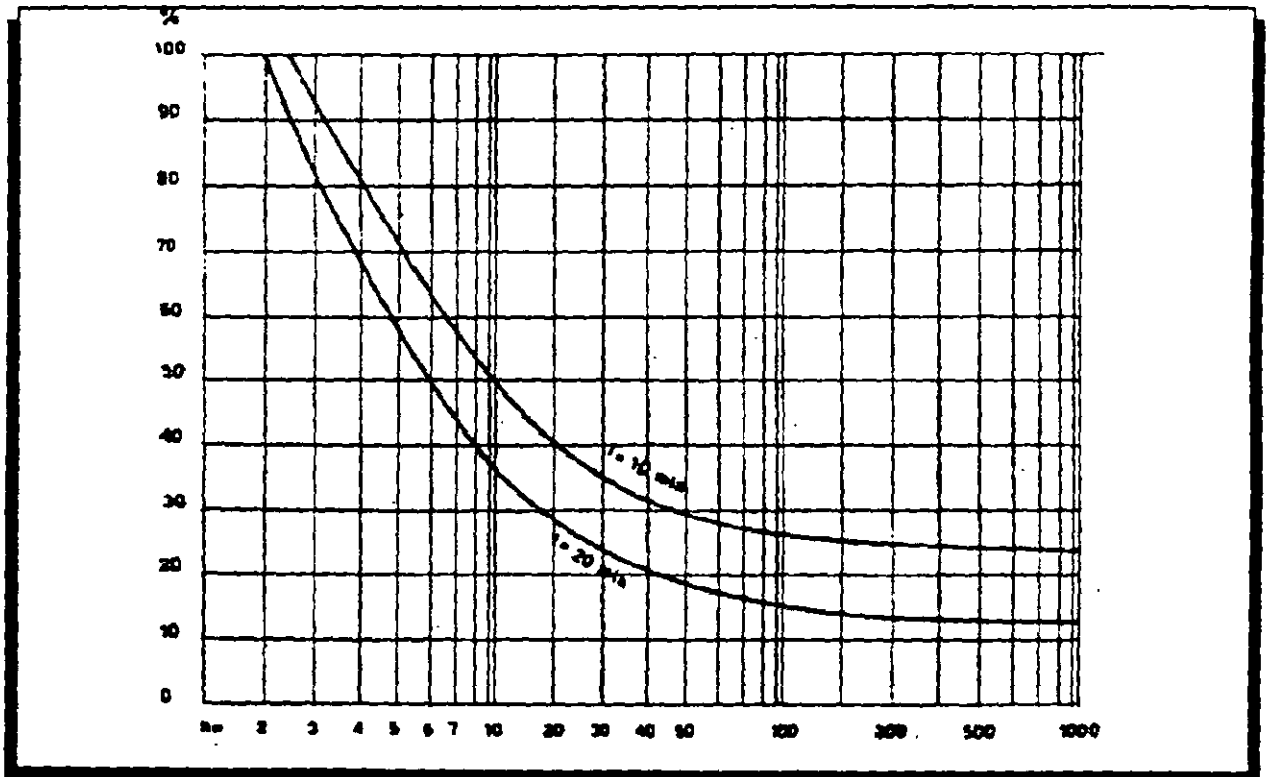


Figura 5.6 Curvas características de simultaneidad de servicio (oficinas - lavabos- t= 1min.)

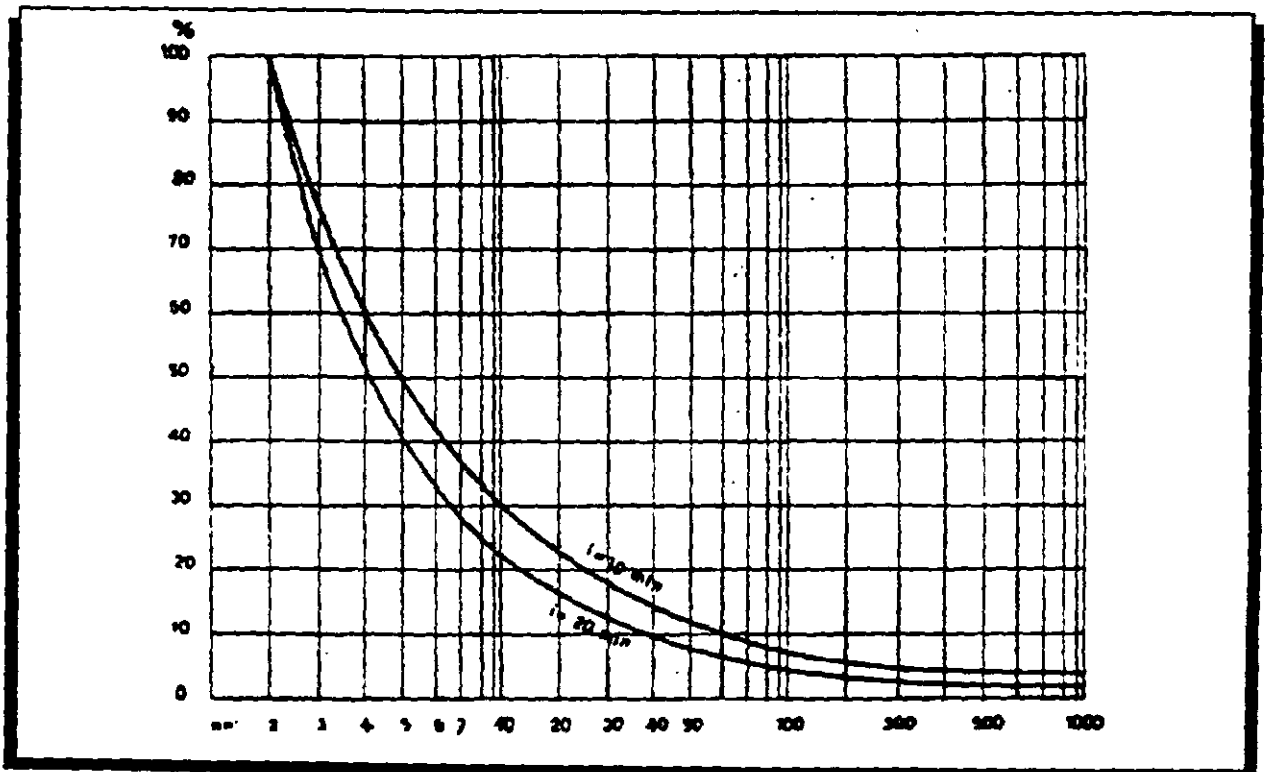


Figura 5.7. Curvas características de simultaneidad de suministro (oficinas -retretes con fluxómetro-t= 8 segundos)

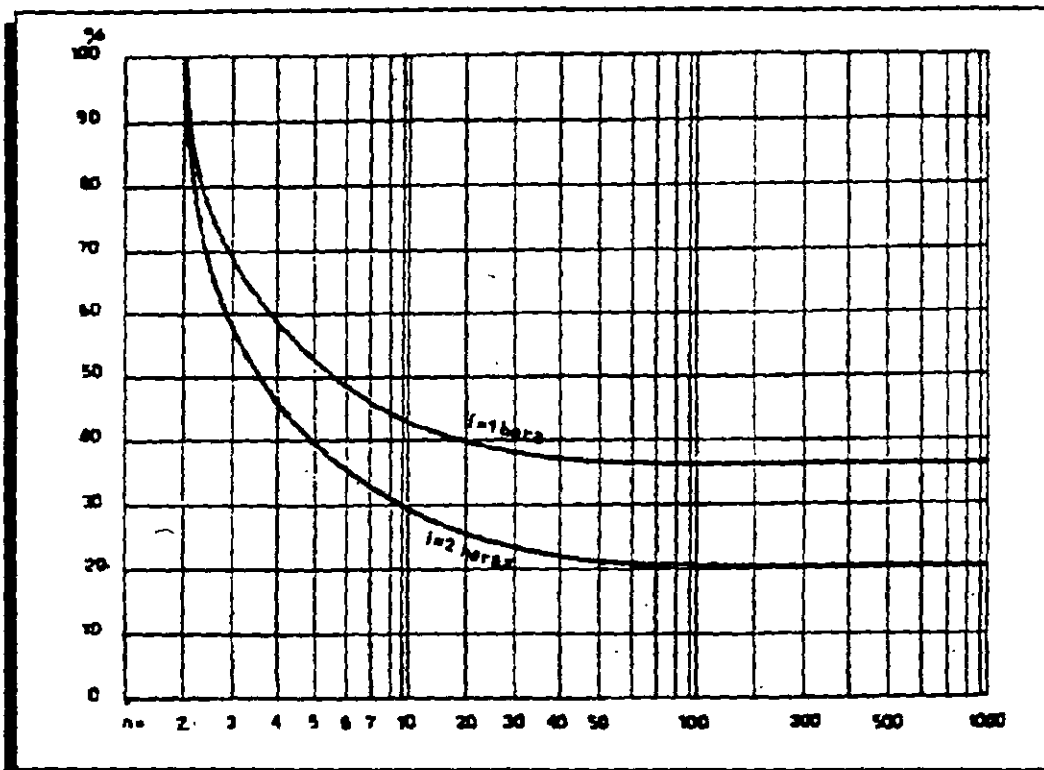


Figura 5.8. Curvas características de simultaneidad de suministro (departamentos-bañeras-t= 10 minutos).

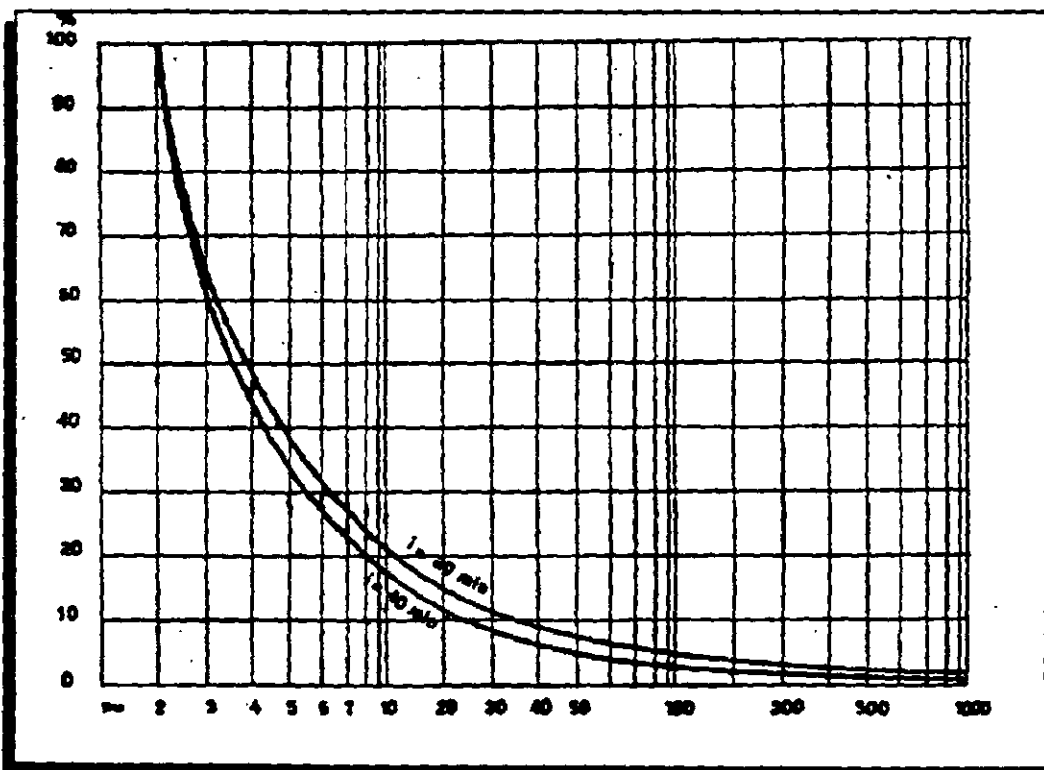


Figura 5.9. Curvas características de simultaneidad de suministro (departamentos-retretes con fluxómetro-t= 8 segundos)

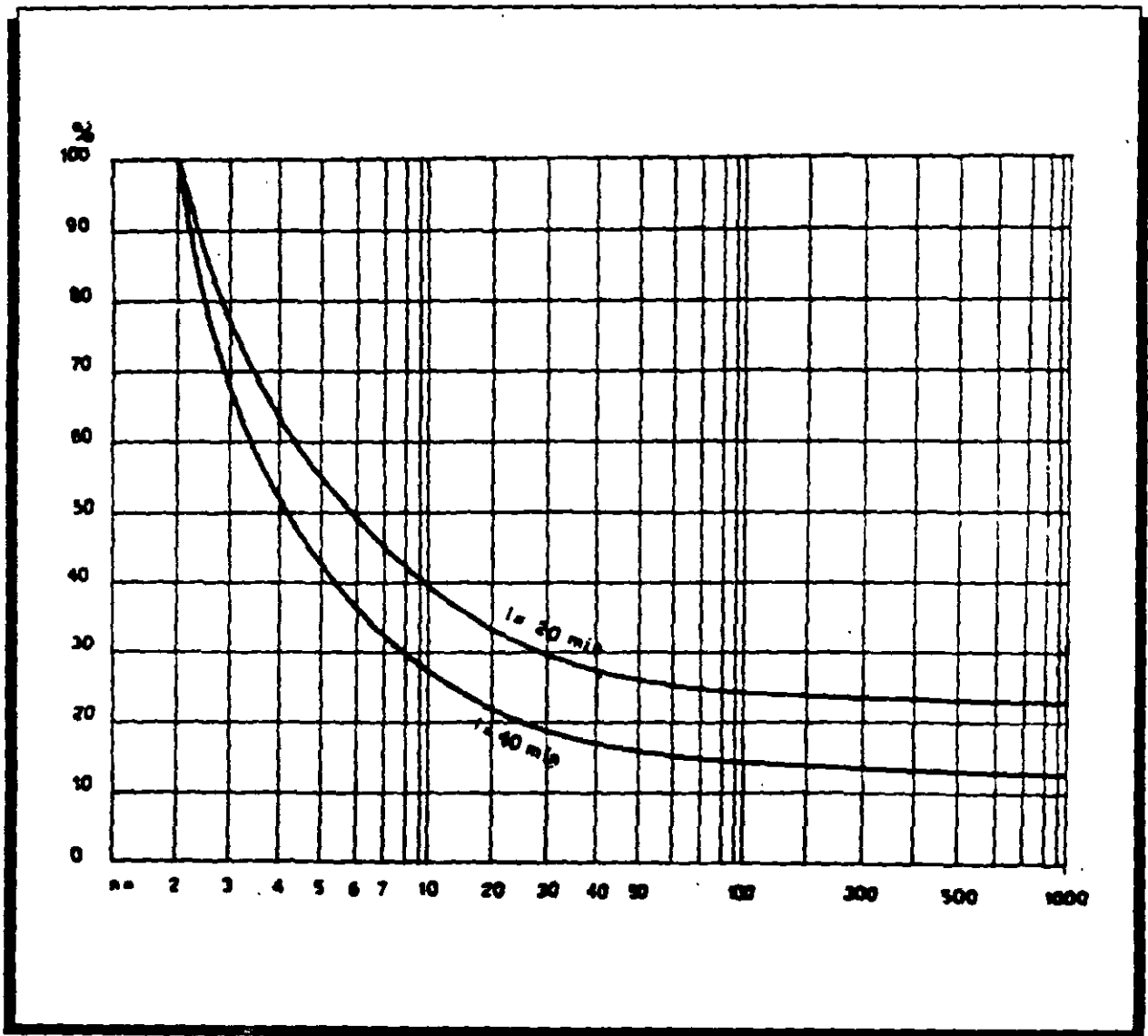


Figura 5.10. Curvas características de simultaneidad de suministro (departamentos -retretes con depósito, lavabos, bidetes $t=2$ minutos)

Ejemplo 5.4.

Empleando las curvas características de simultaneidad de suministro correspondientes, calcúlense los gastos de diseño de cada tramo de la red interior de distribución del edificio de oficinas del ejemplo 5.1.

Se utilizan las secciones de análisis definidas en el ejemplo 5.1. El Cuadro 5.9. muestra los resultados obtenidos. Cuando se tiene un sólo mueble o aparato de cierto tipo, el porcentaje de simultaneidad es obviamente del 100 % porque es seguro que se use ese aparato. Cuando no se tenga una curva característica específica para cierto tipo de mueble o aparato, se usa la de otro mueble que se le parezca en la forma de uso. De las dos curvas características que aparecen en cada figura, se usa la correspondiente al menor valor de i , cuando se tienen pocos muebles y muchos usuarios, y si se tienen muchos muebles y pocos usuarios se usa la curva con el mayor valor de i . En este ejemplo se tiene la primera condición.

METODOS PARA EL CALCULO DEL GASTO MAXIMO INSTANTANEO

Cuadro 5.9. Tabla de cálculo del ejemplo 5.4.

TRAMO	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	CONSUMO POR APARATO q l/s	Σq l/s	PORCENTAJE DE SIMULTANEIDAD	Q_m l/s
DERIVACIONES						
A-B	Vertedero	1	0.20	0.20	100*	0.20
B-C	Vertedero	1	0.20	0.20	100*	0.40
	Lavabos	2	0.10	0.20	100 (Fig. 5.6)	
C-G	Vertedero	1	0.20	0.20	100*	4.40
	Lavabos	2	0.10	0.20	100 (Fig. 5.6)	
	Inodoro flux.	2	2.00	4.00	100 (Fig. 5.7)	
D-E	Lavabos	2	0.10	0.20	100 (Fig 5.6)	0.20
F-G	Lavabos	2	0.10	0.20	100 (Fig 5.6)	4.30
	Urinario	1	0.10	0.10	100 (Fig 5.7) **	
	Inodoro flux.	2	2.00	4.00	100 (Fig 5.7)	
COLUMNA						
G-H	Vertederos	1	0.20	0.20	100 *	5.42
	Lavabos	4	0.10	0.40	80 (Fig. 5.6)	
	Urinaros	1	0.10	0.10	100 (Fig. 5.7) **	
	Inodoros flux.	4	2.00	8.00	60	
H-I	Vertederos	2	0.20	0.40	100	6.47
	Lavabos	8	0.10	0.80	54	
	Urinaros	2	0.10	0.20	100	
	Inodoros flux	8	2.00	16.00	34	

* Por ser sólo un mueble.

** Por semejanza en la forma de uso del urinario de fluxómetro y el inodoro de fluxómetro.

Como los sistemas no están constituidos por un mismo tipo de accesorio exclusivamente, al proporcionar una curva para cada accesorio, este método sobrediseña el sistema, debido a la adición de gastos de varios grupos de diferentes tipos de accesorios, ya que para un sistema dado no es cuestión de una simple adición, porque la función de probabilidad debe intervenir en el resultado. En otras palabras, si obtuvimos un gasto de diseño en particular para n_1 fluxómetros, otro gasto de diseño para n_2 lavabos y todavía otro gasto de diseño para n_3 urinarios en un sistema dado, no conviene obtener el gasto de diseño para el sistema como un todo sumando los tres gastos obtenidos para los grupos individuales de diferentes tipos de accesorios, dado que el verdadero gasto de diseño del sistema será menor que esta suma. El procedimiento para combinar la contribución de gastos de los diferentes tipos de accesorios puede hacerse con base en la teoría de probabilidad, pero el proceso es demasiado complicado para ser de uso práctico. El Dr. Roy B. Hunter desarrolló un método práctico, el cuál se describe a continuación.

5.2.1. Método de Hunter

Una de las primeras aplicaciones de la teoría de la probabilidad a la determinación de gastos de diseño en instalaciones hidráulicas para edificios fue hecha por el Dr. Roy B. Hunter de la Oficina Nacional de Estándares de E.E.U.U. (National Bureau of Standards). La primera exposición del método apareció en 1924. En el desarrollo de la aplicación de la teoría de probabilidad al problema de determinar los gastos de diseño, Hunter asumió que la operación de los principales muebles y aparatos sanitarios que constituyen el sistema de plomería podrían considerarse como eventos puramente aleatorios. Aunque esto no es del todo cierto, sirve de base para la aplicación de la

teoría al problema. Hunter determinó las máximas frecuencias de uso de los principales muebles y aparatos que producen el gasto en la instalación hidráulica de un edificio habitacional, basando sus valores de las frecuencias en registros obtenidos en hoteles y edificios de departamentos durante el periodo de máximo consumo (periodo de punta). También determinó valores característicos de los gastos promedio de uso del agua en diferentes muebles y aparatos sanitarios (en adelante "accesorios"), y el tiempo de una operación sencilla de cada uno de ellos.

El desarrollo teórico se aplica sólo a grandes grupos de muebles y aparatos sanitarios, tales como los de edificios de departamentos, hoteles, oficinas, etc. La razón de esto es que aunque el gasto de diseño tiene cierta probabilidad de no ser excedido, no obstante puede excederse en raras ocasiones. En un sistema que incluya sólo unos cuantos accesorios, si se ha diseñado de acuerdo con la teoría de la probabilidad, el gasto adicional impuesto sobre él por un accesorio más que el dado por la teoría de la probabilidad podría sobrecargar el sistema lo suficiente para causar inconvenientes e incluso interferir con la operación del sistema de drenaje. Por otra parte, si se está tratando con un sistema grande, una sobrecarga de uno o varios accesorios sería raro que se notara.

Considérese el sistema de distribución de agua de un edificio de departamentos o un hotel, por ejemplo. En tales edificios, los accesorios de la instalación sanitaria estarán sujetos a congestión a cierta hora del día. Los muebles y aparatos consisten en una gran cantidad de inodoros, regaderas, lavabos, fregaderos, etc. El problema consiste en determinar qué gasto de diseño debe asignarse a las varias tuberías de la instalación hidráulica para que el sistema proporcione un servicio satisfactorio. Hunter definió como "servicio satisfactorio" a aquél en el que las interrupciones del servicio debido a factores controlables como el diámetro y disposición de las tuberías no es frecuente y es de suficientemente corta duración como para no ocasionar inconvenientes en el uso de los accesorios o una condición de insalubridad en la instalación.

Se asumirá que el sistema brindará servicio satisfactorio, o estará "adecuadamente diseñado", si las tuberías en el sistema se han dimensionado de manera que abastezcan satisfactoriamente el gasto demandado para una cantidad r de un total de n accesorios del edificio de modo tal que no más de r accesorios serán probablemente encontrados en uso simultáneo más de 1 por ciento del tiempo. Otra forma de expresar lo que debe entenderse por "servicio satisfactorio" es que es aquél en el que la interrupción del servicio debida a factores controlables, como el diámetro y disposición de las tuberías, no es frecuente y es de tan corta duración que no causa inconveniente o alguna condición de insalubridad en la instalación.

El valor de 1 por ciento referido, fue elegido arbitrariamente por Hunter en su aplicación original de la teoría de probabilidad al problema de diseño de gastos en las instalaciones hidráulicas, y se ha usado desde 1940 con buenos resultados, dado que el uso de este valor no lleva al subdiseño de los sistemas. Por el contrario, podría ser que los sistemas estén siendo sobrediseñados, y es posible que con un valor de 2 por ciento se alcancen diseños adecuados.

Una consideración adicional es la siguiente: si se excede el gasto de diseño, ¿cuál será el efecto en el sistema? Si el sistema incluye un gran número de accesorios, y el valor de r se establece para reunir el criterio establecido en el párrafo precedente, entonces la probabilidad de $r+1$ accesorios que estén siendo usados simultáneamente es bastante remota; la probabilidad de $r+2$ accesorios que estén siendo usados simultáneamente es todavía más remota, etc. Sobrecargas leves no tendrán un efecto apreciable en el sistema si el número total de accesorios es razonablemente grande.

Kessler hizo la siguiente recomendación para asegurar que el flujo del agua a los accesorios sea adecuado: el proyectista no deberá permitir la instalación de una tubería para el uso de sólo un accesorio principal a un tiempo. Debe insistirse en una tubería para uso promedio adecuado, de manera que varios accesorios puedan usarse simultáneamente.

5.2.2. Fundamentos del método de Hurter con base en un sistema simple

Se define como "sistema simple" a aquél (obviamente hipotético) que consiste en muebles o aparatos del mismo tipo - por ejemplo inodoros de fluxómetro solamente-. Supóngase que se tiene una cantidad grande n de estos inodoros en el sistema. Sea i el tiempo en segundos, en promedio, sobre usos sucesivos de cada mueble individual. Sea t la duración en segundos de la demanda sobre el sistema de abastecimiento para cada uso de un mueble, es decir, el tiempo ocupado por una descarga individual del fluxómetro. Entonces la probabilidad p de que se encuentre descargando el fluxómetro de un mueble en particular en cualquier instante de observación del sistema es:

$$p = \frac{t}{i} \quad 5.9$$

En consecuencia, la probabilidad de que el fluxómetro de ese mueble (o de cualquier otro) no se encuentre operando es:

$$1 - p = 1 - \frac{t}{i} \quad 5.10$$

Valores adecuados de i y t son 5 min (300 seg) y 9 seg, respectivamente. Entonces:

$$p = \frac{9}{300} = 0.03$$

y

$$1 - p = 1 - 0.03 = 0.97,$$

esto para inodoros de fluxómetro. Nótese que lo que suceda con los restantes $n-1$ inodoros en el instante de observación no se considera en las probabilidades dadas por las ecuaciones 5.9 y 5.10. A continuación se determinará la probabilidad de que dos fluxómetros de dos inodoros en particular se encuentren operando en cualquier instante arbitrario de observación elegido, despreciando lo que suceda con los restantes $n-2$ inodoros en ese instante.

Ya se ha expuesto que la probabilidad de encontrar en operación al primero de estos dos inodoros seleccionados es p . Por lo tanto, la probabilidad de encontrar en operación al segundo de estos dos inodoros seleccionados es p . Entonces la probabilidad de que los fluxómetros de ambos inodoros en particular se encuentren descargando es p^2 , por la ley de eventos compuestos. Para el caso de los inodoros de fluxómetro considerados se tendría:

$$p^2 = (0.03)^2 = 0.0009$$

o aproximadamente una parte en mil. En forma similar, la probabilidad de encontrar tres fluxómetros en particular descargando es $p^3 = (0.03)^3 = 0.000027$, y la probabilidad de encontrar todos los fluxómetros descargando es $(0.03)^n$.

Ahora se considerará la probabilidad de que dos inodoros en particular, pero ninguno de los otros $n-2$ muebles, se encuentren descargando en el instante arbitrario de observación elegido.

Probabilidad de encontrar el primer fluxómetro descargando	p
Probabilidad de encontrar el segundo fluxómetro descargando	p
Probabilidad de no encontrar descargando el tercer fluxómetro	$1-p$
Probabilidad de no encontrar descargando el cuarto fluxómetro	$1-p$
Probabilidad de no encontrar descargando el quinto fluxómetro	$1-p$
Probabilidad de no encontrar descargando el enésimo fluxómetro	$1-p$

La probabilidad de este evento compuesto observado en el instante elegido es

$$P = (1-p)^{n-2} p^2 \quad 5.11$$

Para inodoros operados con fluxómetro, si $n=5$, tenemos para este caso

$$(1-p)^{n-2} p^2 = (1-0.03)^3 (0.03)^2 = 0.00082$$

Ahora se puede analizar el caso más general en el cual dos cualesquiera de los n inodoros, pero ninguno de los otros $n-2$, se encuentren descargando en el instante arbitrario de observación elegido. Ya se ha expuesto que la probabilidad de encontrar descargando dos fluxómetros en particular, pero ninguno de los otros $n-2$, es $(1-p)^{n-2} p^2$. Ahora, existen tantas maneras de seleccionar dos fluxómetros de un grupo n de ellos como combinaciones de n objetos tomados dos a un tiempo. Y en el caso general, se desea determinar cuántas formas hay de seleccionar r objetos de un total n de ellos. En cualquier libro de probabilidad se puede encontrar la siguiente expresión:

$$C_r^n = \frac{n!}{r! (n-r)!} \quad 5.12$$

donde C_r^n es el símbolo para n objetos tomando r a un tiempo.

A manera de ejemplo, si $n=5$ y $r=2$,

$$C_2^5 = \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{(2 \times 1) (3 \times 2 \times 1)} = 10$$

Así, si $n=5$ y $r=2$, la probabilidad de que dos cualesquiera de cinco pero ninguno de los otros tres fluxómetros de inodoros, se encuentren descargando en un instante arbitrariamente elegido de observación es

$$10(0.97)^3(0.03)^2=0.0082$$

Ahora puede escribirse la expresión general para la probabilidad de que cualesquiera r muebles, y solo r , tomados de un total n se encuentren operando en cualquier instante de observación :

$$p_r = C_r^n (1-p)^{n-r} p^r \quad 5.13$$

Cuando se observe el sistema, ciertamente encontraremos un número r de n muebles en operación, donde r puede tener un valor de 0 a n .

En la teoría de la probabilidad, la certeza es representada por la unidad. De aquí que si se suman todas las probabilidades representadas por la ecuación 5.13, que es la probabilidad de un evento particular tomado de aquéllos mencionados, se tendrá la relación

$$p_r = \sum_{r=0}^n C_r^n (1-p)^{n-r} p^r = 1 \quad 5.14$$

Debe notarse que la ecuación 5.13 representa un término de la ecuación 5.14, y ésta representa la expansión binomial de $[p+(1-p)]^n$, lo que puede consultarse en algún texto de álgebra. Así, la distribución que tiene que aplicarse en este problema es del tipo de expansión-binomial.

Ahora puede determinarse el número m de muebles tomados de un total n que deberán asumirse

en operación simultánea con el propósito de determinar el gasto máximo instantáneo del sistema. Una vez que se establezca el valor de m , el gasto máximo instantáneo se obtiene multiplicando m por el gasto promedio demandado por un mueble.

$$Q_m = m q \quad 5.15$$

El criterio que será usado para un diseño adecuado es el siguiente:

Se considerará que el sistema opera satisfactoriamente si está diseñado de tal forma que suministre adecuadamente la demanda simultánea para un número m de los n muebles que integran el sistema de manera que los m muebles no se encontrarán en operación simultánea en más del 1% del tiempo.

Esta condición puede expresarse como sigue:

$$p_0^n + p_1^n + p_2^n + \dots + p_{m-1}^n + p_m^n \geq 0.99 \quad 5.16$$

siendo m el entero más pequeño para el cual esta relación es verdadera.

En esta ecuación p_0^n representa la probabilidad de encontrar a ninguno de los n muebles en operación, etc. El menor valor de m para el cual la ecuación 5.16 es cierta, da el número de muebles para el cual debe diseñarse el sistema.

La ecuación 5.16 produce el menor valor deseado de m , pero el cálculo es extremadamente laborioso, por lo que se han desarrollado métodos para reducir al mínimo posible esa labor. Se dispone de tablas que proporcionan la suma de las series de la ecuación 5.16, o de

$$p_{m+1}^n + p_{m+2}^n + \dots + p_{n-1}^n + p_n^n \leq 0.01 \quad 5.17$$

que también puede escribirse

$$\sum_{r=m+1}^n C_r^n (1-p)^{n-r} p^r \leq 0.01 \quad 5.18$$

la cual corresponde a la forma dada en las tablas de distribución de probabilidad binomial, excepto que aquí la expresión $1-p$ reemplaza al símbolo q de las tablas. Estas tablas dan las sumatorias para valores de n superiores a 50. Otra compilación de tablas dan las sumatorias para n superiores a 150.

Antes de explicar el proceso práctico de determinación de los gastos de diseño, se calcularán unos cuantos valores de las probabilidades en las series dadas por la ecuación 5.16 para el sistema hipotético de 100 inodoros de fluxómetro.

Se asumió que cada inodoro del sistema descarga con la frecuencia promedio de una vez en 300 segundos y que cada fluxómetro funciona por 9 segundos. Esto da la probabilidad elemental p , de encontrar un inodoro en particular en operación en cualquier instante de observación arbitrariamente seleccionado de $9/300$, ó 0.03.

Ahora, la probabilidad de que ninguno de los inodoros se encuentre en operación es

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

$$p_0^n = C_0^n (1 - p)^{n-0} p^0 = (1 - p)^n = 0.97^{100} = 0.048$$

La probabilidad de encontrar exactamente uno de los 100 inodoros descargando es

$$p_1^n = C_1^n (1 - p)^{n-1} p = \frac{n}{1!} (1 - p)^{n-1} p = 100 (0.97)^{99} (0.03) = 0.1470$$

Procediendo de la misma forma, para calcular la probabilidad de encontrar exactamente dos inodoros descargando es

$$p_2^n = C_2^n (1 - p)^{n-2} p^2 = \frac{n(n-1)}{2!} (1 - p)^{n-2} p^2 = \frac{100 \times 99}{2} (0.97)^{98} (0.03)^2 = 0.2250$$

y para la probabilidad de encontrar exactamente tres de los 100 inodoros descargando

$$p_3^n = C_3^n (1 - p)^{n-3} p^3 = \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} (1 - p)^{n-3} p^3 = \frac{100 \times 99 \times 98}{3 \times 2} (0.97)^{97} (0.03)^3 = 0.2270$$

Procediendo de la misma manera, se calculan las probabilidades hasta p_{10}^n y los resultados se dan en el Cuadro 5.10 y Figura 5.11.

Cuadro 5.10. Valores de la probabilidad de encontrar 0, 1, 2, ... 10 inodoros con válvula de fluxómetro en operación simultánea, de un total de 100.

P_0^{100}	0.048	P_6^{100}	0.0496
P_1^{100}	0.1470	P_7^{100}	0.0206
P_2^{100}	0.2250	P_8^{100}	0.0074
P_3^{100}	0.2270	P_9^{100}	0.0023
P_4^{100}	0.1705	P_{10}^{100}	0.00065
P_5^{100}	0.1013		

Si se suman estas probabilidades, comenzando con p_0^n , se encuentra que la menor cantidad de accesorios para la cual esta suma excede 0.99 es 8. De aquí que se toma ocho como el número de inodoros cuyos fluxómetros tendrán descarga simultánea, para los cuales debe considerarse

la provisión de agua necesaria en el diseño del sistema. El gasto de diseño para la tubería principal de abastecimiento del sistema está dado por la ecuación 5.15.

$$Q_m = m q = 8 q \text{ [l/s]}$$

donde q es el gasto promedio en l/s descargado por la operación de una válvula de fluxómetro.

5.2.3. Aplicación del método de Hunter a un sistema combinado

Antes de determinar las curvas que dan el valor de m para varios valores de n de los tres tipos de accesorios considerados aquí -inodoros con fluxómetro, inodoros de tanque y bañeras -, se asumirán valores adecuados de t e i para estos accesorios. Esto ya se hizo para los fluxómetros. Hunter consideró ese problema en su artículo original y estableció los valores que se muestran en el Cuadro 5.11.

Cuadro 5.11. Valores propuestos por Hunter para t e i de los accesorios.

Accesorios	t s	i s	1/i
Fluxómetro	9	300	0.03
Tanque	60	300	0.02
Bañera	60	900	0.067

Estos valores consideran las horas de máxima demanda o "periodo de punta", por esto los valores de i son máximos para cualquier caso, excepto condiciones poco frecuentes como el caso de cuarteles militares o en una escuela durante los recesos. Esos casos requieren tratamiento especial.

Ahora puede procederse a determinar la relación entre m y n para los tres accesorios anteriores. Las tablas referidas al principio pueden usarse para este propósito para valores de n hasta 150. Sin embargo, se desea llegar a valores de n considerablemente más grandes que éste. Para este propósito se recurre a la sumatoria exponencial de Poisson que es una aproximación a las series dadas por la ecuación 5.17 y alcanza valores que son bastante aproximados para valores pequeños de p, por ejemplo para p arriba de 0.10 o 0.15.

El Cuadro 5.12 es la base para el cálculo de las curvas de probabilidad para los accesorios de la instalación que serán considerados en lo que sigue. Los valores de n p son los correspondientes a la probabilidad de que más de m accesorios no se encontrarán operando simultáneamente más del 1% del tiempo. Estos valores de np vs m no deben ser usados para probabilidades p en exceso de 0.15.

Para p=0.20, este método da resultados que son aproximadamente de 10% más altos.

Para obtener el valor de n correspondiente a un valor dado de m, se divide el valor de a correspondiente al valor asumido de m, entre el valor de p para el tipo de accesorio involucrado.

Durante el tiempo que ha transcurrido desde que Hunter estableció valores de las frecuencias de uso de varios accesorios, el tiempo de operación de cada accesorio, los gastos promedio y total de un accesorio por una operación sencilla y, en general, el diseño de los accesorios de plomería, han cambiado bastante, de manera que estos valores deben actualizarse. Sin embargo, eso no se hará aquí, aunque los valores de Hunter y las curvas que el derivó seguirán analizándose en el presente texto dado que constituyen las bases de las tablas de gastos de muchos manuales de

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

plomera, y la diferencia entre sus curvas y las que podrían derivarse de manera que se representen mejor las condiciones de hoy en día, no diferirían significativamente. Las relaciones entre m y n para fluxómetros, tanques de w.c. y bañeras se dan en la Figura 5.12.

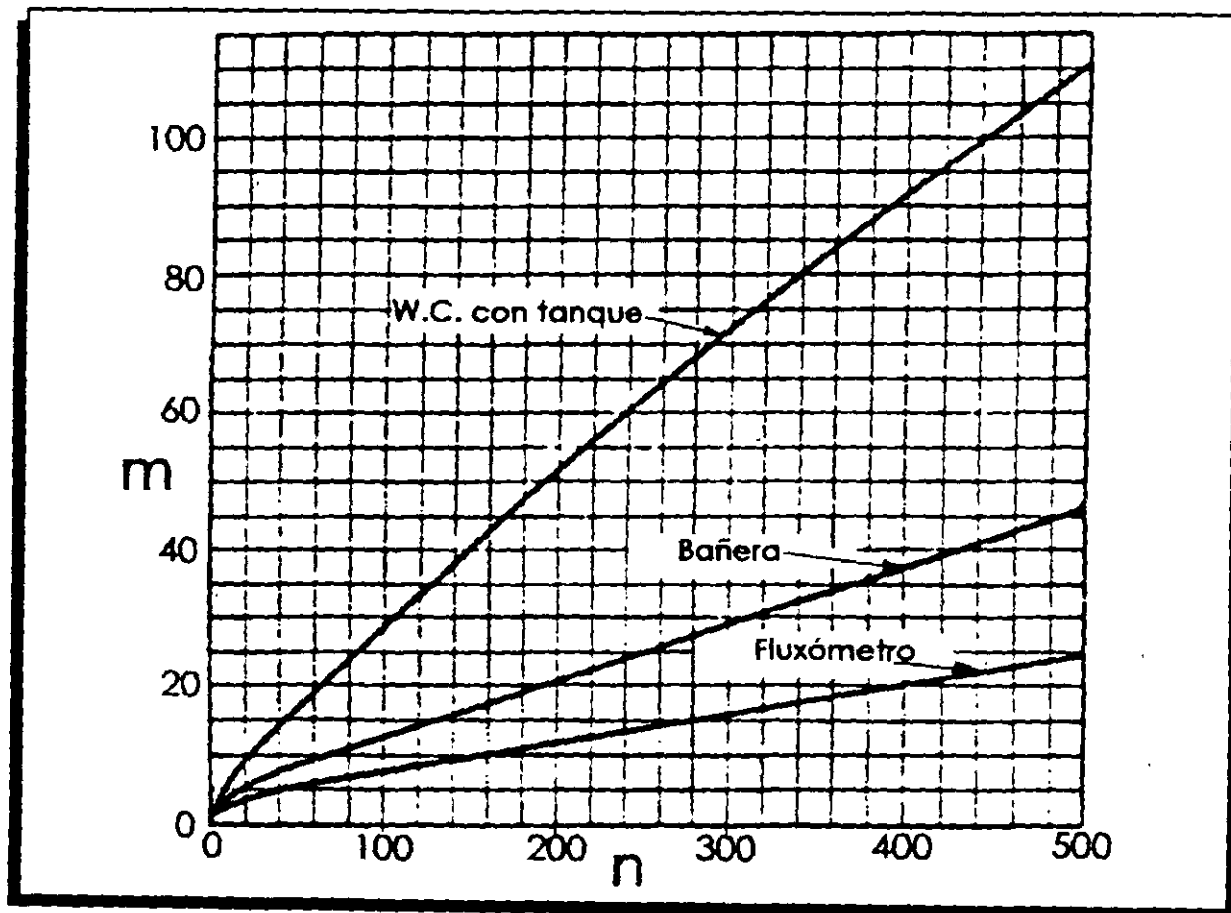


Figura 5.12. Relaciones entre m y n para fluxómetros, tanques de w.c. y bañeras

Cuadro 5.7 Valores de np correspondientes a valores de m sumatoria de probabilidad de Poisson.

m	$a = np$	m	$a = np$
1	0.25	18	10.30
2	0.60	20	11.80
3	0.95	25	16.25
4	1.35	30	19.5
5	1.85	35	23.45
6	2.35	40	27.50
7	2.90	45	31.55
8	3.50	50	35.65
9	4.10	60	44.15
10	4.75	70	52.85
12	6.00	80	61.55
14	7.42	90	70.3
16	8.85	100	79.0

El siguiente paso es multiplicar los valores de m correspondientes a valores dados de n para fluxómetros para el gasto promedio que se asume que entrega cada válvula durante una descarga. De acuerdo con Hunter se asume que este gasto es $q = 1.70$ l/s. Efectuando esta multiplicación se obtiene la curva para fluxómetros de la Figura 5.13. Puede seguirse el mismo proceso para depósitos (o tanques de w.c.) y bañeras, asumiendo que $q = 0.25$ l/s y 0.5 l/s, respectivamente obteniendo las curvas para estos accesorios que se muestran en la Figura 5.13.

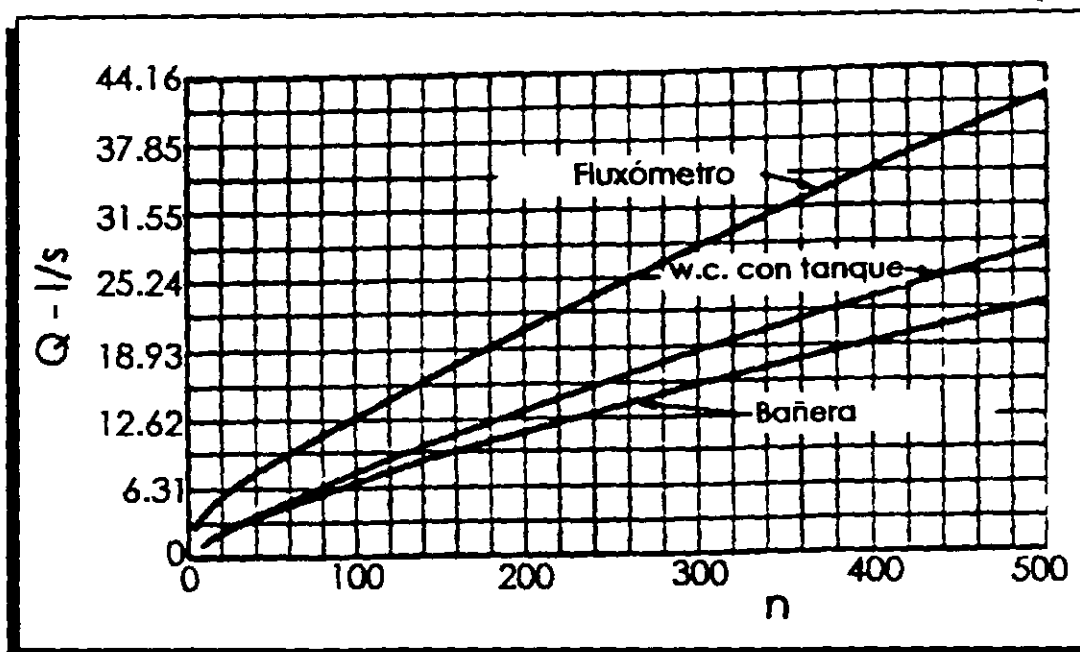


Figura 5.13. Curva para fluxómetros

Así, si se tuviera un sistema integrado enteramente por n tanques operando a la frecuencia asumida - por ejemplo una vez cada 5 minutos- se entraría a la curva de tanques de w.c. de la Figura 5.13 para leer el gasto de diseño en las ordenadas. El mismo procedimiento puede usarse para bañeras y fluxómetros.

Sin embargo, en realidad los sistemas no están constituidos por un mismo tipo de accesorio exclusivamente, sino que existe una cantidad de lavabos, tarjas, bañeras y varios accesorios especiales. No sería correcto proporcionar una curva para cada accesorio, como se muestra para tres tipos en la Figura 5.13, y sumar los gastos obtenidos de la curva de los tres accesorios. Si se hiciera esto estaría sobrediseñándose el sistema, debido a la adición de gastos de varios grupos de diferentes tipos de accesorios, ya que para un sistema dado no es cuestión de una simple adición, porque la función de probabilidad debe intervenir en el resultado. En otras palabras, si obtuvimos un gasto de diseño en particular para n_1 fluxómetros, otro gasto de diseño para n_2 tanques de w.c. y todavía otro gasto de diseño para n_3 bañeras en un sistema dado, no puede obtenerse el gasto de diseño para el sistema como un todo sumando los tres gastos obtenidos para los grupos individuales de diferentes tipos de accesorios, dado que el verdadero gasto de diseño del sistema será menor que esta suma. El procedimiento para combinar la contribución de gastos de los diferentes tipos de accesorios puede hacerse con base en la teoría de probabilidad, pero el proceso es demasiado complicado para ser de uso práctico.

Hunter desarrolló un método muy ingenioso para lograr esto, aunque desde luego al ser una simplificación da resultados que son sólo aproximados, en comparación con los resultados más precisos de la teoría de la probabilidad.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

Hunter concibió la idea de asignar "factores de carga" o "unidades de peso" a los diferentes tipos de accesorios para representar el grado al cual cargan un sistema hidráulico cuando se usan a la máxima frecuencia asumida. Algunos han considerado que sólo el gasto medio hacia o desde un determinado accesorio determina su efecto de carga sobre el sistema. Es fácil demostrar la falsedad de esta aseveración al considerar un sistema hipotético consistente en, por ejemplo, 1000 fluxómetros, cada uno de los cuales es operado cada cinco minutos en promedio y descarga 15.14 litros de agua a un gasto promedio de 1.7 l/s en 9 segundos. La demanda de estos 1000 accesorios o la carga de drenaje, es el gasto promedio basado en los 15.14 litros usados por un periodo de 300 segundos (5 minutos), ó $1000 \times 15.14/300 = 50.46$ l/s. Así el gasto de estos 1000 accesorios usados como se explicó arriba fluctuará alrededor de 50.46 l/s.

Ahora asuma el mismo sistema pero con la diferencia de que los fluxómetros operarán un promedio de una vez en 60 minutos (3600 s). El flujo promedio en el sistema es entonces $1000 \times 15.14/3600 = 4.20$ l/s. Este resultado muestra claramente que la frecuencia de uso no puede ignorarse cuando se está tratando con sistemas que incluyen gran cantidad de accesorios.

Los factores de carga de fluxómetros, tanques de w.c. y bañeras relacionados con el sistema de abastecimiento se determinan como se muestra en el Cuadro 5.13.a, que ha sido preparado a partir de la Figura 5.13. Primero un factor de carga o peso de 10 se le asigna arbitrariamente a un fluxómetro. Puede verse en la Figura 5.13 que el número de fluxómetros, tanques de w.c. y bañeras que corresponde a un flujo de 9.46 l/s son 57, 133 y 164 respectivamente. Esto es, la carga en un sistema integrado por 57 inodoros equipados con fluxómetros y usados con la frecuencia promedio especificada arriba no excedería probablemente 9.46 l/s más del 1 % del tiempo. Lo mismo es verdad para un sistema que cuente con 133 inodoros equipados con fluxómetro o para un sistema consistente de 164 bañeras. En la Cuadro 5.13.a se tabulan valores de n determinados para los tres accesorios: fluxómetros, tanques y bañeras para gastos de 12.62, 15.77 y 18.93 l/s que cubre un ámbito adecuado de gastos.

Cuadro 5.13. a. Unidades mueble de algunos aparatos.

Demanda (l/s)	Fluxómetros		Tanques de W.C.		Bañeras	
	Número de muebles n	Peso f	Número de muebles n	Peso f	Número de muebles n	Peso f
9.46	57	10	133	4.29	164	3.48
12.62	97	10	187	5.19	234	4.15
15.78	138	10	245	5.63	310	4.45
18.93	178	10	307	5.80	393	4.53
Peso promedio		10		5.25		4.15
Valor seleccionado		10		5.00		4.00

Refiriéndose ahora al Cuadro 5.13.a y un gasto de 9.46 l/s, multiplicamos 10 unidades mueble por 57 y dividimos entre 133 para obtener el correspondiente rango unidad mueble de 4.29 unidades para tanques a este gasto. Los otros rangos unidad mueble individuales del Cuadro 5.13.a están calculados de la misma manera.

Aparentemente los rangos de unidad mueble de los tanques y bañeras incrementan relativamente el rango de unidad mueble de fluxómetros conforme el gasto se incrementa. Sin embargo, la proporción parece llegar a un límite para ambos, tanques y bañeras, en lugar de incrementarse indefinidamente. De aquí que los rangos de unidad mueble para tanques y bañeras son promediados sobre un ámbito de gastos considerados, con los resultados mostrados en el fondo

METODOS PARA EL CALCULO DEL GASTO MAXIMO INSTANTANEO

del Cuadro 5.13.a. Las incertidumbres en el proceso para determinar gastos de diseño son tan grandes que no hay objeción en expresar los rangos de unidad mueble para estos tres accesorios redondeando al entero más cercano sobre la escala de 10, para fluxómetros. De aquí que el rango de unidad mueble de un tanque será tomado con el número 5 y el de la bañera con el número 4 estos son los mismos valores adoptados por Hunter.

Cuadro 5.13.b. Unidades mueble de algunos aparatos.

Demanda (Vs)	Fluxómetros		Tanques de W.C.		Bañeras	
	n	fn	n	fn	n	fn
9.46	57	570	133	665	164	656
12.62	97	970	187	935	234	936
15.78	138	1380	245	1225	310	1240
18.93	178	1780	307	1535	393	1572

En el Cuadro 5.14 se muestran las unidades mueble obtenidas para los diferentes tipos de muebles y aparatos sanitarios y en el Apéndice C se incluyen los gastos probables según el número de unidades mueble para aparatos de bajo consumo usados en la actualidad.

Cuadro 5.14. Alimentaciones. Equivalencia de los muebles en unidades de gasto.

MUEBLE O APARATO	TIPO DE SERVICIO	TIPO DE CONTROL	UNIDAD MUEBLE
Inodoro	Público	Tanque	5
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Fregadero	Hotel, restaurante	Llave	4
Lavabo	Público	Llave	2
Mingitorio de pared	Público	Tanque	3
Mingitorio de pared	Público	Fluxómetro	5
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina de baño	Público	Llave	4
Vertedero	Oficina	Llave	3
Cuarto de baño	Privado	WC tanque	6
Cuarto de baño	Privado	WC Fluxómetro	8
Inodoro	Privado	Tanque	3
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Fregadero	Privado	Llave	2
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero Llave de jardín	Privado	Llave	3
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina de baño	Privado	Llaves	2
Lavadora	Privado	Llaves	3

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

Ejemplo 5.5.

La Figura 5.14 muestra la parte de la planta arquitectónica de un edificio correspondiente al sanitario para varones. Se ha efectuado el trazo de la red de distribución y se han definido las secciones de análisis indicadas con letras a cada 3 muebles del mismo tipo o donde cambia el tipo de mueble. Empleando el método de Hunter, calcular el gasto máximo instantáneo de cada tramo de derivación y de la columna que abastecerá a los dos niveles del edificio, cada uno con sanitarios idénticos. La alimentación de la columna a la derivación será en la sección M.

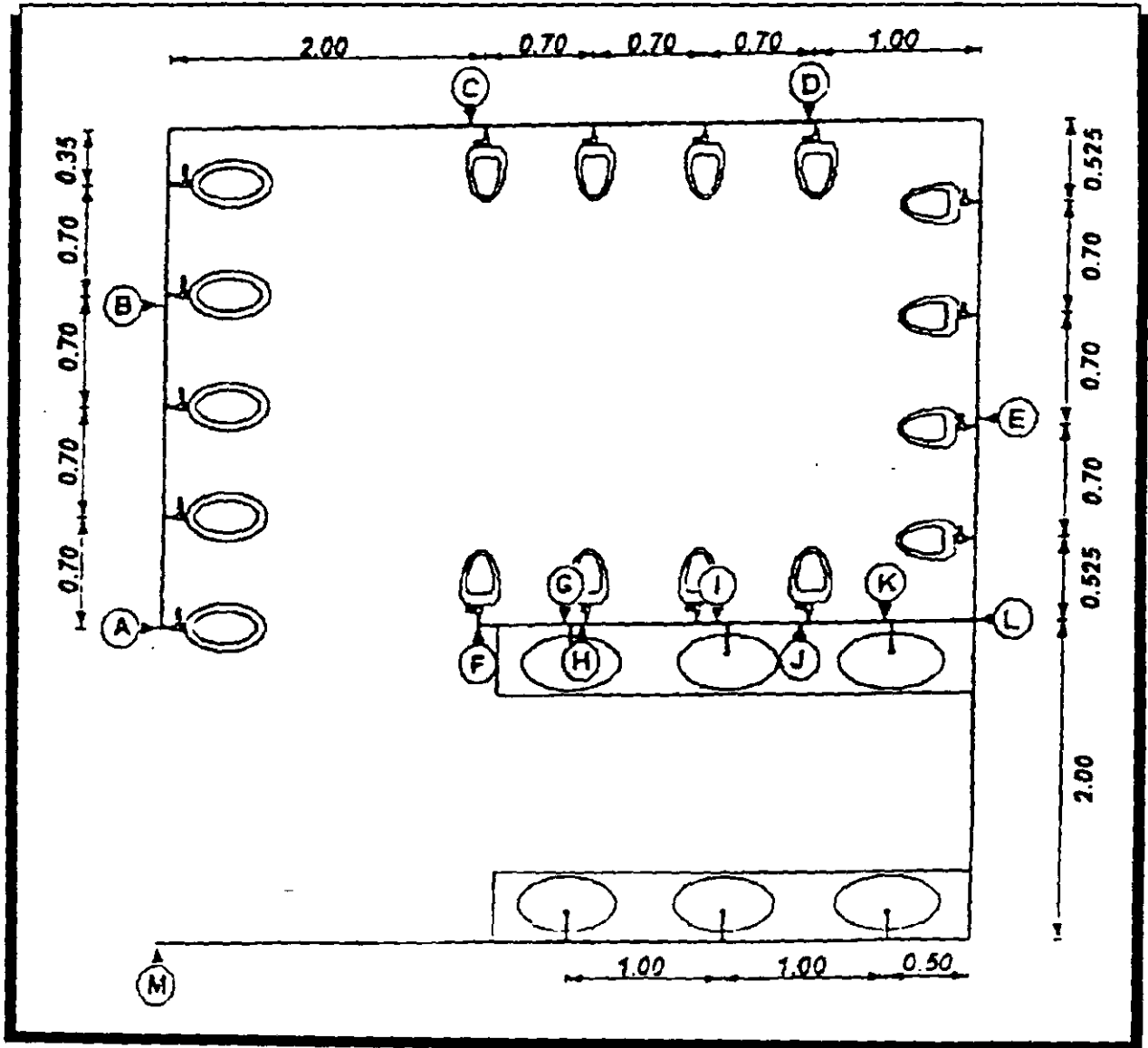


Figura 5.14. Esquema del ejemplo 5.5.

Solución:

El cuadro 5.15. muestra la tabla de cálculo para la obtención de los gastos en cada tramo de la red. La columna 4 se obtiene del cuadro 5.14. considerando que todos los muebles son de uso público. La columna 6 se obtiene del Apéndice C; con un sólo mueble de fluxómetro que haya en la instalación, se usa la columna de "válvula" en las tablas de gastos probables en función del número de unidades mueble totales del tramo (columna 5 del Cuadro 5.15.).

METODOS PARA EL CALCULO DEL GASTO MAXIMO INSTANTANEO

Cuadro 5.15. Tabla de cálculo del ejemplo 5.5.

TRAMO	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	QMIN Vs
1	2	3	4	5	6
DERIVACIONES					
A-B	Inodoro de fluxómetro	3	10	30	2.59
B-C	Inodoro de fluxómetro	5	10	50	3.22
C-D	Inodoro de fluxómetro	5	10	65	3.57
	Urinario de fluxómetro	3	5		
D-E	Inodoro de fluxómetro	5	10	60	3.91
	Urinario de fluxómetro	6	5		
E-L	Inodoro de fluxómetro	5	10	90	4.10
	Urinario de fluxómetro	8	5		
F-G	Urinario de fluxómetro	1	5	5	1.51
G-H	Urinario de fluxómetro	1	5	7	1.61
	Lavabo	1	2		
H-I	Urinario de fluxómetro	3	5	17	2.07
	Lavabo	1	2		
I-J	Urinario de fluxómetro	3	5	19	2.16
	Lavabo	2	2		
J-K	Urinario de fluxómetro	4	5	24	2.36
	Lavabo	2	2		
K-L	Urinario de fluxómetro	4	5	26	2.44
	Lavabo	3	2		
L-M	Inodoro de fluxómetro	5	10	122	4.65
	Urinario de fluxómetro	12	5		
	Lavabo	6	2		
COLUMNAS					
M-N	Inodoro de fluxómetro	5	10	122	4.65
	Urinario de fluxómetro	12	5		
	Lavabo	6	2		
N-O	Inodoro de fluxómetro	10	10	244	6.29
	Urinario de fluxómetro	24	5		
	Lavabo	12	2		

5.3. Método alemán de la raíz cuadrada

El método alemán de la raíz cuadrada toma como unidad de flujo la descarga de una llave de 9.5 mm de diámetro nominal, y se le asigna un "factor de carga" igual a uno al gasto correspondiente. La llave de 9.5 mm corresponde a un lavabo de uso privado, y es la de menor diámetro comercial existente. Para cualquier otro mueble o aparato sanitario que tenga un gasto diferente, debe establecerse su factor de carga. Después se multiplica el factor de carga de cada mueble o aparato del edificio, por la cantidad de muebles o aparatos de ese tipo existentes servidos por la línea en cuestión, los productos se suman y se obtiene la raíz cuadrada de esa suma. El resultado se multiplica por el gasto de la llave de 9.5 mm de diámetro comercial para obtener el gasto máximo instantáneo de la tubería objeto del cálculo. Para tuberías que sirven sólo a una parte de los aparatos del edificio, sólo se tomarán en cuenta aquellos que son servidos por la tubería en cuestión. El criterio de obtener la raíz cuadrada permite considerar de manera arbitraria el hecho de que no todos los muebles y aparatos sanitarios están en uso simultáneo.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

Cada paso del proceso de cálculo se describe detalladamente a continuación:

1. Se adopta una unidad de gasto, el cual se toma como "flujo normal" de una llave de 9.5 mm (3/8") de diámetro nominal. En virtud de que deben utilizarse muebles y aparatos de bajo consumo de agua en el proyecto de la instalación, se asumirá que el gasto unitario es de 0.10 l/s. Esta unidad de gasto se denotará por q y el factor de carga f , para esta llave se tomará como la unidad.
2. Supóngase que n_1 llaves del mismo diámetro serán alimentadas por la tubería objeto del cálculo. El criterio en el cual se basa el método es que pueden encontrarse en operación simultánea en cualquier instante de observación

$$\sqrt{n_1}$$

de estas llaves.

El gasto máximo instantáneo será entonces:

$$Q_m = q \sqrt{f_1 n_1}$$

O sustituyendo los valores de q , y f_1

$$Q = 0.10 \sqrt{n_1}$$

3. Se define una constante de proporcionalidad para los muebles y aparatos que tengan diferente diámetro de alimentación.

$$Q_1 x = Q_2$$

donde x es una constante de proporcionalidad, Q_1 el gasto correspondiente a la llave de 9.5 mm de diámetro y Q_2 el gasto correspondiente a la llave de diámetro mayor. Se supone que la velocidad de flujo del agua es la misma en ambos casos.

Por ejemplo, supóngase que se tienen llaves de 19.00 mm (3/4 ") de diámetro nominal:

$$x = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{A_2 v}{A_1 v} = \frac{\pi D_2^2 / 4}{\pi D_1^2 / 4} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \quad (5.19)$$

$$x = \left(\frac{3/4}{3/8}\right)^2 = 4$$

O sea que la llave de 19.00 mm suministra 4 veces el gasto proporcionado por una llave de 9.5 mm.

4. El factor de carga f se define como:

$$f = x^2 \quad (5.20)$$

para el ejemplo, se tiene:

$$f = 4^2 = 16$$

5. En general, para cualquier cantidad de varios tipos de muebles o aparatos que se usan intermitentemente en el sistema, el gasto máximo instantáneo viene dado por:

$$Q_{ms} = q \sqrt{f_1 n_1 + f_2 n_2 + \dots + f_n n_n} \quad (5.21)$$

Ejemplo 5.6

Usando el método alemán de la raíz cuadrada, calcule el gasto de diseño de cada tramo de la instalación que se muestra en la Figura 5.15.

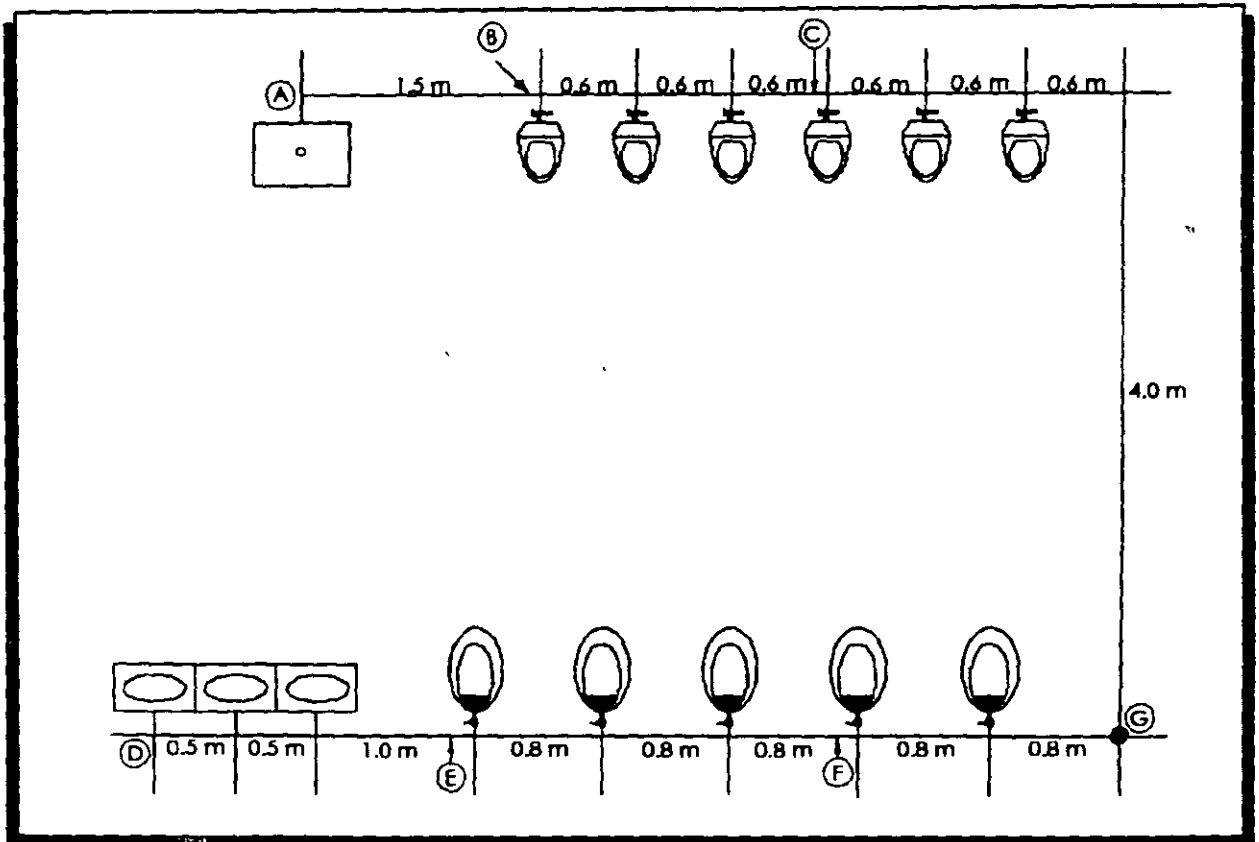


Figura 5.15. Instalación del ejemplo 5.6.

Solución:

En la Figura se ha efectuado el trazo de la instalación y se han definido secciones de análisis a cada 3 muebles del mismo tipo o donde cambia el tipo de mueble. La alimentación de las derivaciones se hace por una columna ubicada en la sección G.

Enseguida se define el diámetro de la alimentación de cada mueble o aparato de la instalación de acuerdo con el fabricante. En el Cuadro 5.15. se incluyen los diámetros de los muebles y aparatos comunes y sus factores de carga correspondientes.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

Cuadro 5.15. Diámetros de alimentación de muebles y aparatos, y factores de carga correspondientes.

Tipo de aparato sanitario	Diámetro de la alimentación mm pulg	Factor de proporcionalidad x	Factor de carga f
Lavabo	9.5 3/8	1	1
Lavabo autocerrante	9.5 3/8	1	1
Tina	13.0 1/2	1.87	3.51
Regadera	13.0 1/2	1.87	3.51
Bidé	9.5 3/8	1	1
Inodoro con tanque	9.5 3/8	1	1
Inodoro con fluxómetro	32 1 1/4	11.34	128.73
Fregadero de vivienda	13 1/2	1.87	3.51
Fregadero de restaurante	19 3/4	4.0	16.0
Lavadero para ropa	13 1/2	1.87	3.51
Urinario con fluxómetro	13 1/2	1.87	3.51
Lavadora	13 1/2	1.87	3.51

El cuadro 5.16. presenta la tabla de cálculo del ejemplo 5.6.

Cuadro 5.16. Tabla de cálculo del ejemplo 5.6.

Tramo	Mueble o aparato	Cantidad n	Diámetro de alimentación (mm)	Factor de carga	Q_w l/s
Derivaciones					
A-B	Vertedero	1	13	3.51	0.19
B-C	Vertedero	1	13	3.51	0.37
	Urinaros	3	13	3.51	
C-G	Vertedero	1	13	3.51	0.50
	Urinaros	6	13	3.51	
D-E	Lavabos	3	9.5	1.00	0.17
E-F	Lavabos	3	9.5	1.00	1.97
	Inodoros de fluxómetro	3	32.0	128.73	
F-G	Lavabos	3	9.5	1.00	2.54
	Inodoros de fluxómetro	5	32.0	128.73	
Columna					
G-H	Vertedero	1	13	3.51	2.59
	Urinaros	6	13	3.51	
	Lavabos	3	9.5	1.00	
	Inodoros de fluxómetro	5	32.0	128.73	

CAPITULO 6

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO A LA RED INTERIOR DE DISTRIBUCION

Este sistema, en principio, no tiene inconvenientes mientras el gasto y presión de la red pública sean suficientes para las necesidades del edificio. Se usa, por ejemplo, en unidades habitacionales con edificios homogéneos abastecidos directamente por un pozo, o a partir de un tanque de regularización exclusivo para la unidad habitacional.

6.1. Carga requerida por la instalación

Las condiciones de presión intervienen en el diseño de los sistemas en cuanto a su suficiencia. Por ello es necesario realizar un cálculo exhaustivo de la instalación, para definir qué presión es la necesaria para alimentar a todo el edificio. La presión necesaria debe ser la "presión requerida" en el mueble o aparato más desfavorable. La Figura 6.1 muestra el esquema de un sistema de abastecimiento directo a la red de distribución a partir de la red pública de abastecimiento.

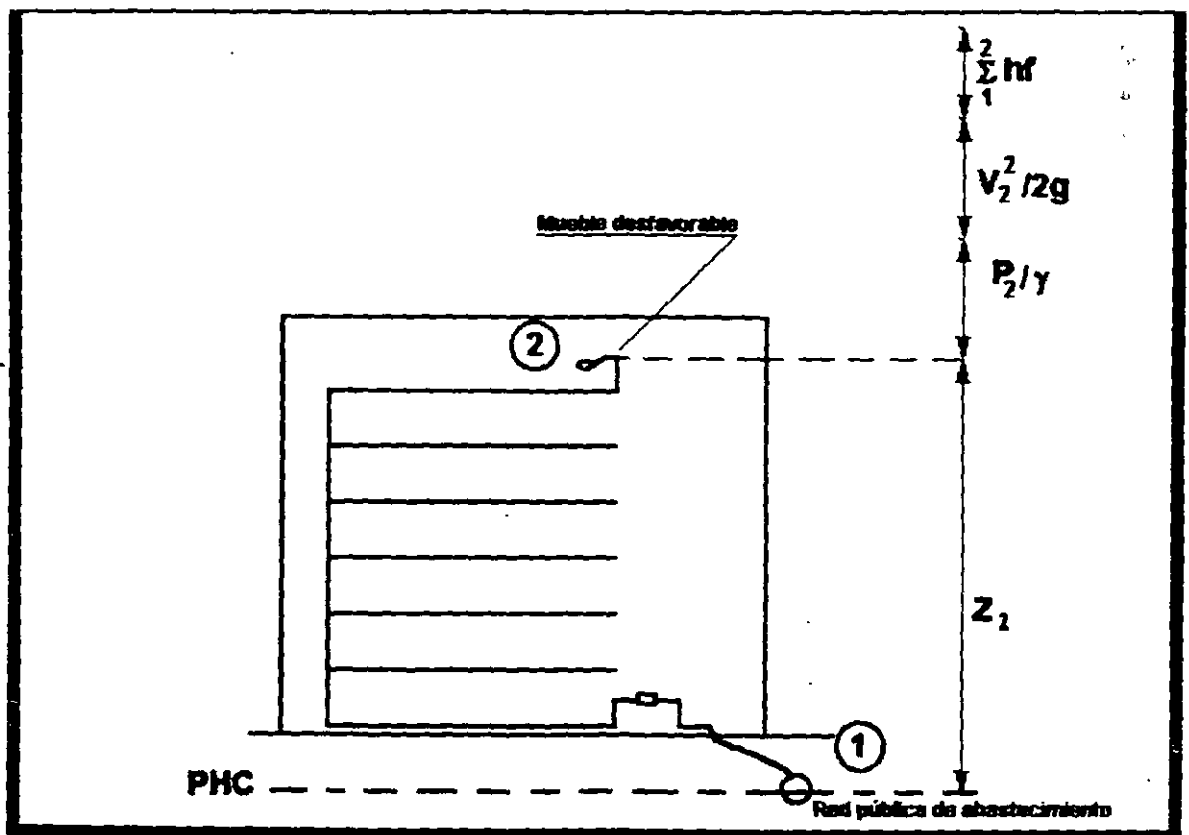


Figura 6.1. Sistema de abastecimiento directo a la red interior de distribución.

Con relación a la Figura 6.1, aplicando la ecuación de Bernoulli, se tiene:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h_f$$

donde:

$$z_1 \text{ y } z_2$$

es la carga de posición en las secciones 1 y 2, respectivamente;

$$\frac{P_1}{\gamma} \text{ y } \frac{P_2}{\gamma}$$

es la carga de presión en las secciones 1 y 2, respectivamente;

$$\frac{v_1^2}{2g} \text{ y } \frac{v_2^2}{2g}$$

es la carga de velocidad en las secciones 1 y 2, respectivamente. Por ser de muy pequeña magnitud es común que se desprecie; y

$$\sum h_f$$

es la pérdida de energía debida a la fricción del agua en las paredes de la tubería y por la existencia de piezas especiales entre las secciones 1 y 2. Es práctica común expresar la pérdida de energía en piezas especiales en términos de un equivalente de longitud de tramo recto de tubería del mismo diámetro; para ello pueden usarse las equivalencias que se incluyen en la Figura 6.2.

De acuerdo con la Figura 6.1, $z_1=0$, entonces:

$$\frac{P_1}{\gamma} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \sum h_f$$
























Como se observa en la Figura 6.1, P_1 / γ es la mínima presión que debe existir en la red pública (sección 1), para que el agua llegue al mueble más desfavorable del edificio (sección 2) y dicho mueble funcione satisfactoriamente. A P_1 / γ se le llama "carga requerida" y se representa con H_r . Entonces:

$$H_r = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \sum h_f \quad 6.1$$

En la expresión 6.1, el término P_2 / γ representa la carga que requiere el mueble o aparato más desfavorable de la instalación objeto del cálculo para funcionar adecuadamente. El funcionamiento adecuado consiste, por ejemplo, en que al abrir toda la llave de la regadera el agua no sólo escurra por la pared en donde se encuentra, sino que lance un chorro a suficiente distancia del muro. Este valor depende de los diferentes accesorios existentes en el mercado, pero se recomienda que P_2 / γ sea de 3 m, excepto en el caso de que el mueble más desfavorable funcione con fluxómetro, en donde P_2 / γ debe ser de cuando menos 10 m. para inodoros y 7 m para urinarios.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO A LA RED INTERIOR DE DISTRIBUCION

**LONGITUDES EQUIVALENTES (M) DE LAS PERDIDAS LOCALIZADAS DE CARGA
CORRESPONDIENTE A DISTINTOS ELEMENTOS SINGULARES DE LAS REDES HIDRÁULICAS**

Clase de resistencia instalada	Diámetros de las tuberías φ (mm)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
 manguito de unión		0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12	0,15	0,20	0,25
 codo de reducción		0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	4,00	5,00
 codo o curva de 45°		0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25	1,45	1,63
 curva de 90°		0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,86	1,27	1,48	1,54	1,97	2,61	3,42
 codo de 90°		0,38	0,60	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,84	3,99
 te de 45°		1,02	0,84	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
 te arqueada o de curvas (pasadas)		1,80	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60
 te confluencia de ramal (paso recto)		0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
 te derivación a ramal		1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,80	5,00	5,50	6,20	6,90	7,70	8,90
 válvula retención de bolas de pistón		0,20	0,30	0,65	0,75	1,15	1,80	1,90	2,65	3,40	4,65	6,60	8,30
 válvula retención paso de escuadra		5,10	6,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	23,0	36,0	42,0	51,0
 válvula de compuerta abierta		0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,09	1,44	1,70
 válvula de paso recto y asiento inclinado		1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,48	4,53	5,51	6,69	6,60	10,8	13,1
 válvula de globo		4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	39,0	47,5
 válvula de asiento de escuadra o ángulo (abierta)		1,80	2,55	2,35	4,30	5,60	6,85	8,80	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5
 válvula de asiento de paso recto		-	3,40	3,60	4,80	5,65	8,10	8,00	-	-	-	-	-
 intercambiador		-	-	-	2,10	5,00	12,5	13,2	14,2	25,0	-	-	-
 radiador		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,0
 radiador con valvulería		3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,60	8,80	10,1	11,4	12,7	14,0	15,0
 caldera		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,0
 caldera con valvulería		3,00	4,20	4,90	5,80	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,0	11,0	12,0
 contador general		4,8 m.c.d.a.											
 contador individual o divisionario		10 m.c.d.a.											

Para tuberías flex (r = 0,05 mm) multipliquen los valores del cuadro por 1,40.

Figura 6.2.

La carga requerida H_r se compara con la carga disponible en la red pública de distribución, pudiéndose presentar alguno de los siguientes casos:

1. $H_r < H_{\text{disponible}}$ → Se acepta el diseño
2. $H_r = H_{\text{disponible}}$ → Puede aceptarse, pero en caso de existir duda deben hacerse ajustes aumentando los diámetros en algunos tramos de tubería.
3. $H_r > H_{\text{disponible}}$ → Replantear el diseño.

Se debe determinar la presión mínima o carga disponible en la red municipal principalmente cuando se trate de edificios cuya magnitud sea considerable, debido a que la acumulación de pérdidas por fricción en grandes longitudes superan en muchas ocasiones a la carga disponible de la red municipal. Esta presión puede determinarse en forma manométrica o piezométrica, en algún predio circundante al del proyecto. Se recomienda hacer esta medición durante varios días y, de preferencia, durante la época de estiaje.

6.2. Velocidad recomendada del flujo del agua en las tuberías

Para el diseño de la red de distribución se recomienda que la velocidad del flujo del agua en las tuberías se sitúe entre 1 y 1.5 m/s.

Es importante mencionar que al conservarse la velocidad real del flujo del agua en las tuberías dentro de los límites recomendados, se propiciará un funcionamiento adecuado de la instalación, al mismo tiempo que se evitará la emisión de ruidos molestos para los residentes del edificio, los cuales cuando se presentan, pudieran provocar el insomnio de los más sensibles durante la noche, que es cuando más se percibe el ruido que produce el agua al fluir por las tuberías.

6.3. Diseño de sistemas de abastecimiento directo a la red de distribución

Una vez que se ha calculado el gasto máximo instantáneo en todas las secciones de la red, se determina el diámetro de las tuberías proponiendo una velocidad, entre los límites recomendados, utilizando la siguiente ecuación, que se obtiene de la de continuidad:

$$d = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi v}} \quad 6.2$$

Conocido el diámetro teórico se elige el diámetro comercial adecuado, el cuál dependerá del material de la tubería. Las tablas de diámetros comerciales pueden consultarse en el Vol. I, Capítulo 2.

Conocida el área interior de la sección del tubo y el gasto máximo instantáneo se calcula la velocidad real del flujo del agua en la tubería usando la ecuación de continuidad. Con estos datos puede entonces calcularse la carga requerida por la instalación usando la ecuación 6.1 para compararla con la carga disponible en la red pública de distribución, como ya se ha explicado.

Ejemplo 6.1.

La Figura 6.3 muestra la planta arquitectónica de los sanitarios de un edificio de dos niveles, en cada uno de los cuales existirán sanitarios idénticos. Los gastos para el diseño de cada tramo de la red fueron calculados por el método francés en el ejemplo 5.1. A partir de dichos gastos:

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO A LA RED INTERIOR DE DISTRIBUCION

- a) Calcular el diámetro teórico de cada tramo de la red
- b) Seleccionar el diámetro comercial conveniente para cada tramo
- c) Identificar el mueble o aparato más desfavorable; y
- d) Calcular la carga requerida por la instalación.

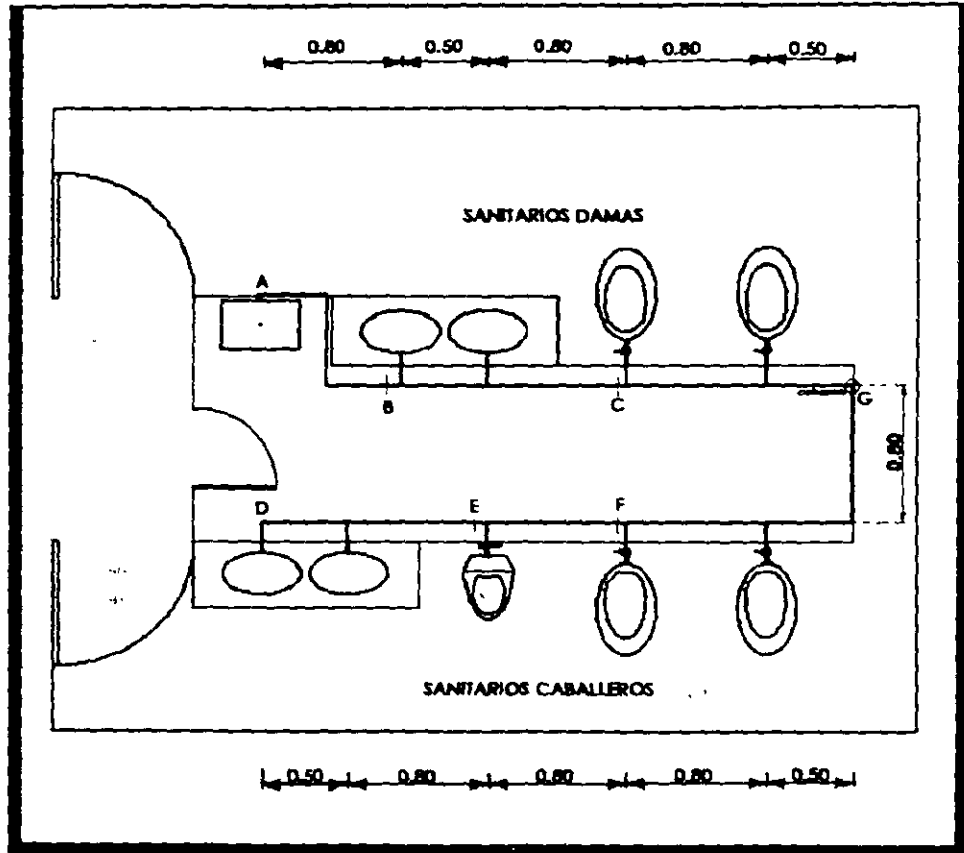


Figura 6.3. Planta arquitectónica de los sanitarios de un edificio.

TRAMO	Q_m (l/s)
DERIVACIONES	
A-B	0.20
B-C	0.28
C-G	2.20
D-E	0.20
E-F	0.21
F-G	2.15
COLUMNA	
G-H	2.87
H-I	4.00

- a) Cálculo del diámetro teórico de cada tramo de la red.

Los resultados se muestran en el Cuadro 6.1. Los diámetros se calcularon con la ecuación de continuidad y proponiendo una velocidad de 1.0 m/s.

Cuadro 6.1

TRAMO	Qmi (l/s)	$d_r = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \times 1000$ (mm)
A-B	0.20	15.96
B-C	0.28	18.88
C-G	2.20	52.93
D-E	0.20	15.96
E-F	0.21	16.35
F-G	2.15	52.32
G-H	2.87	60.45
H-I	4.00	71.36

* Q en m³/s, v en m/s

- b) Selección de los diámetros comerciales de cada tramo.

Considerando tubería de cobre tipo M, del Cuadro 2.2 (Volumen 1), los diámetros comerciales convenientes para que las pérdidas de energía debidas a la fricción sean las mínimas posibles, son los siguientes:

TRAMO	DIAMETRO NOMINAL (mm)	COMERCIAL INTERIOR (mm)
A-B	19	20.60
B-C	19	20.60
C-G	64	63.37
D-E	19	20.60
E-F	19	20.60
F-G	64	63.37
G-H	64	63.37
H-I	76	75.71

- c) Identificación del "mueble más desfavorable".

Tomando en cuenta que se trata de un edificio de dos niveles con abastecimiento directo a la red interior de distribución, el mueble más desfavorable será el más alejado y el más

alto con respecto al punto de alimentación, que tenga requerimientos de presión de operación elevados. Esta condición la tiene el inodoro del sanitario de caballeros que se encuentra en la sección F del segundo nivel, ya que su presión de operación $p_2/\gamma = 10$ m, mientras que el urinario de la sección E y el lavabo de la sección D, requieren 7 m y 2 m, respectivamente, encontrándose el lavabo a 2.1 m del inodoro de fluxómetro, por lo que no se acumularía una pérdida excesiva en tan corta longitud de tubería (Figura 6.4).

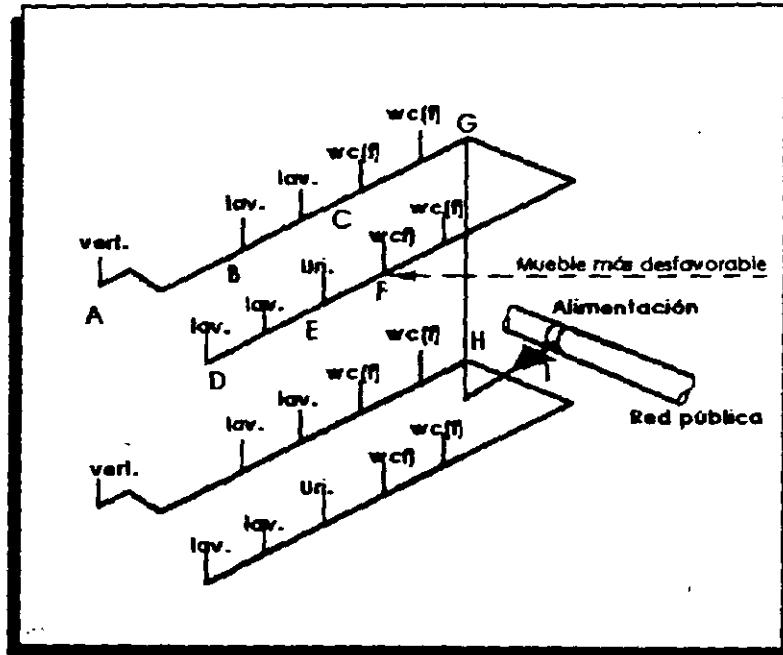


Figura 6.4. Identificación del mueble más desfavorable en la red interior de distribución del ejemplo 6.1.

d) Cálculo de la carga requerida por la instalación.

A partir de la ecuación 6.1, se tiene:

$z_2 = 3.0$ m (desnivel existente entre la alimentación y el mueble más desfavorable).

$P_2 / \gamma = 10.0$ m (carga mínima para la operación adecuada del fluxómetro de inodoro).

--- $\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}$ carga de velocidad. Se despreciará por ser de valor muy pequeño.

$\sum_1^2 hf$ pérdidas de energía debidas a la fricción y por piezas especiales. Estas pérdidas se calcularán a continuación.

La Figura 6.5 muestra un esquema de la red donde se incluyen únicamente los tramos y piezas especiales que deben considerarse para el cálculo de las pérdidas.

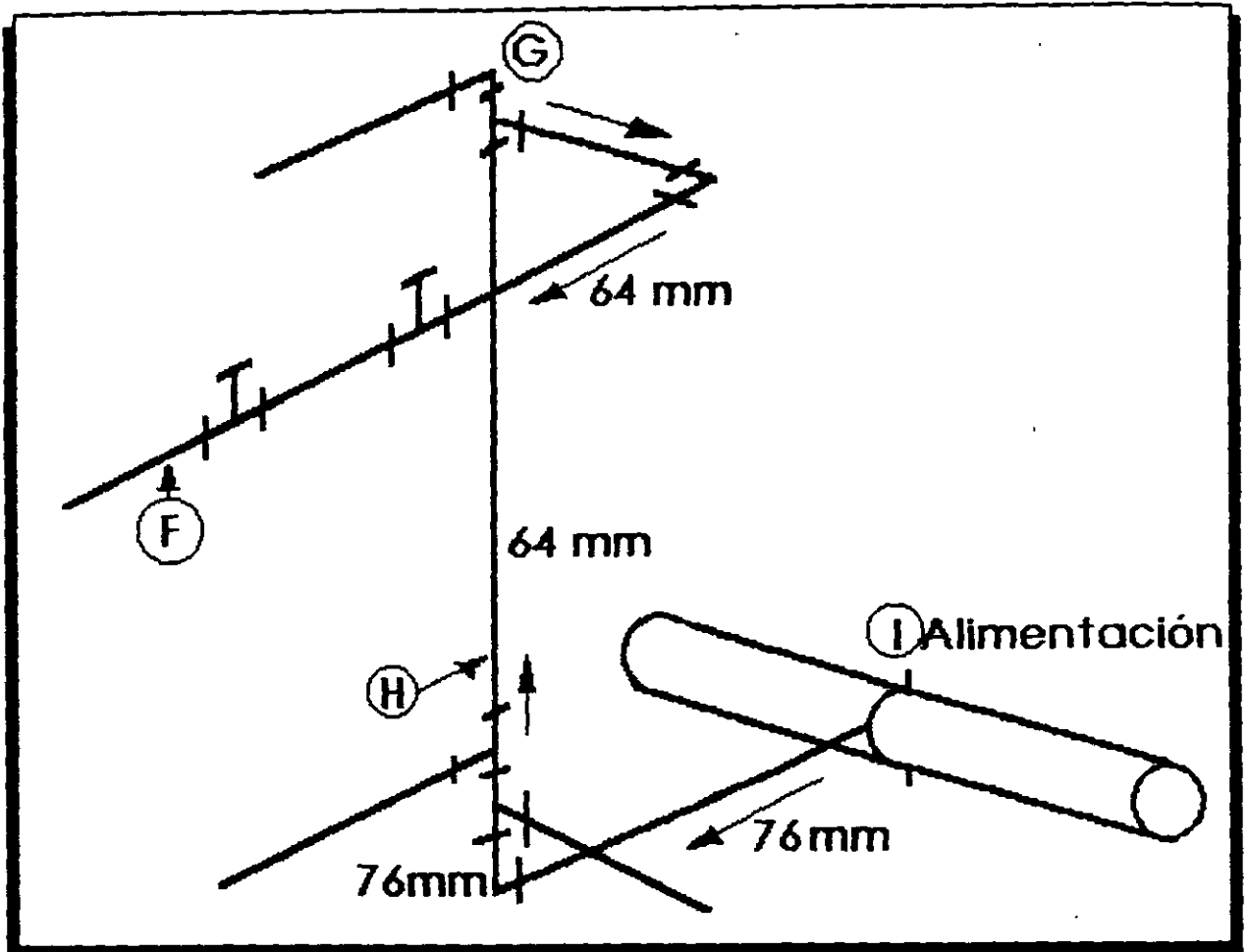


Figura 6.5. Esquema reducido de la red de distribución del ejemplo 6.1.

El cambio brusco de dirección del flujo debido a la presencia de codos, tees y válvulas produce pérdidas de energía. Es práctica común expresar esta pérdida en términos de un equivalente de longitud de tramo recto de tubería del mismo diámetro; para ello pueden usarse las equivalencias que se incluyen en la Figura 6.2. En el Cuadro 6.1 se presentan los cálculos correspondientes. Es importante mencionar que por simplicidad, en este ejemplo no se incluyeron válvulas de seccionamiento, las cuales son indispensables para el mantenimiento de la red.

Cuadro 6.1. Cálculo de la longitud equivalente de piezas especiales de la instalación del ejemplo 6.1.

TRAMO	PIEZAS ESPECIALES	CANTIDAD	LONGITUD EQUIV. POR PIEZA (m)	LONG. EQUIV. TOTAL DEL TRAMO (m)
F-G	Te de paso recto d = 64 mm	2	0.70	3.34
	Codo a 90° d = 64 mm	1	1.94	
G-H	Te de paso recto d = 64 mm	1	0.70	0.70
H-I	Te de paso recto d = 76 mm	2	0.80	5.91
	Reducción 76 x 64 mm	1	2.30	
	Codo a 90° d = 76 mm	1	2.01	

Las pérdidas debidas a la fricción pueden calcularse con la ecuación de Hazen y Williams, que puede escribirse:

$$h_f = \left(\frac{Q}{35.834 \times 10^{-7} c d^{2.63}} \right)^{1.85} L_{\text{VIRTUAL}}$$

donde:

Q es el gasto de diseño del tramo, en l/s,

c es el coeficiente de capacidad hidráulica; c = 130 para acero galvanizado y c = 140 para tubos de cobre.

d diámetro interior de la tubería, en mm.

L_{VIRTUAL} longitud virtual del tramo en m. $L_{\text{VIRTUAL}} = L_{\text{REAL}} + L_{\text{equivalente}}$

Cuadro 6.2. Cálculo de las pérdidas de energía debidas a la fricción.

TRAMO	Q_m l/s	dc (int.) mm	c	L_e	L_{real}	L_{VIRTUAL}	hf (m)
F-G	2.15	63.37	140	3.34	2.1	5.44	0.05
G-H	2.87	63.37	140	0.70	2.5	3.20	0.05
H-I	4.00	75.71	140	5.91	2.5	8.41	0.10
TOTAL							0.20

Sustituyendo los resultados parciales en la ecuación 6.1, se tiene que la carga requerida por la instalación es:

$$H_f = 3.0 + 10.0 + 0.20 = 13.20 \text{ m}$$

La red pública deberá tener una carga superior a la requerida para el funcionamiento adecuado de la red interior de distribución.

CAPITULO 7 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO A DEPOSITO ELEVADO

Si el gasto proporcionado por la red pública es irregular e insuficiente para las necesidades de los usuarios, existe la posibilidad de acumular en depósitos el agua que garantice el suministro que fijan las normas.

La ubicación de los depósitos en la parte alta de los edificios puede plantear algunos inconvenientes, como el de la falta de presión de llegada del agua al depósito o el de requerimiento de una mayor presión de la que por simple caída puede proporcionar el agua que proviene del depósito elevado, sobre todo en las plantas altas del edificio. Estos problemas se estudiarán en el presente capítulo.

7.1. Carga requerida

La Figura 7.1 muestra el esquema de un edificio cuya instalación para el suministro de agua cuenta con un depósito elevado o tinaco, con el fin de equilibrar el suministro con la demanda.

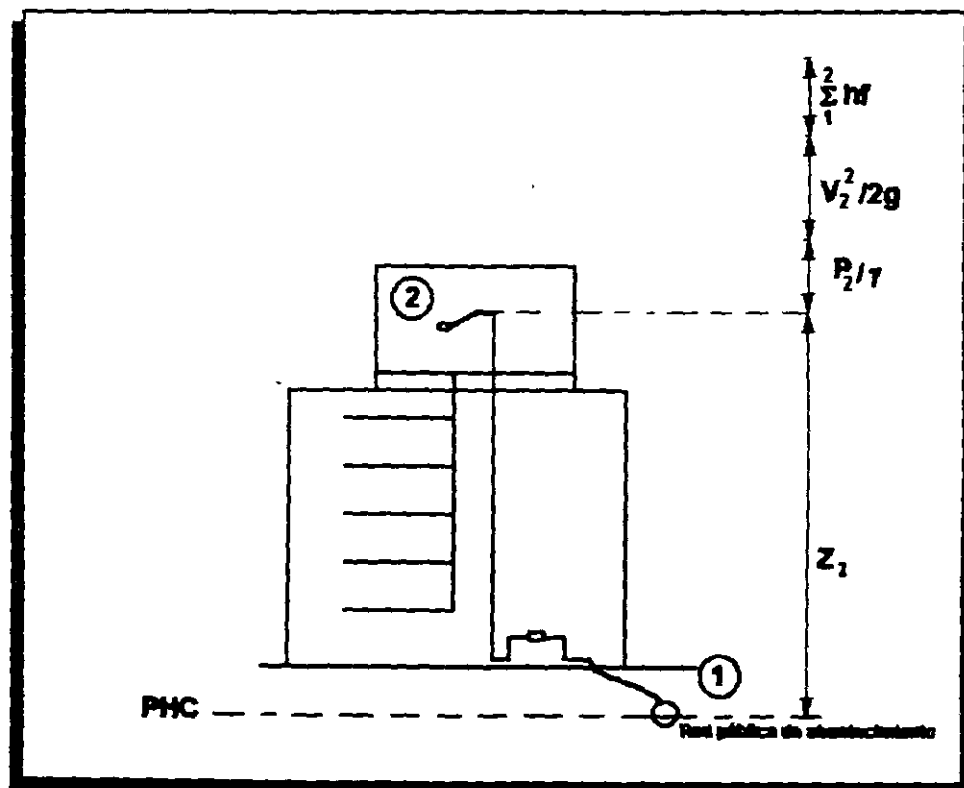


Figura 7.1 Sistema de abastecimiento directo a depósito elevado.

Con relación a la Figura 7.1, la carga requerida se determina con la ecuación

$$H_r = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \sum h_f$$

donde:

$$z_2$$

es la altura a la que se encuentra la válvula de flotador;

$$\frac{P_2}{\gamma}$$

es la carga que requiere la válvula de flotador para funcionar adecuadamente, se recomienda que sea de 2m;

$$\frac{v_1^2}{2g} \text{ y } \frac{v_2^2}{2g}$$

es la carga de velocidad en las secciones 1 y 2, respectivamente. Por ser de muy pequeña magnitud es común que se desprecie; y

$$\sum_1^2 h_f$$

es la pérdida de energía debida a la fricción del agua en las paredes de la tubería y por la existencia de piezas especiales entre las secciones 1 y 2.

Como en el caso de abastecimiento directo a la red interior, la carga requerida se compara con la carga disponible medida en la red pública, pudiéndose presentar los siguientes casos:

1. $H_r < H_{\text{disponible}}$ \Rightarrow Se acepta el diseño
2. $H_r = H_{\text{disponible}}$ \Rightarrow Puede aceptarse, pero en caso de existir duda deben hacerse ajustes aumentando los diámetros en algunos tramos de tubería.
3. $H_r > H_{\text{disponible}}$ \Rightarrow Replantear el diseño.

Para poder alimentar el tinaco, la carga disponible de la red pública debe vencer la carga estática y las pérdidas de energía.

7.2. Velocidad recomendada del flujo del agua en las tuberías

Para el diseño de la línea de alimentación al tinaco y de la red de distribución, se recomienda que la velocidad del flujo del agua en las tuberías se sitúe entre 1 y 1.5 m/s.

7.3. Diseño de sistemas de abastecimiento directo a depósito elevado

El diseño de este tipo de sistemas puede dividirse en dos partes: la primera es el diseño de la red de distribución interior, que consiste en obtener los diámetros de sus distribuidores, columnas y derivaciones; y la segunda consiste en el diseño de la línea de alimentación al depósito elevado.

Debe procederse en el orden planteado en el párrafo anterior, ya que al diseñar la red interior en primer lugar, se determinará la altura conveniente del depósito elevado que propicie una presión adecuada en el mueble más desfavorable. Teniendo la posición del tinaco se diseña la línea de alimentación y se revisa si existe la presión requerida en la red pública para que el agua llegue hasta el depósito.

Para calcular el diámetro de la tubería de alimentación se utiliza el gasto máximo horario de la edificación, definido de la siguiente manera:

$$Q_{\text{máx}} = \frac{\text{No. de habitantes} \times \text{dotación}}{86400} \times \text{CVD} \times \text{CVH}$$

donde:

CVD = coeficiente de variación diaria.

CVH = coeficiente de variación horaria.

La CNA ha establecido en sus lineamientos técnicos, que valores adecuados de CVD y CVH son 1.4 y 1.5, respectivamente.

Dotación, en l/hab/día.

86400, segundos del día.

Una vez que se ha calculado el gasto máximo horario, se determina el diámetro de las tuberías proponiendo una velocidad, entre los límites recomendados, utilizando la siguiente ecuación que se obtiene de la de continuidad:

$$d = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi v}} \tag{7.2}$$

Conocido el diámetro teórico se elige el diámetro comercial adecuado, el cuál dependerá del material de la tubería. Las tablas de diámetros comerciales pueden consultarse en el Vol. I, Capítulo 2.

Conocida el área interior de la sección del tubo y el gasto máximo horario se calcula la velocidad real del flujo del agua en la tubería usando la ecuación de continuidad. Con estos datos puede entonces calcularse la carga que se requiere para que el agua suba hasta el depósito elevado usando la ecuación 7.1, para compararla con la carga disponible medida en la red pública de distribución, como ya se ha explicado.

7.4. Tipos de depósitos elevados

Los depósitos pueden ser preconstruidos o contruidos en el sitio. La Figura 7.2 muestra las características establecidas en las Normas de Proyecto de Ingeniería del IMSS para un depósito construido en el sitio. El piso de estos depósitos debe tener una pendiente no menor de 2% hacia la tubería de desagüe, para que el agua de lavado no escurra hacia la tubería de servicio, colocada en el extremo opuesto; esta tubería debe estar a 5 cm del piso y provista de una válvula, preferentemente de compuerta. Entre el nivel del agua del tanque estando lleno y la losa debe existir un colchón de aire de 20 cm y 5 cm arriba del mismo nivel debe ubicarse la tubería de demasías, cuyo diámetro no debe ser menor de 38 mm. La tubería de demasías y la de desagüe confluyen en una tubería que descarga al aire libre; su extremo debe cubrirse con una malla

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

plástica de tipo mosquitero para evitar la introducción de animales. Los depósitos deben tener en la losa un registro de 60 x 60 cm con tapa metálica asegurada con candado.

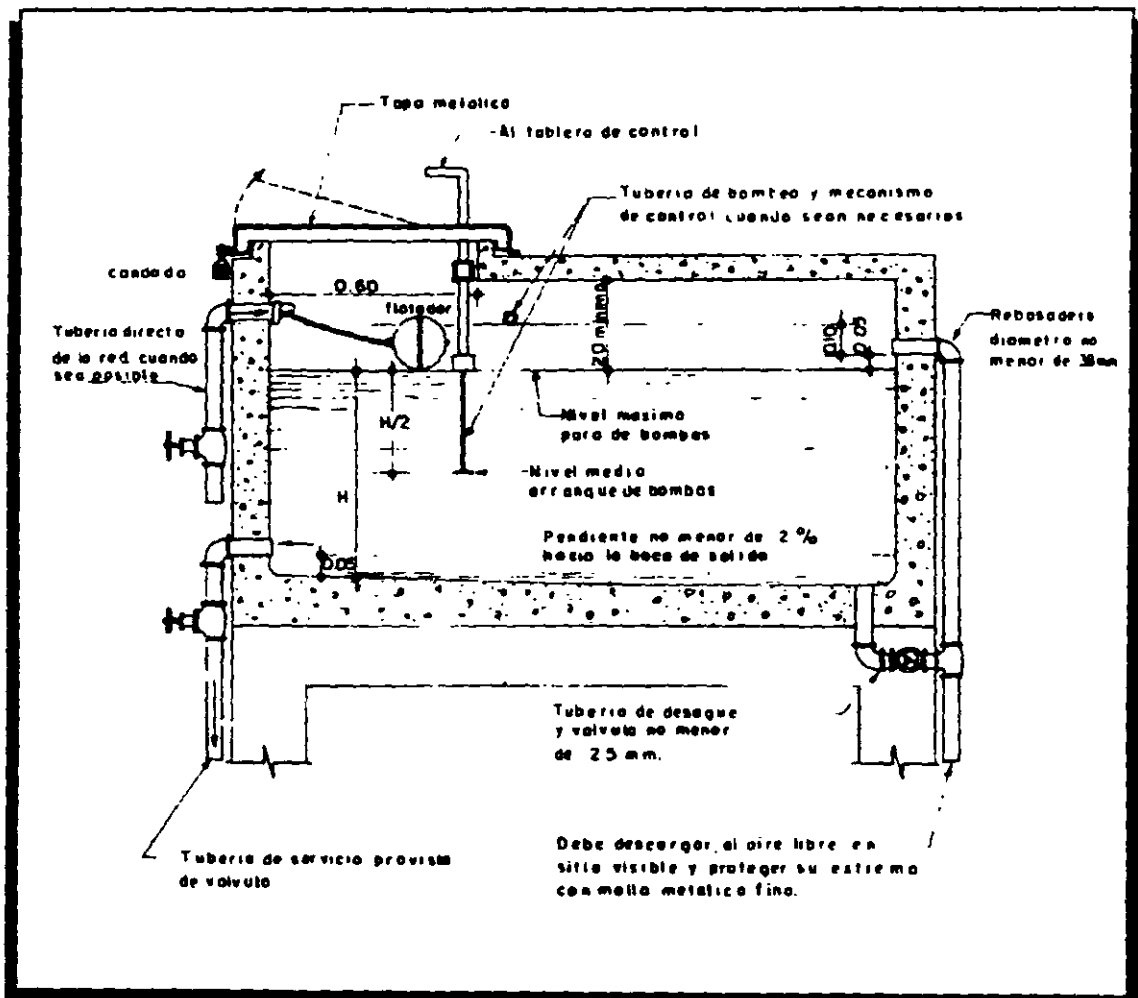


Figura 7.2 Características constructivas de un depósito elevado.

Los depósitos preconstruidos o tinacos, deben ser de materiales impermeables e inocuos y tener registros con cierre hermético y sanitario. Comercialmente existen tinacos de materiales, formas y capacidades diversas; los de uso más frecuente se presentan a continuación:

Tipo	Capacidad (litros)
Verticales sin patas	200, 400, 600, 1100
Verticales con patas	200, 300, 400, 600, 700, 800, 1100, 1200
Verticales cuadrados	400, 600, 1100
Horizontales	400, 700, 1100, 1600
Trapezoidales	600, 1100
Esféricos (A-C)	1600, 2500, 3000
Esféricos (fibra de vidrio)	400, 600, 1100

Ejemplo 7.1. La Figura 7.3 muestra el esquema de la red de distribución interior de un edificio, que se inicia en un depósito elevado ubicado en la planta azotea; determine lo siguiente:

- a. Gasto máximo instantáneo de cada tramo de la red utilizando el método de Hunter;
- b. Diámetro teórico de cada tramo partiendo de una velocidad de flujo de 1.3 m/s.
- c. Diámetro comercial de cada tramo en mm. La tubería que se propone es de cobre, tipo M.
- d. ¿Cuál es la carga disponible en la entrada a la red del sanitario donde se ubica el "mueble más desfavorable"? Utilice la fórmula de Darcy para calcular las pérdidas de energía debidas a la fricción y el "método de la longitud equivalente" para el cálculo de las pérdidas locales.

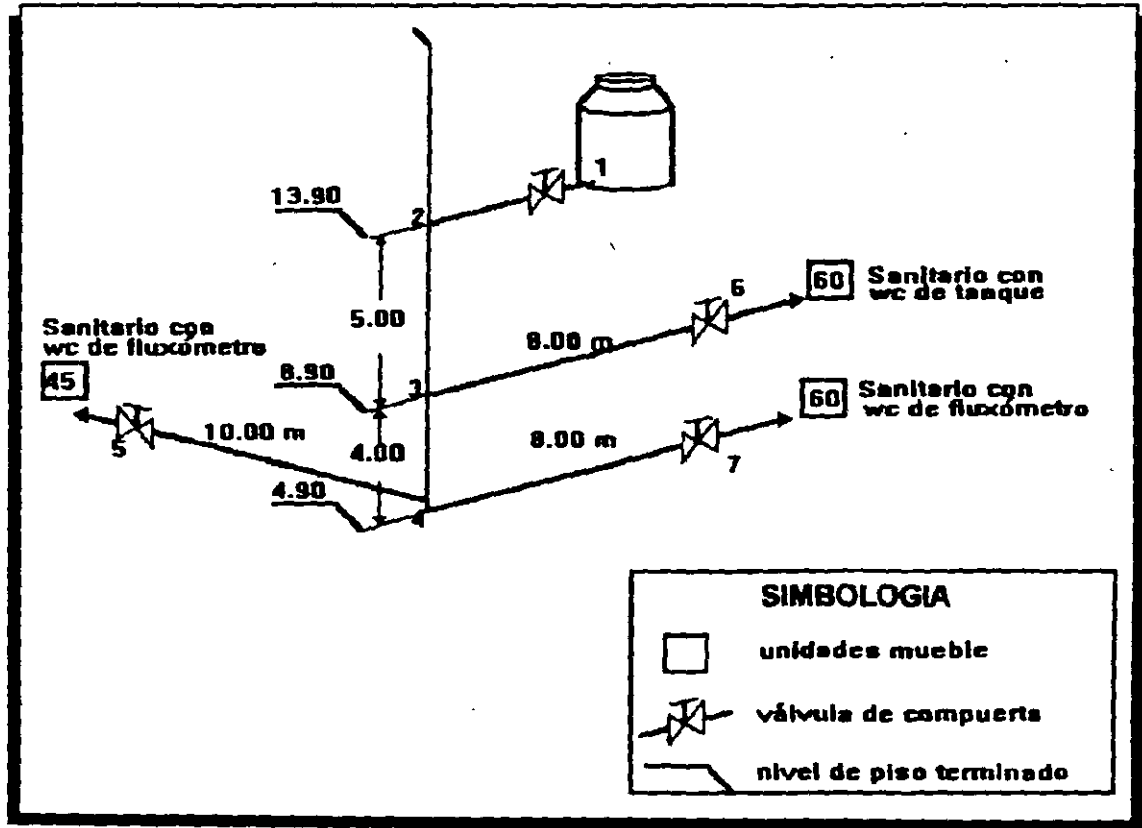


Figura 7.3 Instalación hidráulica del ejemplo 7.1.

Solución:

En la Figura 7.3 aparece el número de unidades mueble que corresponde a la suma de las unidades mueble de cada uno de los aparatos del sanitario en cuestión, por lo que para la determinación del gasto máximo instantáneo de la red, sólo basta obtener los gastos probables usando las tablas del Apéndice C. Al consultar los gastos en estas tablas en función del número de unidades mueble debemos referirnos a la columna de la tabla con el encabezado "Válvula", ya que en el caso de existir muebles con fluxómetro, éstos gobiernan el diseño de la red. Los resultados se muestran en el Cuadro 7.1, donde puede observarse que el análisis de la red se hace a partir de los sanitarios más alejados del tanque elevado, y las unidades mueble (no los

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

gastos), se van acumulando en sentido opuesto a la dirección del flujo del agua. A partir de las unidades mueble acumuladas en cada tramo se obtienen los gastos de diseño.

Cuadro 7.1. Análisis de la red de distribución del ejemplo 7.1.

TRAMO	UNIDADES MUEBLE DEL TRAMO	UNIDADES MUEBLE ACUMULADAS	Q _m l/s	DIAMETRO TEORICO (mm)	DIAMETRO (mm)	
					NOMINAL	INTERIOR
7-4	60	60	3.40	57.70	64	63.37
5-4	45	45	3.06	54.74	64	63.37
4-3	0	105	4.27	64.67	64	63.37
6-3	60	60	3.40	57.70	64	63.37
3-2	0	165	5.17	71.16	76	75.71
2-1	0	165	5.17	71.16	76	75.71

El cálculo del diámetro teórico se ha hecho con la ecuación de continuidad $d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$ proponiendo una velocidad de 1.3 m/s y el gasto en m³/s, obteniéndose de esta manera el diámetro en m. Los diámetros comerciales se han consultado en el capítulo 2 (Vol. 1).

El "mueble más desfavorable" se ubica en el sanitario de la sección 5 o en el de la sección 7, ya que éstos se tienen fluxómetros. No es posible establecer en cual de los dos sanitarios se localiza porque no se tiene la planta a detalle de cada sanitario, por lo que se determinará la carga disponible en ambas secciones.

La fórmula de Darcy para el cálculo de las pérdidas es:

$$h_f = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$$

donde:

h_f = pérdida de energía debida a la fricción, en m.

f = coeficiente de fricción, donde:

$f = 0.02$ para tuberías de cobre y plástico.

$f = 0.055$ para tuberías de acero galvanizado.

L = longitud de la tubería, en m.

d = diámetro interior del tubo, en m.

v = velocidad de flujo del agua, en m/s.

g = aceleración de la gravedad, en m/s².

Para tubería de cobre, puede escribirse:

$$h_f = 16.5 \times 10^{-10} \frac{q^2}{d^5} L$$

donde:

d = diámetro interior del tubo, en m y

q = gasto de diseño del tramo, en Vs.

Se utilizará el método de la longitud equivalente para el cálculo de la pérdida de energía por la existencia de piezas especiales.

En el Cuadro 7.2 se presenta el cálculo de la longitud equivalente.

Cuadro 7.2 Longitudes equivalentes en la red del ejemplo 7.1.

TRAMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	L_e (m)	L_e del tramo (m)
1-2	Válvula de compuerta d = 76 mm	1	0.81	0.81
2-3	Te paso recto d = 76 mm	2	0.80	3.9
	Reducción 76 x 64 mm	1	2.30	
3-4	Te paso recto d=64 mm	1	0.70	0.70
4-5	Válvula de compuerta d = 64 mm	1	0.69	0.69
4-7	Codo a 90° d= 64 mm	1	1.94	2.63
	Válvula de compuerta d = 64 mm	1	0.69	

En el Cuadro 7.3 se muestra la tabla de cálculo de la carga disponible en la instalación.

Cuadro 7.3. Tabla de cálculo de la carga disponible del ejemplo 7.1.

TRAMO	CRUCERO	Q_e Vs	d (m)	LONGITUD (m)			hf (m)	NIVEL PIEZOM. (m)	NIVEL	CARGA DISPON. (m)
				REAL	EQUIVALENTE	VIRTUAL				
-	1	-	-	-	-	-	-	13.90	-	-
1-3	3	5.17	0.075	9	4.71	13.71	0.25	13.65	8.90	4.75
3-4	4	4.27	0.063	4	0.70	4.70	0.14	13.51	4.90	8.61
4-5	5	3.06	0.063	10	0.69	10.69	0.17	13.34	4.90	8.44
4-7	7	3.40	0.063	8	2.63	10.63	0.20	13.31	4.90	8.41

Como se observa, la carga disponible mínima es de 4.75 m y es suficiente para los inodoros de la sección 3, ya que son de tanque. Sin embargo, considerando que se tienen muebles con fluxómetro en la instalación, no sería suficiente la carga para su funcionamiento adecuado, por lo que debería elevarse el tinaco más de 1.59 m. La elevación precisa depende de la pérdida en las derivaciones del sanitario de la sección 7 hasta llegar al mueble más desfavorable.

CAPITULO 8

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO CON BOMBEO A DEPOSITO ELEVADO

Los sistemas de abastecimiento directo con bombeo a depósito elevado requieren contar con cisternas, las cuales deberán ser completamente impermeables y tener registros con cierre hermético y sanitario. El que la bomba tomara el agua directamente de la red pública de abastecimiento no sería conveniente, pues la bomba estaría sujeta a variaciones muy grandes de gasto y presión.

8.1. Cálculo del diámetro de la toma general de agua y de la línea de llenado de la cisterna

La línea de llenado es el tramo de tubería localizado entre la "toma" instalada por el municipio, y la cisterna.

Para determinar el diámetro de la toma se emplea la siguiente ecuación, que se obtiene de la de continuidad:

$$d = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi v}}$$

8.1

donde:

Q es el gasto a obtener de la red de distribución municipal, y será igual al gasto máximo diario, el cual se define como:

$$Q_{MD} = \frac{\text{habitantes} \times \text{dotación}}{86400} \times \text{CVD}$$

Normalmente el coeficiente de variación diaria se establece igual a 1.4.

v es la velocidad a considerar en el conducto. Se recomienda proponerla entre 1.0 y 1.5 m/s, debido a que dichos valores garantizan pérdidas mínimas.

Ejemplo 8.1.

Para el diseño de la instalación de un hotel de cinco estrellas con 150 cuartos, se calcula a continuación el consumo diario considerando el momento en que pudiera presentarse el máximo consumo de agua.

El número de huéspedes estando el hotel en el momento de ocupación máxima es:

$$\text{huéspedes} = 150 \text{ cuartos} \times 2 \text{ personas/cuarto} = 300$$

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

Se considerará el número de empleados a razón de 80 % de los huéspedes, o sea:

$$\text{empleados} = 0.80 \times 300 = 240$$

Las demandas se detallan en el Cuadro 8.1.

Cuadro 8.1 Análisis de la demanda de agua del edificio del ejemplo 8.1.

Concepto	Dotación específica	Cantidad	Demanda l/día	Observaciones
Huéspedes	300 l/huésped/día	300 huéspedes	90,000	
Empleados	70 l/empleador/día	240 empleados	16,800	
Cocina	30 l/comida	300 comidas/turno	27,000	3 turnos.- desayuno, comida y cena
Lavandería	40 l/kg	4kg/cuarto	24,000	Son 150 cuartos
Salones de eventos o banquetes	20 l/persona 15l/comida	800 personas 800 personas	16,000 12,000	Sanitarios Cocina
Total			185,800	

En el caso de la demanda de agua por los huéspedes y por los empleados, se deben reducir hasta un 15 %, ya que deben reutilizarse las aguas jabonosas, previo tratamiento, en inodoros y urinarios; análogamente, el riego de jardines y el aseo de patios y estacionamientos requiere agua de segundo uso y por esta razón no se han considerado.

Por lo tanto, el consumo real aprobado será de $169780 = 170 \text{ m}^3/\text{día}$ ($0.001967 \text{ m}^3/\text{s}$)

Puede considerarse que el gasto calculado corresponde al gasto máximo diario, ya que es el que se presentaría el día de máximo consumo del año.

Proponiendo una velocidad de 1.5 m/s, el diámetro teórico será, a partir de la ecuación 8.1.

$$d = \sqrt{\frac{4(1.97)}{\pi(1.5)}} = 0.041\text{m} = 40.86 \text{ mm}$$

Por lo que el diámetro comercial de la toma y la línea de llenado de la cisterna sería de 1.5 pulg (40.8 mm) de diámetro nominal, de acero galvanizado cédula 40.

8.2. Diseño de cisternas y capacidad de depósitos elevados

8.2.1 Características constructivas

La ubicación de la cisterna en el predio debe ser lo más cercana posible a los equipos de bombeo. Debe evitarse el contacto de la cisterna con las aguas freáticas y mantener una separación no menor de 3 m con respecto a tanques sépticos o tuberías de aguas residuales que no sean impermeables. En caso de que se asegure que el material de la tubería de drenaje será totalmente impermeable, la separación puede reducirse hasta 1.0 m como máximo

En el sitio dispuesto para las tuberías de succión, debe preverse la construcción de un cárcamo para dar la sumergencia adecuada a las tuberías. El piso de la cisterna deberá tener una pendiente

de 1%, contraria al cárcamo de succión, para la recolección de sedimentos (Figura 8.1).

La alimentación de agua a la cisterna debe ubicarse en el lado opuesto a la zona dispuesta para la succión. En el lugar más cercano a la válvula de flotador de la tubería de llenado debe considerarse la construcción de un registro. También en el sitio destinado para las tuberías de succión y para la instalación de electrodos para el control de niveles alto y bajo, deberá considerarse la construcción de un registro y de una escalera marina adosada al muro. Se recomienda que dicha escalera sea de aluminio, (Figura 8.1).

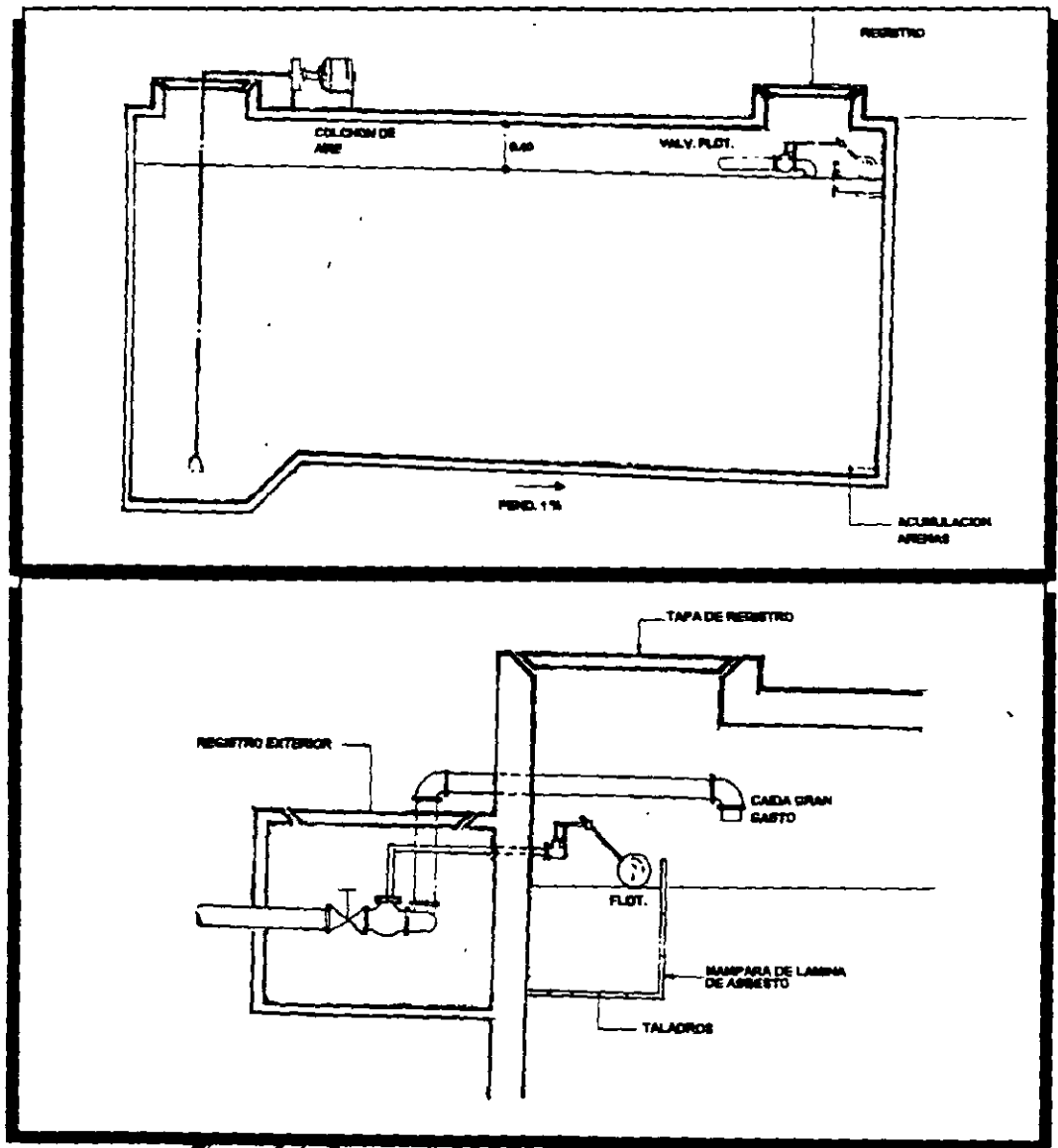


Figura 8.1. Características constructivas de una cisterna.

Entre el nivel de agua máximo y la losa de la cisterna, deberá preverse un "colchón de aire" de 0.40 m de altura, que sirve para alojar al flotador (Figura 8.1).

La profundidad del piso de la cisterna debe tomar en cuenta el tirante útil, el correspondiente al almacenamiento de agua para el control de incendios en caso de requerirse, y el colchón de aire. La profundidad de la cisterna está relacionada con la "altura máxima de succión" de la bomba, la cual depende de la altura con respecto al nivel del mar a la cual se encuentra la instalación.

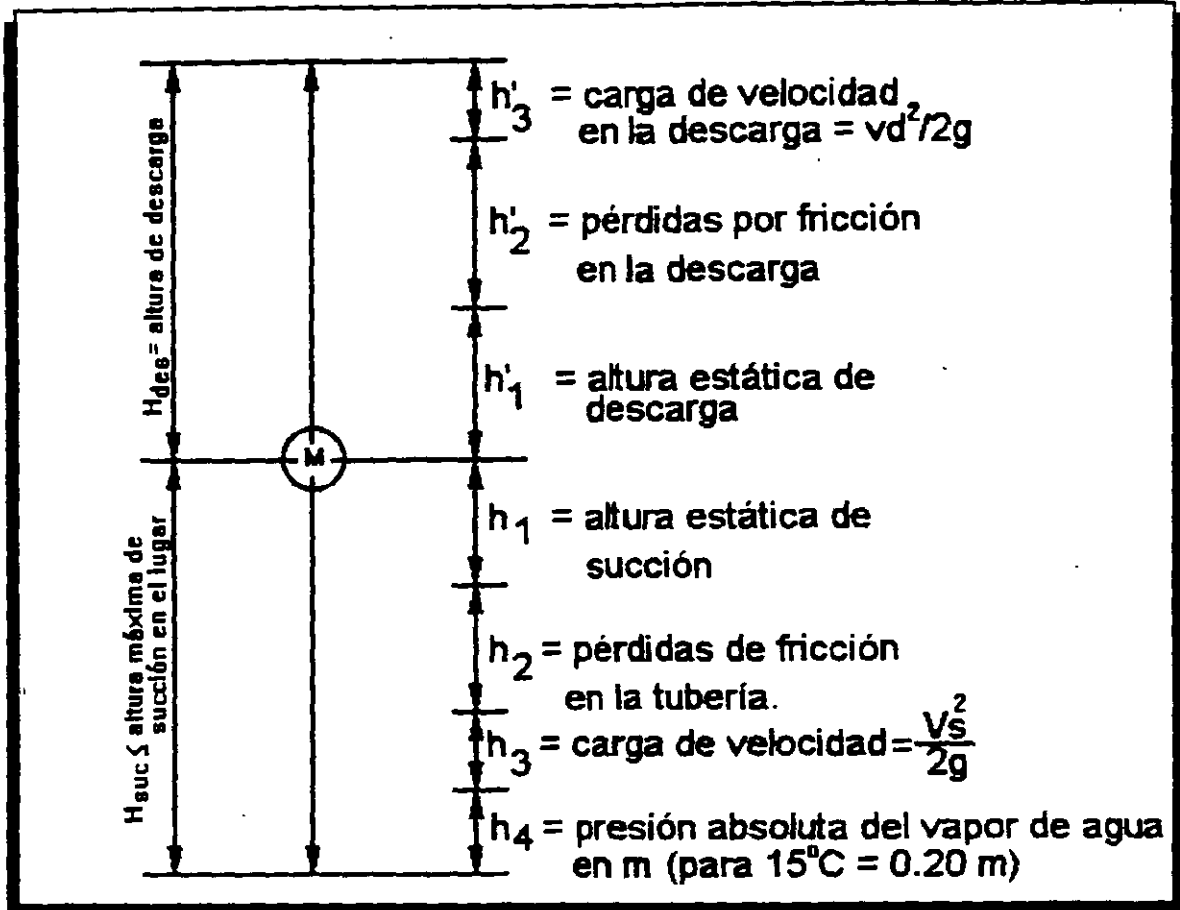


Figura 8.2.

De la Figura 8.2, se tiene:

$$h_{suc} = P_{atm} - CNPS_r - P_v - \sum h_{fs} \quad 8.2$$

donde:

h_{suc} es la altura máxima de succión y, por tanto, la distancia vertical máxima entre el eje de la bomba y el piso de la cisterna, en metros.

P_{at} es la presión atmosférica en el sitio del proyecto, en metros de columna de agua.

$CNPS_r$ es la carga neta positiva de succión requerida por la bomba, en metros. Se define como la presión requerida para establecer un flujo a través del elemento de succión al ojo del impulsor o carcasa de una bomba, cuyo valor nunca deberá reducirse al correspondiente a la presión de vapor del líquido manejado. La $CNPS_r$ es la diferencia mínima de presión entre la carga de succión y la presión de vapor del líquido manejado, que necesita una bomba para operar a determinada capacidad. Su valor es un dato proporcionado por los fabricantes y se puede encontrar en catálogos referida al eje del impulsor.

P_v es la presión de vapor del agua a la temperatura considerada, expresada en metros. Para 15°C es de 0.20 m.

$\sum h_{fs}$ es la suma de pérdidas de carga debidas a la fricción en la tubería de succión y la correspondiente a válvulas y conexiones, en metros.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO CON BOMBEO A DEPOSITO ELEVADO

Se recomienda dividir las cisternas en celdas con la finalidad de efectuar su lavado sin interrumpir el servicio (Figura 8.3). En este caso el proyectista debe considerar la forma de disponer la succión para operar inclusive cuando sólo una celda esté en servicio, así como la interconexión de las celdas y su aislamiento sin que se interrumpa el servicio. En la pared que divide a la cisterna en dos celdas deben preverse "pasos de aire" de 76 mm de diámetro.

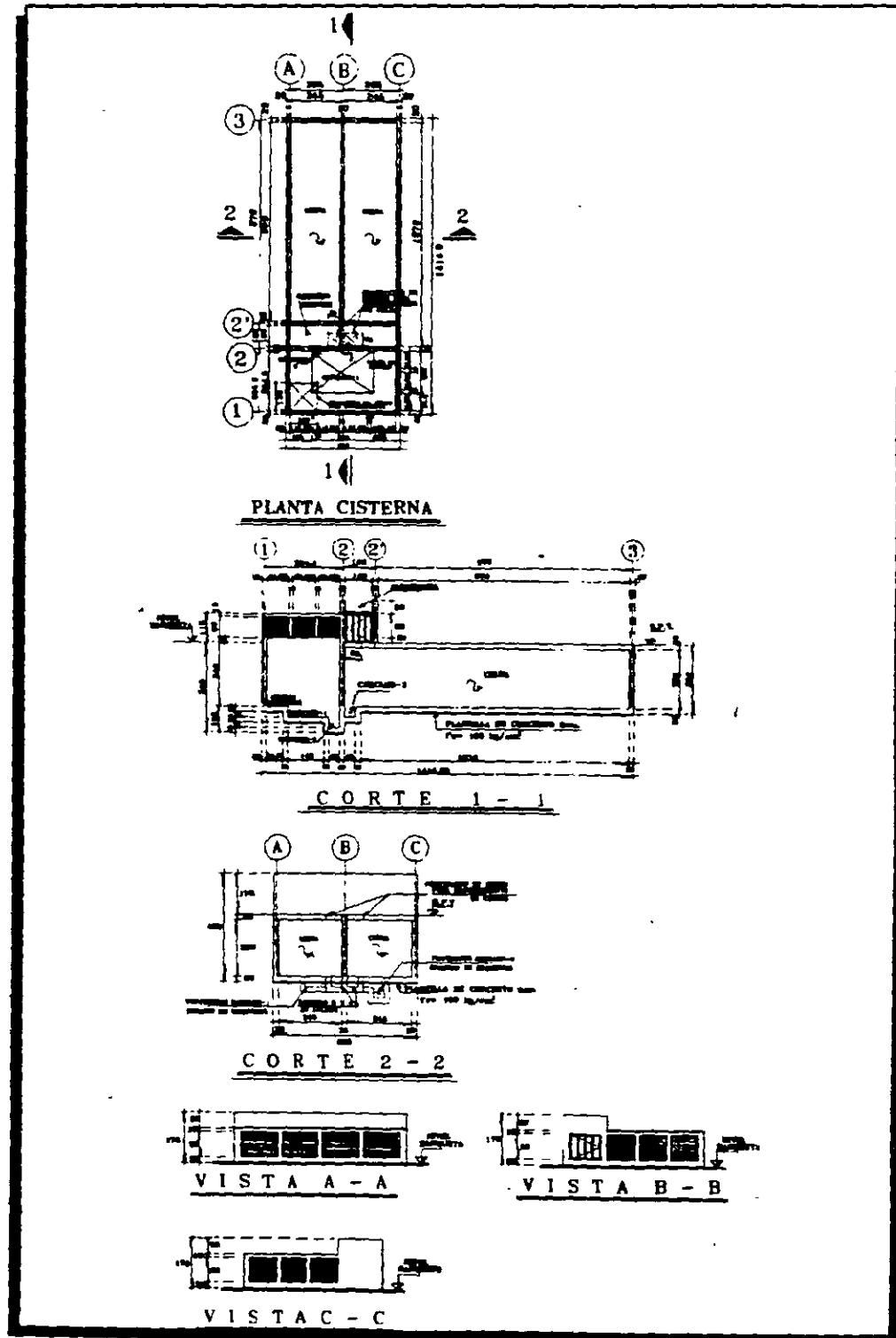


Figura 8.3. Ejemplo del proyecto geométrico de una cisterna.

8.2.2. Capacidad de almacenamiento para servicios.

La capacidad de cada celda será igual al 50% del volumen de almacenamiento para uso normal más el 100% del volumen calculado para el control de incendios.

El uso "normal" al que se refiere el párrafo anterior debe calcularse de acuerdo a lo dispuesto por el Art. 150 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el cual establece que los conjuntos habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a 10 m de columna de agua, deberán contar con cisterna y depósitos elevados cuya capacidad conjunta sea igual a dos veces la demanda diaria.

Para la determinación de la capacidad de almacenamiento en los depósitos elevados (tanques y/o tinacos), podrá considerarse entre 1/5 y 1/3 del volumen total a almacenar, lo que estará en función de la economía y del peso propio de la estructura. Cuando se trate de tanques elevados ya sea de concreto, acero o cualquier otro material, su altura a nivel de plantilla deberá corresponder a la carga requerida por el mueble más desfavorable de la red interior.

Los tanques elevados deberán ser totalmente impermeables, de fácil acceso y ubicación estratégica. Tratándose de tanques metálicos, deberán estar provistos de protección anticorrosiva, su mantenimiento deberá hacerse en forma periódica para evitar problemas de estabilidad del tanque y contaminación del agua.

La capacidad de las cisternas será igual al volumen que resulte de restar a los dos días de demanda diaria el almacenamiento en los depósitos elevados.

En edificaciones destinadas a uso de oficinas, el volumen de almacenamiento total en cualquier caso será de una vez la demanda diaria, almacenada tanto en cisterna como en depósitos elevados.

8.2.3. Capacidad de almacenamiento para el sistema de protección contra incendio.

El sistema de protección contra incendio debe diseñarse de acuerdo a lo dispuesto por los artículos 117 a 122 del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, cuando la edificación se encuentre dentro de esta demarcación.

En los artículos mencionados se especifican las características de los inmuebles que deben considerarse como de alto y bajo riesgo de incendio. Para el caso de los inmuebles clasificados como de "alto riesgo" se requiere la presentación del proyecto ejecutivo del sistema de protección contra incendio.

De acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, las edificaciones de alto riesgo son aquellas cuya altura sea superior a 25 m, sus ocupantes rebacen la cifra de 250 y el área de construcción resulte mayor de 3,000 m². También se consideran de alto riesgo las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud que manejen madera, pinturas plásticas, algodón y combustible o explosivos de cualquier magnitud.

Cuando se trate de edificaciones de alto riesgo, se deben proyectar tanques o cisternas para almacenar agua reservada exclusivamente a surtir a la red interna para el control de incendios. Para calcular el volumen de reserva en edificaciones de hasta 4,000 m² de construcción, deberá considerarse la cantidad de 5 l/m² construido. De cualquier forma, el volumen del que podrá disponerse para el control de incendios no puede ser menor de 20,000 litros.

El volumen de agua disponible para el control de incendios debe mezclarse con el que

corresponde a los servicios, con la finalidad de permitir la renovación del agua potable. Por tanto, los dos volúmenes se dispondrán en una misma cisterna, pero efectuando el arreglo de la succión de las bombas de manera que el tirante de agua que se requiere para el control de incendios no pueda ser utilizado en los servicios, como se muestra en la Figura 8.4.

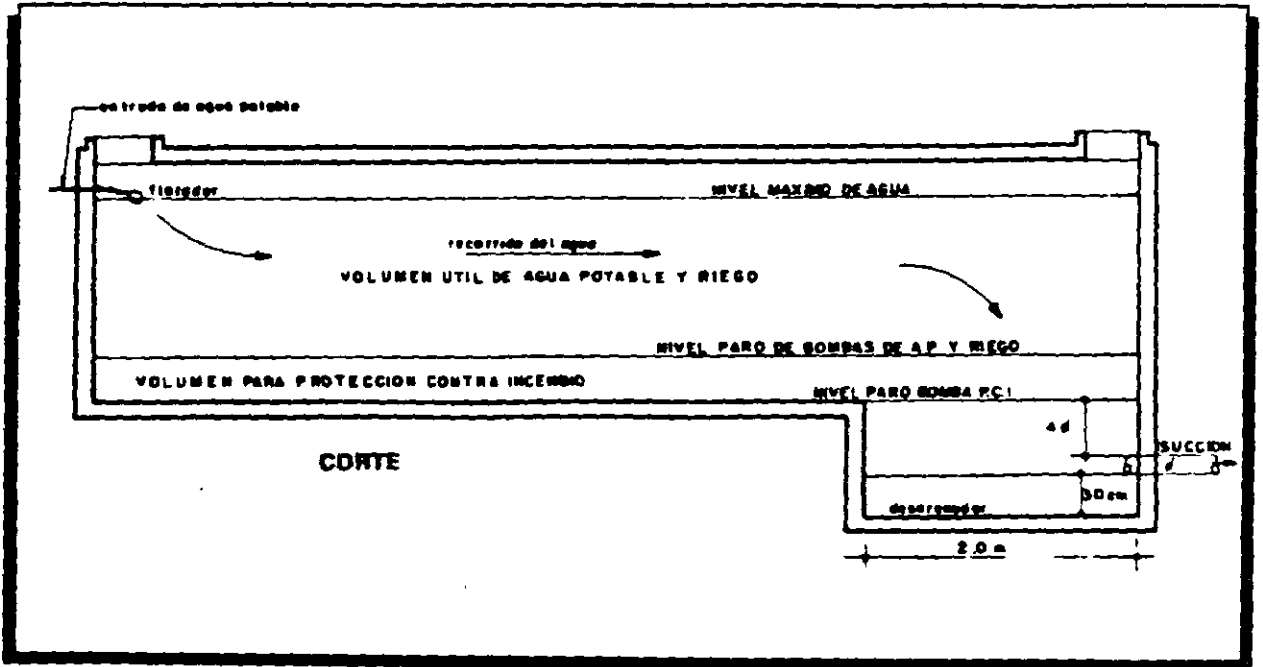


Figura 8.4. Características de la succión con volumen para el control de incendios.

En caso de que la cisterna se proyecte con más de una celda, digamos dos, en cada una deberá almacenarse la totalidad del volumen calculado para el control de incendios, para prever la eventualidad del control de un incendio justo en el momento en que se esté efectuando el mantenimiento de una celda y esté vacía.

Las Compañías Aseguradoras de los inmuebles tienen disposiciones más estrictas en cuanto al volumen de almacenamiento para el control de incendios, que las del propio Reglamento de Construcciones para el D.F. Estos criterios pueden usarse para el diseño, siempre y cuando se cuente con la autorización de la Secretaría General de Protección y Vialidad.

Ejemplo 8.2

Con los datos del ejemplo 8.1, determínese el volumen de almacenamiento para servicios y para el control de incendios.

Solución:

La demanda diaria correspondiente a servicios resultó de 170 m³.

De acuerdo con el RCDF, debe almacenarse el agua necesaria para dos días de demanda, o sea $V = 2 \times 170 = 340 \text{ m}^3$.

Las compañías de seguro ofrecen importantes descuentos en las primas de seguro del inmueble si se cuenta con capacidad suficiente para controlar un incendio por 2 horas.

Si en un piso existen 2 gabinetes con mangueras para el control de incendios, con un gasto de 140 l/manguera, debe tenerse:

$$2 \text{ mangueras} \times 140 \text{ l/min/manguera} \times 2 \text{ horas} \times 60 \text{ min/hr} = 33\ 600 \text{ l}$$

Si la cisterna es de dos celdas, en cada una debe tenerse 33.6 m³ almacenados para el control de incendios; si es sólo de una celda bastará con 33.6 m³.

8.3. Bombas: terminología usada y curvas características

En general, las bombas pueden clasificarse de acuerdo a su principio de operación en:

- Bombas de energía cinética; y
- Bombas de desplazamiento positivo.

La principal subclasificación de las bombas de energía cinética son las bombas centrífugas, las cuales se dividen en tres grupos:

1. Bombas de flujo radial;
2. Bombas de flujo mixto; y
3. Bombas de flujo axial.

Esta clasificación se basa en la forma como el fluido es desplazado en su movimiento a través de la bomba.

Los principales componentes de la bomba de energía cinética son:

1. El elemento de rotación, llamado "impulsor", que imparte energía al líquido a ser bombeado.
2. La flecha sobre el cual está montado el impulsor.
3. La carcasa de la bomba, que incluye los pasajes de entrada y salida para llevar el líquido a ser bombeado dentro y fuera de la bomba y la sección de recuperación que recibe el líquido descargado desde el impulsor y lo dirige al pasaje de salida. La función de la sección de recuperación es convertir una porción de la energía cinética del fluido en energía de presión. Esto se logra mediante una voluta o un conjunto de aspas de difusión. En una carcasa de voluta, la dimensión del canal que rodea al impulsor se incrementa gradualmente al tamaño de la descarga de la bomba (el chiflón), y la mayor conversión de velocidad a presión ocurre en el chiflón de descarga cónica. En una carcasa de difusión, el impulsor descarga dentro de un canal provisto de paletas (aspas guía). La conversión de la velocidad a presión ocurre dentro de los pasajes de las paletas.
4. El marco que soporta la carcasa de la bomba.

A continuación se presenta la terminología básica usada para definir el comportamiento de las bombas y en la solución de problemas de bombeo.

Capacidad

La capacidad (gasto) de una bomba es el volumen de fluido bombeado por unidad de tiempo, el cual se mide comúnmente en metros cúbicos por segundo (m³/s.) o litros por segundo (l/s).

Carga

El término "carga" se refiere a la elevación de una superficie libre de agua sobre o debajo de un nivel de referencia (datum). Los términos aplicados específicamente al análisis de sistemas de

bombéo se ilustran en las Figuras 8. 5 y 8.6 y se definen brevemente a continuación.

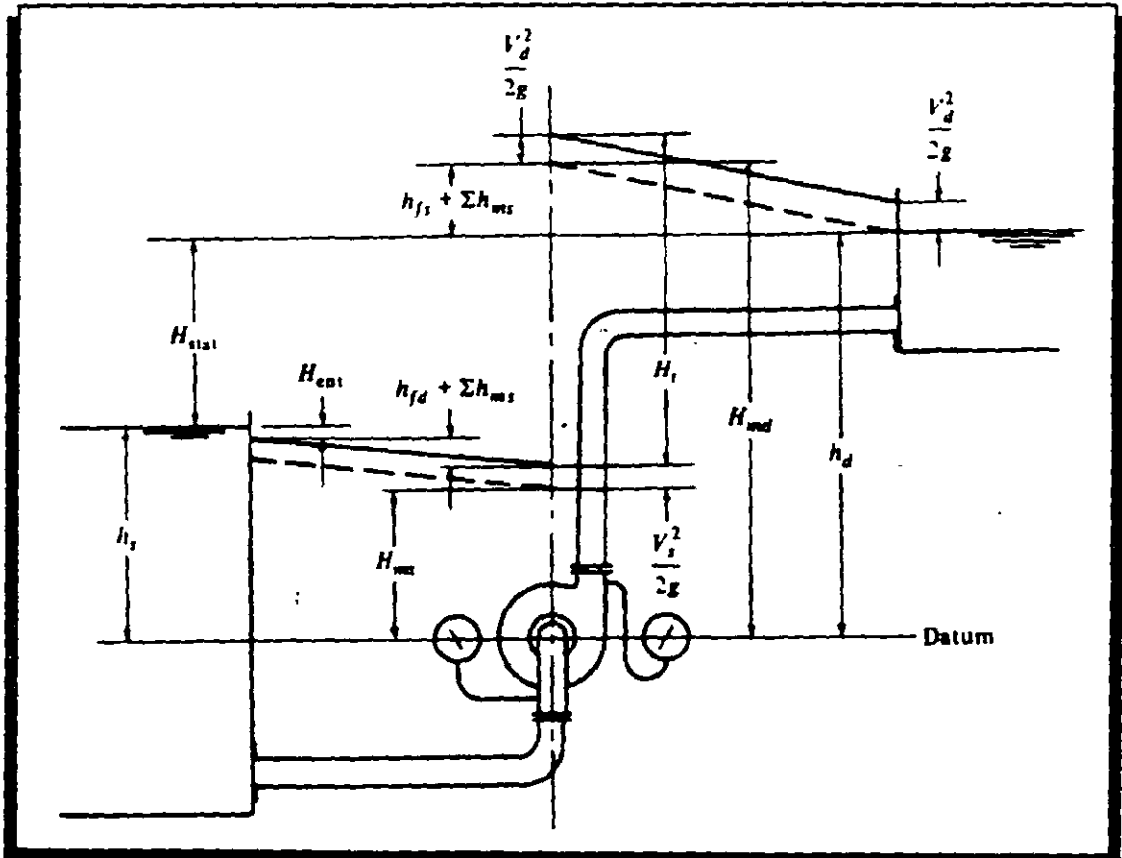


Figura 8.5.

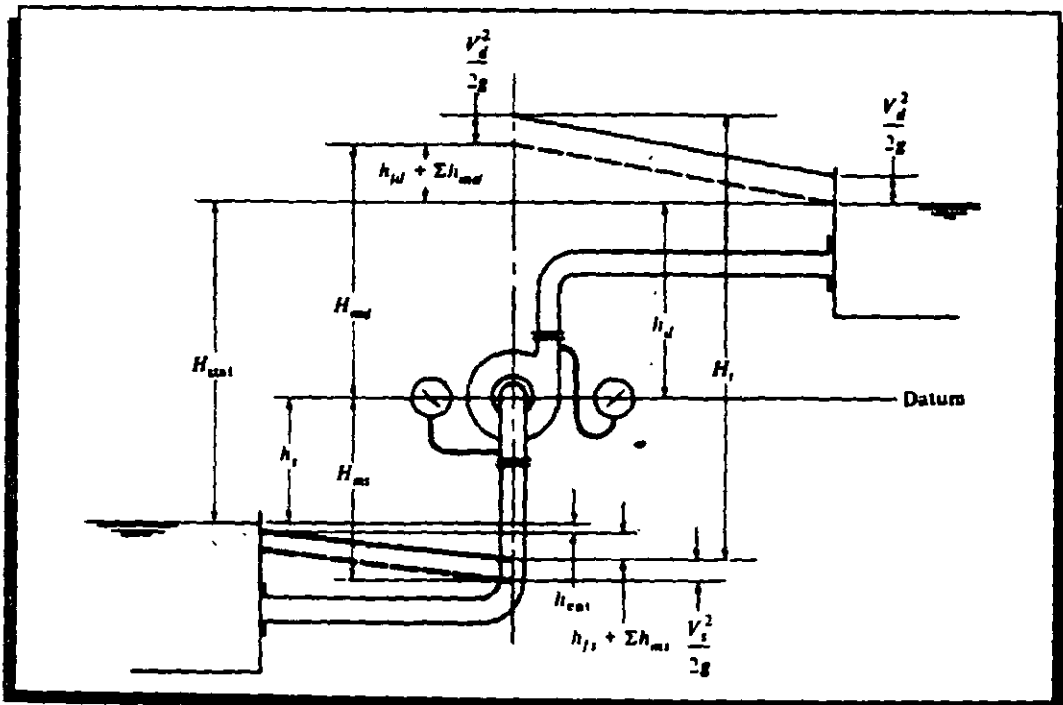


Figura 8.6.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

1. Carga estática de succión (h_s) es la diferencia de elevación entre el nivel del líquido en la succión y el eje del impulsor de la bomba. Si el nivel del líquido en la succión está debajo del eje del impulsor, se tiene una carga estática de succión.
2. Carga estática de descarga (h_d) es la diferencia entre el nivel de descarga y el eje del impulsor de la bomba.
3. Carga estática (H_{ms}) es la diferencia en elevación entre los niveles estáticos de descarga y la succión (h_d-h_s).
4. Carga manométrica de succión (H_{ms}) es la lectura (expresada en m) medida en el chiflón de succión de la bomba, referenciada al eje del impulsor de la bomba.
5. Carga manométrica de descarga (H_{md}) es la lectura (expresada en m) medida en el chiflón de descarga de la bomba, referenciada al eje del impulsor de la bomba.
6. Carga manométrica (H_m) es el incremento de carga de presión (expresado en m), generado por la bomba.
7. Carga de fricción (h_{fs} , h_{fd}) es la carga de agua que debe suministrarse para superar las pérdidas de fricción a través del sistema de tuberías. Las pérdidas de carga debidas a la fricción en las tuberías de succión y descarga, pueden calcularse con las ecuaciones de Hazen-Williams o Darcy-Weisbach.
8. Carga de velocidad es la energía cinética contenida en el líquido que está siendo bombeado en cualquier punto del sistema

$$\text{Carga de velocidad} = \frac{v^2}{2g}$$

donde:

v , es la velocidad del fluido en m/s.

g , es la aceleración debida a la gravedad, 9.81 m/s²

9. Pérdidas de carga menores, es el término aplicado a la carga de agua que debe suministrarse para superar las pérdidas de carga a través de válvulas y conexiones. Estas pérdidas pueden calcularse mediante el método de la tubería equivalente.
10. Carga dinámica total (H_t) es la carga contra la cual debe trabajar la bomba. La carga dinámica total sobre la bomba, comúnmente abreviada CDT, puede determinarse considerando las cargas estáticas de succión y descarga, las pérdidas debidas a la fricción, las cargas de velocidad y las pérdidas de carga menores. La expresión para determinar la carga dinámica total de la bomba mostrada en la Figura 8.6 está dada por la ecuación 8.3

$$H_t = H_{ms} - H_{md} + \frac{v_d^2}{2g} - \frac{v_s^2}{2g} \quad 8.3$$

donde:

$$H_{md} = h_d + h_{fd} + \sum h_{md}$$

$$H_{ms} = h_s - h_{ent} - h_{fr} - \sum h_{ms} - \frac{V_s^2}{2g}$$

donde:

$H_T =$ carga dinámica, m ;

$H_{ms} (H_{ms}) =$ carga manométrica de descarga (succión) medida en el chiflón de descarga (succión) de la bomba referenciado al eje del impulsor, m;

$V_s (V_s) =$ velocidad en el chiflón de descarga (succión), m/s ;

$g =$ aceleración debida a la gravedad, 9.81 m/s² ;

$h_s (h_s) =$ carga estática de descarga (succión), m;

$h_{ent} =$ pérdida de la entrada en la succión, m;

$h_{fr} (h_{fr}) =$ pérdida de carga debida a la fricción en la tubería de descarga (succión), m;

$h_{ms} (h_{ms}) =$ pérdidas menores en conexiones y válvulas de la tubería de descarga (succión), en m;

Como se ha explicado, la línea de referencia para escribir la ecuación 8.3 corresponde al eje del impulsor. De acuerdo con los estándares del Instituto de Hidráulica, las distancias (cargas) sobre la línea de referencia se consideran positivas; las distancias debajo de esa línea se consideran negativas.

En términos de la carga estática, la ecuación 8.3 puede entonces escribirse como:

$$H_T = H_{est} + h_{ent} + h_{fr} + \sum h_{ms} + h_{ms} + \sum h_{ms} + \frac{V_s^2}{2g} \tag{8.4}$$

donde:

$H_T =$ Carga dinámica total, m;

$H_{est} =$ Carga estática, m = $h_s - h_a$

La ecuación de la energía o de Bernoulli también puede aplicarse para determinar la carga dinámica total sobre la bomba. La ecuación de la energía entre la succión y la descarga de la bomba es:

$$H_T = \frac{P_d}{\gamma} + \frac{V_d^2}{2g} + z_d - \left(\frac{P_s}{\gamma} + \frac{V_s^2}{2g} + z_s \right) \tag{8.5}$$

donde:

H_T = Carga dinámica total, m

P_d (P_s) = Presión de descarga (succión), kN/m^2

γ = Peso específico del agua N/m^3

v_d (V_s) = velocidad en la descarga (succión), m/s

g = aceleración debida a la gravedad, $9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$

z_d (z_s) = elevación de la descarga (succión) sobre el nivel de referencia, m.

Eficiencia de la bomba

El comportamiento de una bomba se mide en términos de su capacidad para descargar contra una carga dada y a una eficiencia dada. La capacidad de la bomba es una función del diseño. La información sobre el diseño es proporcionada por el fabricante en una serie de curvas para una bomba determinada. Las eficiencias de las bombas varían generalmente de 60 a 85%.

Curvas características

Los fabricantes de bombas proporcionan información relativa al comportamiento de sus bombas en la forma de curvas características. En la mayoría de estas curvas se grafican, en el eje de las ordenadas, la carga dinámica total en m, la eficiencia en por ciento, y la potencia en caballos de potencia o kilowatt; en las abscisas se grafica el gasto en l/s o m^3/s . La Figura 8.7 muestra las curvas características de una bomba marca Armstrong serie 4030, 3 x 1, 1/2 x 8. Estos números significan que la bomba tiene un diámetro en la succión de 3 pulgadas, 1 1/2 pulgadas de diámetro en la descarga y 8 pulgadas de diámetro del impulsor.

Ejemplo 8.3. Se desea seleccionar una bomba para una instalación con los siguientes datos:

$Q = 12.5 \text{ l/s}$

Carga dinámica total CDT = 58.2 m.

Solución.

En la gráfica de la Figura 8.7, se localiza el punto correspondiente al gasto y carga proporcionados. Se observa que el punto queda encima de la línea de 15 HP, por tanto se requerirá un motor de 20 HP, impulsor de 7.5 pulgadas de diámetro, teniéndose una eficiencia del 64%.

La descripción típica del equipo se hace como se muestra a continuación:

"Motobomba centrífuga horizontal marca Armstrong, modelo 3 x 1 1/2 x 8 serie 4280, con acoplamiento directo, 3 x 1 1/2 (succión-descarga) con diámetro de impulsor de 7 1/2 pulg. acoplada directamente a motor eléctrico APG de 20 HP, 3/60/220-440 V a 3600 RPM."

APG significa abierto a prueba de goteo.

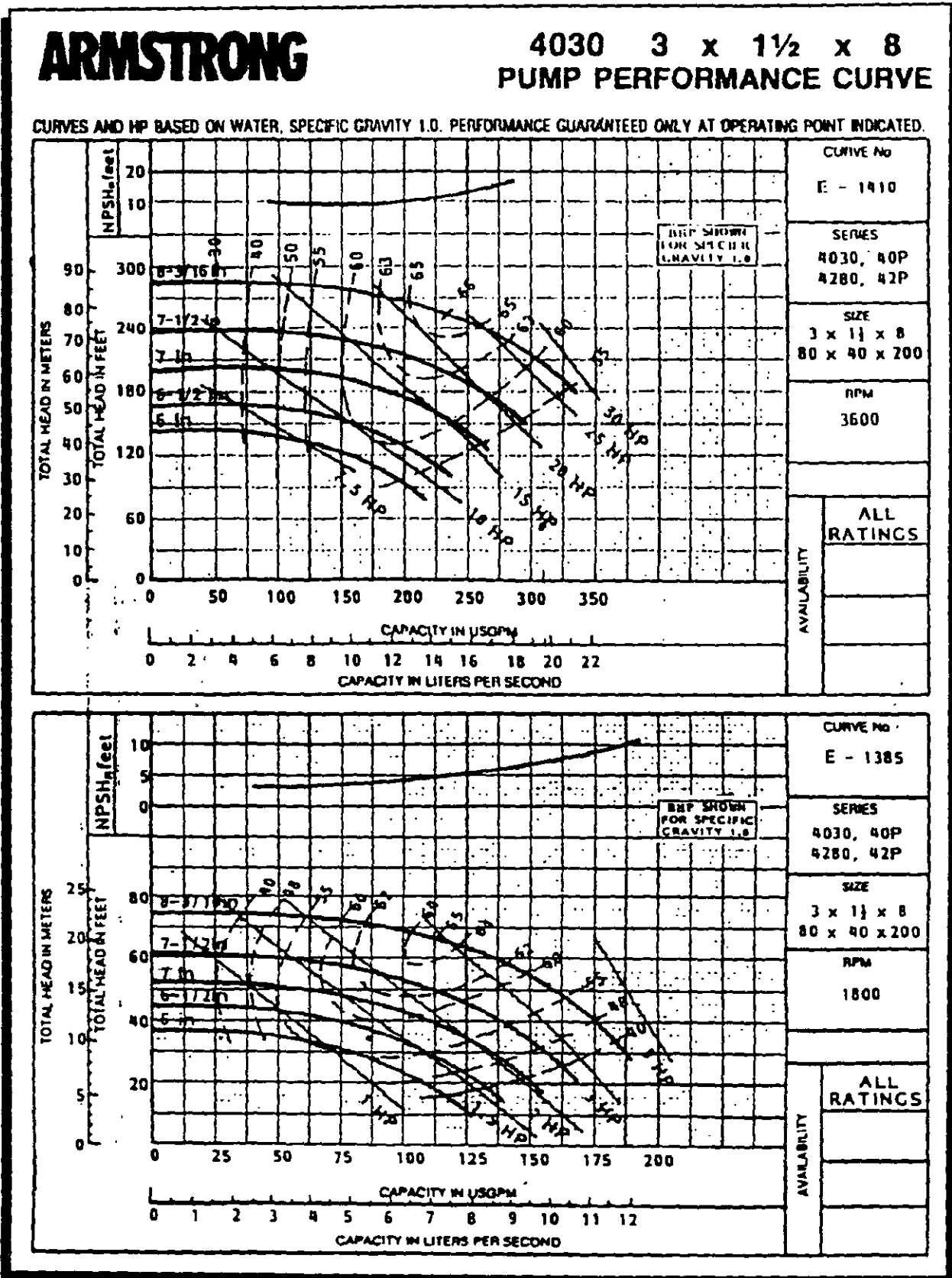


Figura 8.7. Curvas características de una bomba comercial.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

En las Figuras 8.8 a 8.12 se muestran algunos diagramas de instalaciones de equipos de bombeo.

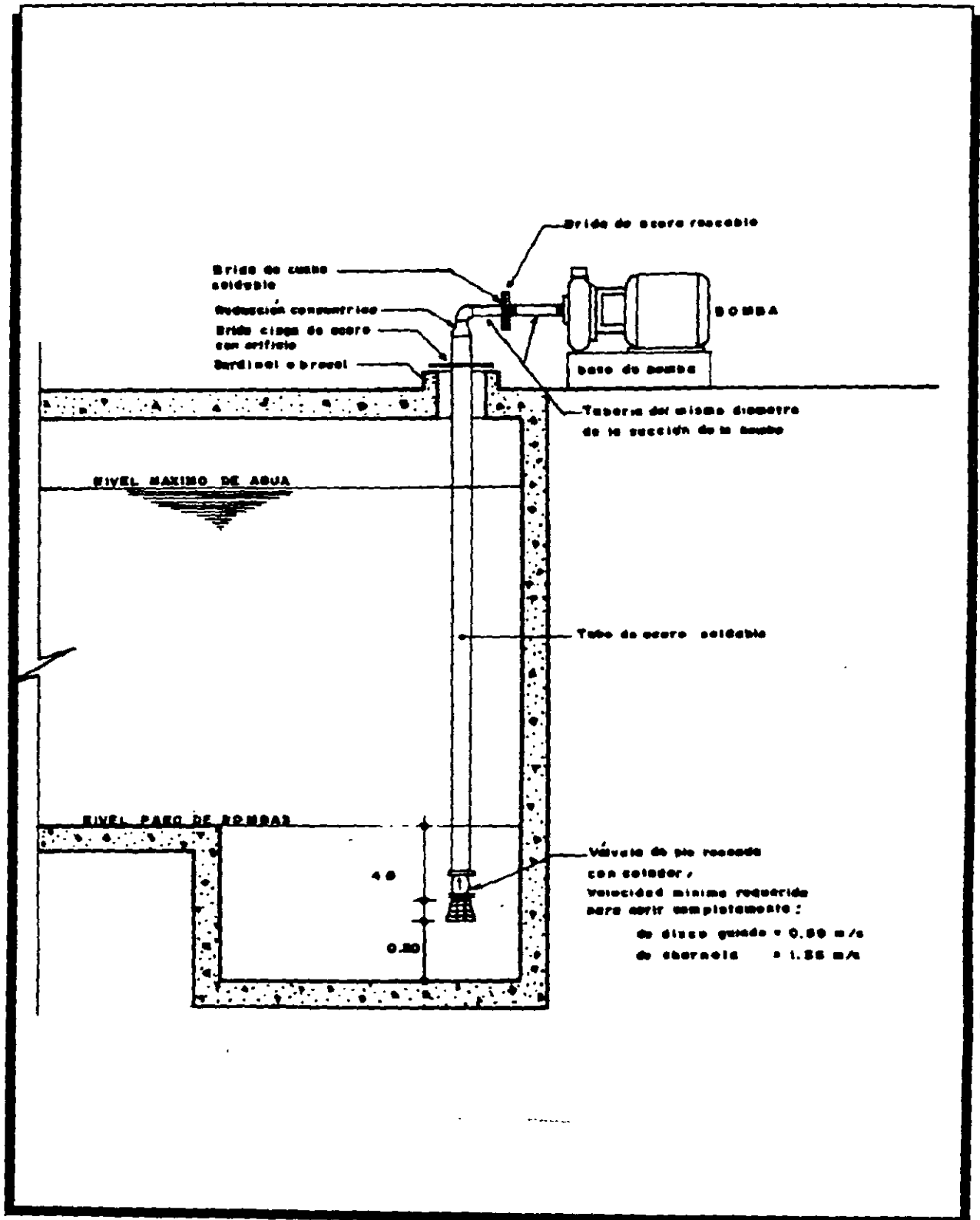


Figura 8.8. Detalle de succión de cisterna con succiones individuales por bomba.

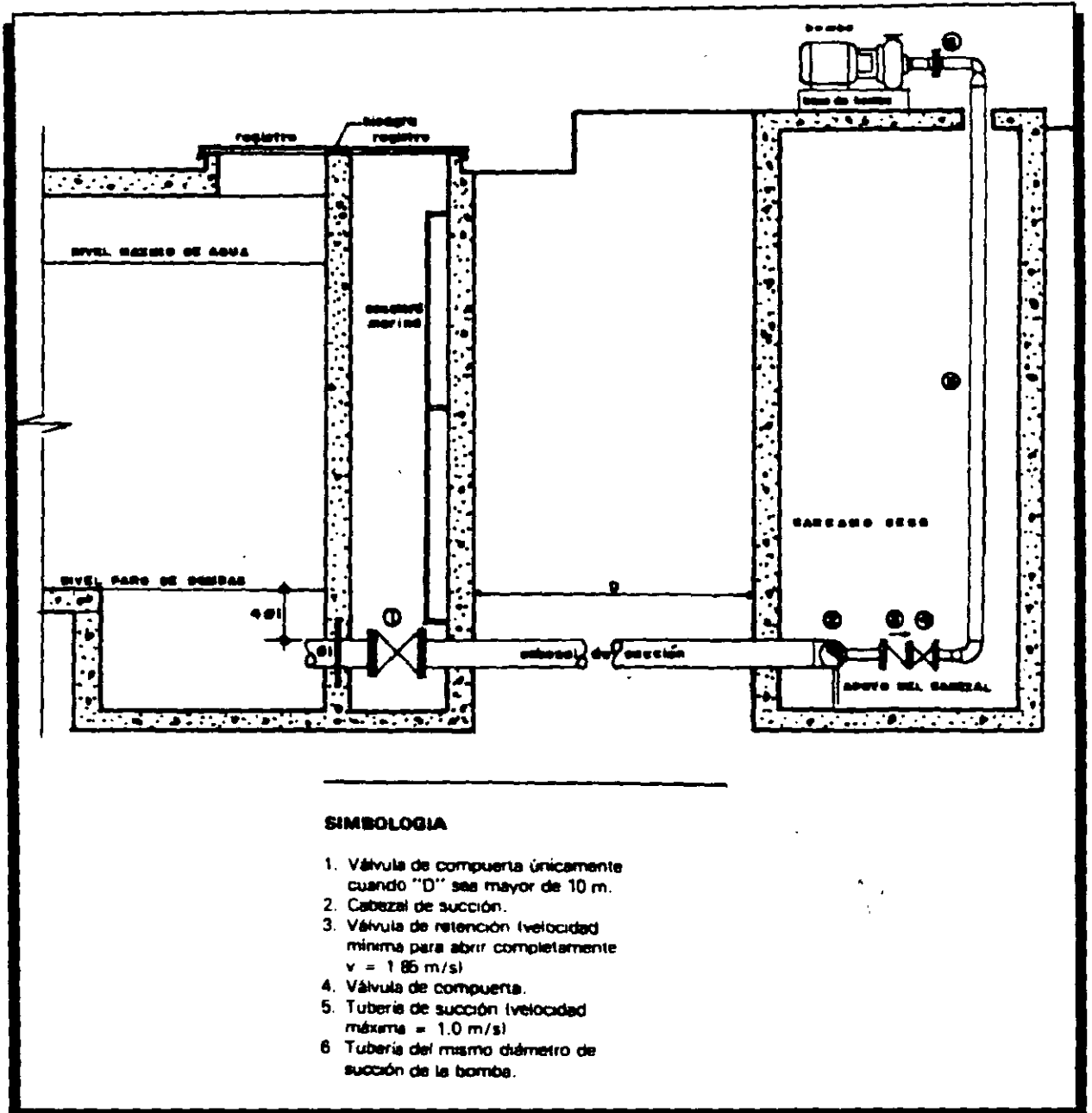


Figura 8.9. Sistema y cárcamo de succión seco.

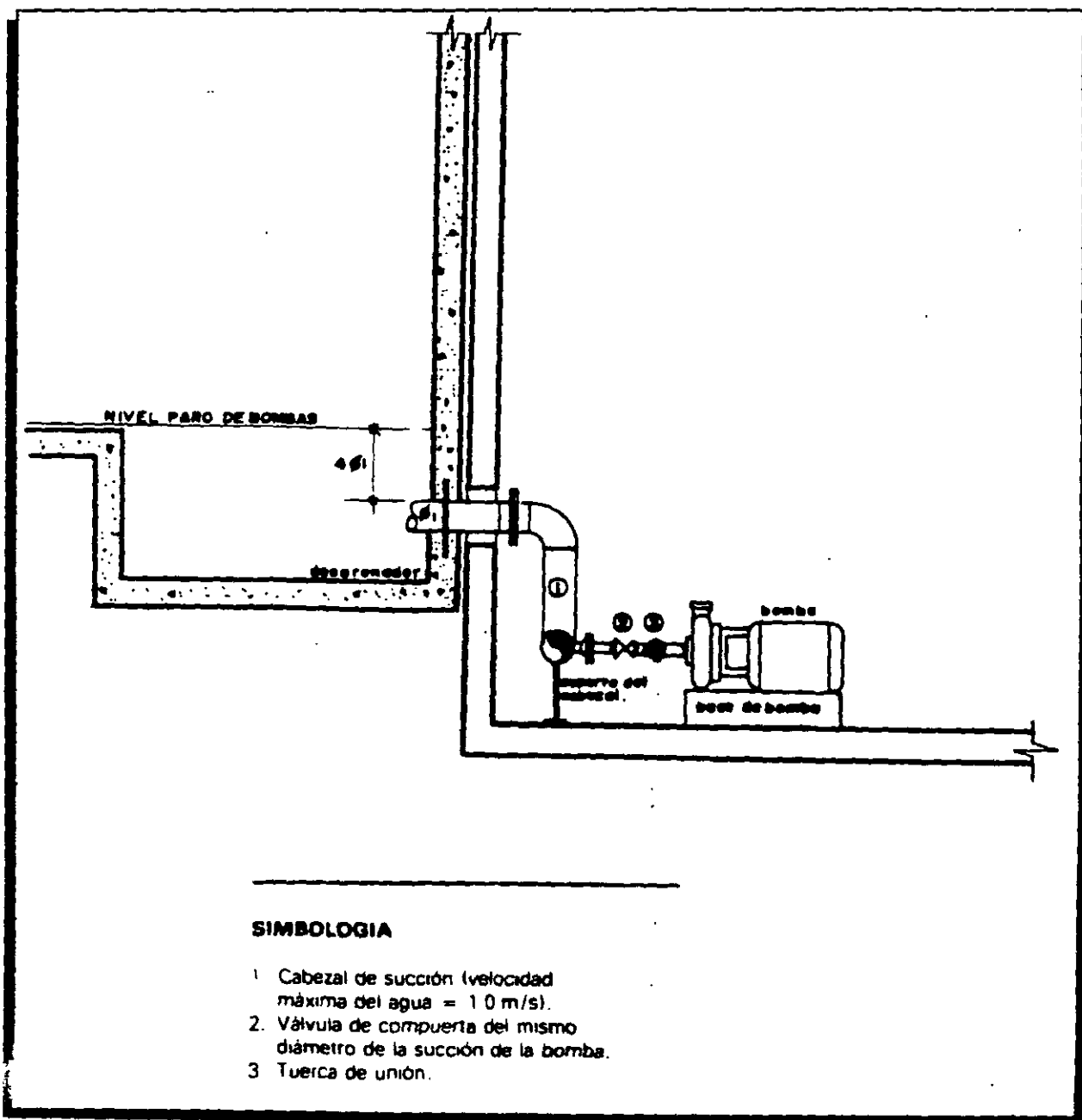


Figura 8.10. Sistema elevada y cabezal de succión.

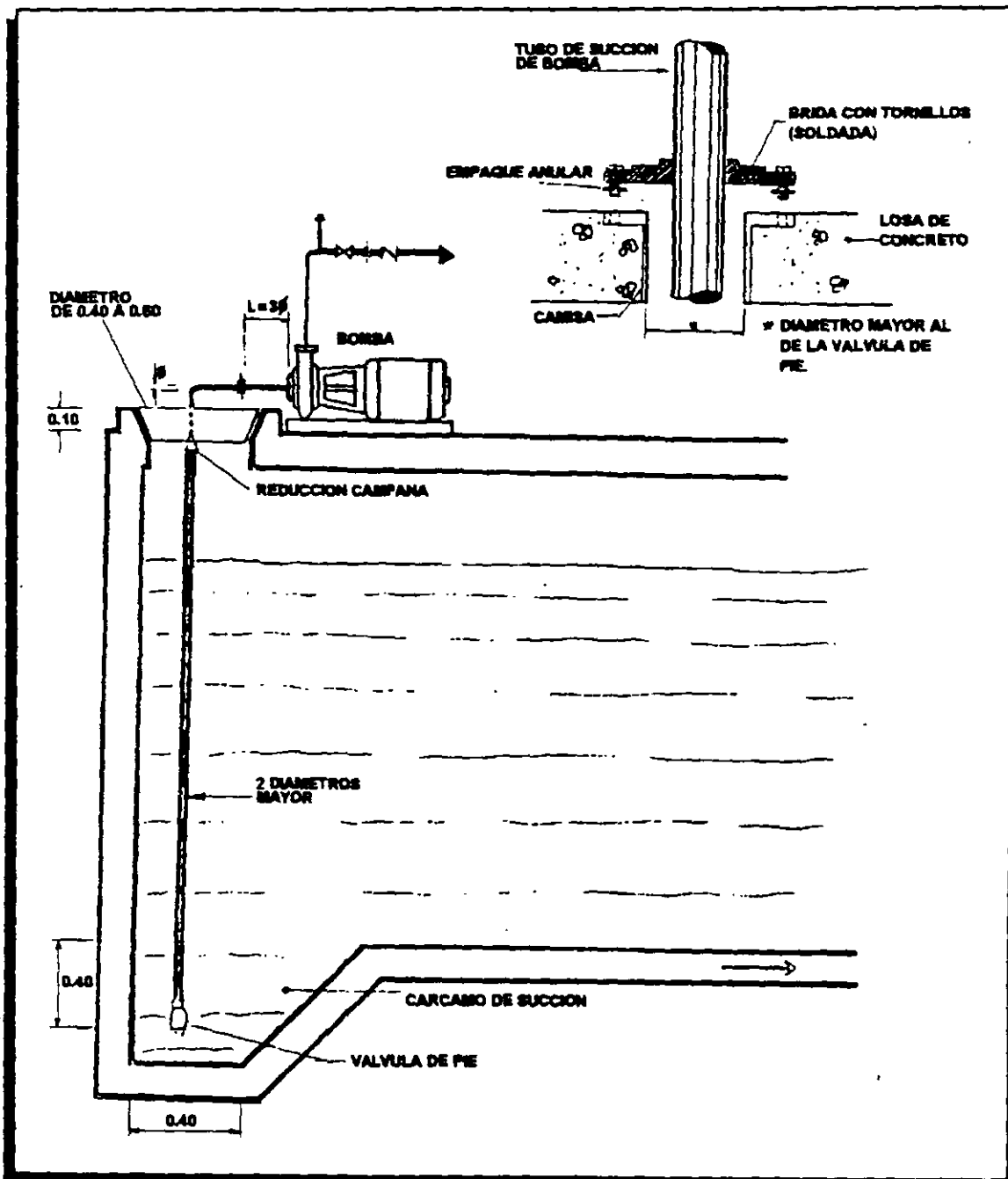
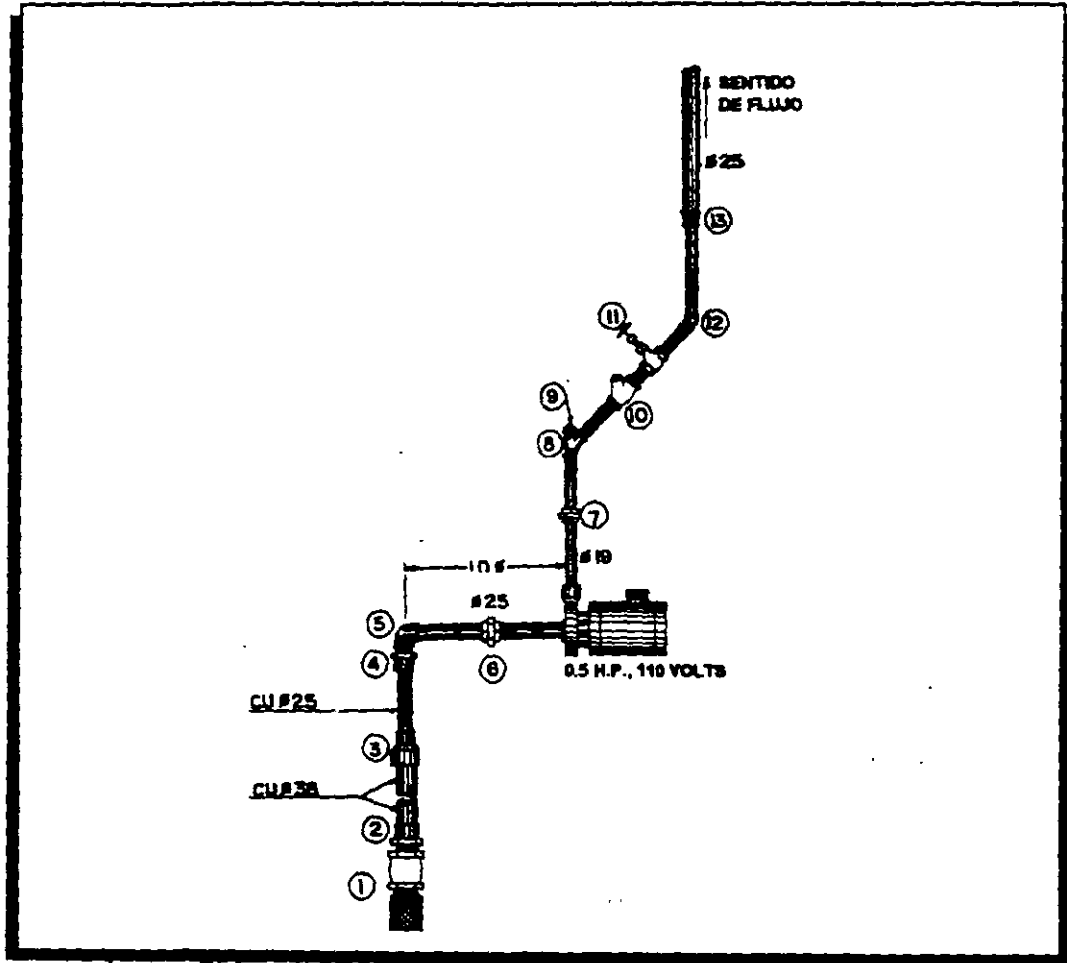


Figura 8.11. Instalación del equipo de bombeo en una cisterna.



- 1 Pichanca check D 38 mm
- 2 Conector de cobre cuerda exterior D 38
- 3 Reducción campana de cobre D 38 x 25 mm
- 4 Conector de cobre cuerda exterior D 25 mm
- 5 Codo galv. D 25 x 90°
- 6 Tuerca unión galv. D 25 mm
- 7 Tuerca unión galv. D 19 mm
- 8 Yee galv. D 19 mm
- 9 Tapón macho galv. D 19 mm
- 10 Válvula check columpio D 19 mm
- 11 Válvula compuerta roscada D 19 mm
- 12 Codo galv. D 19 x 45°
- 13 Reducción campana galv. D 25 x 19 mm

Figura 8.12. Esquema de la instalación de un equipo de bombeo.

APENDICE C

GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
1	0.10	No hay	55	1.94	2.26	205	4.25	5.70
2	0.15	No hay	60	2.08	2.47	210	4.39	5.74
3	0.20	No hay	65	2.18	2.57	215	4.34	5.80
4	0.25	No hay	70	2.27	2.64	220	4.39	5.84
5	0.28	1.51	75	2.34	2.78	225	4.48	5.98
6	0.42	1.54	80	2.40	2.91	230	4.48	6.00
7	0.44	1.61	85	2.48	4.00	235	4.80	6.10
8	0.49	1.67	90	2.57	4.10	240	4.84	6.20
9	0.53	1.71	95	2.68	4.20	245	4.99	6.31
10	0.57	1.77	100	2.75	4.29	250	4.64	6.37
12	0.63	1.84	105	2.88	4.34	255	4.71	6.45
14	0.70	1.95	110	2.97	4.42	260	4.75	6.48
16	0.76	2.03	115	3.04	4.52	265	4.86	6.54
18	0.83	2.12	120	3.15	4.61	270	4.93	6.60
20	0.89	2.21	125	3.22	4.71	275	5.00	6.64
22	0.75	2.29	130	3.28	4.80	280	5.07	6.71
24	1.04	2.34	135	3.28	4.84	285	5.15	6.76
26	1.11	2.44	140	3.41	4.92	290	5.22	6.82
28	1.19	2.51	145	3.48	5.02	295	5.29	6.89
30	1.26	2.59	150	3.54	5.11	300	5.34	6.94
32	1.31	2.68	155	3.60	5.18	305	5.41	7.03
34	1.34	2.71	160	3.64	5.24	310	5.46	7.02
36	1.42	2.78	165	3.73	5.30	315	5.52	7.02
38	1.44	2.84	170	3.79	5.34	320	6.37	7.71
40	1.52	2.90	175	3.85	5.41	400	6.42	7.90
42	1.58	2.94	180	3.91	5.42	420	6.87	8.09
44	1.63	3.08	185	3.98	5.55	440	7.11	8.25
46	1.69	3.09	190	4.04	5.58	460	7.24	8.47
48	1.74	3.14	195	4.10	5.60	480	7.40	8.64
50	1.80	3.22	200	4.15	5.63	500	7.25	8.55

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

**GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
830	8.08	9.08	1300	18.80	18.80	2800	26.10	26.10
840	8.22	9.20	1380	18.90	18.90	2850	26.40	26.40
850	8.35	9.37	1400	18.90	18.90	2900	26.70	26.70
860	8.49	9.55	1480	18.60	18.60	2950	27.00	27.00
870	8.62	9.72	1500	17.00	17.00	3000	27.30	27.30
880	8.74	9.89	1580	17.40	17.40	3050	27.60	27.60
890	8.86	10.06	1600	17.70	17.70	3100	28.00	28.00
900	8.97	10.22	1680	18.10	18.10	3150	28.30	28.30
910	9.08	10.38	1700	18.30	18.30	3200	28.70	28.70
920	9.19	10.54	1780	18.90	18.90	3250	29.00	29.00
930	9.29	10.74	1800	19.30	19.30	3300	29.30	29.30
940	9.38	10.92	1880	19.60	19.60	3350	29.60	29.60
950	9.47	11.11	1900	19.90	19.90	3400	30.00	30.00
960	9.56	11.31	1980	20.10	20.10	3450	30.40	30.40
970	9.64	11.50	2000	20.40	20.40	3500	30.90	30.90
980	9.72	11.68	2080	20.80	20.80	3550	31.30	31.30
990	9.79	11.87	2100	21.30	21.30	3600	31.60	31.60
1000	9.86	12.06	2180	21.60	21.60	3650	31.90	31.90
1010	9.93	12.24	2200	21.90	21.90	3700	32.30	32.30
1020	10.00	12.43	2280	22.30	22.30	3750	32.60	32.60
1030	10.07	12.61	2300	22.60	22.60	3800	32.90	32.90
1040	10.14	12.80	2380	23.00	23.00	3850	33.30	33.30
1050	10.21	12.98	2400	23.40	23.40	3900	33.60	33.60
1060	10.28	13.17	2480	23.70	23.70	3950	33.90	33.90
1070	10.35	13.35	2500	24.00	24.00	4000	34.30	34.30
1080	10.42	13.54	2580	24.40	24.40	4050	34.60	34.60
1090	10.49	13.72	2600	24.70	24.70	4100	34.90	34.90
1100	10.56	13.91	2680	25.10	25.10	4150	35.30	35.30
1110	10.63	14.09	2700	25.50	25.50	4200	43.80	43.80
1120	10.70	14.28	2780	25.90	25.90	4250	44.30	44.30

**GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
6000	49.00	49.00	11000	90.90	90.90	16000	109.90	109.90
6500	52.60	52.60	11500	93.90	93.90	16500	112.90	112.90
7000	56.00	56.00	12000	96.90	96.90	17000	115.90	115.90
7500	59.00	59.00	12500	99.90	99.90	17500	118.90	118.90
8000	62.00	62.00	13000	92.90	92.90	18000	121.90	121.90
8500	65.90	65.90	13500	95.90	95.90	18500	124.90	124.90
9000	68.90	68.90	14000	98.90	98.90	19000	127.90	127.90
9500	71.90	71.90	14500	101.90	101.90	19500	130.90	130.90
10000	74.40	74.40	15000	104.90	104.90	20000	132.90	132.90
10500	77.90	77.90	15500	107.90	107.90	20500	135.00	135.00



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA-008 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

DEL 15 AL 19 DE MARZO

TEMA SERVICIOS DE MANTENIMIENTO A LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

**EXPOSITOR: DR. OSCAR FUENTES MARILES
PALACIO DE MINERÍA
MARZO DEL 2004**

SERVICIOS DE MANTENIMIENTO A LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

Toda planificación que se realice con la finalidad de mejorar los resultados de los mantenimientos preventivos y correctivos en un hospital deberá clasificar los diferentes servicios que proporciona un departamento de mantenimiento tanto a Equipos, Instalaciones y Mobiliario. Una clasificación que a sido puesta en práctica en algunos hospitales es la que considera que existen: servicios primarios servicios secundarios y servicios terciarios. En los servicios primarios se encuentran los que se considerarán indispensables para el correcto funcionamiento general del hospital y la falta de alguno de ellos puede poner en peligro la salud e incluso la vida de los pacientes hospitalizados, estos servicios son proporcionados por el departamento de mantenimiento a los diferentes equipos e instalaciones y su operación está a cargo de personal técnico especializado; estos servicios dada su importancia refleja generalmente la eficiencia del mantenimiento y conservación de las instalaciones.

Dentro de este rango se encuentran entre otras las instalaciones de Agua Potable; su suministro y evacuación.

EQUIPO HIDRONEUMATICO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO DE AGUA A PRESION

El cálculo del gasto de un sistema hidroneumático, requiere de sistemas empíricos. Hay varios, tales como el Alemán, el Británico o el Dawson, sin embargo, el más aceptable es el "Sistema de Hunter", que asigna a cada tipo de mueble sanitario un valor en "Unidad de Mueble", y el determina el gasto máximo en base al número de muebles que funcionan simultáneamente

Muy variados y diversos estudios se han llevado a cabo en los Estados Unidos de Norte América y comprobados en México, han demostrado que ciertos factores, tales como la : localización geográfica y las condiciones socio-económicas entre otras, pueden modificar este gasto obtenido por el sistema de Hunter.

Para el cálculo de la presión mínima a que debe operar el sistema hidroneumático, existen ciertos requisitos.

Como son los siguientes :

- Altura en metros del fondo de la cisterna a la bomba.
- Altura en metros de la bomba al mueble más alto.
- Presión, expresada en metros de columna de agua que se desea en el último mueble.
- Pérdidas por fricción en metros basada en la longitud total de tubería, desde el equipo al mueble más lejano.

El resultado de esta suma es la "Carga Manométrica", o sea, la carga mínima a que debe operar el sistema.

Agregando a esta carga mínima el diferencial de presión se obtiene la "carga máxima" a que debe operar el sistema.

Este diferencial de presión es del orden de 14 m. de columna de agua (1.4 Kg / cm²)

Las siguientes partes constituyen el Equipo Hidroneumático :

- a) Válvula de pie o válvula de check para la succión.
- b) Bomba o bombas con sus correspondientes motores eléctricos (mínimo dos).
- c) Tanque hidroneumático (puede ser vertical u horizontal).
- d) Compresor o cargador de Aire.
- e) Controles automáticos para la operación de las bombas
- f) Control automático para la operación del compresor o cargador de aire
- g) Accesorios.
- h) Tablero de control eléctrico

1 - ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

FUENTES DE ABASTECIMIENTO

a) Agua de LLuvia

Antes de que se contaminen por el contacto con las azoteas o con el suelo, el agua pluvial es de la mas pura agua natural o cruda de que se dispone. Aunque el agua de lluvia no se usa generalmente para asegurar el suministro total, en algunos lugares generalmente rurales, constituye la mayor cantidad utilizable; estando exenta de minerales, es una agua blanda que se puede utilizar para lavar, para consumo humano, para usos industriales y en consecuencia, es almacenada para tales fines.

b) Rios y Lagos

Si su caudal no es demasiado variable según la estación húmeda o seca, se facilita para el suministro de agua en cuanto a cantidad, pero no en calidad, por tratarse de agua superficial y que está fácilmente expuesta a la contaminación y por lo tanto no puede ser empleada como agua potable, sin aplicar antes un adecuado método de purificación.

c) Manantiales

Estos pueden provenir de aguas superficiales o de aguas profundas que estan expuestas a frecuentes contaminaciones de materias organicas.

Antes de decidirse por el empleo de estas aguas, deben de hacerse los análisis físico, químicos y bacteriologicos correspondientes.

d) Pozos

Cuando son poco profundos, el agua está a un nivel muy cerca de la superficie del suelo, por lo que el caudal depende mucho de la frecuencia de las lluvias y estan expuestas a contaminaciones bacteriológicas.

Cuando son de tipo profundo, el agua proviene de manantiales subterrneos, es clara y fria; generalmente libre de matena organica pero con cierta dureza. Esta es una de las fuentes de abastecimiento mas usadas actualmente, ya que normalmente solo requiere cloracion. La perforacion de pozos requiere de la autorizacion de las autoridades correspondientes.

a) Válvula de Pie

Esta consiste en una válvula de check de operación vertical y una coladera. Esta válvula también suele llamarse "pichancha". Sirve para mantener la bomba y la tubería de succión llenas de agua, se utiliza cuando la bomba está instalada arriba del nivel del agua. Es una de las piezas más delicadas del sistema, por lo tanto, debe ponerse especial interés a su selección.

Además debe de estar instalada en forma accesible, para su mejor servicio y funcionamiento.

b) Bomba

La bomba centrífuga es el tipo de bomba más aceptado para equipos hidroneumáticos, ya que su diseño permite que su presión máxima o de cierre, no sea más grande que la " Presión Máxima " del sistema hidroneumático.

Para estos sistemas no son recomendables las bombas generativas, tipo turbina y las bombas de turbina de pozo profundo, ya que su presión máxima, puede ser mucho mayor de la " Presión Máxima " del sistema y aún mayor que la presión de diseño del tanque hidroneumático y de la tubería, por lo tanto, resulta peligroso

Para los sistemas hidroneumáticos las bombas centrífugas deben ser del tipo de curva llamada " Parada ", para que puedan suministrar el 100 % del gasto a la carga mínima de diseño, además operar a la carga máxima suministrando un gasto menor que se calcula podrá ser alrededor del 25 % del gasto de diseño.

Seleccionada la bomba, se debe tener en cuenta lo siguiente :
Debe tener una presión de cierre no mucho mayor que la presión máxima del sistema y además no debe de operar fuera de los límites de turbulencia o de cavitación de la curva de la bomba.

La capacidad del motor eléctrico debe ser de acuerdo con la potencia al freno requerida. En caso de duda, se harán pruebas comprobatorias.

c) Tanque Hidroneumático

Este puede ser vertical u horizontal. Sistemas anticuados recomiendan el uso de 66 % de contenido de agua y 33 % de volumen de aire comprimido

Se ha determinado ya desde 1946, que el volumen de agua, nunca podrá exceder del 50 %, pudiendose reducir hasta el 40 % sin bajar más allá del 35 %, o sea que el volumen de aire comprimido puede ser del 50 % o mayor sin pasar del 65 %, dependiendo de la cantidad de agua que se pueda extraer entre presión máxima y la presión mínima o de arranque de la bomba y debiendo quedar un sello de agua en el fondo del tanque no menor de 20 %.

La capacidad del tanque está basada en la " Demanda Máxima Instantánea " del sistema en tal forma que la cantidad de agua que se pueda extraer del tanque sea entre las presiones máximas y mínimas, y que correspondan a :

15 ciclos por hora : 2 minutos de extracción

10 ciclos por hora : 3 minutos de extracción

6 ciclos por hora : 5 minutos de extracción

Se seleccionan los ciclos por hora que se deseen y conociendo el " Gasto Máximo Instantáneo " del sistema, con la tabla anterior se determina el %, de agua extraído y así la capacidad total del tanque. Esto puede comprobarse con la ley de Boyle Mariotte $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$

(NOTA) Se mide la capacidad total del tanque desde su punto superior, hasta el punto más alto de extracción de agua.

El espesor de la lamina o placa en milímetros de que deberá ser construido el tanque, puede calcularse utilizando la siguiente fórmula.

$$\frac{p \times p_i}{F \times E \cdot 6p} = e$$

En donde: P = Presión máxima de operación en Kg / cm²
Ri = Radio interior en milímetros
F = 962.5 resistencia a la tensión de la placa en Kg / cm²
E = Eficiencia de la soldadura (85 %)
e = Espesor de la placa en milímetros.

El espesor resultante se le agregará 2.46 mm (1 / 16) en el caso de que las aguas sean corrosivas o que necesite una seguridad especial

d) Cargador de Aire

En sistemas hidroneumáticos domésticos, con tamaños hasta de 200 lts. de capacidad y trabajando a presiones bajas, se pueden utilizar los cargadores de aire comerciales, que inyectan aire en forma de burbujas disueltas en el agua.

El sistema clásico para inyectar aire comprimido a los tanques hidroneumáticos, es la compresora de aire.

e) Controles Hidroneumáticos

Estos sistemas hidroneumáticos equipados con compresoras, requieren controles complicados que operan las bombas y las compresoras de acuerdo con la presión y el nivel del agua del tanque hidroneumático, y su conservación, requieren la atención de un técnico.

Los sistemas hidroneumáticos equipados con cargadores de aire, utilizan controles de presión sencillos y económicos, fabricados por diferentes firmas en México y que requieren un mínimo de conservación.

f) Accesorios

- 1) Un manómetro de presión de diámetro adecuado para su fácil lectura y de capacidad adecuada para que el 50% de su presión, corresponda también al 50% de la presión de operación del sistema.
- 2) Una Válvula de alivio calibrada a una presión inferior a la presión de trabajo del tanque
- 3) Un vidrio de nivel para observar los volúmenes de agua y aire del tanque.
- 4) También se recomienda, para evitar el golpeo en las válvulas de cheque, el uso de las válvulas de cheque de cierre amortiguado para prevenir el golpe del ariete. (doble check).

El mejor amortiguador de golpe de ariete en un equipo hidroneumático es el propio tanque de presión, por lo tanto la tubera de descarga debe conectarse a dicho tanque, antes de que la onda de presión llegue a los checks de las bombas

g) Tablero Eléctrico

Este puede ser, ya sea abierto o cerrado, pero debe de contener todos los interruptores, arrancadores, alternadores, contactores y demás controles en orden, debidamente alambreadas e interconectadas, además de un diagrama eléctrico que facilite su instalación y operación.

Debe tener lo siguiente :

- 1) Un interruptor general, ya sea de fusible o termomagnético y uno particular para cada uno de los motores eléctricos.
- 2) Un arrancador magnético para la operación y protección del sistema de control
- 3) Un control de nivel que desconecta los arrancadores de los motores al faltar agua en la cisterna
- 4) En el caso de equipos duplex, se recomienda el uso de un alternador eléctrico automático.
- 5) Un control de fallas de fase con protección para desconectar el equipo si fallara una fase o cualquiera de las tres, es recomendable también que tenga alarma visual y auditiva

2 - TIPOS DE ALMACENAMIENTO

2.1 Tinacos

Se tiene necesidad del uso de TINACOS, cuando se utiliza el sistema por gravedad y generalmente se seleccionan cuando el abastecimiento de la red municipal o del conjunto, es intermitente y con variaciones de presión.

Como se mencionó anteriormente, es indispensable el estudio de su localización dentro del edificio.

Dada la importancia de su espacio y forma dentro de la construcción, se agrega una tabla con las dimensiones y formas en que se encuentran en el mercado.

Además de los tinacos prefabricados de asbesto, éstos se pueden sustituir por tanques de almacenamiento colados en obra e integrados a la construcción.

2.2 Tanque elevado de regularización y cisterna de almacenamiento.

El sistema seguirá siendo por gravedad, pero se deriva del anterior cuando la presión de la fuente de abastecimiento no es suficiente para alimentar directamente el tanque elevado

En este caso se requiere de un almacenamiento inferior que contiene el agua necesaria para el consumo del edificio y del cual se eleva por medio de bombas al tanque elevado de regularización.

Se usa este tipo de almacenamiento en edificios de más de 3 niveles y la cisterna deberá ser de una capacidad de $\frac{2}{3}$ del consumo diario y la capacidad del tanque elevado se estima en $\frac{1}{3}$ ó $\frac{1}{4}$ del consumo diario.

Se recomienda instalar un equipo duplex de bombeo o sea 2 bombas en previsión de la falla de una de ellas o para cubrir los exesos de demanda diaria, es también importante que las bombas se instalen con un control "Alternador simultaneador" para permitir que las bombas se alternen después de cada ciclo de operación y que en algún momento puedan trabajar simultáneamente en ocasiones de demanda máxima.

Hay que tener en cuenta el espacio para ubicar los equipos de bombeo, en lugares ventilados y registrables para lograr un mejor mantenimiento y supervisión, los cuales deberán estar perfectamente ubicados en los planos de proyecto y facilitar así la localización de las preparaciones eléctricas necesarias para su correcta instalación.

2.3 Cisternas

Son almacenamientos de agua en la parte inferior del edificio y que pueden ubicarse dentro o fuera de él.

Conocido el Consumo Diario, se calcula la capacidad de la cisterna, la cual debe ser suficiente para abastecer el edificio con un mínimo de 2/3 del consumo diario. Se recomienda almacenar un día de consumo diario del edificio, en lugares con tiempos de suministro muy cortos e irregulares de la red municipal de agua potable será necesario almacenar 2 días de consumo diario. En localidades en donde no existe red municipal se diseñaran cisternas para un consumo de 8 días como mínimo.

A esta capacidad hay que agregar en caso de requerirse sistema de servicio de protección contra incendio, una reserva exclusiva para este servicio de :

8,000 l. Para cubrir un siniestro durante 30 mins.

36,000 l. Para cubrir un siniestro durante 2 horas o mayor en caso de solicitarlo la Compañía Aseguradora

Las cisternas pueden construirse de 1, 2 o más celdas dependiendo del volumen que se requiera almacenar.

Las cisternas deben cumplir desde el punto de vista sanitario y constructivo, con una serie de requerimientos entre los que se pueden mencionar los siguientes :

- a) Tener un cárcamo de succión.
- b) Tubos ventiladores que permitan una adecuada ventilación.
- c) Registro (s) con escalera marina que permitan el acceso de una persona y que en su parte superior tengan una tapa metálica envolvente a 15 cms. arriba del nivel de piso terminado
- d) Muros impermeabilizados, para evitar filtraciones
- e) Una pendiente mínima del 0.5 % en el fondo hacia el cárcamo de succión.
- f) Estar localizada a 3.00 m del albañal de desagüe más próximo y a 1.00 de separación de la colindancia.

3.- DOTACION DE AGUA POTABLE

Se llama dotación diaria a la cantidad de agua generalmente expresada en litros/habitante/día, que se asigna a cada uno de los diferentes tipos de edificios; estas dotaciones dependen de muchos factores como son: Facilidades sanitarias, normas de vida, localización, número de habitantes, tipo de edificio y la condición socio-económica de las personas.

3.1 Dotación para los Diferentes Tipos de Edificios

En función del número de habitantes y de los factores anteriormente mencionados, pueden considerarse los siguientes datos:

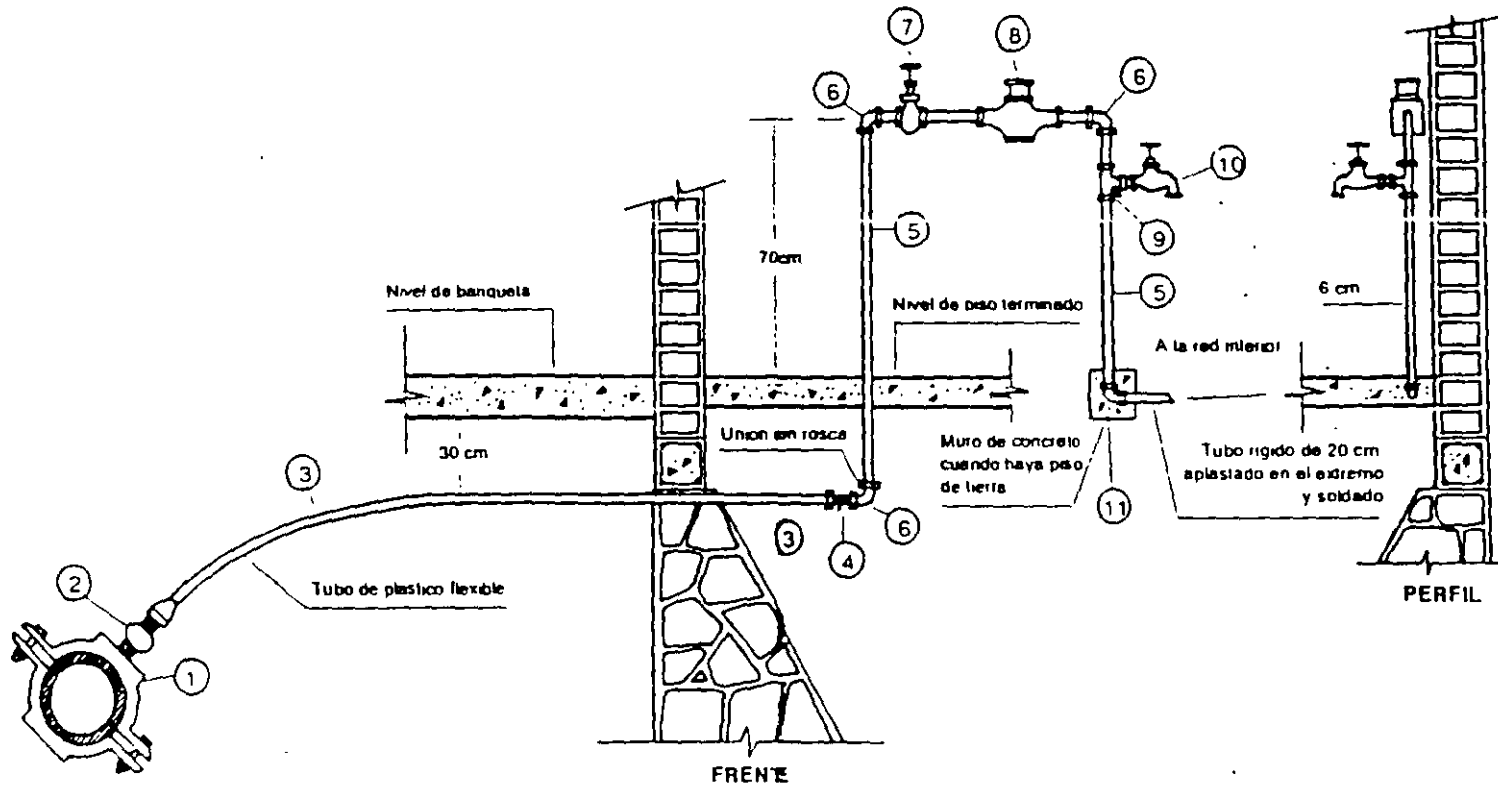
	DOTACION DIARIA
Vivienda Tipo Popular	150 l/hab./día
Vivienda de Interés Social	200 l/hab./día
Vivienda tipo Residencial y Departamental	250-500 l/hab./día
Edificio de Oficinas	70 l/hab./día 10 l/m ² .
Hoteles	500 l/huesped/día
Cines	2 l/espect.-función
Fabrics (sin consumo industrial)	100 l/obrero/día
Baños Públicos	500 l/bañista/día
Escuelas	60-100 l/alumno/día
Restaurantes	15-30 l/comensal/día
Lavanderias	40 l/Kg. de ropa seca
Hospitales	500-1000 l/cama/día
Riego de Jardines:	5 l/m ²

**CONSUMOS DE AGUA CALIENTE
(LITROS POR HORA)**

MUEBLES	DEPARTAMENTOS	CLUB	GIMNASIO	HOSPITAL	HOTEL	PLANTA INDUSTRIAL	OFICINAS	RESIDENCIALES	ESCUELAS
LAVABO (privado)	8	8	8	8	8	8	8	8	8
LAVABO (público)	16	24	30	24	30	45	24	-	60
TINA DE BANO	80	80	120	80	80	120	-	80	-
REGADERA	300	570	850	300	300	850	-	300	850
LAVAPLATOS	60	200-600	-	200 - 600	200 - 800	80 - 400	-	60	80 - 400
LAVAPIES	12	12	45	12	12	45	-	12	12
FREGADERO (de cocina)	40	80	-	80	80	80	-	40	40
LAVADERO	80	110	-	110	110	-	-	80	-
VERTEDERO (enf.)	-	-	-	80	-	-	-	-	-
VERTEDERO (lab.)	-	-	-	40	-	-	-	-	-
FACTOR DE DEMANDA	0.30	0.30	0.40	0.25	0.25	0.40	0.30	0.30	0.40
FACTOR DE ALMACENAMIENTO	1.25	0.90	1.00	1.00	0.80	1.00	2.00	0.70	1.00

M2 ALER PARA TOMA DE 13 mm.

- 1 Abrazadera para llave de insercion para tubo de A C
- 2 Adaptador de insercion de nylon o de polipropileno con abrazadera de acero inoxidable - 1 pza
- 3 tubo de plastico flexible de polietileno de alta densidad clase 10 - 1 a 11 metros.
- 4 Transicion o adaptador con rosca macho de nylon o de polipropileno, con abrazadera de acero inoxidable - 1 pieza
- 5 Tubo de fierro galvanizado - 2 pzas
- 6 Codo de 90 de fierro galvanizado - 4 pzas
- 7 Llave de globo de bronce, rosca hembra - 1 pza
- 8 Medidor de 15 mm para conexiones de 13 mm - pza
- 9 Te de fierro galvanizado - 1 pza
- 10 Llave de manquera de bronce - 1 pza.
- 11 Tapon macho empleando un niple de fo galvanizado aplastado en el extremo y soldado - 1 pza.



NOTAS IMPORTANTES

- 1 Si no se pone medidor se colocara un niple de fo galvanizado de igual tamaño al medidor y una tuerca de union universal
- 2 Las abrazaderas de insercion unicamente se utilizan en las tuberias de A C hasta 1" de diámetro
- 3 La profundidad minima de la tuberia en la calle sera de 40 cm

DETALLE TIPICO
DE TOMA DOMICILIARIA

**EQUIVALENCIAS DE LOS MUEBLES EN
UNIDADES DE GASTO (U.M.)**

Diametro Propio (mm.)	Mueble	Servicio	Control	U.M.
25 ó 32 mm	Excusado	público	Válvula	10
13	Excusado	público	Tanque	5
13	Fregadero	hotel rest	Llave	4
13	Lavabo	público	Llave	2
19 o 25	Mingitorio pared	público	Válvula	5
13	Mingitorio pared	público	Tanque	3
13	Regadera	público	Mezcladora	4
13	Tina	público	Llave	4
13	Vertedero	oficina etc	Llave	3
25	Excusado	privado	Válvula	6
13	Excusado	privado	Tanque	3
13	Fregadero	privado	Llave	2
-	Grupo baño	privado	Exc valv	6
-	Grupo baño	privado	Exc tanque	6
13	Lavabo	privado	Llave	1
13	Lavadero	privado	Llave	3
13	Regadera	privado	Mezcladora	2
13	Tina	privado	Mezcladora	2

6.4 Velocidades Mínimas y Máximas

La velocidad es una de las condiciones importantes para conducción y cálculo de las tuberías de agua y se recomienda para el correcto funcionamiento de los accesorios y muebles sanitarios velocidades de 0.60 m/seg como mínima y 3.00m/seg. como velocidad máxima para evitar ruidos extraños en las tuberías y evitar que las pérdidas por fricción aumenten al tener velocidades muy altas dentro de las tuberías.

6.5 Tipos de Tuberías

Para la conducción del agua potable en el interior de los edificios, se tiene en el mercado tubería de cobre (tipo "M"), fierro galvanizado (cédula 40) y tubería de plástico (P.V.C.), debiéndose seleccionar el material adecuado para cada uso específico de las instalaciones; así por ejemplo para ramaleos exteriores se puede utilizar fierro galvanizado y tubería de cobre para todo el ramaleo interior y tubería de P.V.C. para riego.

Al analizar en nomograma de Hunter, se han hecho dos tablas para el cálculo de los diámetros de las tuberías.

**Gastos Probables en Litros por Segundo en Función del Número de Unidades Mueble
Método de " Hunter "**

Número Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
1	0.10		80	2.40	3.91	255	4.71	6.43
2	0.15		85	2.48	4.00	260	4.78	6.48
3	0.20	No hay	90	2.57	4.10	265	4.86	6.54
4	0.26	No hay	95	2.68	4.20	270	4.93	6.60
5	0.38	1.51	100	2.78	4.29	275	5.00	6.66
6	0.42	1.56	105	2.88	4.36	280	5.07	6.71
7	0.46	1.61	110	2.97	4.42	285	5.15	6.76
8	0.49	1.67	115	3.06	4.52	290	5.22	6.83
9	0.53	1.71	120	3.15	4.61	295	5.29	6.89
10	0.57	1.77	125	3.22	4.71	300	5.36	6.94
12	0.63	1.86	130	3.28	4.80	320	5.61	7.13
14	0.70	1.95	135	3.35	4.86	340	5.86	7.32
16	0.78	2.03	140	3.41	4.92	360	6.12	7.52
18	0.83	2.12	145	3.48	5.02	380	6.37	7.71
20	0.89	2.21	150	3.54	5.11	400	6.62	7.90
22	0.96	2.29	155	3.60	5.18	420	6.87	8.09
24	1.04	2.36	160	3.66	5.24	440	7.11	8.28
26	1.11	2.44	165	3.73	5.30	460	7.36	8.17
28	1.19	2.51	170	3.79	5.36	480	7.60	8.66
30	1.26	2.59	175	3.85	5.41	500	7.85	8.85
32	1.31	2.65	180	3.91	5.42	520	8.08	9.02
34	1.36	2.71	185	3.98	5.55	540	8.32	9.20
36	1.42	2.78	190	4.04	5.58	560	8.55	9.37
38	1.46	2.84	195	4.10	5.60	580	8.79	9.55
40	1.52	2.90	200	4.15	5.63	600	9.02	9.72
42	1.58	2.96	205	4.23	5.70	620	9.24	9.89
44	1.63	3.03	210	4.29	5.76	640	9.46	10.05
46	1.69	3.09	215	4.34	5.80	680	9.88	10.38
48	1.74	3.16	220	4.39	5.84	700	10.10	10.55
50	1.80	3.22	225	4.42	5.92	720	10.32	10.74
55	1.94	3.35	230	4.45	6.00	740	10.54	10.93
60	2.08	3.47	235	4.50	6.10	760	10.76	11.12
65	2.18	3.57	240	4.54	6.20	780	10.98	11.31
70	2.27	3.66	245	4.59	6.31	800	11.20	11.50
75	2.34	3.78	250	4.64	6.37	820	11.40	11.68

7 - DESAGUES PLUVIALES

7.1 Intensidad de Lluvia

Para el cálculo de las tuberías que conducirán aguas pluviales intervienen una serie de factores, por lo que es necesario normar el criterio para proyectar razonablemente los desagües pluviales y evitar así la posibilidad de inundaciones dentro de las construcciones.

Los daños y molestias ocasionadas por las aguas de lluvia incorrectamente analizadas, todavía se presentan con cierta frecuencia y esto se debe a que en muchos casos se siguen reglas tradicionales para distribuir y dimensionar las bajadas de agua pluvial.

El punto de partida para el diseño de la conducción del agua pluvial es la intensidad de la lluvia, o sea la cantidad de agua que cae en la unidad de tiempo, generalmente expresada en cm./hora ó mm./hora.

Por lo que se refiere a la intensidad de los aguaceros, se ha demostrado que los primeros cinco minutos de precipitación son los de mayor intensidad; siempre hay que tomar como base el promedio de las intensidades máximas anuales de los aguaceros de 5 minutos de la localidad en estudio.

En la Cd. de México, en un periodo de 49 años, la precipitación pluvial de 5 minutos, fue rebasada en 12 años y la de 200 mm./hora en 5 años.

De la observación anterior, se deduce que para la Cd. de México, D.F., debe de proyectarse con intensidad no inferior a 100 mm./hora, ni mayor de 150 mm./hora.

Se hace la aclaración que no es de importancia sobrepasar este límite, si se toma en cuenta que el cálculo de los conductos verticales se hace para manejar un gasto equivalente a un 1/4 de tubo lleno, en consecuencia se deduce en una precipitación mayor, no se ve afectada su capacidad.

Cuando nos encontramos con un céspol en la parte interior de una bajada pluvial, no debe conectarse otra descarga pluvial intermedia, por que en caso de precipitación ésta no podrá descargar al tratar de salir por ella el aire comprimido en la bajada.

Los albañales de aguas pluviales pueden funcionar a tubo lleno, pero hay que tener mucho cuidado que las pérdidas de fricción no sean tan fuertes, que la pendiente hidráulica sea tal que pueda hacer subir el agua dentro de la columna y provoque un aumento de presión dentro del albañal y que en muchos casos puede aflorar por los registros, levantando la tapa de estos.

La capacidad de los albañales con 1% de pendiente aparecen en la tabla anexa.

CALCULO DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES

diámetro (mm.)	para i = 100 mm/h	para i = 150 mm/h	Q = 1/seg (1/4 cap.)
50 mm.	38 m ²	25 m ²	1.049 1/seg.
75 mm.	111 m ²	74 m ²	3.093 1/seg.
100 mm.	240 m ²	160 m ²	6.662 1/seg.
150 mm.	707 m ²	471 m ²	19.64 1/seg.

ALBAÑALES

diámetro	Q = 1/seg s = 1 % pend	para i = 100 mm / h	para i = 150 mm / h
100 mm.	4.47 1/seg	161 m ²	107 m ²
150 mm.	13.19 1/seg	475 m ²	317 m ²
200 mm.	23.425 1/seg	1023 m ²	628 m ²
250 mm.	51.539 1/seg	1855 m ²	1237 m ²
300 mm.	83.808 1/seg	3017 m ²	2011 m ²

Para otras pendientes expresadas en por ciento, la velocidad, el gasto y las superficies desaguadas, se obtienen multiplicando, los valores de la tabla por la raíz cuadrada de la pendiente en por ciento (ver tabla anexa)

Es de importancia notar que aunque los conductos verticales de aguas negras no deben combinarse con las aguas pluviales, los albañales si pueden llevar juntos los dos servicios.

Una observación de importancia es que en la superficie de terrazas de los grandes edificios, hay que tener en cuenta los escurrimientos ocasionados por la lluvia sobre las fachadas de la construcción, dado que en muchos casos la fuerza del viento hace que la lluvia caiga sobre ellas con ángulos de 30, 45 y hasta 60 por lo que las bajadas pluviales de las terrazas recibirán un incremento de mucha consideración, que de no ser previsto, provocará serios problemas.

Para una lluvia con inclinación de 30 se toma como área de captación el 50% de la superficie de la fachada (sen = 0.5), en tanto que para 45 y 60 respecto a la vertical, se tomará 70.7 % y 86.6 % respectivamente.

7.2 Formula de Manning

En el dimensionamiento de los conductos circulares es importante considerar la velocidad con la que el agua circula dentro de las tuberías y en una de las fórmulas empleadas para determinar la velocidad es la de Manning, la cual se expresa así.

$$V = \frac{1.49 R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

En donde:

- n = Coeficiente de rugosidad de la tubería
- R = Radio hidráulico
- S = Pendiente hidráulica

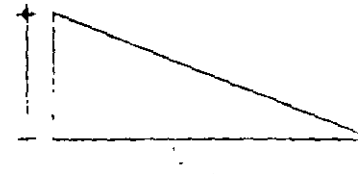
7.3 Pendiente Hidráulica

Se denomina pendiente hidráulica al cociente que resulta de dividir una diferencia de nivel (hf) entre una longitud dada

$$S = \frac{hf}{L}$$

si $L = 10 \text{ m.}$
 $hf = 10 \text{ cm.}$

Ejemplo:



$$s = \frac{0.10}{10}$$

$$s = 0.01$$

$$s = 1 \%$$

7.4 Radio Hidráulico

Para obtener el radio hidráulico bastará en dividir el área de paso del líquido entre el perímetro de contacto.

$$R = \frac{a}{p}$$

7.5 Tablas de Cálculo (se anexan)

Las bajadas pluviales se calculan en función de una intensidad de lluvia y de una área que reciben y generalmente no deben de quedar a más de 20 m. de separación para evitar grandes rellenos en las azoteas; las pendientes recomendables para garantizar un correcto escurrimiento en los techos es de 1.5 % como mínimo y 2 % como máximo, para evitar grandes zonas de rellenos

7.6 La Azotea, Sus Rellenos, Pendientes, Etc.

Las bajadas pluviales se calculan en función de una intensidad de lluvia y de una área que reciben y que generalmente no deben de quedar a más de 20 m. de separación para evitar grandes rellenos en las azoteas, las pendientes recomendables para garantizar un correcto escurrimiento en los techos es de 1.5 % como mínimo y 2 % como máximo, para evitar grandes

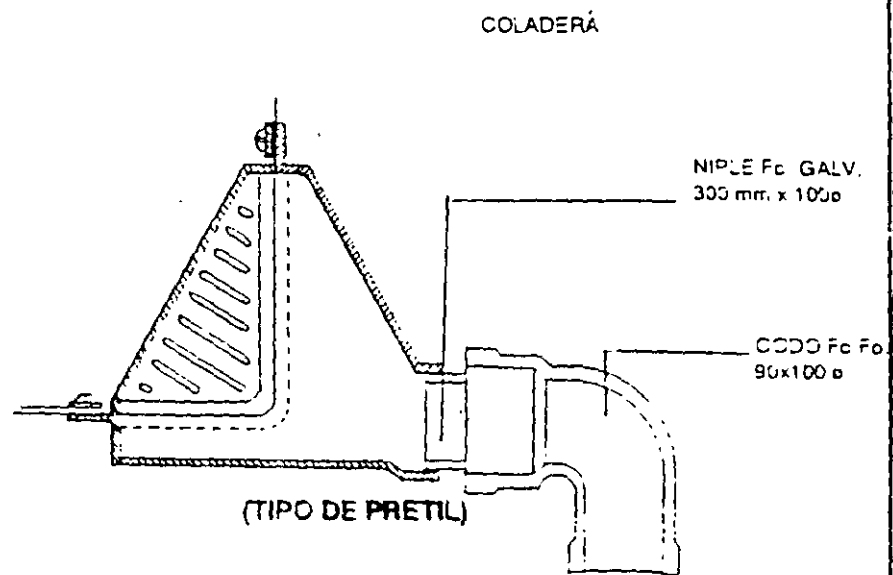
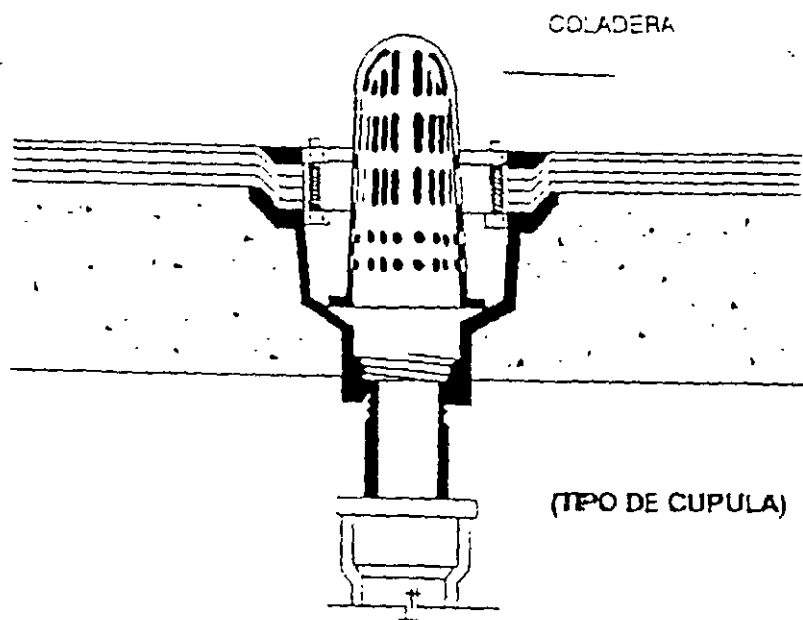
7.7 Tipos de Coladeras Pluviales

El agua de lluvia al tener contacto con las superficies que se tengan que drenar, es necesario encauzarla hacia puntos de recolección de agua pluvial diseñados previamente; iniciándose en una coladera o rejilla pluvial de acuerdo al caso específico que se presente.

Para patios o superficies pavimentadas, existen en el mercado una serie de rejillas que pueden ser utilizadas o sobrediseño hechas en obra cuando el proyecto así lo indique.

En el caso de las azoteas de los edificios, hay en el mercado dos tipos de coladeras para el desalojo de las aguas de lluvia. La de tipo de cúpula que se instala en toda la zona libre de pretil y la denominada de pretil que es precisamente para colocarse en esta zona de la construcción.

La patente HELVEX fabrica estos dos tipos en sus modelos 444 y 446 para coladeras de cúpula y los modelos 4954 y 4956 de pretil, el último número nos indica el diámetro de salida de la coladera en pulgadas, ejemplo: la 444 es para tubo de 4" (100 mm de diámetro); para mayor idea se anexa un dibujo de ambos modelos



COLADERAS PARA AZOTEA

CALCULO DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

diámetro (mm.)	para i=100 mm/h	para i=150 mm/h	Q=1/seg (1/4 cap)
50 mm	38 m ²	25 m ²	1.049 l/seg
75 mm	111 m ²	74 m ²	3.093 l/seg
100 mm	240 m ²	160 m ²	6.662 l/seg
150 mm	707 m ²	471 m ²	19.64 l/seg

ALBAÑALES

diámetro	Q=1/seg s=1% pend	para i=100 mm/h	para i=150 mm/h
100 mm	4.47 l/seg	161 m ²	107 m ²
150 mm	13.19 l/seg	475 m ²	317 m ²
200 mm	23.425 l/seg	1023 m ²	628 m ²
250 mm	51.539 l/seg	1855 m ²	1237 m ²
300 mm	83.808 l/seg	3017 m ²	2011 m ²

En todo edificio, la red de distribución de agua potable, tiene su continuación a través de los muebles sanitarios, en la red de drenaje.

La función de una instalación sanitaria bien planeada en su ramo de saneamiento es retirar de los edificios las aguas negras y materias de desecho para que estas no representen un peligro para la salud.

Para este efecto una instalación sanitaria debe diseñarse de tal manera que aproveche las cualidades de los materiales que en ella se emplean, de la manera más práctica y económica pero, sin sacrificar la exigencia higiénica y eficiencia que requieren la construcción moderna y los reglamentos y códigos sanitarios que tienden a garantizar el funcionamiento adecuado de las instalaciones individuales, indispensables para el buen funcionamiento de las redes generales del drenaje.

8.1 Tipos de Muebles Sanitarios

Los componentes de una instalación sanitaria se inician en las descargas de los propios muebles sanitarios que requieren de tuberías de desagüe y ventilación, con diámetros mínimos recomendables para una correcta evacuación de las aguas servidas.

Se agregan una serie de dibujos que muestran el dimensionamiento de los diferentes muebles sanitarios, indicándose sus diámetros para desagües, alimentaciones y ventilaciones necesarias y recomendables para un correcto funcionamiento.

8.2 Unidad de Desagüe

Para determinar los diámetros de las tuberías de desagüe, es necesario basarse en el cálculo del gasto total que puede descargarse en las tuberías mencionadas, con tal objeto se consideran las equivalencias en "Unidades de Desagüe" o unidades mueble.

Esta unidad mueble se le ha asignado un valor equivalente a la descarga de un lavabó (25 l/min) y en función de este gasto se le dan equivalencias en unidades mueble a cada uno de los distintos muebles sanitarios como se puede apreciar en las tablas que se anexan.

7.8 Materiales de Bajadas de Agua Pluvial

En la actualidad se usan varios materiales en la fabricación de tuberías para bajadas de agua pluvial, entre las que se encuentran las hechas a base de plástico (P.V.C.), fierro fundido y fierro galvanizado; para tuberías que por razones de diseño tengan que ir a áreas (colgadas de la estructura), se pueden utilizar las tuberías de Asbesto-Cemento Clase "0"

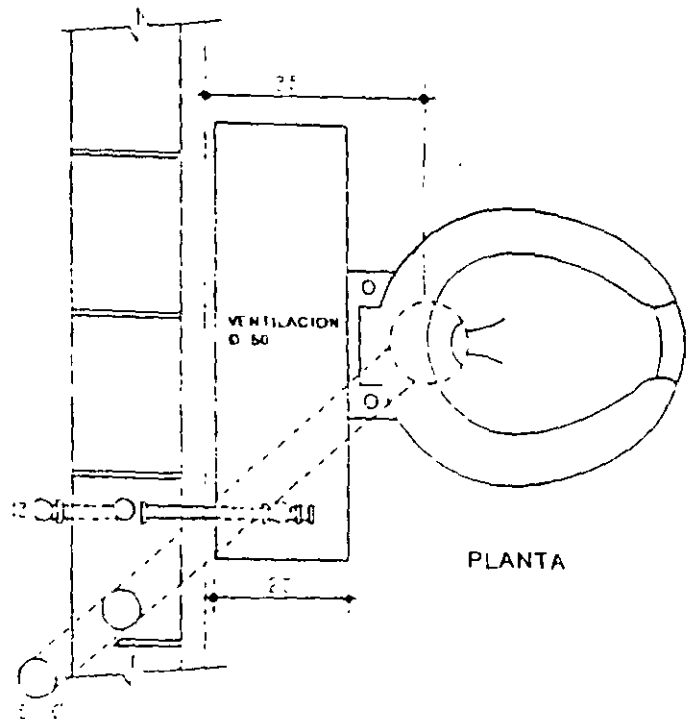
La selección del material para las bajadas pluviales depende del tipo de obra específico y de la ubicación de la bajada dentro de la construcción.

Para las bajadas es conveniente emplear tubería de alta resistencia, deben apoyarse firmemente en su base y sujetarse a muros o elementos de estructura por medio de abrazadera o soporte a intervalos no mayores de 3.00 m.

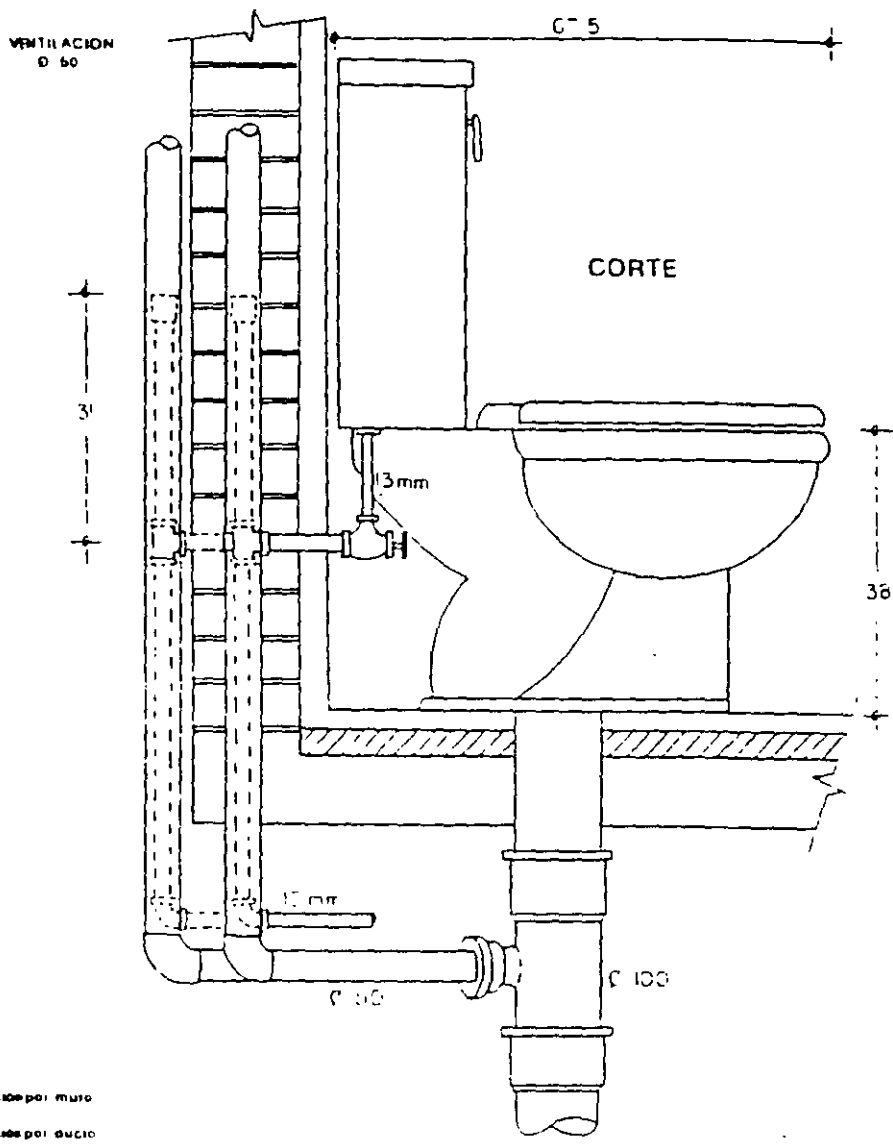
Las bajadas deben colocarse lo más rectas posible y cuando necesiten cambiar de dirección, estas deben de hacerse con codos de "radio largo" o con dos codos de 45°.



7.9 Zonificación

Es conveniente diseñar el espacio arquitectónico necesario para la agrupación de las diferentes tuberías que se requieren para los distintos servicios del edificio. Es de verdadera importancia que el arquitecto al diseñar los diferentes espacios del edificio, considere el ducto arquitectónico necesario para el alojamiento de las tuberías y permita posteriormente la revisión y mantenimiento de las mismas.

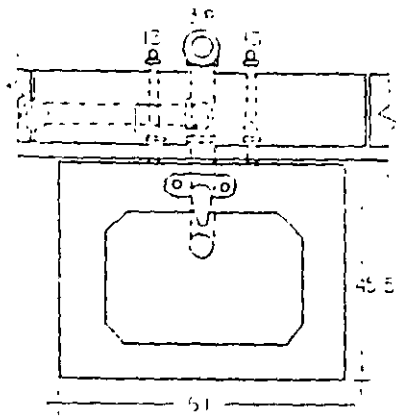


PLANTA



 Solución por muro
 Solución por ducto

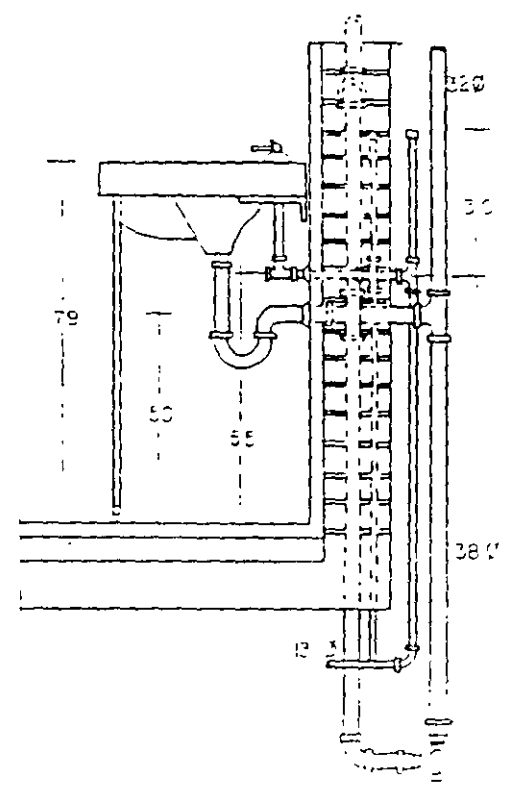
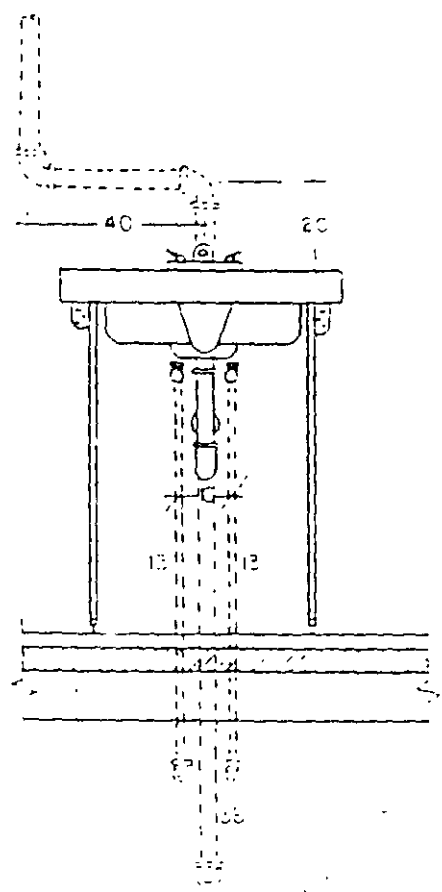
INODORO DE TANQUE

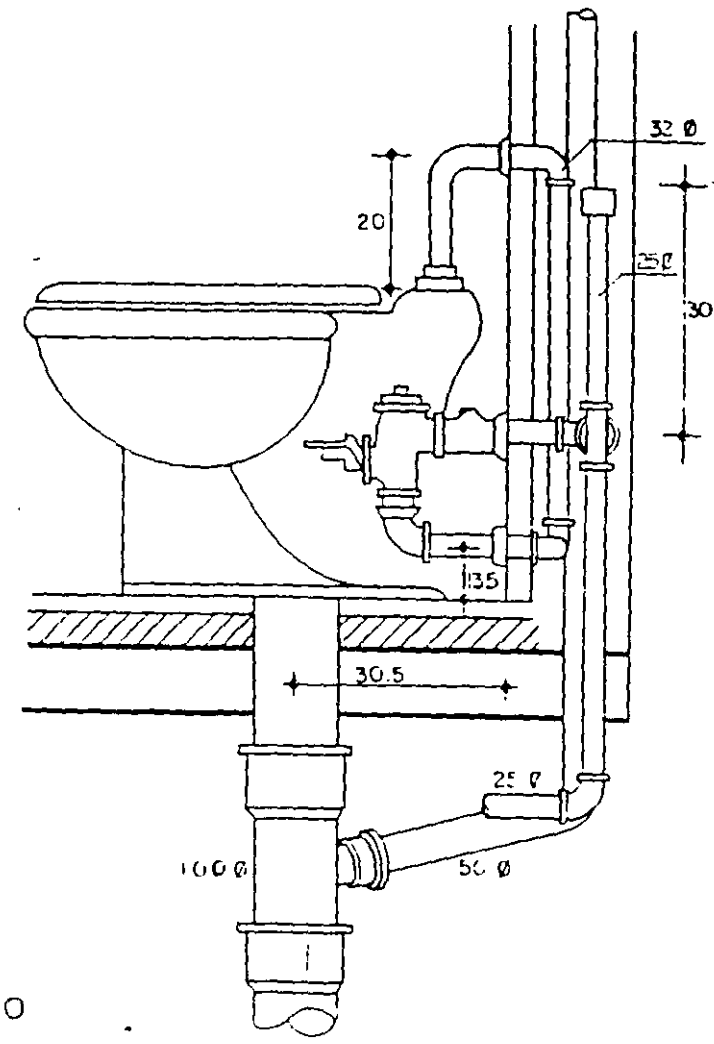
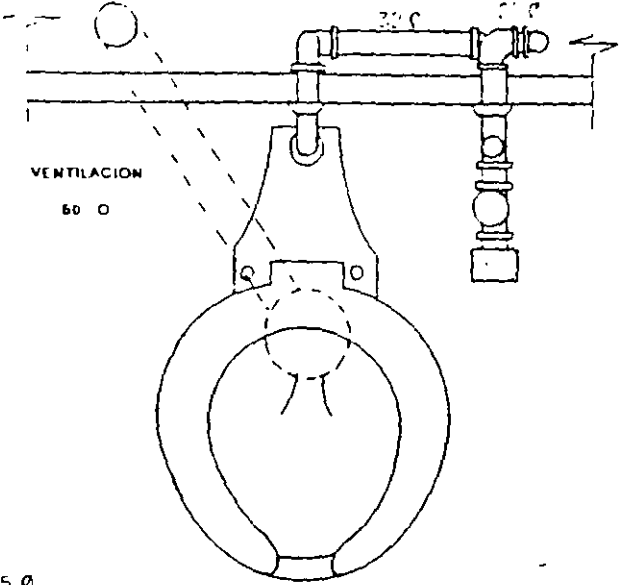
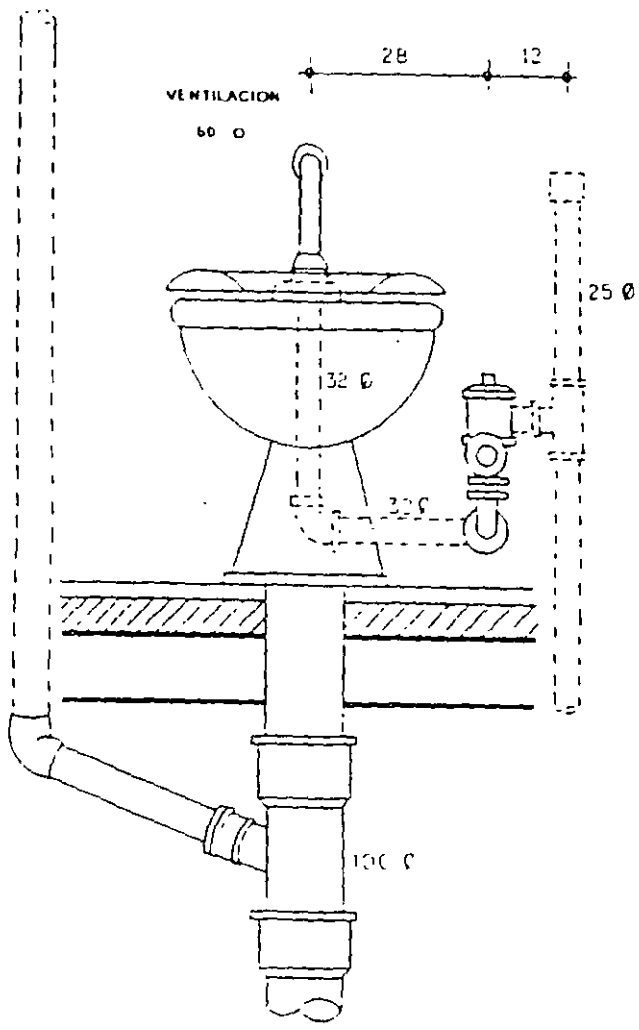


LAVABO

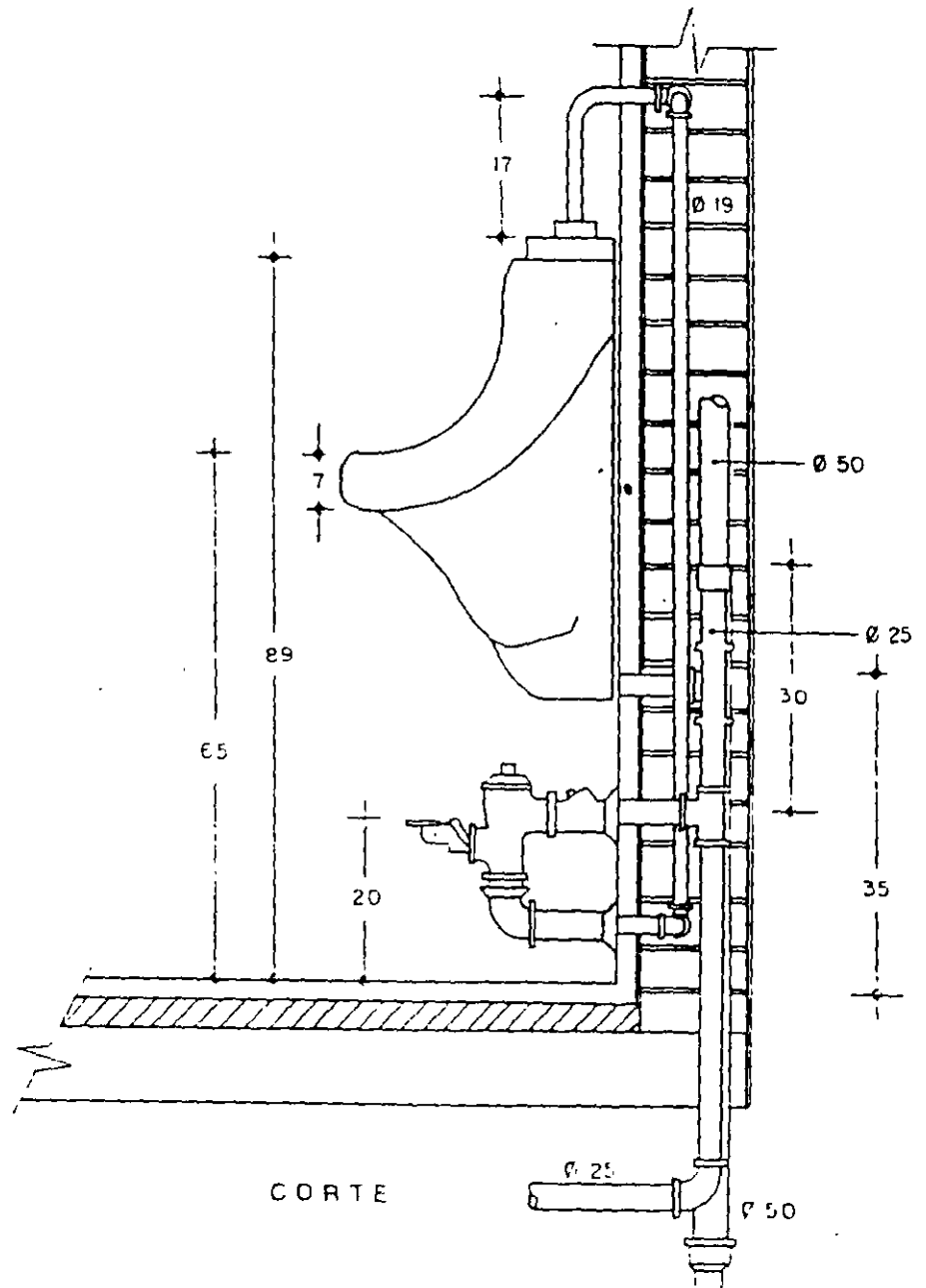
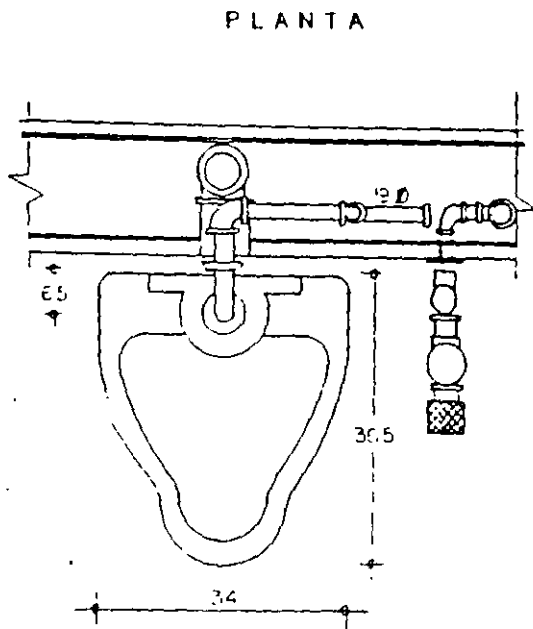
DIAMETRO

- desague — 38 mm.
- ventilación — 32 mm.
- alimentación — 13 mm.

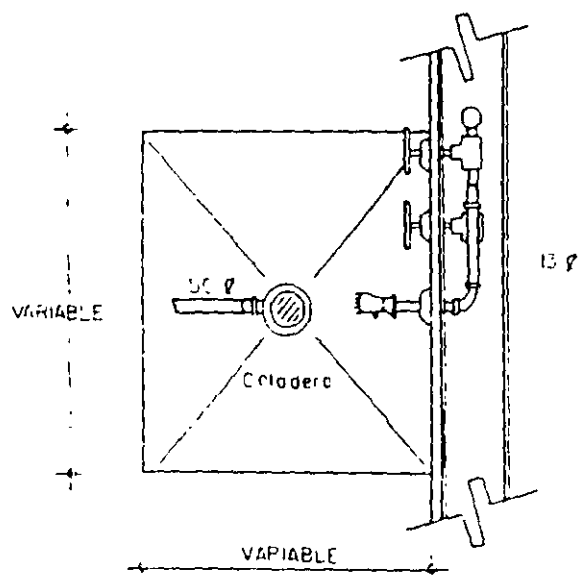




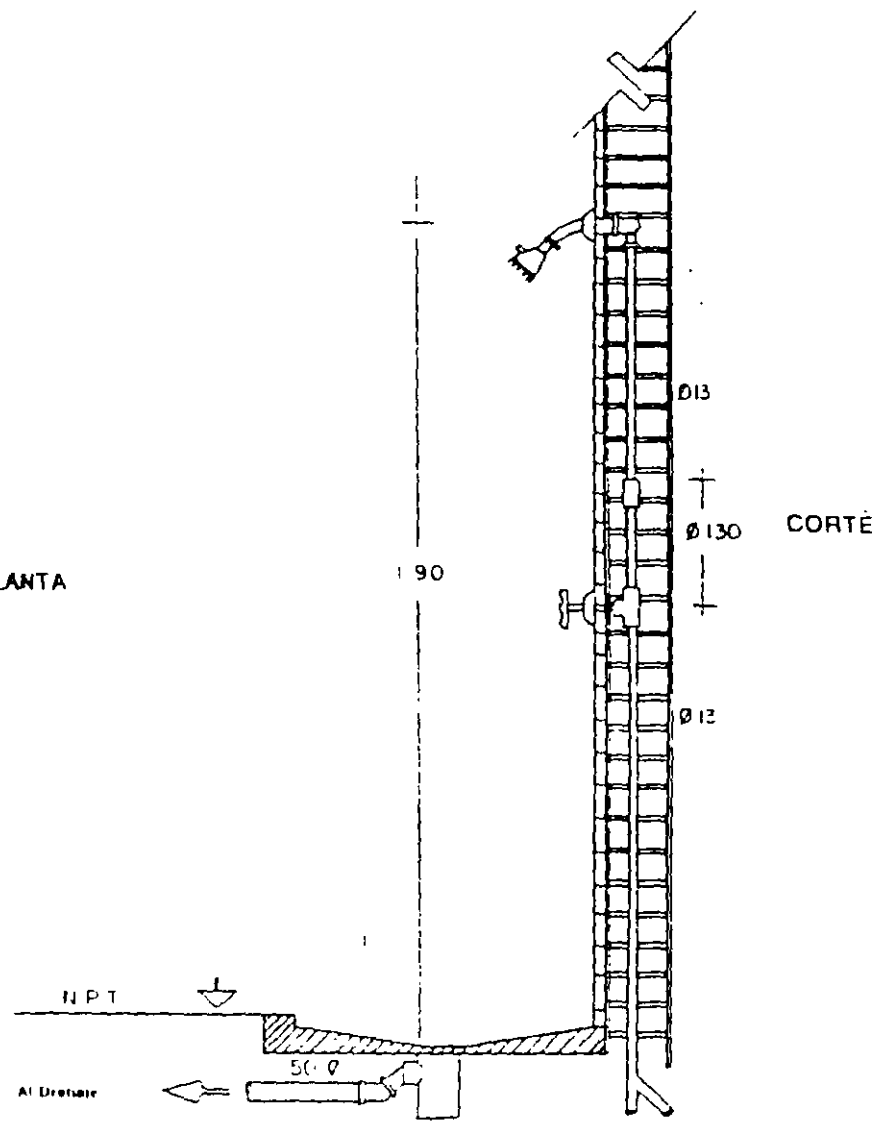
INODORO DE FLUXOMETRO



MINGITORIO DE FLUXOMETRO

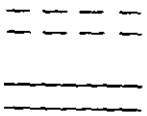
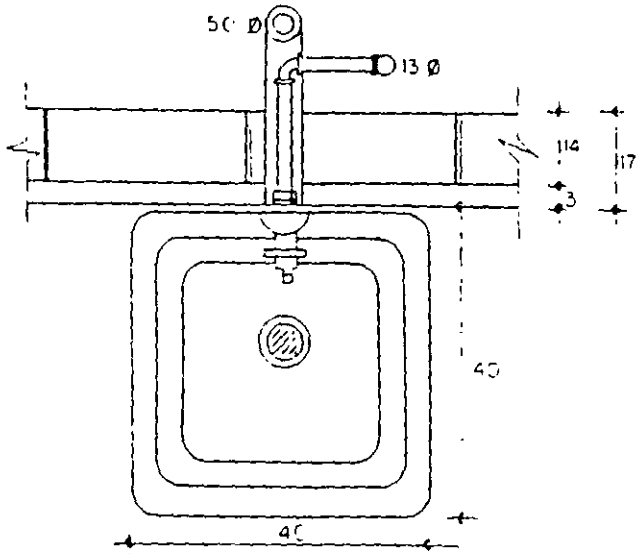


PLANTA

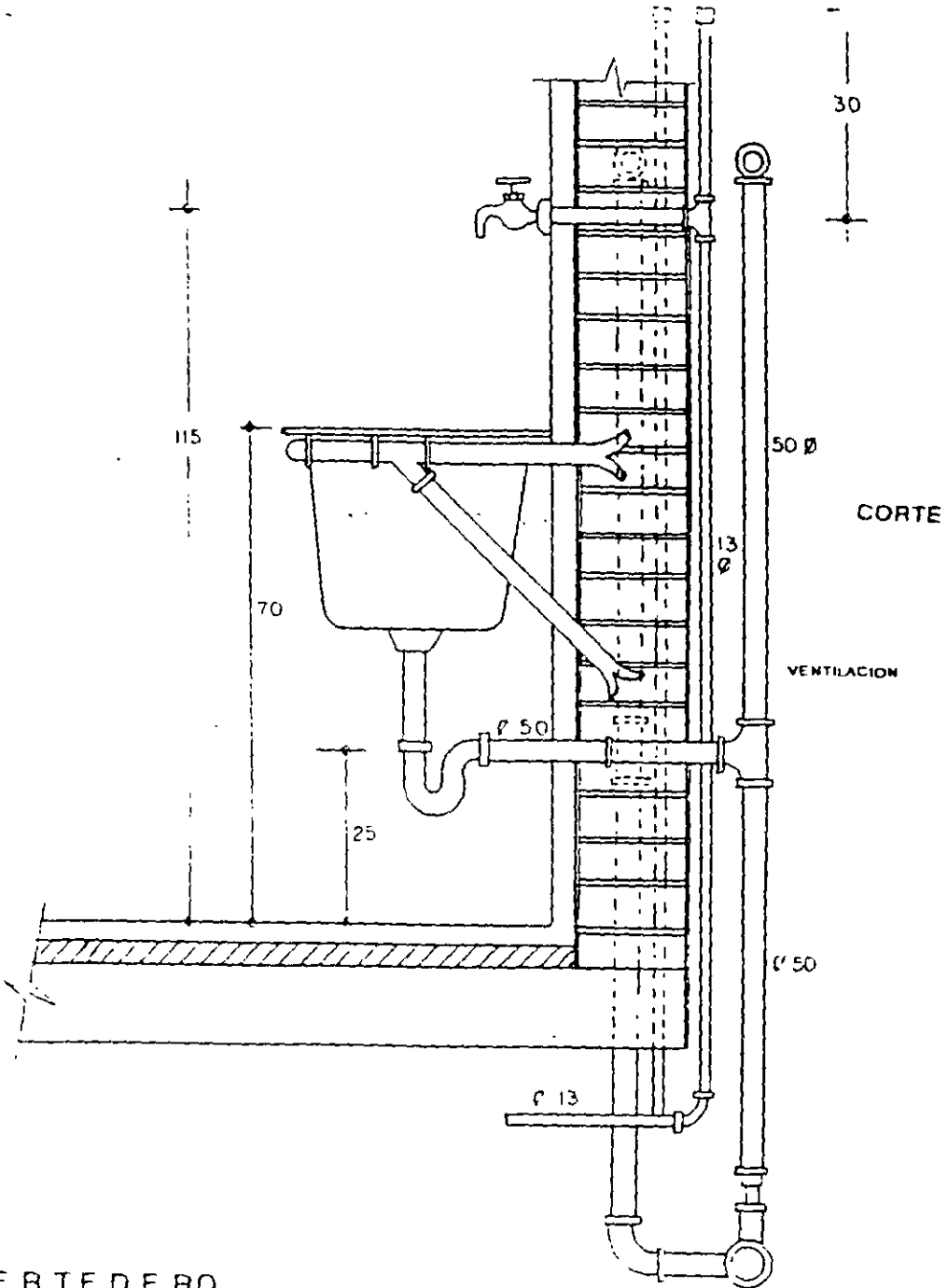


REGADERA

PLANTA



VERTEDERO



8.3 Obturación Hidráulica

La obturación hidráulica es un dispositivo que tiene por objeto evitar que salga al interior de los edificios los malos olores y gases que se forman en la red de desagüe también se conocen a las obturaciones con los nombres de sellos de agua, trampas de agua o sífones.

Estos obturadores deben de permitir al mismo tiempo un paso fácil de las materias sólidas en suspensión en agua, sin que estas queden retenidas o se sedimenten obstruyendo el sílón, el sistema generalmente usado consiste en un cierre hidráulico.

Son de vital importancia los obturadores hidráulicos, de todos los muebles sanitarios y así lo especifican los reglamentos.

Algunos muebles tienen su sello de agua integrado en su construcción, como el W.C y Mingitorios. A otros se les adiciona como accesorios, tal es el caso de lavabos, vertederos y fregaderos. Todas las coladeras de piso deben de ser de tipo obturado.

En el mercado se encuentran sífonos o trampas en forma "S" y "P" y estos tipos se colocan inmediatos a la salida del tubo de desagüe del mueble (lavabo y fregadero)

Las trampas de agua deben ser capaces de renovar todo su contenido cada vez que funcionan para que no queden aguas y materias sedimentadas que pueden descomponerse; además pueden contener un registro que permita su limpieza

8.4 La Importancia de la Doble Ventilación

El sistema de doble ventilación, tiene por objeto evitar el sifonaje en los obturadores hidráulicos de los diferentes muebles sanitarios esto es el rompimiento de los sellos y trampas de agua que originaría la salida de malos olores y gases al interior de los edificios.

La ventilación adecuada de las instalaciones sanitarias evita los siguientes casos:

- a) Contrapresiones o presión interior superior a la atmosférica, como sucede por la compresión que produce la descarga de agua a lo largo de la bajada por encima del obturador considerado.
- b) Depresión o descenso de presión de aire, con relación a la presión atmosférica, causada por la succión realizada por el movimiento de agua abajo del obturador considerado.
- c) Autosucción causada por el propio sílón del mueble sanitario, este autosifonamiento suele ocurrir cuando la derivación de la descarga del mueble es muy larga y de poca sección, pues entonces el agua antes de pasar a la bajada general, puede llenar completamente la tubería de la derivación produciendo tras ella una aspiración que absorbe también, la última parte de agua descargada que debía quedar en el sílón o trampa para formar el cierre hidráulico.

Se requiere por lo tanto ventilar cada uno de los obturadores del sistema o sus líneas, de tal manera que las contrapresiones se alivien por dicha ventilación y las depresiones se satisfagan por el mismo conducto que deberá estar rematado arriba del nivel de azotea.

Las longitudes y diámetros deben ser tales que permitan el paso del aire necesario para equilibrar las presiones interiores del sistema y expulsar los malos olores al exterior; estos diámetros se calculan en función del número de unidades mueble (de desagüe) y la longitud de la tubería.

Se anexa una tabla con los diámetros y longitudes (en este caso por pisos, tomando como entrepiso = 3.00 m. recomendables para tuberías de doble ventilación.

El sistema de ventilación debe ser instalado de tal forma que tenga una pendiente hacia los puntos bajos de desagüe = 0.5 %, para drenar los condensados que se forman dentro de las tuberías

Es recomendable que las bajadas de aguas negras y pluviales se rematen como ventilación arriba del nivel de azotea y se levantarán todos los remates de ventilación hasta 3.00 m. sobre el nivel de azotea terminada; cuando estas sean transitables y a 0.60 m. cuando no tengan acceso de personas.

8.5 Tipos de Coladeras

Existen en el mercado gran variedad de coladeras de piso que deben de ser seleccionadas de acuerdo al uso y tipo de local en donde se ubique; las hay de acuerdo a las necesidades; de fierro fundido, plomo y P.V.C. (Plástico).

Se recomienda que cuando se usen "céspedes de bote", estos no tengan más de 3 conexiones.

Todas las coladeras y céspedes deberán tener sello hidráulico para que los malos olores no salgan al interior del local sanitario.

Se agregan una serie de dibujos, para dar una idea más amplia del tema.

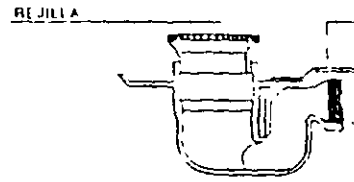
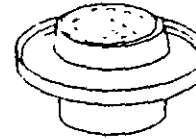
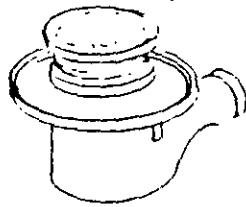
8.6 Materiales

Para la construcción de los desagües sanitarios y ventilaciones se usan las tuberías y conexiones hechas a base de : fierro fundido, fierro galvanizado y P.V.C. (cloruro de polivinilo), seleccionándose el material de acuerdo al tipo y uso de edificio. Independientemente del material usado debe tomarse en cuenta la buena realización de la mano de obra y sus pruebas correspondientes antes de poner el edificio en servicio para garantizar su correcto funcionamiento.

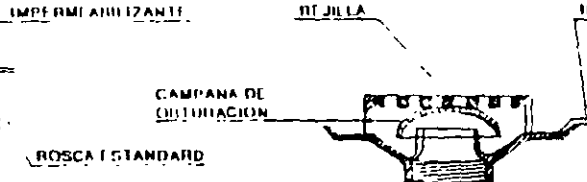
Es necesario que tanto tuberías y conexiones necesarias para " pasos y preparaciones ", se encuentren en la obra para evitar rupturas y acomodos posteriores en pisos, muros y elementos de estructura.

8.7 Tablas de Cálculo

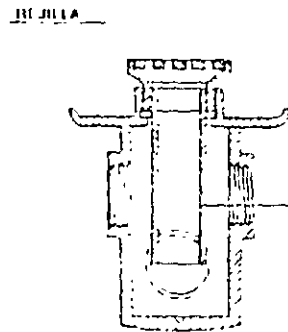
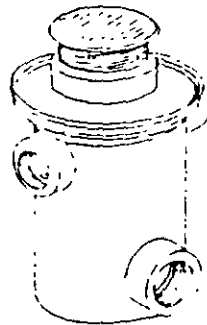
(SE ANEXAN)



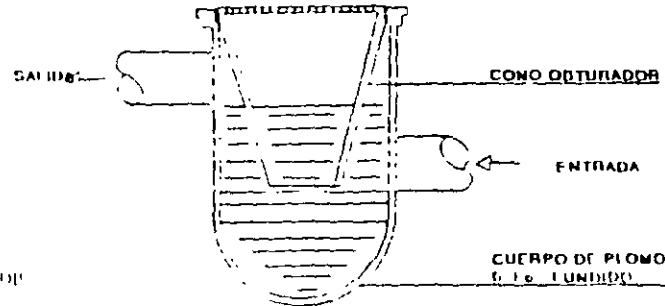
CORTE



CORTE



CORTE



CORTE

8.8 Desagües Combinados

Cuando una tubería conduce a aguas negras y aguas pluviales, el gasto de aguas de lluvias se suman al de aguas negras, estimando este último en su gasto máximo probable de acuerdo a los siguientes planteamientos.

DESAGÜES PLUVIALES

$$QP = \frac{S \times I}{3600} = \text{l/seg.}$$

de donde:
QP = Gasto Pluvial
S = Superficie desaguada (m²)
I = Intensidad de lluvia (mm/hora)

DESAGÜES AGUAS NEGRAS

$$Q_{AN} = \frac{\sum ud}{100}$$

de donde:
Q AN = Gasto de Aguas negras (l/seg)
E ud = Suma de unidades de desague de los muebles sanitarios.

Ahora bien, el gasto adicional de aguas negras, NUNCA se toma menor de 2.5 l/seg (descarga de un excusado) al aplicar esta fórmula empírica.

El gasto total Combinado, será igual a:

QT = Gasto Pluvial + Gasto de Aguas Negras

$$QT = \frac{S \times I}{3600} + \frac{E \text{ ud}}{100}$$

Ejemplo:

Para 375 M² de azotea, i = 150 mm/h y con muebles sanitarios sumen 320 ud.

$$QP = \frac{375 \times 150}{3600} = \frac{56250}{3600} = 15.62 \text{ l/seg.}$$

$$Q_{AN} = \frac{320}{100} = 3.2 \text{ l/seg.}$$

$$Q_{TOTAL} = 15.62 + 3.2 \text{ l/seg.}$$

$$Q_{TOTAL} = 18.82 \text{ l/seg.}$$

Por lo que el albañal combinado llevará un gasto total = 18.82 l/seg y se deberá en las tuberías, tendremos que el diámetro de la tubería deberá ser de 100 mm.

39

UNIDADES MUEBLE

DESAGUES

MUEBLE	U.M.	(Diámetro) mm.
BEBEDERO	0.5	25
BIDET	3	38
COLADERA DE PISO	.	50
EXCUSADO DE TANQUE	4	100
EXCUSADO DE VALVULA	8	100
FREGADERO DOMESTICO	2	38
FREGADERO DOMESTICO CON TRITURADOR	3	38
FREGADERO RESTAURANTE	3	38
GRUPO DE BANO CON EXCUSADO, LAVABO Y TINA O REGADERA		
EXCUSADO DE TANQUE	6	.
EXCUSADO CON VALVULA	8	.
LAVABO (DESAGUE CHICO)	1	32
LAVABO (DESAGUE GRANDE)	2	38
LAVABO BARBERIA	2	38
LAVABO CIRUGIA	2	38
LAVABO COLECTIVO CADA JUEGO LLAVES	2	38
LAVABO DENTAL	1	32
LAVADERO	2	38
LAVADORA TRASTOS DOMESTICO	2	38
MINGITORIO PEDESTAL	8	75
MINGITORIO PARED	4	50
MINGITORIO COLECTIVO CADA 60 cms	2	50
REGADERA	2	50
REGADERA GRUPO CADA CEBOLLA	3	.
TINA	2	38
TINA GRANDE	2	38
UNIDAD DENTAL	1	32
VERTEDERO CIRUGIA	3	38
VERTEDERO SERVICIO	3	75
VERTEDERO SERVICIO TRAMPA	2	50
VERTEDERO COCINA	4	38

EQUIVALENCIA EN UNIDADES MUEBLE DE LOS MUEBLES NO ENLISTADOS

DREN O TRAMPA DEL MUEBLE	U.M.
32 O MENOR	1
38	2
50	3
60	4
75	5
100	6

CAPACIDAD MAXIMA EN U.M. PARA ALBANALES Y RAMALES DE ALBANAL
Para diversas pendientes

diámetro	p e n d i e n t e			
	0.5 %	1 %	2 %	4 %
32 mm 1 1/4"	-	-	1 um	1 um
38 mm 1 1/2"	-	-	3	3
50 mm 2 "	-	-	21	26
64 mm 2 1/2"	-	-	24	31
75 mm 3 "	-	20 u m	27	36
100 mm 4 "	-	180	216	250
150 mm 6 "	-	700	840	1000
200 mm 8 "	1400	1600	1920	2300
250 mm 10 "	2500	2900	3500	4200
300 mm 12 "	3900	4600	5600	6700
375 mm 15 "	7000	8300	10000	12000

CAPACIDAD MAXIMA DE COLUMNAS DE DESAGUE EN U.M.

diámetro	con desague hasta 3 niveles	con desague en + 3 niveles
32 mm	2 um	2 um
38	4	8
50	10	24
64	20	42
75	30	60
100	240	500
150	960	1900
200	2200	3600
250	3800	560

CALCULO DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES

diámetro (mm.)	para i = 100 mm/h	para i = 150 mm/h	Q = 1/seg (1/4 cap.)
50 mm.	39 m ²	25 m ²	1.042 1/seg.
75 mm.	111 m ²	74 m ²	3.093 1/seg.
100 mm.	240 m ²	160 m ²	6.662 1/seg.
150 mm.	707 m ²	471 m ²	19.64 1/seg.

ALBAÑALES

diámetro	Q = 1/seg s = 1 % pend	para i = 100 mm / h	para i = 150 mm / h
100 mm.	4.47 1/seg	161 m ²	107 m ²
150 mm.	13.19 1/seg	475 m ²	317 m ²
200 mm.	23.425 1/seg	1023 m ²	628 m ²
250 mm.	51.539 1/seg	1855 m ²	1237 m ²
300 mm.	83.808 1/seg	3017 m ²	2011 m ²

4 - ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS

Las bombas eyectoras de aguas negras y/o pluviales que contienen semi-sólidos y desperdicios no colados se especifican cuando la instalación de los albañales de los edificios no pueden descargar al colector municipal por gravedad, por encontrarse más bajo que este (sótanos, estacionamientos, etc)

Al diseñar los cárcamos de aguas negras y/o pluviales deben de calcularse tomando en cuenta que nunca mantengan por más de 24 horas el liquido con materia orgánica, puesto que después de este tiempo se inicia la fermentación activa del producto, (proceso séptico).

Los cárcamos de aguas pluviales generalmente resultan de una gran capacidad por lo tanto resultan antieconómicos, ya que están en funcion de una superficie a drenar y una intensidad de lluvias y se recomienda almacenar no menos de 50 litros por M² de área de captacion

La información básica requerida para la selección de la capacidad de las bombas para aguas negras incluye el número y tipo de muebles sanitarios y su facilidad de servicio. La elevación ó altura del punto de descarga y las pérdidas por fricción (hf) en la tubería, válvulas y conexiones, determinan la altura manométrica de bombeo. El volumen del cárcamo de bombeo es calculado de acuerdo con la capacidad de las bombas y se recomienda una relación de 3 a 1 esto es que el volumen útil del almacenamiento sea igual a 3 veces la capacidad de la bomba

De acuerdo a los reglamentos existentes, se recomienda instalar un equipo duplex de bombeo cuando el cárcamo sirva para más de 6 w.c. Cada una de las bombas del sistema duplex será de suficiente capacidad para manejar el 100 % de gasto. Esto es una medida de seguridad, para en caso de falla de una de las bombas, esta no suspenda el funcionamiento del edificio

En todos los casos, es recomendable el uso de bombas con un paso de estera de 75 mm (3 ") en los impulsores como diametro mínimo..

Se agrega a la siguiente tabla para un cálculo rápido de la capacidad de las bombas y volumen del cárcamo de aguas negras.

T A B L A

MAXIMO No. DE W.C.	GASTO L / SEG.
1 o 2	4.73
3 o 4	6.30
5 o 6	7.88
7 o 10	9.46
11 o 14	12.61
15 o 20	15.77
21 o 25	18.92
26 o 30	22.08

BIBLIOGRAFIA

- | | |
|--|------------------------------------|
| *INGENIERIA SANITARIA
(Water Supply and Waste Disposal) | W.A. Hardenbergh & Edward B. Rodie |
| *PLOMERIA | Harold E. Babbitt |
| *ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOCION
DE AGUAS RESIDUALES | Gordon M. Fair & Jhon C. Geyer |
| *ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS PARA
EDIFICIOS | Alvaro Sanchez |
| *FONTANERIA Y SANEAMIENTO | Mariano Rodriguez
Avial |
| *NATIONAL PLUMBING CODE | Manas |
| *CARTILLA DE SANEAMIENTO | S. S. A. |
| *MANUAL DE PLOMERIA | S. S. A. |



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA-008 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

DEL 15 AL 19 DE MARZO

TEMA INSTALACIONES HIDRÁULICAS SANITARIAS Y PLUVIALES

**EXPOSITOR: DR. OSCAR FUENTES MARILES
PALACIO DE MINERÍA
MARZO DEL 2004**

INDICE GENERAL

1.-	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	2			
	(SISTEMA DE ABASTECIMIENTO)				
	1.1 Presión directa de la Red Municipal 1.2 Sistemas de Abastecimiento por Gravedad 1.3 Equipos de Bombeo a Presión				
	EQUIPO HIDRONEUMATICO (Sistema de Abastecimiento Directo de Agua a Presión)				
2.-	TIPOS DE ALMACENAMIENTO	12			
	2.1 Tinaco 2.2 Tanque Elevado de Regularización y Cisterna Almacenamiento 2.3 Cisternas				
3.-	DOTACION DE AGUA POTABLE	15			
	3.1 Dotación para los Diferentes Tipos de Edificios				
4.-	CALCULO DE LA TOMA DOMICILIARIA	21			
	4.1 Consumo Diario 4.2 Gasto Medio Diario 4.3 Gasto Máximo Diario 4.4 Gasto Máximo Horario 4.5 Pérdidas por Fricción 4.6 Velocidad del Agua 4.7 Cálculo de Diámetro de la Toma Domiciliaria				
	CALCULO DE LOS DATOS HIDRAULICOS				
5.-	METODO DE CALCULO DE ALIMENTACIONES (AGUA FRIA Y AGUA CALIENTE)	27			
	DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA				
	5.1 Método Empírico 5.2 Método Alemán de Raíz Cuadrada 5.3 Método del Dr. Roy B Hunter 5.4 Determinación de la Carga Manométrica				
				6.- METODO DE "HUNTER"	31
				6.1 Unidades Mueble 6.2 Tipos de Muebles Sanitarios 6.3 Perdida por Fricción 6.4 Velocidades Mínimas y Máximas 6.5 Tipos de Tuberías 6.6 Tablas y Nomogramas	
				7.- DESAGUES PLUVIALES	38
				7.1 Intensidad de Lluvia 7.2 Formula de Manning 7.3 Pendiente Hidráulica 7.4 Radio Hidráulico 7.5 Tablas de Cálculo 7.6 La Azotea, Sus rellenos, Pendientes, etc. 7.7 Tipos de Coladeras Pluviales 7.8 Materiales de Bajantes 7.9 Zonificación	
				8.- DESAGUES SANITARIOS	44
				8.1 Tipos de Muebles Sanitarios 8.2 Unidad de Desagues 8.3 Obturación Hidráulica 8.4 La Importancia de la Doble Ventilación 8.5 Tipos de Coladeras 8.6 Materiales 8.7 Tablas de Calculo 8.8 Desagues Combinados	
				9.- ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS -	62
				9.1 Bombas de Cárcamo Humedo 9.2 Bombas de Cárcamo Seco 9.3 Bombas Sumergibles	
				9A.- TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS POR FOSA SEPTICA	64
				TRAMPAS PARA GRASAS	

1.- ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

FUENTES DE ABASTECIMIENTO

a) Agua de LLuvia

Antes de que se contaminen por el contacto con las azoteas o con el suelo, el agua pluvial es de la más pura agua natural o cruda de que se dispone. Aunque el agua de lluvia no se usa generalmente para asegurar el suministro total, en algunos lugares generalmente rurales, constituye la mayor cantidad utilizable; estando exenta de minerales, es una agua blanda que se puede utilizar para lavar, para consumo humano, para usos industriales y en consecuencia, es almacenada para tales fines.

b) Rios y Lagos

Si su caudal no es demasiado variable según la estación húmeda o seca, se facilita para el suministro de agua en cuanto a cantidad, pero no en calidad, por tratarse de agua superficial y que está fácilmente expuesta a la contaminación y por lo tanto no puede ser empleada como agua potable, sin aplicar antes un adecuado método de purificación.

c) Manantiales

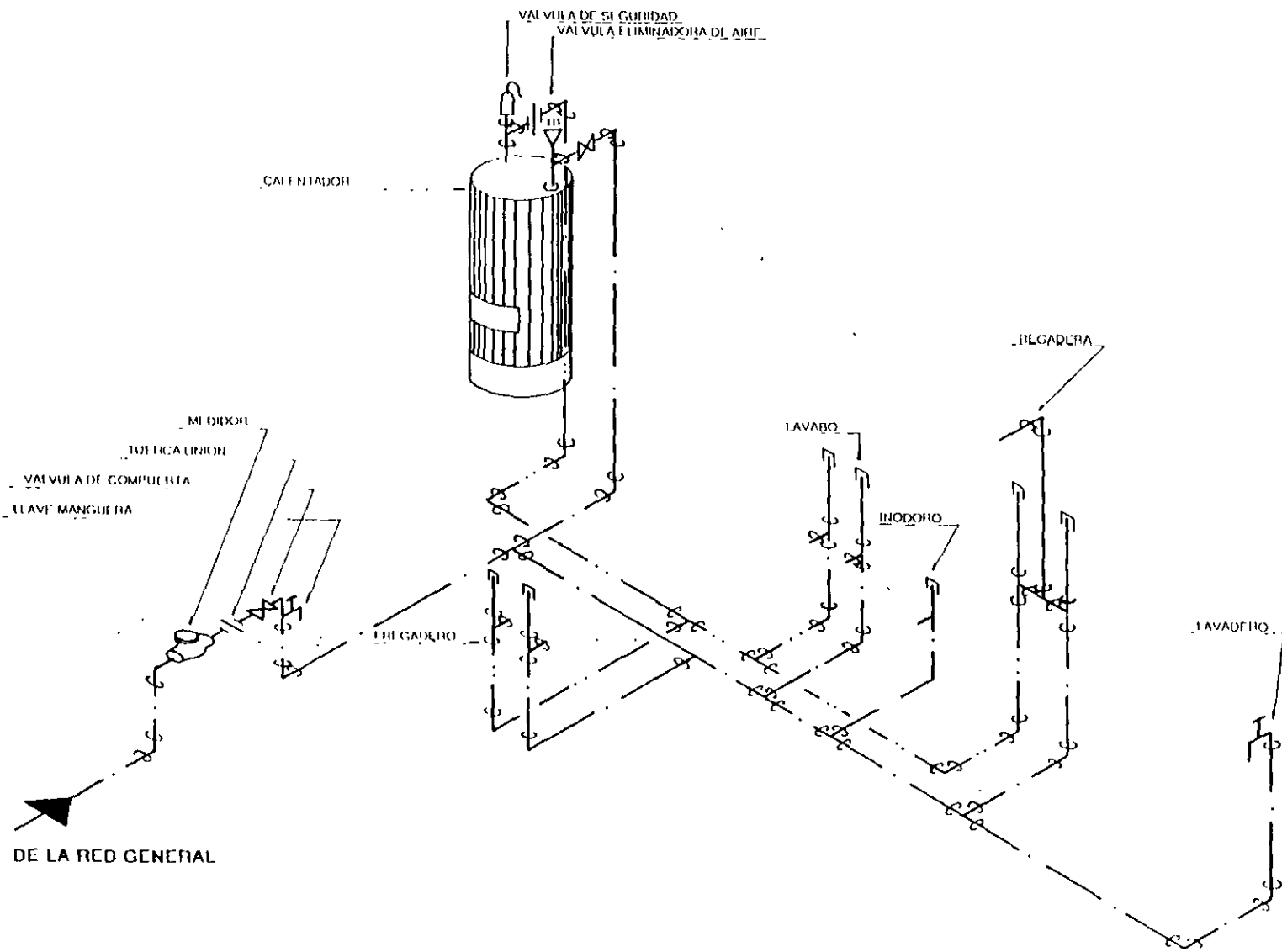
Estos pueden provenir de aguas superficiales o de aguas profundas que están expuestas a frecuentes contaminaciones de materias orgánicas.

Antes de decidirse por el empleo de estas aguas, deben de hacerse los análisis físico, químicos y bacteriológicos correspondientes.

d) Pozos

Cuando son poco profundos, el agua está a un nivel muy cerca de la superficie del suelo, por lo que el caudal depende mucho de la frecuencia de las lluvias y están expuestas a contaminaciones bacteriológicas.

Cuando son de tipo profundo, el agua proviene de manantiales subterráneos, es clara y fría; generalmente libre de materia orgánica pero con cierta dureza. Esta es una de las fuentes de abastecimiento más usadas actualmente, ya que normalmente sólo requiere cloración. La perforación de pozos requiere de la autorización de las autoridades correspondientes.



ISOMETRICO ALIMENTACIONES
 ABASTECIMIENTO POR PRESION
 DIRECTO DE LA RED MUNICIPAL

EQUIPO HIDRONEUMÁTICO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO DE AGUA A PRESIÓN

El cálculo del gasto de un sistema hidroneumático, requiere de sistemas empíricos. Hay varios, tales como el Alemán, el Británico o el Dawson, sin embargo, el más aceptable es el "Sistema de Hunter", que asigna a cada tipo de mueble sanitario un valor en "Unidad de Mueble", y el determina el gasto máximo en base al número de muebles que funcionan simultáneamente.

Muy variados y diversos estudios se han llevado a cabo en los Estados Unidos de Norte América y comprobados en México, han demostrado que ciertos factores, tales como la : localización geográfica y las condiciones socio-económicas entre otras, pueden modificar este gasto obtenido por el sistema de Hunter.

Para el cálculo de la presión mínima a que debe operar el sistema hidroneumático, existen ciertos requisitos.

Como son los siguientes :

- Altura en metros del fondo de la cisterna a la bomba.
- Altura en metros de la bomba al mueble más alto.
- Presión, expresada en metros de columna de agua que se desea en el último mueble.
- Pérdidas por fricción en metros basada en la longitud total de tubería, desde el equipo al mueble más lejano.

El resultado de esta suma es la "Carga Manométrica", o sea, la carga mínima a que debe operar el sistema.

Agregando a esta carga mínima el diferencial de presión se obtiene la "carga máxima" a que debe operar el sistema.

Este diferencial de presión es del orden de 14 m. de columna de agua (1.4 Kg / cm²)

Las siguientes partes constituyen el Equipo Hidroneumático :

- a) Válvula de pie o válvula de check para la succión.
- b) Bomba o bombas con sus correspondientes motores eléctricos (mínimo dos).
- c) Tanque hidroneumático (puede ser vertical u horizontal).
- d) Compresor o cargador de Aire.
- e) Controles automáticos para la operación de las bombas.
- f) Control automático para la operación del compresor o cargador de aire.
- g) Accesorios.
- h) Tablero de control eléctrico.

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

1.1 Presión directa de la red municipal

Esta forma de alimentación, sólo se puede diseñar cuando la red pública tiene capacidad de presión, para abastecer de agua potable a un edificio en forma continua, requiriéndose una presión mínima en la red de 2 Kg/ cm². (20 m. de columna de agua), a la hora de máximo consumo.

Las tuberías deberán calcularse de manera de garantizar una presión de 10m. de columna de agua en el último mueble.

En este caso, la presión en la red municipal es dada por tanques elevados o equipos de bombeo, por lo que nos eliminan los tinacos individuales en las azoteas de los edificios.

En este caso, la toma domiciliaria de cada casa, edificio, debe diseñarse para el gasto máximo instantáneo

(ver esquema)

Cuando se utilice este sistema de abastecimiento directo, no se requiere de almacenamientos de agua en las azoteas de los edificios, por lo que el arquitecto deberá tener en cuenta que no tendrá ningún tanque regularizador en la azotea (tinacos o tanques) y que su correcto funcionamiento dependerá del diseño y cálculo adecuado del sistema.

1.2 Sistema de Abastecimiento por Gravedad

Se supone que el servicio público debe de tener la presión necesaria para alimentar en forma suficiente la demanda de la población y por lo tanto, de todos y cada uno de los edificios que la formen, pero en realidad, la demanda varía en el curso del día haciendo variar las presiones en el sistema; lo cual dá como consecuencia que se tenga la necesidad de tener almacenamientos de agua y en este caso particular, se tiene que prever la instalación de tinacos en la planta de azotea o de tanques de almacenamiento elevados y si es necesario, de cisternas de almacenamiento en la planta baja del edificio.

El sistema por gravedad consiste en hacer llegar el agua al depósito elevado, ya sean tinacos o tanques elevados para de allí distribuir de arriba hacia abajo la alimentación de agua de todos los núcleos sanitarios.

Uno de los requerimientos es situar el almacenamiento en un lugar a suficiente altura para que las salidas de los muebles mas altos, tengan la presión requerida para su correcto funcionamiento. El reglamento de Ingeniería Sanitaria de la S.S.A., exige como mínimo elevar el tinaco 2.00 M. arriba de la salida de la última regadera; para garantizar un funcionamiento eficaz.

Aquí cabe mencionar la importancia que tiene desde el punto de vista arquitectónico, el uso de este sistema, ya que generalmente se olvida el espacio necesario y requerido para la localización de tinacos o tanques elevados en la parte superior del edificio.

Es de vital importancia para la realización de la obra que el arquitecto, desde el planteamiento inicial del proyecto, considere el lugar ideal para la localización de sus almacenamientos de agua; para lograr una integración tanto funcional, como constructiva y estética con la realización final de la obra arquitectónica. Y de evitar así, lo que continuamente sucede al no prever una localización correcta de los tinacos y que dan como consecuencia una desintegración tanto formal, como estética

1.3) Equipos de bombeo a presión

En los casos en que la red municipal no es capaz de suministrar el gasto y la presión. El más común es el equipo hidroneumático, de gran aplicación en los edificios de cierta importancia en la Ciudad de México.

a) Válvula de Pie

Esta consiste en una válvula de check de operación vertical y una coladera. Esta válvula también suele llamarse " pichancha ". Sirve para mantener la bomba y la tubería de succión llenas de agua, se utiliza cuando la bomba está instalada arriba del nivel del agua. Es una de las piezas más delicadas del sistema, por lo tanto, debe ponerse especial interés a su elección.

Además debe de estar instalada en forma accesible, para su mejor servicio y funcionamiento.

b) Bomba

La bomba centrífuga es el tipo de bomba más aceptado para equipos hidroneumáticos, ya que su diseño permite que su presión máxima o de cierre, no sea más grande que la " Presión Máxima " del sistema hidroneumático.

Para estos sistemas no son recomendables las bombas generativas, tipo turbina y las bombas de turbina de pozo profundo, ya que su presión máxima, puede ser mucho mayor de la " Presión Máxima " del sistema y aún mayor que la presión de diseño del tanque hidroneumático y de la tubería, por lo tanto, resulta peligroso.

Para los sistemas hidroneumáticos las bombas centrífugas deben ser del tipo de curva llamada " Parada ", para que puedan suministrar el 100 % del gasto a la carga mínima de diseño, además operar a la carga máxima suministrando un gasto menor que se calcula podrá ser alrededor del 25 % del gasto de diseño.

Seleccionada la bomba, se debe tener en cuenta lo siguiente :
Debe tener una presión de cierre no mucho mayor que la presión máxima del sistema y además no debe de operar fuera de los límites de turbulencia o de cavitación de la curva de la bomba.

La capacidad del motor eléctrico debe ser de acuerdo con la potencia al freno requerida. En caso de duda, se harán pruebas comprobatorias.

c) Tanque Hidroneumático

Este puede ser vertical u horizontal. Sistemas anticuados recomiendan el uso de 66 % de contenido de agua y 33 % de volumen de aire comprimido.

Se ha determinado ya desde 1946, que el volumen de agua, nunca podrá exceder del 50 %, pudiéndose reducir hasta el 40 % sin bajar más allá del 35 %, o sea que el volumen de aire comprimido puede ser del 50 % o mayor sin pasar del 65 %, dependiendo de la cantidad de agua que se pueda extraer entre presión máxima y la presión mínima o de arranque de la bomba y debiendo quedar un sello de agua en el fondo del tanque no menor de 20 %.

La capacidad del tanque está basada en la " Demanda Máxima Instantánea " del sistema, en tal forma que la cantidad de agua que se pueda extraer del tanque sea entre las presiones máximas y mínimas, y que correspondan a :

15 ciclos por hora : 2 minutos de extracción

10 ciclos por hora : 3 minutos de extracción

6 ciclos por hora : 5 minutos de extracción

Se seleccionan los ciclos por hora que se deseen y conociendo el " Gasto Máximo Instantáneo " del sistema, con la tabla anterior se determina el %, de agua extraído y así la capacidad total del tanque. Esto puede comprobarse con la ley de Boyle Mariotte $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$

(NOTA) Se mide la capacidad total del tanque desde su punto superior, hasta el punto más alto de extracción de agua.

El espesor de la lámina o placa en milímetros de que deberá ser construido el tanque, puede calcularse utilizando la siguiente formula.

$$\frac{p \times \pi r_i^2}{F \times E \cdot 6p} = e$$

En donde: P = Presión máxima de operación en Kg / cm²
Ri = Radio interior en milímetros
F = 962.5 resistencia a la tensión de la placa en Kg / cm²
E = Eficiencia de la soldadura (85 %)
e = Espesor de la placa en milímetros.

El espesor resultante se le agregará 2.46 mm (1 / 16) en el caso de que las aguas sean corrosivas o que necesite una seguridad especial.

d) Cargador de Aire

En sistemas hidroneumáticos domésticos, con tamaños hasta de 200 lts de capacidad y trabajando a presiones bajas, se pueden utilizar los cargadores de aire comerciales, que inyectan aire en forma de burbujas disueltas en el agua.

El sistema clásico para inyectar aire comprimido a los tanques hidroneumáticos, es la compresora de aire

e) Controles Hidroneumáticos

Estos sistemas hidroneumáticos equipados con compresoras, requieren controles complicados que operan las bombas y las compresoras de acuerdo con la presión y el nivel del agua del tanque hidroneumático, y su conservación, requieren la atención de un técnico.

Los sistemas hidroneumáticos equipados con cargadores de aire, utilizan controles de presión sencillos y económicos, fabricados por diferentes firmas en México y que requieren un mínimo de conservación.

f) Accesorios

- 1) Un manómetro de presión de diámetro adecuado para su fácil lectura y de capacidad adecuada para que el 50 % de su presión, corresponda también al 50 % de la presión de operación del sistema.
- 2) Una Válvula de alivio calibrada a una presión inferior a la presión de trabajo del tanque.
- 3) Un vidrio de nivel para observar los volúmenes de agua y aire del tanque.
- 4) También se recomienda, para evitar el golpeteo en las válvulas de cheque, el uso de las válvulas de cheque de cierre amortiguado para prevenir el golpe del ariete (doble check).

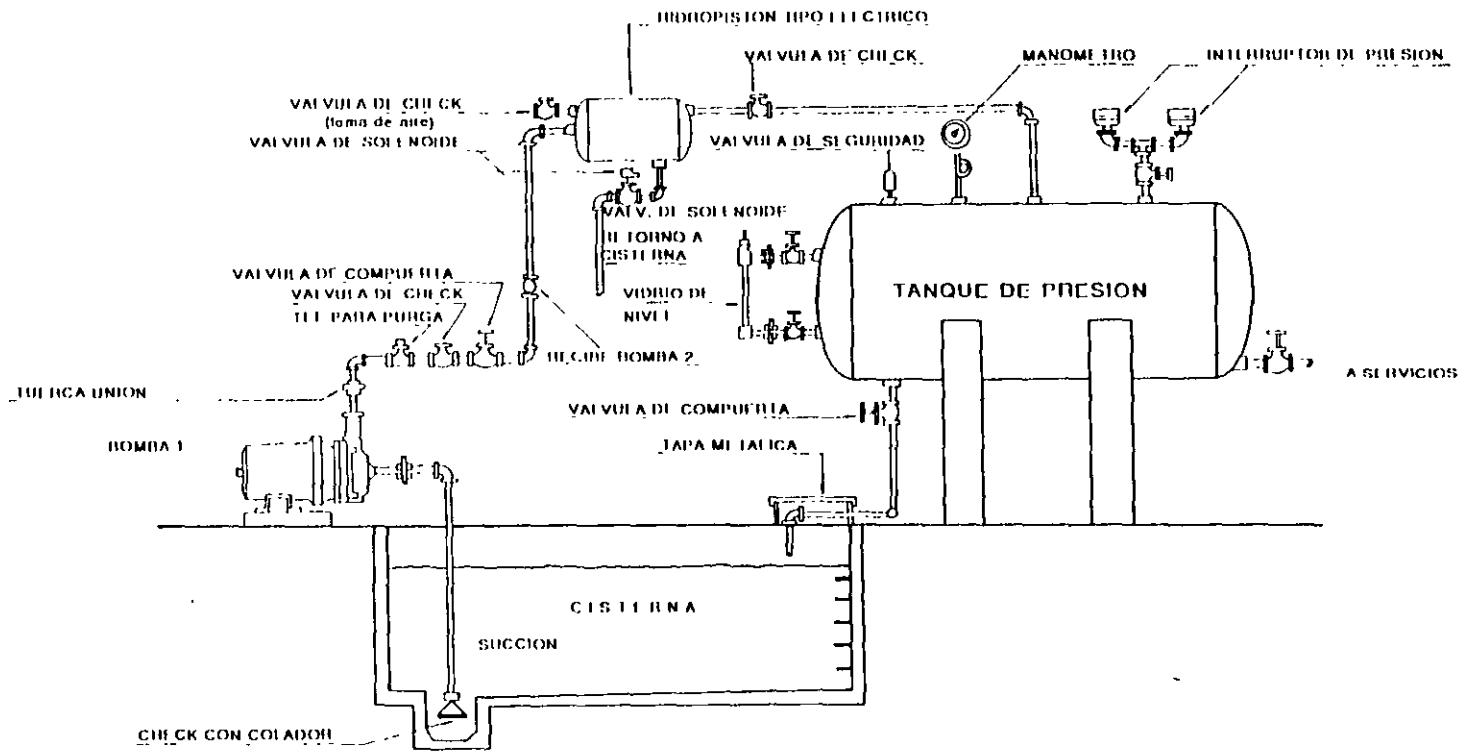
El mejor amortiguador de golpe de ariete en un equipo hidroneumático es el propio tanque de presión, por lo tanto la tubería de descarga debe conectarse a dicho tanque, antes de que la onda de presión llegue a los checks de las bombas.

g) Tablero Eléctrico

Este puede ser, ya sea abierto o cerrado, pero debe de contener todos los interruptores, arrancadores, alternadores, contactores y demás controles en orden, debidamente alambradas e interconectadas, además de un diagrama eléctrico que facilite su instalación y operación

Debe tener lo siguiente :

- 1) Un interruptor general, ya sea de fusible o termomagnético y uno particular para cada uno de los motores eléctricos.
- 2) Un arrancador magnético para la operación y protección del sistema de control.
- 3) Un control de nivel que desconecta los arrancadores de los motores al faltar agua en la cisterna.
- 4) En el caso de equipos duplex, se recomienda el uso de un alternador eléctrico automático.
- 5) Un control de fallas de fase con protección para desconectar el equipo si fallara una fase o cualquiera de las tres, es recomendable también que tenga alarma visual y auditiva.



**EQUIPO HIDRONEUMATICO DUPLEX
CON TANQUE CILINDRICO HORIZONTAL**

2.- TIPOS DE ALMACENAMIENTO

2.1 Tinacos

Se tiene necesidad del uso de TINACOS, cuando se utiliza el sistema por gravedad y generalmente se seleccionan cuando el abastecimiento de la red municipal o del conjunto, es intermitente y con variaciones de presión.

Como se mencionó anteriormente, es indispensable el estudio de su localización dentro del edificio.

Dada la importancia de su espacio y forma dentro de la construcción; se agrega una tabla con las dimensiones y formas en que se encuentran en el mercado.

Además de los tinacos prefabricados de asbesto, éstos se pueden sustituir por tanques de almacenamiento colados en obra e integrados a la construcción.

2.2 Tanque elevado de regularización y cisterna de almacenamiento.

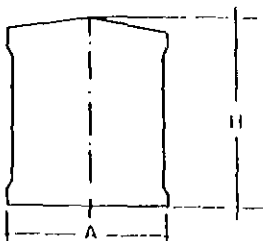
El sistema seguirá siendo por gravedad, pero se deriva del anterior cuando la presión de la fuente de abastecimiento no es suficiente para alimentar directamente el tanque elevado

En este caso se requiere de un almacenamiento inferior que contiene el agua necesaria para el consumo del edificio y del cual se eleva por medio de bombas al tanque elevado de regularización.

Se usa este tipo de almacenamiento en edificios de más de 3 niveles y la cisterna deberá ser de una capacidad de 2/3 del consumo diario y la capacidad del tanque elevado se estima en 1/3 ó 1/4 del consumo diario.

Se recomienda instalar un equipo duplex de bombeo o sea 2 bombas en previsión de la falla de una de ellas o para cubrir los exesos de demanda diaria, es también importante que las bombas se instalen con un control " Alternador simultaneador " para permitir que las bombas se alternen después de cada ciclo de operación y que en algún momento puedan trabajar simultáneamente en ocasiones de demanda máxima.

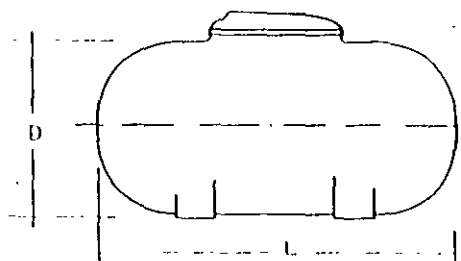
Hay que tener en cuenta el espacio para ubicar los equipos de bombeo, en lugares ventilados y registrables para lograr un mejor mantenimiento y supervisión, los cuales deberán estar perfectamente ubicados en los planos de proyecto y facilitar así la localización de las preparaciones eléctricas necesarias para su correcta instalación.



CILINDRICO

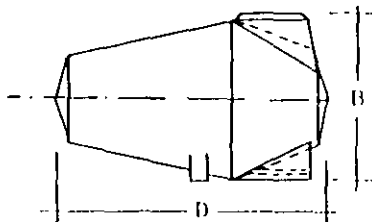
TINACOS "MIXALII"

CAPACIDAD	A	H
200 LIT	640 mm	800 mm
400 "	804 "	995 "
600 "	918 "	1095 "
800 "	1004 "	1236 "
1100 "	1144 "	1370 "
1700 "	1300 "	1695 "
3200 "	1608 "	1950 "



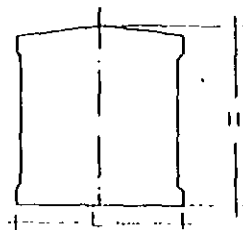
OVOIDE

CAPACIDAD	L	D
500 LIT	1540 MM	767
750 "	1700 "	847
1100 "	1860 "	947
1500 "	2020 "	1110



ROCKET

CAPACIDAD	D	B
1100 LIT	1920 mm	1100 mm



CUADRANGULAR

CAPACIDAD	L x l	H
250 LIT	655 mm	810 mm.
400 "	766 "	925 "
600 "	860 "	1040 "
800 "	960 "	1155 "
1100 "	1060 "	1305 "
1700 "	1200 "	1480 "

2.3 Cisternas

Son almacenamientos de agua en la parte inferior del edificio y que pueden ubicarse dentro o fuera de él

Conocido el Consumo Diario, se calcula la capacidad de la cisterna, la cual debe ser suficiente para abastecer el edificio con un mínimo de $2/3$ del consumo diario. Se recomienda almacenar un día de consumo diario del edificio; en lugares con tiempos de suministro muy cortos e irregulares de la red municipal de agua potable será necesario almacenar 2 días de consumo diario. En localidades en donde no existe red municipal se diseñaran cisternas para un consumo de 8 días como mínimo.

A esta capacidad hay que agregar en caso de requerirse sistema de servicio de protección contra incendio, una reserva exclusiva para este servicio de :

- 8,000 l. Para cubrir un siniestro durante 30 mins.
- 36,000 l. Para cubrir un siniestro durante 2 horas o mayor en caso de solicitarlo la Compañía Aseguradora.

Las cisternas pueden construirse de 1, 2 o más celdas dependiendo del volumen que se requiera almacenar.

Las cisternas deben cumplir desde el punto de vista sanitario y constructivo, con una serie de requerimientos entre los que se pueden mencionar los siguientes :

- a) Tener un cárcamo de succión.
- b) Tubos ventiladores que permitan una adecuada ventilación.
- c) Registro (s) con escalera marina que permitan el acceso de una persona y que en su parte superior tengan una tapa metálica envolvente a 15 cms. arriba del nivel de piso terminado.
- d) Muros impermeabilizados, para evitar filtraciones.
- e) Una pendiente mínima del 0.5 % en el fondo hacia el cárcamo de succión.
- f) Estar localizada a 3.00 m del albañal de desagüe más próximo y a 1.00 de separación de la colindancia.

3.- DOTACION DE AGUA POTABLE

Se llama dotación diaria a la cantidad de agua generalmente expresada en litros/habitante/día, que se asigna a cada uno de los diferentes tipos de edificios; estas dotaciones dependen de muchos factores como son; Facilidades sanitarias, normas de vida, localización, número de habitantes, tipo de edificio y la condición socio-económica de las personas.

3.1 Dotación para los Diferentes Tipos de Edificios

En función del número de habitantes y de los factores anteriormente mencionados, pueden considerarse los siguientes datos :

	DOTACION DIARIA
Vivienda Tipo Popular	150 l/hab./día
Vivienda de Interés Social	200 l/hab./día
Vivienda tipo Residencial y Departamental	250-500 l/hab./día
Edificio de Oficinas	70 l/hab./día 10 l/m ² .
Hoteles	500 l/huesped/día
Cines	2 l/espect.-función
Fabricas (sin consumo industrial)	100 l/obrero/día
Baños Públicos	500 l/bañista/día
Escuelas	60-100 l/alumno/día
Restaurantes	15-30 l/comensal/día
Lavanderías	40 l/Kg. de ropa seca
Hospitales	500-1000 l/cama/día
Riego de Jardines	5 l/m ² .

NUMERO DE MUEBLES SANITARIOS SEGUN EL TIPO DE EDIFICIO

EDIFICIO : ESCUELAS SECUNDARIAS

- 1 excusado por cada 100 hombres
- 1 excusado por cada 45 mujeres
- 1 urinario por cada 30 hombres
- 1 lavabo por cada 100 personas
- 1 bebedero por cada 75 personas

EDIFICIO : OFICINAS O PUBLICO

- 1 excusado 1 - 15 personas
- 2 excusado 16 - 35 personas
- 3 excusado 36 - 60 personas
- 4 excusado 56 - 80 personas
- 5 excusado 81 - 110 personas
- 6 excusado 111 - 150 personas

1 más por cada 40 personas adicionales

URINARIO : Se suprime un excusado por cada urinario instalado sin que el No. de excusados sea menor que de 2/3 de lo anotado.

- 1 Lavabo 1 - 15 personas
- 2 Lavabos 16 - 35 personas
- 3 Lavabos 36 - 60 personas
- 4 Lavabos 61 - 90 personas
- 5 Lavabos 91 - 125 personas

1 adicional por cada 45 personas más o fracción.

1 bebedero por cada 75 personas. No se deben instalar dentro de los sanitarios.

ESTABLECIMIENTOS FABRILES

(talleres, fundiciones)

- 1 excusado 1 - 15 personas
- 2 excusados 16 - 35 personas
- 3 excusados 36 - 60 personas
- 4 excusados 61 - 90 personas
- 5 excusados 91 - 125 personas

1 adicional por cada 30 personas adicionales

URINARIO : Se suprime un excusado por cada urinario que se instale sin que el número de excusados se reduzca a menos de 2/3 de los arriba indicados.

- 1 Lavabo por cada 100 personas
- 1 Lavabo más por cada 10 personas adicionales

Cuando hay peligro de contaminación de la piel con materias venenosas, infecciosas o irritantes, instalar 1 lavabo por cada 5 personas.

En otros casos puede instalarse un lavabo por cada 15 personas:

Cada 60 cms. de lavabo corrido o cada 45 cms. de lavabo circular común, con llaves de agua por cada espacio, se considerarán equivalentes a un lavabo.

1 regadera por cada 15 personas, si en su trabajo están expuestos a calor excesivo o a contaminación de la piel con sustancias venenosas, infecciosas o irritantes.

- 1 bebedero por cada 75 personas.

DORMITORIOS

- 1 Excusado por cada 10 hombres
- 1 Excusado por cada 8 mujeres

Si hay más de 10 personas, agregar un excusado por cada 25 hombres adicionales y un excusado por cada 20 mujeres en exceso de 8.

- 1 Urinario por cada 25 hombres

Si hay más de 150 hombres agregar un urinario por cada 50 hombres adicionales.

- 1 Lavabo por cada 12 personas.

Agregar un lavabo por cada 20 hombres y uno por cada 15 mujeres. Se recomienda poner lavabos dentales adicionales en los sanitarios comunes.

- 1 Regadera por cada 8 mujeres y además
- 1 Tina por cada 30 mujeres.
Para más de 150 personas agregar una regadera por cada 20 personas.
- 1 bebedero por cada 75 personas
- 1 vertedero por cada 100 personas
- 1 lavadero por cada 50 personas

CINES, TEATROS Y AUDITORIOS

- 1 Excusado para hombres 1 - 100 personas
- 1 Excusado para mujeres 1 - 100 personas
- 2 Excusados para hombres 101 - 200 personas
- 2 Excusados para mujeres 101 - 200 personas
- 3 Excusados para hombres 201 - 400 personas
- 3 Excusados para mujeres 201 - 400 personas

Para más de 400 personas se agregará un excusado por cada 500 hombres más y un excusado por cada 300 mujeres más.

- 1 Urinario para 1 - 200 hombres
- 2 Urinarios para 201 - 400 hombres
- 3 Urinarios para 401 - 600 hombres
- 1 **Urinario adicional por cada 500 hombres más**
- 1 Lavabo para 1 - 200 personas
- 2 Lavabos para 201 - 401 personas

- 3 Lavabos para 401 - 750 personas
- 1 Lavabo adicional por cada 500 personas más
- 1 Bebedero por cada 100 personas.

SERVICIOS PROVISIONALES SANITARIOS PARA TRABAJADORES

1 excusado y un urinario por cada 30 trabajadores.

Si se usan urinarios corridos se considerarán las siguientes equivalencias.

60 cms. lineales	=	1 urinario
90 - 1.20	=	2 urinarios
1.50	=	3 urinarios
1.80	=	4 urinarios

COMENTARIOS GENERALES

Al aplicar los criterios expuestos debe tomarse muy en cuenta la accesibilidad de los muebles sanitarios, ya que alcanzarse únicamente a los valores numéricos especificados pueden resultar soluciones inadecuadas para el establecimiento de que se trate.

Así, por ejemplo, en escuelas de varios pisos deberá haber sanitarios en cada piso de salones de clases.

**CONSUMOS DE AGUA CALIENTE
(LITROS POR HORA)**

MUEBLES	DEPARTAMENTOS	CLUB	GIMNASIO	HOSPITAL	HOTEL	PLANTA INDUSTRIAL	OFICINAS	RESIDENCIALES	ESCUELAS
LAVABO (privado)	8	8	8	8	8	8	8	8	8
LAVABO (público)	16	24	30	24	30	45	24	-	60
TINA DE BANO	80	80	120	80	80	120	-	80	-
REGADERA	300	570	850	300	300	850	-	300	850
LAVAPLATOS	60	200-600	-	200 - 600	200 - 800	80 - 400	-	60	80 - 400
LAVAPIES	12	12	45	12	12	45	-	12	12
FREGADERO (de cocina)	40	80	-	80	80	80	-	40	40
LAVADERO	80	110	-	110	110	-	-	80	-
VERTEDERO (enf.)	-	-	-	80	-	-	-	-	-
VERTEDERO (lab.)	-	-	-	40	-	-	-	-	-
FACTOR DE DEMANDA	0.30	0.30	0.40	0.25	0.25	0.40	0.30	0.30	0.40
FACTOR DE ALMACENAMIENTO	1.25	0.90	1.00	1.00	0.80	1.00	2.00	0.70	1.00

4.- CALCULO DE LA TOMA DOMICILIARIA

El diseño correcto del diámetro de la toma domiciliaria es fundamental para garantizar el consumo diario en los edificios.

El diámetro de la toma domiciliaria deberá ser calculado en función del sistema de abastecimiento propio del edificio, ya sea por gravedad (con tinacos o tanques elevados) o por alimentación directa de la red.

4.1 Consumo Diario

Se denomina consumo diario al producto resultante de una dotación diaria por una población determinada, en función del uso y tipo del edificio.

Consumo diario = dotación x población. (No. de habitantes)

4.2 Gasto Medio Diario

Teniendo el consumo diario y afectado por el tiempo de abastecimiento (8,12 ó 24 horas) obtendremos el gasto medio diario.

$$\text{Para 24 hrs. } Q \text{ medio diario} = \frac{\text{consumo diario (litros)}}{86,400 \text{ seg.}}$$

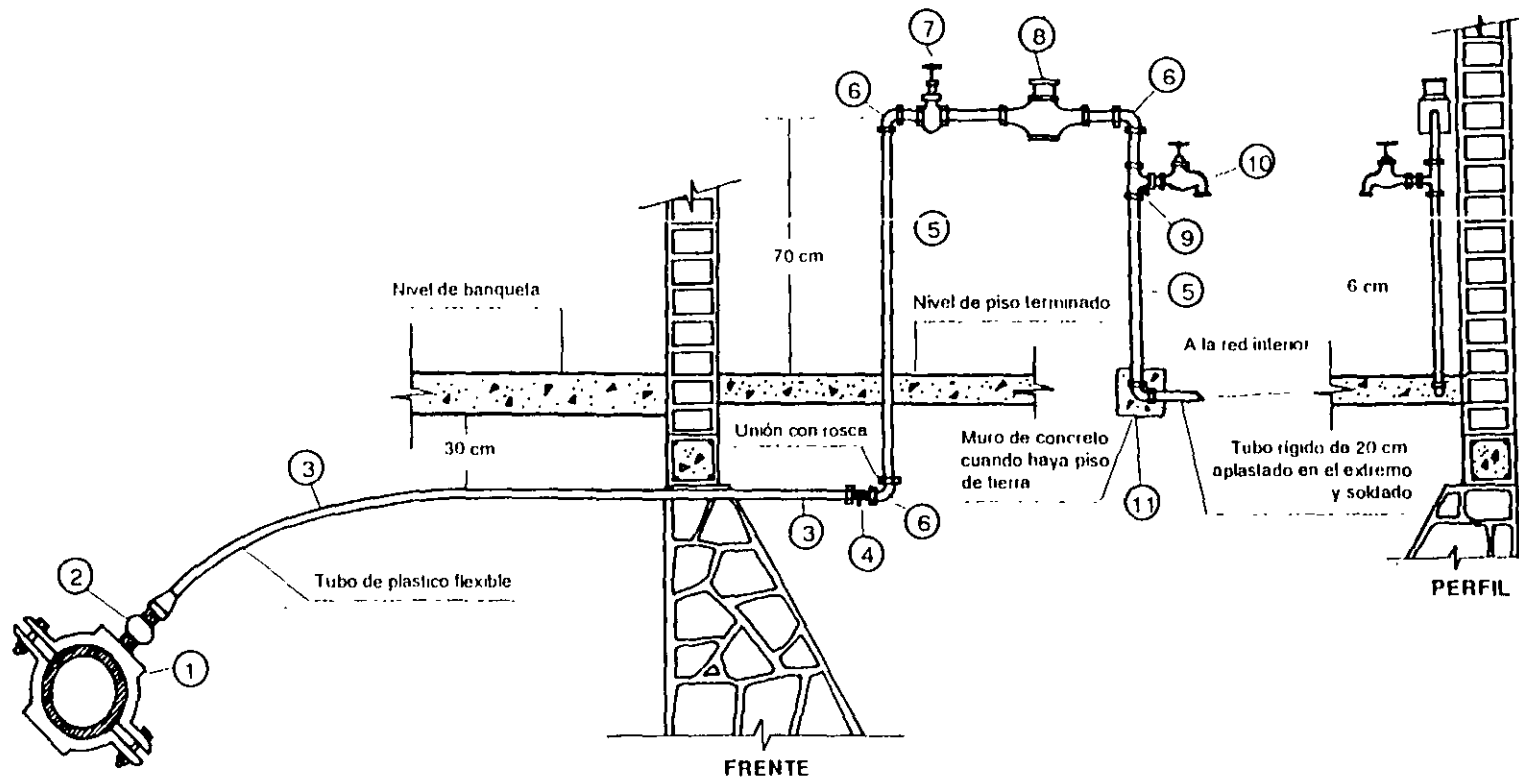
$$\text{Para 12 hrs.} = \frac{\text{consumo diario (litros)}}{43,200 \text{ seg.}}$$

$$\text{Para 8 hrs.} = \frac{\text{consumo diario (litros)}}{21,600 \text{ seg.}}$$

Usualmente se calcula el gasto medio diario para un abastecimiento de 24 hrs. (1 día)

MATERIALES PARA TOMA DE 13 mm.

- 1 Abrazadera para llave de inserción para tubo de A.C.
- 2 Adaptador de inserción de nylon o de polipropileno con abrazadera de acero inoxidable - 1 pza
- 3 Tubo de plástico flexible de polietileno de alta densidad clase 10 - 1 a 11 metros.
- 4 Transición o adaptador con rosca macho de nylon o de polipropileno, con abrazadera de acero inoxidable - 1 pieza
- 5 Tubo de fierro galvanizado - 2 pzas
- 6 Codo de 90 de fierro galvanizado - 4 pzas
- 7 Llave de globo de bronce, rosca hembra - 1 pza
- 8 Medidor de 15 mm para conexiones de 13 mm - pza
- 9 Te de fierro galvanizado - 1 pza.
- 10 Llave de manguera de bronce - 1 pza
- 11 Tapón macho empleando un niple de fo galvanizado aplastado en el extremo y soldado - 1 pza



NOTAS IMPORTANTES

1. Si no se pone medidor se colocará un niple de fo. galvanizado de igual tamaño al medidor y una tuerca de unión universal.
2. Las abrazaderas de inserción únicamente se utilizan en las tuberías de A.C. hasta 4" de diámetro.
3. La profundidad mínima de la tubería en la calle será de 40 cm.

DETALLE TÍPICO DE TOMA DOMICILIARIA

4.3 Gasto Máximo Diario

Es el gasto en el día de mayor demanda y se obtiene al multiplicar el gasto medio diario por un coeficiente de variación diaria que es igual a 1.2

$$Q \text{ max. diario} = Q \text{ medio diario} \times 1.2$$

(Coeficiente de Variación Diaria)

Clima frío	=	1.0
Clima templado	=	1.2
Clima caluroso	=	1.5

4.4 Gasto Máximo Horario

Al obtener el gasto máximo diario y multiplicarlo por un coeficiente de variación horaria, podremos conocer el consumo máximo en la hora más crítica

$$Q \text{ max. horario} = Q \text{ máximo diario} \times 1.5$$

4.5 Pérdidas de Fricción

Son las pérdidas de presión a las que están expuestas las tuberías en función de su diámetro, longitud, material y conexiones en una instalación hidráulica.

Las pérdidas de carga (hf) podemos calcularlas con la fórmula siguiente:

$$h_f = f \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

de donde:

f = 0.05 en diámetros de 13 a 25 mm.

f = 0.04 en diámetros de 32 a 50 mm.

f = 0.03 en diámetros de 60 a 150 mm.

l = Longitud equivalente de tubería (tubería + conexiones)

d = Diámetro

v = Velocidad

g = Aceleración de la gravedad.

Sin embargo no es estrictamente exacto, ya que los coeficientes varían en función de las condiciones de la superficie interna de las tuberías y la propia velocidad. Para facilitar el cálculo de las pérdidas de presión, existen tablas que dan la equivalencia de las válvulas y conexiones considerándolas como tramos de tubería recta.

4.6 Velocidad del Agua

La velocidad permitible dentro de las tuberías varía de 0.60 m./seg. (mínima) hasta 3.00 m./seg. como máxima dado que a partir de ésta se percibirá la circulación del agua dentro de las tuberías, ocasionando ruidos molestos en la construcción y aumentando las pérdidas por fricción en la tubería.

4.7 Cálculo del Diámetro de la Toma Domiciliaria

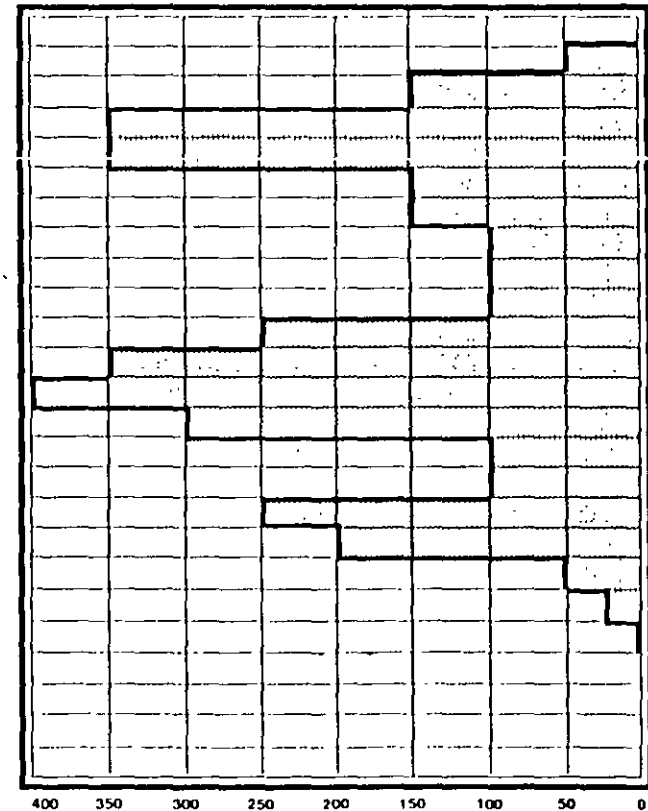
- a) Edificios con abastecimiento por gravedad.
(Con tinacos o tanques de almacenamiento).
Para construcciones con tanques de regularización y distribución por gravedad, partimos de lo siguiente:

$$\text{Si } Q = V \times A \quad \begin{array}{l} Q = \text{Gasto} \\ V = \text{Velocidad} \\ A = \text{Area} \end{array}$$

Despejando, tendremos:

$$A = \frac{Q}{V}$$

Y si suponemos una velocidad = 1.00 m/seg. (puesto que la red de abastecimiento deberá garantizar una velocidad de 0.60 a 3.00 m/seg.), podremos calcular el área. Para este caso deberemos considerar el Gasto Máximo al aplicar esta fórmula para el cálculo de la toma domiciliaria.



L I T R O S

DIAGRAMA DE CONSUMO HORARIO
EN CASA HABITACION

EJEMPLO:

Tipo de Edificio: Casa Habitación
Tipo de Abastecimiento: Por gravedad (con tinacos)
No. de Recámaras: 4
No. de Habitantes: 2 x No. de recámaras + 1

CALCULO DE LOS DATOS HIDRAULICOS

No. de habitantes = $2 \times 4 + 1 = 9$
Dotación = 300 l/hab./día
Consumo Diario = $9 \times 300 = 2,700$ l/seg.
Gasto Medio Diario = $\frac{2700}{12 \text{ hrs.}} = \frac{2700}{12 \times 3600} = \frac{2700}{43,200} = 0.0625$ l/seg.
Gasto máximo Diario = $0.0625 \times 1.2 = 0.075$ l/seg.
Gasto máximo Horario = $0.075 \times 1.5 = 0.112$ l/seg.

Para $Q = 0.075$ l/seg. = 0.1 l/seg.

$$Q = V \times A$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.1 \text{ l/seg.}}{1.00 \text{ m/seg.}} = \frac{0.0001 \text{ m}^3/\text{seg.}}{1.00 \text{ m/seg.}} = 0.0001 \text{ m}^2$$

$$A = 0.0001 \text{ m}^2$$

$$\text{Si el área del círculo es } = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d^2 = \frac{3.1416 \cdot d^2}{4} = 0.785 \cdot d^2$$

$$A = 0.785 \cdot d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{A}{0.785}} = \sqrt{\frac{0.0001 \text{ m}^2}{0.785}} = \sqrt{0.00012 \text{ m}^2}$$

$$d = 0.011 \text{ m.}$$

$$d = 1.1 \text{ cm.}$$

$$d = 11 \text{ mm.}$$

Díametro comercial de la toma: 13 mm (1/2")

De ahí que generalmente todas las casas unifamiliares se alimenten con una toma domiciliaria de 13 mm. (1/2")

También al conocer el Gasto Máximo Diario podemos calcular el diámetro de la toma, aplicando el nomograma de Hunter que se detallará más adelante.

- b) Para abastecer edificios con presión directa de la red, el diámetro de la toma se diseñara con lo que se denomina " Demanda Máxima Instantanea ".

5.- METODOS DE CALCULO DE ALIMENTACIONES (AGUA FRÍA Y AGUA CALIENTE)

DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA

El diseño correcto del sistema de distribución de agua en un edificio es indispensable, con el fin de que los diversos muebles sanitarios puedan funcionar adecuadamente.

La cantidad requerida ya sea de agua fría o caliente, es variable dependiendo del tipo de edificio, su uso ocupación y hora del día.

En casas y edificios de apartamentos, los muebles de baño se usan principalmente por las mañanas y por la noche, los fregaderos de cocina se utilizan antes y después de los alimentos y los lavaderos y lavadoras generalmente en el curso de la mañana.

Este uso intermitente de los muebles sanitarios y el hecho de que el tiempo que están en operación sea mucho menor que aquel que están sin operar, fue lo que originó determinar la " Demanda Máxima Instantánea", que permite diseñar una red hidráulica más acorde con la realidad, en lugar de calcular la red para operación simultánea de todos los muebles que no solamente es inútil, sino que representa un costo mayor.

5.1 Método Empírico

Estudiado en la Gran Bretaña, por Dawson y Bowman en los Estados Unidos, este método utiliza una tabla en la que se indica la descarga de cada tipo de mueble en galones por minuto, se multiplica esta cantidad por el número de muebles de cada tipo y se suman los gastos obtenidos.

El gasto total obtenido, corresponde al gasto de todos los muebles operando simultáneamente; esta cantidad se lleva a una tabla calculada por los diseñadores de este sistema, en la cual se puede seleccionar el Gasto Máximo Instantáneo, de acuerdo con experiencias obtenidas por ellos en la práctica.

Este sistema, con ciertas modificaciones, fué utilizado por fabricantes y equipos hidroneumáticos en los E.U.A. y en México, actualmente a caído en desuso.

5.2 Método Alemán de Raiz Cuadrada

El método Alemán utiliza como unidad de gasto la descarga de una llave de 3/8" (9.5 mm.) operando bajo ciertas condiciones y se fija un "Factor de Carga" tomando la relación de gasto de este mueble con la del hidratante de 3/8" y el resultado se eleva al cuadrado.

Posteriormente el "Factor de Carga" de cada tipo de mueble, se multiplica por el número de éstos, se suman los resultados y se saca la raíz cuadrada de esta suma. Este resultado se multiplica por el "Factor de Carga" del hidratante de 3/8" y así se obtiene la demanda máxima de la tubería de alimentación.

El procedimiento de obtener la raíz cuadrada, cubre el hecho de que no todos los muebles operen simultáneamente; este método tiene poca aplicación hoy en día.

5.3 Método del Dr. Roy B. Hunter

Este método basado en las probabilidades de uso de núcleos sanitarios y de una serie de observaciones de tipo práctico, es el método de cálculo más usado actualmente.

Hunter basa su teoría en que la operación de los muebles de mayor gasto puede ser relativa y determina las frecuencias máximas de uso de estos muebles tomadas de pruebas efectuadas en hoteles y edificios de apartamentos durante las horas de mayor consumo. También midió los valores característicos de las demandas de agua para los diversos muebles y el tipo de operación de cada uno.

El sistema obtenido por Hunter de sus teorías y pruebas aplicables especialmente para redes que abastecen un gran número de muebles y está basado en que podrá no dar un buen resultado en 1% de casos.

La teoría de probabilidades de Hunter ha demostrado ser la más exacta y racional; de los métodos antes descritos.

Datos obtenidos con los métodos anteriores en un edificio de apartamentos.

Método Empleado	Gasto (1/seg.)	Gasto (en %)
Hunter	2.65	100
Alemán	3.34	126
Británico	3.97	150
Dawson	4.52	182

Hasta el año de 1957 el método más extendido para determinar la "Demanda Máxima Instantánea" en los E.U.A. y en México fué variación del Sistema Empírico que los principales fabricantes de bombas y equipos hidroneumáticos ilustraban en sus catálogos.

Sin embargo, la experiencia demostró la falta de exactitud de estos métodos y fué, al aparecer el Código de Plomería editado por Vincent Manas, que se empezó a unificar el criterio de diseñadores y contratistas y se generalizó el uso del método de probabilidades de Hunter descrito en detalle en dicho libro.

Nuevamente la práctica fue demostrando errores en este método y diversos investigadores en E.U.A. y en México se dedicaron a investigar los resultados reales de edificios en los que se había calculado la demanda basada en el Método de Hunter.

Con las facilidades existentes en los E.U.A. se instalaron medidores-registradores de flujo en diversos tipos de edificios y en diversos lugares del país y así se pudo efectuar un estudio comparativo entre el diseño original basado en el sistema de Hunter y el gasto real obtenido por medición.

En México, aunque sin contar con los medios de los E.U.A. se pudieron hacer estudios prácticos comparativos también, utilizando los medidores de flujo, empleados como controles en los Sistemas Programados de presión constante y muy especialmente diversos investigadores, ya sea en forma práctica o deductiva, han efectuado estudios y unos y otros

han llegado al mismo resultado: Que el Método de Hunter para calcular la demanda máxima instantánea dá resultados exagerados en un gran número de casos.

Esto se explica fácilmente si se considera que Hunter basó su teoría en resultados de mediciones obtenidas de edificios con gran número de muebles y durante las horas de mayor uso.

Se puede considerar que su muerte no permitió la terminación de su obra pues indudablemente hubiera incluido modificaciones que se pudieran aumentar o disminuir los gastos obtenidos con su Sistema, utilizando las mismas consideraciones que afectan la demanda de agua mencionadas por todos los autores de la materia y detallados en el libro "Water Supply Engineering" por Babitt y Doland a saber.

- 1) Clima y localización
- 2) Uso de medidores y costo del agua
- 3) Calidad y presión del agua
- 4) Facilidades sanitarias y normas de vida
- 5) Condición socio-económica.

5.4 Determinación de la Carga Manométrica

La carga Manométrica corresponde a la presión mínima a que debe suministrarse el agua para un edificio.

Para su determinación intervienen tres factores:

- a) Altura en metros desde el punto de abastecimiento al punto más alto de descarga.
- b) Presión que se desea tener en ese punto más alto de descarga.
- c) En el caso de México, así como de la mayor parte de los países Latinoamericanos, en los que los reglamentos, el diámetro reducido de las tuberías y tomas, las interrupciones en el servicio de agua y la falta de presión, impiden considerar un abastecimiento directo de la red municipal, se ha extendido el uso de tinacos para edificios de poca altura o de tanque de almacenamiento o cisterna para los más altos.

RESULTADO DE INVESTIGACION EN UN HOTEL EN ACAPULCO, GUERRERO

MUEBLES SANITARIOS	NUMERO DE MUEBLES	U. M. SEGUN HUNTER	TOTAL DE U. M.
W.C. FLUXOMETRO	386	6	2208
REGADERA C/TINA	368	2	736
LAVABOS	368	2	736
LAVADEROS	10	3	30
FREGADEROS	10	4	40
TOTAL EN UNIDADES MUEBLE			3750
GASTO MAXIMO CONSTANTE SEGUN HUNTER			34,651/seg
GASTO MAXIMO CONSTANTE SEGUN MEDICION			22,681/seg
POR CIENTO AL QUE SE REDUCE FL. GASTO			64.65 %

6.- METODO DE " HUNTER "

6.1 Unidades Mueble

El método del Dr. Hunter toma como base para determinación de los gastos de agua, el gasto de lavabo, el cual equivale a 25 litros por minuto y le denomina UNIDAD MUEBLE también se le dá el nombre de unidad de gasto.

6.2 Tipos de Muebles Sanitarios

El valor en unidades mueble para cada uno de los muebles sanitarios, se deriva de uso y tipo de mueble y han clasificado en muebles de uso público y uso privado, pudiendo ser del tipo de válvula ("Fluxometro") o de tipo tanque; en función de lo anterior el valor en unidades mueble varía para cada uno de los diferentes muebles, como se puede apreciar en la tabla que se anexa.

6.3 Perdida por Fricción

El rozamiento que ocasiona el paso de agua a través de una tubería y la pérdida de velocidad, consecuencia de lo anterior es lo que da origen a las pérdidas por fricción; éstas dependen del tipo de material en la tubería y las longitudes a recorrer.

En el nomograma de Hunter, una pérdida aceptable por fricción (hf) para el cálculo de los diámetros de las tuberías es de + - el 15%.

También se debe considerar que en válvulas y conexiones (codos, tees, reducciones, etc), se tiene una pérdida por fricción de acuerdo al material y diámetro de que se trate; se anexa una tabla con los valores expresados en metros de tramo recto de tubería equivalente.

**EQUIVALENCIAS DE LOS MUEBLES EN
UNIDADES DE GASTO (U.M.)**

Diámetro Propio (mm)	Mueble	Servicio	Control	U M.
25 ó 32 mm.	Excusado	público	Válvula	10
13	Excusado	público	Tanque	5
13	Fregadero	hotel rest.	Llave	4
13	Lavabo	público	Llave	2
19 ó 25	Mingitorio pared	público	Válvula	5
13	Mingitorio pared	público	Tanque	3
13	Regadera	público	Mezcladora	4
13	Tina	público	Llave	4
13	Vertedero	oficina etc	Llave	3
25	Excusado	privado	Válvula	6
13	Excusado	privado	Tanque	3
13	Fregadero	privado	Llave	2
-	Grupo baño	privado	Exc válv	6
-	Grupo baño	privado	Exc. tanque	6
13	Lavabo	privado	Llave	1
13	Lavadero	privado	Llave	3
13	Regadera	privado	Mezcladora	2
13	Tina	privado	Mezcladora	2

6.4 Velocidades Mínimas y Máximas

La velocidad es una de las condiciones importantes para conducción y cálculo de las tuberías de agua y se recomienda para el correcto funcionamiento de los accesorios y muebles sanitarios velocidades de 0.60 m/seg como mínima y 3.00m/seg. como velocidad máxima para evitar ruidos extraños en las tuberías y evitar que las pérdidas por fricción aumenten al tener velocidades muy altas dentro de las tuberías.

6.5 Tipos de Tuberías

Para la conducción del agua potable en el interior de los edificios, se tiene en el mercado tubería de cobre (tipo "M"), fierro galvanizado (cédula 40) y tubería de plástico (P.V.C.), debiéndose seleccionar el material adecuado para cada uso específico de las instalaciones; así por ejemplo para ramaleos exteriores se puede utilizar fierro galvanizado y tubería de cobre para todo el ramaleo interior y tubería de P.V.C para riego.

Al analizar en nomograma de Hunter, se han hecho dos tablas para el cálculo de los diámetros de las tuberías.

El primer nomograma, es para el cálculo de las tuberías proyectadas con cobre y el segundo para las tuberías de fierro galvanizado.

6.6 Tablas y Nomogramas

Demanda máxima instantánea:

Para el cálculo de la demanda máxima instantánea del agua en el edificio, el método iniciado por el Dr. Roy B. Hunter, quien aplicó la teoría de las probabilidades, a demostrado dar resultados eficientes.

Este método es aplicable a los grupos numerosos de muebles, como en el de los edificios de apartamentos, hoteles, oficinas, etc.

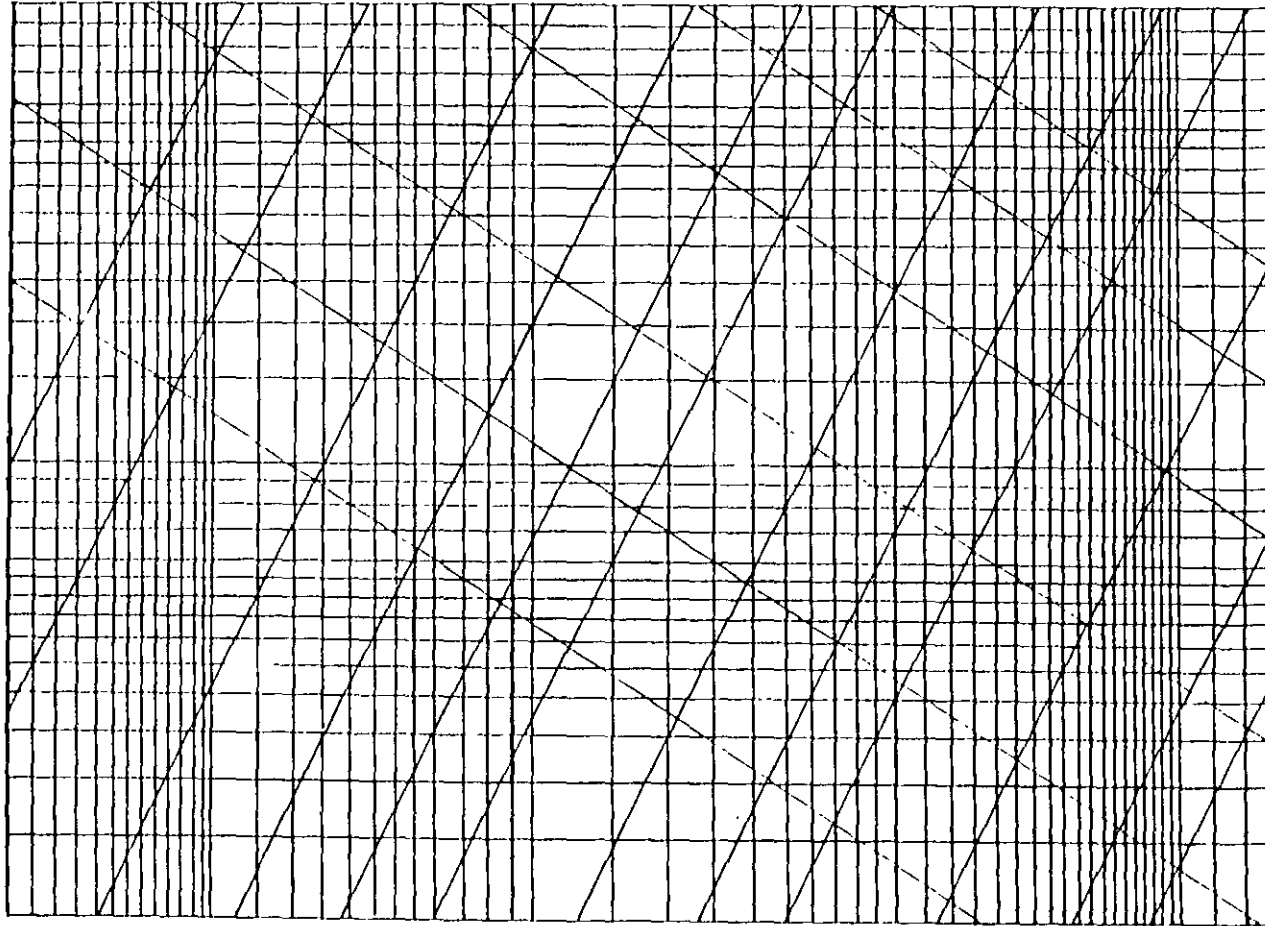
Para facilitar el cálculo, se valúan los muebles en unidades de Gasto "U.M.", sumando sus valores y con el dato total de unidades de gasto, entrar en una tabla de "Gastos

probables en litros por segundo en función del Número de Unidades de Gasto (U.M.)", en donde se tienen tres columnas, una con el número de unidades mueble y dos columnas que nos indican el gasto en litros por segundo, dependiendo del tipo de mueble ya sean de tanque o de válvula (Fluxómetro).

Ya conociendo el Gasto en litros por segundo que se estima pasará por las diferentes tuberías del sistema sus longitudes reales y la equivalencia en longitud de tubería de conexiones, podemos determinar los diámetros adecuados en el nomograma ya sea que se trate de tubería de cobre o de fierro galvanizado.

En este nomograma se tiene horizontalmente los gastos en litros por segundo ($Q = 1/\text{seg.}$), verticalmente la pérdida de presión en % (hf) siendo recomendable aceptar $\pm 10\%$ de pérdida de presión en las líneas inclinadas se tienen los diferentes diámetros nominales de tubería y perpendicular a estas líneas se tienen las velocidades del agua en metros por segundo recomendándose que no es menor de 0.60 m/seg. ni mayor de 3.00 m/seg. para que los muebles sanitarios funcionen correctamente se requiere una presión mínima en su alimentación de agua; esta presión y el gasto requerido varía con el diseño de ellos, en algunos se necesita una presión mayor que en otra, para que su funcionamiento sea correcto; se agrega una tabla que muestra los gastos y presiones necesarias para su funcionamiento adecuado.

Hf = Metros por Cien Metros



(Gasto Máx. Probable)

Tubería de Cobre tipo "M"

NOMOGRAMA DE HUNTER

Gastos Probables en Litros por Segundo en Función del Número de Unidades Mueble Método de " Hunter "

Número Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
1	0.10		80	2.40	3.91	255	4.71	6.43
2	0.15		85	2.48	4.00	260	4.78	6.48
3	0.20	No hay	90	2.57	4.10	265	4.86	6.54
4	0.26	No hay	95	2.68	4.20	270	4.93	6.60
5	0.38	1.51	100	2.78	4.29	275	5.00	6.66
6	0.42	1.56	105	2.88	4.36	280	5.07	6.71
7	0.46	1.61	110	2.97	4.42	285	5.15	6.76
8	0.49	1.67	115	3.06	4.52	290	5.22	6.83
9	0.53	1.71	120	3.15	4.61	295	5.29	6.89
10	0.57	1.77	125	3.22	4.71	300	5.36	6.94
12	0.63	1.86	130	3.28	4.80	320	5.61	7.13
14	0.70	1.95	135	3.35	4.86	340	5.86	7.32
16	0.76	2.03	140	3.41	4.92	360	6.12	7.52
18	0.83	2.12	145	3.48	5.02	380	6.37	7.71
20	0.89	2.21	150	3.54	5.11	400	6.62	7.90
22	0.96	2.29	155	3.60	5.18	420	6.87	8.09
24	1.04	2.36	160	3.66	5.24	440	7.11	8.28
26	1.11	2.44	165	3.73	5.30	460	7.36	8.17
28	1.19	2.51	170	3.79	5.36	480	7.60	8.66
30	1.26	2.59	175	3.85	5.41	500	7.85	8.85
32	1.31	2.65	180	3.91	5.42	520	8.08	9.02
34	1.36	2.71	185	3.98	5.55	540	8.32	9.20
36	1.42	2.78	190	4.04	5.58	560	8.55	9.37
38	1.46	2.84	195	4.10	5.60	580	8.79	9.55
40	1.52	2.90	200	4.15	5.63	600	9.02	9.72
42	1.58	2.96	205	4.23	5.70	620	9.24	9.89
44	1.63	3.03	210	4.29	5.76	640	9.46	10.05
46	1.69	3.09	215	4.34	5.80	680	9.88	10.38
48	1.74	3.16	220	4.39	5.84	700	10.10	10.55
50	1.80	3.22	225	4.42	5.92	720	10.32	10.74
55	1.94	3.35	230	4.45	6.00	740	10.54	10.93
60	2.08	3.47	235	4.50	6.10	760	10.76	11.12
65	2.18	3.57	240	4.54	6.20	780	10.98	11.31
70	2.27	3.66	245	4.59	6.31	800	11.20	11.50
75	2.34	3.78	250	4.64	6.37	820	11.40	11.66

**Gastos Probables en Litros por Segundo en Función del Número de Unidades Mueble
Método de " Hunter "**

Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
840	11.60	11.82	2350	23.00	23.00	4100	34.90	34.90
860	11.80	11.98	2400	23.40	23.40	4500	39.50	39.50
880	12.00	12.14	2450	23.70	23.70	5000	43.50	43.50
900	12.20	12.30	2500	24.00	24.00	5500	46.30	46.30
920	12.37	12.46	2550	24.40	24.40	6000	49.00	49.00
940	12.55	12.62	2600	24.70	24.70	6500	52.60	52.60
960	12.72	12.78	2650	25.10	25.10	7000	56.00	56.00
980	12.90	12.94	2700	25.50	25.50	7500	59.00	59.00
1000	13.07	13.10	2750	25.80	25.80	8000	63.00	63.00
1050	13.49	13.50	2800	26.10	26.10	8500	65.50	65.50
1100	13.90	13.90	2850	26.40	26.40	9000	68.50	68.50
1150	14.38	14.38	2900	26.70	26.70	9500	71.50	71.50
1200	14.85	14.85	2950	27.00	27.00	10000	74.40	74.40
1250	15.18	15.18	3000	27.30	27.30	10500	77.50	77.50
1300	15.50	15.50	3050	27.60	27.60	11000	80.50	80.50
1350	15.90	15.90	3100	28.00	28.00	11500	83.50	83.50
1400	16.20	16.20	3150	28.30	28.30	12000	86.50	86.50
1450	16.60	16.60	3200	28.70	28.70	12500	89.50	89.50
1500	17.00	17.00	3250	29.00	29.00	13000	92.50	92.50
1550	17.40	17.40	3300	29.30	29.30	13500	95.50	95.50
1600	17.70	17.70	3350	29.60	29.60	14000	98.50	98.50
1650	18.10	18.10	3400	30.30	30.30	14500	101.50	101.50
1700	18.50	18.50	3450	30.60	30.60	15000	104.50	104.50
1750	18.90	18.90	3500	30.90	30.90	15500	106.50	106.50
1800	19.20	19.20	3550	31.30	31.30	16000	109.50	109.50
1850	19.60	19.60	3600	31.60	31.60	16500	112.50	112.50
1900	19.90	19.90	3650	31.90	31.90	17000	115.50	115.50
1950	20.10	20.10	3700	32.30	32.30	17500	118.50	118.50
2000	20.40	20.40	3750	32.60	32.60	18000	121.50	121.50
2050	20.80	20.80	3800	32.90	32.90	18500	124.50	124.50
2100	21.20	21.20	3850	33.30	33.30	19000	127.50	127.50
2150	21.60	21.60	3900	33.60	33.60	19500	130.50	130.50
2200	21.90	21.90	3950	33.90	33.90	20000	133.50	133.50
2250	22.30	22.30	4000	34.40	34.40	25000	163.00	163.00
	22.60	22.60	4050	34.60	34.60	30000	194.00	194.00

7.- DESAGUES PLUVIALES

7.1 Intensidad de Lluvia

Para el cálculo de las tuberías que conducirán aguas pluviales intervienen una serie de factores, por lo que es necesario normar el criterio para proyectar razonablemente los desagües pluviales y evitar así la posibilidad de inundaciones dentro de las construcciones.

Los daños y molestias ocasionadas por las aguas de lluvia incorrectamente analizadas, todavía se presentan con cierta frecuencia y ésto se debe a que en muchos casos se siguen reglas tradicionales para distribuir y dimensionar las bajadas de agua pluvial.

El punto de partida para el diseño de la conducción del agua pluvial es la intensidad de la lluvia, osea la cantidad de agua que cae en la unidad de tiempo, generalmente expresada en cm./hora ó mm./hora.

Por lo que se refiere a la intensidad de los aguaceros, se ha demostrado que los primeros cinco minutos de precipitación son los de mayor intensidad; siempre hay que tomar como base el promedio de las intensidades máximas anuales de los aguaceros de 5 minutos de la localidad en estudio.

En la Cd. de México, en un período de 49 años, la precipitación pluvial de 100 mm./hora fué rebasada en 12 años y la de 200 mm./hora en 5 años.

De la observación anterior, se deduce que para la Cd. de México, D.F., debe de proyectarse con intensidad no inferior a 100 mm./hora, ni mayor de 150 mm./hora.

Se hace la aclaración que no es de importancia sobrepasar este límite, si se toma en cuenta que el cálculo de los conductos verticales se hace para manejar un gasto equivalente a un 1/4 de tubo lleno, en consecuencia se deduce en una precipitación mayor, no se ve afectada su capacidad.

Cuando nos encontramos con un céspeol en la parte inferior de una bajada pluvial, no debe conectarse otra descarga pluvial intermedia, por que en caso de precipitación ésta no podrá descargar al tratar de salir por ella el aire comprimido en la bajada.

Los albañales de aguas pluviales pueden funcionar a tubo lleno, pero hay que tener mucho cuidado que las pérdidas de fricción no sean tan fuertes, que la pendiente hidráulica sea tal que pueda hacer subir el agua dentro de la columna y provoque un aumento de presión dentro del albañal y que en muchos casos puede aflorar por los registros, levantando la tapa de éstos

La capacidad de los albañales con 1% de pendiente aparecen en la tabla anexa.

Para otras pendientes expresadas en por ciento, la velocidad, el gasto y las superficies desaguadas, se obtienen multiplicando, los valores de la tabla por la raíz cuadrada de la pendiente en por ciento (ver tabla anexa)

Es de importancia notar que aunque los conductos verticales de aguas negras no deben combinarse con las aguas pluviales, los albañales si pueden llevar juntos los dos servicios.

Una observación de importancia es que en la superficie de terrazas de los grandes edificios, hay que tener en cuenta los escurrimientos ocasionados por la lluvia sobre las fachadas de la construcción, dado que en muchos casos la fuerza del viento hace que la lluvia caiga sobre ellas con ángulos de 30, 45 y hasta 60 por lo que las bajadas pluviales de las terrazas recibirán un incremento de mucha consideración, que de no ser previsto, provocará serios problemas.

Para una lluvia con inclinación de 30 se toma como área de captación el 50% de la superficie de la fachada (sen. = 0.5), en tanto que para 45 y 60 respecto a la vertical, se tomará 70.7 % y 86.6 % respectivamente.

7.2 Formula de Manning

En el dimensionamiento de los conductos circulares es importante considerar la velocidad con la que el agua circula dentro de las tuberías y en una de las fórmulas empleadas para determinar la velocidad es la de Manning, la cual se expresa así:

$$V = \frac{1.49 R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

En donde:

n = Coeficiente de rugosidad de la tubería

R = Radio hidráulico

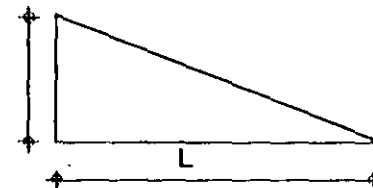
S = Pendiente hidráulica

7.3 Pendiente Hidráulica

Se denomina pendiente hidráulica al cociente que resulta de dividir una diferencia de nivel (hf) entre una longitud dada:

$$S = \frac{hf}{L} \quad \text{si } L = 10 \text{ m.} \\ hf = 10 \text{ cm.}$$

Ejemplo:



$$s = \frac{0.10}{10}$$

$$s = 0.01 \\ s = 1 \%$$

7.4 Radio Hidráulico

Para obtener el radio hidráulico bastará en dividir el área de paso del líquido entre el perímetro de contacto.

$$R = \frac{a}{p}$$

7.5 Tablas de Cálculo (se anexan)

Las bajadas pluviales se calculan en función de una intensidad de lluvia y de una área que reciben y generalmente no deben de quedar a más de 20 m. de separación para evitar grandes rellenos en las azoteas; las pendientes recomendables para garantizar un correcto escurrimiento en los techos es de 1.5 % como mínimo y 2 % como máximo, para evitar grandes zonas de rellenos.

7.6 La Azotea, Sus Rellenos, Pendientes, Etc.

Las bajadas pluviales se calculan en función de una intensidad de lluvia y de una área que reciben y que generalmente no deben de quedar a más de 20 m. de separación para evitar grandes rellenos en las azoteas; las pendientes recomendables para garantizar un correcto escurrimiento en los techos es de 1.5 % como mínimo y 2 % como máximo, para evitar grandes zonas de rellenos.

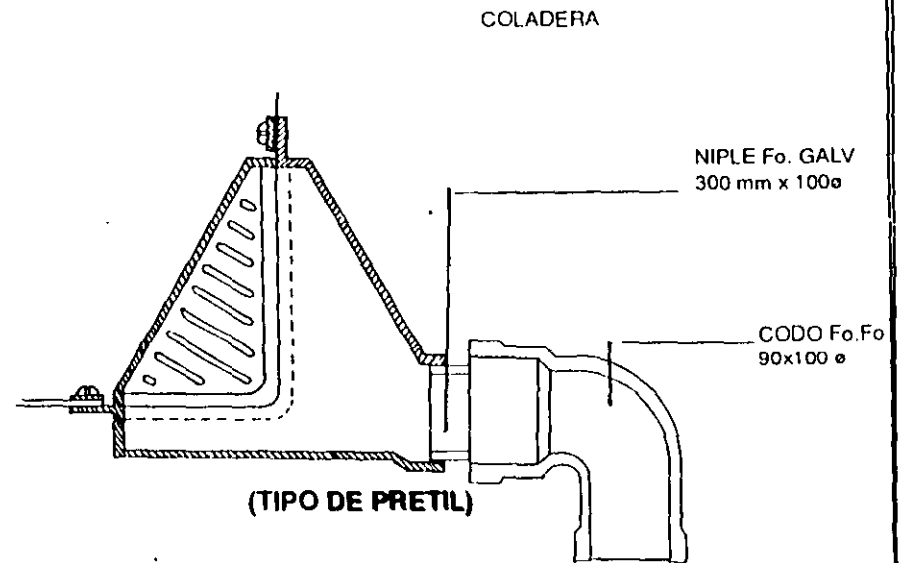
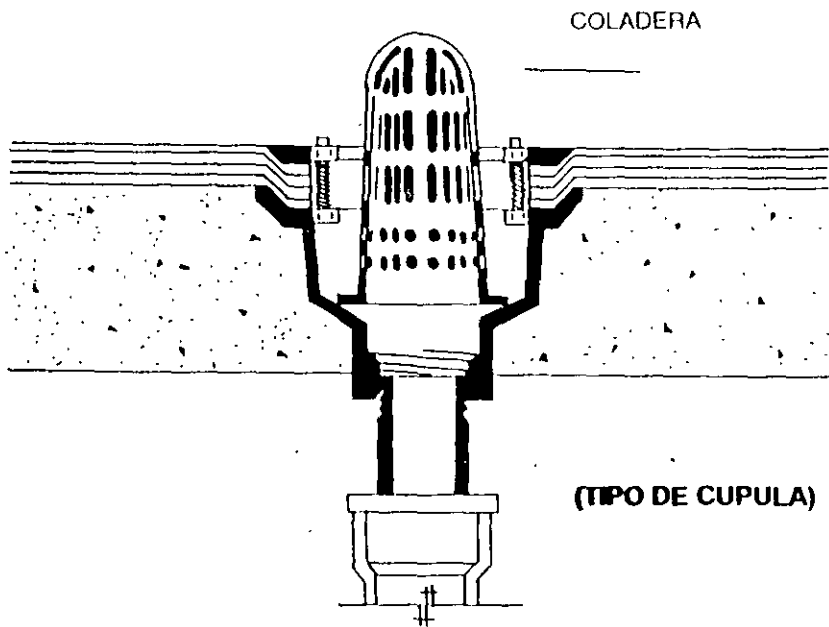
7.7 Tipos de Coladeras Pluviales

El agua de lluvia al tener contacto con la superficies que se tengan que drenar, es necesario encauzarla hacia puntos de recolección de agua pluvial diseñados previamente; iniciándose en una coladera o rejilla pluvial de acuerdo al caso específico que se presente.

Para patios o superficies pavimentadas, existen en el mercado una serie de rejillas que pueden ser utilizadas o sobrediseño hechas en obra cuando el proyecto así lo indique.

En el caso de las azoteas de los edificios, hay en el mercado dos tipos de coladeras para el desalojo de las aguas de lluvia. La de tipo de cúpula que se instala en toda la zona libre de pretil y la denominada de pretil que es precisamente para colocarse en esta zona de la construcción.

La patente HELVEX fabrica estos dos tipos en sus modelos 444 y 446 para coladeras de cúpula y los modelos 4954 y 4956 de pretil, el último número nos indica el diámetro de salida de la coladera en pulgadas, ejemplo: la 444 es para tubo de 4" (100 mm. de diámetro); para mayor idea se anexa un dibujo de ambos modelos.



COLADERAS PARA AZOTEA

CALCULO DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

diámetro (mm.)	para i=100 mm/h	para i=150 mm/h	Q=1/seg (1/4 cap)
50 mm	38 m2	25 m2	1.049 l/seg.
75 mm	111 m2	74 m2	3.093 l/seg.
100 mm	240 m2	160 m2	6.662 l/seg.
150 mm	707 m2	471 m2	19.64 l/seg.

ALBAÑALES

diámetro	Q=1/seg s=i% pend	para i=100 mm/h	para i=150 mm/h
100 mm	4.47 l/seg	161 m2	107 m2
150 mm	13.19 l/seg	475 m2	317 m2
200 mm	23.425 l/seg	1023 m2	628 m2
250 mm	51.539 l/seg	1855 m2	1237 m2
300 mm	83.808 l/seg	3017 m2	2011 m2

7.8 Materiales de Bajadas de Agua Pluvial

En la actualidad se usan varios materiales en la fabricación de tuberías para bajadas de agua pluvial, entre las que se encuentran las hechas a base de plástico (P.V.C.), hierro fundido y hierro galvanizado; para tuberías que por razones de diseño tengan que ir a áreas (colgadas de la estructura), se pueden utilizar las tuberías de Asbesto-Cemento Clase "0".

La selección del material para las bajadas pluviales depende del tipo de obra específico y de la ubicación de la bajada dentro de la construcción.

Para las bajadas es conveniente emplear tubería de alta resistencia; deben apoyarse firmemente en su base y sujetarse a muros o elementos de estructura por medio de abrazadera o soporte a intervalos no mayores de 3.00 m.

Las bajadas deben colocarse lo más recto posible y cuando necesiten cambiar de dirección, éstas deben hacerse con codos de "radio largo" o con dos codos de 45.

7.9 Zonificación

Es conveniente diseñar el espacio arquitectónico necesario para la agrupación de las diferentes tuberías que se requieren para los distintos servicios del edificio. Es de verdadera importancia que el arquitecto al diseñar los diferentes espacios del edificio, considere el ducto arquitectónico necesario para el alojamiento de las tuberías y permita posteriormente la revisión y mantenimiento de las mismas.

8.- DESAGUES SANITARIOS

En todo edificio, la red de distribución de agua potable, tiene su continuación a través de los muebles sanitarios, en la red de drenaje.

La función de una instalación sanitaria bien planeada en su ramo de saneamiento, es retirar de los edificios las aguas negras y materias de desecho para que estas no representen un peligro para la salud.

Para este efecto una instalación sanitaria debe diseñarse de tal manera que aproveche las cualidades de los materiales que en ella se empleen, de la manera más práctica y económica pero, sin sacrificar la exigencia higiénica y eficiencia que requieren la construcción moderna y los reglamentos y códigos sanitarios que tienden a garantizar el funcionamiento adecuado de las instalaciones individuales, indispensables para el buen funcionamiento de las redes generales del drenaje.

8.1 Tipos de Muebles Sanitarios

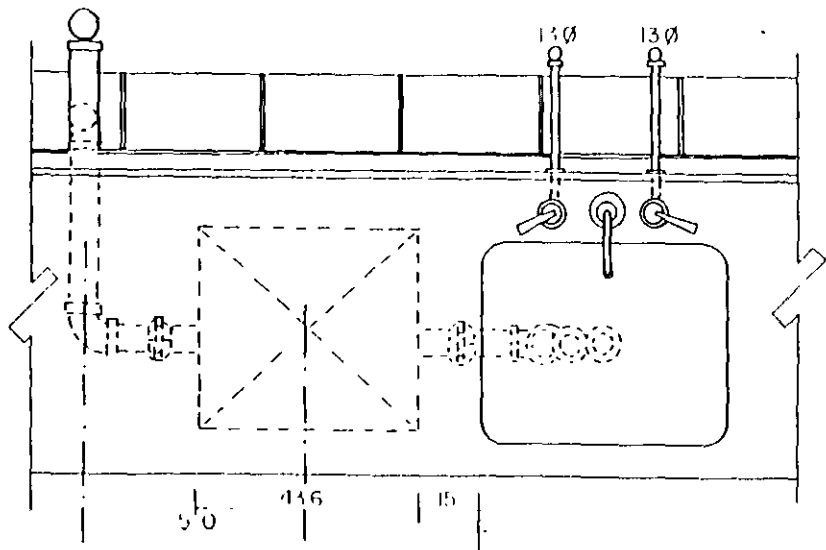
Los componentes de una instalación sanitaria se inician en las descargas de los propios muebles sanitarios que requieren de tuberías de desague y ventilación, con diámetros mínimos recomendables para una correcta evacuación de las aguas servidas.

Se agregan una serie de dibujos que muestran el dimensionamiento de los diferentes muebles sanitarios, indicándose sus diámetros para desagües, alimentaciones y ventilaciones necesarias y recomendables para un correcto funcionamiento.

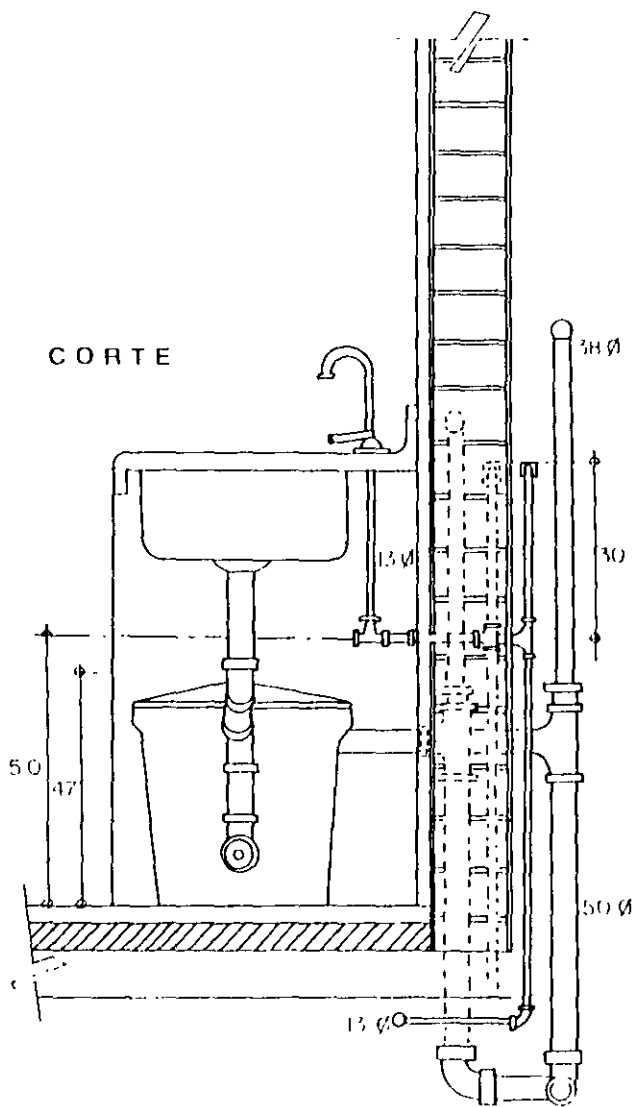
8.2 Unidad de Desague

Para determinar los diámetros de las tuberías de desague, es necesario basarse en el cálculo del gasto total que puede descargarse en las tuberías mencionadas, con tal objeto se consideran las equivalencias en " Unidades de Desague " o unidades mueble.

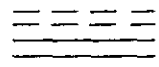
Esta unidad mueble se le ha asignado un valor equivalente a la descarga de un lavabo (25 l/mín) y en función de este gasto, se le dan equivalencias en unidades mueble a cada uno de los distintos muebles sanitarios: como se puede apreciar en las tablas que se anexan



PLANTA

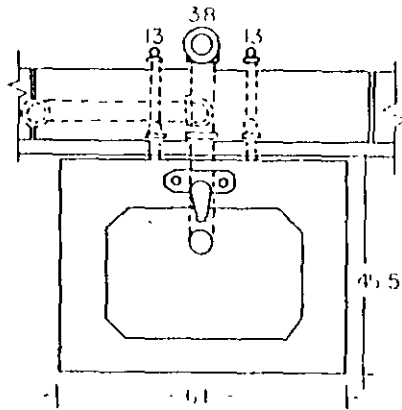


CORTE



Solución por muro
Solución por ducto

TRAMPA DE YESO



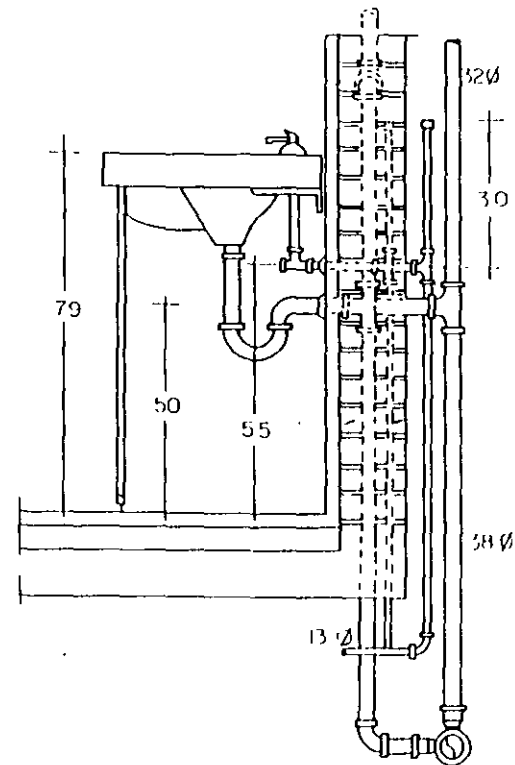
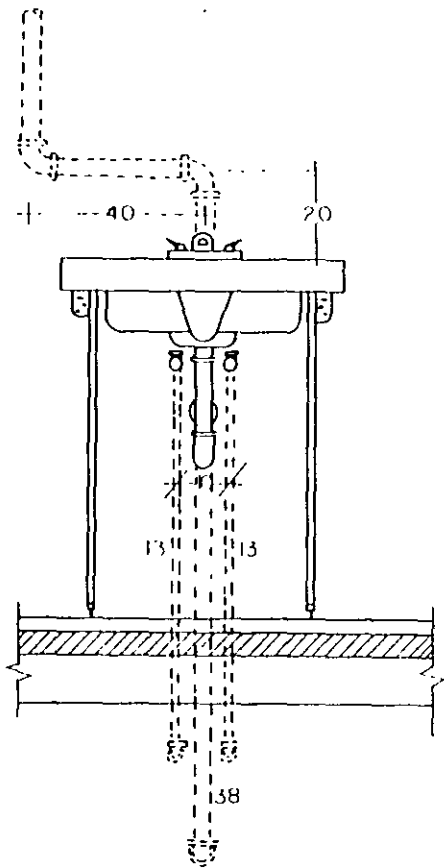
LAVABO

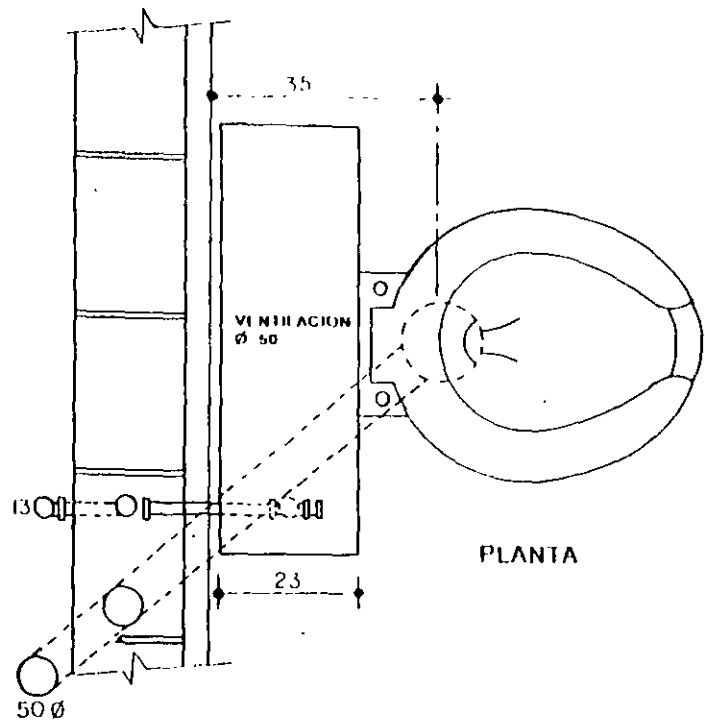
DIAMETRO

desague — 38 mm.

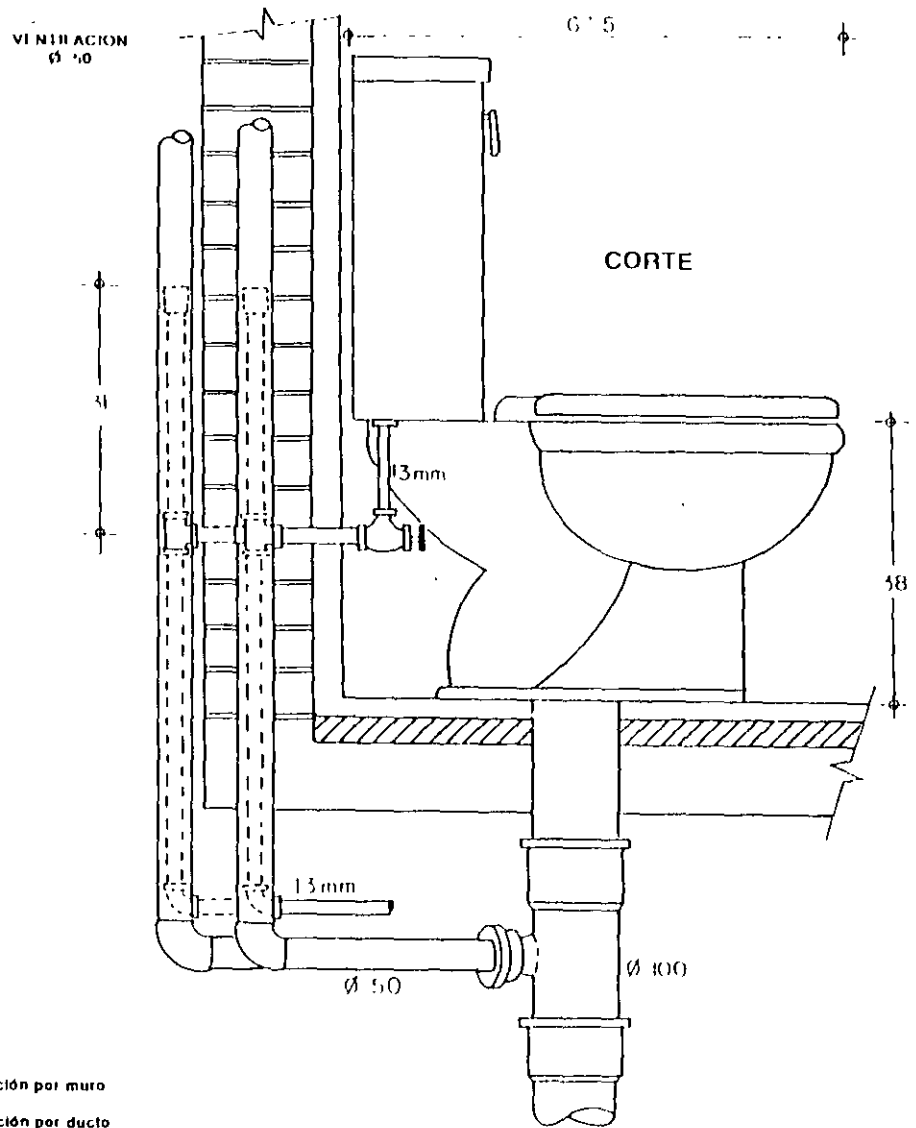
ventilación — 32 mm.

alimentación — 13 mm.





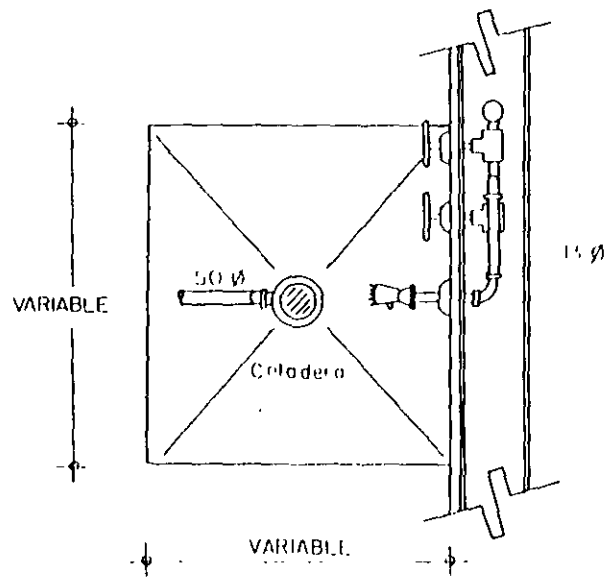
PLANTA



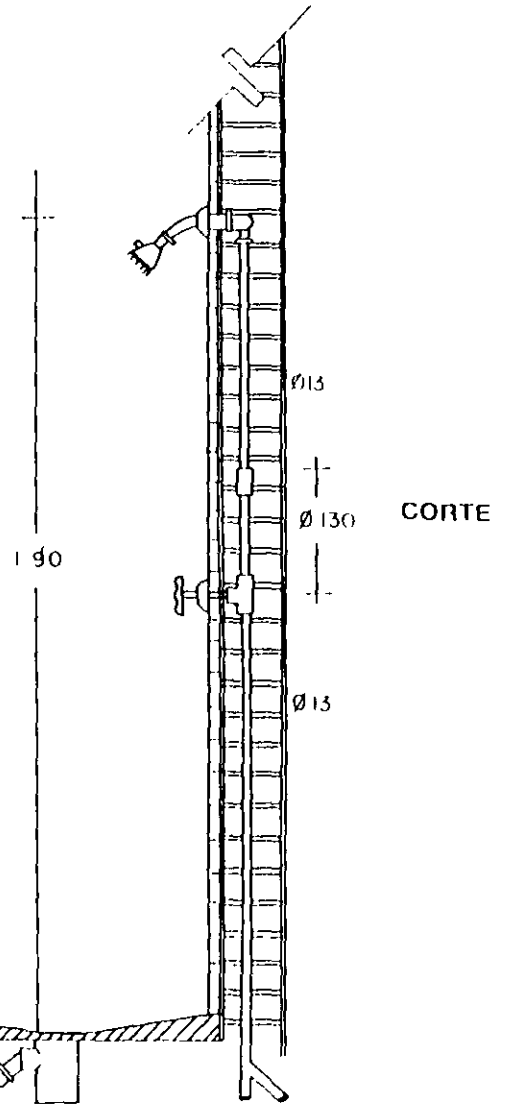
CORTE

- - - - - Solución por muro
 ———— Solución por ducto

INODORO DE TANQUE

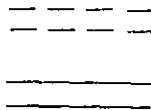
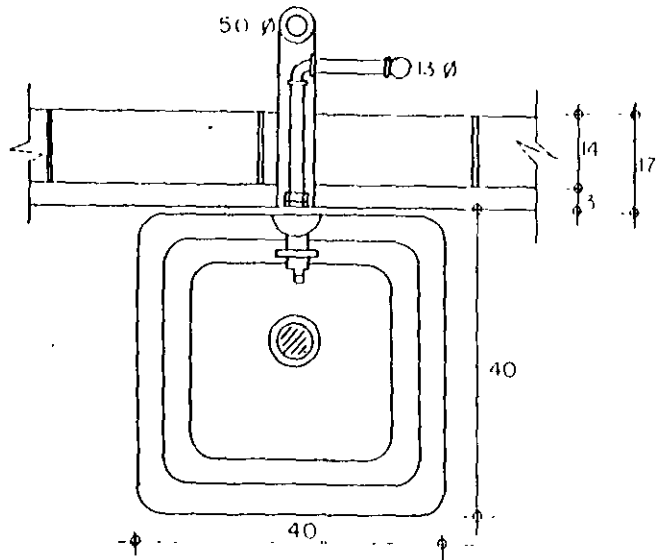


PLANTA



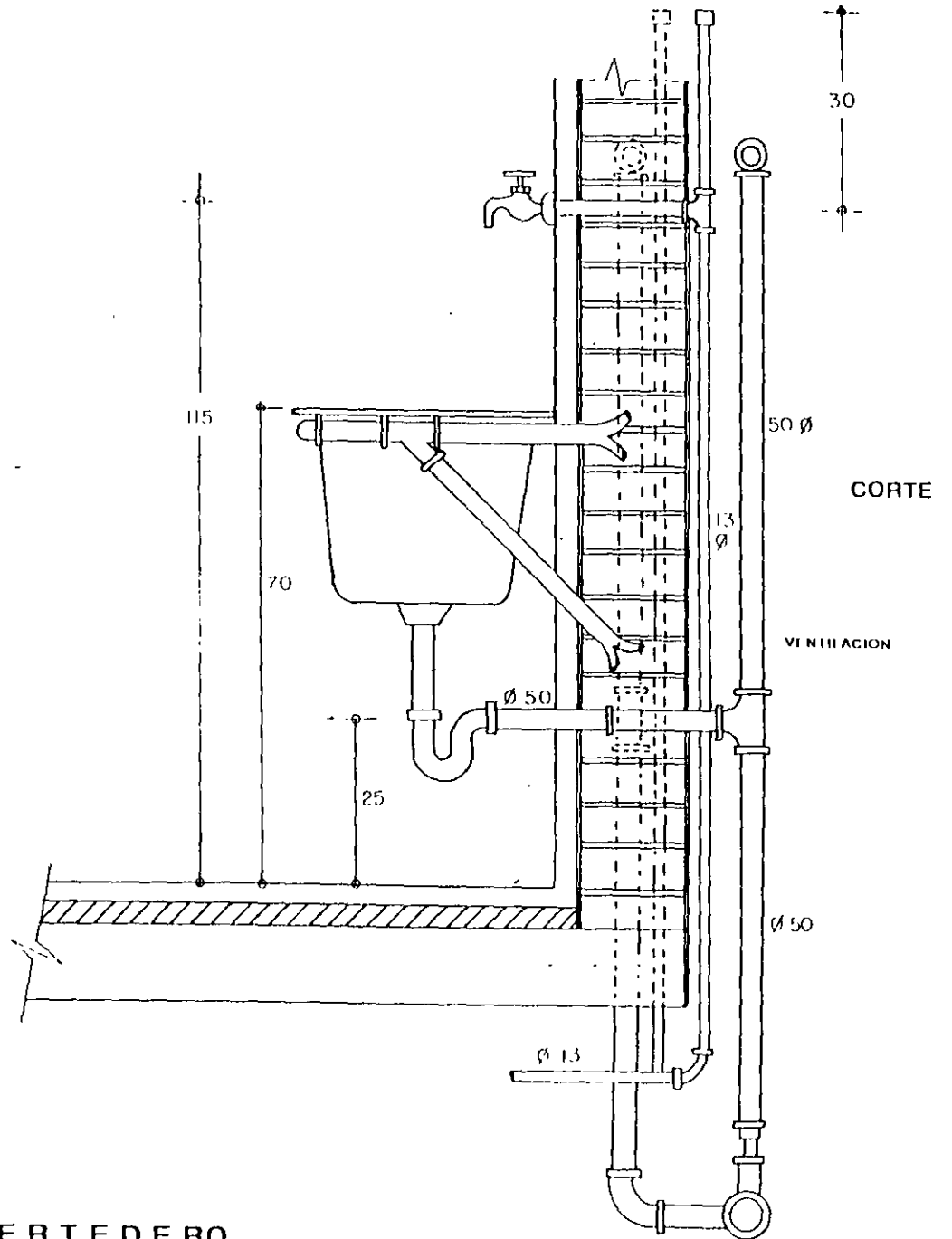
REGADERA

PLANTA



Solución por muro

Solución por ducto



CORTE

VENTILACION

VERTEDERO

8.3 Obturación Hidráulica

La obturación hidráulica es un dispositivo que tiene por objeto evitar que salga al interior de los edificios los malos olores y gases que se forman en la red de desagüe también se conocen a las obturaciones con los nombres de : sellos de agua, trampas de agua o sifones.

Estos obturadores deben de permitir al mismo tiempo un paso fácil de las materias sólidas en suspensión en agua, sin que estas queden retenidas o se sedimenten obstruyendo el sifón; el sistema generalmente usado consiste en un cierre hidráulico.

Son de vital importancia los obturadores hidráulicos, de todos los muebles sanitarios y así lo especifican los reglamentos.

Algunos muebles tienen su sello de agua integrado en su construcción, como el W.C. y Mingitorios. A otros se les adiciona como accesorios, tal es el caso de lavabos, vertederos y fregaderos. Todas las coladeras de piso deben de ser de tipo obturado.

En el mercado se encuentran sifones o trampas en forma "S" y "P" y estos tipos se colocan inmediatos a la salida del tubo de desagüe del mueble (lavabo y fregadero)

Las trampas de agua deben ser capaces de renovar todo su contenido cada vez que funcionan para que no queden aguas y materias sedimentadas que pueden descomponerse; además pueden contener un registro que permita su limpieza.

8.4 La Importancia de la Doble Ventilación

El sistema de doble ventilación, tiene por objeto evitar el sifonaje en los obturadores hidráulicos de los diferentes muebles sanitarios esto es el rompimiento de los sellos y trampas de agua que originaría la salida de malos olores y gases al interior de los edificios.

La ventilación adecuada de las instalaciones sanitarias evita los siguientes casos:

- a) Contrapresiones o presión interior superior a la atmosférica, como sucede por la compresión que produce la descarga de agua a lo largo de la bajada por encima del obturador considerado.
- b) Depresión o descenso de presión de aire, con relación a la presión atmosférica, causada por la succión realizada por el movimiento de agua abajo del obturador considerado.
- c) Autosucción causada por el propio sifón del mueble sanitario, este autosifonamiento suele ocurrir cuando la derivación de la descarga del mueble es muy larga y de poca sección, pues entonces el agua antes de pasar a la bajada general, puede llenar completamente la tubería de la derivación produciendo tras ella una aspiración que absorbe también, la última parte de agua descargada que debía quedar en el sifón o trampa para formar el cierre hidráulico.

Se requiere por lo tanto ventilar cada uno de los obturadores del sistema o sus líneas, de tal manera que las contrapresiones se alivien por dicha ventilación y las depresiones se satisfagan por el mismo conducto que deberá estar rematado arriba del nivel de azotea.

Las longitudes y diámetros deben ser tales que permitan el paso del aire necesario para equilibrar las presiones interiores del sistema y expulsar los malos olores al exterior; estos diámetros se calculan en función del número de unidades mueble (de desague) y la longitud de la tubería.

Se anexa una tabla con los diámetros y longitudes (en este caso por pisos, tomando como entrepiso = 3.00 m. recomendables para tuberías de doble ventilación.

El sistema de ventilación debe ser instalado de tal forma que tenga una pendiente hacia los puntos bajos de desague = 0.5 %; para drenar los condensados que se forman dentro de las tuberías

Es recomendable que las bajadas de aguas negras y pluviales se rematen como ventilación arriba del nivel de azotea y se levantarán todos los remates de ventilación hasta 3.00 m. sobre el nivel de azotea terminada; cuando estas sean transitables y a 0.60 m. cuando no tengan acceso de personas.

COLUMNAS DE DOBLE VENTILACION

COLUMNA DESAGUE Ø	U.M. conectadas	C.D.V. 3 2 Ø	C.D.V. 3 8 Ø	C.D.V. 5 0 Ø	C.D.V. 6 4 Ø	C.D.V. 7 5 Ø	C.D.V. 100 Ø	C.D.V. 125 Ø	C.D.V. 150 Ø	C.D.V. 200 Ø
32 mm	2 U M	3 pisos	"	"	"	"	"	"	"	"
40	8	5 "	15 p	"	"	"	"	"	"	"
50	10	3 "	10 "	"	"	"	"	"	"	"
50	12	3 "	7 "	20 p	"	"	"	"	"	"
50	20	2 "	5 "	15 "	"	"	"	"	"	"
60	42	"	3 "	10 "	30 p.	"	"	"	"	"
75	10	"	3 "	10 "	20 "	60 p.	"	"	"	"
75	30	"	"	6 "	20 "	50 "	"	"	"	"
75	60	"	"	5 "	8 "	40 "	"	"	"	"
100	100	"	"	3 "	10 "	26 "	100 p.	"	"	"
100	200	"	"	3 "	9 "	25 "	90 "	"	"	"
100	500	"	"	2 "	7 "	18 "	70 "	"	"	"
125	1100	"	"	"	2 "	5 "	20 "	70 p.	"	"
150	350	"	"	"	2 "	5 "	20 "	40 "	130 p.	"
150	1900	"	"	"	"	2 "	7 "	20 "	70 "	"
200	600	"	"	"	"	"	5 "	15 "	50 "	130 p.
200	3600	"	"	"	"	"	2 "	6 "	25 "	80 "
250	1000	"	"	"	"	"	"	7 "	12 "	100 "
250	5600	"	"	"	"	"	"	2 "	6 "	25 "

8.5 Tipos de Coladeras

Existen en el mercado gran variedad de coladeras de piso que deben de ser seleccionadas de acuerdo al uso y tipo de local en donde se ubique; las hay de acuerdo a las necesidades; de fierro fundido, plomo y P.V.C. (Plástico).

Se recomienda que cuando se usen "céspedes de bote", estos no tengan más de 3 conexiones.

Todas las coladeras y céspedes deberán tener sello hidráulico para que los malos olores no salgan al interior del local sanitario.

Se agregan una serie de dibujos, para dar una idea más amplia del tema.

8.6 Materiales

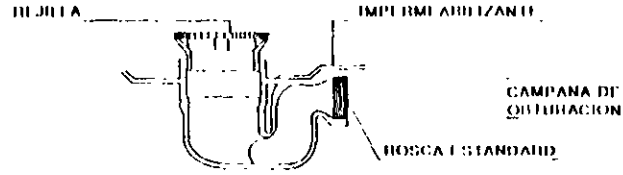
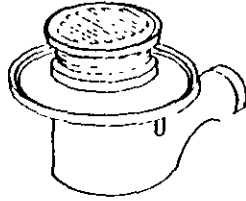
Para la construcción de los desagües sanitarios y ventilaciones se usan las tuberías y conexiones hechas a base de : fierro fundido, fierro galvanizado y P.V.C. (cloruro de polivinilo), seleccionandose el material de acuerdo al tipo y uso de edificio. Independientemente del material usado debe tomarse en cuenta la buena realización de la mano de obra y sus pruebas correspondientes antes de poner el edificio en servicio para garantizar su correcto funcionamiento.

Es necesario que tanto tuberías y conexiones necesarias para " pasos y preparaciones ", se encuentren en la obra para evitar rupturas y acomodos posteriores en pisos, muros y elementos de estructura.

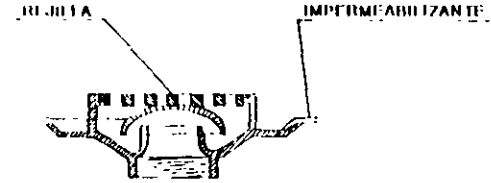
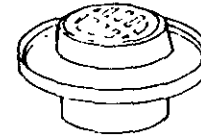
8.7 Tablas de Cálculo

(SE ANEXAN)

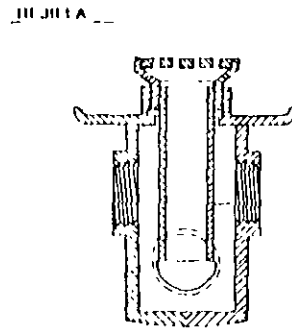
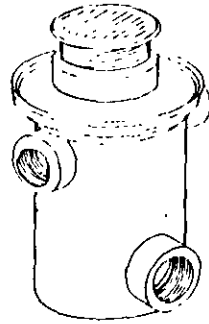
TIPOS DE COLADORAS PARA PISO



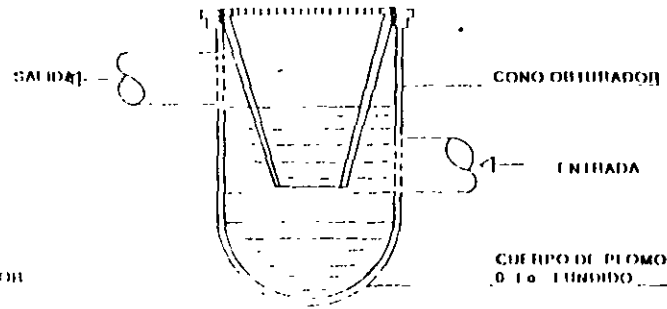
CORTE



CORTE



CORTE



CORTE

8.8 Desagues Combinados

Cuando una tubería conduce a aguas negras y aguas pluviales, el gasto de aguas de lluvias se suman al de aguas negras, estimando este último en su gasto máximo probable de acuerdo a los siguientes planteamientos.

DESAGUES PLUVIALES

$$QP = \frac{s \times i}{3600} = 1/\text{seg.}$$

de donde:
QP = Gasto Pluvial
S = Superficie desaguada (m²)
I = Intensidad de lluvia (mm/hora)

DESAGUES AGUAS NEGRAS

$$Q AN = \frac{\Sigma \text{ud}}{100}$$

de donde:
Q AN = Gasto de Aguas negras (1/seg)
Σ ud = Suma de unidades de desague de los muebles sanitarios.

Ahora bien, el gasto adicional de aguas negras, NUNCA se toma menor de 2.5 1/seg. (descarga de un excusado) al aplicar esta fórmula empírica.

El gasto total Combinado, será igual a:

$$QT = \text{Gasto Pluvial} + \text{Gasto de Aguas Negras}$$

$$QT = \frac{S \times i}{3600} + \frac{\Sigma \text{ud}}{100}$$

Ejemplo:

Para 375 M² de azotea, i = 150 mm./h y con muebles sanitarios sumen 320 ud.

$$QP = \frac{375 \times 150}{3600} = \frac{56250}{3600} = 15.62 \text{ 1/seg.}$$

$$Q AN = \frac{320}{100} = 3.2 \text{ 1/seg.}$$

$$Q TOTAL = 15.62 + 3.2 \text{ 1/seg.}$$

$$Q TOTAL = 18.82 \text{ 1/seg.}$$

Por lo que el albañal combinado llevará un gasto total = 18.82 1/seg. si vemos en tablas (desagues), tendremos que se necesita un diámetro de 300 mm (8") y una pendiente del 1%.

UNIDADES MUEBLE

DESAGUES

MUEBLE	U.M.	(Diámetro) mm.
BEBEDERO	0.5	25
BIDET	3	38
COLADERA DE PISO	.	50
EXCUSADO DE TANQUE	4	100
EXCUSADO DE VALVULA	8	100
FREGADERO DOMESTICO	2	38
FREGADERO DOMESTICO CON TRITURADOR	3	38
FREGADERO RESTAURANTE	3	38
GRUPO DE BANO CON EXCUSADO, LAVABO Y TINA O REGADERA		
EXCUSADO DE TANQUE	6	-
EXCUSADO CON VALVULA	8	-
LAVABO (DESAGUE CLICCO)	1	32
LAVABO (DESAGUE GRANDE)	2	38
LAVABO BARBERIA	2	38
LAVABO CIRUGIA	2	38
LAVABO COLECTIVO, CADA JUEGO LLAVES	2	38
LAVABO DENTAL	1	32
LAVADERO	2	38
LAVADORA TRASTOS DOMESTICO	2	38
MINGITORIO PEDESTAL	8	75
MINGITORIO PARED	4	50
MINGITORIO COLECTIVO, CADA 60 cms	2	50
REGADERA	2	50
REGADERA GRUPO, CADA CEBOLLA	3	-
TINA	2	38
TINA GRANDE	2	38
UNIDAD DENTAL	1	32
VERTEDERO CIRUGIA	3	38
VERTEDERO SERVICIO	3	75
VERTEDERO SERVICIO TRAMPA	2	50
VERTEDERO COCINA	4	38

EQUIVALENCIA EN UNIDADES MUEBLE DE LOS MUEBLES NO ENLISTADOS

DREN O TRAMPA DEL MUEBLE	U M
32 O MENOR	1
38	2
50	3
64	4
75	5
100	6

CAPACIDAD MAXIMA EN U.M. PARA ALBANALES Y RAMALES DE ALBANAL
Para diversas pendientes

diámetro	p e n d i e n t e			
	0.5 %	1 %	2 %	4 %
32 mm 1 1/4"	-	-	1 um	1 um
38 mm 1 1/2"	-	-	3	3
50 mm 2 "	-	-	21	26
64 mm 2 1/2"	-	-	24	31
75 mm 3 "	-	20 u.m.	27	36
100 mm 4 "	-	180	216	250
150 mm 6 "	-	700	840	1000
200 mm 8 "	1400	1600	1920	2300
250 mm 10 "	2500	2900	3500	4200
300 mm 12 "	3900	4600	5600	6700
375 mm 15 "	7000	8300	10000	12000

CAPACIDAD MAXIMA DE COLUMNAS DE DESAGUE EN U.M.

diámetro	con desague hasta 3 niveles	con desague en + 3 niveles
32 mm.	2 um	2 um
38	4	8
50	10	24
64	20	42
75	30	60
100	240	500
150	960	1900
200	2200	3600
250	3800	560

CALCULO DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES

diámetro (mm.)	para i = 100 mm/h	para i = 150 mm/h	Q = 1/seg (1/4 cap.)
50 mm.	39 m ²	25 m ²	1.040 1/seg.
75 mm.	111 m ²	74 m ²	3.093 1/seg.
100 mm.	240 m ²	160 m ²	6.662 1/seg.
150 mm.	707 m ²	471 m ²	19.64 1/seg.

ALBAÑALES

diámetro	Q = 1/seg s = 1 % pend	para i = 100 mm / h	para i = 150 mm / h
100 mm.	4.47 1/seg	161 m ²	107 m ²
150 mm.	13.19 1/seg	475 m ²	317 m ²
200 mm.	23.425 1/seg	1023 m ²	628 m ²
250 mm.	51.539 1/seg	1855 m ²	1237 m ²
300 mm.	83.808 1/seg	3017 m ²	2011 m ²

9.- ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS

Las bombas eyectoras de aguas negras y/o pluviales que contienen semi-sólidos y desperdicios no colados se especifican cuando la instalación de los albañales de los edificios no pueden descargar al colector municipal por gravedad, por encontrarse más bajo que este (sótanos, estacionamientos, etc.)

Al diseñar los cárcamos de aguas negras y/o pluviales deben de calcularse tomando en cuenta que nunca mantengan por más de 24 horas el líquido con materia orgánica, puesto que después de este tiempo se inicia la fermentación activa del producto, (proceso séptico).

Los cárcamos de aguas pluviales generalmente resultan de una gran capacidad por lo tanto resultan antieconómicos, ya que están en función de una superficie a drenar y una intensidad de lluvias y se recomienda almacenar no menos de 50 litros por M2 de área de captación.

La información básica requerida para la selección de la capacidad de las bombas para aguas negras incluye el número y tipo de muebles sanitarios y su facilidad de servicio. La elevación ó altura del punto de descarga y las pérdidas por fricción (hf) en la tubería, válvulas y conexiones; determinan la altura manométrica de bombeo. El volúmen del cárcamo de bombeo es calculado, de acuerdo con la capacidad de las bombas y se recomienda una relación de 3 a 1, esto es que el volúmen útil del almacenamiento sea igual a 3 veces la capacidad de la bomba.

De acuerdo a los reglamentos existentes, se recomienda instalar un equipo duplex de bombeo cuando el cárcamo sirva para más de 6 w.c. Cada una de las bombas del sistema duplex será de suficiente capacidad para manejar el 100 % de gasto. Esto es una medida de seguridad, para en caso de falla de una de las bombas, esta no suspenda el funcionamiento del edificio.

En todos los casos, es recomendable el uso de bombas con un paso de estera de 75 mm. (3 ") en los impulsores como diámetro mínimo..

Se agrega a la siguiente tabla para un cálculo rápido de la capacidad de las bombas y volúmen del cárcamo de aguas negras.

T A B L A

MAXIMO No. DE W.C.	GASTO L / SEG.
1 o 2	4.73
3 o 4	6.30
5 o 6	7.88
7 o 10	9.46
11 o 14	12.61
15 o 20	15.77
21 o 25	18.92
26 o 30	22.08

NOTA: En esta tabla está incluida una asignación de 4 muebles de otra clase (lavabos, vertederos, urinarios, etc.) por cada w.c., cuando el número de muebles excede esta asignación, se agregará a la capacidad de la bomba un gasto de 0.20 l/seg. (-3 g p.m.) por cada muebles en exeso.

Ejemplo :

No. de muebles	Gasto
5 w.c	7.88 l/seg.

No. de muebles adicionados = 25

Deduciendo el No. de muebles que pueden ser manejados por la bomba (4 veces el número de W.C.) = $\frac{-20}{5}$

Muebles en exeso = 5

Gasto por mueble adicional = 0.20 l/seg.

Gasto adicional = $5 \times 0.20 = 1.00$ l/seg.

Capacidad de la bomba = $7.88 + 1.00$ l/seg.

Capacidad requerida de la bomba = 8.88 l/seg.

Capacidad del cárcamo = 3×8.88 l/seg.

(3 veces la de la bomba)

Volúmen útil del cárcamo = 26.64 Lts.

9.1 Bombas de Cárcamo Humedo

Cuando los impulsores de la bomba se encuentran dentro del cárcamo, teniendo el motor fuera de él.

9.2 Bombas de Cárcamo Seco

Cuando la bomba se encuentra fuera del cárcamo.

9.3 Bombas Sumergibles

Cuando tanto la bomba como el motor, se encuentran dentro del líquido.

9A.- TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS POR FOSA SEPTICA

La fosa séptica tiene aplicación cuando no existe el servicio de drenaje municipal y tiene la finalidad de separar y transformar las moléculas orgánicas complejas en moléculas sencillas como lo son; los nitritos, nitratos y otras; con desprendimiento de gases que pueden ser : metano, anhídrido sulfuroso y otros resultantes de las transformaciones operadas.

Las aguas de lluvia y las de lavado (lavabos, regadera, lavaderos, fregaderos, etc.) en ningún caso deben ser descargadas a la fosa séptica, pues esa gran cantidad de agua con antisépticos, retardaría el proceso, arrastrando los productos orgánicos antes de terminar su depuración.

- a) Zona de dilución y sedimentación
- b) Zona de fermentación ó anaerobia (sin aire)
- c) Zona de oxigenación o aerobia.

Quedando las aguas en reposo, se efectúa la sedimentación y la formación de natas en el tanque séptico; con el tiempo se reduce el volumen de los sedimentos y de las natas y su carácter, en un principio altamente ofensivo tiende a desaparecer; el agua intermedia entre el sedimento y la nata se van convirtiendo en líquidos clarificados; lo anterior se debe a que, privada la masa total de aire y de la luz se favorecen la vida y reproducción de seres microscópicos que proliferan en un ambiente desprovisto del oxígeno.

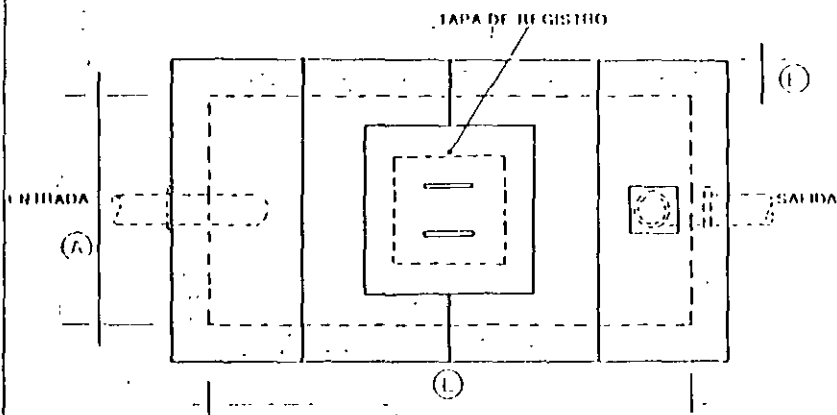
Estos seres toman los elementos necesarios para su existencia de la materia orgánica, destruyendo su estado sólido y convirtiéndola en líquido y gases, en una tendencia favorable a reducir las formas peligrosas de dicha materia a productos minerales inofensivos. A estas bacterias se les llama ANEROBIAS y el proceso que verifican es la putrefacción de las materias contenidas en las aguas negras, llamado "Proceso Séptico". Con el cambio sufrido las aguas negras se convierten a una condición tal que si se pone en contacto con el aire, rápidamente se oxidan y se transforman en inofensivas, en este cambio intervienen otras bacterias que tienen su medio de vida en el aire y se les denomina AEROBIAS.

La fosa séptica o tanque séptico se complementa con una instalación para oxidar el afluente, que consiste en una serie de drenes colocados en el subsuelo del terreno. Estos, son los que constituyen un campo de oxidación, que en ocasiones se complementa o substituye por el Pozo de ABSORCIÓN, dependiendo de las condiciones específicas del terreno y de las pruebas de absorción correspondientes; en algunas zonas debido a su topografía se localizan grietas naturales en el terreno.

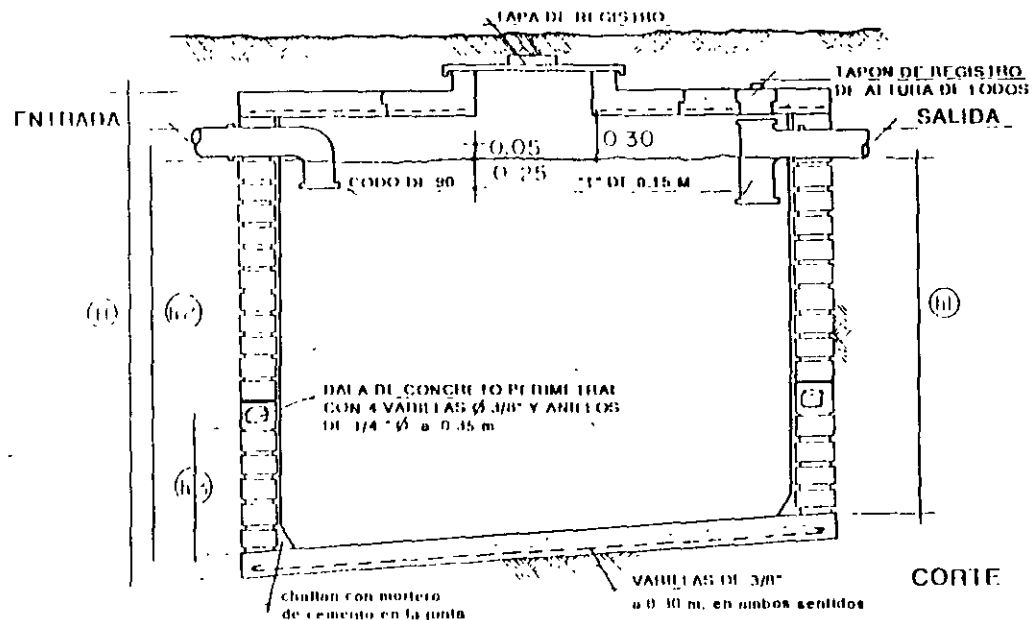
TRAMPAS PARA GRASAS: Son dispositivos de fácil construcción que deben de instalarse cuando se eliminan desechos con grasas (tal es el caso de los fregaderos).

Deben de colocarse antes del tanque séptico y contar con tapa para limpiarlos frecuentemente.

Se agregan una serie de recomendaciones para elección, localización y elementos que integran una fosa séptica, para un eficiente funcionamiento.



PLANTA



CORTE

PERSONAS SERVIDAS EN		CAPACIDAD DEL TANQUE EN LITROS	DIMENSIONES EN METROS							
SERVICIO DOMESTICO	SERVICIO ESCOLAR		L	A	h1	h2	h3	H	F	
									TABICAJE	PIEDRA
Hasta 10	Hasta 30	1,500	1.90	0.70	1.10	1.20	0.15	1.68	0.14	0.30
11 a 15	31 a 45	2,250	2.00	0.90	1.20	1.30	0.50	1.78	0.11	0.30
16 a 20	46 a 60	3,000	2.30	1.00	1.30	1.40	0.55	1.88	0.14	0.30
21 a 30	61 a 90	4,500	2.50	1.20	1.40	1.60	0.60	2.08	0.14	0.30
31 a 40	91 a 120	6,000	2.90	1.30	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30
41 a 50	121 a 150	7,500	3.40	1.40	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30
51 a 60	151 a 180	9,000	3.60	1.50	1.60	1.80	0.70	2.28	0.28	0.30
61 a 80	181 a 240	12,000	3.90	1.70	1.70	1.90	0.70	2.38	0.28	0.30
81 a 100	241 a 300	15,000	4.40	1.80	1.80	2.00	0.75	2.48	0.28	0.30

- L Largo interior del tanque
- A Ancho interior del tanque
- h1 Tirante menor
- h2 Tirante mayor
- h3 Nivel de lecho bajo de dala con respecto a la parte más profunda
- H Profundidad máxima
- C Espesor de muros

DETALLE DE FOSA SEPTICA TIPO

FOSAS SEPTICAS

ELECCION

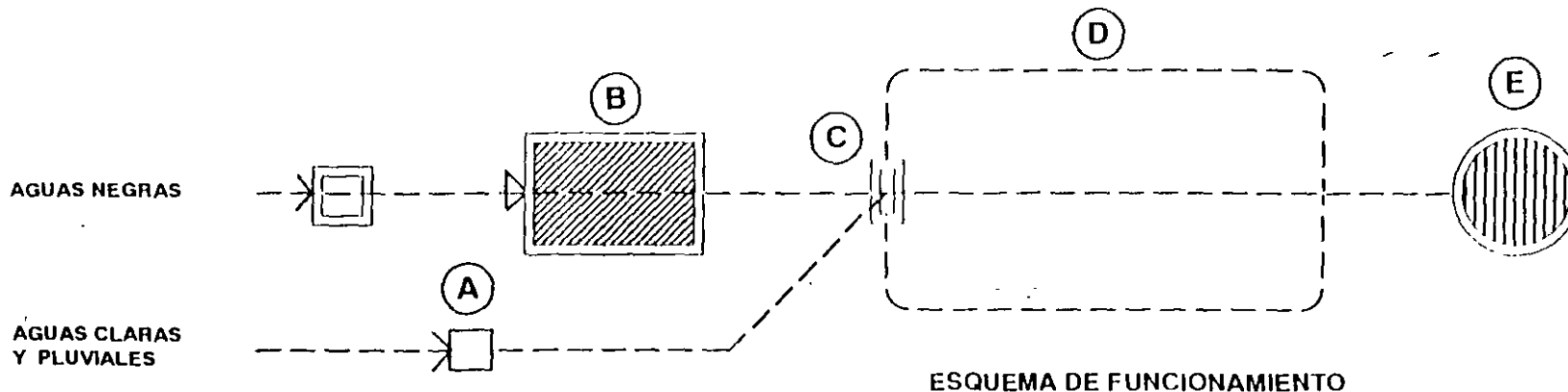
- 1 PARA ZONAS RURALES Y SUBURBANAS CARENTES DE ALCANTARILLADO Y CON TERRENO SUFICIENTE PARA EL CAMPO DE OXIDACION
- 2 ADECUADO PARA VIVIENDA INDIVIDUAL Y PEQUEÑOS GRUPOS DE VIVIENDAS
- 3 DE CAPACIDAD Y FORMA ADECUADAS SEGUN LAS NECESIDADES

LOCALIZACION

- 1 SE HARA DE ACUERDO CON LA TOPOGRAFIA GENERAL DEL TERRENO
- 2 EL TANQUE SEPTICO SE LOCALIZARA A UNA DISTANCIA MINIMA DE 300 M DE LA VIVIENDA
- 3 EL CAMPO DE OXIDACION SE LOCALIZARA A UNA DISTANCIA MINIMA DE 15 M DE CUALQUIER FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
- 4 EL FONDO DEL CAMPO DE OXIDACION ESTARA A UNA DISTANCIA MINIMA DE 1.50 M. ARRIBA DEL NIVEL FRIATICO

ELEMENTOS QUE LA INTEGRAN

- A TRAMPAS PARA GRASAS, SE COLOCAN CUANDO SE RECIBAN DESECHOS DE COCINAS
- B TANQUE SEPTICO, EL ELEMENTO DONDE SE DESARROLLAN LOS PROCESOS DE SEDIMENTACION Y SEPTICO
- C CAJA DISTRIBUIDORA, PARA MEJOR FUNCIONAMIENTO DEL CAMPO DE OXIDACION.
- D CAMPO DE OXIDACION, DEBE EXISTIR SIEMPRE QUE LAS CONDICIONES LOCALES LO PERMITAN
- E POZO DE ABSORCION, SERA NECESARIO EN DETERMINADOS CASOS, EN SUBSTITUCION DE D.



ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

BIBLIOGRAFIA

- *INGENIERIA SANITARIA
(Water Supply and Waste Disposal) W.A. Hardenbergh & Edward B. Rodie
- *PLOMERIA Harold E. Babbitt
- *ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOCION
DE AGUAS RESIDUALES Gordon M. Fair & Jhon C. Geyer
- *ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS PARA
EDIFICIOS Alvaro Sanchez
- *FONTANERIA Y SANEAMIENTO Mariano Rodriguez
Avial
- *NATIONAL PLUMBING CODE Manas
- *CARTILLA DE SANEAMIENTO S. S. A.
- *MANUAL DE PLOMERIA S. S. A.

CAPITULO i i i

**REQUERIMIENTOS DE HIGIENE, SERVICIOS Y
ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL**

ATR. 82.- LAS EDIFICACIONES DEBERAN ESTAR PROVISTAS DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE CAPAZ DE CUBRIR LAS DEMANDAS MINIMAS DE ACUERDO A LA SIGUIENTE TABLA:

TIPOLOGIA	SUBGENERO	DOTACION MINIMA	OBSERVACIONES	
I	HABITACION	VIVIENDA	150LTS/HAB./DIA	a
II	SERVICIOS			
II.1	OFICINAS	CUALQUIER TIPO	20LTS/M2./DIA	a, c
II.2	COMERCIO			
	LOCALES COMERCIALES		6LTS/M2/DIA	a
	MERCADOS		100LTS/PUESTO/DIA	
	BANOS PUBL.		300LTS/BANISTA/REGADERA/DIA	b
	LAVANDERIA DE AUTOSERV.		40LTS/KILO DE ROPA SECA	
II.3	SALUD			
	HOSPITALES CLINICAS Y CENTROS DE SALUD		800/LTS/CAMA/DIA	a, b, c
	ORFANATORIOS Y ASILOS		300/LTS/HUESPED/DIA	a, c
II.4	EDUCACION Y CULTURA			
	EDUCACION ELEMENTAL		20/LTS/ALUM/TURNO	a, b, c

TIPOLOGIA	SUBGENERO	DOTACION MINIMA	OBSERVACIONES
	EDUCACION MEDIA Y SUPERIOR	25/LTS/ALUM/TURNO	a, b, c
	EXPOSICIONES TEMPORALES	10/LTS/ASISTENTE/DIA	b
II.5 RECREACION	ALIMENTOS Y BEBIDAS	12LTS/COMIDA	a, b, c
	ENTRETENIMIENTO	6LTS/ASIENTO/DIA	a, b
	CIRCOS Y FERI- AS.	10LTS/ASISTENTE/DIA	b
	DOTACION PARA ANIMALES. EN SU CASO.	25LTS/ANIMAL/DIA	
	RECREACION SOCIAL.	25LTS/ASISTENTE/DIA	a, c
	DEPORTES AL AIRES LIBRES. CON BAÑO Y VESTIDORES ESTADIOS.	150LTS/ASISTENTE/DIA	a
		10LTS/ASIENTO/DIA	a, c
II.6 ALOJAMIENTO	HOTELES. MOTEL- ES Y CASA DE HUESPEDES.	300LTS/HUESPED/DIA	a, c
II.7 SEGURIDAD	CUARTELES RECLUSORIOS	150LTS/PERSONA/DIA	a, c
		150LTS/INTERNO/DIA	a, c
II.9 COMUNICACIONES Y TRANSPORTE	ESTACIONES DE TRANSPORTE	10LTS/PASAJERO/DIA	c
	ESTACIONAMIENTO	2LTS/M2/DIA	

TIPOLOGIA	SUBGENERO	DOTACION MINIMA	OBSERVACIONES
III	INDUSTRIAL		
	INDUSTRIAS DONDE SE - MANIPULAN MATERIALES Y SUSTANCIAS QUE OCASIONEN MANIFIESTO DESARROLLO.	100LTS/TRABAJADOR	
	OTRAS INDUSTRIAS.	30 LTS/TRABAJADOR	
IV	ESPACIOS ABIERTO		
	JARDINES Y PARQUES	5 LTS/M2/DIA	
OBSERVACIONES:			
a) LAS NECESIDADES DE RIEGO SE CONSIDERAN POR SEPARADO DE 5.LTS/M2/DIA			
b) LAS NECESIDADES GENERADAS POR EMPLEADOS A TRABAJADORES SE CONSIDERAN POR SEPARADO A RAZON DE 100/LTS/TRABAJADOR/DIA.			
c) EN LO REFERENTE A LA CAPACIDAD DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIOS DEBERA OBSERVARSE LO DISPUESTO EN EL ART. 122 DE ESTE REGLAMENTO.			

• **BIBLIOGRAFIA**

	EDITORIAL	
Instalaciones en los Edificios Gay y Fawcett	De. McGraw Hill	1984
Enciclopedia Atrium de Las Instalaciones Varios	De. Atrium	1988
Datos Prácticos de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias Becerril Diego, O	De. Becerril Diego	1982
Manual de Instalaciones Helvex Varios	De. Helvex	1988
Normas Técnicas de Ingeniería IMSS	IMSS	1992
Uso y Manejo de Gas, L.P y Natural Blumenkron, J		
Reglamento de Construcción para el D.F -Normas Complementarias Arnál Simón L. y Betancourt, Max. De. Trillas		1992



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

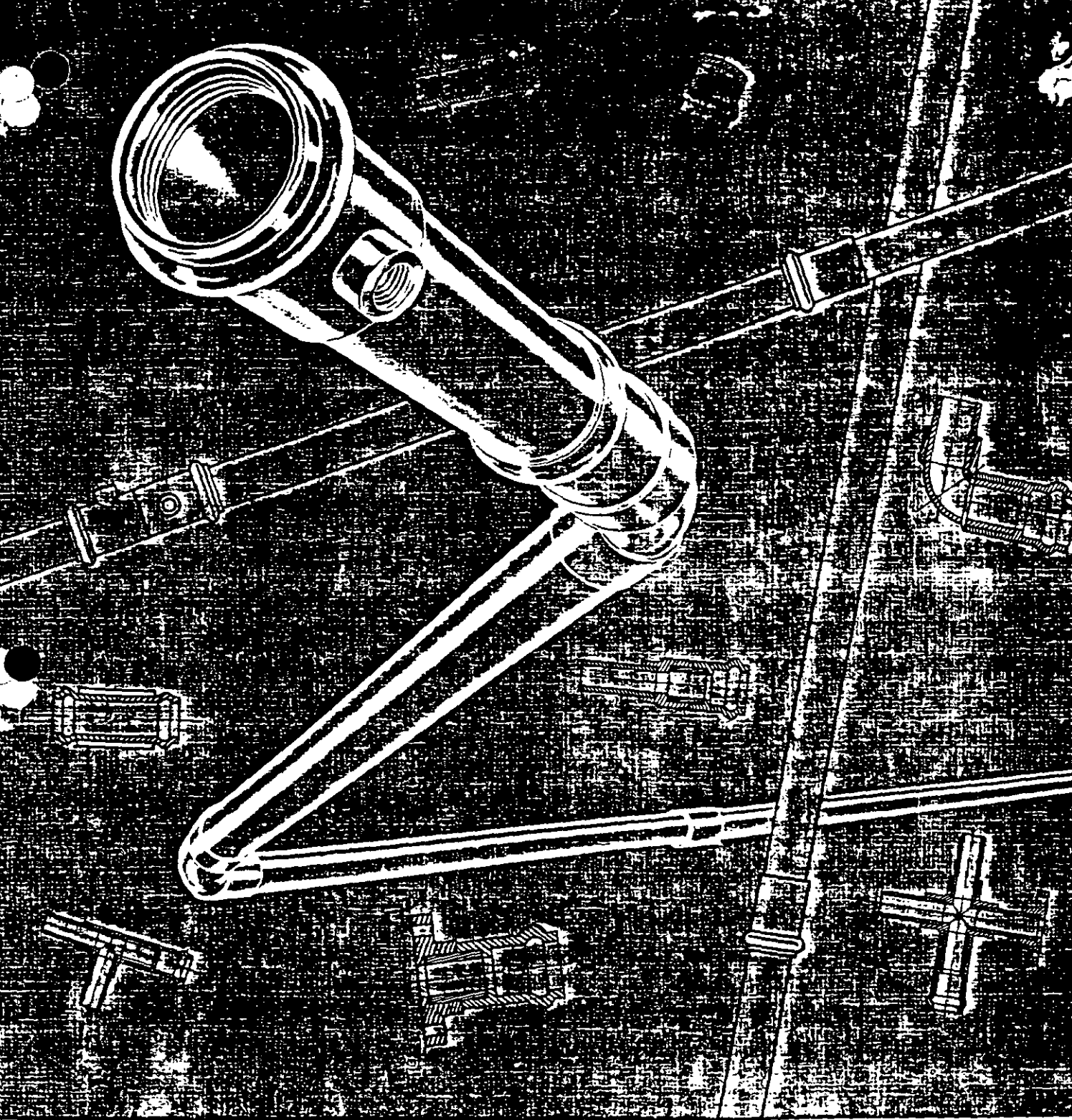
CURSOS ABIERTOS

CA-008 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

DEL 15 AL 19 DE MARZO

TEMA TUBERÍA HIDRÁULICA VINIDUR PVC CON CAMPANA

**EXPOSITOR: DR. OSCAR FUENTES MARILES
PALACIO DE MINERÍA
MARZO DEL 2004**



**TUBERIA HIDRAULICA VINIDUR®
PVC CON CAMPANA**



INTRODUCCION

PLASTOTECNICA, S.A., tiene el agrado de presentar su línea de tuberías y conexiones VINIDUR® fabricadas de PVC (Cloruro de polivinilo) con CAMPANA-TOMA (patente exclusiva desarrollada por PLASTOTECNICA, S.A. para conducción de agua potable. El PVC es un maravilloso material plástico que por sus extraordinarias cualidades ha ocupado un lugar primordial en el mercado mundial y va a la cabeza de los plásticos en producción, desplazando con ventaja por su utilización a los materiales convencionales.

PLASTOTECNICA, S.A., cuenta con orgullo con el equipo y la tecnología más avanzada para la fabricación y control de calidad de las tuberías y conexiones VINIDUR® -PVC, debido a su exclusivo sistema en México de COMPUTADORA ELECTRONICA para mantener sus equipos de proceso dentro de estrictas normas de producción. Asimismo cuenta con un grupo de experimentados asesores técnicos para ayudarlo a resolver sus problemas de conducción de flúidos desde el diseño o instalación misma de las tuberías VINIDUR® -PVC.

PLASTOTECNICA, S.A. tiene la más larga experiencia comprobada en México en la fabricación de tuberías, conexiones, válvulas y accesorios en diversos materiales plásticos, cuenta con diversas patentes de desarrollo propio e inició la fabricación de su extraordinaria línea hace más de 15 años (1954), por lo cual y aunado a su continuo programa de investigación, seguirá siendo la primera en adelantos técnicos.

INDICE

	Pág.		Pág.
Antecedentes	3	Golpe de Ariete	12
Marcado del Tubo	3	Pérdidas de Carga en Válvulas y Conexiones	13
Código de Colores	3	Relación de Dimensiones "RD"	13
Ventajas de las Tuberías Vinidur	4	Propiedades Físicas del PVC-Vinidur	13
Tipos de Unión	4	Tabla Comparativa de Dimensiones, Pesos y Capacidades de Conducción entre Tuberías Vinidur-PVC y Asbesto Cemento	14
Instrucciones para Instalar la Tubería Vinidur:		Comparación de Diámetros Interiores entre Tuberías de PVC y Asbesto Cemento	15
Sistema Cementado	5	Presión Permisible de Trabajo Respecto a la temperatura de Operación	16
Sistema de Campana P. T.	6	Signos Convencionales para conexiones de PVC	-
Colocación de Tubería Vinidur	7	Conexiones con Campana PT	1
Relleno y Prueba	8	Accesorios para Tomas Domiciliarias	1
Atraques	8	Embarques	19
Cambios de Dirección en la Tubería Vinidur	9	Almacenaje	19
Selección de Diámetro y pérdidas por Fricción en Tubería Vinidur	9		
Nomograma de la Fórmula H & A W. para PVC	10 y 11		
Fórmula de Manning	12		

ANTECEDENTES

Las tuberías de PVC se usaron por primera vez en Europa aproximadamente en el año de 1930, a partir de esta fecha su desarrollo, fué de gran magnitud, actualmente ha desplazado en un porcentaje muy elevado a las tuberías convencionales para conducción de agua potable, en prácticamente todos los países del mundo, debido a sus sobresalientes ventajas.

En nuestro país las tuberías de PVC-VINIDUR han tenido un desarrollo considerable en los últimos años, empleándose principalmente, para la conducción de agua potable en obras de distintas Dependencias Federales y Estatales, habiendo sido seleccionadas las tuberías de PVC-VINIDUR, por ser el único material en la actualidad que resuelve los problemas que se presentan en los abastecimientos de agua potable, tanto en zonas urbanas como rurales.

El policloruro de Vinilo es conocido internacionalmente por las siglas "PVC", es un material plástico y pertenece a

su vez al grupo de los termoplásticos, caracterizados éstos por la particularidad de recuperar sus propiedades físicas y químicas cada vez que son sometidos a la acción del calor.

Las tuberías de PVC-VINIDUR se fabrican en los equipos denominados extrusionadores, los cuales calientan al PVC y lo obligan a pasar a través de una boquilla especial, para darle la forma tubular, seguida de un enfriamiento controlado para obtener las dimensiones requeridas.

A las tuberías de PVC se les somete a rigurosas pruebas de laboratorio, debiendo cumplir satisfactoriamente con todas ellas, antes de salir a la venta, contando PLASTOTECNICA, S.A. con la autorización correspondiente para la fabricación de las tuberías PVC-VINIDUR, otorgada por la Sría. de Patrimonio y Fomento Industrial, (Direc. Gral. de Normas Industriales), contando además con la aprobación de la Sría. de Recursos Hidráulicos y la Sría. de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

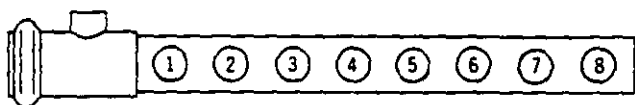


PLASTOTECNICA, S.A. cuenta con el sello de garantía otorgado por la Dirección General de Normas Industriales de la Sría. del Patrimonio y Fomento Industrial.

Norma empleada por PLASTOTECNICA, S.A. para la fabricación de tuberías y conexiones de PVC

NOM-E-12-1968 de policloruro de vinilo PVC

MARCADO DEL TUBO DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA



- 1.- Tipo de Materia Prima (PVC)
- 2.- Marca o Logotipo del Fabricante (VINIDUR)
- 3.- Diámetro nominal en milímetros
- 4.- Tipo de "RD"
- 5.- Presión de trabajo
- 6.- Fecha de fabricación
- 7.- La leyenda "Hecho en México"
- 8.- Sello de Garantía de la Direc. Gral. de Normas

CODIGO DE COLORES EMPLEADOS PARA LA FABRICACION DE TUBERIAS DE PLASTICO

EN PVC

- Gris: Para conducción de agua potable y uso industrial.
Blanca: Para desagües sanitarios domésticos.
Verde: Para instalaciones eléctricas.
Amarilla: Para conducción de gas natural.

EN POLIETILENO: (De baja, media y alta densidad)

- *Negro: Para tubería en tomas domiciliarias, conducción de agua potable y riego.

Naranja: Para instalaciones eléctricas.

**EN PROLENO:

Negro: Para conducción de líquidos industriales y desagües industriales.

*Se debe exigir polietileno de alta densidad, según Norma de fabricación - NOM-E-18-1969

** Marca Registrada por PLASTOTECNICA, S.A. para tuberías y conexiones de polipropileno.

LAS PRINCIPALES VENTAJAS DE LAS TUBERIAS VINIDUR[®]-PVC, SON:

Plastotécnica ha desarrollado y patentado su sistema de Campana-Toma que evita el uso de abrazaderas o insertores para hacer la derivación de la toma domiciliaria.

- Resistente a la corrosión.

La tubería VINIDUR-PVC resiste al paso de los ácidos, bases y soluciones salinas. Puede conducir inclusive sin ser atacada agua de mar y puede instalarse en suelos altamente salitrosos.

- No la atacan los roedores.

En pruebas efectuadas por la Sría. de Recursos Hidráulicos y por la Organización Panamericana de la Salud, se comprueba que ningún tipo de roedor ataca a las tuberías VINIDUR-PVC.

- El más bajo coeficiente de fricción.

La superficie interior de la tubería VINIDUR-PVC es tersa como un espejo y reduce en un 10% las pérdidas por fricción, respecto a las demás tuberías. Los líquidos se deslizan suavemente por sus paredes, originando mayor fluidez. (Véase la tabla correspondiente a las pérdidas por fricción).

- No permite incrustaciones.

Las incrustaciones tan comunes en las tuberías convencionales reducen la vida útil de éstas, aumentando los costos de mantenimiento y disminuyendo la sección de flujo.

- Muy ligera.

El peso de la tubería VINIDUR-PVC es 6 veces menor que el de las tuberías de asbesto cemento del mismo diámetro, y 10 veces menor que el de los tubos de acero. Esto facilita grandemente su manipulación, instalación y almacenaje. Lograndose costos muy bajos de transporte.

- Facilidad de instalación.

Para instalar la tubería VINIDUR-PVC pueden emplearse tres métodos:

Cementado, roscado o el de unión con campana.

En estos métodos se destaca la facilidad de instalación con respecto a las tuberías metálicas o de asbesto cemento, con el consecuente bajo costo de mano de obra.

- Resistente al impacto.

La tubería VINIDUR-PVC ha sido diseñado para aquellas instalaciones donde se requieren esfuerzos mecánicos y resistencia a golpes y mal trato físico considerables, superando con mucha ventaja a las tuberías de asbesto cemento.

- Costo de mantenimiento nulo.

Debido a que no requiere ninguna pintura protectora, ni protección galvánica.

- Auto extingible.

La tubería VINIDUR-PVC no forma llama ni facilita la combustión, por lo cual se le cataloga como auto extingible.

- No comunica olor ni sabor al fluido que conduce.

La tubería VINIDUR-PVC ha sido aprobada en México por la Sría. de Salubridad y Asistencia, a través de la Dirección de Ingeniería Sanitaria, para la conducción de substancias alimenticias y agua potable.

- Instalación sencilla y por lo tanto económica.

Debido a su ligereza en peso, facilidad de corte y rapidez de instalación, la tubería VINIDUR-PVC es muy fácil de instalar y no requiere herramientas especiales

- Resistencia a la electrólisis.

La electrólisis una de las causas de la rápida destrucción de las tuberías de cobre y fierro, queda totalmente eliminada en las tuberías VINIDUR-PVC.

TIPOS DE UNION PARA TUBERIAS VINIDUR-PVC

PLASTOTECNICA, S.A.— Ha desarrollado tres tipos de unión para sus tuberías VINIDUR-PVC, para ser usadas según sean las condiciones de instalación y operación.

UNION CON CAMPANA P.T. (PATENTE 120036)
UNION CEMENTADA
UNION ROSCADA

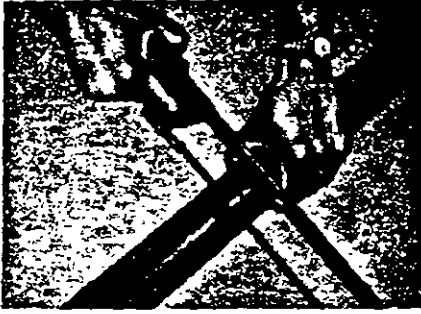
UNION CON CAMPANA P. T.— El acoplamiento de tuberías VINIDUR-PVC empleando este sistema es el más rápido y sencillo, no se requiere de herramientas, es ideal para instalaciones de agua potable en el campo con presiones de trabajo máximas de 11.2 Kg./cm.2 (164 Lbs./Pulg.²); no se requiere mano de obra especializada y la tubería se puede poner en servicio inmediatamente después de instalada.

UNION CEMENTADA.— En este sistema de unión se emplea el cemento VINIDUR, las uniones entre tubería y conexiones quedan de una sola pieza. Es un sistema que se puede emplear para grandes presiones de trabajo, se recomienda esperar 24 horas antes de poner en servicio la línea, para que el pegamento fragüe completamente, este tipo de unión se recomienda, cuando se cuente con mano de obra capacitada y en sitios de preferencia cubiertos.

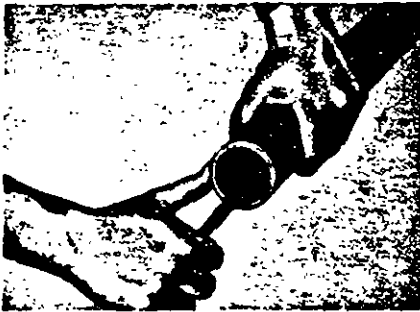
UNION ROSCADA.— Se recomienda en aquellas instalaciones en donde se requiera desmontar con frecuencia tuberías para inspección o limpieza, solo se debe emplear la tubería de tipo "Roscar", para este tipo de unión y deben seguirse las indicaciones que para tal fin se describen en el catálogo industrial.

INSTRUCCIONES PARA INSTALAR LA TUBERIA VINIDUR-PVC

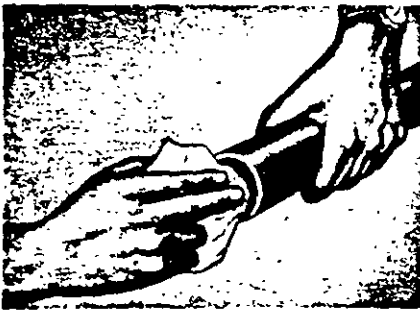
SISTEMA CEMENTADO



- 1.- Corte — Para esta operación se usa una sierra de mano o serrucho. Es muy recomendable que los dientes de estas herramientas se mantengan limpios y afilados. Los cortes deben hacerse lo más recto que sea posible, para así facilitar la inserción de la tubería en las conexiones.



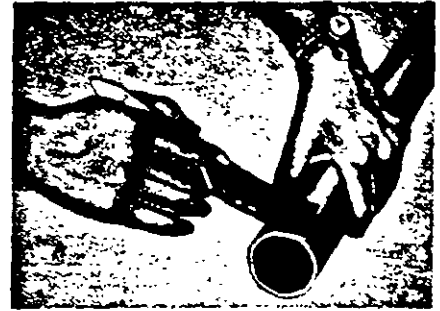
- 2.- Eliminación de rebabas — Después de efectuado el corte, se deben eliminar todas las rebabas que pudiera dejar el corte. También se debe eliminar el reborde que deja el corte en la pared interior del tubo. Una cuchilla afilada es muy apropiada para este trabajo. Un corte parejo y libre de rebordes, asegura una unión fuerte y eficiente.



- 3.- Limpieza — Límpiense cuidadosamente el extremo de la tubería que se va a cementar y el interior de la conexión que se va a unir. Este paso previo al cementado es importantísimo y debe realizarse cuidadosamente para librar de grasas o sustancias extrañas las superficies que van a ser cementadas. Se recomienda usar el limpiador VINIDUR aplicándolo por medio de papel absorbente o algodón, o en su defecto utilícese una lija de grano fino.

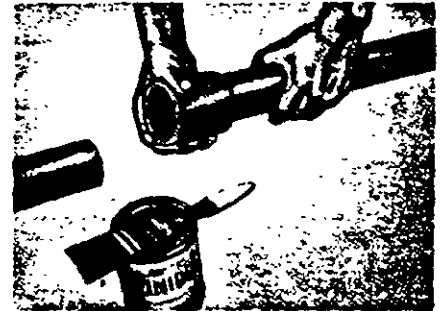
En este caso debe tenerse cuidado de que la tubería esté limpia de tierra o grasa y que la lija que se use esté también limpia y libre de grasa, tómesese en cuenta que no se trata de pulir o rebajar la superficie del tubo o la conexión, sino

simplemente eliminar con suavidad cualquier sustancia extraña y lograr una aspereza en las superficies que van a ser cementadas, tanto del tubo como de la conexión.

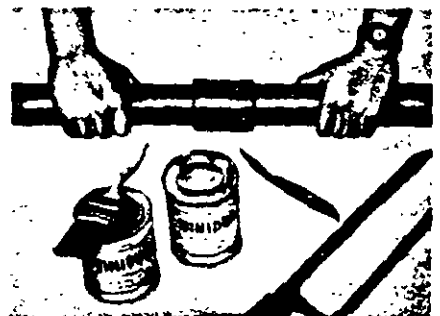


- 4.- Cementado — Antes de aplicarse el cemento debe tenerse cuidado para que la superficie que se va a cementar quede libre de humedad.

Una vez hecha esta operación de limpieza, se aplicará el cemento VINIDUR-PVC, para tuberías de PVC, tanto en la extremidad del tubo como en el interior de la conexión por medio de una brochita de cerdas naturales que es muy apropiada para la aplicación del cemento. Después de aplicado el cemento, deslícese la tubería en la conexión hasta que la tubería tope con el reborde interior de la misma, désele un cuarto de vuelta al tubo para así distribuir mejor el cemento entre ambas superficies.

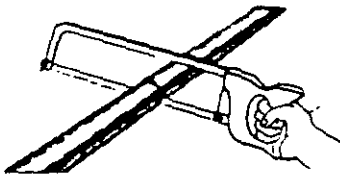


Esta operación de la aplicación del cemento y la inserción del tubo dentro de la conexión no debe tomar más de un minuto. Debe eliminarse con un paño todo exceso de cemento que quede en los bordes de la unión, después de efectuada ésta. La unión así hecha debe mantenerse libre de movimientos por una hora; pasado este tiempo puede manipularse con cuidado. La unión alcanza su máxima resistencia a las 48 horas.



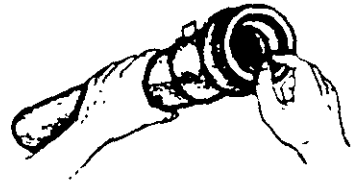
SISTEMA DE CAMPANA P. T.

(PATENTE 120036)



Haga Corte a escuadra.

Utilice un cortador de tubería o un serrucho de carpintero de mano con dientes finos combinado con caja guía. Quite todas las rebabas de la cara interior de la tubería con un cuchillo, con lija fina o con fibra de acero.



Coloque el Anillo en la Ranura.

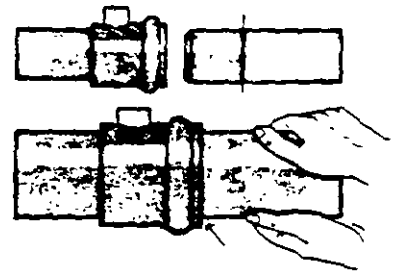
El anillo debe colocarse con la marca amarilla hacia afuera. La inserción del anillo en la ranura de la Campana, en diámetro de 38 ó 50mm. (1 1/2" a 2") se simplifica si se sumerge previamente en agua limpia. (No utilice lubricante para este propósito).



Achaflando

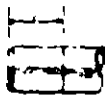
Primero obtenga un tramo de tubería achaflanada en fábrica, para utilizarla como guía. Utilice una lima plana con dientes curvos de cordoncillo para lograr una superficie lisa. Después de formar el chaflán, redondéelo ligeramente como se muestra en la ilustración.

Nota. La tubería con campana no se debe roscar.



Lubrique la punta de la Tubería.

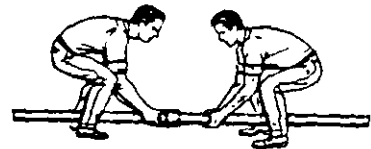
Aplique el lubricante VINIDUR a toda la circunferencia exterior de la punta de la tubería incluyendo el chaflán, hasta una distancia de 50 mm. de la punta.



Diametro mm	38	50	60	75	100	150	200
E mm	74	81	86	94	107	132	140

Marca de Inserción.

Con lápiz o crayon ponga la marca en la punta acabada de cortar, de acuerdo con las dimensiones del cuadro.



Asegúrese de que la ranura de la Campana y el anillo estén limpios.

Quite toda la tierra u otra materia de la ranura, para que el anillo pueda embonar perfectamente en ella.

Inserción del Tubo P. T.

Introduzca la punta del tubo directamente en la campana hasta llegar a la marca de inserción. Es de mucha importancia que el tubo se inserte únicamente hasta la marca de inserción, con el fin de dejar el juego necesario para la expansión y contracción del tubo.

Cualquier resistencia indebida durante el montaje indica que el anillo puede estar torcido y por lo tanto, se debe desmontar la junta y colocarla nuevamente en forma correcta.

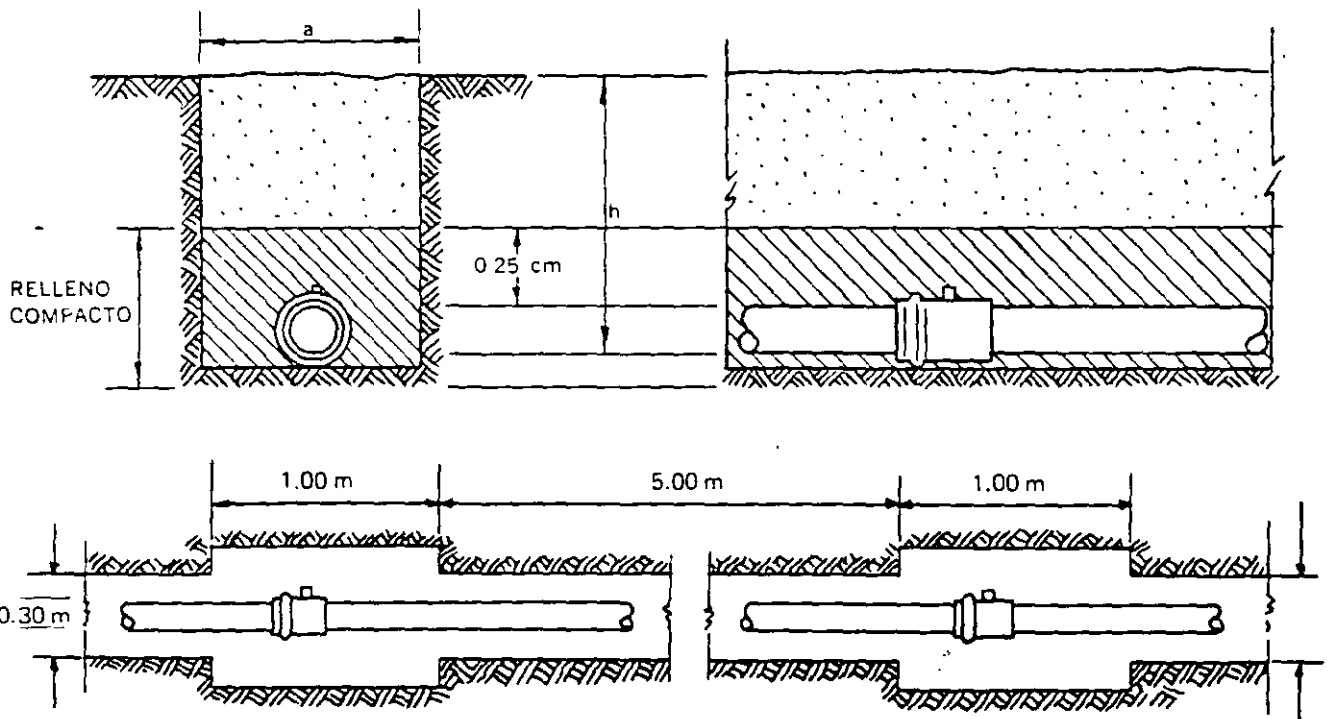
COLOCACION DE TUBERIA VINIDUR-PVC CON CAMPANA P. T. (PAT. 120036)

- 1.— Proporcione una zanja lo más angosto posible para permitir la facilidad de maniobras. El acoplamiento de la tubería **VINIDUR-PVC**, en muchos casos puede hacerse arriba de la zanja, dada su flexibilidad.
- 2 — El fondo de la zanja no debe tener piedras ni otros objetos filosos
- 3 — Profundidad mínima de zanja de acuerdo a la tabla siguiente

TABLA I
MINIMAS DIMENSIONES DE CEPA

DIAMETRO DE TUBO MM	ANCHO DE LA CEPA EN CM. (a)	PROFUNDIDAD DE LA CEPA EN CM. (h)
hasta 38	de. 30 a 50	de 60 a 80
de 50 a 100	40 a 60	80 a 95
de 125 a 150	50 a 60	95 a 105
de 200	50 a 65	105 a 110

Las dimensiones anteriores son aconsejables en los casos en que las condiciones de operación de la tubería, no determinen tomar otras precauciones, o bien, de acuerdo a las experiencias propias en cada lugar



Cuando las condiciones lo permitan (Perforación con máquina por ejemplo) Se puede hacer una zanja como la mostrada en la fig., permitiendo mayor espacio en las campanas unicamente, para ahorrar en excavación.

RELLENO Y PRUEBA

1.- Tape la zanja inmediatamente después de instalar la tubería, hasta una altura de 60 cm. mínimo arriba de la misma.

La tubería VINIDUR-PVC no debe quedar expuesta a la intemperie.

El relleno debe ser de material seleccionado y colocado alrededor de la tubería, de tal manera que proporcione soporte firme y continuo.

Apisone bien alrededor de la tubería, para lograr una compactación apropiada.

2.- Antes de tapar la tubería, se debe inspeccionar las juntas para evitar separaciones debido a las contracciones normales del material.

Se debe probar a presión la tubería inmediatamente después de su instalación, nunca debe probarse a presión la tubería estando ésta al descubierto especialmente en climas cálidos.

La línea de tubería a probar debe tener sus atraques, incluyendo los extremos, cambios de dirección, derivaciones (tees o cruces), así como en las tomas.

Nota: Si se utilizaron atraques a base de concreto colado en el campo o juntas pegadas con cemento VINIDUR ahí mismo, no pruebe la tubería antes de que pasen 24 horas.

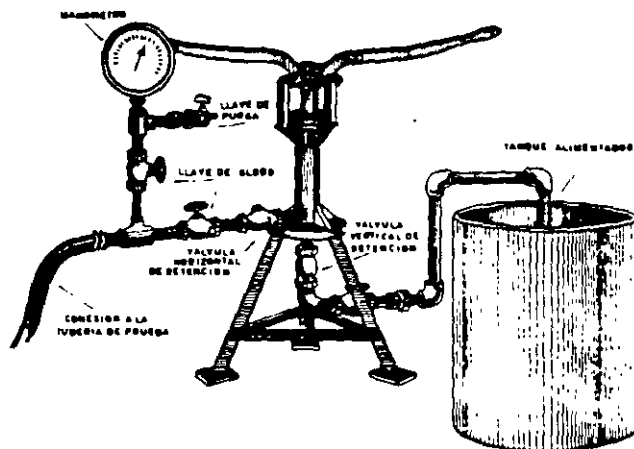
3.- Después de terminar de probar la tubería a presión, completamente la zanja.

Nota: Presión de prueba recomendada 3.5 Kg./cm.2 arriba de la presión de operación.

4.- Termine el relleno final de la zanja, utilizando equipo mecánico si se desea, evitando que el material de relleno incluya rocas.

EQUIPO PARA PRUEBA

Consiste en una bomba de émbolo accionada a mano y provista de válvula de retención y manómetro.



ATRAQUES

1.- Los atraques se utilizan siempre que en la tubería haya cambios de dirección como en las "Tees" o curvas, así como en las reducciones, terminales, válvulas, etc.

2.- El tamaño y tipo de atraque depende de la presión, diámetro de la tubería, tipo de suelo y tipo de accesorio. Consulte la tabla II para ver el empuje en kilogramos en los atraques, cuando la tubería trabaja a 7Kg./cm2. de presión interna.

Para calcular el empuje que soportará el atraque en un accesorio, cuando la presión del agua es mayor que 7Kg./cm.2 se aumenta proporcionalmente la cifra obtenida en la tabla anterior. Ejemplo: Para una presión de 10 Kg./cm.2. en una tee de 100 mm. se incrementa a 1050 en la siguiente forma:

$$\frac{10}{7} \times 735 = 1050 \text{ Kg.}$$

3.- Para determinar el área de atraque, se divide el empuje total obtenido de la tabla II entre la resistencia del terreno de la tabla III.

EMPUJE EN KG. EN LOS ATRAQUES

(a 7Kg./cm.2. de presión interna)

TABLA II

Diámetro del tubo	Curva de 90°	Curva de 45°	Curva de 22 1/2°	Te
38mm.	188	102	52	134
50	293	158	82	206
60	624	231	118	300
75	633	342	175	447
100	1041	556	288	735
150	2435	1320	666	1723
200	3960	2800	1450	2433

RESISTENCIA DE TERRENOS

TABLA III

Tipo de suelo	Kg./m2.
Lodoso	0
Barro suave	4880
Arena	9760
Arena y grava	14640
Arena y grava mezclada con barro	19520

CAMBIO DE DIRECCION EN LA TUBERIA VINIDUR-PVC

La flexibilidad de la tubería VINIDUR permite cambios de dirección de acuerdo con las indicaciones de la tabla IV.

La curvatura debe hacerse únicamente en la parte lisa del tubo. La campana no permite cambios de dirección.

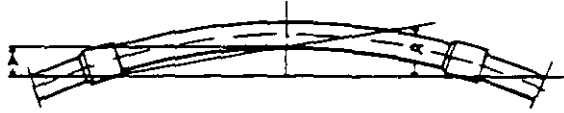


TABLA IV

Diámetro nominal	1 tubo 6 mts.		2 tubos 12 mts.		4 tubos 24 mts.		6 tubos 36 mts.		8 tubos 48 mts.		10 tubos 60 mts.	
	α	A	α	A	α	A	α	A	α	A	α	A
38	5.5	0.31	11	1.20	22	4.90	33	11.80	44	23.40	55	43.0
50	4.5	0.24	9.0	0.95	17.6	3.80	25.5	8.60	32.4	15.20	25.5	23.80
60	3.8	0.20	7.6	0.80	15.0	3.20	21.8	7.20	28.2	12.80	33.7	20.00
75	3.2	0.17	6.2	0.70	11.4	2.66	18.5	6.00	24.0	10.68	29.2	16.70
100	2.6	0.14	5.2	0.55	10.3	2.20	15.3	4.90	20.0	8.70	24.5	13.60
150	1.8	0.09	3.6	0.38	7.2	1.50	10.6	3.40	14.2	6.00	17.4	9.40
200	1.3	0.03	2.6	0.13	5.2	0.54	7.8	1.22	10.4	2.17	13.0	3.38

SELECCION DEL DIAMETRO Y PERDIDAS POR FRICCION EN TUBERIAS VINIDUR-PVC

Las cuatro variables principales en una tubería son:

Q= Gasto H= Pérdida de carga
D= Diámetro Interior L= Longitud

$$Q = 278.5 C D^{2.63} \left(\frac{H}{L} \right)^{0.54}$$

"Q" en litros por segundo

C= 150 "D", "H" y "L" en metros

La pérdida por fricción en tuberías es menor que en cualquier otro tipo de tubería, además su diámetro interior es notablemente mayor que su diámetro nominal; por lo cual su capacidad de conducción es superior, respecto a otros materiales, llegando a ser de un 20 a 60 % más. Por otro lado permiten una mejor selección del diámetro de las mismas, dado que se dispone de medidas intermedias, con las cuales no se cuenta en otros materiales.

Para seleccionar el diámetro apropiado para conducir un determinado gasto, de acuerdo a la longitud y carga disponible, empleando la fórmula más aceptada, la de Williams y Hazen:

En la figura No. 4 se encuentra el nomograma de dicha fórmula, en la cual uniendo la columna "Q" de gasto, con la columna "L" longitud de tubería, se marca el punto de intersección en la línea base; y prolongada la recta que une este punto con la columna "H" carga disponible, se obtiene el diámetro apropiado para tal conducción. Procediendo a la inversa uniendo el diámetro de la tubería "D", con el punto de intersección en la línea base, se obtiene la pérdida de carga en la columna "H". Por otro lado si se conocen "D", "H" y "L" se puede obtener "Q".

Es importante hacer notar que la columna "D", es el diámetro interior de la tubería que se puede obtener de la tabla VI.

NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE H. & W. PARA PVC

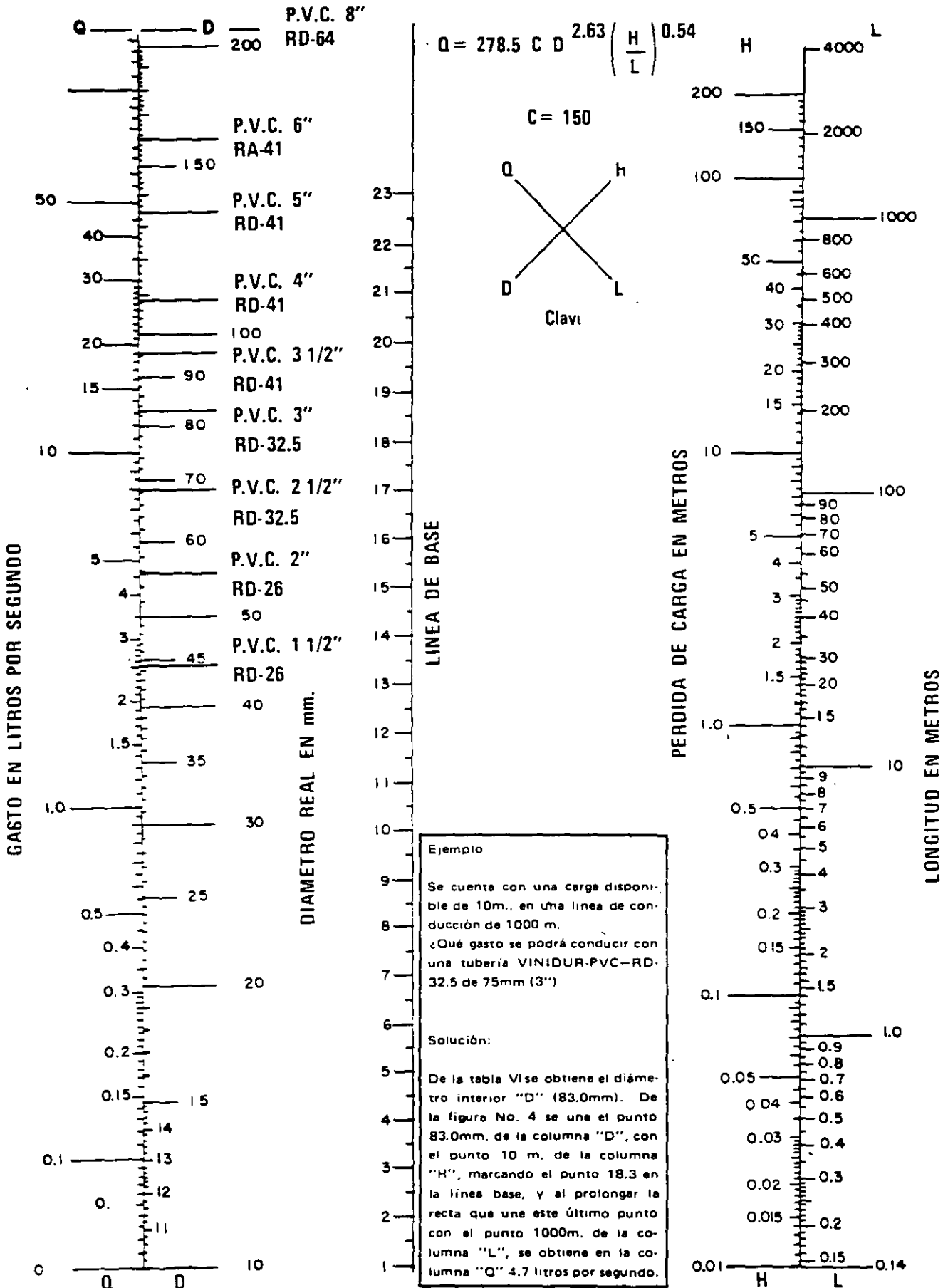
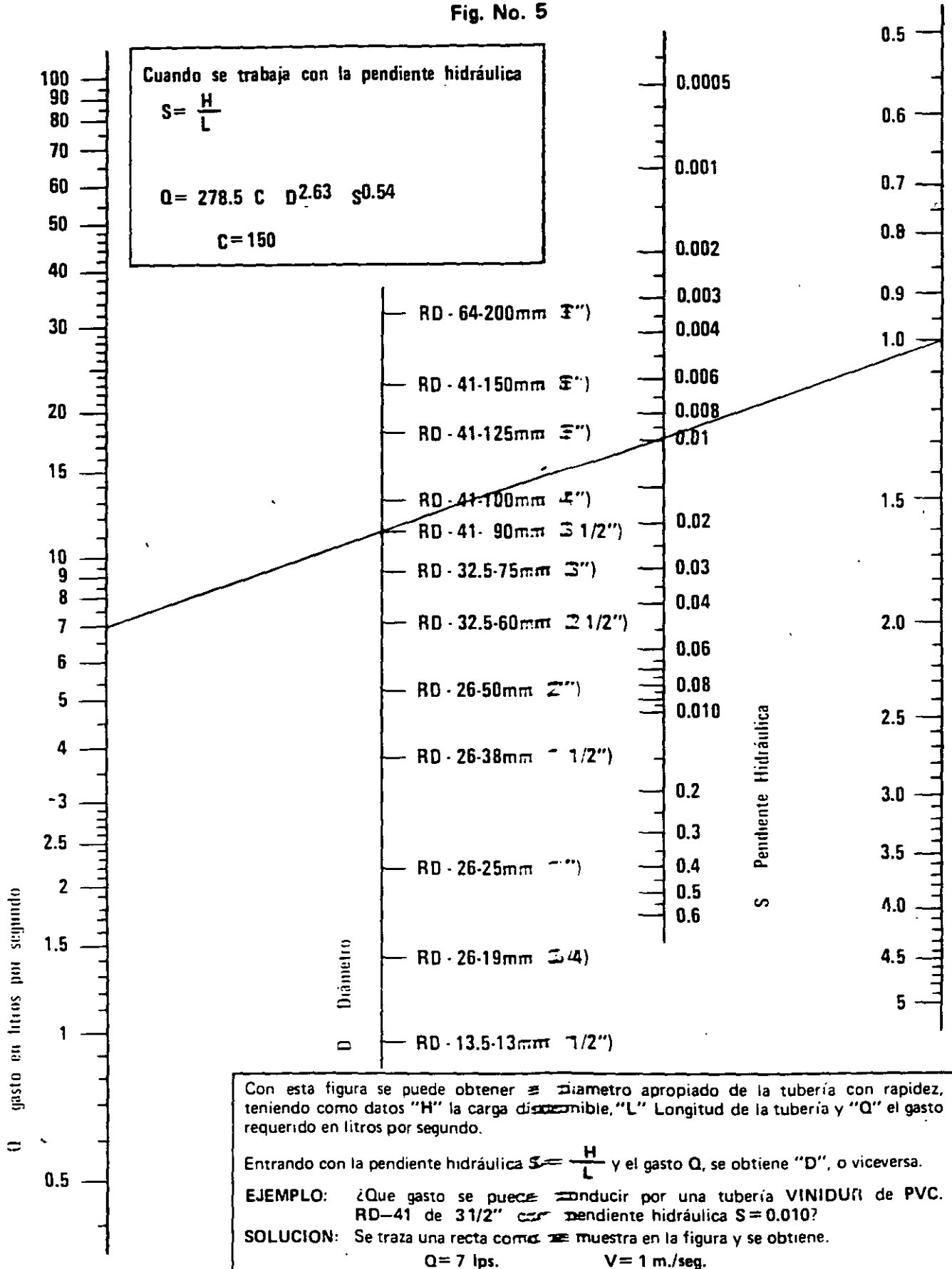


Fig. No. 4

NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE H. & W. PARA PVC

Fig. No. 5



FORMULA DE MANNING

Para los casos en que se prefiera la fórmula de Manning para el cálculo de tuberías, se puede emplear como coeficiente de rugosidad $\eta = 0.009$

Fórmula de MANNING:

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{\eta} \quad Q = AV$$

V = Velocidad del agua en el tubo.

$R = \frac{A}{P}$ = radio hidráulico (área de la sección del tubo dividido entre el perímetro "mojado").

$$S = \frac{H}{L} = \text{pendiente hidráulica (pérdida de carga ent. la longitud del tubo).}$$

Por lo tanto:

$$Q = MS^{1/2}$$

$$Q = 34.6 \times 10^3 \times D^{8/3} \left(\frac{H}{L} \right)^{1/2} \quad \text{"Q" en l.p.s.}$$

$$H = K L Q^2 \quad K = M^{-2} \quad M = 34.6 \times 10^3 D^{8/3}$$

"D" "H" y "L" en metros

Se presentan los valores de "M" y "K" para los diferentes diámetros de las tuberías de VINIDUR-PVC, en la tabla V.

TABLA V VALORES DE "K" Y "M" DE LA FORMULA MANNING

Diámetro Nominal	D Interior (metros)	M	K	Diámetro nominal	D Interior (metros)	M	K
1 1/2"	0.0440	8.71	1.318×10^{-2}	4"	0.1050	86.29	1.343×10^{-4}
2"	0.0550	15.68	4.067×10^{-3}	4"	0.1065	90.06	1.2329×10^{-4}
2 1/2"	0.0670	26.10	1.468×10^{-3}	4"	0.1080	93.24	1.150×10^{-4}
2 1/2"	0.0680	27.36	1.336×10^{-3}	5"	0.1320	159.1	3.951×10^{-5}
3"	0.0815	44.09	5.144×10^{-4}	5"	0.1335	163.9	3.722×10^{-5}
3"	0.0830	46.21	4.683×10^{-4}	6"	0.1570	252.8	1.565×10^{-5}
3 1/2"	0.0930	63.03	2.517×10^{-4}	6"	0.1590	262.6	1.450×10^{-5}
3 1/2"	0.0960	69.29	2.083×10^{-4}	8"	0.2065	525.0	3.628×10^{-6}
				8"	0.2100	552.7	3.273×10^{-6}

* Los Diámetros interiores consignados en esta Tabla son los recomendados para cálculos hidráulicos.

GOLPE DE ARIETE

Cuando en una tubería se interrumpe el flujo rápidamente, provoca cambios bruscos en la presión interna de la misma, aunque estos no llegan a ser en la mayoría de los casos de consideración.

Se presenta con más frecuencia en el cierre de una válvula "check" a la salida de un equipo de bombeo, y puede tener alguna importancia sobre todo en conducciones largas.

Suponiendo que el cierre de la válvula es menor que el tiempo de cierre crítico, la sobrepresión "h", arriba de la normal "H", está dada por:

$$h = \frac{av}{g}$$

a = es la velocidad de propagación de la onda de presión en m/seg.

v = velocidad del flujo en m/seg.

g = aceleración de la gravedad

La velocidad de propagación de la onda, depende de las condiciones de la tubería como sigue:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + (RD) \frac{K}{E}}}$$

K = 20,670 Kg./cm.2 módulo de elasticidad del agua

E = 29,300 Kg./cm 2 módulo de elasticidad del tubo

D = Diámetro del tubo (P. V. C.)

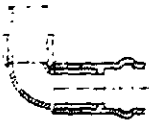
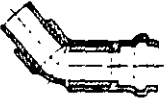





e = espesor de pared

$$RD = \frac{D}{e} \text{ Relación de dimensiones}$$

Valores de "a" en m/seg. en función de la relación de dimensiones

RD	a	a/g
26	330	33.6
32.5	251	29.7
41	265	25.0
64	212	21.6

PERDIDA DE CARGA EN VALVULAS Y CONEXIONES

DIAMETRO mm. pulg.		LONGITUD DE TRAMO RECTO EQUIVALENTE A LA RESISTENCIA AL ESCURRIMIENTO (METROS)							
		CODO 90°	CODO 45°	TE	VALVULAS (Completamente abiertas)				
					COMPUERTA 	GLOBO 	TE 	"CHECK" 	
13	1/2"	0.45	0.23	1.03	0.10	4.87	2.56	1.0	
19	3/4"	0.67	0.30	1.37	0.14	6.70	3.65	1.4	
25	1"	0.82	0.39	1.76	0.18	8.23	4.57	2.4	
32	1 1/4"	1.12	0.48	2.37	0.24	11.27	5.48	2.8	
38	1 1/2"	1.31	0.61	2.74	0.29	13.41	6.70	3.3	
50	2"	1.67	0.76	3.35	0.36	17.37	8.53	5.0	
60	2 1/2"	1.98	0.91	4.26	0.42	20.11	10.05	5.5	
75	3"	2.46	1.15	5.18	0.51	25.90	12.80	7.0	
90	3 1/2"	2.89	1.34	5.79	0.61	30.17	15.24	8.0	
100	4"	3.35	1.52	6.70	0.70	33.52	17.67	9.0	
125	5"	4.26	1.85	8.23	0.88	42.67	21.33	12.0	
150	6"	4.87	2.34	10.05	1.06	48.76	25.29	14.0	
200	8"	6.40	3.04	13.10	1.37	67.05	33.52	17.0	

CLASIFICACION POR ESPESOR DE PARED "RD"

Las tuberías VINIDUR-PVC, se clasifican de acuerdo a su relación de dimensiones "R D" que es igual al diámetro exterior del tubo entre su espesor de pared, dicho valor es constante en todos los tamaños nominales; de acuerdo al uso y presión permisible de trabajo, los "R D" más usuales son:

RD - 13.5
RD - 26
RD - 32.5
RD - 41
RD - 64

Las dimensiones de la tubería se calculan de acuerdo a la fórmula aceptada internacionalmente para el cálculo de ductos y recipientes a presión

$$S = \frac{P(D-e)}{2e} \quad RD = \frac{D}{e} \quad RD = \frac{2S}{P} + 1$$

Donde:

S = Esfuerzo de diseño del material, o tensión en Kg./cm.2. orientada circunferencialmente.

P = Presión de trabajo

D = Diámetro exterior en mm.

e = Espesor de pared

RD = Relación de dimensiones

PLASTOTECNICA, S.A. fabrica las tuberías VINIDUR-PVC del tipo I que establece la Norma **NOM-E-12-1968**; y corresponde a tubería con resistencia alta al impacto, las cuales soportan mejor golpes y esfuerzos mecánicos.

El esfuerzo S de diseño es de 140 Kg./cm.2, tomando un coeficiente de seguridad de 4, es decir la presión de ruptura es de 4 veces la presión permisible de trabajo

PROPIEDADES FISICAS DEL PVC-VINIDUR

Propiedad Material	Unidades	Metodos A. S. T. M.	Propiedad Material	Unidades	Metodos A. S. T. M.
Gravedad Especifica	1.35	D-792-48 T	Coef. Expansión Térmica	10x10 ⁻⁵ cm/(cm) (°C)	D-696-44 T
Resistencia Compresion	619.	D-695-49 T			
Resistencia Tension	423.	D-638-49 T			
Resistencia Flexion	810	D-650-42 T	Combustibilidad	Auto ext.	D-635-44
Impacto (120 d) Izod	.54- .81	D-256-54 T	Módulo Elasticidad	29 300.	D-638-49 T

COMPARACION DE DIAMETROS INTERIORES ENTRE TUBERIAS VINIDUR PVC Y TUBERIAS DE ASBESTO CEMENTO

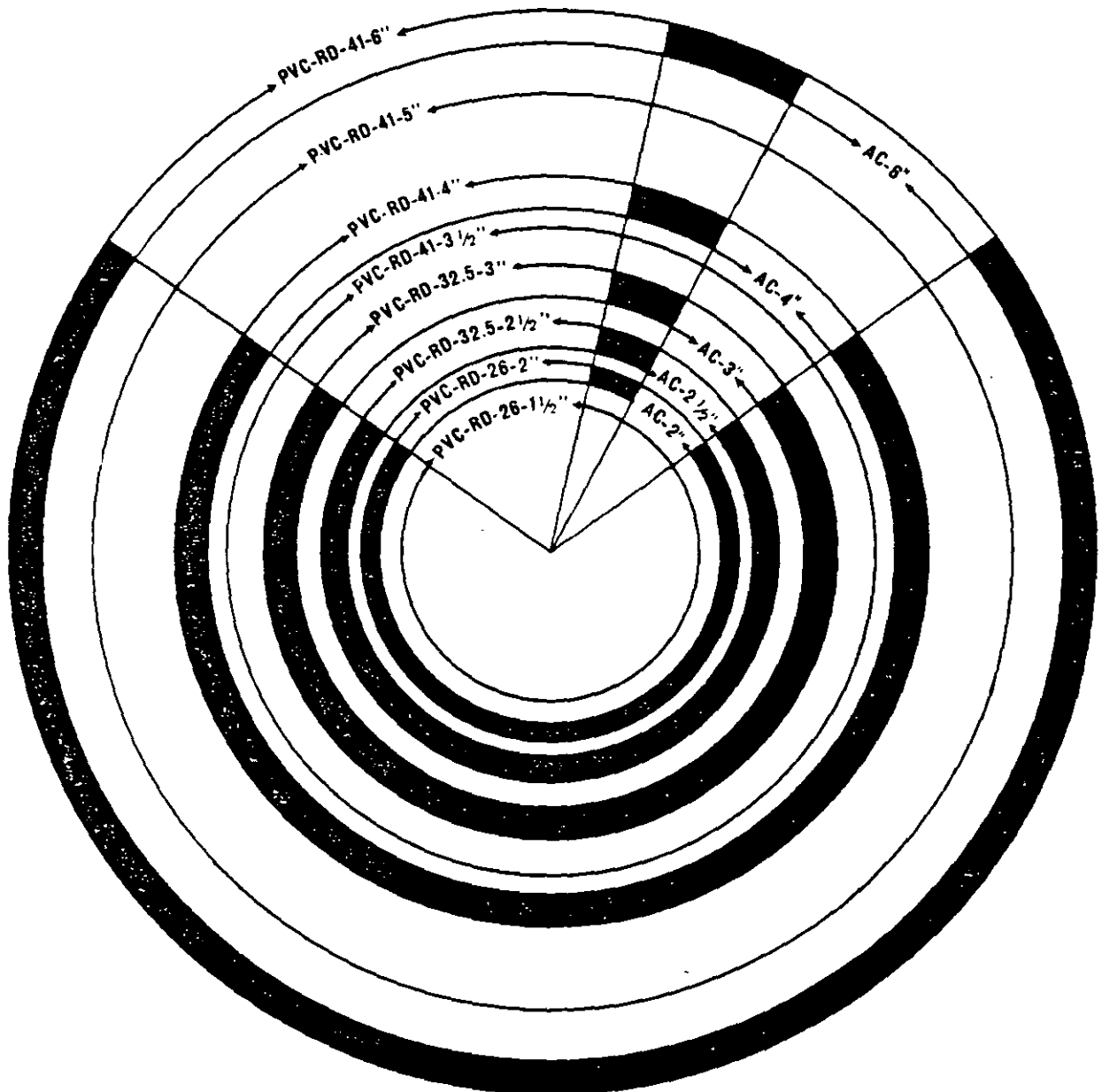
El diámetro interior de las tuberías VINIDUR de PVC es notablemente mayor que el diámetro interior de las tuberías de Asbesto Cemento; y sus paredes interiores son de mayor tersura, por lo cual su capacidad de conducción es muy superior. (Ver tabla No. VI).

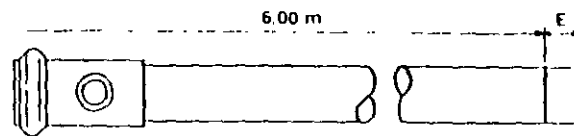
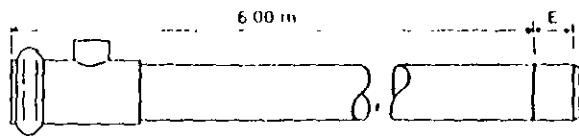
$$Q = \frac{\pi D^{8/3} H^{1/2}}{\eta L^{1/2}} 10^3$$

Las franjas representan las diferencias en diámetros interiores entre las tuberías VINIDUR de PVC y las tuberías de Asbesto Cemento.

$\eta = 0.009$ P. V. C.

$\eta = 0.010$ A. C.





TUBERIA VINIDUR DE PVC

TABLA COMPARATIVA DE DIMENSIONES, PESO Y CAPACIDAD DE CONDUCCION ENTRE TUBERIAS VINIDUR DE PVC Y TUBERIAS DE ASBESTO CEMENTO (AC)

TABLA VI

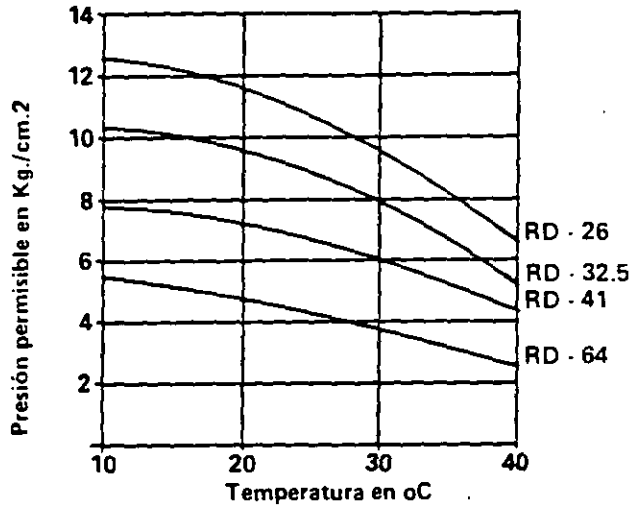
Diámetro Nominal		Tipo de Tubería	Diámetro interior mm	Diámetro interior Efectivo		Espesor de Pared (mm)	Presión Permisible de trabajo Kg/cm ²	PESO EN Kg/m	S 0.001	S 0.0025	S 0.005	S 0.0075	S 0.010	S 0.015	S 0.020
mm	Pulg.			mm	mm				pulg.	Capacidad de conducción en l p. s. considerando una pérdida de carga en 1000m. de tubería de.					
										100m.	25m.	50m.	75m.	100m.	150m.	200m.
25	1"	PVC-RD-26	30.0	30	1 3/16	15	11.2	0.21	0.09	0.15	0.27	0.27	0.32	0.40	0.45
38	1 1/2	PVC-RD-26	44.7	44.0	1 3/4	19	11.2	0.44	0.28	0.44	0.62	0.76	0.90	1.1	1.25
50	2	AC-5	50.0	50.0	2		5	4.30	0.33	0.53	0.75	0.92	1.06	1.30	1.50
50	2	AC-7	50.0	50.0	2		7	4.30	0.33	0.53	0.75	0.92	1.06	1.30	1.50
50	2	PVC-RD-26	55.7	55.0	2 3/16	2.3	11.2	0.65	0.50	0.79	1.12	1.37	1.60	2.00	2.25
60	2 1/2	AC-5	60.0	60.0	2 1/2		5	5.40	0.53	0.85	1.25	1.47	1.71	2.10	2.40
60	2 1/2	AC-7	60.0	60.0	2 1/2		7	5.40	0.53	0.85	1.25	1.47	1.71	2.10	2.40
60	2 1/2	PVC-RD-26	67.4	67.0	2 5/8	2.8	11.2	0.94	0.83	1.31	1.85	2.27	2.7	3.2	3.7
60	2 1/2	PVC-RD-32.5	68.6	68.0	2 11/16	2.2	9	0.80	0.87	1.37	1.94	2.40	2.8	3.4	4.0
75	3	AC-5	75.0	75.0	3		5	5.00	0.99	1.57	2.22	2.71	3.2	3.8	4.43
75	3	AC-7	75.0	75.0	3		7	5.70	0.99	1.57	2.22	2.71	3.2	3.8	4.43
75	3	PVC-RD-26	82.1	81.5	3 7/32	3.4	11.2	1.44	1.40	2.2	3.2	3.83	4.5	5.5	6.3
75	3	PVC-RD-32.5	83.5	83.0	3 1/4	2.7	9	1.20	1.47	2.3	3.3	4.01	4.7	5.8	6.6
90	3 1/2	PVC-RD-26	93.8	93.0	3 11/16	3.9	11.2	1.45	2.0	3.2	4.5	5.5	6.4	7.8	9.0
90	3 1/2	PVC-RD-41	96.6	96.0	3 3/4	2.5	7.1	1.14	2.2	3.5	4.9	6.0	7.0	8.5	9.9
100	4	AC-5	100.0	100.0	4		5	7.30	2.1	3.3	4.7	5.8	6.7	8.2	9.5
100	4	AC-7	100.0	100.0	4		7	8.00	2.1	3.3	4.7	5.8	6.7	8.2	9.5
100	4	PVC-RD-26	105.0	105.0	4 1/8	4.4	11.2	2.25	2.8	4.3	6.2	7.5	8.7	10.7	12.3
100	4	PVC-RD-32.5	107.3	106.5	4 3/16	3.5	9.0	1.91	2.85	4.50	6.40	7.8	9.00	11.10	12.80
100	4	PVC-RD-41	108.7	108.0	4 1/4	2.8	7.1	1.60	3.00	4.7	6.6	8.1	9.4	11.5	13.3
125	5	PVC-RD-32.5	132.7	132.0	5 3/16	4.3	9	2.90	5.1	8.0	11.3	13.8	16.0	19.7	22.5
125	5	PVC-RD-41	134.3	133.5	5 1/4	3.5	7.1	2.40	5.2	8.2	11.7	14.3	16.5	20.2	23.3
150	6	AC-5	150.0	150.0	6		5	13.10	6.2	9.9	14.6	17.2	20.0	24.3	28.1
150	6	AC-7	150.0	150.0	6		7	14.00	6.2	9.9	14.6	17.2	20.0	24.3	28.1
150	6	PVC-32.5	157.9	157.0	6 3/16	5.2	9	4.85	8.0	12.7	18.0	22.0	25.5	31.1	37.2
150	6	PVC-RD-41	160.1	159.0	6 1/4	4.1	7.1	3.30	8.3	13.2	18.6	22.8	26.4	32.5	39.6
200	8	AC-5	200.0	200.0	8		5	19.30	13.5	21.5	31.0	37.0	42.7	52.3	60.4
200	8	AC-7	200.0	200.0	8		7	20.20	13.5	21.3	31.0	37.0	42.7	52.3	60.4
200	8	PVC-RD-41	207.9	206.5	8 3/16	5.6	7.1	5.20	16.6	26.3	37.2	45.6	53.0	64.5	74.5
200	8	PVC-RD-64	211.8	210.0	8 5/16	3.65	4.5	3.85	17.5	27.7	39.2	48.0	55.4	67.5	78.4
250	10	AC-5	250.0	250.0	10		5	25.00	24.5	38.7	54.7	67.0	77.4	94.8	109.5
250	10	AC-7	250.0	250.0	10		7	30.10	24.5	38.7	54.7	67.0	77.4	94.8	109.5

El cálculo de gastos se hizo mediante la fórmula de MANNING ($n = 0.009$ PVC) ($n = 0.010$ AC)

NOTA: Las franjas sombreadas de color azul, indican los casos en que con ventaja se puede sustituir un diámetro de tubería de AC por un diámetro menor de tubería de PVC

El diámetro interior efectivo es notablemente mayor que el diámetro nominal en tuberías PVC y el valor consignado en esta tabla es el recomendado para cálculos hidráulicos.

PRESION PERMISIBLE DE TRABAJO RESPECTO A LA TEMPERATURA DE OPERACION

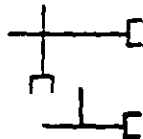


En las tuberías VINIDUR-PVC la resistencia a la presión de trabajo está en función de la temperatura de operación y es proporcional a ésta, como se puede apreciar en la gráfica adjunta.

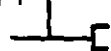
Es importante tomar en cuenta la temperatura máxima de operación para seleccionar apropiadamente la tubería Vinidur PVC., como puede ser el caso de conducción de aguas termales.

SIGNOS CONVENCIONALES PARA PIEZAS ESPECIALES DE PVC, EMPLEADOS POR LA SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

CRUZ



TE



EXTREMIDAD CAMPANA



EXTREMIDAD ESPIGA



REDUCCION CAMPANA



REDUCCION ESPIGA



COPELE DOBLE



ADAPTADOR CAMPANA



ADAPTADOR ESPIGA



TAPON CAMPANA



TAPON ESPIGA



CODO DE 90°




CODO DE 45°



CODO DE 22° 30'

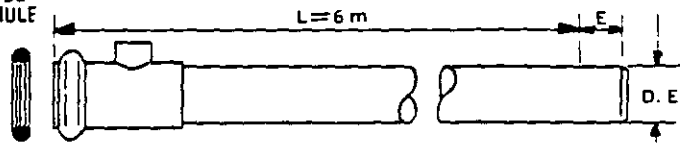


Notas. - 1.- El signo  que tienen indicado las piezas de Cloruro de Polivinilo (P.V.C.), representa la campana ó acoplamiento con anillo de hule.

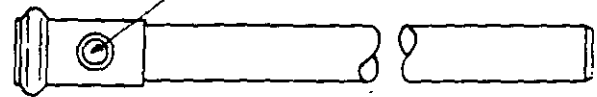
2.- El signo  significa rosca.

ACCESORIOS PARA TOMAS DOMICILIARIAS

ANILLO DE HULE



Salida roscada para toma domiciliaria

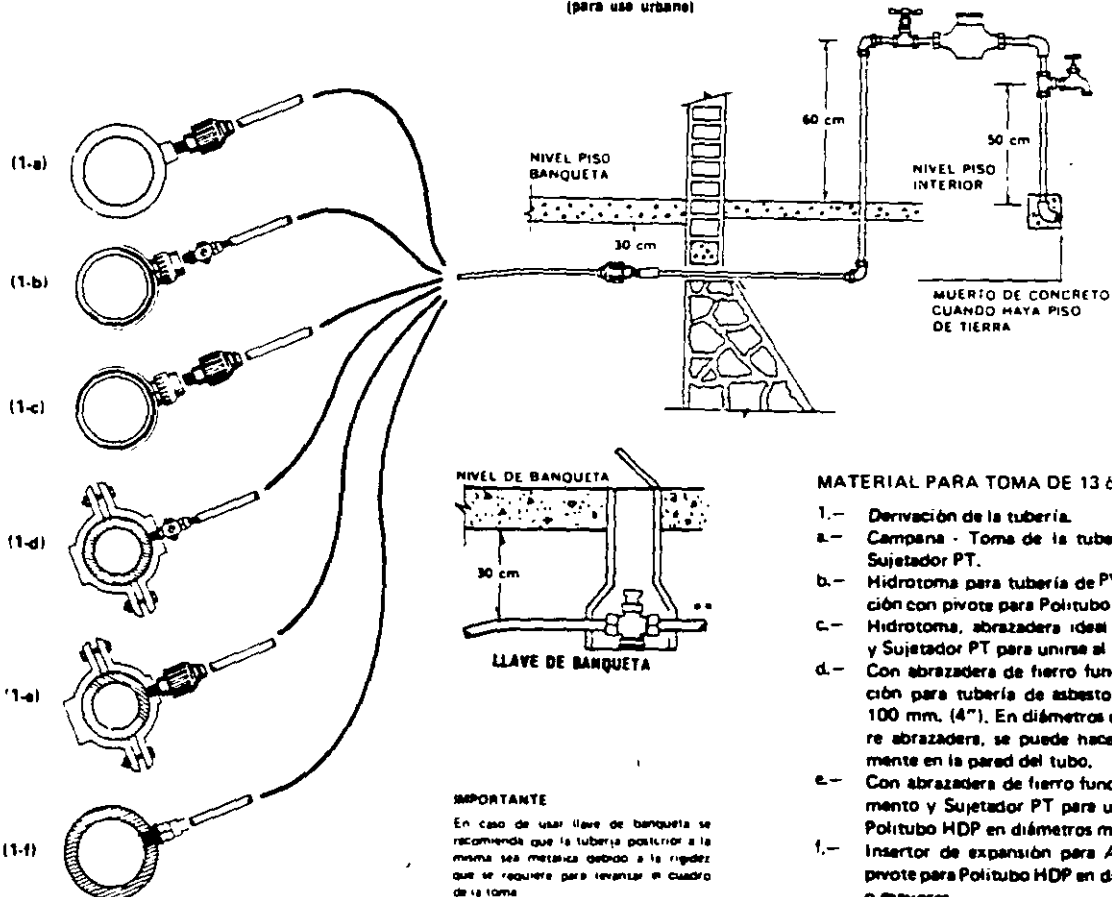


PLASTOTECNICA, S. A. Ha desarrollado el sistema de campana-toma (patente 120036) tal como se demuestra en la siguiente figura. Las campanas de la Tubería VINIDUR PVC tienen una salida roscada que en caso de necesitarse una toma domiciliaria bastará con perforar dicha salida, y roscar en la misma el adaptador de inserción.

TUBO DE POLIÉTILENO "ALTA DENSIDAD"	POLITUBO	Medidas		SUJETADOR P T	PATENTE No. 128125	Medidas	
		mm.				mm.	PULG
NORMA NOM-E-18-1969		13				13	1/2
RD-9 PARA 8.8 Kg/cm ²	RD-11.5 PARA 7.0 Kg/cm ²	19				19	1/4
COPLÉ DE INSERCIÓN (Para unir tubo de polietileno)		13		HIDROTOMA Para efectuar tomas domiciliarias	Patente No. 118588	38	1 1/2
		19				50	2
TAPON DE INSERCIÓN		13				60	2 1/2
		19				75	3
						90	3 1/2
						100	4
						125	5
						150	6

La Hidrotoma integral únicamente se surte con salida de 13 mm.

TOMA DOMICILIARIA (para uso urbano)



MATERIAL PARA TOMA DE 13 ó 19 mm.

- 1.- Derivación de la tubería.
- a.- Campana - Toma de la tubería PVC-VINIDUR y Sujetador PT.
- b.- Hidrotoma para tubería de PVC con llave de inserción con pivote para Politubo HDP.
- c.- Hidrotoma, abrazadera ideal para tubería de PVC y Sujetador PT para unirse al Politubo HDP.
- d.- Con abrazadera de hierro fundido y llave de inserción para tubería de asbesto - cemento menor de 100 mm. (4"). En diámetros mayores no se requiere abrazadera, se puede hacer el roscado directamente en la pared del tubo.
- e.- Con abrazadera de hierro fundido para Asbesto - Cemento y Sujetador PT para unirse directamente al Politubo HDP en diámetros menores de 100 mm.
- f.- Insertor de expansión para Asbesto-Cemento con pivote para Politubo HDP en diámetros de 150 mm. o mayores.

IMPORTANTE

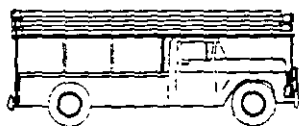
En caso de usar llave de banqueta se recomienda que la tubería posterior a la misma sea metálica debido a la rigidez que se requiere para levantar el cuadro de la toma.

EMBARQUES

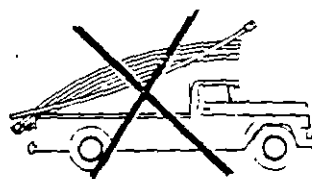
Para la carga de la tubería en camión o carros de ferrocarril, se recomienda disponer de polines para protegerla de objetos sobresalientes de la plataforma, y no exceder en la estiba de una altura máxima de 2.00 m. medida desde el piso



CORRECTO

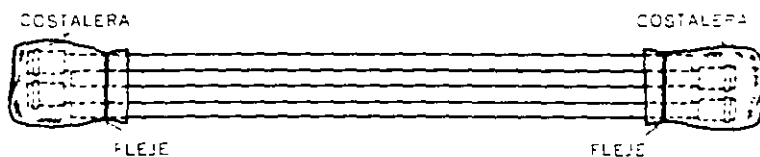


CORRECTO



INCORRECTO

Es conveniente formar atados de grupos de diez tubos cada uno, para diámetros no mayores de 60mm., de 5 tubos para diámetros hasta de 90mm. y de 3 en diámetros mayores, alternando las campanas de tal manera que queden la mitad a cada lado del atado y protegiéndolas con bolsas de papel "Costalera". Para diámetros de 150mm o mayores, no conviene formar atados, sino colocar la tubería traspapando las campanas para lograr un acomodo uniforme.

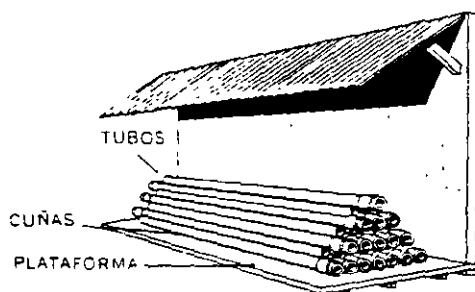


Se recomienda no cargar objetos pesados sobre los tubos, y al efectuar la descarga no deberán dejarse caer los atados.

ALMACENAJE

Debe escogerse de preferencia un lugar plano, libre de hierbas, troncos, piedras, etc. evitándose que la tubería quede expuesta a los rayos solares por períodos prolongados, por lo que se requiere un lugar techado, no debe cubrirse la tubería con lonas o polietileno, pues éstos provocan un aumento de temperatura que puede causar deformaciones permanentes a la tubería que dificulten las futuras uniones entre sus tramos, por lo que se recomienda permitir una buena ventilación al almacén y estiba de la tubería, procurando conservarlas limpias, lejos de aceites, grasas o calor excesivo.

Los empaques de neopreno de la tubería VINIDUR P.V.C. hidráulica con campana, se guardarán de preferencia en lugar cerrado y fresco, fuera del alcance de los rayos solares, y evitar en lo posible que tengan contacto con grasas minerales. Se recomienda que se almacenen seleccionados por medidas, para lograr identificarlos con facilidad.



Evítese que la tubería quede expuesta a los rayos solares por períodos prolongados

ARTICULOS FABRICADOS POR
PLASTOTECNICA. S. A.

- Tuberías y conexiones Vinidur® –PVC rígido con campana para conducción de agua potable.
- Tuberías y conexiones de Polietileno de Alta Densidad flexible "Politubo"® para conducción de agua potable, tomas domiciliarias, riego y uso industrial.
- Tuberías y conexiones Vinidur® –PVC rígido para líquidos industriales corrosivos.
- Tuberías y conexiones de Proleno® para uso industrial.
- Tuberías y accesorios de pequeños diámetros para riego por goteo.
- Tubo aislante de PVC flexible.
- Válvulas de bola Vinidur® –PVC y Proleno® .
- Mangueras Vinidur® –PVC, flexible para jardín.
- Mangueras Acidur® –PVC flexible y transparente, para conducción de alimentos y líquidos corrosivos.
- Perfiles rígidos y flexibles de PVC para cancelería.
- Empaques y sellos flexibles de PVC.
- Banda de PVC flexible para junta de expansión.
- Espirales para encuadernación de PVC rígido.

**SOBRE DISEÑO FABRICAMOS CUALQUIER PERFIL,
EMPAQUE, TUBERIA O CONEXION.**



PLASTOTECNICA. S. A.

FABRICA Y OFICINAS

Calle 8 No. 1-B Frac. Ind. Alce Blanco

Apdo. Post. 612, 613 y 614

Naucalpan de Juárez Edo. de México

TELEFONO 5-76-51-22



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

CLAVE CA- 08

TEMA

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

DEL 26 AL 30 DE ABRIL

ING. MSP RAFAEL LOPEZ RUIZ
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 2004

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA

**LA INGENIERÍA SANITARIA EN EL DISEÑO DE:
INSTALACIONES
HIDRÁULICAS SANITARIAS
Y DE GAS EN EDIFICACIONES**

MSP RAFAEL LÓPEZ RUIZ

derivaciones a 45 y 90°, aunque hay necesidad de hacer hincapié que en grandes obras de abastecimiento de agua fría, principalmente las armadas con conexiones bridadas, se dispone de codos con ángulos de 90, 45, 22.5 y 11.25°

Por lo anterior, podrían desglosarse los isométricos en tres casos específicos

- 1 - Cuando todas las derivaciones son a 90°, los isométricos se levantan con solo trazar paralelas a los tres catetos marcados con línea gruesa de un cubo en isométrico
- 2 - Cuando existen derivaciones a 45°, hay necesidad de trazar paralelas con respecto a las diagonales marcadas con líneas punteadas
- 3 - Cuando se tienen derivaciones o cambios de dirección a 22.50 y 11.25°, hay necesidad de intercalar la línea entre las derivaciones a 90 y 45° para darle forma aproximada al isométrico definitivo

Para continuar los isométricos de las instalaciones hidráulicas a partir de la salida del agua en los linacos o tanques elevados, se localiza el punto de la bajada del agua fría y a partir de éste, se sigue exactamente el mismo procedimiento inicial, trazando paralelas a los catetos o a las diagonales según el caso, localizando las alimentaciones de los muebles

En el inciso 1.9 se presentan detalles y ejemplos de isométricos

1.6 TRAZO DE LAS REDES Y PROYECTOS

Para el trazo de las redes generales se deberán seguir dentro de lo posible las indicaciones siguientes

- 1 Deben ir por circulaciones del edificio para facilitar los trabajos de mantenimiento
- 2 Las trayectorias deberán ser paralelas a los ejes principales de la estructura
- 3 No deben pasar por habitaciones, ya que se pueden ocasionar trastornos de consideración en caso de fugas o trabajos de mantenimiento
- 4 No pasarlas sobre equipos eléctricos, ni por lugares que puedan ser peligrosos para los operarios al hacer trabajos de mantenimiento
- 5 Las tuberías verticales deberán proyectarse por los ductos determinados con el arquitecto y con los proyectistas de otras instalaciones, evitando los cambios de dirección innecesarios
- 6 Las redes generales de las instalaciones hidráulicas deberán proyectarse paralelas y agrupadas, formando una sola "carra de tuberías"

- 7 Si abajo de la planta baja existe un sótano, las líneas principales que alimentan a esos pisos son comunes para ambos y van entre el plafond del sótano y la losa de planta baja mostrándose en el plano del sótano con la indicación de "Tuberías por plafond" y ya no se muestra ninguna línea general en el plano de planta baja
- 8 Si el edificio no tiene sótano, las redes principales que alimenta la planta baja, o la planta baja, al primer piso en caso de existir éste, van entre el plafond de la planta baja y la losa de la azotea o la losa del primer piso, dibujándose en el plano de la planta baja con la indicación de "Tuberías por plafond", y ya no se muestra ninguna línea principal en el plano del primer piso
- 9 En caso de que existan pisos arriba del primer piso, las líneas generales van entre el plafond del piso inferior y la losa del piso que se proyecta, dibujándose en el plano de su piso

No es posible hacer proyectos tipo de instalaciones ya que cada edificio es único, una vez que se presentan los planos al proyectista debe incluirse ubicación del predio, distribución, uso y características de las distintas zonas tipo de uso y cantidad de usuarios

Un buen proyectista analizará las características de su obra y de acuerdo a ellas presentará en su proyecto la solución óptima esto es "un traje a la medida" que deberá implicar lo siguiente: 1 Las mejores características de operación 2 El mejor aprovechamiento de la energía 3 El mejor equipo y material para su obra (duración, mantenimiento) 4 El mínimo costo posible (óptimo)

Deberá elaborar planos (planta, elevación e isométrico) memorias de cálculo y cuantificación de la obra que permitan concursar un proyecto

1.7 EDIFICIOS INTELIGENTES

Se considera como Edificio Inteligente (automatizado o computarizado) aquél que posee un diseño adecuado que maximiza la funcionalidad y eficiencia para los ocupantes, permitiendo la incorporación y/o modificación de los elementos necesarios para el desarrollo de la actividad cotidiana con la finalidad de lograr un costo mínimo de ocupación y extender su ciclo de vida garantizando una mayor productividad estimulada por un ambiente de máximo confort

Bajo esta definición se pueden extraer las principales características de un Edificio Inteligente (automatizado o con putarizado)

1. DISEÑO

Debe ser altamente adaptable a las actuales y futuras necesidades de usuario, sin

INTRODUCCIÓN

Desde tiempo inmemorial y hasta la actualidad, los seres humanos han aplicado conocimientos prácticos para ocupar con seguridad y comodidad los edificios según su uso y últimamente se aplican los adelantos y nuevos conocimientos de la ingeniería para contar con el máximo de comodidad, entre ellos se tienen instalaciones para el abastecimiento de agua e instalación de redes para el desalojo de "aguas usadas" (negras o residuales) y de las aguas de lluvia (pluviales), lo anterior además redundará en la protección de la salud de los ocupantes, debido a que pueden 1° Contar con agua de calidad potable, en el momento que se necesita, en el lugar adecuado y en cantidad suficiente 2° Desalojar en forma adecuada la "excreta humana" evitando su contacto con las personas, alimentos, la fauna transmisora, el agua y el suelo, evitando que se contaminen y 3° Desalojar el agua de lluvia, evitando encharcamientos y criaderos de mosquitos molestos y transmisores de enfermedades

Para lo anterior la ingeniería ha establecido métodos de diseño y de cálculo que permiten instalar estos servicios de manera adecuada y eficiente, además se han incorporados otros adelantos requeridos actualmente en el hogar, como ejemplos tenemos: estufas, calentadores y otros aparatos que utilizan gas L.P o natural, también equipos de bombeo que se instalan en los edificios para abastecer y distribuir agua en la cantidad y la presión requerida ya sea en forma directa, bombeo programado o con tanque hidroneumático

Este libro muestra la aplicación de la Ingeniería Sanitaria en las instalaciones hidráulicas y sanitarias además sirve de apoyo para la asignatura de "Instalaciones en Edificaciones" que se imparte en la carrera de Ingeniero Civil en la Facultad de Ingeniería de la U N A M como Tema Especial, por otra parte, se pretende tocar estos temas, presentando en algunos casos diferentes métodos de aplicación en una forma que se considera didáctica y práctica, como principio básico se toman en consideración las normas oficiales y las costumbres existentes en nuestro país; en algunos casos se proponen simplificaciones a los métodos que se utilizan comúnmente.

Como apoyo a la futura práctica profesional y considerando que algunas personas encuentran dificultad para entender y aplicar algunos procedimientos, se presentan ejemplos que se consideran ilustrativos para comprender el diseño las instalaciones hidráulicas (agua fría y agua caliente), las de alcantarillado (sanitario y pluvial) y las de gas (L.P y Natural).

CONTENIDO

CAPITULO	TEMA
CAPITULO 1	GENERALIDADES
CAPITULO 2	INSTALACIONES DE AGUA, REGLAMENTACIÓN Y DATOS BÁSICOS
CAPITULO 3	HERMETICIDAD, TINACOS Y CISTERNAS
CAPITULO 4	DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA
CAPITULO 5	BOMBEO, PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO Y RIEGO DE JARDINES
CAPITULO 6	DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE
CAPITULO 7	DRENAJE SANITARIO
CAPITULO 8	DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES
CAPITULO 9	INSTALACIONES DE GAS
CAPITULO 10	DISPOSICIÓN INDIVIDUAL DE AGUAS RESIDUALES
CAPITULO 11	ANEXOS

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

CAPITULO I GENERALIDADES

- I.1 INSTALACIONES EN EDIFICIOS
- I.2 DEFINICIONES
- I.3 RELACIÓN CON LA SALUD PUBLICA
- I.4 SISTEMA HIDROSANITARIO
- I.5 PLANOS
- I.6 TRAZO DE LAS REDES Y PROYECTOS
- I.7 EDIFICIOS INTELIGENTES
- I.8 SIMBOLOGÍA
- I.9 ISOMÉTRICO DE CONEXIONES Y JUEGOS DE CONEXIONES
- I.10 NOMENCLATURA PARA PROYECTOS DE INSTALACIONES

El avance y multiplicación de la construcción, el aumento de requerimientos del bienestar humano han propiciado que las nuevas edificaciones deban contar con una serie de instalaciones cada vez más complejas que deben adaptarse según el uso del edificio, llegando al extremo de lo que actualmente se ha dado en llamar "edificios inteligentes". Sin embargo el avance de la tecnología y las ideas modernas están desintegrando a la familia por lo que debe propiciarse una vivienda adecuada que propicie la unión familiar, siendo necesario pugnar porque todo tipo de edificación cuente con instalaciones que permitan que los edificios habitación unifamiliar o multifamiliar cuenten con las instalaciones mínimas para que estos cumplan con sus funciones básicas de proporcionar condiciones que satisfagan las **necesidades fisiológicas y psicológicas** fundamentales del ser humano que las habite además que permitan **evitar accidentes** en baños, pasillos, escaleras, cocina e instalaciones.

Este documento pretende dar a conocer las condiciones que deben llenar las instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas en las edificaciones, para ello se requiere conocer la normatividad, las especificaciones de materiales, equipos, muebles sanitarios, requisitos prácticos de instalación, y los procedimientos de diseño y cálculo.

I.1 INSTALACIONES EN EDIFICIOS

Las instalaciones que se estudiarán en este libro son muy importantes, pero no son las únicas por lo que es necesario conocer cuales otras se van a instalar, ya que pueden ir por los mismos trazos, ductos o soportes y en el caso de que no se realice una coordinación adecuada entre los diversos proyectistas durante el estudio y el proyecto pueden interferirse durante el periodo de construcción.

Las principales instalaciones que requieren las edificaciones son las siguientes:

1. AGUA POTABLE

- Fría
- Caliente
- Riego
 - Hidrantes
 - Aspersión
 -
- Incendio
 - Extintores
 - Hidrantes
 - Boquillas
- Vapor
- Alberca

- Fuentes ornamentales
- Refrigeración
- Aire acondicionado

- 2 - FILTRO DOMESTICO
- 3 - AGUAS RESIDUALES O NEGRAS
- 4 - LETRINAS
- 5 - FOSAS SÉPTICAS
- 6 - AGUA DE LLUVIA
- 7 - TANQUE DE TORMENTAS
- 8 - ESPECIALES (Instituciones de salud)
 - Oxido nitroso
 - Oxígeno
 - Aire a presión
 - Aire a succión
 - Inoculación
- 9 - COMBUSTIBLE (DIESEL O PETRÓLEO)
- 10 - GAS LP O NATURAL
- 11 - AIRE ACONDICIONADO
- 12 - BASURAS
- 13 - ELECTRICIDAD
- 14 - TELEFONIA
- 15 - INTERFONO
- 16 - ELEVADORES
- 17 - ESCALERAS ELÉCTRICAS
- 18 - ACÚSTICA
- 19 - PORTERO ELECTRICO
- 20 - PERIFONEO
- 21 - RED COMUNICACIÓN INTERNA
- 22 - TELEVISION
- 23 - SONIDO AMBIENTAL
- 24 - RED DE COMPUTO
- 25 - PARARRAYOS
- 26 - SEÑALIZACION AÉREA

1.2 DEFINICIONES

Se presentan definiciones para algunas palabras que no son de uso común

A. AGUA

- ADEMAR** - Apuntalar, entibar en excavaciones
- ABIOFICO** - Que no tiene vida
- AEROBIOS** - Seres microscópicos que necesitan de oxígeno para vivir
- AIREAR** - Poner en contacto con el aire
- ALBAÑAL** - Conducto de desagüe de las aguas residuales de un prédio a la red

- ALCANARILLADO** - Depósito natural o artificial que recibe y almacena agua de lluvia
- AEROBIOS** - Seres microscópicos que no necesitan el oxígeno libre para sus procesos vitales
- ATARJEA** - Conducto cerrado que se coloca enterrado a lo largo de las calles, y que recibe las descargas de los albañales
- BIOTICO** - Que tiene vida
- CISTERNA** - Bienes o artificial cubierto, destinado a recoger agua potable de la red municipal, de la cual se puede bombear al edificio
- COLECTOR** - Tubera general de un alcantarillado que puede recibir las aguas residuales procedentes de las atarjeas, de los albañales o de los subcolectores
- ENTARQUEAR** - Inundar un tarrajeo
- FOSA SÉPTICA** - Depósito artificial que recibe el agua procedente de los albañales en localidades que no existe sistema de alcantarillado, la cual representa un tratamiento
- LETRINA SANITARIA** - Instalación que cuenta con pozo para depositar la excreta, se utiliza en prédios con edificios que no tienen instalación de agua entubada
- REGISTRO (CAJALÉ)** - Caja construida de manijonería en los albañales para recibir descargas para controlar la dirección y a una distancia máxima 10 metros desde los rectos

B. GAS

- BUTANO** - El buto, pero gaseo, se empleado como combustible, se distribuye en forma líquida (a presión) en recipientes metálicos con resistencia a alta presión
- COMBUSTIBLE** - Cualquier materia que puede producir la combustión (Ejemplos el alcohol, el gas)
- COMBUSTIBLE COMBUSTIÓN** - Cualquier materia que puede ser sólida, líquida o gaseosa. Acción y efecto de quemar o de arder un combustible en presencia de un comburente
- GAS LP** - Compuesto de alto poder calorífico, compuesto de una mezcla proporcional de gasé - propano y butano (derivado de petróleo)
- GAS NATURAL** - Combustible que se encuentra en forma natural en los campos petrolíferos, no requiere purificación de los gases metano y etano. Efecto de bajar la presión o disminuir el nivel de temperatura, hierve
- EBULLICIÓN INFLAMABLE** - Sustancia o material que puede comburente fácilmente
- HIROCARBUROS** - Compuestos formados por átomos de carbono e hidrógeno
- MERCAPTANO** - Hidrocarburo que sirve para odorizar el gas LP y al gas natural para permitir la detección de fugas de estos gases
- METANO** - Combustible que se encuentra en los yacimientos
- VAPORIZACIÓN** - Transformación de un líquido a vapor de gas

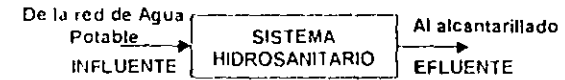
1.3 RELACIÓN CON LA SALUD PUBLICA

Los índices de MORBILIDAD (número de enfermos entre el número de habitantes) de cualquier localidad, entidad federativa o en su caso del país entero, relativos a las enfermedades transmisibles correspondientes al aparato digestivo están influenciados por la presencia, ausencia, cantidad y calidad del agua que se utiliza para el consumo humano, así como por el sistema de desalojo de la excreta (excremento y orina) humanas, lo anterior se ha demostrado en poblaciones que no contaban con servicios de agua entubada y alcantarillado, se ha demostrado que al instalarse estos disminuye la morbilidad ya que al contarse en las viviendas con **agua de calidad potable, en cantidad suficiente, en el lugar adecuado y en el momento que se necesita**, se mejora la higiene de quienes las habitan, pudiendo lavarse las manos, utensilios, ropa y aseo personal y se pueden desalojar las excreta a través del albañal hacia el alcantarillado evitando que se contamine el agua, el suelo y los alimentos, además evitar que la fauna nociva entre en contacto con ella, lo que ayuda para evitar que se presenten enfermedades transmisibles.

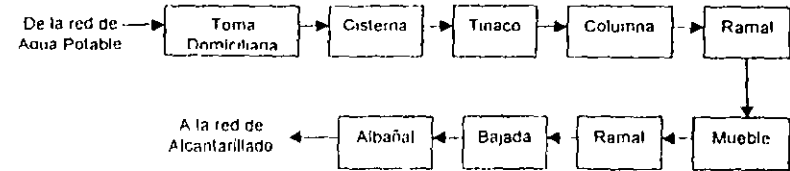
Las instalaciones de gas abastecidas en forma continua permiten que los habitantes puedan contar con alimentos calientes preparados, hervir la leche y el agua, bañarse con agua caliente lo que mejora la higiene personal en las zonas frías y en el invierno al utilizar este combustible, se logra además evitar la destrucción de los bosques y proteger la salud de las personas que habitan una vivienda al evitar accidentes por intoxicación con monóxido de carbono al quemar carbón o madera en locales cerrados (ya que el monóxido no tiene olor y al respirarlo sustituye al oxígeno en la sangre lo que ocasiona flojera, sueño y finalmente la muerte)

1.4 SISTEMA HIDROSANITARIO

En las edificaciones, el suministro de agua potable generalmente proviene del servicio municipal, mediante una red de distribución o de un pozo concesionado a partir de la toma domiciliaria se inicia el sistema hidrosanitario mediante una tubería que conduce el agua a la cisterna (acometida) de donde se bombea al tinaco o puede llegar directamente de la toma domiciliaria al tinaco, este se conecta a la "red hidráulica", por la cual el agua llega a los muebles y aparatos sanitarios. El agua utilizada en dichos aditamentos se desaloja por la "red sanitaria", hasta llegar al albañal, de ahí es desalojada a la red de alcantarillado municipal o a una fosa séptica (Figura 1.1) Hay que recordar que el caudal del efluente siempre será menor o igual al caudal del influente ($Q_{efluente} \leq Q_{influyente}$) pero nunca mayor



a - Presentación general



b - Presentación detallada

Figura 1.1 Sistema hidrosanitario en edificaciones

1.5 PLANOS

Los planos deben presentarse en planta, corte y en isométrico, para dar mayor objetividad y enseñarse a observar con cierta facilidad pero con exactitud, tanto conexiones como juegos de conexiones en isométrico, es necesario tener presentes las condiciones siguientes. Los isométricos se levantan a 30° con respecto a una línea horizontal tomada como referencia, en tanto, el observador siempre deberá ubicarse formando un ángulo de 45° con respecto a la o las tuberías que se tomen como punto de partida para tal fin

Et realizar a escala los isométricos de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas, facilita cuantificar con exactitud el material a utilizar o utilizado en ellas, al poderse observar todas y cada una de las conexiones, válvulas y longitudes de tramos de tuberías

En las instalaciones hidráulicas y sanitarias en general, se tienen normalmente

derivaciones a 45 y 90°, aunque hay necesidad de hacer hincapié que en grandes obras de abastecimiento de agua fría, principalmente las armadas con conexiones bridadas, se dispone de codos con ángulos de 90, 45, 22.5 y 11.25°

Por lo anterior, podrían desglosarse los isométricos en tres casos específicos

- 1 - Cuando todas las derivaciones son a 90°, los isométricos se levantan con sólo trazar paralelas a los tres catetos marcados con línea gruesa de un cubo en isométrico
- 2 - Cuando existen derivaciones a 45°, hay necesidad de trazar paralelas con respecto a las diagonales marcadas con líneas punteadas
- 3 - Cuando se tienen derivaciones o cambios de dirección a 22.50 y 11.25°, hay necesidad de intercalar la línea entre las derivaciones a 90 y 45° para darle forma aproximada al isométrico definitivo

Para continuar los isométricos de las instalaciones hidráulicas a partir de la salida del agua en los tinacos o tanques elevados, se localiza el punto de la bajada del agua fría y a partir de éste, se sigue exactamente el mismo procedimiento inicial, trazando paralelas a los catetos o a las diagonales según el caso, localizando las alimentaciones de los muebles

En el inciso 1.9 se presentan detalles y ejemplos de isométricos

1.6 TRAZO DE LAS REDES Y PROYECTOS

Para el trazo de las redes generales se deberán seguir dentro de lo posible, las indicaciones siguientes

- 1 Deben ir por circulaciones del edificio para facilitar los trabajos de mantenimiento
- 2 Las trayectorias deberán ser paralelas a los ejes principales de la estructura
- 3 No deben pasar por habitaciones, ya que se pueden ocasionar trastornos de consideración en caso de fugas o trabajos de mantenimiento
- 4 No pasarlas sobre equipos eléctricos, ni por lugares que puedan ser peligrosos para los operarios al hacer trabajos de mantenimiento
- 5 Las tuberías verticales deberán proyectarse por los ductos determinados con el arquitecto y con los proyectistas de otras instalaciones, evitando los cambios de dirección innecesarios
- 6 Las redes generales de las instalaciones hidráulicas deberán proyectarse paralelas y agrupadas, formando una sola "cama de tuberías"

- 7 Si abajo de la planta baja existe un sótano, las líneas principales que alimentan a esos pisos son comunes para ambos y van entre el plafond del sótano y la losa de planta baja, mostrándose en el plano del sótano con la indicación de "Tuberías por plafond" y ya no se muestra ninguna línea general en el plano de planta baja
- 8 Si el edificio no tiene sótano, las redes principales que alimenta la planta baja, o la planta baja, al primer piso en caso de existir este, van entre el plafond de la planta baja y la losa de la azotea o la losa del primer piso, dibujándose en el plano de la planta baja con la indicación de "Tuberías por plafond", y ya no se muestra ninguna línea principal en el plano del primer piso
- 9 En caso de que existan pisos arriba del primer piso, las líneas generales van entre el plafond del piso inferior y la losa del piso que se proyecta, dibujándose en el plano de su piso

No es posible hacer proyectos tipo de instalaciones, ya que cada edificio es único, una vez que se presentan los planos al proyectista debe incluirse ubicación del predio, distribución, uso y características de las distintas zonas, tipo de uso y cantidad de usuarios

Un buen proyectista analizará las características de su obra y de acuerdo a ellas presentará en su proyecto la solución óptima, esto es "un traje a la medida" que deberá implicar lo siguiente 1 Las mejores características de operación 2 El mejor aprovechamiento de la energía, 3 El mejor equipo y material para su obra (duración, mantenimiento), 4 El mínimo costo posible (óptimo)

Debera elaborar planos (planta, elevación e isométrico) memorias de calculo y cuantificación de la obra, que permitan concursar un proyecto

1.7 EDIFICIOS INTELIGENTES

Se considera como Edificio Inteligente (automatizado o computarizado), aquél que posee un diseño adecuado que maximiza la funcionalidad y eficiencia para los ocupantes, permitiendo la incorporación y/o modificación de los elementos necesarios para el desarrollo de la actividad cotidiana, con la finalidad de lograr un costo mínimo de ocupacion y extender su ciclo de vida, garantizando una mayor productividad estimulada por un ambiente de máximo confort

Bajo esta definición se pueden extraer las principales características de un Edificio Inteligente (automatizado o computarizado)

1-DISEÑO

Debe ser altamente adaptable a las actuales y futuras necesidades de usuario, sin

necesidad de extensas y costosas renovaciones, considerando la economía y planificación de espacios desde un inicio

2 -FLEXIBILIDAD

Debe ser capaz de incorporar nuevos o futuros servicios, así como modificar la distribución física de los departamentos como de personas, sin perder el nivel de servicios disponibles y empleando la mayor modularidad posible

3 -INTEGRACIÓN

Permite una mejor rentabilidad y administración de los sistemas del edificio y actualmente, se dividen en cinco áreas principales

- a) Automatización del Edificio
- b) Automatización de la actividad
- c) Telecomunicaciones
- d) Planificación ambiental
- e) Servicios compartidos

4 -CONFORT-PRODUCTIVIDAD

Es indispensable elevar la calidad de vida de los trabajadores a través de ambientes adecuados que proporcionen niveles suficientes de luz, temperatura, acústica, etc., con la finalidad de incrementar la productividad y creatividad de los empleados

Como puede observarse, un Edificio Inteligente (automatizado o computarizado) interactúa con diversos sistemas a través de sensores y dispositivos de retroalimentación que le indican (es decir, siente) cómo está funcionando el Edificio, cómo es el clima, si es de día o de noche, etcétera y, con base en ello, toma la decisión pertinente para mantenerse a una temperatura agradable, con un nivel de iluminación adecuada, y destacar si la seguridad de alguna área ha sido violada, si existe algún conato de incendio en algún punto específico, si algún equipo requiere mantenimiento, o bien, determina si la cantidad de energía eléctrica está excediendo el límite permitido o lo adecua, o si se trata de un peligro inminente realiza lo necesario para una evacuación inmediata, tal como activar voceo de emergencia, liberar puertas de emergencia, detener elevadores, iluminar áreas pertinentes, etc (es decir "reacciona")

Asimismo, un Edificio Inteligente (computarizado o automatizado) está en contacto con otros Edificios a través de redes LAN, WAN, fax, teléfono, etc., permitiendo una comunicación libre y completa hacia el exterior


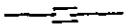

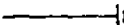




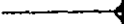
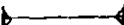
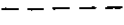


Es evidente que para dotar de inteligencia a un Edificio es necesario la colaboración y coordinación de diferentes disciplinas como son la Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica, Diseñadores, etc., desde el inicio del proyecto, para obtener un resultado satisfactorio

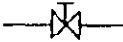
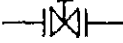

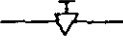



Finalmente, un Edificio Inteligente (automatizado o computarizado) trae como consecuencia una administración más fácil y eficiente logrando optimizar los costos de operación y la recuperación de la inversión

18 SIMBOLOGÍA

1 TUBERIAS

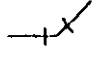
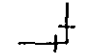
- - - - -	ALIMENTACIÓN GENERAL DE AGUA FRÍA (DE LA TOMA A TINACOS O A CISTERNAS)
- . - . - . - .	TUBERÍA DE AGUA FRÍA
- - - - -	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE
— R — R —	TUBERIA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE
— V — V —	TUBERIA DE VAPOR
— C — C —	TUBERÍA DE CONDENSADO
— AD — AD —	TUBERÍA DE AGUA DESTILADA
— I — I —	TUBERÍA DE SISTEMA CONTRA INCENDIO
— G — G —	TUBERÍA QUE CONDUCE GAS
— D — D —	TUBERÍA QUE CONDUCE DIESEL
— | | —	PUNTAS DE TUBERIAS UNIDAS CON BRIDAS
— x —	PUNTAS DE TUBERIAS UNIDAS CON SOLDADURA

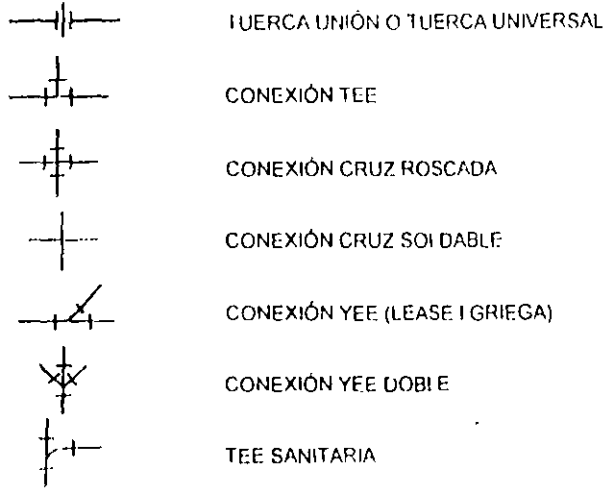
	PUNTA DE TUBERÍA DE ASBESTO-CEMENTO Y EXTREMIDAD DE FoFo. UNIDAS CON "JUNTA GIBAULT"
	PUNTAS DE TUBERÍAS DE ASBESTO CEMENTO UNIDAS CON "JUNTA GIBAULT" (SE HACE EN REPARACIÓN DE TUBERÍAS FRACTURADAS)
	PUNTA DE TUBERÍA CON TAPÓN CAMPANA, TAMBIÉN CONOCIDO COMO TAPÓN HEMBRA
	PUNTA DE TUBERIA CON TAPÓN MACHO
	EXTREMO DE TUBO DE FoFo (CAMPANA), CON TAPÓN REGISTRO
	DESAGUES INDIVIDUALES
	EXTREMIDAD DE FoFo
	DESAGUES O TUBERÍAS EN GENERAL DE FoFo
	TUBO DE FoFo DE UNA CAMPANA
	TUBO DE FoFo DE DOS CAMPANAS
	TUBERÍA DE ALBAÑAL DE CEMENTO
	TUBERÍA DE AL BAÑAL DE BARRO VITRIFICADO
2 VALVULAS	
	VALVULA DE GLOBO (ROSCADA O SOLDABLE)

	VALVULA DE COMPUERTA (ROSCADA O SOLDABLE)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (BRIDADA)
	VALVULA DE COMPUERTA DE CIERRE Y APERTURA RÁPIDOS
	VALVULA DE COMPUERTA (SÍMBOLO UTILIZADO PARA PROYECTOS EN PLANTA, EN LOS CASOS EN QUE DICHA VÁLVULA DEBA MARCARSE EN TUBERÍAS VERTICALES)
	VALVULA CHECK
	VÁLVULA CHECK COLUMPIO (EN DESCARGAS DE BOMBAS)
	VÁLVULA MACHO O DE ACOPLAMIENTO

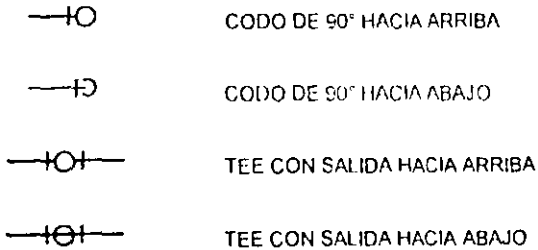
La mayoría de las personas que se inician en el conocimiento de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, tienen dificultad en la interpretación de la simbología, principalmente cuando estas se presentan en planta y en isométrico por ello a continuación como ejercicio se presentan algunas conexiones sencillas y algunas combinaciones o juegos de conexiones lo que permitirá familiarizarse con ella

3 CONEXIONES EN EL ELEVACIÓN

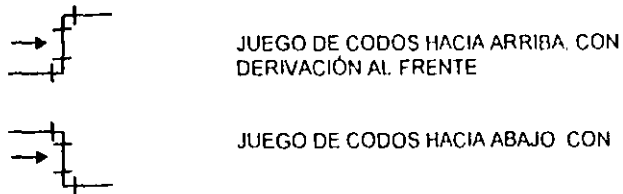
	CODO DE 45°
	CODO DE 90°



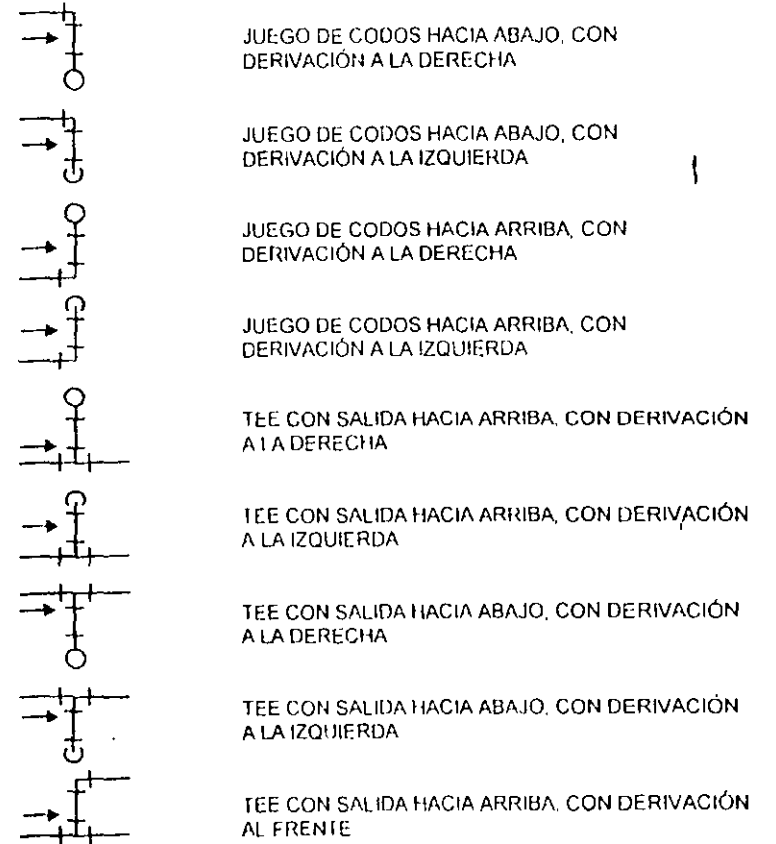
4 CONEXIONES VISTAS EN PLANTA



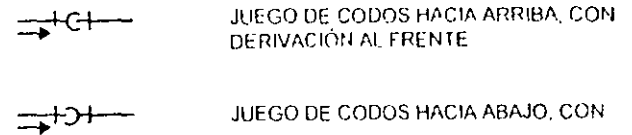
5. JUEGOS DE CONEXIONES VISTAS EN ELEVACIÓN



DERIVACIÓN AL FRENTE



6 JUEGOS DE CONEXIONES VISTAS EN PLANTA



DERIVACIÓN AL FRENTE



JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO, CON DERIVACION A LA DERECHA



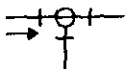
JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA, CON DERIVACION A LA IZQUIERDA



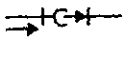
JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA, CON DERIVACION A LA DERECHA



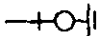
TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA, CON DERIVACION A LA DERECHA



TEE CON SALIDA HACIA ABAJO, CON DERIVACION A LA DERECHA



TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA, CON DERIVACION AL FRENTE



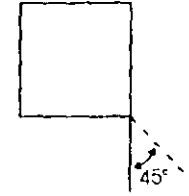
TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA, CON TAPON MACHO EN LA BOCA DERECHA

1.9 ISOMÉTRICO DE CONEXIONES Y JUEGOS DE CONEXIONES

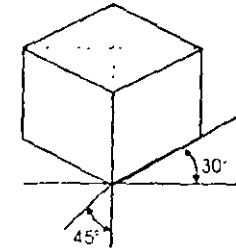
Los isométricos se levantan a 30° con respecto a una línea horizontal tomada como referencia, en tanto, el observador siempre deberá ubicarse formando un ángulo de 45° con respecto a las olas tuberías que se tomen como punto de partida para tal fin. Existen dos métodos sencillos para ayudarse a observar las conexiones y juegos de conexiones en isométrico: cubo en isométrico y la perspectiva.

a) Método del cubo en isométrico

- 1 Se dibuja un cubo en planta, ubicando al observador en un ángulo de 45° con relación al lado de dicho cubo que se va a tomar como referencia.



- 2 Se traza el cubo en isométrico, conservando el observador su posición.



Para observar y dibujar conexiones o juegos de conexiones en isométrico, debe considerarse:

- ❖ Cuando se tienen cambios de dirección a 90°, basta seguir paralelos a los tres catetos marcados con líneas gruesas.

Como puede verse, las verticales siguen conservando su posición vertical, no así las que van o vienen a la derecha o a la izquierda del observador, que deberán trazarse a 30° con respecto a la horizontal.

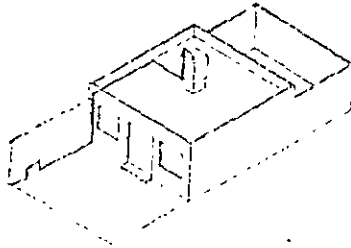
- ❖ Cuando se tienen cambios de dirección a 45°, hay necesidad de seguir paralelas a las diagonales punteadas.

En los cambios de dirección a 45°, que corresponden a las diagonales del cubo, la posición de las líneas en el isométrico es horizontal o vertical según sea el caso específico por resolver.

b) Método de la perspectiva

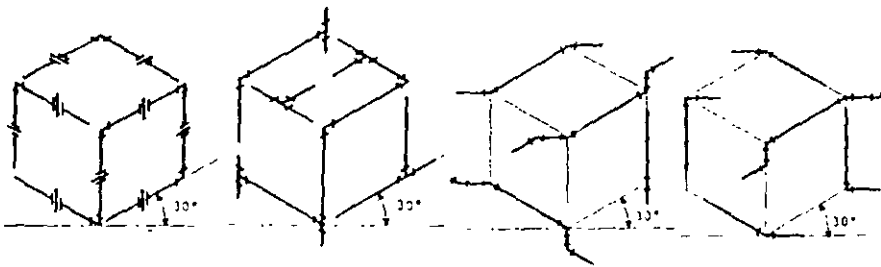
Se dibujará en isométrico la construcción en la que, para trazar el isométrico de la instalación (en este caso explicativo solo parte de la hidráulica), bastará seguir paralelas con respecto al piso, muros, azotea, límites de losas, etc.

Obsérvese con detenimiento la siguiente construcción en isométrico, en donde parte de la instalación hidráulica se trazará de acuerdo al criterio anterior.



Es importante en el trazo de los isométricos indicar la ubicación de codos, tuercas, uniones, tees, valvulas, etc.

Esto se puede lograr, ayudándose con cubos en isométrico, en donde pueden mostrarse las conexiones que van hacia arriba, hacia abajo, a la derecha, a la izquierda, con cambios de dirección a 45°, a 90°, etc., así como las que van acostadas en sus diferentes posiciones, como puede verse en las siguientes figuras.



A continuación se presentan las conexiones y juegos de conexiones de uso común.

PLANTA		ISOMÉTRICO
	CODO DE 90° HACIA ARRIBA	
	CODO DE 90° HACIA ABAJO	
	TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA	
	TEE CON SALIDA HACIA ABAJO	
	JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA CON DERIVACIÓN AL FRENTE	
	JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO CON DERIVACIÓN AL FRENTE	
	JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO CON DERIVACIÓN A LA DERECHA	
	JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA CON DERIVACIÓN A LA IZQUIERDA	
	JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA CON DERIVACIÓN A LA DERECHA	
	JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO CON DERIVACIÓN A LA IZQUIERDA	



TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA
CON TAPON MACHO EN LA
BOCA DERECHA



TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA
CON DERIVACIÓN A LA
DERECHA



TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA
CON DERIVACIÓN A LA
IZQUIERDA



TEE CON SALIDA HACIA ABAJO
CON DERIVACIÓN A LA
IZQUIERDA



TEE CON SALIDA HACIA ABAJO
CON DERIVACIÓN A LA
DERECHA



TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA
CON DERIVACIÓN AL FRENTE



JUEGO DE CODOS HACIA
ABAJO CON DERIVACIÓN A 45° A
LA DERECHA



JUEGO DE CODOS HACIA
ARRIBA CON DERIVACIÓN A 45°
A LA IZQUIERDA



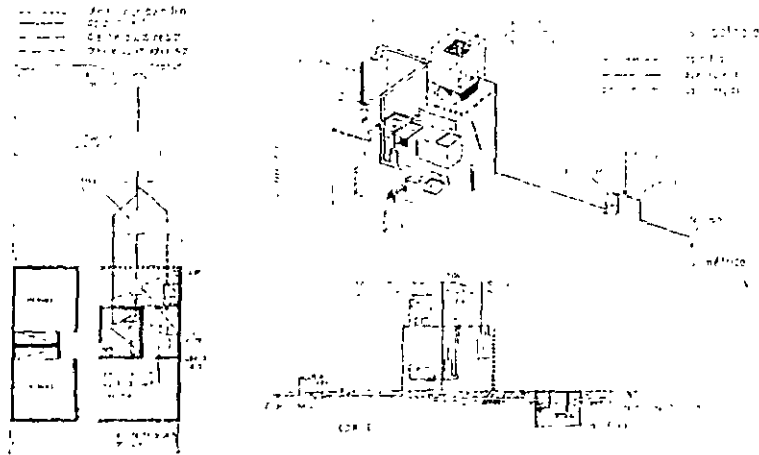
JUEGO DE CODOS HACIA
ARRIBA Y HACIA ABAJO CON
DERIVACIÓN AL FRENTE



I.10 NOMENCLATURA PARA PROYECTOS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

A	RAMAL DE ALBAÑAL
AL	ALIMENTACIÓN
B A N	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
B A P	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
C A	CAMA DE AIRE
C A C	COLUMNA DE AGUA CALIENTE
C A F.	COLUMNA DE AGUA FRIA
C A N	COLUMNA DE AGUAS NEGRAS
C C	COLADERA CON CESPOL
C D V	COLUMNA DOBLE VENTILACIÓN
C.V	COLUMNA O CABEZAL DE VAPOR
D	DESAGÜE O DESCARGA INDIVIDUAL
R A C	RETORNO DE AGUA CALIENTE
S A C	SUBE AGUA CALIENTE
B A C	BAJA AGUA CALIENTE
S A F	SUBE AGUA FRIA
B A F	BAJA AGUA FRIA
R D R	RED DE RIEGO
T M	TOMA MUNICIPAL
T R.	TAPON REGISTRO
T V	TUBERÍA DE VENTILACION
V A	VÁLVULA DE ALIVIO
V E A	VÁLVULA ELIMINADORA DE AIRE
Fo Fo	TUBERÍA DE FIERRO FUNDIDO
fo fo	TUBERÍA DE FIERRO FUNDIDO
Fo Go	TUBERÍA DE FIERRO GALVANIZADO
fo go	TUBERÍA DE FIERRO GALVANIZADO
Fo No	TUBERÍA DE FIERRO NEGRO
A C	TUBERÍA DE ASBESTO CEMENTO
R P I.	RED DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Figura 1.2 ABASTECIMIENTO DOMESTICO



Planta

BAÑO TIPO

Isométrico

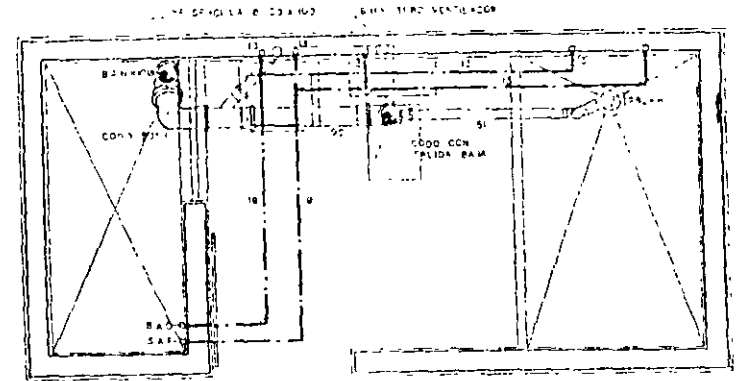
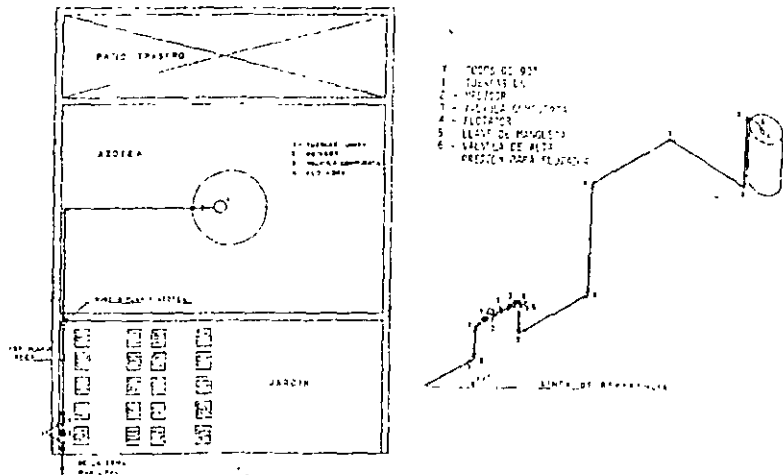
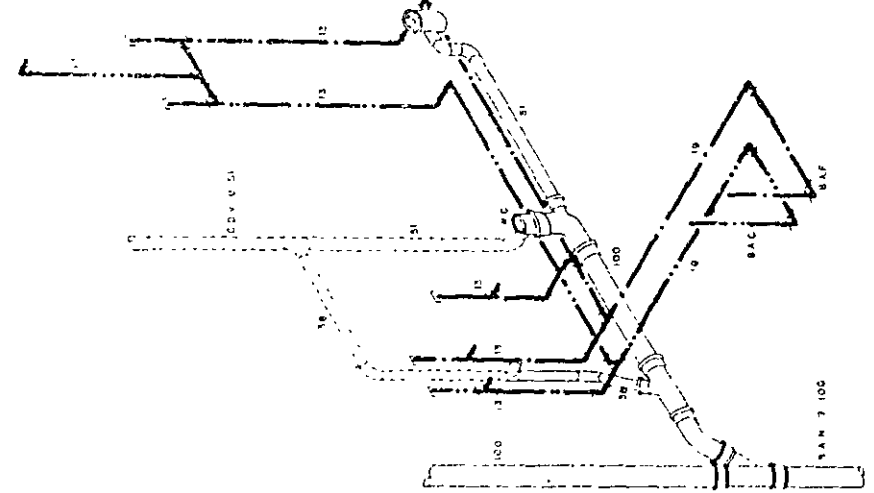


Figura 1.3 DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DE MEDIDOR Y TINACO



Planta

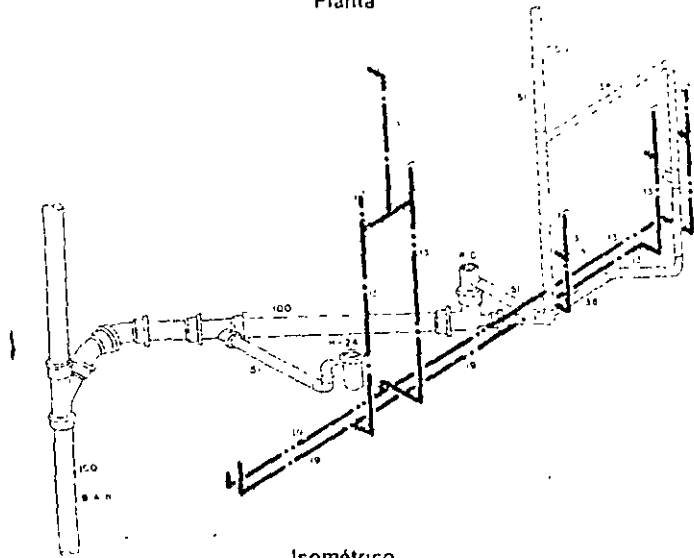


Isométrico

BAÑO TIPO

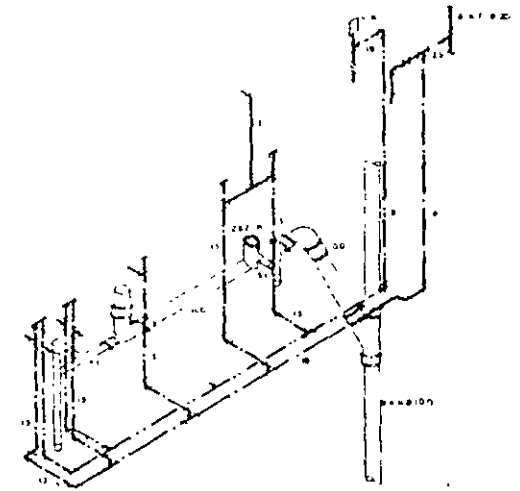
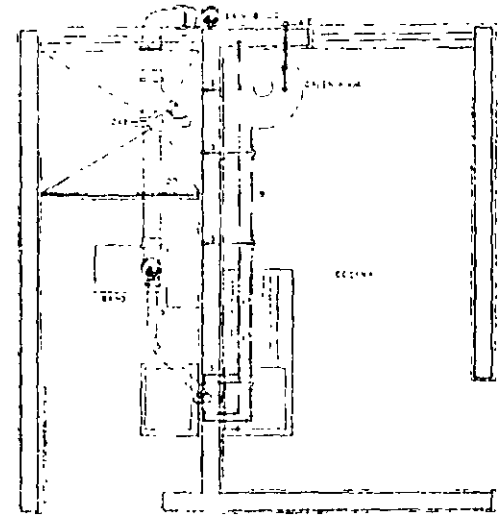


Planta



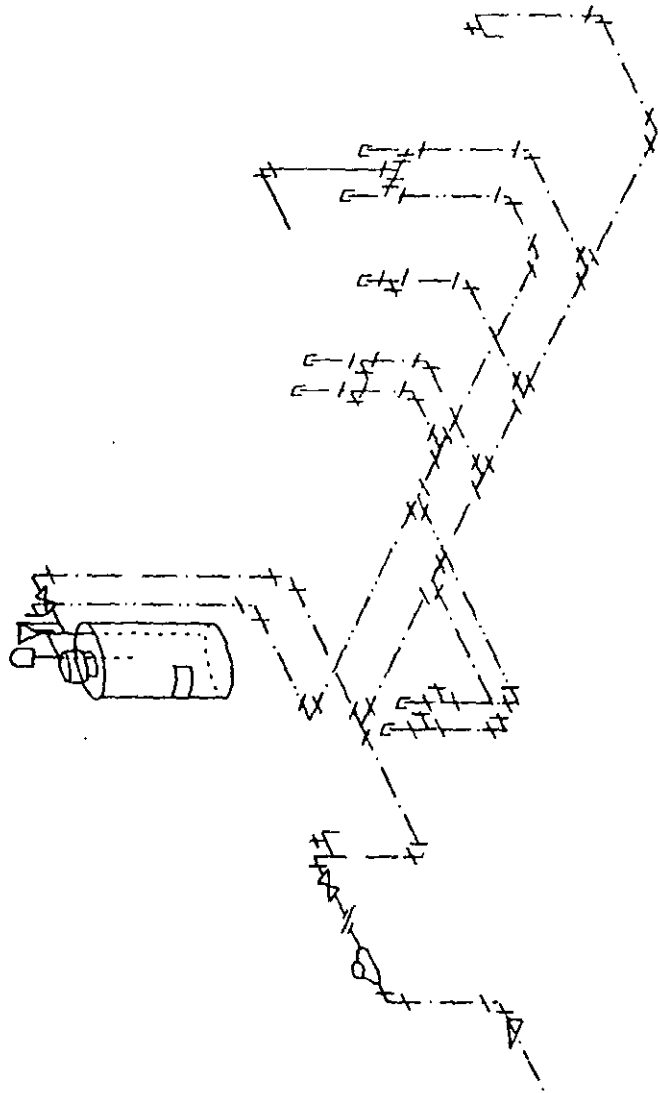
Isométrico

BAÑO TIPO



Isométrico

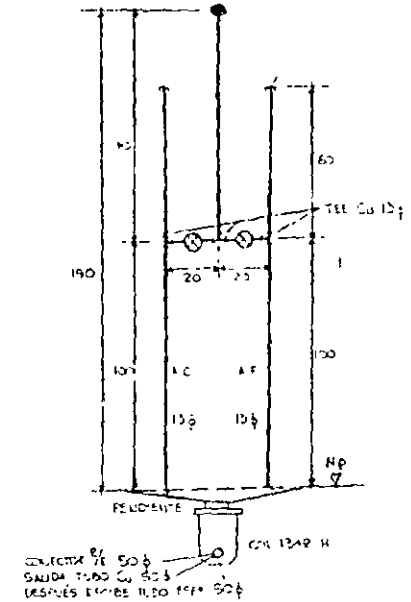
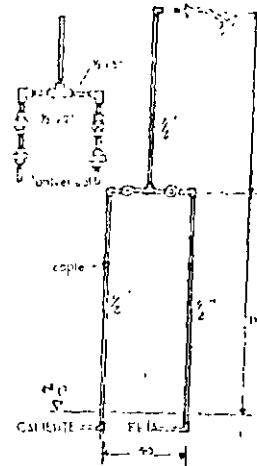
BAÑO TIPO



Isométrico
Figura 1.4 CUADRO DE REGADERA

Datos:

Presión mínima	0.80 kg/cm ²
Demanda	10.00 l p m
Valor de unid.-mueb	2 (privado)
	4 (público)
Diám. mm desague	50 (2")



- Material p/alimentación:
- 4 codos a 90° de 1/2" c a c
 - 1 tee de 1/2" c a c
 - 2 niples de 1/2" c a c
 - 1 codo a 90° de 1/2" de cobre a hierro interior
 - 2 alcayatas

Con instalación para absorber el golpe de ariete

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

CAPITULO 2 INSTALACIONES DE AGUA, REGLAMENTACIÓN Y DATOS BÁSICOS

- 2.1 RELACIÓN CON EL SUMINISTRO DE AGUA
- 2.2 CONCEPTOS BÁSICOS
- 2.3 NORMATIVIDAD
- 2.4 POTABILIZACIÓN
- 2.5 TUBERÍAS
- 2.6 MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS
- 2.7 CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA
- 2.8 CONEXIONES EN TUBERIAS

2.1 RELACIÓN CON EL SUMINISTRO DE AGUA

La Ciudad de México es una de las mayores del país, cuenta con una red de suministro de agua que abastece a cerca del 90% de los habitantes, gran parte del agua utilizada es traída de otras cuencas (Lerma Cutzamala) pero la mayor parte es obtenida de pozos, manantiales y ríos dentro del Valle de México. La población sigue creciendo y se tendrá que traer mas agua de estas y otras cuencas, por ello es necesario disminuir el consumo de agua por habitante. Se tiene establecido un programa para el "uso eficiente del agua", esto representa acciones específicas, entre ellas, la normalización y utilización de muebles sanitarios de bajo consumo, la localización y reparación de fugas en calles y edificios, además de no permitir la instalación o ampliación de industrias que consumen grandes cantidades de agua. En el uso eficiente del agua participan en forma conjunta las autoridades y la población, el problema es tan grave que todos debemos participar en su solución.

TOMA DOMICILIARIA

La toma domiciliaria representa el lugar que une dos sistemas de agua el de abastecimiento urbano y el de instalaciones hidráulicas en los edificios. Es decir, el sistema de suministro de agua potable, cumple su fin en el momento en que los predios y los edificios se conectan a éste mediante una toma domiciliaria. Así podemos decir que éste es el inicio o primer estabón para contar con instalaciones hidráulicas y sanitarias dentro de cualquier tipo de construcción.

En poblaciones que tienen red de distribución de agua potable, el agua llega a los predios a través de la "Toma domiciliaria", cuyo diámetro mínimo es de media pulgada para casas habitación unifamiliar y se instalan diámetros mayores en multifamiliares y establecimientos de servicio o industriales. La toma domiciliaria transporta el agua de la tubería del sistema municipal al predio mediante la instalación de una llave de inserción, un tubo, al cual se le hace una curva llamada "cuello de ganso" que tiene como función absorber el movimiento de la tubería si se presenta algún asentamiento del suelo, la tubería continua hasta el predio donde se instala un marco o cuadro que consta de un medidor, una llave de globo y una llave de nariz con rosca. hasta ahí llega la responsabilidad del organismo operador del sistema de agua, en adelante el ocupante del predio es el responsable del uso del agua, así como de colocar o hacer sus instalaciones o red intradomiciliaria, ver figura 2.2

Para proteger esta instalación la norma NOM-002-CNA-1995 "Toma Domiciliaria para Abastecimiento de Agua Potable, Especificaciones y Métodos de Prueba", en el punto 5.1.3 "Compatibilidad de las uniones y conexiones de los elementos", establece en uno de sus párrafos:

"En el caso de uniones de elementos de hierro o acero con elementos de cobre puro, se utilizará un conector de material plástico que evite la formación de pares galvánicos. Este conector deberá cumplir en lo estipulado en el punto 5.1.1.4 Elementos plásticos"

2.2 CONCEPTOS BÁSICOS

HIDROSTÁTICA

La hidrostática estudia los efectos producidos por el peso propio del agua y por la aplicación de presiones sobre ésta en reposo

HIDRODINÁMICA

La hidrodinámica es la que estudia el comportamiento del agua en movimiento, considerando cambios en los valores de presión, velocidad y volumen entre otros

PESO ESPECIFICO

El peso específico de un cuerpo sólido o líquido, es el peso de la unidad de volumen

El peso específico del agua $W_a = 1000 \text{ kg/m}^3$ y la densidad $D = 1.0$, resulta de considerar agua destilada a 4°C, a cuya temperatura tiene su máxima densidad y tomando como referencia valores al nivel del mar

Como en el sistema métrico el peso unidad es el kilogramo (kg) y la unidad de volumen el metro cúbico (m^3), el peso específico del agua es "EL PESO DE UN METRO CÚBICO DE AGUA DESTILADA A UNA TEMPERATURA DE 4°C, aproximadamente 1000 Kg"

El valor del peso específico del agua en el sistema inglés (lb/pe^3) se encuentra de la siguiente manera

$$1.0 \text{ Kg} = 1000 \text{ gr y}$$

$$1.0 \text{ Libra} = 1.0 \text{ lb} = 453.6 \text{ gr}$$

$$1.0 \text{ Kg} = \frac{1000}{453.6} = 2.2 \text{ lb}$$

$$1.0 \text{ m}^3 = (3.28 \text{ pies})^3$$

$$1.0 \text{ m}^3 = 3.28 \text{ pies} \times 3.28 \text{ pies} \times 3.28 \text{ pies}$$

$$1.0 \text{ m}^3 = 35.30 \text{ pies}^3$$

Resultando finalmente

$$W_a = 1000 \text{ Kg/m}^3 \text{ ----- SISTEMA MÉTRICO}$$

$$W_a = 1000 \times \frac{2.2}{35.30} = \frac{1000 \times 2.2}{35.30} = \frac{2200}{35.30}$$

$$W_a = 62.32 \text{ lb/pe}^3 \text{ ----- SISTEMA INGLÉS}$$

DENSIDAD

La densidad de un cuerpo o sustancia, es la relación entre su peso y su volumen

La densidad relativa de un cuerpo o sustancia, se obtiene dividiendo el peso de cierto volumen de dicho cuerpo o sustancia, entre el peso de un volumen igual de agua

La densidad del agua, varía a temperaturas mayores o menores de los 4°C.

La densidad del agua destilada y a 4°C es igual a la unidad y se toma como referencia para las demás sustancias, por ello, siempre se hace mención de sustancias o cuerpos más densos o menos densos que el agua

FLUIDO

Es todo aquel que fluye o escurre, es decir, fluido (líquido, gas o vapor), cuyas porciones pueden moverse unas más con respecto a otras, de tal manera que queda alterada su forma sin que para ello sea necesario el empleo de grandes fuerzas

En los líquidos, la movilidad es la propiedad más sobresaliente, como características principales tienen las de ocupar volúmenes definidos al carecer de forma propia y adoptar la del recipiente que los contiene, además, si no se encuentra a presión presenta una superficie libre

Como los líquidos no tienen forma propia, una fuerza sobre ellos por muy pequeña que sea puede originar deformaciones, la rapidez con que se ganan tales deformaciones no es igual en todos, pues no todos oponen la misma resistencia

TABLA DE DENSIDADES Y PESOS ESPECÍFICOS DE LÍQUIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS

LÍQUIDOS DE USO COMUN	TEMP EN °C	VALOR DE SU DENSIDAD	PESO ESPECIFICO Kg/m ³
Agua destilada	4	1 000	1000
Agua destilada	100	0 958	958
Agua de mar	15	1 025	1025
Alcohol	15	0 790	790
Gasolina	15	0 728	728
Glicerina	0	1,260	1260
Leche	0	1 030	1030
Petróleo combustible	15	13 546	13546

VISCOSIDAD

La viscosidad es una propiedad de todos los fluidos de resistir a un movimiento interno

La resistencia que presentan los líquidos a las deformaciones, es lo que se conoce como "VISCOSIDAD DE UN LIQUIDO", en los líquidos más viscosos el movimiento de deformación es más lento como es el caso de ACEITES, MIELES, CERAS, RESINAS, etc, en los líquidos menos viscosos el movimiento de deformación es mas rapido

Un líquido perfecto sería aquel en el que cada partícula pudiera moverse sin fricción en contacto con las partículas que la rodean, sin embargo, todos los líquidos son capaces de resistir ciertos grados de fuerzas tangenciales, la magnitud en que posean esta habilidad es una medida de su viscosidad, el agua destilada es el líquido menos viscoso

PRESIÓN

Presión es la acción y efecto de apretar o comprimir, tambien puede decirse que PRESIÓN es la resultante de aplicar una fuerza o un peso sobre una área o superficie determinada

A la fuerza o peso por unidad de área o superficie se le conoce como intensidad de presión

$$Formula P = \frac{F}{S}$$

F = Fuerza o peso aplicado, expresado en Ton , Kg , lb , gr , etc

S = Superficie o area de contacto, en Km² , m² , cm² , pies² , pulg² , etc

P = Presion resultante, expresada en Ton /m² , Kg/m² , Kg/cm² , lb/pie² , lb/pulg² , gr/cm² , etc

De la fórmula de la presión, se deduce que el valor de ésta, es directamente proporcional a la fuerza o peso aplicado e inversamente proporcional a la superficie o área de contacto, es decir, a mayor fuerza o peso sobre una misma área o superficie de contacto, es necesariamente mayor el resultado de la presión, contrariamente, a mayor área o superficie de contacto permaneciendo constante el valor de la fuerza o peso aplicado, el valor de la presión resultante es menor

Se tiene la unidad de presión cuando la unidad de fuerza o peso se aplica sobre la unidad de superficie o área de contacto

PRESIÓN EN LOS FLUIDOS

PRINCIPIO DE PASCAL - La presión ejercida sobre un punto cualquiera de un líquido en reposo actúa con igual intensidad en todas direcciones y perpendicularmente a las paredes interiores de las tuberías o recipientes que lo contienen

Este principio, es de constante aplicación en instalaciones hidráulicas, de Gas L.P. o Natural, de Diesel, de Gasolina de Petróleo, de Refrigeración, de Oxígeno y de los fluidos en general, en edificaciones particulares o en redes de abastecimiento, para realizar las pruebas de hermeticidad también conocidas como pruebas de recepción, que son las que sirven para determinar si existen fugas

Es conveniente relacionar los valores de la presión en los sistemas métrico y el inglés, debido a que las instalaciones se trabajan en ambos sistemas

PRESIÓN P = Kg/cm² - - - - SISTEMA METRICO

$$1 00 m = 3 28 pies$$

$$1 00 m^2 = (3 28 pies)^2 = 10 75 pies^2$$

$$1 00 Kg = 2 2 libras$$

$$1 00 kg m^{-2} = \frac{2.2}{10.75} = 0.205 lb pie^{-2}$$

$$1.00 \text{ lb} \cdot \text{pie}^2 = \frac{1.00 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2}{0.205} = 4.88 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$1 \text{ lb/pie}^2 = 4.88 \text{ Kg/m}^2$$

Las unidades de presión expresadas tanto en kg/m² como en lb/pie², realmente poco se utilizan, principalmente en trabajos de campo por ser muy pequeñas generalmente se trabaja con unas derivadas de ellas que resultan de valores más grandes

A.- En el sistema métrico, en vez del kg/m² se utiliza el kg/cm², cuyo valor numérico es 10,000 veces mayor

A la presión unitaria expresada en kg/cm² que es en realidad una unidad auxiliar, se le conoce como ATMÓSFERA MÉTRICA

B.- En el sistema inglés, en vez de expresar la presión en lb/pie², se indica en lb/pulg² que es un valor 144 veces mayor, la razón de esta proporción de valores es la siguiente

$$\begin{aligned} \text{Como } 1 \text{ pie} &= 12 \text{ pulg} \\ 1 \text{ pie}^2 &= 144 \text{ pulg}^2 \end{aligned}$$

En consecuencia como la fuerza o peso no se aplica sobre 1.00 pie², sino sobre una superficie 144 veces menor, la presión resultante es obligadamente 144 veces mayor

Finalmente, se tienen los valores unitarios de presión usuales tanto en el sistema métrico como en el sistema inglés

$$\begin{aligned} 1.0 \text{ kg} &= 2.2 \text{ lb} \\ 1.0 \text{ pulg} &= 2.54 \text{ cm} \\ 1.0 \text{ cm} &= \frac{1}{2.54} = 0.3937 \text{ pulg.} \end{aligned}$$

El valor unitario de la presión en el sistema inglés se obtiene de la siguiente forma

$$P = \frac{2.2 \text{ lb}}{(0.3937 \text{ pulg})^2} = \frac{2.2 \text{ lb}}{0.155 \text{ pulg}^2}$$

$$P = 14.2 \text{ lb/pulg}^2$$

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La presión atmosférica, es la fuerza unitaria que ejerce la capa gaseosa que cubre a la tierra conocida como atmósfera, TORRICELLI fue el primero en calcular el valor de la presión atmosférica con ayuda de un barómetro sencillo de fabricación casera ideado por él

Dicho barómetro consiste de un depósito abierto, parcialmente lleno de mercurio y un tubo de vidrio de 85 a 90 cm de longitud (puede ser más largo), cerrado en uno de sus extremos y su sección transversal puede ser de cualquier valor

Al nivel del mar y sin perturbaciones atmosféricas, la altura "h" de la columna es en promedio de 76 cm en consecuencia, la presión atmosférica vale.

$$\text{Presión atmosférica} = Wm \times h$$

$$Wm = \text{peso específico del mercurio} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

$$h = \text{altura de la columna de mercurio} = 0.76 \text{ m}$$

$$P \text{ atmosf} = 13,600 \text{ kg/m}^3 \times 0.76 \text{ m}$$

$$P \text{ atmosf} = 10,330 \text{ kg/m}^2$$

$$P \text{ atmosf} = 1.033 \text{ kg/cm}^2$$

A este valor de presión atmosférica medida al nivel del mar, se le conoce como ATMÓSFERA ESTÁNDAR

Por su similitud con el de la atmósfera estándar, a la presión unitaria del sistema métrico, se le denomina ATMÓSFERA MÉTRICA

En el sistema inglés, se tiene

Atmósfera estándar

$$1 \text{ atm std} = 10,330 \text{ kg/m}^2$$

$$1 \text{ atm std} = 1.033 \frac{2.2}{(0.3937)^2} = \frac{1.033 \times 2.2}{0.155}$$

$$1 \text{ atm std.} = 14.7 \text{ lb/pulg}^2$$

Atmósfera métrica

1 atm met = 10,000 kg/m²
 1 atm met = 1 00 kg/cm²

$$1 \text{ atm met.} = 100 \frac{2.2}{(0.3937)^2} \frac{100 \times 2.2}{0.155}$$

1 atm. met. = 14.2 lb/pulg²

En instalaciones hidráulicas y sanitarias las presiones se expresan en metros de columna de agua (m.c.a.), lo que se demuestra como sigue

Considerando la atmosfera métrica y recordando que el peso específico del agua es Wa. = 1000 kg/m³, para obtener una presión de 1 0 kg/cm², es necesario disponer de una columna de agua de 10 m

De la fórmula P = Wa x h

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m} = 10000 \text{ kg/m}^3 \times \text{m}$$

$$P = 10000 \text{ kg/m}^2$$

$$P = 10 \text{ kg/cm}^2$$

EN CONSECUENCIA

10 m DE COLUMNA DE AGUA = 10 m.c.a. = 1 0 kg/cm²

2.3 NORMATIVIDAD

Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas

Existen las "Normas de Proyecto de Ingeniería" elaboradas por el Instituto Mexicano del Seguro Social, con las cuales esta institución norma y controla los proyectos y construcciones de sus edificios tanto de salud (Hospitales y clínicas) como de otras instalaciones que están bajo su responsabilidad (centros vacacionales y otros)

Otra normatividad que anteriormente aplicaba la Secretaria de Salud para aprobar la construcción de edificios, se llama "Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios"

Instalaciones hidráulicas y sanitarias

La normatividad para instalaciones en el Distrito Federal se encuentra contemplada en el "Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal", las 31 entidades federativas y las principales poblaciones del país deben de tener su propia reglamentación, sin embargo muchas no lo tienen y adoptan el Reglamento del D F

El Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas (CAPFCE), contaba con las "Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcciones e Instalaciones"

Instalaciones de gas

En cuanto a todo lo relacionado con el manejo e instalaciones de gas, la Dependencia Federal que normaba y vigilaba el cumplimiento era la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, actualmente lo hace la Secretaria de Energía

A continuación se presentan los principales capítulos de los Reglamentos mencionados correspondientes a instalaciones, lo que sirve de base para normar los criterios de los proyectistas. En el Capítulo 11 se anexan las normas mencionadas

INSTALACIONES EN EDIFICACIÓN
 RESUMEN DE LA REGLAMENTACIÓN

TEMA	REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA SSA	REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL D F
PROVISION DE AGUA POTABLE	<ul style="list-style-type: none"> - Edificios estaran provistos de agua potable, con cantidad y presión suficiente - Mínimo 150 l/h/d - Servicio exclusivo, prohíbe servidumbre - Cada vivienda debe tener su propia instalación interior 	<ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones deberán estar provistas de agua potable que cubra las demandas mínimas según lo establecen las normas complementarias
TINACOS	<ul style="list-style-type: none"> - En azoteas con 100 l/hab/día - A una altura no menor de 2 mts arriba del mueble mas alto - Cubiertas con sello ajustado y facilmente removible, con dispositivos que permitan aireación 	<ul style="list-style-type: none"> - Se colocarán mínimo 2 metros arriba del mueble sanitario mas alto
CISTERNAS	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando no exista presión se instalará equipo de bombeo - Material impermeable, facil acceso, esquinas interiores redondeadas - Registros con sello hermético - Distancia no menor de 3 metros de albañales o conductos/aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones de cinco niveles y mas y donde la red tenga presión menor de 10 m deberá contar con sistemas para almacenar dos veces la demanda mínima de agua y con bombeo - Seran impermeables, registros con cierre hermetico y mínimo a 3 metros de cualquier tubería permeable de aguas residuales

2.4 POTABILIZACION

El agua entubada a presión que los servicios públicos de Agua Potable y Alcantarillado suministran a los predios a través de la Red de Distribución, debe ser de "calidad potable", es decir, "apta para uso y consumo humano", para lo cual debe cumplir con las características físicas, químicas y bacteriológicas señaladas en la NOM-127-SSA-1994; las dos primeras características generalmente se cumplen, pero las bacteriológicas son difíciles de conservar dentro de la red y en los sistemas intradomiciliarios a pesar de que generalmente el líquido se suministra con cloro residual, (la NOM 127 establece de 0.2 a 1.5 mg/lit) esto se debe a que el agua puede contaminarse en la red pública (tuberías rotas, tomas domiciliarias mal instaladas, etc.) o en las redes intradomiciliarias (tinacos, cisternas, tuberías, cortocircuito, etc.) Considerando el riesgo que representa para la salud y la vida no tener la seguridad de una calidad bacteriológica adecuada, es conveniente protegerse mediante un tratamiento dentro del domicilio, lo que se puede lograr por diversos medios, entre otros, hirviendo el agua al menos durante 10 minutos, filtrándola a través de filtros de piedra pómez o filtros caseros de arena y grava o agregando diversas sustancias como bactericidas. A continuación se presentan y se recomiendan dos métodos prácticos intradomiciliarios, utilizando productos comerciales que son fáciles de obtener.

UTILIZANDO BLANQUEADORES (6 A 8% DE CLORO LIBRE)

En agua para consumo inmediato poner 2 gotas de blanqueador por cada litro de agua y esperar media hora, se tendrá un cloro libre residual entre 0.2 y 1.5 mg/lit, cantidad establecida por la NOM-127-SSA-1994.

Para desinfectar cisternas y tinacos, además de proteger y desinfectar agua para consumo humano se recomienda utilizar los blanqueadores comerciales (6 al 8% de cloro libre). Para determinar la cantidad necesaria se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$ml = \frac{mg \text{ l l (cloro libre a dosificar)} \cdot litros \text{ (del depósito)}}{\% \text{ cloro libre del blanqueador} \cdot 10}$$

EJEMPLO

Datos: Cloro libre requerido = 2 ppm
Capacidad de la cisterna 2000 lt
% de cloro libre del blanqueador : 8%

SOLUCION

$$ml = (2 \times 2000) / (8 \times 10) = 50 \text{ ml del blanqueador seleccionado (8\% Cl}_2\text{.)}$$

FILTROS DOMÉSTICOS PARA AGUA POTABLE

Existe una patente llamada "katadin" que consiste en un filtro de porcelana (barro cocido), al cual se le agrega yoduro de plata (bactericida), que potabiliza el agua desde el punto de vista bacteriológico a través de su paso por el aparato, el conjunto que hace las funciones de filtración y desinfección se le llama "bujía", la que va protegida por un recipiente resistente (ver figuras)

Existen diferentes marcas comerciales de filtros katadin de marcas comerciales por ejemplo TURMIX, como se muestra en la figura 2.1

Tipos Hf-5 domésticos que alimenta una llave de 34 cms de largo, el cual se instala en las tuberías domésticas, Hf-M doméstico que rinde de 1 a 2 litros por minuto

Tipos Mf-3 y Mf-7 con un rendimiento de 4 a 10 litros por minuto que se utilizan en cocinas, restaurantes, bares, etc

El funcionamiento de estos filtros requieren de una presión mínima recomendable de 10 metros de columna de agua

Las bujías se deben limpiar cuando menos cada mes, si no se hace así, la limpieza debe hacerse cuando se obstruya el filtro, es decir, cuando sale poco o nada de agua, la limpieza puede hacerse con un cepillo de dientes, o de otro tipo.

Como el poder bactericida del yoduro de plata se pierde con el tiempo, es necesario reemplazar la bujía en un periodo de 1 a 3 años también es conveniente reemplazarla cuando la bujía se adelgaza demasiado debido al tallado para limpieza

Existen otro tipo de filtros, semejantes al Katadin, pero que no requiere presión, sino que se filtra el agua sumergiendo la bujía (protegida) en un recipiente (por ejemplo una cubeta), con una manguera colocada a la salida se un sifoneo y se extrae el agua filtrada, debido a su manejo tan simple se puede utilizar en el medio rural y en viviendas que no cuentan con instalación intradomiciliaria de agua

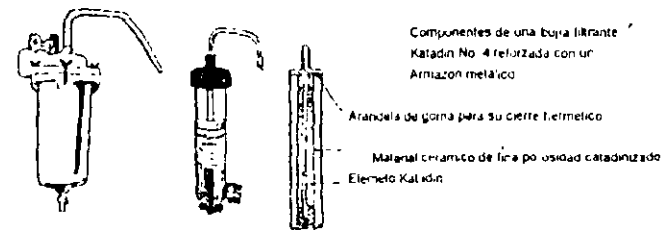


Figura 2.1 Filtros doméstico

<p>MUEBLES SANITARIOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En todo edificio habrá por lo menos un excusado, cuando el número de habitantes pase de 10, un excusado por cada 10 - El baño tendrá por lo menos regadera, lavabo y excusado 	<ul style="list-style-type: none"> - Viviendas con menos de 45 m² excusado, regadera y uno más entre lavabo, fregadero o lavadero. - Viviendas con más de 45 m², excusado, regadera, lavabo, lavadero y fregadero - Los demás casos de acuerdo a las normas T.C - Excusados: descarga máxima de 6 lts. mingitorios y regaderas 10 lts/min los otros muebles tendrán llaves que no consuman más de 10 lts/min
<p>DESAGUES</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El desague de tinas, regaderas, bidets y lavadoras contarán con obturador tipo bote. Lavabos y vertederos tendrán sifón hidráulico y ventilación - Los fregaderos de cocinas colectivas tendrán trampa de grasas - Albañales 15 cm de diámetro mínimo y a un metro de muros - Conductos de desague no menor de 32 mm, pendiente de 2% hasta 76 mm y 1.5% en diámetros mayores - Registros a 10 metros máximo, en cambios de dirección y en cada conexión con ramal 	<ul style="list-style-type: none"> - Ramales con diámetro mínimo 32 mm y no inferior al desague del mueble - Pendiente mínima 2% - Albañales diámetro mínimo 15 cm y pendiente mínima 2% - Albañales tendrán registros a 10 m máximo y al cambio de dirección el tamaño mínimo será de 40 x 60 para profundidades de hasta un metro - Falleras y gasolineras instalarán trampas de grasas - Estacionamientos tendrán desarenadores
<p>FOSAS SEPTICAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Solo podrá autorizarse para edificios que se encuentren fuera del perímetro de la red - Describe las condiciones que deberá llenar 	<ul style="list-style-type: none"> - Donde no exista alcantarillado - En ellas descargarán solamente aguas negras de excusados y mingitorios - Descargas de fregaderos deberán contar con trampas de grasa
<p>AGUA DE LLUVIA</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Prohibido gárgolas o canales que descarguen desde azoteas - Las bajadas se conectarán al albañal por medio de sifón o coladera de obturación hidráulica a prueba de roedores 	<ul style="list-style-type: none"> - Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen a chorro fuera de los límites propios de cada predio

TEMA	REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA SSA	REGLAMENTO DE DISTRIBUCION DE GAS Y NORMAS
<p>RECIPIENTES DE GAS L.P.</p>	<p>En edificios unifamiliares se colocarán a la intemperie en lugares ventilados, en patios, jardines o azoteas donde no queden expuestos a deterioros accidentales.</p> <p>En multifamiliares, estarán protegidos por medio de jaulas resistentes que eviten el acceso a personas ajenas al manejo, mantenimiento y conservación</p>	<p>Deberán estar a salvo de golpes, maltrato por el movimiento de vehículos paso de animales, utilizándose en tal caso, topes o defensas firmes</p> <p>Se colocaran a la intemperie con ventilación suficiente, sobre piso firme y nivelado</p> <p>Se colocarán a una distancia de 3 metros de a) flama, b) boca de salida de chimeneas, c) motores eléctricos o de combustión interna, d) anuncios luminosos, e) ventanas de sótanos, f) interruptores y conductos eléctricos de puertas o ventilas de casetas de elevador.</p>
<p>TUBERIAS PARA GAS Y SUS ACCESORIOS</p>	<p>Se podrán instalar ocultas en el subsuelo de patios o jardines o bien visibles adosadas a los muros a 1.80 m como mínimo sobre el piso</p> <p>Queda prohibido el paso de estas tuberías por el interior de las piezas destinadas a dormitorios a menos que estén alojadas en otro tubo cuyos extremos estén abiertos al exterior</p>	<p>En cobre solo se utilizarán las de tipo "L" y "K"</p> <p>Para la conexión de aparatos de consumo se podrán utilizar mangueras, su longitud no excederá de 1.5 m por aparato, ni pasara a través de paredes, divisiones, puertas, ventanas o pisos, ni quedarán ocultas. Cuando recorran ductos, estos deberán ser adecuados y quedar ventilados permanentemente</p> <p>Quedarán separados 20 cm como mínimo de conductores eléctricos con voltaje de 110 o mayores</p> <p>Solo se instalarán en sótanos exclusivamente para abastecer aparatos que ahí se encuentren</p>
<p>CALENTADOR PARA AGUA, ABASTECIDO CON GAS</p>	<p>Podrán colocarse en patios y azoteas, cuando se instalen en cocinas deberán adosarse a un muro que limite con el exterior y con un sistema que permita ventilación constante</p> <p>Queda prohibida su instalación en el interior de los cuartos de baño</p>	<p>Se prohíbe instalar calentadores de agua en cuartos de baño, recamaras y dormitorios. Se deben instalar a la intemperie. Si se instalan en lugares cerrados (cocinas, cuartos de baño, etc.) es obligatorio instalar tiro o chimenea</p>

2.5 TUBERIAS

Tuberías de cobre

Las tuberías de cobre son fabricadas por extrusión y estiradas en frío. Su fabricación por extrusión, que permite tubos de una pieza sin costuras y paredes lisas y tersas, asegura la resistencia a la presión y un mínimo de pérdidas debidas a la fricción en la conducción de agua. Existen en el mercado dos temple de las tuberías de cobre

- a) Temple rígido, y
- b) Temple flexible

Las tuberías para instalaciones hidráulicas deben ser de temple rígido y cumplir con la norma NOM-W-17-1981, el temple flexible se utiliza en instalaciones de gas domiciliarias

Las tuberías rígidas de cobre se fabrican en cuatro tipos M, L, K y DWV cuyas aplicaciones se describen a continuación

- a) Tubería tipo "M" Se utiliza en instalaciones de agua fría y caliente para casas habitación y edificios en general, con presiones de servicio bajas. El color de identificación para este tipo de tubería es el rojo y se fabrica en diámetros comerciales de 6.35 mm a 102 mm
- b) Tubería tipo "L" Se usa en instalaciones hidráulicas en condiciones más severas de servicio y seguridad que la tipo M (tomas domiciliarias, calefacción, refrigeración, etc.) Es el tipo de tubería autorizado para instalaciones domiciliarias de gas. Se identifica por el color azul y se fabrica en diámetros desde 6.35 mm hasta 152 mm de diámetro nominal
- c) Tubería tipo "K" Es la denominación para las tuberías que por sus características se recomienda usar en instalaciones de tipo industrial, conduciendo líquidos y gases en condiciones más severas de presión y temperatura. El color verde identifica a este tipo de tubería y se fabrica desde 9.5 mm hasta 51 mm de diámetro nominal
- d) Tubería tipo "DWV" Se recomienda usarla en instalaciones sanitarias y de ventilación en donde no existen presiones internas en el servicio. Su color de identificación es el amarillo y se fabrica en diámetros nominales de 32 mm a 125 mm

El empleo de tubería de temple rígido en las instalaciones hidráulicas de los edificios, presenta las siguientes ventajas sobre las tuberías de acero

- 1. **Resistencia a la corrosión** - El cobre en contacto con el aire queda recubierto con una finísima capa de óxido que lo protege impidiendo que continúe la oxidación,

- 2. **Menores pérdidas debido a la fricción** - Se fabrica sin costura y su interior es liso admitiendo menores pérdidas de fricción que el acero
- 3. **Facilidad de unión** - El sistema de unión por soldadura capilar permite efectuar con rapidez y seguridad las conexiones de la tubería
- 4. **Maniobrabilidad** - La sencillez del proceso para cortar el tubo y ejecutar las uniones, así como la ligereza del material, permiten la prefabricación de gran parte de las instalaciones, obteniéndose rapidez y calidad en el trabajo

Los diámetros de las tuberías rígidas son nominales, para conocer el diámetro exterior correspondiente se debe aumentar 1/8 de pulgada al diámetro nominal, y si se quiere conocer el diámetro interior bastará con restar dos veces el espesor de pared correspondiente. Las presiones máximas que se presentan en los cuadros son las que soporta cada una de las tuberías recomendándose no llegar nunca a éstas. Las presiones constantes de trabajo son las que se recomiendan utilizar en las instalaciones durante toda su vida, estas presiones son cinco veces menor que la máxima, para dar seguridad y duración en el servicio

Características de los tubos de cobre tipo M (tramos 6 10 m)

MEDIDA NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	GRUESO PARED	PESO lb/pie	PESO POR TRAMO lb	PRESION MAXIMA lb/pulg ²	PRESION CONSTANTE lb/pulg ²	FLUJO EN: gpm
ulg mm	ulg mm	ulg mm	ulg mm	Kg/m	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	l/min
1/4	0.375	0.325	0.025	0.107	2.132	6133	1225	—
6.35	9.525	8.255	0.635	0.159	0.958	431.15	86.18	—
3/8	0.500	0.450	0.025	0.145	2.603	4500	900	2.247
9.5	12.700	11.430	0.635	0.215	1.318	316.35	63.27	8.507
1/2	0.625	0.569	0.028	0.204	4.083	4032	806	4.064
12.7	15.875	14.453	0.711	0.304	1.854	293.45	58.69	15.382
3/4	0.875	0.811	0.032	0.328	6.566	3291	658	10.656
19	22.225	20.599	0.812	0.498	2.981	231.35	46.25	40.332
1	1.125	1.055	0.035	0.465	9.310	2860	560	21.970
25	28.575	29.797	0.889	0.693	4.227	195.84	39.16	83.180
1 1/4	1.375	1.291	0.042	0.683	13.656	2749	550	39.225
32	34.925	32.791	1.067	1.016	6.200	193.25	38.66	148.580
1 1/2	1.625	1.527	0.049	0.941	18.621	2713	542	62.335
38	41.275	38.785	1.245	1.400	8.545	190.72	38.10	235.940
2	2.125	2.009	0.058	1.461	29.233	2470	491	131.000
51	53.975	51.029	1.473	2.126	13.272	173.55	34.51	195.890
2 1/2	2.625	2.435	0.065	2.032	40.647	2726	445	231.461
64	66.375	63.323	1.651	3.025	18.451	156.52	31.29	975.010
3	3.125	2.961	0.072	2.683	53.067	2073	414	375.189
76	78.375	75.261	1.899	3.994	24.303	145.73	29.10	1420.090
4	4.125	3.935	0.095	4.655	93.310	2072	414	799.395
102	104.775	99.949	2.413	6.345	42.363	145.65	29.10	3025.710

Características de los tubos de cobre tipo "L" (tramo 6 10 m)

MEDIDA NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	DIÁMETRO INTERIOR	GRUESO PARED	PESO lb/pie	PESO POR TRAMO lb	PRESION MÁXIMA lb/pulg ²	PRESION CONSTANTE lb/pulg ²	FLUJO EN gpm
pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	Kg/m	lb Kg	kg/cm ²	Kg/cm ²	l/min
3/8	0.375	0.315	0.030	0.126	2.524	7200	1440	---
6.35	9.525	8.001	0.762	0.187	1.146	505.15	101.23	---
3/8	0.500	0.430	0.035	0.196	3.965	6300	1260	1.873
9.5	12.700	10.922	0.889	0.295	1.800	442.89	88.77	7.089
1/2	0.625	0.545	0.040	0.285	5.705	5760	1152	3.565
12.7	15.875	13.843	1.016	0.424	2.590	404.92	80.99	13.493
3/4	0.875	0.788	0.045	0.455	9.110	4632	926	9.600
19	22.225	19.939	1.143	0.678	4.136	325.62	65.09	35.336
1	1.125	1.025	0.050	0.655	13.114	4000	800	19.799
25	28.575	26.035	1.270	0.878	5.954	281.20	56.24	79.940
1 1/4	1.375	1.265	0.055	0.885	17.700	3600	720	35.048
32	34.925	32.231	1.397	1.317	8.036	253.89	50.77	132.860
1 1/2	1.625	1.505	0.060	1.143	22.826	3323	664	56.158
38	41.275	38.277	1.524	1.658	10.363	233.60	46.72	212.160
2	2.125	1.965	0.070	1.752	35.042	2965	593	119.059
51	53.975	50.419	1.778	2.638	15.509	206.43	41.28	450.760
2 1/4	2.625	2.465	0.090	2.483	49.658	2742	548	214.298
64	66.675	62.911	2.032	3.695	22.545	192.76	38.55	811.120
3	3.125	2.945	0.060	3.332	66.645	2592	518	347.397
76	79.375	74.803	2.286	4.052	30.257	182.21	36.44	1314.900
4	4.125	3.905	0.110	5.286	107.729	241.0	480	747.637
102	104.775	96.187	2.754	8.017	48.909	158.72	31.74	2829.720
6	6.125	5.845	0.143	10.216	204.357	2000	400	---
152	152.575	146.453	3.556	15.209	92.778	140.60	28.12	---

Características de los tubos de cobre tipo "K" (tramo 6 10 m)

MEDIDA NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	DIÁMETRO INTERIOR	GRUESO PARED	PESO lb/pie	PESO POR TRAMO lb	PRESION MÁXIMA lb/pulg ²	PRESION CONSTANTE lb/pulg ²	FLUJO EN gpm
pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	Kg/m	lb Kg	kg/cm ²	Kg/cm ²	l/min
3/8	0.500	0.402	0.049	0.289	5.385	8820	1764	6.640
9.5	12.700	10.210	1.245	0.400	2.445	420.04	124.00	1.751
1/2	0.625	0.527	0.049	0.344	6.890	7056	1411	12.507
12.7	15.875	13.385	1.245	0.512	3.128	456.03	99.19	3.304
3/4	0.875	0.745	0.065	0.640	12.813	6685	1337	32.674
19	22.225	19.923	1.651	0.954	5.817	469.95	93.99	8.811
1	1.125	0.995	0.065	0.840	16.799	5200	1040	75.042
25	28.575	25.273	1.651	1.250	7.627	309.00	73.11	19.875
1 1/4	1.375	1.245	0.065	1.041	20.824	4260	852	132.270
32	34.925	31.623	1.651	1.549	9.454	249.47	59.89	319.910
1 1/2	1.625	1.481	0.072	1.361	27.231	3388	797	212.740
38	40.340	37.017	1.829	2.025	12.363	283.35	56.67	58.024
2	2.125	1.953	0.083	2.062	41.249	3512	703	454.800
51	53.975	49.759	2.106	3.070	18.727	242.10	48.42	120.153

Características de los tubos de cobre tipo "DWV" (drenajes)

MEDIDA NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	DIÁMETRO INTERIOR	GRUESO PARED	PESO lb/pie	PESO POR TRAMO lb
pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	Kg/m	lb Kg
1/4	1.375	1.265	0.040	0.651	13.022
32	31.925	30.493	1.016	0.969	5.912
1/4	1.625	1.541	0.042	0.810	16.213
38	41.275	39.141	1.067	1.205	7.361
2	2.125	2.041	0.042	1.066	21.335
51	53.975	51.841	1.067	1.587	9.686
3	3.125	3.035	0.045	1.690	33.801
76	79.375	77.089	1.143	2.515	15.346
4	4.125	4.009	0.058	2.876	57.528
102	104.775	101.829	1.473	4.281	26.119
5	5.125	4.981	0.072	4.436	88.729
127	130.175	128.517	1.829	6.603	40.283

Tubo de cobre flexible rollos de 18 29 m

Diámetro exterior		Diámetro interior		Espesor		Peso en Kgs Por rollo	No de rollos por caja
Mm	Pulg	Mm	Pulg	Min	Pulg		
3.175	1/8	1.59	0.065	0.767	0.30	0.935	10
4.763	3/16	3.24	0.127	0.762	0.30	1.558	10
6.350	1/4	4.83	0.190	0.762	0.30	2.171	9
7.938	5/16	6.32	0.244	0.187	0.32	2.948	5
9.525	3/8	7.91	0.311	0.812	0.32	3.598	6
12.700	1/2	11.08	0.436	0.817	0.32	4.922	5
15.875	5/8	14.10	0.555	0.869	0.35	6.799	2
19.050	3/4	17.27	0.680	0.889	0.35	8.261	2

Tuberías de hierro galvanizado.

DIÁMETRO		PESO	ESPESOR FN	ROSCA (NUMERO DE HILOS POR PULGADA)
PULGADAS	MILIMETROS	(Kg/m)	MILIMETROS	
1/2	12.7	1.250	2.77	14
3/4	19.1	1.720	2.87	14
1	25.4	2.520	3.38	11
1 1/2	31.8	3.160	3.56	11
1 1/2	38.1	4.120	3.63	11
2	50.8	5.510	3.91	11

Tuberías de polietileno (rollos de 100 m)

De tipo multicapas fabricada a base de polietileno de alta densidad, resina adhesiva y aluminio. Se fabrica en cinco tipos diferentes por su color, con las características que se

COLOUR DE LA TUBERIA	USO	TEMPERATURA PERMISIBLE °C	PRESION DE TRABAJO Kg/cm ²	DIAMETRO INTERIOR mm	DIAMETRO EXTERIOR mm
VERDE	AGUA FRIA	- 40 A 50	10	12	15
				15	20
				20	25
				10	14
ANARANJADO	AGUA CALIENTE	- 40 A 82	10	12	15
				15	20
				18	20
				20	25
NEGRO	INSTALACIONES EXPUES- TAS CONTINUAMENTE AL SOL	- 40 A 82	10	10	14
				12	16
				16	20
				20	25
AZUL	AIRE COMPRIMIDO, SISTEMAS DE VACIO	- 40 A 40	20	10	14
				12	16
				16	20
				20	25
AMARILLO	AGUA FRIA	40 A 50	10	12	16
				15	20
				20	25
				10	14
AMARILLO	GAS (BUTANO Y PROPANO)	- 40 A 40	10	12	16
				15	20
				16	20
				20	25

2.6 MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS

Por muebles o aparatos sanitarios se entienden los aparatos que se instalan en los edificios con dotación de agua y desagüe entubados. Los muebles sanitarios deben ser de materiales impermeables, durables y fácilmente lavables, además deben cumplir con las normas correspondientes. Los muebles o aparatos sanitarios se pueden clasificar por su finalidad de la siguiente manera:

GRUPO	APARATO
EVACUADORES	Retretes y mingitorios
LIMPIEZA DE OBJETOS	Fregaderos y lavaderos
HIGIENE	Tinas, lavabos, regaderas y bidé

Cantidad mínima de muebles sanitarios

Como ya se mencionó en el resumen de los Reglamentos de "Ingeniería Sanitaria" y en el de "Construcciones del D.F.", existen requerimientos mínimos para el número de muebles y aparatos sanitarios, el Reglamento de Construcciones establece los mínimos, según el uso del predio, lo que se presenta en la siguiente tabla:

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIOS SANITARIOS (RCDF)

Tipología	Magnitud	Escuadros	Lavabos	Regaderas
II. SERVICIOS II.1 OFICINAS	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	3	2	---
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	---
II.2 COMERCIO	Hasta 25 empleados	2	2	---
	De 26 a 50	3	2	---
	De 51 a 75	4	2	---
	De 76 a 100	5	3	---
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	---
II.3 BAÑOS PUBLICOS	Hasta 4 usuarios	1	1	2
	De 5 a 10	2	2	1
	De 11 a 20	3	3	4
	De 21 a 50	4	4	6
	Cada 50 adicionales o fracción	3	3	4
II.3 SALUD	Salas de espera			
	Por cada 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	3	2	---
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	---
	Cuartos de camas			
	Hasta 10 camas	1	1	1
	De 11 a 25	3	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
	Empleados			
	Hasta 25 empleados	2	2	---
De 26 a 50	3	2	---	
De 51 a 75	4	2	---	
De 76 a 100	5	3	---	
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	---
II.4 EDUCACIÓN Y CULTURA EDUCACIÓN ELEMENTAL MEDIA SUPERIOR	Cada 50 alumnos	2	2	---
	Hasta 75 alumnos	3	2	---
	De 76 a 150	4	2	---
	Cada 75 adicionales o fracción	2	2	---
CENTROS DE FORMACIÓN	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	4	4	---
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	---
INSTALACIONES PARA EXHIBICIONES	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	4	4	---
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	---

Tipología	Magnitud	Escusados	Lavabos	Regaderas
P. RECREACION	Establecimiento			
	Hasta 10 personas	2	2	
	De 11 a 25	4	4	
	Cada 25 personas o fracción	2	2	
	Deportes y Recreación			
	Canchas y centros deportivos			
	Hasta 100 personas	2	2	2
	De 101 a 250	4	4	4
	Cada 250 personas adicionales o fracción	2	2	2
	Estadios			
Hasta 100 personas	2	2		
De 101 a 250	4	4		
Cada 250 personas adicionales o fracción	2	2		
I. B. ALOJAMIENTO	Hasta 10 huéspedes	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 huéspedes o fracción	1	1	1
P. SEGURIDAD	Hasta 10 personas	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
II. EJERCICIOS FUNERARIOS	Funerarias y velatorios			
	Hasta 100 personas	2	2	
	De 101 a 250 personas	4	4	
	Cada 250 personas adicionales o fracción	2	2	
I. C. COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	Estacionamiento			
	Empleados	1	1	
	Público	2	2	
	Terminales y estaciones de transporte			
	Hasta 100 personas	2	2	1
	De 101 a 200	4	4	2
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	1
	Comunicaciones			
Hasta 100 personas	2	2		
De 101 a 200	3	3		
Cada 100 adicionales o fracción	2	1		

Tipología	Magnitud	Escusados	Lavabos	Regaderas
III. INDUSTRIAS	Industrias, almacenes y bodegas donde se manipulan materiales y sustancias que ocasionen manifiesto de olores			
	Hasta 25 personas	2	2	2
	De 26 a 50	3	3	3
	De 51 a 75	4	4	4
	De 76 a 100	5	5	5
	Cada 100 adicionales o fracción	3	3	3
	Industrias, almacenes y bodegas			
	Hasta 25 personas	2	1	1
	De 26 a 50	3	2	2
	De 51 a 75	4	3	3
De 76 a 100	5	3	3	
Cada 100 adicionales o fracción	3	2	2	
I. ESPACIOS ABIERTOS	Jardines y parques			
	Hasta 100 personas	2	2	-
	De 101 a 250	4	4	-
	Cada 250 adicionales o fracción	1	1	-

En edificios de altura las sanitarias en propiedad para empleados y público en patios comunes, distando entre dos las cantidades indicadas.

En los baños públicos y en depósitos de agua se instalarán lavabos automáticos con un espacio suficiente o menor para cada usuario.

En baños de agua caliente se deberá instalar además al menos dos regaderas de agua caliente y fría para cada usuario.

- 3. Los escusados de agua y regaderas que se instalen en la planta de la habitación inferior, se distribuirán por patios comunes en locales separados para hombres y mujeres. En los casos en que se demuestre el predominio de un sexo sobre otro entre los usuarios, podrá hacerse la provisión en un solo sexo, señalándolo así en el proyecto.
- 3.1. En el caso de locales destinados para hombres será obligatorio agregar un mingitorio para locales con un máximo de diez escusados. Al patio de la planta inferior podrá sustituirse uno de ellos por un mingitorio, sin necesidad de recalcular el número de escusados. El procedimiento de sustitución podrá aplicarse a locales con mayor número de escusados pero la proporción entre ellos y sus mingitorios será menor de uno a tres.
- 3.2. En las plantas superiores de edificios y edificios deberán contar con lavabos y con dispensadores de agua potable al propio nivel de la planta de jardines o balcones que estén de quince o uno por planta con suministro según sea el caso.
- 3.3. En edificios y hogares de alto costo el trabajador está expuesto a contaminarse por aerosoles o materiales irritantes o corrosivos, se deberá instalar además al menos dos personas.
- 3.4. En los espacios para múltiples sanitarios se instalarán las siguientes dimensiones mínimas (ver:

		Frente (m)	Fondo (m)
Urbes	Escusado	0.70	1.05
	Lavabo	0.70	0.70
	Regadera	0.70	0.70
Hoteles y otros	Escusado	0.75	1.10
	Lavabo	0.75	0.90
	Regadera	0.80	0.80
	Regadera y lavabo	1.20	1.20

En el caso de lavabos de uso doméstico y en los de edificios de altura las líneas que quedan al frente y a la salida de escusados y la sobre podrán ser de metros a dos o tres decímetros.

- *) En los sanitarios de uso público en las tablas de localización se deberá disponer por lo menos un espacio para excusado de cada dos o tres celdas por planta para usuarios con discapacidad. En estos casos, los muebles del excusado para excusado serán de 170 x 170 cm, y de más altura al pavimento y otros dispositivos que establecen las Normas Técnicas Complementarias para accesibilidad.
- *) Los sanitarios deberán cumplir de manera que en sea necesario para cualquier usuario debe estar más de un nivel o recorrer más de 50 metros para acceder a ellos.
- XI) Los sanitarios deberán tener para impermeabilización y protección en los muros de las regaderas deberán tener materiales impermeabilizantes una altura de 1.50 m.
- XII) El diseño de cualquier sanitario de uso público se hará de tal manera que al abrir la puerta no se tenga la vista a regaderas, excusados y mingitorios.

UBICACIÓN DE LOS MUEBLES Y LOS BAÑOS

La ubicación de los muebles sanitarios dentro de una construcción, será siempre responsabilidad del diseñador del edificio o del dueño. Es muy importante que la localización de los muebles sea compatible con el movimiento de la gente que ocupará el edificio. La inadecuada ubicación de los baños y otros accesorios sanitarios (en especial los bebederos) pueden disminuir la productividad, incrementar el mantenimiento y crear una serie de problemas.

La posición de los aparatos sanitarios dentro del baño o un área determinada es muy importante, ya que se requieren espacios mínimos (tamaño del mueble, separación entre muebles y separación entre el mueble, la pared y las puertas).

ESPACIOS MINIMOS REQUERIDOS PARA LOS MUEBLES (E U A)

MUEBLE	ESPACIOS REQUERIDOS PARA EL USO DEL MUEBLE	DISTANCIA ENTRE MUEBLES (EJE A EJE)	DISTANCIA DEL EJE A PAREDES LATERALES O A PUERTAS
Excusado con tanque	Ancho 75 cm Largo 120 cm	75 cm	37.5 cm
Mingitorio pedestal o empotrado	Ancho 75 cm Largo 100 cm	75 cm	37.5 cm
Lavabo	Ancho 50 cm Largo 100 cm	50 cm	30 cm
Regadera	Ancho 75 cm Largo 75 cm	-	-

Es importante recordar que prácticamente todos los muebles sanitarios tienen conexiones a tubos por debajo, por detrás o por las dos, algunas instalaciones como las de los excusados montados en la pared requieren soportes localizados en el muro detrás del mueble, por eso es importante considerar suficiente espacio en el muro atrás de los muebles y arriba en el techo para que las tuberías queden bien ubicadas y ocultas, generalmente tenemos muros de 14 cm donde podemos colocar en ellos tuberías de hasta 10 cm de diámetro. Se debe procurar ubicar los baños uno arriba de otro en edificios de varios niveles y además colocar los baños "espalda con espalda" cuando están en el mismo piso. Este tipo de diseño nos da una instalación más económica para el drenaje, ventilación, agua fría y caliente porque el arreglo de juegos de muebles se colocan en el mismo muro. Por lo común los diseñadores se refieren al muro que contiene tuberías de instalaciones hidráulicas y sanitarias como "muro húmedo" (wet wall) y este, es un punto donde convergen varios tipos de instalaciones, por lo que se requiere de mucha coordinación entre los que participan en otro tipo de instalaciones.

DESCRIPCIÓN DE LOS MUEBLES O APARATOS SANITARIOS

Excusados

Existen diversos tipos pero en nuestro medio el de uso común es el conocido como **excusado inglés** (que puede ser con fluxómetro o tanque), por considerarse el más eficaz para el objeto, éste tiene su origen en Inglaterra, está diseñado para desalojar por vía hidráulica las deyecciones humanas (excreta = excremento + orina), generalmente acompañados con papel higiénico, conservando después de su descarga una acción sifónica, es decir, un **sello de agua** no menor de 7.5 cm de profundidad para impedir la entrada al edificio de gases (malolientes y nocivos) y de fauna nociva que habita en el drenaje, a este aparato no deben arrojarse desechos de cualquier otra naturaleza, **en el tubo de alimentación es conveniente colocar una llave de paso.**

Mingitorios

Estos deben ser de tipo individual y como todo mueble sanitario, fabricado de una pieza, deben desaguar por medio de un obturador hidráulico tipo bote, para su mejor funcionamiento deben estar provistos de un tubo ventilador.

En edificios de carácter público, es decir de uso rudo, es conveniente construirlos en el sitio para uso colectivo, construidos de mampostería con acabado de cemento pulido o con acabado de azulejo, o construido de acero inoxidable.

Lavabos

En la actualidad el lavabo dentro del cuarto de baño ha adquirido especial importancia, se puede conseguir muy simple, sofisticado, con mueble o sin él (batea) pudiendo construirse una cubierta de diversos materiales incluyendo la construcción de compartimientos en la parte de abajo del mueble.

Los lavabos, además del orificio para desagüe, deberán tener aberturas para rebosadero en un lugar visible y a la máxima altura que deba alcanzar el agua dentro del recipiente. Las llaves pueden ser independientes una para agua fría y otra para agua caliente, pero es más conveniente instalar una unidad mezcladora para tener el agua a la temperatura deseada, es aconsejable que cada tubo de alimentación esté provisto de una llave de paso

Tinas y regaderas

Un cuarto de baño esta completo cuando además del excusado y el lavabo cuenta con tina de baño o regadera. El baño en la tina, aun cuando no es estrictamente higiénico es eficaz para aliviar la fatiga y el estrés, además es muy útil para personas enfermas. Tanto la tina como la coladera de la regadera desaguaran por intermedio de un obturador hidráulico de bote

Bidés

Es un mueble de gran utilidad sanitaria, la entrada del agua se hace por el interior del borde y también por la ducha central (de abajo hacia arriba) de la taza. Tienen llave de agua fría y caliente, así como un transfusor para enviar el agua ya mezclada. La descarga es del tipo de palanca, el desagüe debe descargar por medio de un obturador hidráulico de bote podrá evitar riesgo de retrosifonaje

Se recomienda que el abastecimiento de agua a estos aparatos se realice con una instalación independiente de la del edificio

Bebederos

Estos deben ser "sanitarios", son aparatos diseñados para beber el agua sin apoyar la boca en el tubo de salida del chorro, arrojando éste en forma inclinada, a modo de surtidor, eliminándose el uso de vasos y haciendo que el excedente del agua no caiga sobre el orificio del chorro de agua que sea contenida y desalojada en el bebedero

Generalmente el tubo de alimentación es de 13 mm de diámetro y se acciona con una llave de resorte, además debe desaguar por medio de un obturador hidráulico tipo bote. Cuando se trate de un grupo de bebederos, los tubos de desagüe pueden descargar sobre un caño de sección semicircular revestido al menos con cemento pulido y con un diámetro de 10 cms y pendiente mínima del 1% hasta una coladera de obturación hidráulica

2.7 CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA

Para determinar la cantidad de agua que debe proporcionarse a un edificio o predio, se requiere saber el tipo de ocupación que tendrá (tipología), o el servicio que va a proporcionar (subgenero) y el número de personas que lo habitarán, u ocuparán

Para determinar la dotacion requerida de acuerdo al uso del edificio (vivienda, comercio, servicio, recreación, etc), se utiliza la tabla de dotaciones mínimas que establece el Reglamento de Construcciones del D.F., la que se presenta a continuación, donde se puede observar las diferentes unidades de medida (habitante, empleado, huésped, cama, metros cuadrados, etc.)

Cuando se trata de uso habitacional se requiere determinar el número de habitantes que tendrán las casas habitacion, al proyectista se le debe indicar el número de habitantes que tendrá la vivienda, dato que en ocasiones resulta difícil obtener si no se le proporciona, para solucionar este problema se ha tomado como norma considerar dos habitantes por cada recámara, y para mayor seguridad se le agrega un habitante mas al resultado

Ejemplos

- Departamento de 3 recamaras 3 x 2 + 1 = 7 habitantes
- Edificio de 18 departamentos con 2 recámaras c/u 18 (2 x 2 + 1) = 90 habitantes
- Residencia con 5 recamaras 5 x 2 + 1 = 11 habitantes

En ciertas ocasiones cuando se requiere aumentar la dotación mínima que indica la tabla, ya sea por razón del clima o por la situación de la zona económica en que se construye, el aumento se hará con base en la experiencia del proyectista o en otras ocasiones a petición del propietario, se recomienda que por ningún motivo se disminuya la dotación mínima propuesta, ya que si se hiciera una disminución podría ponerse en riesgo la salud y el bienestar de los usuarios, tal como se indico en el Capítulo 1

DOTACIONES MINIMAS (RCDF)

TIPOLOGIA	SUBGENERO	DOTACION MINIMA	OBSERVACIONES
I HABITACION	Residencias Vivienda	250 - 500 l/hab/dia 150 l/hab/dia	a
II SERVICIOS II 1 OFICINAS	Cualquier tipo	20 l/m ² /dia 70 l/emplead/dia	A, c
II 2 COMERCIO	Locales comerciales	6 l/m ² /dia	a
	Mercados Baños públicos Lavandería de autoservicio	100 l/puesto/dia 300 l/bañista/regadera/dia 40 l/kilo de ropa seca	b
II 3 SALUD	Hospitales, clínicas y centros de salud	800 l/cama/dia	a, b, c
	Orfanatos y asilos	300 l/huesped/dia	a, c
II 4 EDUCACION Y CULTURA	Educación elemental	20 l/alumno/turno	a, b, c
	Educación media y superior	25 l/alumno/turno	a, b, c
	Exposiciones temporales	10 l/asistente/dia	b
II 5 RECREACION	Cines	2 l/espectador/función	---
	Alimentos y bebidas	12 l/comida	a, b, c
	Entretenimiento	6 l/asiento/dia	a, b
	Circos y ferias	10 l/asistente/dia	b
	Dotación para animales, en su caso	25 l/asistente/dia	---
	Recreación social	25 l/asistente/dia	a, c
	Deportes al aire libre, con baño y vestidores	150 l/asistente/dia	a
Estadios	10 l/asistente/dia	a, c	
II 6 ALOJAMIENTO	Hoteles, moteles y casas de huéspedes	300 l/huésped/dia	A, c
II 7 SEGURIDAD	Reclusos	150 l/interno/dia	A, c
	Cuarteles	150 l/persona/dia	a, c
II 8 COMUNICACIONES Y TRANSPORTE	Garage público	5000 l/edificio	---
	Estaciones de transporte	10 l/pasajero/dia	c
	Estacionamientos	2 l/m ² /dia	---
III INDUSTRIA	Industria donde se manipulen materiales u sustancias que ocasionen manifestos desaseo	100 l/trabajador 30 l/trabajador	---
	Otras industrias	---	---
	IV. ESPACIOS ABIERTOS	Jardines y parques	5 l/m ² /dia

- a) Las necesidades de riego se considerarán por separado a razón de 5 l/m²/dia
- b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se considerarán por separado a razón de 100 l/trabajador/dia
- c) En lo referente a la capacidad del almacenamiento de agua para sistemas contra incendio deberá observarse lo dispuesto en el artículo 172 del RCDF

TOMA DOMICILIARIA

El diámetro de la toma debe estar de acuerdo con el gasto requerido para el edificio, para edificios unifamiliares el diámetro de 13 mm es suficiente. Las conexiones de agua potable para abastecer las instalaciones de los edificios, deben hacerse de la red de servicios municipales, tomándola de las tuberías, generalmente es un trabajo que realiza personal oficial del organismo operador. Consta de los siguientes elementos:

- 1 Llave de inserción
- 2 Tramo de longitud variable de tubo de plomo, cobre flexible o de polietileno, aquí llevará una curva hacia arriba llamada "cuello de ganso"
- 3 Válvula de paso con llave de cuadro
- 4 Caja de banqueta de hierro fundido
- 5 Dos codos de acero galvanizado o de cobre
- 6 Tramo de tubo de acero galvanizado cédula 40 o de cobre rígido tipo M
- 7 2 nipples de acero galvanizado cédula 40 o de cobre rígido tipo M, de 10 cm
- 8 Medidor. Cada extremo del medidor está provisto de una tuerca universal (de unión), y
- 9 Llave de globo

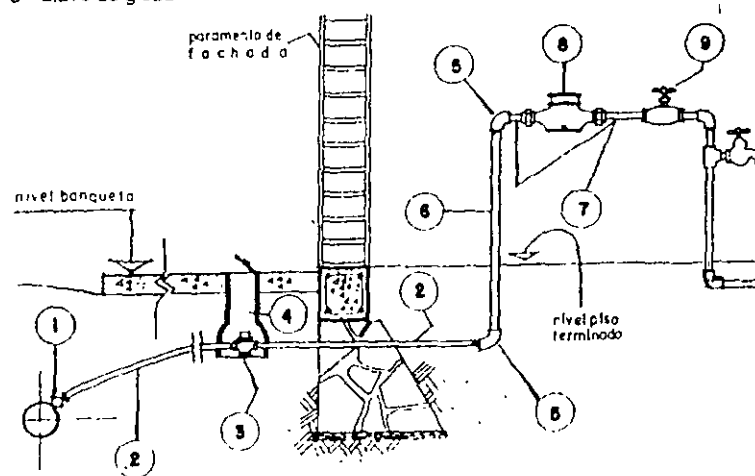
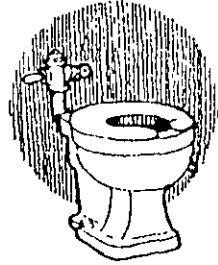


Figura 2.2 Toma domiciliar típica

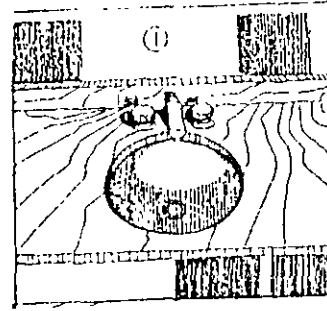
FIGURAS DE MUEBLES SANITARIOS



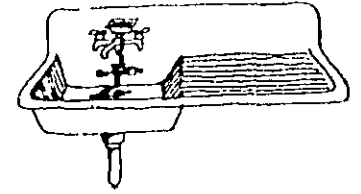
w c con depósito



w c con fluxómetro



lavabo con cubierta amplia



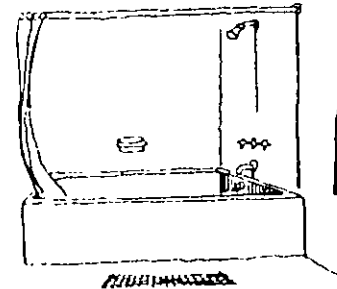
fregadero



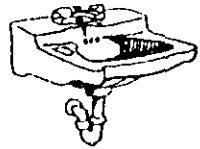
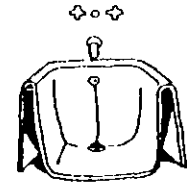
mingitorio



vertedero



liria



empotrado o en patas

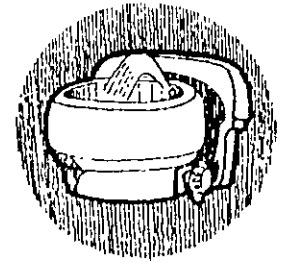
Lavabos



de pedestal



liria

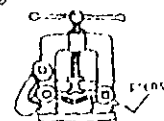
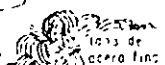
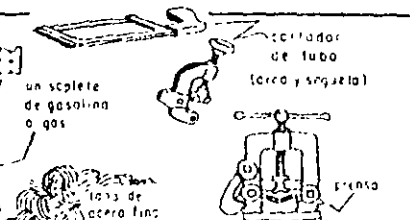
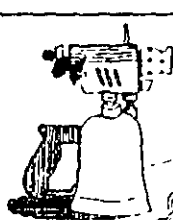


lebedero

2.8 CONEXIONES EN TUBERIAS

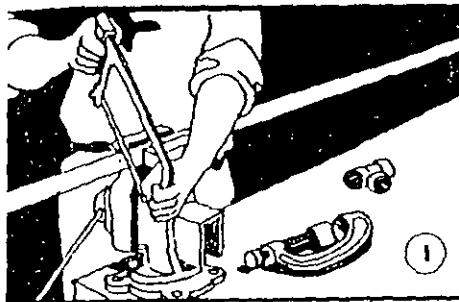
1. COBRE RIGIDO

materiales necesarios:



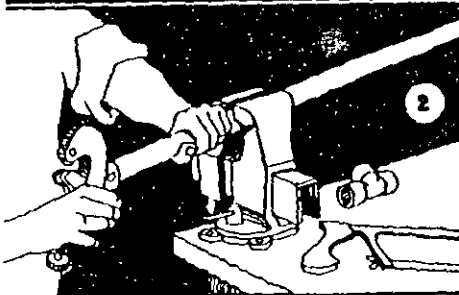
1.1 CORTE CON

- Cortador de tubo
- Arco y segueta
- Cortar a escuadra



1.2 LIMPIEZA EXTERIOR

- Lana de acero fina
- Lija neutra en cinta
- Con rima en cortatubo



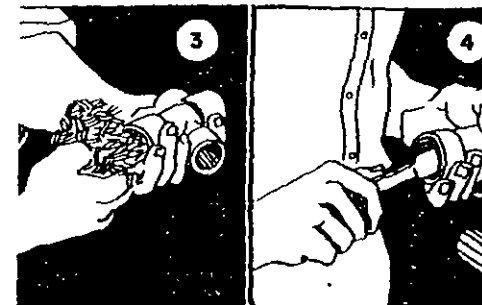
1 COBRE RIGIDO (CONTINUACIÓN)

1.3 LIMPIEZA INTERIOR

- Cepillo de alambre
- Lana de acero

1.4 APLICACIÓN DE PASTA

- Pasta fundente
- Se aplica en Exterior del tubo Interior conexión
- Capa delgada

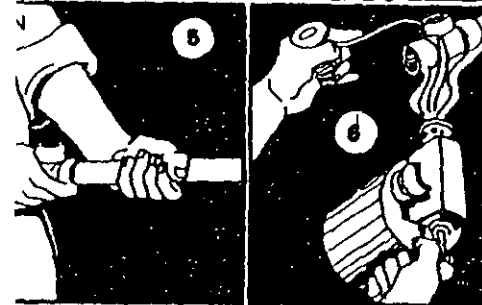


1.5 INTRODUCCION TUBO-CONEXIÓN

- Tubo hasta el tope
- Girar conexión ambas Direcciones

1.6 APLICACIÓN FLAMA

- En la conexión
- Nunca en el tubo

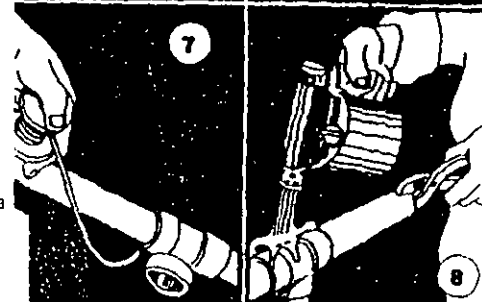


1.7 APLICACIÓN SOLDADURA

- Retirar flama
- Poner punta de cordón de soldadura en el borde de conexión
- Aplicar uno o dos puntos
- Hasta aparecer anillo soldadura

1.8 DESOLDAR CONEXIÓN

- Aplicar flama con soplete en conexión
- Retirar tubo



2 COBRE FLEXIBLE

2.1 DESENRROLLAR

- Solo cantidad necesaria

2.2 CORTAR

- Usar cortatubos
- Girar cortatubos

2.3 REMOVER Y LIMPIAR

- Con la rima que lleva cortatubo

2.4 PREPARAR EXPANSION

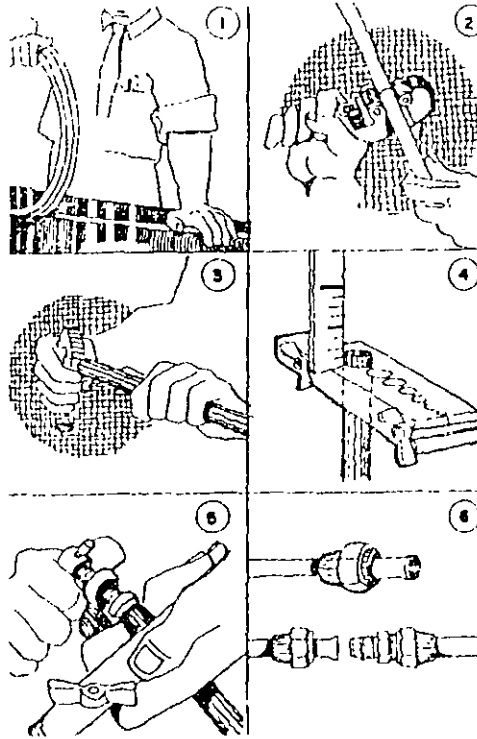
- Extremo de Tubo en orificio adecuado
- Sobresalga 1/8" sobre el "bloque"

2.5 EXPANDIR

- Apretar "cono de expansión" sobre tubo que sobresale
- Cono asienta sobre el bisel formado

2.6 UNION

- Colocación correcta
- Apretar tuerca unión



3 POLICLORURO DE VINILO (P V C)

3.1 CORTE

- Solo cantidad necesaria
- Cortes rectos
- Utilizar fijador de alineación

3.2 LIMPIEZA

- Eliminar rebabas
- Eliminar reborde en pared interior
- Limpiar extremo de tubo e interior de conexión
- Usar papel lija fino

3.3 CEMENTADO Y UNION

- Tubo libre de humedad
- Aplicar cemento en extremo de tubo e interior de conexión
- Presentar, insertar el tubo hasta el borde

3.4 UNION FLOJA

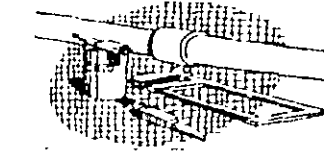
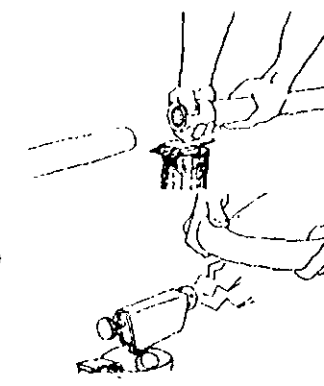
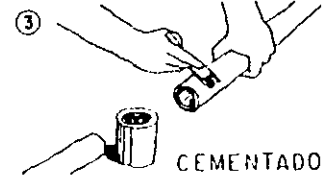
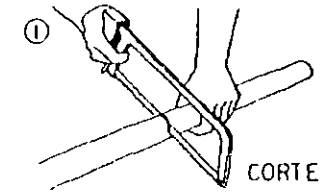
- Záfese unión inmediatamente
- Aplíquese varias capas
- Esperar secado de cada capa

3.5 DOBLADO

- Aplicar calor uniforme rotando el tubo
- Doblar tubería
- Aplicar agua o trapo húmedo

3.6 EXTREMOS ACAMPAÑADOS

- Calor en el extremo de tubo
- Insertar un "macho" con diam igual al tubo para insertar
- Proceder al cementado



INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

CAPITULO 3 HERMETICIDAD, TINACOS Y CISTERNAS

- 3.1 PRUEBAS DE HERMETICIDAD
- 3.2 TANQUES O DEPOSITOS
- 3.3 CARACTERISTICAS Y DISEÑO DE TINACOS
- 3.4 DISEÑO DE TOMA DOMICILIARIA Y CISTERNA
- 3.5 DUCTOS Y SOPORTES PARA INSTALACIONES

3.1 PRUEBAS DE HERMETICIDAD

Cualquier instalación solo debe ser entregada o recibida cuando se ha verificado que está correctamente realizada, esto se hace tanto en forma visual como en su funcionamiento, es decir que en ninguna circunstancia presenta fugas del fluido que transportará. Lo primero se hace mediante un recorrido revisando las instalaciones que aun deben estar sin cubrir con material o plafones y lo segundo llevando a cabo las pruebas de hermeticidad.

Las pruebas de hermeticidad se realizan en las instalaciones hidráulicas y sanitarias, para verificar si se tienen o no fugas en las uniones roscadas, soldadas, a comprensión, en retacadas etc, también para detectar tramos de tubería defectuosos.

Las pruebas de hermeticidad en forma general se clasifican como sigue:

- 1 PRUEBA HIDROSTATICA
- 2 PRUEBA A TUBO LLENO
- 3 PRUEBA A COLUMNA LLENA

PRUEBA HIDROSTATICA - Esta se realiza en las tuberías de agua fría, caliente, retornos de agua caliente, de vapor, de condensados, etc., es decir, solamente en las instalaciones hidráulicas.

Al introducir a las tuberías o recipientes sometidos a la prueba de hermeticidad agua, aire o cualquier gas inerte hasta alcanzar una cierta presión, cuyo valor debe ser de acuerdo al material de las tuberías, conexiones tipos de válvulas, etc. y conociendo el tipo de fluido por conducir además de la presión de trabajo, podemos estar seguros que el principio de PASCAL se cumple.

Si por alguna razón técnica o simplemente tratando de demostrar el principio de PASCAL, se cambia de lugar el MANÓMETRO que generalmente se instala inmediatamente después del equipo de inyección del fluido de prueba, se pueden instalar varios manómetros en diferentes lugares de las tuberías (en circuito cerrado) sujetas a presión, el valor de la presión medida en cada punto a considerar debe ser exactamente el mismo.

Es importante que el supervisor de esta prueba compruebe, antes del inicio de la misma, que el manómetro trabaja correctamente, verificando que marque cero de presión y una vez iniciada deberla en la presión establecida para la prueba (7 a 8 kg/cm²).

Las pruebas se llevan a cabo introduciendo agua fría a presión en las tuberías con ayuda de una bomba de mano o bomba de prueba, o bien por otros medios similares. Cuando la prueba se realiza con ayuda de la bomba de prueba, en la tubería de descarga de dicha bomba se acopla un manómetro cuya escala normalmente está graduada en kg/cm² o su equivalencia en libras/pulg².

La presión a que debe realizarse la prueba hidrostática, depende de tipo de servicio, características de las tuberías, conexiones válvulas de control y válvulas de servicio instaladas, además de otras condiciones de operación

Las tuberías de agua fría, caliente y retorno de agua caliente, se prueban a presiones promedio de 7 a 8 kg/cm² (99.4 a 113.6 libras/pulg²), presiones mayores ocasionan daños irreversibles a las cuerdas de las tuberías y a las partes interiores de las válvulas

Las tuberías para vapor y condensado, dependiendo del tipo de material, presión de trabajo y a que las válvulas son de mayor consistencia, pueden ser probadas a presiones promedio de 10 kg/cm².

Una vez que se ha introducido el agua dentro de las tuberías, inclusive alcanzado la presión deseada, la prueba durará un mínimo de 400 horas para comprobar que las conexiones y sellos estan en perfecto estado y la instalación está exenta de fallas

PRUEBA A TUBO LLENO - Esta prueba se realiza a la presión atmosférica en los desagües horizontales, llenando de agua las tuberías correspondientes sin presurizarlas. Por Reglamento, el tiempo de la prueba debe durar como máximo 400 horas, principalmente en los niveles superiores a la planta baja en las tuberías de cobre, Fo Fo o PVC sanitaria

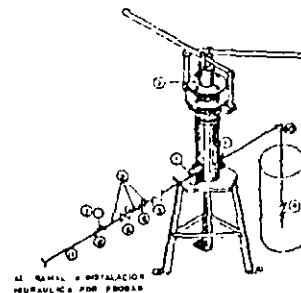
En la práctica, siempre se ha considerado que el tiempo de prueba especificado por el Reglamento es demasiado, porque al realizarse a tubo lleno, la estopa alquitranada y el material se empiezan a humedecer, lo que origina una disminución en el nivel tomado como referencia

Por lo anterior, se aconseja reducir el tiempo de esta prueba, ya que la disminución rápida de niveles determinan la existencia de fugas y las humedades en los techos y muros marcan los puntos de tales irregularidades

PRUEBA A COLUMNA LLENA - Esta se lleva a cabo en columnas de ventilación, bajadas de aguas negras y bajadas de aguas pluviales

Se realiza a cada nivel, tomando como referencia el nivel máximo en el casquillo o codo de plomo que recibe el desagüe de los WC

El tiempo de prueba está sujeto a las mismas condiciones que la prueba a tubo lleno



ACCESORIOS PARA SU INSTALACIÓN

- 1 2 REDUCCIONES
- 2 3 NIPLES CUERDA
- 3 1 CHECK HORIZONTAL
- 4 1 CHECK VERTICAL
- 5 1 VALVULA DE GOLBO
- 6 2 COPLES (A MANÓMETRO Y LINEA POR PROBAR)
- 7 1 TUERCA UNIVERSAL
- 8 1 MANOMETRO
- 9 1 TEE
- 10 1 PISTON 2 1/2" RECORRIDO 8"
- 11 TOMA 1/2"
- 12 DESCARGA 1"



DETALLE DEL EMBOLO

- 1 EMBOLO TUBO DE COBRE φ9.5 mm
- 2 TAPON CAPA COBRE φ9.5 mm
- 3 MONEDA DE COBRE DE 20 CTVS O PIEZA DE COBRE DE IGUAL DIAMETRO

ARMADA EN OBRA

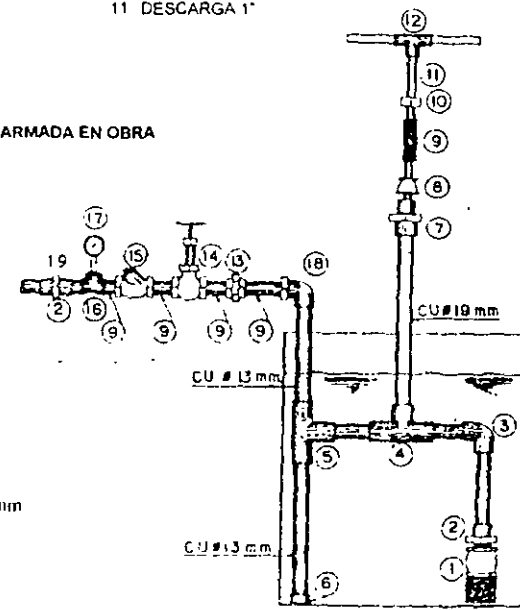


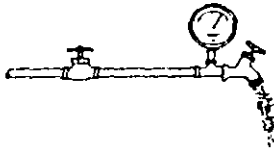
Fig 3.1 Bombas de prueba de fabrica

MATERIALES PARA EL ARMADO DE LA BOMBA DE PRUEBA

- 1 PICHANCHA CHECK ϕ 13 mm
- 2 CONECTOR DE PRUEBA CUERDA EXTERIOR ϕ 13 mm
- 3 CODO DE COBRE ϕ 13 x 90°
- 4 TEE DE COBRE ϕ 13 x 13 x 19 mm
- 5 TEE DE COBRE ϕ 13 mm
- 6 TAPON CAPA DE COBRE ϕ 13 mm
- 7 CONECTOR DE COBRE CUERDA EXTERIOR ϕ 19 mm
- 8 REDUCCIÓN CAMPANA GALV ϕ 19 x 13 mm
- 9 NIPLE GALV. DE CUERDA CORRIDA ϕ 13 mm
- 10 TUERCA DE ESTOPERO PARA ALIMENTADOR DE LAVABO
- 11 TUBO DE COBRE (EMBOLO) ϕ 9.5 MM
- 12 TEE DE COBRE ϕ 9.5 mm
- 13 TUERCA UNION GALV ϕ 13 mm
- 14 VÁLVULA DE COMPUERTA ROSCADA ϕ 13 mm
- 15 VÁLVULA CHECK DE COLUMPIO ϕ 13 mm
- 16 TEE GALV. ϕ 13 mm
- 17 MANÓMETRO ESCALA DE 0 A 10 kg/cm²
18. CODO DE COBRE CON CUERDA INTERIOR ϕ 13 mm
- 19 REDUCCIÓN BUSHING GALV ϕ 1/2" A 1/2"

Presión de Flujo

Ejemplo de cómo se mide la presión manométrica en un tubo en el que se transporta agua, cuando se encuentra abierto y fluyendo el líquido, para ello se coloca el manómetro cerca del sitio de salida, es conveniente medir las presiones antes y después de que fluya el agua



3.2 TANQUES O DEPOSITOS DE AGUA

El almacenamiento de agua en las edificaciones se hace a través de dos tipos de depósitos que tienen funciones diferentes: la cisterna y el tinaco.

La cisterna tiene como principales funciones 1º. servir para el almacenamiento del agua y 2º utilizarse como cárcamo de bombeo. Se diseña para almacenar un volumen de agua calculado, es decir la cantidad necesaria para dar servicio al menos durante dos días, cuando el líquido va directamente al tinaco entrega un caudal constante, pero si se bombea directamente a la instalación mediante un sistema con tanque hidroneumático puede entrega un caudal variable. La tubería que alimenta a la cisterna (acometida), debe entregarle un caudal constante, se calcula con el gasto máximo diario ($Q_{MD} = Q_{MH} \times \text{Coef. variación diaria}$), según el RCDF

El tinaco, por su ubicación en la estructura de un edificio y su peso, por norma está establecido que debe tener el menor volumen posible, es decir debe calcularse para almacenar únicamente el volumen de agua que se requiere para el consumo en un día, lo que le permite funcionar como un tanque que regula los gastos de oferta con los gastos que demandan los usuarios durante el día, además controla las demandas máximas en las horas pico las que son abastecidas con el volumen de agua previamente almacenada como se muestra en la figura 3.1, por ello su línea de alimentación (acometida) se calcula con el gasto máximo horario ($Q_{MH} = Q_{MD} \times \text{coef. Var. Diana} \times \text{coef. Var. Horaria}$), según el RCDF.

Los gastos señalados para las acometidas están establecidos en las Normas Técnicas Complementarias de RCDF

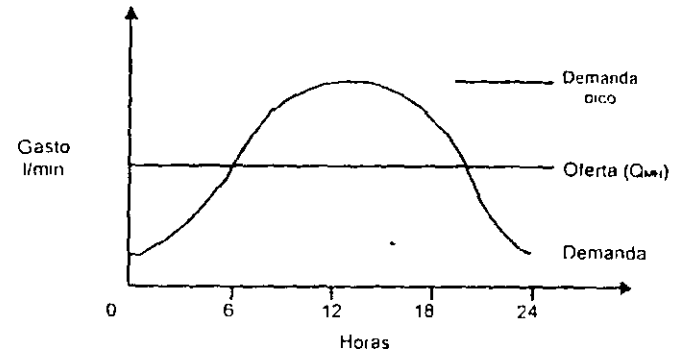


Fig 3.2 Regularización diaria de la red hidráulica mediante el tinaco

Los tanques para toma de las bombas o cisternas se construyen de mampostería o de asbesto-cemento, los de grandes dimensiones deben dividirse en dos o más compartimentos y disponiéndose además en algún caso de otra cámara como reserva para incendios

Los tanques domiciliarios o tinacos deben estar bastante elevados para dar presión suficiente al ramal y al mueble más alto que se alimenta (mueble crítico), además debe contener agua de reserva para las horas de demanda excesiva del edificio que alimente. Las tuberías que requiere un tanque son 1º. la de alimentación que viene de la bomba y que suele formar codo sobre la parte alta del tanque, cuenta con un flotador que, al llenarse el tanque cierra la válvula de alimentación, 2º la de distribución que parte del fondo del tanque penetrando en él unos cuantos centímetros para evitar la salida de sedimentos que se hayan depositado, y 3º el tubo de rebosadero, empalmado en la pared casi en el borde del tanque. Para vaciar el tanque hay una conexión que une el fondo y la tubería de rebosadero, ésta tubería de vaciado y limpieza lleva válvula de compuerta

Los tanques domiciliarios (tinacos) cuya ubicacion sea en el exterior pueden construirse de acero, de mampostería, de concreto o de polietileno de alta densidad, pero los que se instalan en el interior del edificio generalmente son prefabricados de asbesto-cemento o de polietileno, también se pueden construir de mampostería

La operación de llenar los tanques se gobierna por flotadores que están conectados eléctricamente con las bombas y que por medio de sus movimientos de ascenso y de descenso acompañando el nivel del agua del tanque, detienen o arrancan automáticamente los electromotores que accionan las bombas. Otros tipos de regulación del nivel del agua en los tanques se fundan en las diferencias de presión a distintas alturas. Una tubería agregada al tanque llamada de excedencias, al pasar el agua por ella avisa que éste está lleno en casos de interrupción del sistema eléctrico del control por niveles. Para el mismo fin también se emplean manómetros de mercurio provistos de timbre de alarma

3.3 TINACOS

Los tinacos para almacenamiento de agua y distribución de ésta por gravedad, son de materiales como PVC, fibra de vidrio, fibrocemento y polietileno multicapas, son de formas y capacidades diversas. También se pueden construir en mampostería de tabique reforzándolo con castillos, el fondo y la cubierta se construyen de concreto armado. Se indican los de fábrica de uso más frecuente

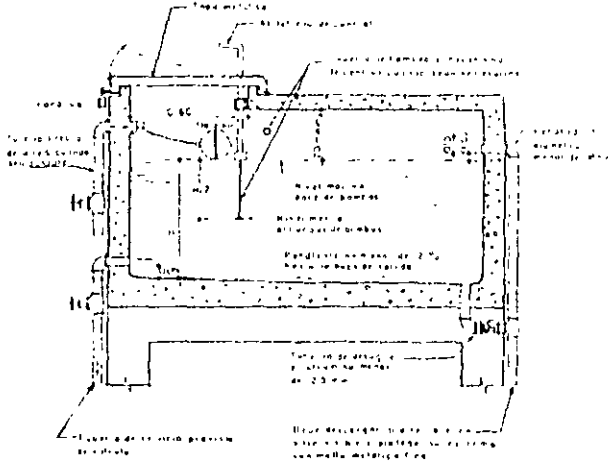


Fig 3.3 Instalaciones en un tinaco construido de mampostería

Verticales sin patas
200, 400, 600 y 1100 lts

Verticales con patas
200, 300, 400, 600, 700, 800, 1100 Y 1200 lts

Verticales cuadrados
400, 600 y 1100 lts

Horizontales
400, 700, 1100 y 1600 lts

Trapezoidales
600 y 1100 lts

Esféricos asb-c
1600, 2500 y 3000 lts

Esféricos f. de vidrio
400, 600 y 1100 lts

Verticales Multicapa

DISEÑO DE TINACOS

La capacidad mínima de litros en los tinacos o tanques elevados para almacenar el agua que se consume en un día, es de acuerdo al valor de la dotación asignada y al número de personas, en el caso de viviendas se puede calcular en forma aproximada de acuerdo al número de recámaras con el siguiente criterio

- Para 1 Recámara = $1 \times 2 + 1 = 3$ personas
- Para 2 Recámaras = $2 \times 2 + 1 = 5$ personas
- Para 3 Recámaras = $3 \times 2 + 1 = 7$ personas

En el caso en que se tengan más de 3 recámaras, se agregan solamente 2 personas por cada recámara adicional

Para edificios con otro uso, se toman los datos de la tabla de "dotaciones mínimas" (inciso 2.7 del capítulo 2)

Ejemplo No. 1

Para 4 recámaras deberán considerarse como mínimo $(4 \times 2 + 1) = 9$ personas
 $9 \times 150 = 1300$ litros/día

Para 5 recámaras = $(5 \times 2 + 1) = 11$ personas

$$11 \times 150 = 1650 \text{ litros/día}$$

Ejemplo No 2

Calcular la capacidad de un tinaco para una casa que cuenta con 3 recámaras, en cuyo servicio se ha asignado una dotación de 150 litros por persona y por día

Personas = 3 X 2 + 1 = 7
 Total litros = 7 X 150 = 1050 litros
 El tinaco deber ser de 1100 litros

3.4 DISEÑO DE TOMA DOMICILIARIA Y CISTERNA

El tramo entre el cuadro de la toma domiciliaria y la cisterna se le llama línea de llenado de la cisterna y se instala por cuenta del usuario del predio

La capacidad mínima de la cisterna se calculará considerando el almacenamiento para dos días y el valor de la dotacion asignada según el uso del edificio

Diámetro de la "toma" y de la línea de llenado

Para determinar los diámetros, hay que tomar en cuenta lo siguiente

- Gasto medio diario, se calcula,

$$Q_{md} = \frac{\text{Habitanter} \times \text{Dotacion} (\text{ls} / \text{hab} / \text{día})}{96400 \text{ segundos} / \text{día}}$$

- Gasto de diseño, será el gasto medio diario multiplicado por el coeficiente de variación diaria (1.4) Q_{md} cuando va de la toma a la cisterna y se multiplica por 1.55 Q_{md} (coeficiente de variación horaria) cuando va de la toma al tinaco los coeficientes 1.4 y 1.55 fueron establecidos por la CNA en 1994 sustituyendo a los anteriores de 1.2 y 1.5
- Gasto de la "toma", se considerará igual al consumo diario probable (Q_{md}) dividido entre las horas de servicio de la red municipal, por lo que en cada caso habrá necesidad de verificar las horas de suministro, quedando

$$Q_{toma} = \frac{(Q_{md} \text{ ó } Q_{diseño}) \times 24}{\text{No horas de servicio}}$$

- Presión mínima disponible de la red municipal en el probable punto de conexión con la línea de "toma" la que se puede conocer en forma **manométrica** utilizando un manómetro como se muestra en la figura de la página 5, ó en forma

piezométrica, conectando una manguera, elevarla y observar hasta que altura llega el agua (mca), estas mediciones se pueden hacer en el propio predio o en otro predio cercano

- Diferencia de nivel entre el punto de conexión a la red municipal y el punto donde descarga o el punto de salida de la línea de llenado, en la cisterna
- Pérdidas de carga por fricción en las tuberías, válvulas, conexiones, medidor y flotador

Si no se cuenta con todos los datos anteriores, el diámetro de la toma que va a la cisterna, se puede encontrar con la expresión $A = Q_{toma} \cdot V$ y $D = \sqrt[4]{\frac{Q_{toma}}{1.486} \cdot \frac{1}{\pi} \cdot V}$; podemos considerar una velocidad entre 1 y 1.5 m/seg, (velocidad con la que normalmente se calculan las redes de distribución de agua del servicio municipal)

EJEMPLO DE CALCULO DE UNA TOMA DOMICILIARIA

Edificio de 10 departamentos con 3 recámaras cada uno, con dotación de 150 l/persona/día con cisterna y bombeo directo

Datos

- No de departamentos 10
- Recámaras por departamento 3
- Total de personas 10(3x2+1)= 70
- Dotacion 150 l/persona
- Velocidad de flujo 1 m/seg (estimada)
- Toma conectada a la cisterna
- Suministro de agua 24 horas, con probabilidad de contar unicamente con suministro de 12 horas al día

1º. Solución, para suministro de 24 horas

$$Q_{gastomediohorario} = \frac{70 \times 150}{86400} = 0.1216 \text{ l/seg}$$

$$\text{Gasto máximo diario} = 0.1216 \times 24 = 0.14592 \text{ l/seg}$$

$$A = Q/V = (0.14592 \text{ l/seg} / (1.00 \text{ m/seg})) = (0.00014592 \text{ m}^3/\text{seg}) / (1 \text{ m/seg}) = 0.0001459 \text{ m}^2$$

$$A = 0.785 \text{ d}^2$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{A}{0,785}} = \sqrt[4]{\frac{0,0001459}{0,785}} = 0,013m$$

$d = 1,3 \text{ cm} = 13 \text{ mm} \approx \frac{1}{2}''$ de diámetro

2º. Solución, para suministro de 12 horas

En el mismo ejemplo, si el suministro fuera de 12 horas al día, tendríamos

$$Q_{gr} = 0,14592 \text{ lts / seg}$$

$$Q_{oms} = \frac{0,14592 \times 24}{12} = 0,29184 \text{ lts / seg}$$

$$A = \frac{0,29184}{1,00 \times 1000} = 0,0002918m^2$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{0,0002918}{0,785}} = 0,01928m$$

$$d = 1,928 \text{ cms} = 19,28 \text{ mm} \approx 3/4''$$

Entonces es suficiente una toma de $\frac{3}{4}''$

CISTERNA

Zona de succión y recolección de sedimentos

En el lado donde se instalen las tuberías de succión se proyectará un foso para la recolección de los sedimentos que sean arrastrados a la cisterna por el agua y para darle la sumergencia adecuada a las tuberías de succión. La profundidad de este foso, a partir del fondo de la cisterna, deberá considerar 30 cm para sedimentos más 4 diámetros de la tubería de succión de mayor diámetro. Estos 4 diámetros se contarán a partir de la parte inferior de la válvula de retención en el caso de las tuberías de succión verticales, o a partir de la parte superior de la tubería de succión cuando ésta es horizontal, como es el caso de un cabezal de succión.

Si se tienen succiones verticales directas, el ancho del foso será de 0,6 metros y el largo mínimo será el requerido para todas las tuberías de succión.

Cuando la succión de las bombas es por medio de un cabezal, se tiene solamente una tubería horizontal. En este caso el foso deberá tener una área horizontal no menor de 2,0 x 2,0 metros.

La succión de la cisterna deberá estar en el lado opuesto a la ubicación de la tubería de alimentación.

Ventilación

Para la entrada del aire exterior y la salida del vapor y gases desprendidos del agua, deberán proyectarse tubos de ventilación con un diseño adecuado para evitar la entrada de insectos roedores y otros animales y, en general, de basura y materias extrañas.

Se pondrá una ventilación de 100 mm de diámetro por cada 200 metros cuadrados o fracción de área superficial. En caso de que el tanque esté dividido y de haber trabes o celdas, se podrán dejar, en ellas "pasos de aire" de 76 mm de diámetro y contiguos a la losa superior para no tener que poner una ventilación por cada depósito.

Accesos para inspección y limpieza

En el lugar más cercano al flotador, a las tuberías de succión y a los electrodos para el control de los niveles alto y bajo, deberán proyectarse registros de acceso y una escalera marina de aluminio adosada al muro.

Localización

Para la localización de las cisternas considerar lo siguiente:

- Deben estar lo más cerca posible a los equipos de bombeo.
- La cisterna de agua cruda podrá estar enterrada, semienterrada o superficial, dependiendo del tipo de suministro en la red municipal de distribución de agua.

Si la distribución municipal de agua es por bombeo, la cisterna siempre estará enterrada.

Si el suministro municipal se efectúa a partir de un tanque de distribución con la suficiente altura que garantice que siempre se tendrá carga suficiente en el punto de "toma", la cisterna podrá estar enterrada, semienterrada o superficial.

La altura máxima estará dada en función de la carga mínima en el punto de "toma" y de las recomendaciones estructurales.

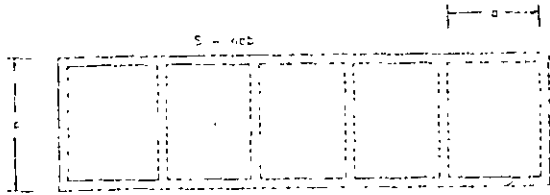
- En el caso de cisternas enterradas, se evitará el contacto con las aguas freáticas y se tratará de mantener una separación no menor de 3 metros de fosas sépticas o de albañales de aguas negras que no sea de tubería impermeable, en caso contrario, es suficiente una distancia de 0,6 metros.

Proporciones de las cisternas más económicas

Determinado el volumen que se almacenará y la profundidad del agua dentro de la cisterna, queda definida la superficie total que deben tener los compartimientos, cuyo número se fija en atención a sus dimensiones constructivas, a fin de no tener que recurrir a espesores exagerados en las losas de concreto con que se cubrirán éstos (no olvidar que

se requiere un bordo libre entre el nivel máximo del agua y la losa de cubierta)

Si la cisterna tiene (s) metros cuadrados de superficie en planta se subdivide en (n) en compartimientos siendo cada uno de (a) metros por (b) metros, en planta que



En el caso de que los (n) compartimientos formen una sola hilera, la superficie de los muros será proporcional a la altura interior de la cisterna, dimensión que se toma como fija y proporcional a la suma de las longitudes de los muros, suma que será

$$M = 2 na + (n+1) b$$

Pero como $b = S/na$

$$M = b(n+1) + 2 s/b$$

Y para que el desarrollo de los muros sea mínimo, derivamos e igualamos a cero

$$\frac{dM}{db} = (n+1) - 2 \cdot \frac{s}{b^2} = 0$$

o sea que

$$n+1 = 2 s/b^2 = na/b$$

De lo que resulta que las proporciones de cada compartimiento están en la relación

$$a/b = (n+1)/2n$$

Y por otra parte se ve que el mínimo se obtiene cuando la suma de las longitudes es igual a la de los muros transversales

$$2 na = b (n+1)$$

Según lo anterior las proporciones óptimas de cada compartimiento, en cisternas de una

sola hilera de celdas son como sigue

Total de celdas	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Proporciones de los lados	a/b	1/1	3/4	2/3	5/8	3/5	7/12	4/7	9/16	5/9	11/20

Para cisternas con dos hileras de celdas, se tiene como superficie total en planta de los (n) compartimientos

o bien

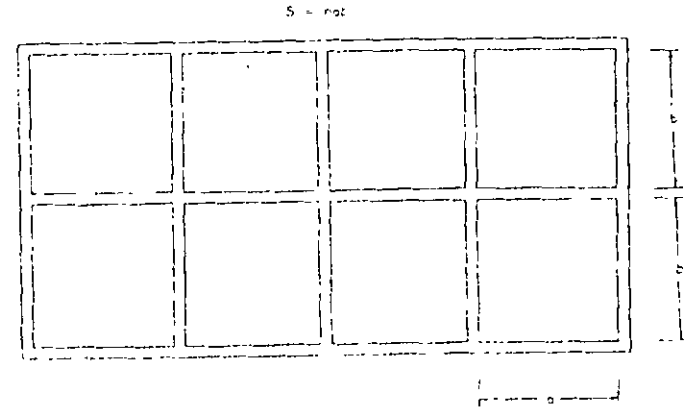
$$M = 3 na/2 + b (n+2)$$

por lo que

$$\begin{aligned} dM/db &= 3 s/2b + (n+2) = 0 \\ n+2 &= 3 na/2b \end{aligned}$$

Y también en este caso el mínimo de muros se obtiene cuando el desarrollo de los transversales es igual al de los muros longitudinales

$$2na/2 = b (n+2)$$



De acuerdo con lo anterior, las proporciones óptimas para cada compartimiento en cisternas con dos hileras de celdas son:

Total de celdas	n	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Proporciones de los lados	a b	4 3	1 1	8 9	5 6	4 5	7 9	16 21	3 4	20 27	11 15

Así, por ejemplo una cisterna de 72,000 litros, con un metro de lamina de agua y de 3 compartimientos, puede construirse con dimensiones a = 4 00 metros y b = 6 00 metros a cada compartimiento, dando un largo de 12 metros, más 4 espesores de muro, y una anchura de total de 5 metros más el grueso de 2 muros. Esta misma cisterna podría tener 10 compartimientos de a = 2 40 m por b = 3 00 m, con una longitud total de 12 metros más gruesos de muro y un ancho en total de 12 metros más 6 gruesos de muro y un ancho total de 6 metros más 3 espesores de muro.

Igualmente, una cisterna de 200 m² de planta con 10 compartimientos en dos hileras, resulta con dimensiones de 4,00 m por 5 00 en cada compartimiento, dando una longitud total de 20 metros mas 6 espesores de muro, y una anchura total de 10 metros mas el grueso de 3 muros.

En los tres ejemplos anteriores puede comprobarse que los muros longitudinales miden lo mismo que los transversales, sin tomar en cuenta los espesores.

Primer ejemplo - los muros longitudinales miden 12 m x 2 = 24 metros, en tanto los transversales suman 6m x 4 = 24 m.

Segundo ejemplo - total de muros longitudinales 3 x 5 x 2 40 = 36 metros, suma de muros transversales 2 x 3 x 6 = 36 m.

Tercer ejemplo - Muros transversales con desarrollo total de 2 x 5 x 6 = 60 metros, muros longitudinales 3 x 5 x 4 = 60 m.

Diseño práctico de cisternas

Para realizar en forma práctica el diseño de una cisterna sencilla, es necesario tener presente lo que establecen los Reglamentos y demás Disposiciones sanitarias en vigor, pues es importante evitar en lo posible la contaminación del agua almacenada, a base de una construcción "impermeable" y de establecer distancias mínimas de dicha cisterna a los linderos más próximos, a las bajadas de aguas residuales y con respecto a los albañales, además de considerar otras condiciones impuestas por las características y dimensiones del terreno disponible, del volumen de agua requerido o por otras condiciones generales o particulares en cada caso.

Si la capacidad de la cisterna es mayor de 79 m³ es conveniente dividirla en dos celdas.

Las grandes edificaciones con mas de 2,500 metros cuadrados deben tener una cisterna con una reserva para incendios que contenga 5 litros por metro cuadrado de construcción, pero nunca será menor de 20,000 litros. El almacén de esta reserva se recomienda se tenga en el fondo de la cisterna con una salida independiente al fondo, en tal forma que el agua para servicio se tomara en una salida arriba del tirante correspondiente a la reserva. También se puede construir un tanque especial para ello, o un depósito junto al del agua de servicio, con el mismo tirante y divididos por un muro.

Distancias mínimas recomendables

- a) Al lindero más próximo debe ser 1 00 m
- b) Al albañal 3 00 M
- c) A las bajadas de aguas negras 3 00 M.

Las distancias señaladas en b y c pueden reducirse hasta a 60 cms, cuando la evacuación de las mismas es mediante tubería de fierro fundido o cuando se hace con tubo de polietileno de alta densidad.

PASOS PARA EL DISEÑO DE CISTERNAS

Quando se trata de diseñar una cisterna para almacenar el volumen de agua requerido, conociendo el valor de la dotación, los litros de agua de reserva por persona, en su caso el número de recámaras y las dimensiones del terreno disponible.

Solucion

1 - De acuerdo al uso del edificio, de la tabla de "dotaciones mínimas" (inciso 2.7) se obtiene la dotación en el caso de un edificio habitacional, de acuerdo al número de recámaras se determina en forma aproximada el número de personas.

2 - Una vez determinada la dotación se calcula el volumen total de agua por almacenar, considerando además de la dotación una cantidad en litros como reserva previendo en estos casos fallas en el sistema de abastecimiento. El Reglamento de Construcciones del D.F. y algunas instituciones recomiendan construirla para una capacidad de reserva de mínima para dos días.

3 - Con los valores obtenidos y de acuerdo con las características del terreno, se diseña la cisterna definiendo sus valores en cuanto a profundidad, largo y ancho.

EJEMPLO 1

Diseñar una cisterna para una casa habitación que consta de 3 recámaras en cuyo caso se asigna una dotación de 150 litros por persona y por día además de una reserva de 150 litros por persona.

a) - Total de personas = $3 \times 2 + 1 = 7$
 b) - Volumen requerido = DOTACION TOTAL + RESERVA
 DOTACION TOTAL = $7 \times 150 = 1,050$ litros
 Volumen requerido = $1,050 + 1050 = 2.100$ litros
 $V = 2,100$ litros = $2,10$ m³

c) - Se diseña la cisterna, indicando medidas interiores y tomando en consideración piso y muros de concreto con doble armado de 20 cm de espesor, sin olvidar que para cisternas de poco volumen y como consecuencia de profundidades que no rebasen los 2.00 metros, ni sean menores de 1.60 m de la altura interior, la altura del agua debe ocupar como máximo las 3/4 partes cuando se trabaja con valores específicos

Otra solución es calcular la cisterna de acuerdo al volumen total requerido y enterrarla más, para dejar de 40 a 50 cms. De bordo libre entre el nivel del agua y la parte baja de la losa que la cubre, para la correcta operación y manejo de los controles

Como puede observarse, se dispone a lo ancho del terreno de

$$8.00 - A - B - C - \text{dos veces el ancho del muro}$$

$$= 8.00 - 1.00 - 3.00 - 1.00 - 0.40$$

$$= 2.60 \text{ m}$$

siendo

- 8.00 ancho total del terreno
- A = Distancia del albañal al lindero más próximo
- B = Distancia mínima del albañal a la cisterna
- C = Distancia de la parte exterior de la cisterna al lindero más próximo
- 0.40 = espacio total ocupado por los dos muros de concreto con doble armado

Considerando que no se tiene problema con la dureza del terreno ni con los niveles freáticos y tomando en cuenta el reducido volumen requerido se dará para este caso un valor a la altura total interior de la cisterna de $H = 1.60$ m

$$\text{Si } H = 1.60 \text{ m } \quad h = \frac{3}{4} H = \frac{3}{4} (1.60) = 1.20 \text{ m}$$

Conociendo el volumen requerido $V = 2.10$ m³ y la altura máxima del agua dentro de la cisterna $h = 1.20$ m, al dividir el volumen V entre la altura h , se obtiene el área de la base de la cisterna, es decir,

$$A = \frac{V}{h} = \frac{2.10 \text{ m}^3}{1.20 \text{ m}} = 1.75 \text{ m}^2$$

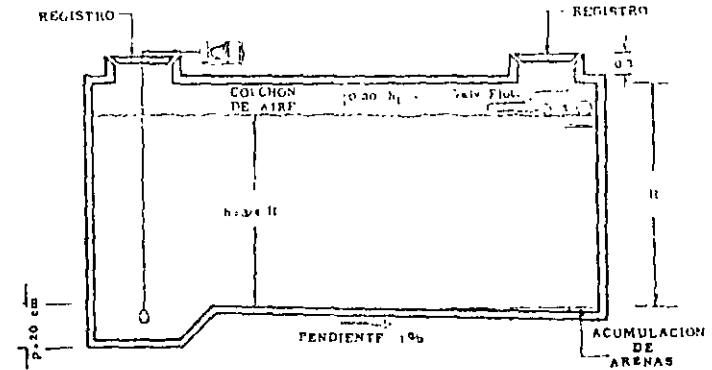


Fig. 3.4 Características básicas de una cisterna

Si se tratara de una cisterna con base cuadrada, para calcular el valor de sus lados bastaría con sacarle raíz cuadrada al valor del área, en virtud de que $A = \text{Lado} \times \text{lado} = \text{Lado al cuadrado} = L^2$

Como en este caso se desea una cisterna con base rectangular, para facilitar el cálculo puede asignarse al ancho $a = 1.00$ m se tiene

$$\text{Area} = \text{ancho} \times \text{largo} = a \times b$$

$$A = a \times b$$

Como "A" y "a" son valores conocidos se calcula el largo que debe tener la base de la cisterna

$$A = a \times b \text{ en consecuencia}$$

$$b = \frac{A}{a} = \frac{1.75}{1.00} = 1.75 \text{ m}$$

Por tratarse de una cisterna pequeña no se considera el cárcamo

EJEMPLO 2

Diseñar una cisterna para el abastecimiento de agua fría a un edificio de departamentos, que consta de 10 departamentos de 3 (tres) recamaras cada uno, considerando una dotación de 150 litros por persona y por día, y una reserva de 100 litros por persona

Solución

No de departamentos = 10
 Recámaras por departamento = 3
 No de personas por departamento = 3 x 2 + 1 = 7
 Total de personas = 7 x 10 = 70
 Dotación asignada = 150 litros por persona por día
 Reserva = 100 litros por persona
 Total por persona = 250 litros
 Volumen de agua por almacenar = V
 V = 250 x 70 = 17,500 litros = 17.5 m³

Con los datos obtenidos, se procede a diseñar la cisterna aplicando el criterio anterior en cuanto a la altura total interior de la cisterna (H) y a que h (altura al nivel libre del agua) debe ser 3/4 de H, o bien, se calcula el volumen total, dejando una altura libre entre el nivel libre del líquido y la parte baja de la losa entre 40 y 50 cm, para no ahogar los dispositivos de control

NOTA - Todas las esquinas interiores de las cisternas, deben ser redondeadas para evitar la fácil formación de colonias de bacterias y para una mejor limpieza

EJEMPLO 3

Diseñar una cisterna para un condominio, protegido con sistema contra incendio

Datos

Planta baja y 6 niveles

2 Departamentos en planta baja y por cada nivel
 3 Recámaras por departamento
 Dotación = 150 litros/ persona /día
 Sistema Entrega agua las 24 hrs
 Hidrantes Trabajan 2 durante 90 min

Solución

No de departamentos = 7 x 2 = 14
 No de personas/depto = 3 x 2 + 1 = 7
 No. total de personas = 14 x 7 = 98

Volumen mínimo requerido por día
 = 150 x 98 = 14,700 litros
 Gasto medio = Q medio

$$Q_{medio} = \frac{\text{Volumen mínimo requerido día}}{\text{No de segundos día}}$$

$$Q_{medio} = \frac{14,700}{24 \times 60 \times 60} = \frac{14,700}{86,400} = 0.17 \text{ litros/seg}$$

Gasto máximo diario

$$Q_{m\acute{a}x \text{ diario}} = Q_{medio} \times 1.4$$

$$Q_{m\acute{a}x \text{ diario}} = 0.17 \times 1.4 = 0.238 \text{ litros/seg}$$

Siendo 1.4 el coeficiente de variación diaria, el cual afecta al gasto medio, porque se ha demostrado que de acuerdo a las estaciones del año, se tienen variaciones notables en el gasto máximo diario, con un valor promedio de 1.4

El mayor consumo de agua en forma general, se considera de las 6:00 a las 9:00 de las 13:00 a las 16:00 y de las 18:00 a las 21:00 horas

Consumo máximo promedio/día

$$\text{Cons. máx. prom /día} = Q_{m\acute{a}x \text{ horario}} \times \text{No. de seg /día}$$

$$\text{Cons. máx. prom /día} = 0.238 \times 86,400 = 20,563 \text{ lts}$$

La reserva del consumo diario previendo fallas en el sistema de abastecimiento y considerando que se va a contar con un sistema contra incendio, se estima debe ser como mínimo del 50% del consumo máximo promedio por día

Consumo máximo pro /día + Reserva

$$= 20,563 + 10,281 = 30,844 \text{ litros}$$

VOLUMEN MÍNIMO REQUERIDO PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIO

Se considera que como mínimo DOS mangueras de 38 mm de diámetro deben funcionar en forma simultánea y que cada una tiene un gasto Q = 140 litros/minuto

Gasto Total de las DOS mangueras

$$QT \times 2 \text{ h} = 140 \times 2 = 280 \text{ litros/min}$$

Tiempo mínimo probable que deben trabajar las DOS mangueras, en tanto se dispone del servicio de bomberos = 90 minutos

Gasto total del sistema contra incendio = QTSI

$$QTSI = 280 \text{ litros/min} \times 90 \text{ min}$$

$$QTSI = 25,200 \text{ litros}$$

Sumando el consumo máximo promedio, más el 50% de esta cantidad para reserva, más el volumen requerido para el sistema contra incendio, se obtiene la Capacidad Util de la Cisterna

Capacidad Util de la Cisterna

$$\text{Cap Util Cist} = 20,563 + 10,281 + 25,200$$

$$\text{Cap Util Cist} = 56,044 \text{ litros} = 56 \text{ m}^3$$

También se pueden construir dos tanques de 30 m³ y de 26 m³

EJEMPLO 4

Diseño de la cisterna en un hotel

DATOS:

-SUPERFICIE - 6000 M²

-CUARTOS - 150

-DOTACION 300 lts/huesped/dia

-TIEMPO DE SERVICIO 12 HORAS

- INCENDIO

- 2 Horas hidrante = 120 minutos
- 5 l/m² de superficie (mínimo 20 m³)

SOLUCION

$$\text{HUESPEDES} - 150 \times 2 \times 300 \text{ lts} = 90,000 \text{ lts/día}$$

$$\text{AIRE ACONDICIONADO (dato)} = 50,000 \text{ lts}$$

$$\text{dotación diaria total} = 140,000 \text{ lts/día}$$

$$Q = \frac{140,000}{86,400} = 1.62 \text{ lts seg.}$$

$$\text{cisterna para tres días} = 420 \text{ m}^3$$

$$+ \text{ incendio } 5 \text{ lts/m}^2 \text{ superficie (mínimo } 20 \text{ m}^3) 6000 \times 5 = 30 \text{ m}^3$$

$$\text{capacidad total} = 450 \text{ m}^3$$

Otra solución:

LA ASOCIACION MEXICANA DE INSTITUCIONES DE SEGUROS (AMIS) ESTABLECE CAPACIDAD MINIMA PARA 2 HIDRANTES TRABAJANDO MINIMO 2 HORAS

$$140 \text{ lts/m} \times 60 \text{ min} \times 2 \text{ hrs} \times 2 \text{ hidrantes} = 336 \text{ m}^3$$

uso	420
incendio	336
	453.6 m ³

SE HARAN DOS CAMARAS DE 230 m³

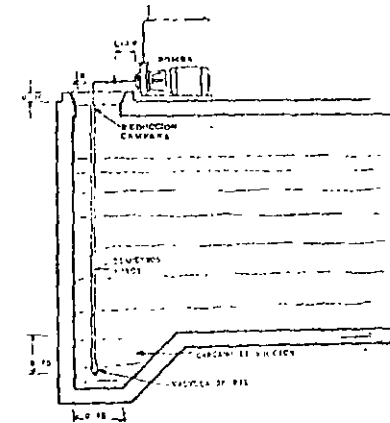


Fig. 3.5 Características constructivas de una cisterna (a)

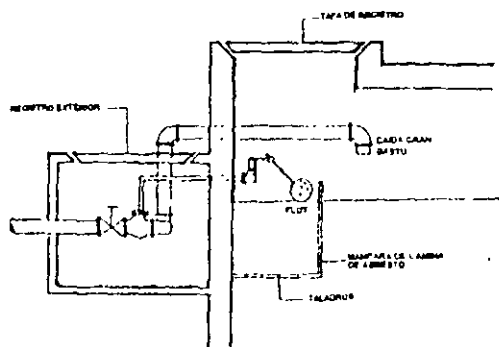


Fig. 3.5 Características constructivas de una cisterna (b)

3.5 DUCTOS Y SOPORTES PARA INSTALACIONES

Ducto es el espacio destinado para colocar las tuberías de todo tipo de instalaciones. Es muy importante que durante el proyecto del edificio trabajen en conjunto, además del proyectista del mismo, los proyectistas de las instalaciones, con el fin de que se determine la ubicación y dimensiones de los ductos verticales, las tuberías horizontales, así como los soportes apoyados en las losas, traveses y de las zanjas a nivel de piso.

Los soportes y perchas son importantes para que todas las tuberías de agua a presión (fría y caliente), drenaje y ventilación, estén sujetas debidamente durante su recorrido. La necesidad de cuidar la pendiente adecuada y para evitar que se cuelguen o pandeen, así como las obstrucciones en las tuberías es de suma importancia si el sistema debe trabajar en forma adecuada sin un mantenimiento excesivo o innecesario.

Las tuberías que se instalan sobre el piso, necesitan estar cuidadosamente sujetas. Normalmente las perchas deben estar siempre soportadas o ancladas a la estructura del edificio, no deben aceptarse tuberías ni perchas apoyadas en otros tubos, ductos u otros servicios similares, no importa que esto se considere conveniente.

HORIZONTALES

Los horizontales en caso de estar entre el plafón y la losa, deberá contar con un soporte, generalmente "colgante" de la losa, en caso de estar en la planta baja se construirá una zanja impermeable de mampostería o de concreto que permita la colocación de los ductos con su debida separación, como estos ductos deben estar visibles, en la parte de arriba de

la zanja o canal se colocará una rejilla de material resistente al paso de personas, de maquinaria o equipo según sea el caso, además la zanja deberá tener una pendiente y la instalación requerida para su desagüe.

VERTICALES

Deben tener un ancho mínimo de 60 centímetros mientras que el largo dependerá del número y tipo de ductos que se coloquen, el largo se recomienda de 1 a 2.5 metros, estas dimensiones permiten que el personal pueda inspeccionarlos y manejar las herramientas y el equipo necesarios para hacer las reparaciones que se requieran, por eso en cada nivel debe tener un piso de rejilla o puente metálico, al que se pueda acceder a través de una puerta. Con objeto de comunicar cada piso a través de estos ductos es conveniente instalar escaleras marinas.

PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS DUCTOS

- 1 No permitir que las instalaciones pasen por lugares inadecuados y tenerlos aislados o separados de circulaciones y áreas que no permitirían su reparación sin causar molestias.
- 2 Conocer los tipos de fluidos que se transportan identificándolos con los colores que establece el "Código de Identificación de Fluidos en Tuberías".
- 3 Revisar tuberías y detectar los problemas, así como facilitar su arreglo.
- 4 Cambiar tuberías cuando se requiera.
- 5 Localización de válvulas, switches y otras instalaciones de control.
- 6 Evitar que las fugas que se puedan presentar, se propaguen y deterioren los muros o pongan en riesgo la estructura, además de la vida y la salud de los ocupantes del edificio.

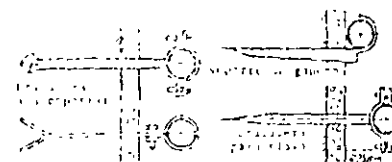


Fig. 3.6 Accesorios para la fijación de las tuberías (a)

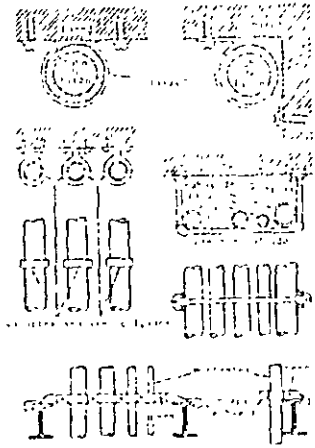


Fig 36 Accesorios para la fijación de las tuberías (b)

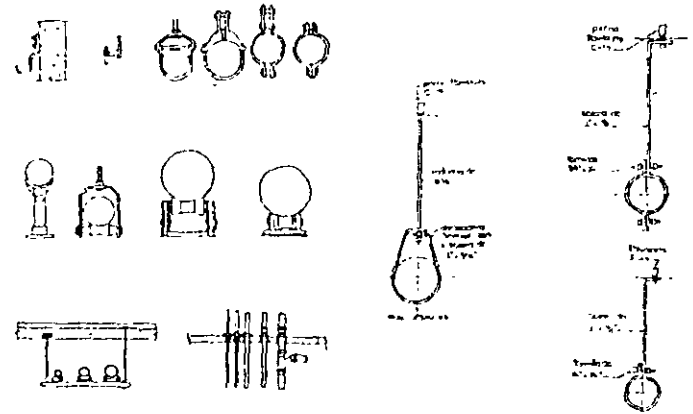


Fig 38 Soportes

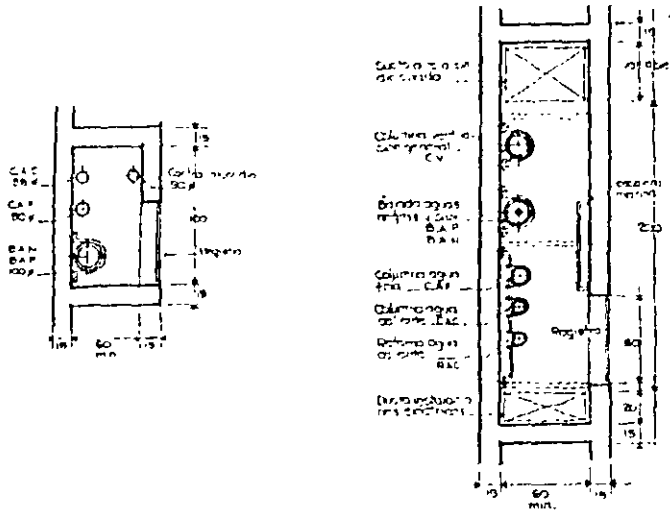


Fig 37 Ductos

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

CAPITULO 4 DISTRIBUCION DE AGUA FRIA

- 4.1 GENERALIDADES
- 4.2 SISTEMAS DE ALIMENTACION
- 4.3 VELOCIDADES
- 4.4 SELECCIÓN DE DIAMETROS
- 4.5 GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCIÓN
- 4.6 DIAMETROS Y CARGAS DE TRABAJO
- 4.7 PERDIDAS POR FRICCIÓN
- 4.8 DISEÑO DE LA RED DE AGUA FRIA
- 4.9 CONEXIONES CRUZADAS Y RETROSIFONAJE
- 4.10 MATERIALES DE LAS INSTALACIONES
- 4.11 CONTROL Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES
- 4.12 EJEMPLOS DE DISEÑO DE REDES

4.1 GENERALIDADES

El diseño de las instalaciones hidráulicas (redes de agua fría y agua caliente) se basa en el consumo y el funcionamiento simultáneo de varios muebles para la determinación de los diámetros de cada tramo de tubería

COMPONENTES DE UNA INSTALACION HIDRÁULICA

RED DE DISTRIBUCIÓN. Es el conjunto de tubos destinados a conducir el caudal de agua necesario y con la presión adecuada a cada artefacto del edificio que para su diseño debe concebirse como un todo, incluye además las piezas especiales (codocs, tees, etc.) y válvulas

ACOMETIDA. Es el ramal que une la tubería de la red pública con la instalación de agua del edificio

DISTRIBUIDORES. Tubos principales horizontales, de alimentación, inician al final de la acometida, se localizan en el sótano o en la azotea de los edificios, se dividen en 1° Ramificado (peine) y 2° Anillo (red cerrada)

CONDUCCIONES. 1° Columnas, tubos verticales por las que sube el agua (montante) o baja (bajante), inician en los distribuidores 2° Derivaciones o ramales, tubos horizontales que se inician en las columnas en cada piso, llevando el agua a cada mueble sanitario

UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRIA comprende el equipo de bombeo con tanque de presión y compresora o equipo de bombeo con tanque elevado y la red de tuberías de distribución necesarias para alimentar, con el gasto y presión requeridos, a todos los muebles y artefactos que requieran este servicio

Cuando la presión de que se dispone en la red pública de abastecimiento de agua no es suficiente para que esta llegue a los muebles sanitarios más elevados venciendo la gravedad y las resistencias, se debe proyectar un tanque elevado con altura suficiente para que puedan contar con la presión requerida. Los tanques pueden hallarse en el interior o en el exterior del edificio y es necesario servirse de alguna clase de bombas para llenarlos

La presión mínima en las tuberías de agua para asegurar un buen servicio doméstico en casas de cinco a seis plantas ha de ser de 2 a 3 kg/cm², muchas instalaciones públicas y suministros particulares con tanque elevado o neumático se proyectan para estas presiones. Cuando se trata de establecimientos comerciales o industriales suele exigirse 4.50 kg/cm². En muchos edificios es necesario instalar bombas, ya sea por razón de la altura del inmueble o por el uso a que se destina

Esta prohibido empalmar las bombas directamente a la red, porque la presión se reduciría de una manera intermitente, se afecta el caudal disponible en las instalaciones vecinas y

pueden provocarse golpes de ariete en la red pública por ello debe instalarse una cisterna en los bajos del edificio que se llenará con el caudal de la red de ahí las bombas toman el agua ya sea para elevarla hasta los depósitos, en lo alto del edificio o para dar la presión requerida utilizando el sistema hidroneumático con el que se bombea en forma directa a la red de servicio de agua

PROYECTO GENERAL

El proyecto del suministro de agua de un edificio comprende primero la determinación de la cantidad total de agua necesaria para alimentación, servicios sanitarios, jardines, estacionamientos, lavandería, calefacción, aire acondicionado y protección contra incendios. Una vez determinada esta cifra global se determina la capacidad de los tanques, los diámetros de las tuberías y las capacidades de las bombas necesarias para distribuir el agua entre los distintos servicios en las cantidades requeridas y a las presiones que se deseen. Para edificios bajos y relativamente pequeños el proyecto de suministro de agua es sencillo, pero para edificios elevados con muchos ocupantes, se requiere un estudio cuidadoso para conseguir un servicio eficiente con economía de tuberías y de consumo de agua

4.2 SISTEMAS DE ALIMENTACION

Existen dos tipos de sistemas de alimentación a la red del edificio, el primero cuando el agua de la red llega al edificio con suficiente presión o se diseña el tramo directamente a sus instalaciones mediante tanque hidroneumático o bombeo programado y el segundo cuando el agua de la red municipal no trae presión y es necesario bombearla a un depósito elevado (tinaco) para de ahí por gravedad distribuirlo a las instalaciones

ALIMENTACIÓN DIRECTA

La alimentación directa se emplea en construcciones de poca altura cuando la presión de la red municipal es suficiente para asegurar la presión deseada en la toma más alta, tomando en cuenta las pérdidas por fricción. Las derivaciones se toman de la misma red de distribución en la base del edificio y las columnas la llevan directamente a los ramales correspondientes y a artefactos. Este sistema también se aplica en conjuntos habitacionales cuando se emplean tanques elevados instalados fuera de los edificios, dando la presión requerida y en forma constante, también cuando en las instalaciones se controla la presión del agua mediante un sistema de tanque hidroneumático o de bombeo programado

Para determinar el diámetro de un montante o columna de alimentación directa se debe tener en cuenta su longitud, y la de los ramales que de él se derivan a los distintos muebles o artefactos, así como la presión que se desee mantener en el mueble más alejado. Considerando la presión requerida para la instalación (elevación más presión requerida en el mueble crítico) debe agregarse la presión para vencer la resistencia de fricción y la de paso por codos, tees y válvulas, además considerando el caudal de agua

en litros por segundo que requiere cada sección de la conducción, nos permite encontrar el diámetro de tubo conveniente para cada sección

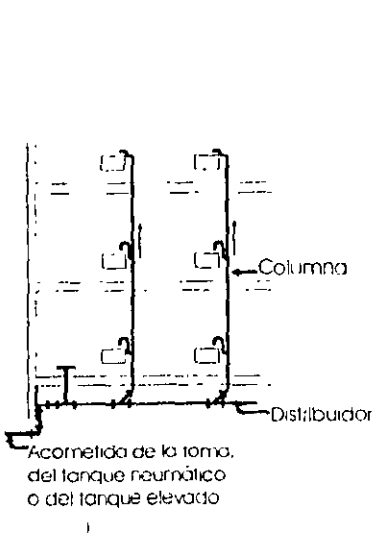
ALIMENTACIÓN INDIRECTA

El sistema de alimentación por gravedad o indirecta consiste en instalar una red de conductos que se inicia en un tanque elevado (tinaco) instalado arriba del edificio, continúa por los distribuidores, de ahí a una o más columnas para llevar el agua a los ramales hasta los muebles o artefactos. El tanque se puede llenar por medio de bombeo o directamente desde la red de abastecimiento cuando esta tiene presión suficiente las 24 horas, o solo durante la noche pero es débil durante el día. La altura del tinaco debe ser tal, que pueda alimentar las tomas más elevadas del edificio en forma adecuada

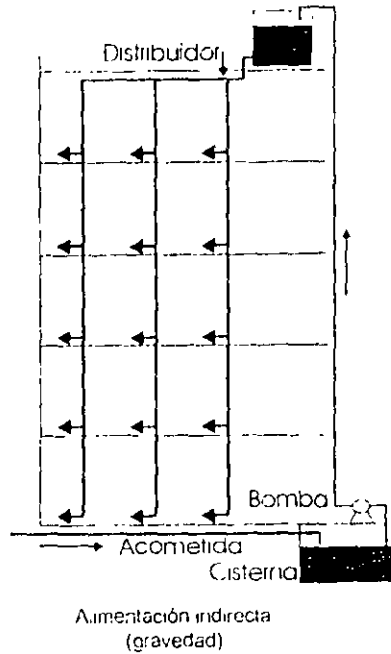
Considerando que este sistema comprende por lo común un tanque elevado, el primer requisito es colocar el tanque en un punto a suficiente altura para que las tomas más altas tengan la presión requerida. Por razones arquitectónicas y estructurales en ocasiones no es posible obtener una altura suficiente para conseguir la presión de 1 kg/cm² en el mueble más alto del último piso, por ello se aceptan presiones más bajas en dicho piso aun cuando puedan mantenerse presiones más elevadas en los pisos inferiores. Las válvulas de descarga (fluxómetros) de los W.C. y de los mingitorios requieren una presión mínima de 0.7 kg/cm². Pero los tanques de W.C. funcionan con sólo 0.20 kg/cm². Por consiguiente se utilizan estos muebles con tanque o depósito en los pisos más altos y con fluxómetro en los pisos más bajos. Cuando los edificios son muy altos están subdivididos en zonas, cada sección se diseña por separado, empezando por el extremo inferior de las bajadas

Ventajas de los sistemas

Sistema directo	Sistema indirecto
1. Monos tubería y una cisterna más pequeña o ausencia de ésta, lo que facilita y hace menos costosa la instalación	1. Una cisterna de almacenamiento de gran capacidad constituye una reserva de agua durante la interrupción del suministro
2. Se dispone de agua potable en todos los puntos de descarga	2. Se reduce la presión del agua en los grifos abastecidos por el tinaco, lo que minimiza el desgaste y el ruido en los mismos
3. Una cisterna más pequeña que puede colocarse abajo de la techumbre	3. Se evita que los aparatos e instalaciones que reciben agua del tinaco, produzcan contaminación del agua potable por contrasifonaje
4. En sistemas sin cisterna no hay riesgo de contaminar el agua desde esa fuente	4. Menor demanda sobre la tubería principal



Alimentación directa (presión)



Alimentación indirecta (gravedad)

DISTRIBUCIÓN POR ZONAS

Cuando el suministro de agua de los edificios muy elevados se toma como una sola unidad, las capacidades necesarias para los tanques, bombas y canalizaciones resultan excesivas y dan lugar a presiones exageradas en la parte baja del sistema de alimentación por gravedad, es costumbre en tales casos dividir la altura total del edificio en zonas o fajas horizontales y proyectar los servicios de agua fría y de agua caliente en forma separada para cada una. Con excepción de las bombas que se hallan en la planta inferior del edificio, cada zona está abastecida en forma independiente por su propio sistema de tubería de alimentación, bajantes, depósitos y calentadores de agua. Se deben prever plafones para cubrir las entradas de las tuberías de alimentación del abastecimiento de agua.

La determinación del número de zonas se hace por consideraciones económicas, teniendo en cuenta que al incrementar las zonas se aumenta el número de tanques y de bombas y la longitud de las conducciones pero decrecen sus capacidades y la presión en los tubos de alimentación, además se requieren muchos plafones suspendidos y armazones

pesados, perdiéndose en algunos pisos un espacio aprovechable para el uso al que será destinado el edificio (viviendas, oficinas, etc.) Se considera que las zonas deben comprender de 10 a 20 plantas como solución más práctica, y los diámetros y presiones son los que resultan de alturas en zonas no mayores de 65 metros. Es necesario llevar a cabo un estudio de los costos para tomar la mejor decisión.

4.3 VELOCIDADES

LÍNEA PRINCIPAL

Para no tener pérdidas de carga excesivas en la línea principal debido a la fricción, cuando se determina la carga total de bombeo, se recomienda que las velocidades de flujo estén lo más cercanas posible a las que producen una pérdida de carga del 8 al 10%. La velocidad máxima será de 2.5 m/s para diámetro de 64 mm o mayores.

LÍNEAS SECUNDARIAS Y RAMALES

Siempre que sea posible se recomienda que las velocidades de flujo estén lo más próximo a las que se mencionan a continuación.

DIAMETRO NOMINAL mm	VELOCIDAD RECOMENDADA m/s
13	0.9
19	1.3
25	1.6
32	2.15
38 o mayor	2.5

VELOCIDADES MINIMA Y MAXIMA

En cualquier caso, la velocidad mínima será de 0.7 metros por segundo y la máxima de 2.5 metros por segundo.

Un consejo práctico es saber que las velocidades cercanas a 1 m/seg se pueden considerar como promedio y con esa base determinar el gasto que puede llevar una tubería, que es igual al cuadrado del diámetro en pulgadas, por ejemplo en tubo de 3" puede llevar un gasto de $3 \times 3 = 9$ l/seg a una velocidad de 1.25 m/seg aproximadamente.

4.4 SELECCIÓN DE DIAMETROS

SISTEMAS POR GRAVEDAD.

En estos sistemas lo importante es determinar el mueble que origine la mínima pendiente de pérdida de carga permisible, la cual se obtiene dividiendo la carga disponible para

perder por fricción entre la longitud total equivalente de la tubería hasta el punto de alimentación considerado (ver figura 4.7)

Con esta pendiente y tomando en cuenta las velocidades recomendadas, seleccione los diámetros de esta línea, que será la línea principal, de tal forma que la suma de las pérdidas de carga por fricción sea igual o menor que la carga disponible para perder por este concepto

Es de hacerse notar que en donde se tienen suministros de agua fría y de agua caliente, esta línea principal generalmente consiste de tramos de ambos sistemas y que hay que seleccionar primero los diámetros de la red de agua caliente, por ser los más desfavorables, para después calcular los diámetros de la red de agua fría tratando que las presiones disponibles en cada mueble con estos dos servicios sean sensiblemente iguales, especialmente en el caso de regaderas

SISTEMAS POR BOMBEO

En estos sistemas, la selección de los diámetros de ramales y columnas se hará exclusivamente con base en la velocidad, tomando en cuenta los valores recomendados para no tener pérdidas por fricción excesivas, ya que no deben tenerse pérdidas mayores del 10% en ningún tramo

4.5 GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCIÓN

Existen diversos métodos empíricos y probabilísticos, para calcular los gastos en la red de distribución de agua fría y caliente, algunos de los cuales se muestran en el capítulo 11. A partir del gasto calculado se determinan los diámetros, velocidades y pérdidas de carga por fricción mediante las gráficas anexas, cuyo uso depende del material de la tubería (cobre, hierro, etc.)

En México los gastos de los diferentes tramos de una red de distribución de agua fría o de agua caliente para muebles sanitarios se calcula generalmente con base en el método de Unidades-Mueble (U.M.), también llamado de Hunter, que resultó de un estudio realizado considerando posibilidades de uso de un mueble, el tiempo de descarga y el tiempo entre dos usos consecutivos así como la simultaneidad con otros muebles, la unidad corresponde a un lavabo de uso privado y equivale actualmente a 10 lts/min, los valores de la U.M. para cada tipo de mueble se anexan en este capítulo

Se anexa tabla de cálculo para el diseño de redes de agua fría y caliente, en el inciso 4.12 se presentan ejemplos de diseño para los dos tipos de sistema de alimentación (directa e indirecta) utilizando ésta tabla de cálculo

NUEVOS VALORES DE UNIDADES-MUEBLE (U.M.) PARA MUEBLES SANITARIOS

Debido a que en la actualidad el consumo máximo por descarga se ha reducido de 18

litros a 6 litros para inodoros, y a 4 litros para mingitorios, los demás muebles sanitarios deben tener dispositivos para que no proporcionen más de 10 litros por minuto, por ello se han modificado los valores en Unidades-Mueble que se usaban para el cálculo de gastos

Estos nuevos valores de Unidades-Mueble para los muebles sanitarios constituyen un cambio radical con respecto a los valores tradicionalmente usados y tienen como resultado disminución de gastos y, por consecuencia, de diámetros

En las tablas 4.2 se presentan los valores anteriores (en desuso) y en las tablas 4.3 y 4.4 se indican los nuevos valores en Unidades-Mueble de los muebles y equipos sanitarios

CÁLCULO DE LAS UNIDADES-MUEBLE DE LOS DIFERENTES TRAMOS

Para el cálculo de las Unidades-Mueble correspondiente a cada uno de los diferentes tramos de una red de distribución sume las Unidades-Mueble de los muebles y equipos a los que da servicio el tramo, con la única salvedad de que al ir acumulando las Unidades-Mueble el último inodoro del último tramo de cualquier línea vale 10 U.M., independientemente de su valor dado por las tablas, y a partir del segundo tramo ya todos los muebles involucrados tendrán el valor dado por las tablas

DETERMINACIÓN DE GASTOS

Los gastos de los diferentes tramos de las redes de distribución de agua fría o de agua caliente a muebles sanitarios se determinarán con base al cuadro 4.5 GASTOS EN FUNCIÓN DE UNIDADES MUEBLE

Cuando el tramo al que se le va a determinar su gasto alimenta exclusivamente a muebles sin fluxómetro, se usará la columna "sin fluxómetro", pero en caso de que el tramo alimenta a uno o varios muebles con fluxómetro su gasto se determinará usando la columna "con fluxómetro"

4.6 DIÁMETROS Y CARGAS DE TRABAJO MÍNIMAS

Para el diseño de la red es necesario conocer los diámetros mínimos con los que se deben alimentar los muebles sanitarios así como las cargas de trabajo mínimas que se deben considerar para su adecuada operación

Considerando lo anterior, es importante tomar en cuenta en el caso de tener un inodoro con fluxómetro ubicado en el último tramo de un ramal independientemente que el servicio sea público o privado, a dicho mueble debe de considerársele el valor de 10 unidades mueble (recomendación del IMSS) y por lo tanto no se podrá calcular éste tramo con un diámetro menor de 32 mm que es el diámetro del mueble, esto repercute en el cálculo de la pérdida de carga del tramo (10 UM = 1.7 l/seg en la gráfica correspondiente a cobre se encuentra $h_f = 18 \text{ m} \times 100 \text{ m}$), que no representa mayor problema para la acumulación de pérdidas de carga

En el cuadro 4.1 se tienen los datos de diámetros y cargas mínimas para diferentes muebles

4.1 DIÁMETROS Y CARGAS DE TRABAJO MINIMAS REQUERIDAS EN MUEBLES Y EQUIPOS USUALES

MUEBLE O EQUIPO	DIÁMETROS (mm) ...ARIAS GENERALES...	CARGA DE TRABAJO (kg)
Arera	13	3
Desbordador de agua	13	5
Inodoro (buzinete)	32	15
Inodoro (tanque)	12	3
Lavabo	13	3
Lavabo de sirvientes	13	5
Lavadero	13	3
Lavavajillas	32	10
Lavadora de guardas	12	3
Mesa de afeitado	13	5
Minorador (buzinete)	25	10
Minorador (línea de resorte)	13	5
Regadera	13	10
Revolador automático	13	21-32*
Revolador manual	13	3
Salida para negro con maniguera	19	12
Unidad dental	12	5
Ventilador de asco	12	3
Ventilador en mesa de trabajo	13	3
COCINAS		
Cafetera	12	3
Cocedor en rollos	13	5
Fritador de huevo	13	3
Fregadero (con mezcladora)	13	3
Fuente de agua	12	3
Lavadora de loza	13	1.1
Mesa fría o mesa caliente	12	5
Mezcladora en zona de comidas	13	5
Sube calentador	17	14
Tirador de desperdicio	19	5
HIDROTERAPIA		
Tanque de recirculo de brazos	12	21-32*
Tanque de recirculo de piernas	19	21-32*
Tanque Hubbard	25	21-32*

* Equipadas con válvula mezcladora automática. Verificar con la guía mecánica del fabricante la carga de trabajo y consultar con el IMSS

4.7 CONSIDERACIONES GENERALES PARA PERDIDAS POR FRICCION

La pérdida de carga total por fricción en una línea de tuberías es la suma de las pérdidas en las tuberías, mas las pérdidas en conexiones, válvulas y accesorios

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

Los nomogramas y tablas de pérdidas de carga por fricción en tuberías que conducen

agua a presión (gráficas 4.2, 4.3 y 4.4), fueron calculadas usando la fórmula de Darcy Weisbach que es

$$h_f = f \frac{l \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

en la que

h_f = Pérdida de carga de fricción, en metros de columna del fluido

f = Factor de fricción, sin dimensiones, que dependen de la rugosidad de la pared interior del tubo, del diámetro interior del tubo, de la velocidad promedio de flujo y de la viscosidad del fluido

l = Longitud del tubo, en metros

V = Velocidad promedio de flujo, en metros segundo

g = Aceleración de la gravedad, considerada constante e igual a 9.80665 metros/segundo/segundo (m/seg²)

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

Existen dos métodos para calcular estas pérdidas el de la carga de velocidad y el de la longitud equivalente

a) En función de la Carga de Velocidad

Esta forma de cálculo es la más precisa y está dada por la expresión:

$$h = K \frac{V^2}{2g}$$

en la que

h = Pérdida de carga en la conexión o válvula en metros de columna de agua

V = Velocidad media de flujo en metros/segundo, en una tubería de diámetro igual al de la válvula o conexión

g = Aceleración de la gravedad y que para propósitos prácticos se considera constante e igual a 9.80665 metros/seg²

K = Coeficiente de fricción de la conexión o válvula sin dimensiones, y que depende de su tipo y de su diámetro

b) En Función de la Longitud Equivalente

En este método se considera que la conexión o válvula produce una pérdida de carga igual a la que se tuviera en una determinada longitud de tubo del mismo diámetro, por lo que equivale a sustituir esas conexiones o válvulas por longitudes adicionales de tubo. En este caso, la longitud total equivalente que se debe usar para el cálculo es

$$L = L_m + L_e$$

en la que,

L = Longitud total equivalente, en metros

L_m = Longitud medida o longitud real del tramo en estudio, en metros

L_e = Longitud equivalente de las conexiones y válvulas, en metros

Para el cálculo de los datos presentados en los cuadros 4.6 al 4.8 se consideró que la pérdida de carga por fricción en una conexión o válvula es igual a la producida en una tubería de longitud "L_e" en condiciones iguales de gasto y diámetro, o sea

$$h = K \frac{V^2}{2g} = h_f \times L_e$$

en la que

h = Pérdida de carga por fricción, en metros de columna de agua

h_f = Pérdida de carga por fricción en la tubería, en metros de columna de agua por metro de tubo

L_e = Longitud equivalente de la conexión o válvula, en metros

Despejando a "L_e" de la expresión anterior nos queda $L_e = K \frac{V^2}{h_f \cdot 2g}$

Los valores, en longitudes equivalentes para los diámetros comerciales, se utilizan en los cálculos de las redes intradomiciliarias (ver plantilla de cálculo)

4.8 DISEÑO DE LA RED DE AGUA FRIA

Existen diferentes métodos para determinar los gastos en la red. En todos ellos se considera el gasto requerido por los aparatos y muebles así como la simultaneidad de su uso, la que se reduce conforme aumenta su número, algunos métodos consideran un porcentaje del gasto total. El método de HUNTER utiliza "unidades mueble" (UM) cuya unidad es el lavabo, donde ya se tiene considerado la simultaneidad, al final de este capítulo se presentan tablas en donde se encuentra la equivalencia de las unidades mueble (UM) con los gastos en lts/seg. los detalles de este método se pueden ver en el Capítulo 11 Anexos

1. Ubicar el lugar y el trazo de la toma domiciliaria, además calcular el diámetro de la misma
2. Ubicar y calcular, en su caso, la cisterna y la línea de bombeo, así como las tuberías que las unen. En el caso de servicio por gravedad se deberá calcular el depósito elevado y su tubería de alimentación
3. Localizar en el plano (planta) los muebles sanitarios y equipos que requieren agua, es conveniente pintarlos de color rojo
4. Ubicar las "columnas" poniéndoles letras o números y las longitudes correspondientes en metros a los tramos de cada piso, hacer lo mismo con los distribuidores, o sea las tuberías que unen la bomba o el tinaco, (según sea el caso) con las columnas
5. Trazar los "ramales", indicando las longitudes en metros y poniendo letras o números en cada tramo. Los tramos se trazan de mueble a mueble, de grupo de muebles iguales a otro grupo diferente de muebles o a otro mueble diferente, el último tramo se traza del último mueble o grupo de muebles hasta la columna que lo alimenta
6. Para el método de "unidades mueble", utilizar la plantilla o tabla de cálculo para redes intradomiciliarias de agua potable anexa, donde se tabulan los pasos (del 7 al 14)
7. Determinar las "unidades mueble" en cada tramo del "ramal" y las correspondientes al último tramo del "ramal", las que servirán para el diseño de las columnas
8. Buscar en las tablas y en las gráficas los gastos, diámetros, velocidades y pérdidas de carga para cada tramo del "ramal" y de la "columna"
9. Localizar e indicar las piezas especiales en los "tramos" y con las tablas determinar sus "longitudes equivalentes"

- 10 Encontrar la "longitud equivalente total" en cada tramo, (se obtiene sumando a la longitud medida la suma de las longitudes equivalentes)
- 11 Encontrar las perdidas de fricción por cien metros (h_f') utilizando las graficas correspondientes al material de la tubería utilizada (acero, fierro galvanizado, cobre o plástico)
- 12 Encontrar la pérdida (h_f) real del tramo con la siguiente expresión,

$$h_f = \frac{\text{longitud equivalente del tramo} \times h_f'}{100}$$

Para fines prácticos, en el diseño de grandes instalaciones se puede simplificar el cálculo de h_f de las piezas especiales, considerando que se pierde aproximadamente un 10% por este concepto, entonces se encuentra la pérdida total en el tramo al multiplicar por 1.10 la pérdida h_f del tramo que se está analizando, evitando calcular las pérdidas pieza por pieza.

- 13 Calcular primero las U.M. gasto y la pérdida de carga en el ramal que tiene el mueble crítico estos datos se requieren para el cálculo de las U.M., gastos y cargas en la columna correspondiente
- 14 Determinar las cargas (estática y disponible) primero en los tramos de columnas y después en los ramales, principalmente en los pisos y muebles críticos
Carga estática es la carga máxima que se tiene en la columna de cada piso del edificio al restársele la "pérdida acumulada" del primer tramo (columna - primer mueble o grupo de muebles) se obtiene la **carga disponible** (piezométrica) en el primer mueble o grupos de muebles. Continuando con el sentido del escurrimiento, en cada tramo se le restan las pérdidas acumuladas, y se van obteniendo las cargas disponibles en ellos

Los puntos críticos, en el caso de bombeo, son el mueble más alejado de la bomba (último piso) debido a que tiene la mínima presión de trabajo y el más cercano a ella por tenerse ahí la máxima presión, los puntos críticos en el caso de distribución por gravedad son el mueble del piso más alto y más alejado del tanque por tenerse ahí la mínima presión de trabajo y el más alejado en el sótano o planta baja para tener la máxima presión de trabajo

- 15 Es conveniente verificar que la carga disponible en los muebles o aparatos que se consideren críticos y los equipos especiales como lavadoras de trastes, y otros equipos, por ejemplo los que se utilizan en los hospitales la presión mínima sea la requerida para su adecuado funcionamiento y la máxima sea de 45 mca, o la que indique el fabricante
- 16 Cuando se tiene alimentación indirecta en edificios con varios pisos, es conveniente reducir los diámetros de los pisos más bajos para: 1º Disminuir la presión y con ello

evitar desperdicios de agua y 2º Ahorrar en la compra de la tubería, esto se hará previo cálculo hidráulico de los diámetros correspondientes

- 17 Cuando se requiera calcular el equipo de bombeo (En el caso de alimentación directa, deberá incluirse para su cálculo la "presión diferencial", (de 10 a 15 mca), requerida por el equipo de bombeo, y en el caso de alimentación por gravedad el cálculo se hará con la presión necesaria para llegar al depósito elevado

Se presentan tres ejemplos en el subcapítulo 4.12

La tabla o plantilla de cálculo que se anexa está basada en el método de HUNTER para calcular los gastos, en el caso de utilizarse otro método para el cálculo de gastos, es necesario modificarle las primeras columnas y adaptarlas al método utilizado. En el Capítulo 11 Anexos, se presentan otros métodos que se pueden utilizar según las preferencias del diseñador, en México se utiliza principalmente el método de HUNTER o de Unidades Mueble

4.9 CONEXIONES CRUZADAS Y RETROSIFONAJE

El retrosifonaje es el contraflujo de agua posiblemente contaminada, hacia la tubería de suministro de agua potable. Para que ocurra el retrosifonaje es necesario que exista una presión negativa o vacío parcial en la tubería conectada a una instalación o aparato cuya salida está sumergida en agua. Esto puede suceder cuando en los pisos inferiores la demanda sobre la tubería principal es suficiente para succionar el agua de la tubería conectada a un aparato, dejando así atrás un vacío parcial.

De esta manera se crea una acción sifónica que permite que una parte del agua contaminada del aparato circule de regreso hacia la tubería principal.

En todos los países los reglamentos indican que los sistemas de agua fría se deben instalar de modo que se evite el retrosifonaje. Para ello, es necesario observar los siguientes aspectos:

- 1 Las válvulas de flotador en las cisternas deben estar por arriba del tubo de excedencias o demasías y si se instala un tubo silenciador, debe descargar el agua por encima de la válvula de flotador mediante un aspersor.
- 2 Las salidas de los grifos conectados a las instalaciones o aparatos sanitarios deben estar lo suficientemente arriba de nivel de control del aparato, debiendo tener una separación (altura) mínima de dos veces el diámetro del grifo.
- 3 Los depósitos de retenes deben alimentarse directamente desde un depósito de almacenamiento.
- 4 Los aparatos con entradas para agua a baja altura, por ejemplo los bidés y ciertos

tipos de aparatos para hospitales deben ser alimentados por un depósito de almacenamiento independiente y nunca directamente por la tubería principal

5. En caso de tenerse dos alimentaciones en el predio con diferente calidad del agua, se deben instalar válvulas check o de no retorno en cada una de las dos líneas lo más cercano posible a la descarga o a la pieza "T" que las une; según sea el caso

4.10 MATERIALES DE LAS INSTALACIONES

TUBERÍAS

Las de 64 mm de diámetro o menores serán de cobre rígido tipo "M"

Las de 75 mm de diámetro o mayores serán de acero sin costura, con extremos lisos para soldar, cédula 40

CONEXIONES

En las tuberías de cobre serán de bronce fundido para soldar o de cobre forjado para uso en agua

En las tuberías de acero serán de acero soldable, sin costura cedula 40

Las bridas serán de acero forjado para una presión de trabajo de 10.5 Kg/cm²

UNIONES

Para tuberías y conexiones de cobre se usará soldadura de baja temperatura de fusión con aleación de plomo 50% y estaño 50%, utilizando para su aplicación fundente no corrosivo

Para tuberías y conexiones de acero soldable utilizar soldadura eléctrica empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías, clasificación AWSE 6010

Para unir bridas, conexiones bridadas o válvulas bridadas, utilizar tornillos maquinados de acero al carbono, con cabeza y tuerca hexagonal, y junta de hule rojo con espesor de 3.175 mm

VÁLVULAS

Todas las válvulas serán clase 8.8 Kg/cm²

En las líneas de succión de bombas las válvulas de compuerta y las válvulas de

retención serán roscadas hasta 38 mm de diámetro y bridadas de 50 mm o mayores

En todo el resto de la instalación las válvulas de compuertas y de retención serán roscadas hasta 50 mm de diámetro y bridadas de 64 mm o mayores

Las válvulas de compuerta serán de vastago fijo

AISIAMIENTO TÉRMICO

En las localidades de clima extremoso se aislarán térmicamente las tuberías localizadas a la intemperie, para lo cual se usarán tubos preformados en dos medias cañas, de fibra de vidrio con espesor de 25 mm para todos los diámetros

El acabado deberá hacerse con una capa de manta y dos flejes de aluminio por cada tramo de 91 cm y se recubrirán con una capa protectora de lámina de aluminio lisa de 0.718 mm de espesor traslapada 5 centímetros tanto longitudinalmente como transversalmente sujeta con remaches "pop" de 2.4 mm de diámetro, a cada 30 centímetros

JUNTAS FLEXIBLES

Para absorber movimientos diferenciales entre juntas de construcción en zonas sísmicas y en terrenos de baja capacidad de carga se instalarán juntas flexibles, las que serán "omegas" para tubos hasta de 19 mm de diámetro y mangueras metálicas con interiores y entramado exterior de acero inoxidable para tubos de 25 mm de diámetro o mayores

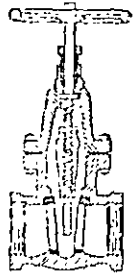
SOPORTES Y DUCTOS

Todas las tuberías que no estén enterradas deberán estar sostenidas con soportes, y en su caso (verticales) deberán pasar por ductos o cubos de luz y sujetos en losas o muros

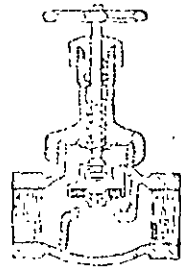
4.11 CONTROL Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles no debe ser mayor de 3.5 Kg/cm² (35 mca) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación 1 Kg/cm² (10 m) si son de fluxómetro y 0.5 Kg/cm² (5 m) si son muebles ordinarios (Mínimos 0.70 Kg/cm² y 0.20 Kg/cm² respectivamente)

Válvulas son necesarias para el control del flujo en las instalaciones



VALVULA DE COMPUERTA



VALVULA DE GLOBO



VÁLVULA DE BOLA



VÁLVULA DE MARIPOSA

Fig 4 1 Válvulas para el control del fluido

Cámaras de aire o presión son dispositivos para atenuar el golpe de ariete en la instalación hidráulica, lo atenúan mediante la compresión del aire que se encuentra en las cámaras o tramos de tubería verticales. El golpe de ariete, cuando no es atenuado, se manifiesta a través de ruidos molestos producidos por la vibración de las tuberías, lo que puede dar lugar al desacoplamiento de alguna conexión y presentarse fugas.

Las cámaras de aire consisten en tramos de tubo verticales cerrados en un extremo, que no deben ser menores de 60 cm, de no ser así se arrastraría el aire que debería amortiguar la sobrepresión, si estas cámaras se hacen mas cortas, corren el riesgo de que la circulación del agua arrastre el aire que contienen y poco a poco se llenen de agua, además con el tiempo, siempre se pierde un poco de aire al estar en contacto con el agua sobre todo si esta se encuentra a cierta presión.

En todos los aparatos con fluxómetro deben instalarse cámaras de aire, en México se acostumbra que deben tener el mismo diámetro que las tuberías de alimentación a los muebles, deberán instalarse también en lavabos y regaderas cuando tengan presiones de 10 mca o mayores.

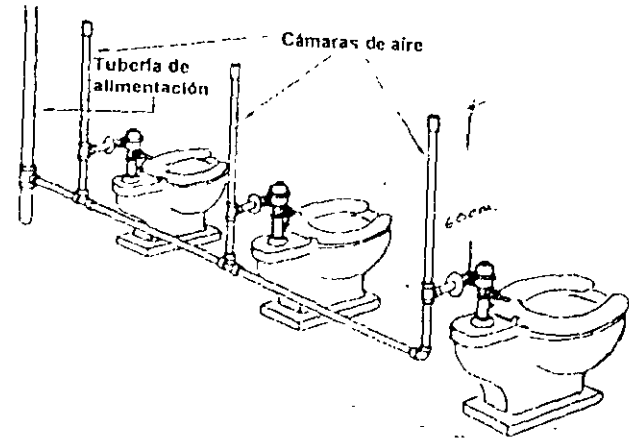
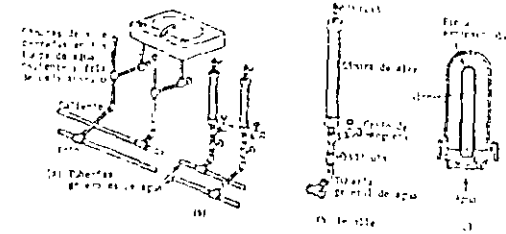


FIG 4 2 Cámaras de aire en una tubería de inodoros

Jarros de aire Estos elementos se instalan en los sistemas de alimentacion indirecta y tienen por objeto eliminar el aire disuelto que trae el agua y que puede quedar atrapado en las tuberias y por lo mismo formar tapones que impidan la circulacion del agua, o bien, al operar la instalacion se forme un pistón neumático dentro de las tuberias que al ser expulsado por las llaves ocasiona intermitencias molestas del flujo. Por otra parte al operar la instalacion, el jarro proporciona un incremento de presion en una cantidad igual a la atmosférica sobre la columna de agua.

El jarro de aire del agua fria deber ser conectado principalmente en el punto en que se inicia la columna descendente del agua fría, es decir en lugar de poner ahí un codo se pone una tee, debe tener una altura superior de 20 cm como mínimo al nivel máximo del agua de los tinacos y el jarro de aire del agua caliente, también con igual altura sobre el tinaco, se conecta mediante una tee al tubo de salida del calentador o boiler.

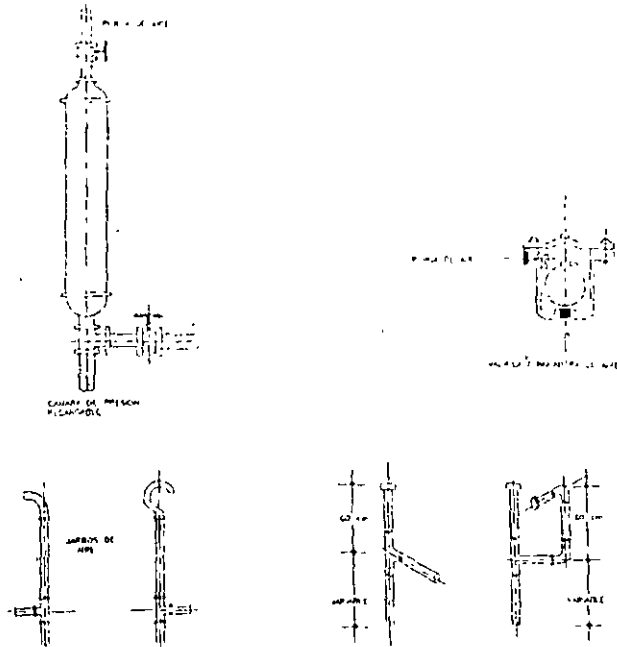


FIG 4 3 Válvulas y jarros de aire

Válvulas eliminadoras de aire Tiene el mismo objeto que el jarro de aire, pero se instalan en los sistemas en los cuales no pueden tenerse extremos abiertos, son pequeñas con un elemento de flotador, el cual cae por su peso cuando hay aire dentro de la válvula, dejándolo escapar y cerrándose cuando el agua vuelve a llenar el receptáculo.

Válvulas check También llamada de no retorno, son de varios tipos verticales, horizontales o de columpio, con émbolos verticales o de balanceo que permiten el flujo dentro de la tubería en un sólo sentido.

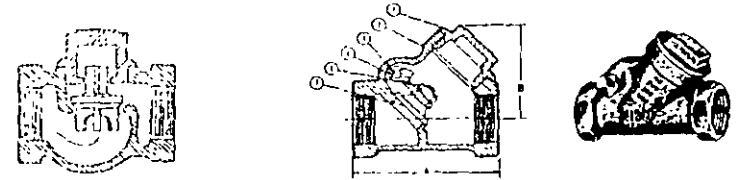


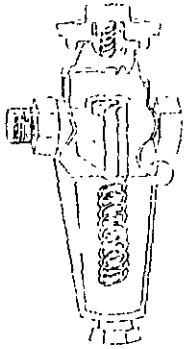
FIG 4 4 Válvula check

Válvula de ángulo. Esta válvula es para el control de flujo, cuando la tubería cambia de dirección 90°, funciona como una válvula de globo.

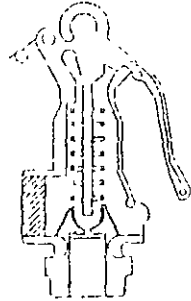


FIG 4 5 Válvula de ángulo

Valvulas reductoras de presión y de seguridad Las reductoras funcionan oponiendo una fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y resortes reducen la presión dentro de las tuberías. Y las de seguridad se abren al presentarse una presión mayor a la que esta diseñada la instalación, o a la que esta calibrada.



Reductora de presión



De seguridad

FIG 4.6 Válvulas de presión y de seguridad

4.12 EJEMPLOS DE DISEÑO PARA RED DE AGUA FRÍA

El diseño de las redes hidráulicas de agua fría y agua caliente, consta básicamente de tres partes:

1. Encontrar el caudal o gasto que transportara cada tramo de la instalación para esto existen diversos métodos, aquí se utilizará el de HUNTER (unidades mueble), se determinan las unidades muebles correspondientes y después su equivalente en gasto.
2. Determinar diámetros, velocidades y pérdidas de carga totales en cada tramo, determinando también las pérdidas por, codos, tees, válvulas, etc.
3. Encontrar las cargas disponibles de columna de agua (mca), correspondientes a los muebles, principalmente el mueble que se considera crítico al ramal donde se encuentra, se le llama ramal crítico.

Todo lo anterior se facilita utilizando la "Tabla de Cálculo para Redes Intradomiciliarias de Agua Potable" que se anexa.

Se presentan tres ejemplos con características diferentes, para cada ejemplo se tendrá croquis, datos de diseño, unidades mueble que se utilizarán, croquis de las pérdidas de carga en ramales y columnas y los datos manejados, impresos en la tabla de cálculo correspondiente.

Con lo anterior se considera que se comprenderá mejor el procedimiento y con su aplicación se disminuirán las probabilidades de cometer errores.

EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS DE CINCO PISOS

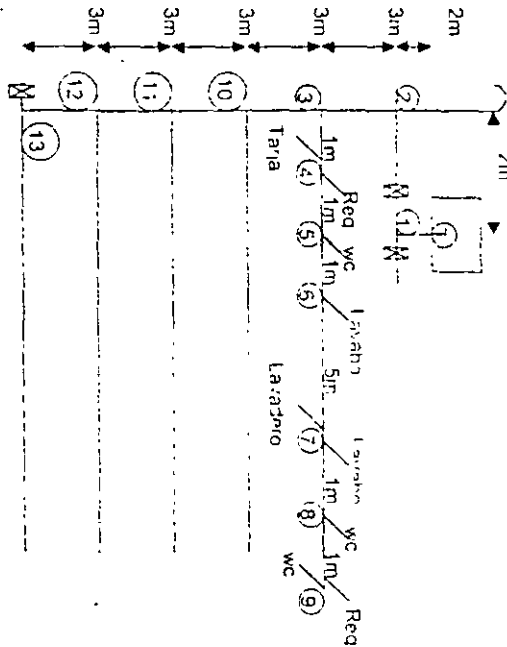
- CASO 1 -

Datos:

- Pisos: 5
- Distribución de muebles, igual en cada piso (croquis)
- Alimentación indirecta (gravitado)
- Método Hunter
- Columnas: Hierro galvanizado
- Ramales: Cobre tipo "M"
- Excusados: Depositor de 6 litros

CARGA DE EDIFICIO
(Estática)
(Algunos Datos se Obtienen de la tabla de cálculo)

- Altura Tanque - Ramal: + 5.00 m
- H1 (Columna) (1 - 3): 0.489 m
- H2 (Ramal) (3 - 9): ± 0.827 m
- Carga Disponible para El Mueble Crítico: 3.684 m



Ramal	Mueble	Tipo de Uso	Und. Mueble	Cantidad	Total
Regadera	Privado	Privado	2	2	4
Inodoro (wc)	Privado	Privado	3	3	9
Lavabo	Privado	Privado	1	2	2
Lavadero	Privado	Privado	3	3	3
Tarea	Privado	Privado	2	1	2
Total Ramal					20

Unidades Mueble Utilizadas:

CASO 1

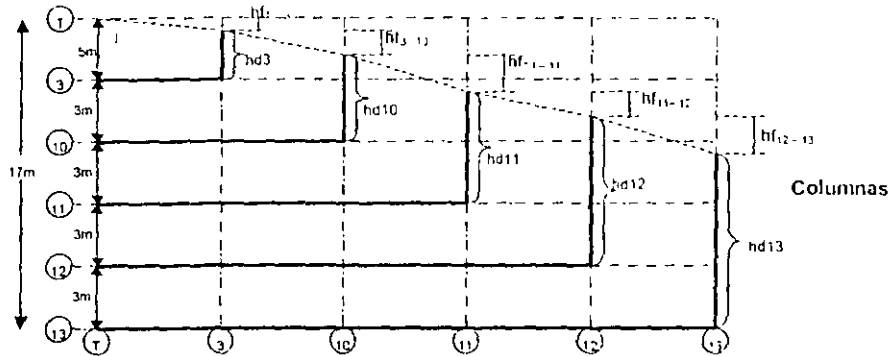
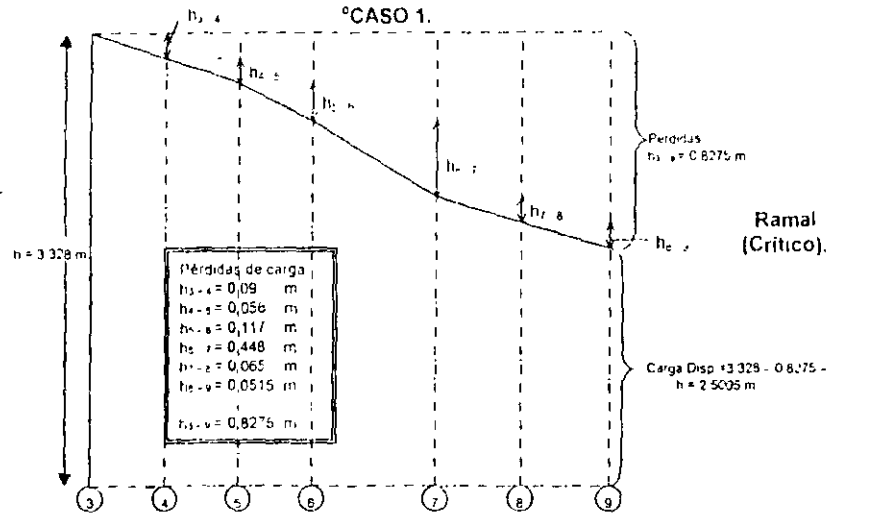
Obra: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS - ALIMENTACION INDIRECTA Hoja: UNO De: UNO

Localidad: MEXICO D.F.

Fecha: ENERO 2001



TRAMO	UNIDADES MUEBLE		GASTO LPS	DIAM (mm)	VEL (m/seg)	HI % m/100 m	MEDIDAS	LONGITUDES				HI Tramo (m)	HI Acumulado tramo (m)	CARGAS		
	PUNTO	ACUM						CONEXIONES		CO TOTAL	ESTÁTICA			DISPONIBLE		
								PIEZA	CANT	Le	Σ Le					
RAMALES (COBRE TIPO M)																
8-9	5	5	0.37	25	0.5	2.5	1	T / Codo	1	0.3	0.3	1.3	0.0515	0.8275	4.511	3.684
7-8	3	9	0.5	25	0.8	5	1	T	1	0.3	0.3	1.3	0.065	0.775	4.511	3.735
6-7	4	12	0.65	25	1.1	8	5	T	2	0.3	0.6	5.6	0.448	0.711	4.511	3.3
5-6	1	13	0.68	25	1.1	9	1	T	1	0.3	0.3	1.3	0.117	0.263	4.511	4.248
4-5	3	16	0.79	32	0.9	4	1	T	1	0.4	0.4	1.4	0.056	0.146	4.511	4.365
3-4	4	20	0.93	32	1	5	1	T	2	0.4	0.8	1.8	0.09	0.09	4.511	4.421
													Σ	0.8275		
COLUMNAS (FIERRO GALVANIZADO)																
12-13	20	23	0.93	32	1	10	3	T	1	4.1	4.1	7.1	0.71	2.122	17	14.878
11-12	23	40	1.58	38	1.2	13	3	T	1	0.5	0.5	3.5	0.455	1.402	14	12.598
10-11	20	60	2.1	50		6	3	T	1	0.6	0.6	3.6	0.216	0.957	11	13.043
9-10	20	90	2.45	50	1.2	7	3	T	1	0.6	0.6	3.6	0.252	0.741	9	7.255
8-9	20	100	2.79	65	1	4.5	3	T	1	1.94	1.94	4.94	0.222	0.489	5	4.511
7-8	20	100	2.79	65	1	4.5	4	T	1	1.94	1.94	5.94	0.267	0.267	2	1.733
													Σ	2.122		
NOTE QUE LA CARGA DISPONIBLE EN EL TRAMO 2-3 (DE LA COLUMNA) ES LA CARGA ESTÁTICA EN EL RAMAL 3-9																



Tramo	hf [m]	h estática [m]	hf acumulada [m]	h Disponible [m]
T-3	0,489	5	0,489	$h_{s-3} = 5 - 0,489 = 4,511$
3-10	0,252	8	1,924	$h_{s-10} = 8 - 0,741 = 7,255$
10-11	0,216	11	2,140	$h_{s-11} = 11 - 0,957 = 10,043$
11-12	0,455	14	2,595	$h_{s-12} = 14 - 1,402 = 12,598$
12-13	0,710	17	3,305	$h_{s-13} = 17 - 2,122 = 14,878$
Total = 3,305				

- CASO 2

EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS DE CINCO PISOS

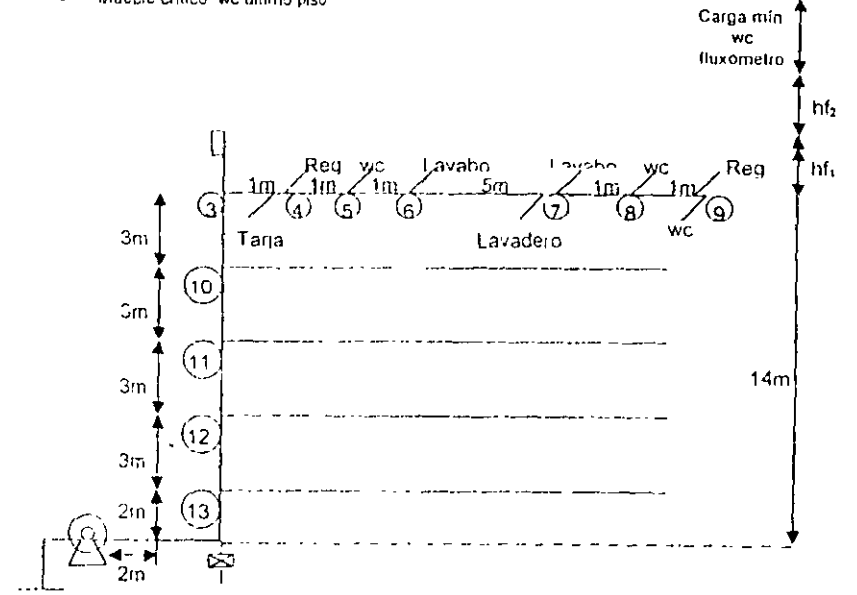
Datos

- Pisos 5
- Distribución de muebles igual en cada piso (croquis)
- Alimentación directa (bombeo)
- Metodo Hunter
- Columnas: Hierro galvanizado
- Ramales: Cobre tipo "M"
- Excusados Con fluxometro
- Mueble crítico: wc ultimo piso

CARGA DE DISEÑO (Estática)
(Algunos Datos se Obtienen de la tabla de cálculo)

- Altura Ultimo Ramal $+ 14,00 \text{ m}$
- Carga WC $+ 10,00 \text{ m}$
- hf1 (Ramal) (ver tabla) $+ 1,2371 \text{ m}$
- hf2 (Columna) (ver tabla) $+ 1,3975 \text{ m}$
- Total Redondeado $26,7 \text{ m}$

Carga mínima necesaria en el mueble crítico = 10 m c a



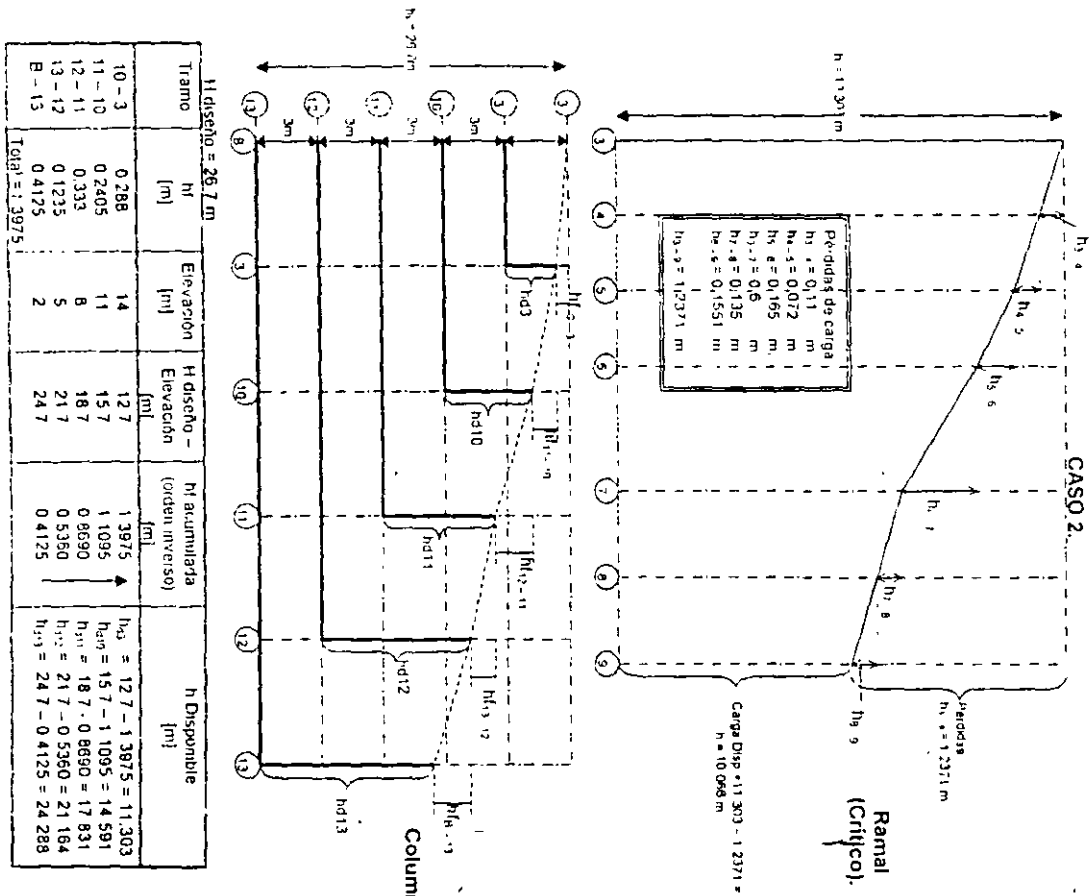
Unidades Mueble Utilizadas (Ramal)

Mueble	Tipo de Uso	Und. Mueble	Cantidad	Total
Regadera	Privado	2	2	4
Modero (wc)	Privado/fluxom	6	3	18
Lavabo	Privado	1	2	2
Lavadero	Privado	3	1	3
Tarja	Privado	2	1	2
Total				29



TRAMO	UNIDADES MUEBLE		GASTO LPS	DIAM (mm)	VEL (m/seg)	HI % m/100 m	LONGITUDES					HI Tramo (m)	HI Acumulado tramo (m)	CARGAS		
	PUNTO	ACUM					CONEXIONES				TOTAL			ESTÁTICA	DISPONIBLE	
							PIEZA	CANT	Le	L Le						
RAMALES (COBRE TIPO M)																
8-9	8	8	156	38	13	5.5	1	T/Codo	1/1	0.5/1.03	1.82	2.82	0.1551	1.2371	11.303	10.066
7-8	6	14	193	38	16	9	1	T	1	0.5	0.5	1.5	0.135	1.082	11.303	10.221
6-7	4	18	213	38	17	10	5	T	2	0.5	1.0	6	0.6	0.947	11.303	10.356
5-6	1	19	217	38	18	11	1	T	1	0.5	0.5	1.5	0.165	0.347	11.303	10.956
4-5	6	25	241	50	13	4.5	1	T	1	0.6	0.6	1.6	0.072	0.182	11.303	11.121
3-4	4	29	257	50	14	5	1	T	2	0.6	1.2	2.2	0.11	0.11	11.303	11.193
Σ = 1.2371																
COLUMNA (FIERRO GALVANIZADO)																
8-13	29	145	488	75	11	3.75	4	T/T	1/1	5.20/0.8	7	11	0.4125	0.4125	24.7	24.288
13-12	29	116	444	75	0.9	3.25	3	T	1	0.8	0.8	3.8	0.1235	0.536	21.7	21.164
12-11	29	87	395	64	1.5	9	3	T	1	0.7	0.7	3.7	0.333	0.869	18.7	17.831
11-10	29	58	336	64	1.2	6.5	3	T	1	0.7	0.7	3.7	0.2405	1.095	15.7	14.591
10-3	29	29	257	50	1.2	8	3	T	1	0.6	0.6	3.6	0.288	1.3975	12.7	11.303
Σ = 1.3975																
NOTESE QUE LA CARGA DISPONIBLE EN EL TRAMO 10-3 DE LA COLUMNA ES LA CARGA ESTÁTICA EN EL RAMAL 3-9																

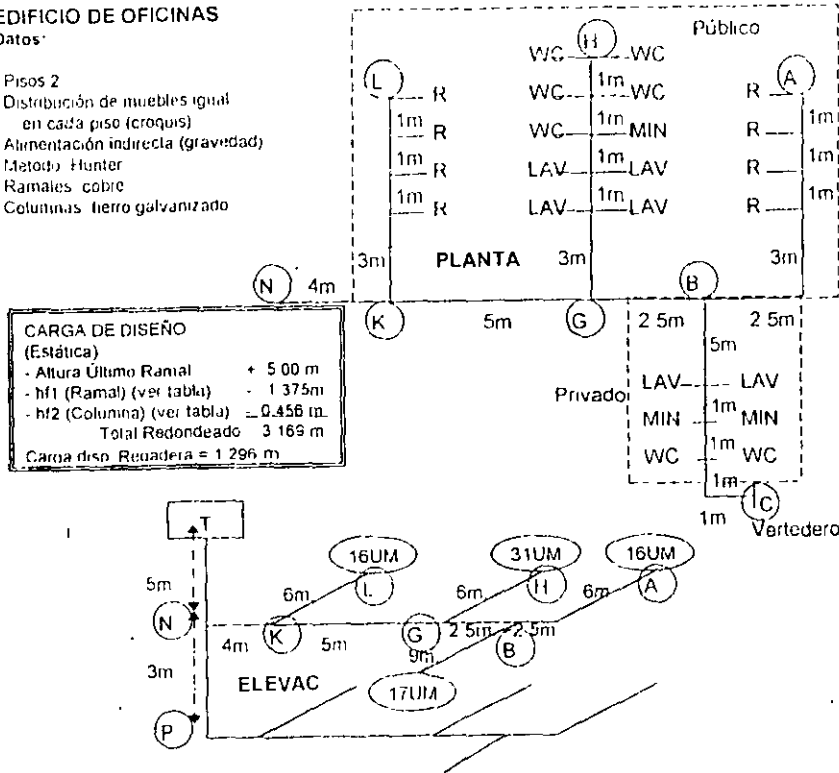
57



EDIFICIO DE OFICINAS
Datos:

- Pisos 2
- Distribución de muebles igual en cada piso (croquis)
- Alimentación indirecta (gravedad)
- Metodo Hunter
- Ramales cobre
- Columnas hierro galvanizado

CASO 3.



CARGA DE DISEÑO (Estática)

- Altura Último Ramal + 5.00 m
- h1 (Ramal) (ver tabla) = 1.375m
- h2 (Columna) (ver tabla) = 0.456 m
- Total Redondeado 3.169 m
- Carga disp. Regadera = 1.296 m

Parte Pública				
Mueble	Tipo de Uso	Unid. Mueble	Cantidad	Total
Regadera	Público	4	8	32
Inodoro (wc)	Público/tanque	4	5	20
Mingitorio	Público/tanque	3	1	3
Lavabo	Público	2	4	8
Total				63

Parte Privada				
Mueble	Tipo de Uso	Unid. Mueble	Cantidad	Total
Lavabo	Privado	1	2	2
Mingitorio	Privado/tanque	3	2	6
Inodoro (wc)	Privado	3	2	6
Vertedero	Público*	3	1	3
Total				17

* Se encuentra fuera de los baños privados



CAPITULO 4

CASO III

Obra: EDIFICIO DE OFICINAS - ALIMENTACION INDIRECTA

Hoja UNO

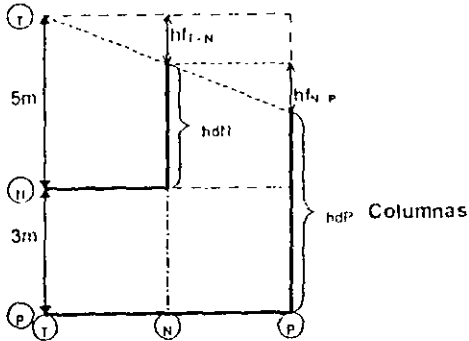
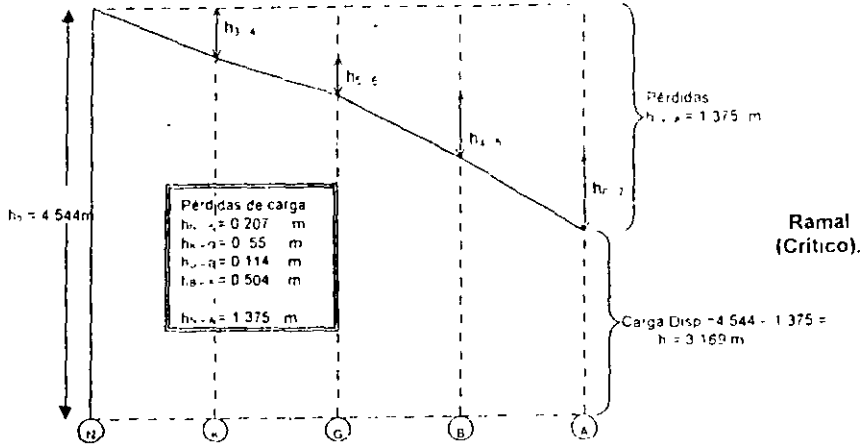
D. JUNO

Localidad: MEXICO D.F.

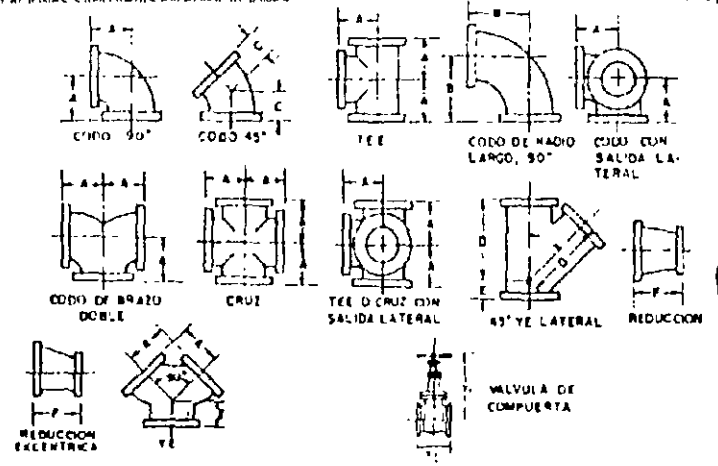
Fecha: ENERO 2001

TRAMO	UNIDADES MUEBLE	PUNTO ACUM	GASTO LPS	DIAM (mm)	VEL (m/seg)	H: %	PIEDAS	LONGITUDES			TOTAL EO	Hf Tramo (m)	Hf Acumu tramo (m)	CARGAS	
								PIEZA	CANT	Le				ESTÁTICA	DISPONIBLE
RAMALES (COBRE TIPO M)															
A-B	16		0.79	32	0.9	4	8.5	1	4.1	4.1	12.6	0.504	1.375	4.544	3.169
A-B	17		0.87	32	0.6	4	9	1	0.4	0.4	9.4	0.376			
B-G		33	1.27	38	1.1	3.8	2.5	1	0.5	0.5	3	0.114	0.871	4.544	3.673
B-G		31	1.35	38	1.1	3.8	2.5	1	4.6	4.6	11.6	0.441			
A-G		64	2.17	38	1.1	3.8	2.5	1	0.5	0.5	5.5	0.951	0.757	4.544	3.787
L-K	16		0.79	32	0.8	3.8	5	1	4.1	4.1	10.1	0.384			
A-N		80	2.54	50	1.4	4.5	4	1	0.6	0.6	4.6	0.207	0.207	4.544	4.337
COLUMNA (FIERRO GALVANIZADO)															
T-N		160	3.71	64	1.3	8	5	1	0.7	0.7	5.7	0.456	0.456	5	4.544
N-P		80	2.45	50	1.1	7.2	3	1	5	5	8	0.576	1.032	8	6.968
Σ=												1.032			

- Caso 3. -



Tramo	hf [m]	h estática [m]	hf acumulada [m]	hd (disponible) [m]
T - N	0.456	5	0.456	4.544
N - P	0.576	8	1.032	6.968



D Nom	D Interna mm	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	D De la brida	Espe-sor de la brida	X1	Y1
1	25	89	127	44	146	44	-	108	11	-	-
1 - 1/4	32	95	140	51	159	44	-	118	13	-	-
1 - 1/2	38	102	152	57	177	51	-	127	14	-	-
2	51	114	165	63	203	63	127	152	16	127	330
2 - 1/2	63	127	177	76	241	63	140	177	17	190	348
3	76	140	197	76	254	76	152	190	19	203	394
3 - 1/2	89	152	215	89	292	76	165	215	21	215	419
4	102	165	228	102	305	76	177	228	24	228	472
5	127	190	286	114	342	89	203	254	24	254	543
6	152	203	292	127	368	89	228	279	25	267	587
8	203	228	355	140	444	114	279	342	29	292	698
10	254	279	419	165	521	127	305	406	30	330	838
12	305	305	483	190	622	140	355	483	32	355	927
14	355	355	546	190	686	152	406	533	35	381	997
16	406	381	610	203	762	165	457	596	37	406	1225
18	457	419	673	215	813	177	483	635	40	432	1238
20	508	457	737	241	889	203	508	698	43	457	1333
24	610	559	864	279	1029	228	610	813	48	508	1613
30	762	635	1054	381	1244	254	762	987	54	610	1918
36	914	711	1244	457	-	-	914	1168	60	711	2336
42	1068	787	1435	533	-	-	1067	1346	67	838	2692
48	1219	864	1625	610	-	-	1219	1511	70	914	2895

Dimensiones de accesorios (Normas ASA)

UNIDADES MUEBLE CALCULO DE GASTOS EN OTROS TIPOS DE EDIFICIOS

MUEBLE	TIPO DE USO	UNIDADES - MUEBLE		
		TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
Grupo de Baños Completo				
Inodoro con fluxómetro	Privado	3	2	15
Inodoro con tanque	Privado	2	2	1.5
Inodoro con fluxómetro	Privado	3	3	=====
Inodoro con tanque	Privado	1	1	=====
Lavabo	Privado	1	0.75	0.75
Lavadero	Privado	2	2	=====
Lavadora de loza	Privado	7	15	15
Regadera	Privado	2	15	15
Cocineta	Privado	2	15	15
Fregadero de cocina	Privado	2	15	15
Fregadero de cocina	Hotel	3	2.25	2.25
Fregadero de cocina	Restaurante	3	2.25	2.25
Regadera	Público	3	2.25	2.25
Cocineta	Público	2	15	15
Inodoro con fluxómetro	Público	5	5	=====
Inodoro con tanque	Público	2	2	=====
Lavabo	Publico	1	1	=====
Mingitorio con fluxómetro	Público	3	3	=====
Mingitorio con tanque	Público	2	2	=====

FUENTE INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL, NORMA IMSS 1993

CUADRO 4 4

GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
1	0.10		31	1.31	2.61	72	2.31	3.64
2	0.18		32	1.34	2.67	74	2.35	3.68
3	0.25		33	1.37	2.70	76	2.38	3.72
4	0.31		34	1.40	2.73	78	2.42	3.76
5	0.37	1.30	35	1.43	2.76	81	2.45	3.80
6	0.42	1.39	36	1.48	2.79	82	2.48	3.84
7	0.49	1.48	37	1.49	2.82	84	2.52	3.88
8	0.50	1.56	38	1.52	2.85	86	2.56	3.92
9	0.54	1.63	39	1.55	2.88	88	2.59	3.96
10	0.58	1.70	40	1.58	2.91	90	2.63	4.00
11	0.61	1.76	41	1.61	2.94	92	2.66	4.04
12	0.65	1.82	42	1.64	2.97	94	2.70	4.08
13	0.68	1.88	43	1.67	2.99	96	2.74	4.12
14	0.72	1.93	44	1.70	3.03	98	2.75	4.16
15	0.75	1.98	45	1.73	3.08	100	2.79	4.20
16	0.73	2.03	46	1.76	3.09	102	2.82	4.23
17	0.82	2.08	47	1.79	3.12	104	2.85	4.26
18	0.86	2.13	48	1.82	3.15	106	2.88	4.29
19	0.89	2.17	49	1.84	3.18	108	2.91	4.32
20	0.93	2.21	50	1.87	3.20	110	2.94	4.35
21	0.96	2.25	52	1.92	3.24	112	2.97	4.38
22	1.00	2.29	54	1.97	3.28	114	3.01	4.41
23	1.03	2.33	56	2.00	3.32	116	3.05	4.44
24	1.07	2.37	58	2.06	3.36	118	3.07	4.47
25	1.10	2.41	60	2.10	3.40	120	3.10	4.50
26	1.14	2.45	62	2.14	3.44	122	3.14	4.53
27	1.17	2.49	64	2.17	3.48	124	3.17	4.56
28	1.21	2.53	66	2.21	3.52	126	3.20	4.59
29	1.24	2.57	68	2.24	3.56	128	3.23	4.62
30	1.28	2.61	70	2.28	3.60	130	3.26	4.65

CUADRO 4 5

GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
132	3.29	4.68	152	4.16	5.55	252	4.95	6.36
134	3.32	4.71	154	4.19	5.58	254	4.98	6.39
136	3.35	4.74	156	4.22	5.60	256	5.00	6.42
138	3.38	4.77	158	4.25	5.63	258	5.03	6.44
140	3.41	4.80	160	4.28	5.66	260	5.05	6.46
142	3.44	4.83	162	4.31	5.69	262	5.08	6.47
144	3.47	4.86	164	4.34	5.72	264	5.10	6.51
146	3.50	4.89	166	4.37	5.74	266	5.13	6.53
148	3.53	4.92	168	4.39	5.77	268	5.15	6.56
150	3.56	4.95	170	4.42	5.80	270	5.18	6.58
152	3.59	4.98	172	4.44	5.83	272	5.20	6.60
154	3.62	5.01	174	4.47	5.85	274	5.23	6.62
156	3.65	5.04	176	4.49	5.88	276	5.25	6.65
158	3.68	5.07	178	4.52	5.91	278	5.28	6.67
160	3.71	5.10	180	4.54	5.94	280	5.30	6.69
162	3.74	5.13	182	4.57	5.96	282	5.33	6.72
164	3.77	5.16	184	4.59	5.99	284	5.35	6.74
166	3.80	5.18	186	4.63	6.02	286	5.38	6.76
168	3.83	5.21	188	4.65	6.04	288	5.40	6.78
170	3.86	5.24	190	4.68	6.07	290	5.43	6.80
172	3.89	5.27	192	4.70	6.10	292	5.45	6.83
174	3.91	5.30	194	4.73	6.12	294	5.48	6.85
176	3.94	5.32	196	4.75	6.15	296	5.50	6.87
178	3.96	5.35	198	4.78	6.18	298	5.53	6.89
180	3.99	5.38	200	4.80	6.20	300	5.55	6.92
182	4.01	5.41	202	4.83	6.23	302	5.58	6.95
184	4.04	5.44	204	4.85	6.26	304	5.61	6.97
186	4.07	5.46	206	4.88	6.28	306	5.64	6.99
188	4.10	5.49	208	4.90	6.31	308	5.66	7.01
190	4.13	5.52	210	4.93	6.34	310	5.69	7.04

CUADRO 4.5

GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
312	5.71	7.07	372	6.46	7.72	432	7.21	8.32
314	5.74	7.09	374	6.49	7.74	434	7.25	8.34
316	5.78	7.11	376	6.51	7.76	436	7.27	8.36
318	5.82	7.13	378	6.54	7.78	438	7.30	8.38
320	5.85	7.16	380	6.56	7.80	440	7.32	8.40
322	5.88	7.18	382	6.59	7.82	442	7.35	8.42
324	5.90	7.21	384	6.62	7.84	444	7.37	8.44
326	5.93	7.24	386	6.65	7.86	446	7.39	8.46
328	5.95	7.26	388	6.67	7.88	448	7.41	8.48
330	5.98	7.29	390	6.70	7.90	450	7.43	8.50
332	5.99	7.31	392	6.72	7.92	452	7.45	8.52
334	6.01	7.34	394	6.75	7.94	454	7.47	8.54
336	6.03	7.36	396	6.77	7.96	456	7.49	8.56
338	6.04	7.38	398	6.80	7.98	458	7.51	8.58
340	6.06	7.40	400	6.82	8.00	460	7.53	8.60
342	6.08	7.42	402	6.85	8.02	462	7.55	8.62
344	6.11	7.44	404	6.87	8.04	464	7.57	8.64
346	6.14	7.46	406	6.90	8.06	466	7.59	8.66
348	6.16	7.47	408	6.92	8.08	468	7.62	8.68
350	6.18	7.50	410	6.95	8.10	470	7.65	8.70
352	6.21	7.52	412	6.97	8.12	472	7.67	8.72
354	6.24	7.54	414	7.00	8.14	474	7.70	8.74
356	6.26	7.56	416	7.02	8.16	476	7.72	8.76
358	6.29	7.58	418	7.05	8.18	478	7.75	8.78
360	6.31	7.60	420	7.07	8.20	480	7.77	8.80
362	6.33	7.62	422	7.10	8.22	482	7.80	8.82
364	6.35	7.64	424	7.12	8.24	484	7.82	8.84
366	6.38	7.66	426	7.15	8.26	486	7.85	8.86
368	6.41	7.68	428	7.17	8.28	488	7.87	8.88
370	6.44	7.71	430	7.20	8.30	490	7.89	8.90

CUADRO 4.5

**GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
492	7.91	8.57	630	9.13	10.36	768	11.24	11.74
494	7.93	8.94	635	9.54	10.35	785	11.30	11.75
496	7.95	8.56	640	9.59	10.40	790	11.36	11.82
498	7.97	8.98	645	9.65	10.45	795	11.42	11.86
500	7.99	9.00	650	9.71	10.50	800	11.48	11.90
505	8.04	9.05	655	9.77	10.55	805	11.54	11.95
510	8.10	9.10	660	9.83	10.60	810	11.60	12.00
515	8.16	9.15	665	9.89	10.65	815	11.65	12.05
520	8.22	9.20	670	9.95	10.70	820	11.71	12.10
525	8.28	9.25	675	10.00	10.75	825	11.75	12.15
530	8.34	9.30	680	10.05	10.80	830	11.82	12.20
535	8.40	9.35	685	10.10	10.85	835	11.87	12.25
540	8.46	9.40	690	10.16	10.90	840	11.90	12.30
545	8.51	9.45	695	10.22	10.95	845	11.98	12.35
550	8.56	9.50	700	10.28	11.00	850	12.04	12.40
555	8.62	9.55	705	10.34	11.05	855	12.09	12.45
560	8.68	9.60	710	10.40	11.10	860	12.15	12.50
565	8.74	9.65	715	10.46	11.15	865	12.20	12.55
570	8.80	9.70	720	10.52	11.20	870	12.25	12.60
575	8.86	9.75	725	10.58	11.25	875	12.31	12.65
580	8.92	9.80	730	10.64	11.30	880	12.37	12.70
585	8.97	9.85	735	10.70	11.35	885	12.42	12.75
590	9.02	9.90	740	10.76	11.40	890	12.48	12.80
595	9.07	9.95	745	10.82	11.45	895	12.53	12.84
600	9.13	10.00	750	10.88	11.50	900	12.58	12.88
605	9.19	10.05	755	10.94	11.54	905	12.64	12.92
610	9.25	10.10	760	11.00	11.58	910	12.70	12.96
615	9.31	10.15	765	11.06	11.62	915	12.75	13.00
620	9.37	10.20	770	11.12	11.66	920	12.81	13.04
625	9.43	10.25	775	11.18	11.70	925	12.86	13.08

CUADRO 4.5

**GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
840	12.97	13.17	925	13.19	13.37	980	13.47	13.52
835	12.97	13.18	930	13.25	13.36	985	13.52	13.56
840	13.00	13.20	935	13.30	13.40	990	13.58	13.60
845	13.08	13.24	940	13.35	13.44	995	13.63	13.65
850	13.14	13.28	945	13.41	13.48	1000	13.68	13.69

A PARTIR DE 1000 UM LOS GASTOS PROBABLES PARA MUEBLES CON O SIN FLUXOMETRO SON IGUALES

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE
1010	13.78	1220	15.51	1440	17.12	1640	18.60
1020	13.87	1230	15.50	1440	17.18	1650	18.67
1030	13.96	1240	15.87	1450	17.28	1660	18.74
1040	14.05	1250	15.75	1460	17.33	1670	18.81
1050	14.14	1260	15.81	1470	17.40	1680	18.88
1060	14.22	1270	15.31	1480	17.47	1690	18.95
1070	14.30	1280	15.79	1490	17.54	1700	19.02
1080	14.38	1290	18.05	1500	17.61	1710	19.09
1090	14.46	1300	18.13	1510	17.69	1720	19.16
1100	14.54	1310	18.21	1520	17.76	1730	19.23
1110	14.63	1320	18.29	1530	17.83	1740	19.30
1120	14.71	1330	18.37	1540	17.90	1750	19.37
1130	14.79	1340	18.45	1550	17.97	1760	19.44
1140	14.87	1350	18.53	1560	18.04	1770	19.51
1150	14.95	1360	18.62	1570	18.11	1780	19.58
1160	15.03	1370	18.70	1580	18.18	1790	19.65
1170	15.11	1380	18.78	1590	18.25	1800	19.72
1180	15.19	1390	18.81	1600	18.32	1810	19.79
1190	15.27	1400	18.88	1610	18.39	1820	19.86
1200	15.35	1410	18.96	1620	18.46	1830	19.93
1210	15.43	1420	19.04	1630	18.53	1840	20.00

CUADRO 4.5

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE
105	20 37	235	23 21	375	27 43	515	31 72
110	20 14	236	23 51	376	27 69	516	31 70
115	20 2	237	24 1	377	28 06	517	31 65
120	19 28	238	23 74	378	28 20	518	31 90
125	19 17	239	24 04	379	28 32	519	31 11
130	19 47	240	24 27	380	28 45	520	31 31
135	19 47	241	24 44	381	28 58	521	31 67
140	19 56	242	24 47	382	29 10	522	31 85
145	19 63	243	24 60	383	29 22	523	32 04
150	19 74	244	24 73	384	29 34	524	32 31
155	19 77	245	24 76	385	29 46	525	32 50
160	19 81	246	24 79	386	29 58	526	32 75
165	19 91	247	25 12	387	29 70	527	32 97
170	19 98	248	25 15	388	29 82	528	33 18
175	21 04	249	25 18	389	29 94	529	33 40
180	21 10	250	25 21	390	29 56	530	33 60
185	21 24	251	25 34	391	29 78	531	33 87
190	21 54	252	25 37	392	29 90	532	34 09
195	21 52	253	25 39	393	30 02	533	34 10
200	21 66	254	25 52	394	30 13	534	34 30
205	21 89	255	25 16	395	30 25	535	34 74
210	21 54	256	26 05	396	30 37	536	34 71
215	22 01	257	26 47	397	30 49	537	34 92
220	22 20	258	26 55	398	30 61	538	35 13
225	22 33	259	26 64	399	30 71	539	35 28
230	22 46	260	26 81	400	30 88	540	35 45
235	22 60	261	26 94	401	31 28	541	35 62
240	22 71	262	27 07	402	31 55	542	35 77
245	22 58	263	27 25	403	31 83	543	35 91
250	23 02	264	27 33	404	32 10	544	36 1
255	23 15	265	27 46	405	32 37	545	36 29
260	23 28	266	27 58	406	32 53	546	36 45
265	23 11	267	27 70	407	32 89	547	36 61

CUADRO 4 5

GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE (CONTINUACION)

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE
560	38 77	630	41 91	720	43 87	870	46 58
565	39 63	640	42 03	730	44 08	880	46 74
570	40 09	645	42 16	740	44 28	890	46 90
575	40 24	650	42 28	750	44 48	900	47 06
580	40 39	655	42 41	760	44 68	910	47 21
585	40 54	660	42 57	770	44 87	920	47 37
590	40 68	665	42 64	780	45 06	930	47 52
595	40 82	670	42 76	790	45 24	940	47 68
600	40 97	675	42 88	800	45 42	950	47 83
605	41 10	680	43 00	810	45 58	960	47 98
610	41 24	685	43 12	820	45 75	970	48 13
615	41 38	690	43 23	830	45 92	980	48 28
620	41 51	695	43 34	840	46 09	990	48 43
625	41 65	700	43 45	850	46 25	1000	48 57
630	41 78	705	43 56	860	46 42		

CUADRO 4 5

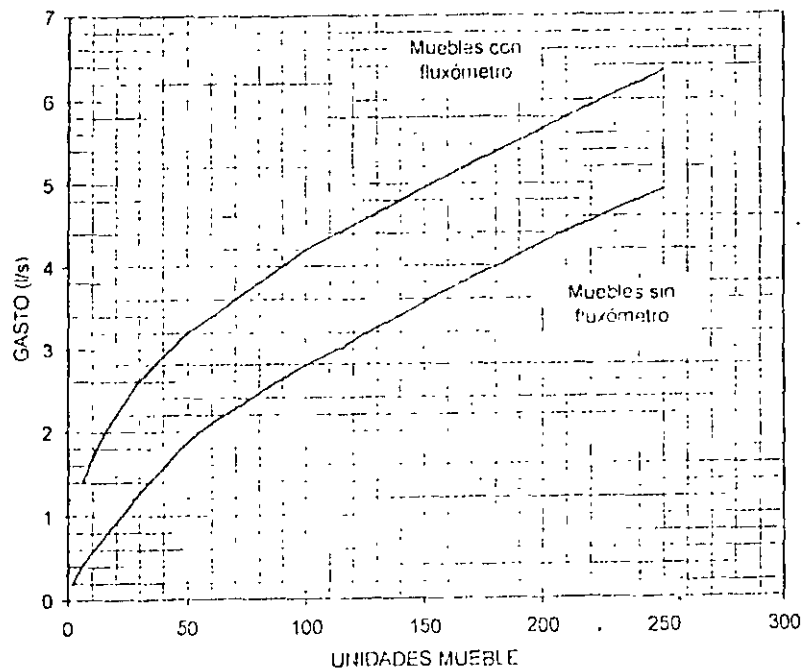


FIGURA 4.7 OBTENCIÓN DE GASTOS MEDIANTE UNIDADES – MUEBLE
(Curvas para gastos pequeños)

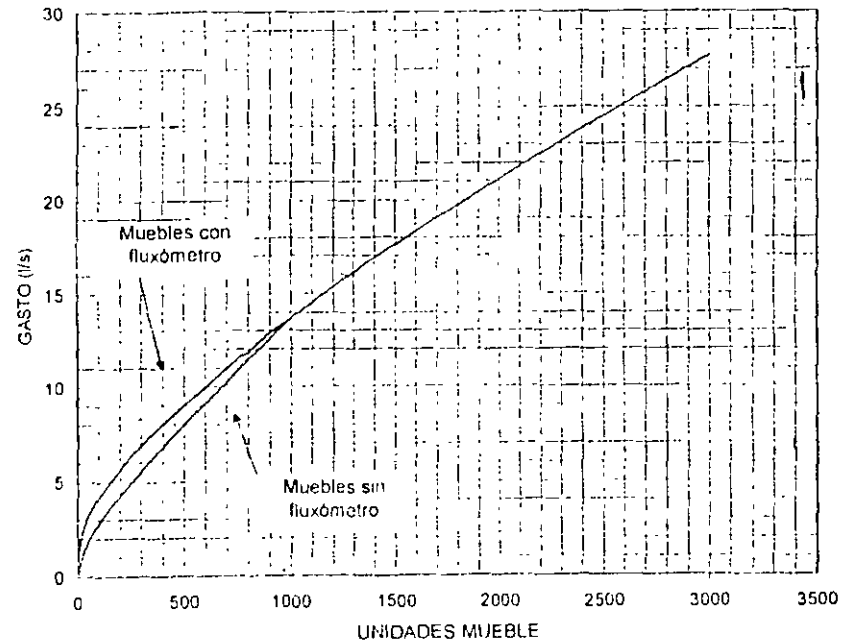


FIGURA 4.8 OBTENCIÓN DE GASTOS MEDIANTE UNIDADES – MUEBLE
(Curvas para grandes gastos)

LONGITUDES EQUIVALENTES (M) DE LAS PERFORAS DE CALZADO DE CARPA
CORRESPONDIENTE A DISTINTOS DIÁMETROS DE TUBERÍA Y DE LAS VÁLVULAS HILAFUJES

Clase de restricción válvula (mm)	Diámetro de tuberías (mm)														
	38	52	76	101	127	152	178	203	229	254	280	305	331	357	383
longitud de tubería	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.05	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
curva de 90°	0.60	0.80	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90
curva de 45°	0.20	0.30	0.40	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50
curva de 90°	0.18	0.33	0.45	0.60	0.84	0.98	1.27	1.48	1.84	2.21	2.71	3.42	4.32	5.40	6.75
curva de 45°	0.38	0.50	0.63	0.76	1.01	1.32	1.71	2.04	2.61	3.21	4.04	5.13	6.50	8.10	10.00
te de 45°	1.00	0.84	0.90	0.98	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20
te de 90°	1.00	1.03	1.00	1.02	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20
te de 45°	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20
te de 90°	1.20	1.50	3.00	3.60	4.10	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00
válvula de cierre de borde de puerco	0.50	0.80	0.85	0.75	1.15	1.30	1.30	2.05	3.10	4.25	5.50	6.50	8.00	9.50	11.00
válvula de cierre de puerco	1.33	1.70	2.32	2.85	3.72	4.87	5.75	6.91	8.40	11.1	12.8	15.4	18.9	23.4	28.9
válvula de paso de puerco	6.10	6.40	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
válvula de compuerta	0.14	0.18	0.21	0.26	0.36	0.44	0.56	0.68	0.81	1.00	1.24	1.54	1.90	2.32	2.80
válvula de paso recto y asiento forjado	1.10	1.34	1.74	2.28	2.99	3.16	4.53	6.31	8.50	10.80	13.80	17.80	22.80	28.80	35.80
válvula de globo	4.05	4.90	6.25	8.20	10.8	13.0	17.0	21.0	25.0	33.0	36.0	47.5	58.0	73.0	90.0
válvula de asiento (acero)	1.60	2.33	2.35	4.30	5.60	6.35	8.90	11.1	13.7	17.1	2.2	2.25	2.25	2.25	2.25
válvula de asiento de paso recto	3.40	3.60	4.50	5.65	6.10	6.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
intercambiador	-	-	-	2.10	5.00	12.5	13.7	14.2	25.0	-	-	-	-	-	-
radiador	2.80	3.60	3.50	4.00	4.90	5.00	5.76	6.30	7.20	1.00	8.00	10.0	10.0	10.0	10.0
radiador con válvula	3.75	4.40	6.28	8.00	8.76	7.60	8.60	10.1	13.4	12.7	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0
caldera	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.75	6.30	7.00	7.50	8.00	10.0	10.0	10.0	10.0
caldera con válvula	3.50	4.20	4.90	5.60	6.30	7.00	8.00	8.75	9.50	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
contador general	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
contador individual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Para tuberías de 1/2" a 2" se aplican los valores de este cuadro por 1.40

CUADRO 4 6

Diámetro Conexiones	LONGITUD EQUIVALENTE (m)						
	L 90°	L 45°	T	LAT T	Valv Comp	Valv Globo	Valv Ang
10	0.30	0.18	0.46	0.09	0.05	2.40	1.20
13	0.60	0.37	0.91	0.18	0.12	4.60	2.40
19	0.75	0.45	1.20	0.25	0.15	6.10	3.65
25	0.90	0.55	1.50	0.27	0.18	7.60	4.60
32	1.20	0.75	1.80	0.37	0.24	10.70	5.50
38	1.50	0.90	2.15	0.45	0.30	13.70	6.70
50	2.15	1.20	3.00	0.60	0.40	16.80	8.55
64	2.45	1.50	3.65	0.75	0.50	19.80	10.40
75	3.00	1.85	4.60	0.90	0.60	24.40	12.20
90	3.65	2.15	5.50	1.10	0.73	30.50	15.25
100	4.30	2.45	6.40	1.20	0.82	38.10	18.80
125	5.20	3.00	7.60	1.50	1.00	42.70	21.35
150	6.10	3.65	9.15	1.85	1.20	50.30	24.40

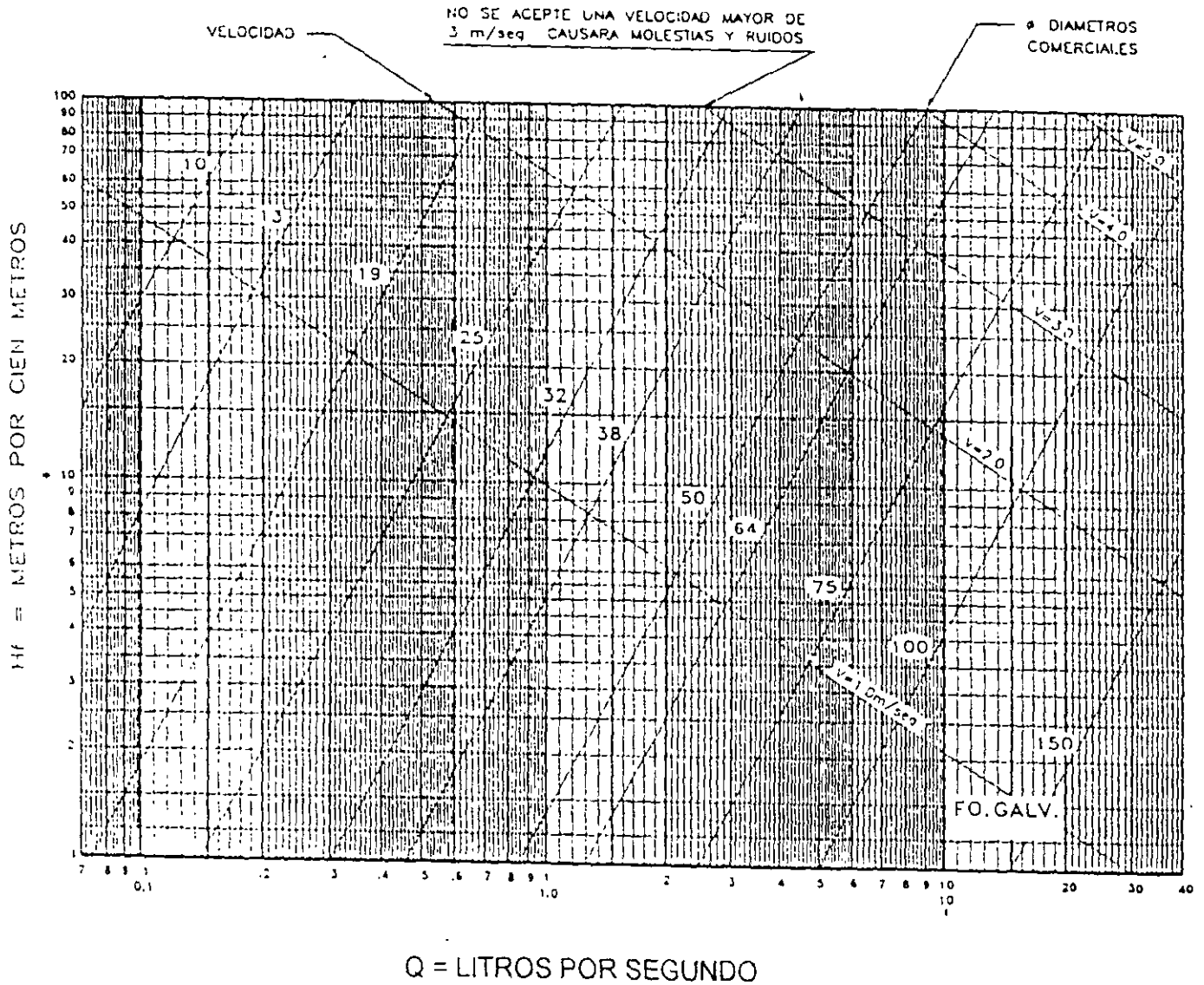
*No utilizadas comunmente

CUADRO 4 7 LONGITUD DE TUBOS EQUIVALENTE A CONEXIONES Y VÁLVULAS

APARATO	DIÁMETRO DEL TUBO			
	13	19	25	32
CALENTADOR AGUA VER 110 19 mm	1.20	5.20	17.10	-----
CALENTADOR AGUA HORZ 19 mm	0.97	1.50	4.90	-----
TUBO				
MEIDIDOR DE AGUA (IN Y MV) 16 mm CONEXION DE 13 mm	7.05	8.55	27.15	-----
16 mm CONEXION DE 19 mm	1.45	5.10	19.50	-----
19 mm CONEXION DE 19 mm	1.65	4.25	13.20	-----
25 mm CONEXION DE 25 mm	-----	2.75	9.15	35.10
32 mm CONEXION DE 25 mm	-----	1.35	4.25	16.45
ABLANDADOR DE AGUA	-----	15.61.00	-----	-----

CUADRO 4 6 LONGITUD EQUIVALENTE A TUBERÍA PARA DIFERENTES APARATOS

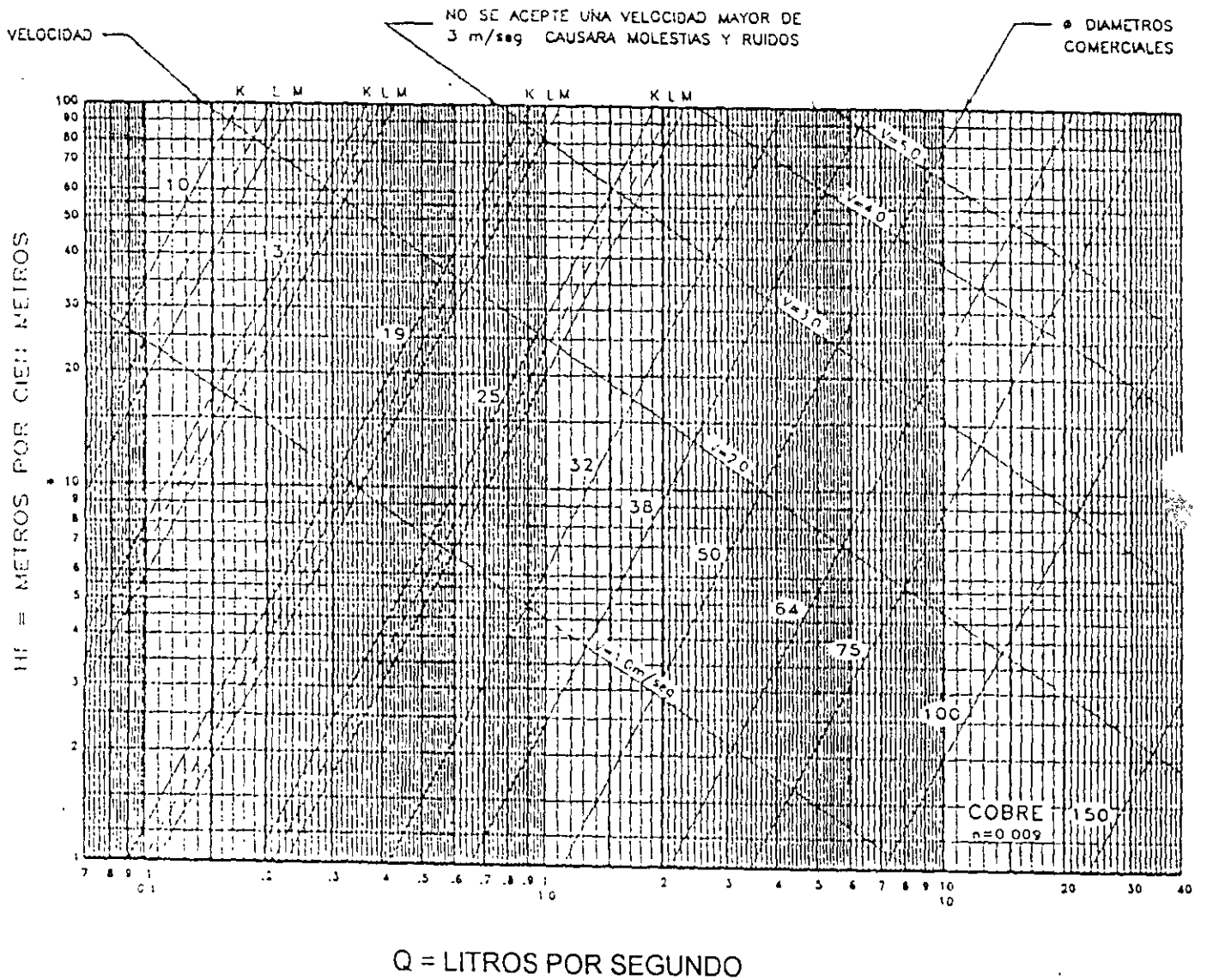
NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIÁMETRO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA



N O T A: En abastecimientos por presión se debe tomar muy en cuenta la pérdida por fricción, se sugiere no pase de 10 m por cada 100 m.

GRAFICA 4.3 TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO

NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIÁMETRO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA

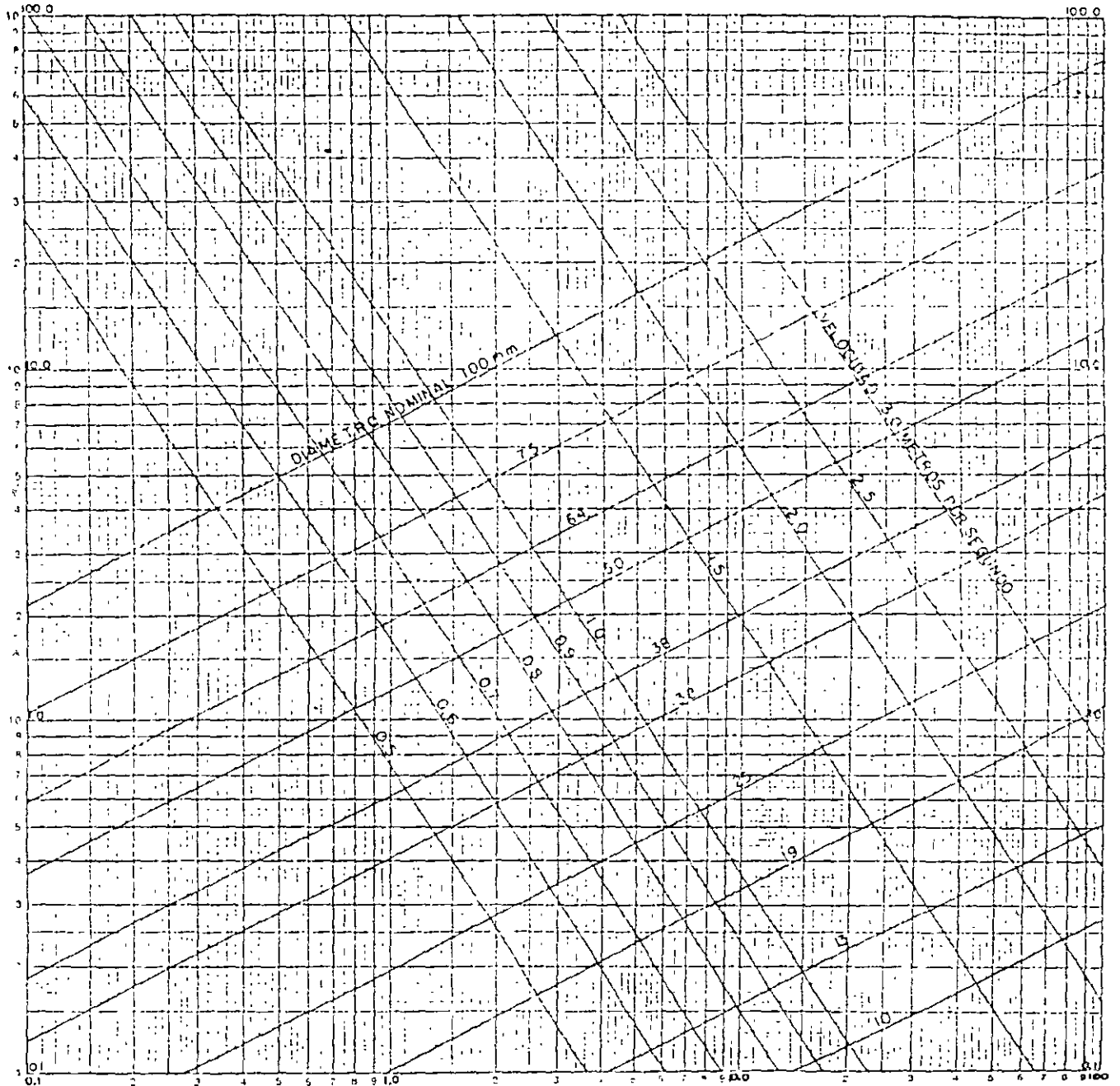


NOTA: En abastecimientos por presión se debe tomar muy en cuenta la pérdida por fricción, se sugiere no pase de 10 m por cada 100 m.

GRAFICA 4.2 TUBERIA DE COBRE

NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIÁMETRO PARA TUBERIAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA

69



GASTO EN LITROS POR SEGUNDO

NOTA: En abastecimientos por presión se debe tomar muy en cuenta la pérdida por fricción, se sugiere no pase de 10 m por cada 100 m.

GRAFICA 4.4 TUBERIA DE ACERO CEDULA 40

