

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y  
DE GAS PARA EDIFICIOS**

**SISTEMA PLUVIAL**

**MAYO 1999.**

## DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

### FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

#### SISTEMA PLUVIAL

#### CALCULO DE COLECTORES PLUVIALES

Los colectores pluviales deberán ser capaces de desalojar el agua pluvial proveniente de los techos y las áreas pavimentadas de las edificaciones. Presentándose casos especiales en donde las áreas de aporte son considerables y los colectores pluviales desde su inicio hasta el cárcamo de tormenta la descarga municipal o hasta las zonas de absorción, tienen una longitud mayor de 30 metros o donde existe poca pendiente o desnivel entre arrastre del último registro y la descarga.

Por lo general, los colectores secundarios y principales están dimensionados para la misma precipitación de diseño que las bajadas pluviales, olvidándose que la precipitación de diseño de las bajadas pluviales es la correspondiente a la media de las precipitaciones registradas en el sitio, ajustadas a las precipitaciones pluviales tabuladas de 25 en 25 mm en las tablas para el diseño, y como norma, calculadas a un cuarto ( 1/4 ) de su capacidad, con lo que se garantiza que con una precipitación máxima extraordinaria, éstas puedan desalojar sin problemas el agua de lluvia trabajando a un tercio ( 1/3 ) de su capacidad.

**PERO, ¿QUE SUCEDE CON EL AGUA EXCEDENTE?**

Por lo general, la problemática encontrada es el afloramiento de esas excedencias por las tapas de los registros, cosa que si se presenta en áreas pavimentadas, patios o estacionamientos no representa riesgo alguno, pero si esto ocurre en áreas interiores puede provocar daños de consideración al propietario o al usuario del mismo.

Cuando el afloramiento se presenta en áreas de tránsito peatonal o de estacionamientos, deberá tomarse en cuenta el nivel máximo

de agua de la zona a inundarse y el tiempo que la inundación pueda durar, y analizar con el arquitecto o el propietario riesgo, en caso de que el colector o los colectores se diseñen para la misma precipitación que las bajadas pluviales.

Para resolver este problema, que se presenta frecuentemente en los centros comerciales, tiendas de autoservicio, bodegas, conjuntos habitacionales y conjuntos de edificaciones varias, nos dimos a la investigación mi padre, el Ing. Manuel A. De Anda y su servidor, para que mediante los resultados de la misma pudiéramos con seguridad y sin sobreinversión en la red de colectores pluviales, satisfacer este requerimiento de desalojo de las aguas pluviales.

Del análisis de la información de la SARH y UNAM, se encontró que las precipitaciones máximas extraordinarias registradas se presentan con una frecuencia que varía de los 30 a los 50 años. Que el promedio de las máximas arriba del promedio propuesto para el diseño de las bajadas pluviales es del 120 % de la precipitación de diseño propuesto y que con este incremento en el diseño de colectores podemos cubrir con seguridad las necesidades de desalojo de aguas pluviales en redes de menos de 300 metros de longitud dentro de costos razonables.

Para los colectores mayores proponemos la siguiente fórmula, así como los valores del factor de ajuste ( k ).

$$I = k * i$$

Donde:

I = Precipitación de diseño  
k = Factor de ajuste  
i = Intensidad de diseño de las bajadas pluviales

PARA REDES Y COLECTORES CON LONGITUD MENOR DE 300 metros:

$$k = 1.2$$

PARA REDES CON LONGITUD ENTRE LOS 301 Y 1.500 metros:

k = Raíz cuadrada de  $300/L \times 0.0001 L$

donde:

L = Longitud del colector

$$k = \sqrt{\frac{300}{L} * 0.0001 L}$$

3

PARA REDES CON LONGITUD ENTRE LOS 1.500 Y LOS 3.000 metros:

k = Raíz cúbica de 300/L

donde:

L = Longitud del colector

$$k = \sqrt[3]{\frac{300}{L}}$$

PARA REDES CON LONGITUD MAYOR DE LOS 3.000 metros:

$$k = 0.45$$

## POZOS DE ABSORCION PARA AGUAS PLUVIALES

El crecimiento de las áreas urbanas ha provocado que las aguas pluviales se conduzcan fuera de las mismas, originando en las grandes concentraciones, problemas de conducción y desalojo, y falta de recarga en los acuíferos, en especial en cuencas cerradas como lo es la Ciudad de México, en donde además esto provoca hundimientos generalizados dentro de la zona lacustre.

Por otro lado el manejo tradicional de las aguas pluviales en el país tanto en edificaciones como en las redes urbanas por medio de colectores y emisores además del gran costo que ellos tienen a provocado un desequilibrio en las aguas del subsuelo.

Es conveniente también hacer notar que en la actualidad en casi todas las ciudades del país se tienen graves problemas para el desalojo de las aguas pluviales, por el gran crecimiento de las manchas urbanas y por ende de las zonas pavimentadas, lo que hizo necesario en un principio, y para evitar inundaciones tanto en los predios como en las zonas urbanas, que se construyeran cárcamos de tormenta en los grandes predios, edificaciones mayores y en diversos sitios de las áreas urbanas las cuales sirven como tanques reguladores, al amanecer el agua de las precipitaciones máximas instantáneas y máximas extraordinarias

Lo anterior resolvía parte del problema, pues disminuía el flujo hacia los colectores e incrementaba los costos de construcción, pero no resolvía el problema del desbalance hidráulico del subsuelo, el cual como todos sabemos, se recarga con la infiltración de las aguas de lluvia.

Dada la necesidad de recargar los acuíferos, se han expedido reglamentos que limitan por un lado, las áreas ocupadas por las edificaciones y las áreas pavimentadas dentro de los predios, al mismo tiempo que se exige la infiltración de aguas pluviales.

La infiltración de las aguas pluviales en predios y edificaciones, además de ser una exigencia normativa en la mayoría de los casos tratándose de predios de más de 1,000 m<sup>2</sup> es más económica que el desalojo fuera del predio, tomando en cuenta el costo del tanque de tormentas.

Para infiltrar el agua pluvial al subsuelo se deben hacer las exploraciones necesarias para conocer la estratigrafía del mismo en el sitio de la obra, para con estos datos realizar las pruebas de infiltración en los estratos más adecuados, siendo una práctica usual, el revisar los reportes de los sondeos estratigráficos que en toda construcción de importancia se hacen para determinar el tipo de cimentación.

Las pruebas de infiltración son sencillas y de sentido común, se requiere únicamente hacerlas en los estratos apropiados, los cuales deben tener capacidad filtrante, siendo éstos detectados por los porcentajes de arenas y gravas, y llevar los registros de tiempo y nivel dentro de los pozos de prueba, los cuales pueden ser a cielo abierto y excavados a mano cuando los estratos son semisuperficiales a menos de 5 metros, o con perforaciones de prueba a mayor profundidad.

También es usual en terrenos muy arcillosos, el solicitar que al hacerse el estudio de Mecánica de Suelos se haga un estudio piezométrico de los diferentes estratos, lo que nos indicará cuál estrato es el más adecuado.

Conociendo el terreno en el cual estamos ubicados, también necesitamos conocer la precipitación pluvial máxima horaria, la máxima horaria y la extraordinaria, a efecto de poder dimensionar adecuadamente la zona de captación e infiltración, ya que debemos tener capacidad de almacenamiento suficiente para la precipitación máxima extraordinaria (que por lo general es 1.6 veces la de diseño para bajadas pluviales, pudiéndose usar este criterio si no se conocen los datos del sitio), y las máximas horaria y diaria. Siendo esta última la que se debe considerar para determinar la capacidad de infiltración necesaria, la cual por permeable que sea el subsuelo es posible darla por los diferentes medios de infiltración como son las zanjas, las zonas filtrantes, los pozos someros profundos, siendo estos últimos la solución más costosa y la menos recomendable, aunque a veces exigida por las autoridades.

#### ~~DISEÑO DE POZOS, ZONAS Y ZANJAS DE ABSORCIÓN O~~ INFILTRACION

Para el diseño de cualesquiera sistema de absorción de agua en el subsuelo se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- 1.- Conocer la superficie a drenar.
- 2.- Conocer la precipitación máxima extraordinaria, o en su defecto usar el factor recomendado de 1.6 la precipitación de diseño para bajadas pluviales.
- 3.- Conocer la precipitación máxima diaria.
- 4.- Conocer la capacidad de infiltración diaria del subsuelo y la profundidad del estrato permeable o más permeable.
- 5.- Conocer la capacidad de infiltración horaria del subsuelo.

Si se diseñan zanjas o zonas de absorción, con material filtrante substitutivo del material natural se requiere conocer porcentaje de vacíos del material, para dimensionar adecuadamente las zonas o zanjas.

### FORMULA GENERAL PARA EL CALCULO DE ABSORCION

$$Cd = Aa \times PMd$$

Donde:

Cd = Capacidad de absorción del terreno en un día.  
Aa = Area de aporte (techadas y pavimentadas)  
PMd = Precipitación máxima diaria.

La capacidad de almacenamiento de agua se calculará de la siguiente forma:

- a) Primero se verificará el volumen a almacenar con la precipitación máxima horaria.

$$V = (Aa \times PMh) - Ch$$

En donde:

V = Volumen de agua a almacenar.  
Aa = Area de aporte  
PMh = Precipitación máxima horaria (si no se conoce se debe se deberá usar 100 mm/h)  
Ch = Capacidad de infiltración horaria.

- b) Revisar el volumen con la precipitación máxima diaria, si el coeficiente de infiltración es muy bajo, substituyendo en la fórmula "PMh" por "PMd" y "Ch" por "Cd".

- c) Si se cuenta con material filtrante el volumen real será:

$$Vr = V / vm$$

En donde:

Vr = Volumen real  
V = Volumen de agua aportada  
vm = Volumen de los vacíos del material

**FORMULA DE "MANNING" PARA CALCULO DE COLECTORES  
PLUVIALES, MIXTOS Y DE AGUAS NEGRAS**

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:-

- V = Velocidad del agua en m/seg
- n = Coeficiente de rugosidad del tubo
- R = Radio hidráulico en m  
Radio hidráulico = Sección o área del tubo / perímetro interior
- S = Pendiente en tanto por ciento

**COEFICIENTES DE RUGOSIDAD A USARSE  
EN LA FORMULA DE MANNING**

<u>MATERIAL</u>	<u>COEFICIENTE</u>
PVC	0.009
ASBESTO-CEMENTO	0.010
LAMINA GALVANIZADA	0.011
CONCRETO LISO	0.012
TUBOS DE ALBAÑAL DE CEMENTO	0.013
FIERRO FUNDIDO	0.013
CONCRETO ASPERO	0.016



**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 1 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.570	4.477	81	92	107	129	161	21
150	0.747	13.199	238	272	317	380	475	63
200	0.905	28.425	512	585	682	819	1,023	1,36
250	1.050	51.539	928	1,060	1,237	1,484	1,855	2,47
300	1.186	83.807	1,509	1,724	2,011	2,414	3,017	4,02
375	1.376	151.950	2,735	3,126	3,647	4,376	5,470	7,29
450	1.554	247.090	9,579	5,083	5,930	7,116	8,895	11,86
600	1.882	532.140	17,367	10,947	12,771	15,326	19,157	25,54
750	2.184	964.840	28,259	19,848	23,156	27,787	34,734	46,31
900	2.466	1569.920	42,599	32,295	37,678	45,214	56,517	75,35
1050	2.733	2366.630	60,821	48,685	56,799	68,159	85,199	113,59
1200	2.988	3378.920	60,821	69,509	81,094	97,313	121,641	162,18
1500	3.467	6126.380	110,275	126,028	147,033	176,440	220,550	294,06

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.9 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.541	4.247	76	87	102	122	153	204
150	0.709	12.522	225	258	301	361	451	601
200	0.859	26.966	485	555	647	777	971	1,294
250	0.996	48.894	880	1,006	1,173	1,408	1,760	2,347
300	1.125	79.506	1,431	1,636	1,908	2,290	2,862	3,816
375	1.305	144.152	2,595	2,965	3,460	4,152	5,189	6,919
450	1.474	234.410	9,087	4,822	5,626	6,751	8,439	11,252
600	1.785	504.832	16,476	10,385	12,116	14,539	18,174	24,232
750	2.072	915.328	28,808	18,830	21,968	26,361	32,952	43,936
900	2.339	1489.357	40,413	30,638	35,745	42,893	53,617	71,489
1050	2.593	2245.182	57,699	46,187	53,884	64,661	80,827	107,769
1200	2.835	3205.525	57,699	65,942	76,933	92,319	115,399	153,869
1500	3.289	5811.994	104,616	119,561	139,488	167,385	209,232	278,976

6

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL**

**PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* **DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.8 % DE PENDIENTE** \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.510	4.004	72	82	96	115	144	
150	0.668	11.806	212	243	283	340	425	5
200	0.809	25.424	458	523	610	732	915	1,2
250	0.939	46.098	830	948	1,106	1,328	1,660	2,2
300	1.061	74.959	1,349	1,542	1,799	2,159	2,699	3,5
375	1.231	135.908	2,446	2,796	3,262	3,914	4,893	6,5
450	1.390	221.004	4,567	4,546	5,304	6,365	7,956	10,6
600	1.683	475.960	15,534	9,791	11,423	13,708	17,135	22,8
750	1.953	862.979	25,275	17,753	20,711	24,854	31,067	41,4
900	2.206	1404.179	38,102	28,886	33,700	40,440	50,550	67,4
1050	2.444	2116.778	54,400	43,545	50,803	60,963	76,204	101,6
1200	2.673	3022.198	54,400	62,171	72,533	87,039	108,799	145,0
1500	3.101	5479.601	98,633	112,723	131,510	157,813	197,266	263,0

\* \* \* \* \* **DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.7 % DE PENDIENTE** \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.452	3.554	64	73	85	102	128	17
150	0.593	10.476	189	216	251	302	377	50
200	0.718	22.562	406	464	541	650	812	1,08
250	0.833	40.908	736	842	982	1,178	1,473	1,96
300	0.941	66.520	1,197	1,368	1,596	1,916	2,395	3,19
375	1.092	120.607	2,171	2,481	2,895	3,473	4,342	5,78
450	1.233	196.122	3,530	4,035	4,707	5,648	7,060	9,41
600	1.494	422.373	7,603	8,689	10,137	12,164	15,205	20,27
750	1.733	765.818	13,785	15,754	18,380	22,056	27,569	36,75
900	1.957	1246.085	22,430	25,634	29,906	35,887	44,859	59,81
1050	2.169	1878.454	33,812	38,642	45,083	54,099	67,624	90,16
1200	2.372	2681.935	48,275	55,171	64,366	77,240	96,550	128,71
1500	2.752	4862.663	87,528	100,032	116,704	140,045	175,056	233,40

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.6 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

=====								
DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	SUPERFICIE DESAGUADA EN m2					
mm	m/seg	l/seg	200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
=====								
100	0.442	3.468	62	71	83	100	125	160
150	0.579	10.224	184	210	245	294	368	460
200	0.701	22.018	396	453	528	634	793	1,000
250	0.813	39.922	719	821	958	1,150	1,437	1,910
300	0.919	64.917	1,168	1,335	1,558	1,870	2,337	3,110
375	1.066	117.700	2,119	2,421	2,825	3,390	4,237	5,650
450	1.204	191.395	7,419	3,937	4,593	5,512	6,890	9,180
600	1.458	412.194	13,453	8,479	9,893	11,871	14,839	19,780
750	1.692	747.362	21,889	15,374	17,937	21,524	26,905	35,870
900	1.910	1216.055	32,997	25,016	29,185	35,022	43,778	58,370
1050	2.117	1833.184	47,111	37,711	43,996	52,796	65,995	87,990
1200	2.314	2617.300	47,111	53,842	62,815	75,378	94,223	125,630
1500	2.686	4745.474	85,419	97,621	113,891	136,670	170,837	227,780
=====								

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.5 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

=====								
DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	SUPERFICIE DESAGUADA EN m2					
mm	m/seg	l/seg	200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
=====								
100	0.382	3.003	54	62	72	86	108	144
150	0.501	8.854	159	182	212	255	319	425
200	0.607	19.068	343	392	458	549	686	915
250	0.704	34.573	622	711	830	996	1,245	1,660
300	0.796	56.219	1,012	1,157	1,349	1,619	2,024	2,699
375	0.923	101.931	1,835	2,097	2,446	2,936	3,670	4,893
450	1.042	165.753	2,984	3,410	3,978	4,774	5,967	7,956
600	1.262	356.970	6,425	7,343	8,567	10,281	12,851	17,135
750	1.465	647.234	11,650	13,315	15,534	18,640	23,300	31,067
900	1.654	1053.134	18,956	21,664	25,275	30,330	37,913	50,550
1050	1.833	1587.584	28,577	32,659	38,102	45,722	57,153	76,204
1200	2.004	2266.648	40,800	46,628	54,400	65,279	81,599	108,799
1500	2.326	4109.701	73,975	84,542	98,633	118,359	147,949	197,266
=====								

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL**  
**PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.4 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.360	2.832	51	58	68	82	102	136
150	0.472	8.348	150	172	200	240	301	401
200	0.572	17.978	324	370	431	518	647	861
250	0.664	32.596	587	671	782	939	1,173	1,561
300	0.750	53.004	954	1,090	1,272	1,527	1,908	2,544
375	0.870	96.102	1,730	1,977	2,306	2,768	3,460	4,613
450	0.983	156.273	6,058	3,215	3,751	4,501	5,626	7,501
600	1.190	336.555	10,984	6,923	8,077	9,693	12,116	16,155
750	1.381	610.218	17,872	12,553	14,645	17,574	21,968	29,290
900	1.560	992.905	26,942	20,425	23,830	28,596	35,745	347,659
1050	1.729	1496.788	38,466	30,791	35,923	43,108	53,884	71,846
1200	1.890	2137.017	48,466	43,961	51,288	61,546	76,933	102,577
1500	2.193	3874.663	69,744	79,707	92,992	111,590	139,488	185,984

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.3 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.296	2.326	42	48	56	67	84	112
150	0.388	6.858	123	141	165	198	247	329
200	0.470	17.770	266	304	354	425	532	709
250	0.546	26.780	482	551	643	771	964	1,285
300	0.616	43.547	784	896	1,045	1,254	1,568	2,090
375	0.715	78.956	1,421	1,624	1,895	2,274	2,842	3,790
450	0.807	128.392	2,311	2,641	3,081	3,698	4,622	6,163
600	0.978	276.508	4,977	5,688	6,636	7,963	9,954	13,272
750	1.135	501.346	9,024	10,313	12,032	14,439	18,048	24,065
900	1.281	815.754	14,684	16,781	19,578	23,494	29,367	39,156
1050	1.420	1229.737	22,135	25,297	29,514	35,416	44,271	59,027
1200	1.553	1755.736	31,603	36,116	42,138	50,565	63,207	84,275
1500	1.802	3183.360	57,300	65,486	76,401	91,681	114,601	152,801

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* **DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.2 % DE PENDIENTE** \* \* \* \* \*

=====									
DIAMETRO VELOCIDAD GASTO SUPERFICIE DESAGUADA EN m2									
mm	m/seg	l/seg	200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h	
=====									
100	0.255	2.002	36	41	48	58	72	90	
150	0.334	5.903	106	121	142	170	212	280	
200	0.405	12.712	229	262	305	366	458	610	
250	0.470	23.049	415	474	553	664	830	1,100	
300	0.530	37.480	675	771	900	1,079	1,349	1,790	
375	0.615	67.954	1,223	1,398	1,631	1,957	2,446	3,262	
450	0.695	110.502	4,284	2,273	2,652	3,182	3,978	5,304	
600	0.842	237.980	7,767	4,896	5,712	6,854	8,567	11,423	
750	0.977	431.490	12,638	8,876	10,356	12,427	15,534	20,711	
900	1.103	702.090	19,051	14,443	16,850	20,220	25,275	33,700	
1050	1.222	1058.389	27,200	21,773	25,401	30,482	38,102	50,803	
1200	1.336	1511.099	27,200	31,085	36,266	43,520	54,400	72,533	
1500	1.550	2739.800	49,316	56,362	65,755	78,906	98,633	131,510	
=====									

\* \* \* \* \* **DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.1 % DE PENDIENTE** \* \* \* \* \*

=====									
DIAMETRO VELOCIDAD GASTO SUPERFICIE DESAGUADA EN m2									
mm	m/seg	l/seg	200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h	
=====									
100	0.171	1.343	24	28	32	39	48	64	
150	0.224	3.960	71	81	95	114	143	190	
200	0.272	8.528	153	175	205	246	307	409	
250	0.315	15.462	278	318	371	445	557	742	
300	0.356	25.142	453	517	603	724	905	1,207	
375	0.413	45.585	621	936	1,094	1,313	1,641	2,188	
450	0.466	74.127	1,334	1,525	1,779	2,135	2,669	3,558	
600	0.565	159.642	2,874	3,284	3,831	4,598	5,747	7,663	
750	0.655	289.452	5,210	5,954	6,947	8,336	10,420	13,894	
900	0.740	470.976	8,478	9,689	11,303	13,564	16,953	22,607	
1050	0.820	709.989	12,780	14,605	17,040	20,448	25,560	34,079	
1200	0.896	1013.676	18,246	20,853	24,328	29,194	36,492	48,656	
1500	1.040	1837.914	33,082	37,809	44,110	52,932	66,165	88,220	
=====									

P R E C I P I T A C I O N E S   D E   D I S E Ñ O

B A J A D A S   P L U V I A L E S

EN BASE A DATOS DE REGISTRO PLUVIAL SARH Y UNAM

=====					
P O B L A C I O N	E S T A D O	mm/h	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
=====					
EQUIVAL.					
=====					
Aguascalientes	Aguascalientes	125	10.42	0.0347	28.80
Acapulco	Guerrero	150	12.50	0.0417	24.00
Alamos	Sonora	125	10.42	0.0347	29.00
Alfajayucan	Hidalgo	125	10.42	0.0347	29.00
Altamira	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Altar	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Amecameca	México	150	12.50	0.0417	24.00
Anahuac	Nuevo León	125	10.42	0.0347	29.00
Apa	Hidalgo	125	10.42	0.0347	29.00
Apaseo	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Atenco	México	125	10.42	0.0347	29.00
Apatzingán	Michoacán	125	10.42	0.0347	29.00
Amealco	Querétaro	150	12.50	0.0417	24.00
Altar	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Bahía Magdalena	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Batagues	Baja California	75	6.25	0.0208	48.00
Bavispe	Sonora	125	10.42	0.0347	29.00
Cabo San Lucas	Baja California	175	14.58	0.0486	21.00
Cadege	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Caduaño	Baja California	150	12.50	0.0417	24.00
Cadereyta Jiménez	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
Cávilco	Aguascalientes	125	10.42	0.0347	29.00
Camargo Camargo	Chihuahua	125	10.42	0.0347	29.00
Campeche	Campeche	150	12.50	0.0417	24.00
Carrillo Puerto	Quintana Roo.	150	12.50	0.0417	24.00
Cárdenas	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Cedral	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Cerralvo	Nuevo León	125	10.42	0.0347	29.00
Celaya	Guanajuato	125	10.42	0.0347	29.00
Ciudad Delicias	Chihuahua	100	8.33	0.0278	36.00
Ciudad del Maíz	San Luis Potosí	175	14.58	0.0486	21.00
Ciudad Lerdo	Durango	150	12.50	0.0417	24.00
Ciudad Valles	San Luis Potosí	175	14.58	0.0486	21.00
Ciudad Victoria	Tamaulipas	125	10.42	0.0347	29.00
Coatzacoalcos	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Colima	Colima	150	12.50	0.0417	24.00
Colonia Guerrero	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Comitán	Chiapas	125	10.42	0.0347	29.00
Comondu	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Córdoba	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Cozumel	Quintana Roo.	150	12.50	0.0417	24.00
Culiacán	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Cuernavaca	Morelos	150	12.50	0.0417	24.00
Cuitzeo	Michoacán	125	10.42	0.0347	28.80
Chaparaco	Michoacán	150	12.50	0.0417	24.00
Chapingo	México	150	12.50	0.0417	24.00
Charcas	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Chipalcingo	Guerrero	125	10.42	0.0347	28.80
Chihuahua	Chihuahua	100	8.33	0.0278	36.00
Corregidora Villa	Querétaro	125	10.42	0.0347	28.80

P R E C I P I T A C I O N E S   D E   D I S E Ñ O

B A J A D A S   P L U V I A L E S

EN BASE A DATOS DE REGISTRO PLUVIAL SARH Y UNAM

POBLACION	ESTADO	mm/h	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
		EQUIVAL.			
Dolores Hidalgo	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Durango	Durango	125	10.42	0.0347	28.80
El Fuerte	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Escobedo Pedro	Querétaro	150	12.50	0.0417	24.00
Escárcega	Tabasco	175	14.58	0.0486	20.57
Felipe Pescador	Zacatecas	150	12.50	0.0417	24.00
Fresnillo	Zacatecas	125	10.42	0.0347	28.80
Guadalajara	Jalisco	175	14.58	0.0486	20.57
Guamuchil	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Guanajuato	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Gómez Palacio	Durango	125	10.42	0.0347	28.80
Huahuapán de León	Oaxaca	150	12.50	0.0417	24.00
Huautla	Oaxaca	150	12.50	0.0417	24.00
Iguala	Gerrero	125	10.42	0.0347	28.80
Irapuato	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Ixtepēc	Oaxaca	175	14.58	0.0486	20.57
Jalpan	Querétaro	175	14.58	0.0486	20.57
Jerez-	Zacatecas	125	10.42	0.0347	28.80
Jerécuaro	Guanajuato	175	14.58	0.0486	20.57
La Barca	Jalisco	150	12.50	0.0417	24.00
Lagos de Moreno	Jalisco	150	12.50	0.0417	24.00
Lagunillas	San Luis Potosí	175	14.58	0.0486	20.57
La Paz	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
La Piedad	Michoacán	175	14.58	0.0486	20.57
Loreto	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Matehuala	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	28.80
Matías Romero	Oaxaca	150	12.50	0.0417	24.00
Minatitlán	Colima	175	14.58	0.0486	20.57
Minatitlán	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Mocorito	Sinaloa	175	14.58	0.0486	20.57
Monclova	Coahuila	125	10.42	0.0347	28.80
Montemorelos	Nuevo León	175	14.58	0.0486	20.57
Morelia	Michoacán	150	12.50	0.0417	24.00
Nacoziari	Sonora	125	10.42	0.0347	28.80
Navojoa	Sonora	125	10.42	0.0347	28.80
Novolato	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Nuevo Laredo	Tamaulipas	150	12.50	0.0417	24.00
Opodepe	Sonora	125	10.42	0.0347	28.80
Orizaba	Veracruz	175	14.58	0.0486	20.57
Otatitlán	Veracruz	175	14.58	0.0486	20.57
Paso del Macho	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Pánuco	Veracruz	175	14.58	0.0486	20.57
Papantla	Veracruz	200	16.67	0.0556	18.00
Pénjamo	Guanajuato	175	14.58	0.0486	20.57
Piedras Negras	Coahuila	150	12.50	0.0417	24.00
Playa Vicente	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Puebla	Puebla	150	12.50	0.0417	24.00
Puerto Peñasco	Sonora	75	6.25	0.0208	48.00
Puerto Vallarta	Jalisco	125	10.42	0.0347	28.80
Rayones	Nuevo León	125	10.42	0.0347	28.80

9

PRECIPITACIONES DE DISEÑO

BAJADAS PLUVIALES

EN BASE A DATOS DE REGISTRO PLUVIAL SARH Y UNAM

POBLACION	ESTADO	mm/h EQUIVAL.	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
Reynosa	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Río Grande	Zacatecas	125	10.42	0.0347	29.00
Río Verde	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Sahuayo	Michoacán	175	14.58	0.0486	21.00
Santa Ana	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Santa Catarina	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
San Cristóbal C.	Chiapas	175	14.58	0.0486	21.00
San Felipe	Sonora	75	6.25	0.0208	48.00
San Fernando	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
San Javier	Sonora	150	12.50	0.0417	24.00
San Luis Río Col.	Sonora	75	6.25	0.0208	48.00
Santo Domingo	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Silao	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Soledad D. Gtz.	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Sombrerete	Zacatecas	150	12.50	0.0417	24.00
Tampico	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Taxco	Guerrero	150	12.50	0.0417	24.00
Texcoco	México	150	12.50	0.0417	24.00
Teziutlan	Puebla	175	14.58	0.0486	21.00
Toluca	México	150	12.50	0.0417	24.00
Topo Chico (Mont.)	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
Torreón	Coahuila	125	10.42	0.0347	29.00
Tula	Hidalgo	150	12.50	0.0417	24.00
Tula	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxpan	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxtepec	Oaxaca	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxtla Gutierrez	Chiapas	175	14.58	0.0486	21.00
Venado	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Venados	Hidalgo	175	14.58	0.0486	21.00
Villa De Reyes	San Luis Potosí	150	12.54	0.0417	24.00
Villahermosa	Tabasco	175	14.58	0.0486	21.00
Villagran	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Villagran	Tamaulipas	150	12.45	0.0417	24.00
Zacatecas	Zacatecas	125	10.42	0.0347	29.00
Zamora	Michoacán	150	12.50	0.0417	24.00



-----  
**CALCULO DE BAJADAS PLUVIALES PARA DIFERENTES PRECIPITACIONES**  
 -----

**SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES LLENAS A LA CUARTA PARTE**

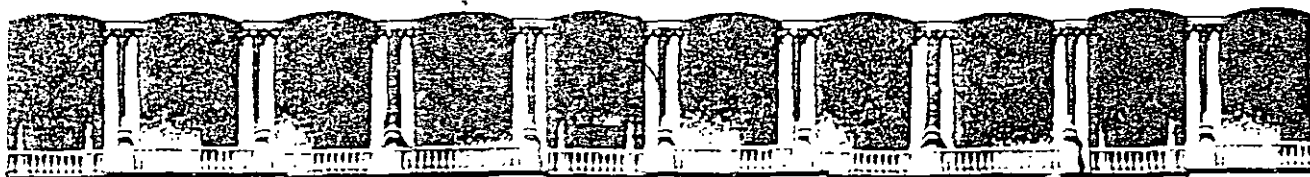
DIAMETRO DE LA BAJADA  ( mm )	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS EN mm/h					
	75	100	125	150	175	200
	----- <b>SUPERFICIES A DRENAR EN m2</b> -----					
50	50	38	30	25	21	19
63	91	68	55	46	39	34
75	148	111	89	74	63	56
100	320	240	192	160	137	120
125	580	435	348	290	248	217
150	943	707	566	471	404	354
200	2,030	1,523	1,218	1,015	840	761

**SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES LLENAS A LA TERCERA PARTE**  
 $f = 1.6152$

DIAMETRO DE LA BAJADA  ( mm )	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS					
	75	100	125	150	175	200
	----- <b>SUPERFICIES A DRENAR EN m2</b> -----					
50	81	61	48	40	34	31
63	147	110	89	74	63	56
75	239	179	144	120	102	90
100	517	388	310	258	221	194
125	937	703	562	468	401	351
150	1,523	1,142	914	761	653	572
200	3,279	2,460	1,967	1,639	1357	1,229

**NOTAS :**

- 1.- Se recomienda calcular las bajadas a 1/4 parte de su capacidad en los lugares con alta frecuencia de granizo y nevadas de más de 10 cm.
- 2.- Para zonas áridas y costeras de la República Mexicana las bajadas pueden calcularse a 1/3 de su capacidad.
- 3.- En el altiplano de la República Mexicana, la precipitación de diseño más recomendable es de 150 mm/h para bajadas de azoteas, de 175 mm/h para terrazas y de 200 mm/h para bajadas de cubiertas y techumbres con canalones recolectores.
- 4.- Para el resto de la República, las precipitaciones de diseño serán de 125 mm/h para azoteas, 150 mm/h para terrazas y de 175 mm/h para bajadas de cubiertas y techumbres con canalones recolectores.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y  
DE GAS PARA EDIFICIOS**

**INSTALACIONES SANITARIAS DESAGÜES SANITARIOS,  
DOBLE VENTILACIÓN**

**EXPOSITOR: ING. JORGE ESQUIVEL FRANCO  
MAYO 1999.**

## INSTALACIONES SANITARIAS

Los elementos de una instalación sanitaria se inician en las descargas de los propios muebles sanitarios que requieren tuberías de desague con diámetros mínimos recomendables y que pueden verse en la tabla anexa. Tabla No. 14.

En la misma tabla pueden obtenerse las unidades mueble de descarga, con las cuáles pueden calcularse tanto los ramaleos horizontales como las bajadas de aguas negras.

Ninguna de las salidas sanitarias debe quedar abierta dentro de un local, por lo cual todos los muebles deben estar provistos de un sifón que impida la salida de los gases contaminados del albañal y los olores hacia el propio local. Las coladeras de aseo de los pisos igualmente deben ser protegidas con sifones y vale aclarar que si éstos son demasiado pequeños, perderán fácilmente la obturación hidráulica al evaporarse su contenido, habiendo necesidad de reponerlo con frecuencia manualmente.

La capacidad de los ramaleos horizontales queda mostrada en la tabla anexa ( tabla No. 15 ), y la pendiente mínima, en la zona de sanitarios es de 2 ‰ en diámetros menores de 100 mm y 1 ‰ para diámetros de 100 mm y mayores.

En este tipo de instalaciones, está prohibido el uso de cambios de dirección a 90 ° en el plano horizontal, debiendo ser con codos Y griegas a 45° en los cambios de vertical a horizontal si se permite el uso de piezas a 90°.

## BAJADAS DE AGUAS NEGRAS

El agua, en las columnas de aguas negras, baja adherida a las paredes de la tubería, dejando un núcleo central vacío por -- donde circula el aire desalojado por el agua al caer.

Cabe hacer notar que no debe limitarse la altura de las columnas por temor al aumento de velocidad del agua. En los edificios altos, la máxima velocidad de caída es adquirida al llegar al tercer nivel; pero posteriormente el rozamiento con -- las paredes de la tubería que es una fuerza opuesta al peso -- del agua impide que aumente la velocidad caída. El poner un obstáculo o quiebre en la bajada, perjudica la instalación -- por provocar presiones y depresiones en el aire de la propia columna.

Los diámetros de las bajadas de aguas negras están en función tanto de las unidades de descarga que reciben, como del número de intervalos en que las reciben, siendo el punto crítico los edificios de tres niveles, por la razón expuesta anteriormente; pero aumentando su capacidad receptora si hay mas niveles que descargen en las bajadas, ya que disminuye el factor de simultaneidad de descarga. Ver tabla No. 17.

Así podemos ver que una bajada de 100 mm de diámetro de tres niveles puede aceptar la descarga de 240 unidades y con más -- de tres niveles, hasta 500 unidades de descarga.

En el pie de la bajada debe aumentarse el diámetro del colector, para evitar que en este punto se acumule el agua que descarga y se retarde el flujo ( ver tabla No. 16 ).

REGISTROS.- Es conveniente diseñar en los ramaleos horizontales puntos por los cuales se puede sondear la línea y destapar en caso de obturaciones. En las bases de las columnas siempre debe haber un registro, dado que es el punto mas peligroso.

COLECTORES DE CONCRETO.- Al construir los albañales de concreto, hay que tener cuidado de que en los registros no se haga la media caña, sino una vez terminada la obra, dejando el tubo corrido durante el proceso de construcción para evitar que entren materias extrañas ( arena, tabique, cascajo, palos, etc.) que posteriormente ocasionan serias obstrucciones. Terminada la obra, se rompe la clave y se hace la media caña, teniendo cuidado de que la altura de ésta sea igual al diámetro del tubo ( ver figura 37 ).

#### - OBTURACION HIDRAULICA APROVECHANDO REGISTROS DE MAMPOSTERIA

Solamente se utilizan cuando hay descargas en planta baja y nunca en el recorrido general del colector. No se utilizan en la descarga de los muebles sanitarios, los cuales ya tienen su propia obturación, sino por ejemplo en rejillas que recogen aguas pluviales y a otros casos especiales por ejemplo, descarga de vertederos de mercados.

En este caso al registro se le adapta un codo invertido que forma un sello automático con el nivel del registro. ( figura- No. 38 ).

VENTILACION DE LAS BAJADAS DE AGUAS NEGRAS.- Toda bajada de aguas negras debe prolongarse en su parte superior hasta salir de la construcción, con tubería del mismo diámetro que la bajada, ya que nunca debe reducirse.

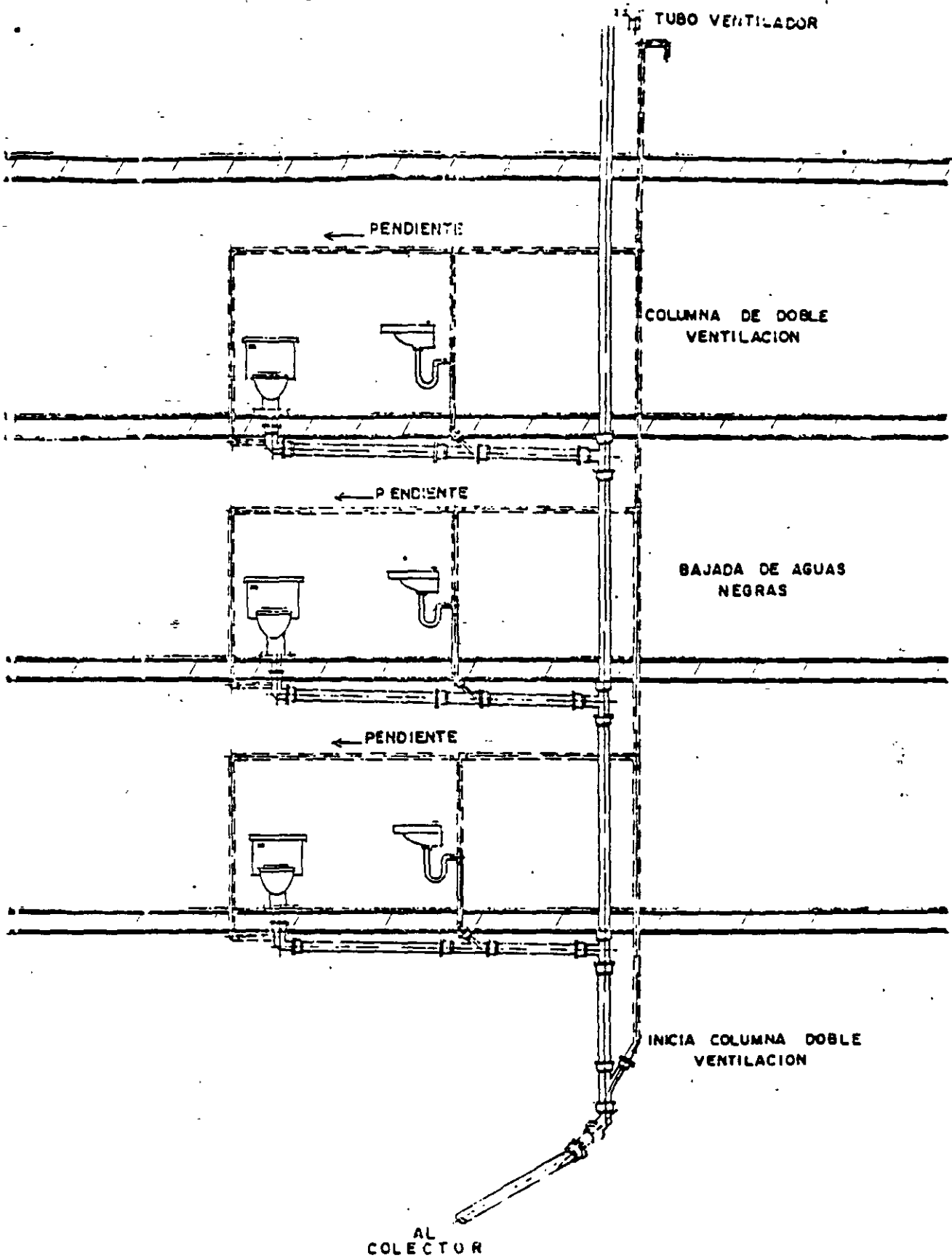
Esta ventilación tiene por objeto permitir la entrada de aire al sistema, facilitando la descarga del mismo, así como permitir la salida de los gases provocados por fermentación de mate rias orgánicas.

SISTEMA DE DOBLE VENTILACION.- El sistema de doble ventilación es necesario para evitar el principio de sifonaje en los obturadores hidráulicos del sistema, que de presentarse rompería el sello hidráulico, permitiendo la salida de gases a los loca les sanitarios.

Esta ruptura puede presentarse también por la expulsión al exterior del agua del obturador. Por lo tanto, la doble ventilación evita los siguientes casos:

- a).- Contrapresiones o presión interior superior a la atmosférica, tal como se presenta por la compresión producida -- por las descargas de agua a lo largo de la bajada por encima del obturador considerado. Aumenta por el volumen de descarga y es máximo en la base de la bajada.
- b).- Depresión o descenso de presión del aire, con relación a la presión atmosférica, causada por la succión realizada por el movimiento del agua abajo del obturador considerado.
- c).- Autosucción causada por el propio sifón del mueble sanita rio.

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. Las longitudes y diámetros de los conductos de doble ventilación ( y se llama doble, dado --



5 SISTEMA DE DOBLE VENTILACION

que el sistema de bajadas y colector deben tener su propia ventilación ), deben ser tales que permitan el paso del aire necesario para equilibrar las presiones interiores del sistema: -- Ver figura No. 39.

El sistema de doble ventilación debe ser construido de tal manera que cualquier escurrimiento que haya dentro de él, concorra al albañal. Los diámetros recomendados están en función de la longitud de las tuberías que figuran en la tabla anexa. ( Ver tabla No. 22 ).

### SISTEMA PLUVIAL

Dada la importancia de desaguar eficientemente un predio al presentarse precipitaciones pluviales que pueden ser de mucha consideración, es necesario normar el criterio para proyectar razonablemente los albañales de un edificio, que conducen el agua hacia los colectores del servicio público, evitando inundaciones dentro de las construcciones.

En primer lugar hay que conocer la intensidad máxima en los primeros cinco minutos de los aguaceros que se expresan en mm/hora.

En la tabla que se presenta, de la ciudad de México, en un período de 49 años la precipitación pluvial rebasó los 100 mm/hora, en 45 años; la precipitación pluvial de 150 mm/hora fue rebasada en 12 años y la de 200 mm por hora en cinco años ( ver tabla No. 18 ).



De la observación anterior, se desprende que en la ciudad de México, D. F., debe proyectarse con un dato de precipitación no inferior a 150 mm/hora, para tener un margen de seguridad razonable.

Se hace la aclaración que no vale la pena sobrepasar este límite, si se tiene en cuenta que el cálculo de los conductos verticales, se hace para manejar un gasto equivalente a un cuarto de tubo y no a tubo lleno, consecuentemente se deduce que en una precipitación mayor, su capacidad no se ve afectada. Ver tabla No. 20 .

Las bajadas pluviales se diseñan por lo tanto, de acuerdo con el área que reciben y generalmente no deben quedar a mas de -- 20 m de separación, para evitar rellenos en las azoteas, ya -- que la pendiente recomendable en éstas es del 2 ‰, con un mími mo de 1.5 ‰.

Cuando existe un cespól en la parte inferior de una bajada plu vial, no debe conectarse otra descarga pluvial intermedia ya -- que en caso de precipitación, ésta no podrá descargar al tra -- tar de salir por ella el aire comprimido en la bajada.

Los albañales de aguas pluviales pueden trabajar a tubo lleno, pero hay que tener mucho cuidado que las pefdidias 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, que en muchos casos pue -- da desbordar por los registros, levantando la tapa de éstos. -- La capacidad de los albañales con 1 ‰ de pendiente figuran en -- la tabla No. 21. Para otras pendientes expresadas en por cien -- to, la velocidad, el gasto y la superficie desaguada se obtie -- ne multiplicando los valores de la tabla por la raíz cuadrada --

de la pendiente en por ciento. Se hace notar que aunque los conductos verticales de aguas negras no deben combinarse con las aguas pluviales, los albañales sí pueden conjuntar los dos servicios ( ver hojas de desagües combinados ).

Una observación de importancia es que en las superficies de terrazas de los dos 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 un ángulo de 30° 45° y hasta 60° por lo que las bajadas de las terrazas recibirán un incremento de mucha consideración, que de no ser previsto provocarían serios trastornos.

#### CONDUCCION ADECUADA DE LAS AGUAS PLUVIALES

Tomado de un artículo del Ing. Manuel de Anda F.

Los daños y molestias ocasionados por las aguas de lluvia, incorrectamente canalizadas, todavía se presentan con cierta frecuencia, aún en obras importantes y, esto se debe en gran parte a que en muchos casos se siguen reglas tradicionales para distribuir y dimensionar las bajadas pluviales sin tomar en cuenta la intensidad posible de los aguaceros en la localidad, o a que los albañales tienen una capacidad de conducción insuficiente para esas precipitaciones.

Ha sido costumbre invertida, de numerosos constructores, considerar una bajada pluvial de 100 mm de diámetro por cada 100 m<sup>2</sup> de azotea. Examinamos la validez de esta regla tradicional, - la que entre paréntesis no está fundada en la capacidad hidráulica de la bajada, sino en la convivencia de evitar grandes re

llenos en las azoteas, al dar a éstas las pendientes necesarias para el escurrimiento del agua de lluvia hacia la bajada.

En un tubo vertical, parcialmente lleno, el agua desciende adheriéndose a la pared interior, de tal manera que el líquido forma un cilindro hueco de diámetro exterior igual al interior del conducto. Así, por ejemplo, para un tubo vertical de 15 cm de diámetro interior, por el que baja el agua, llenando la cuarta parte de la sección interior del tubo, el hueco es de 13 cm de diámetro, por lo que el espesor del anillo de agua adherido a la pared interior del tubo es de apenas un centímetro, o sea de un quinceavo del diámetro. En general si el agua llena la  $N$ -ésima parte del tubo, de diámetro interior ( $D$ ) el espesor ( $E$ ) de la lámina de agua adherida a la pared interior es:

$$E = \frac{D}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{N-1}{N}} \right)$$

De modo que si  $D = 150$  mm y  $N = 4$  ( tubo lleno a la cuarta parte )

$$\begin{aligned} E &= \frac{150}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{4-1}{4}} \right) = 75 ( 1 - 0.866 ) \\ &= 75 \times 0.134 = 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

y en una bajada de 100 mm, llena a la cuarta parte, la lámina de agua tiene un espesor:

$$E = 50 \times 0.134 = 6.7 \text{ mm}$$

Conviene decir, de paso, según la experiencia, las bajadas pluviales no deben llenarse a más de una tercera parte, como se comprobará más adelante, y que en estas condiciones el espesor de la lámina de agua en la bajada es el 9.17 % de diámetro o sea poco más de 9 mm en una bajada de 100 mm de diámetro.

Ahora bien, para determinar la capacidad de conducción de una bajada, parcialmente llena, comenzamos por hallar su radio hidráulico ( R ), que como es sabido se obtiene dividiendo el área de paso del líquido entre el perímetro de contacto. Pero el área interior del tubo es  $3.1416 D^2/4$ , y como el agua ocupa únicamente la enésima parte, el área de paso es  $3.1416 D^2/4N$ , en tanto que el perímetro de contacto es el del interior del tubo, o sea  $3.1416 D$  por lo que el radio hidráulico es:

$$R = \frac{D}{4 N} \quad ( 2 )$$

Hay que considerar, por otra parte, la pendiente hidráulica ( S ), la cual se obtiene dividiendo la diferencia de nivel entre la longitud del tubo, y como para un tubo vertical ambas son iguales, la pendiente hidráulica es:  $S = 100$  al aplicar la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Que da la velocidad ( V ) del agua, en metros por segundo, en función del coeficiente de rugosidad ( n ) del tubo, del radio hidráulico ( R ) en metros y la pendiente hidráulica ( S ), se tiene que, para el caso de bajadas pluviales,  $n = 0.010$  y  $S = 1.0$ , por lo que:

$$V = 100 R^{2/3}$$

Y si el radio hidráulico se pone en milímetros, entonces la velocidad, en metros por segundo, con que baja el agua pluvial por un tubo vertical es:

$$V = ( R \text{ mm} )^{2/3} \quad ( 3 )$$

Para una bajada de 10 cm de diámetro, llena a la cuarta parte.

En lo que se refiere a la intensidad de los aguaceros, es sabido que las lluvias de corta duración son las mas copiosas, y que los primeros minutos de una precipitación son los de mayor intensidad. Se da el caso, por ejemplo de que un aguacero de una hora tenga la cuarta parte de la intensidad de uno de los cinco minutos de duración., pero como el agua que corre por los albañales de un predio tarda menos de cinco minutos en recorrerlos, siempre hay que tomar como base el promedio de las intensidades máximas anuales de los aguaceros de cinco minutos en la localidad de que se trate.

Para el caso de edificios, hay que tomar en cuenta el agua pluvial que escurre de una fachada considerando que la lluvia cae con una inclinación de  $30^\circ$  respecto de la vertical, por lo cual el agua captada es la mitad de la que captaría una azotea igual en superficie que la fachada, ya que el seno de  $30^\circ$  vale 0.50.

El artículo 27 del Reglamento de Ingeniería Sanitaria relativo a edificios prescribe que " Por cada  $100 \text{ m}^2$  de azotea o de proyección horizontal en techos inclinados, se instalará por lo menos un tubo de bajada pluvial de 7.5 cm 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 cm o de un área equivalente, para superficies hasta de  $25 \text{ m}^2$  como máximo.

Según el reglamento, un tubo de bajada de 75 mm de diámetro puede desaguar  $100 \text{ m}^2$  de azotea, o sea que debe conducir un gasto de 4.167 litros por segundo en un aguacero de 150 mm/h, de intensidad, ya que el agua llovería en esa área a razón de  $150 \times 100 = 15,000$  litros en 3,600 segundos que tiene la hora-

el radio hidráulico, según la ecuación es:

$$R_{mm} = \frac{100 \text{ mm}}{4 \times 4} = 6.25 \text{ mm y por consiguiente:}$$

$$V = 6.25^{2/3} = 3.393 \text{ m/s}$$

Con esta velocidad y el área de paso del agua, que es:

$$\frac{3.1416 D^2}{4 \times 4} = \frac{3.1416 \times 10^2}{16} = 19.635 \text{ cm}^2$$

Obtenemos el gasto:

$$Q = 33.93 \frac{\text{dm}}{\text{s}} \times 0.19635 \text{ dm}^2 = 6.662 \text{ L/s}$$

Veamos ahora, qué superficie de azotea aportará 6.662 litros por segundo, para lo cual hay que considerar la intensidad de la precipitación pluvial en aguaceros de cinco minutos de duración, intensidad que, a falta de mejores datos, se estima en 100 mm/h, o sea que la lluvia cae a razón de 100 litros por hora en cada metro cuadrado, por lo que en  $36 \text{ m}^2$  caerá un litro por segundo y entonces la bajada de 10 cm podría desaguar:

$$6.662 \times 36 = 240 \text{ m}^2 \text{ de azotea}$$

Sin embargo, hay lugares como la ciudad de México, en los que se presenten aguaceros mucho mas intensos. En el Distrito Federal han llegado a registrarse hasta 20 mm en 5 minutos, o sea 240 mm/h, pero el promedio de los aguaceros máximos anuales es cercano a los 150 mm/h. Tomando como base de cálculo esta última intensidad para el Distrito Federal, cada  $24 \text{ m}^2$  de azotea aportan un litro por segundo y entonces la bajada de 10 cm puede desaguar llena a la cuarta parte.

$$6.66 \times 24 = 160 \text{ m}^2 \text{ de azotea}$$

12

De igual manera se ve que un tubo de 50 mm para 25 m<sup>2</sup> de azotea deberá desaguar:

$$150 \times 25 / 3,600 = 1.042 \text{ L/s bajo una lluvia de } 150 \text{ mm/h}$$

Ahora bien, si se tiene en cuenta las ecuaciones ( 2 ) y ( 3 ) a la vez que el área del anillo de agua en la bajada, que es la enésima parte de la sección del tubo, o sea:

$$A = \frac{3.1416 D^2}{4 N} \quad ( 4 )$$

Puede deducirse que el gasto ( Q ) de una bajada, en litros -- por segundo, poniendo el diámetro en milímetros es:

$$Q = \frac{3.1416 D^{8/3} \text{ mm}}{(4N)^{5/3} \times 10^3} \quad ( 5 )$$

y de la ( 5 ) se puede encontrar que fracción de la sección -- del tubo está ocupada por el agua, obteniéndose que:

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1/8} Q^{0.6}}{3.1416^{0.6} D^{1.6} \text{ mm}} \quad ( 6 )$$

Al aplicar la ecuación ( 6 ) a las bajadas de 75 mm y 50 mm -- mencionadas en el reglamento, resulta que en aguaceros de 150-mm/h, y descargando 100 y 25 m<sup>2</sup> de azotea, respectivamente la bajada de 75 mm estará ocupada en su fracción:

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1.8} \times 4.167^{0.6}}{3.1416^{0.6} \times 75^{1.6}} = 0.29891$$

es decir, el 24.9 % o sea la cuarta parte, aproximadamente.

En igual forma se puede saber que durante el peor aguacero, de

240 mm/h de intensidad, la bajada de 75 mm con 100 m<sup>2</sup> de azote se llenará en un 39.6 % y la de 50 mm con 25 m<sup>2</sup> de área desaguada, bajará al 33.0 %.

Se ve que la bajada de 50 mm para 25 m<sup>2</sup> de azotea tiene la capacidad adecuada, ya que con la precipitación media máxima anual en el Distrito Federal trabaja llena a la cuarta parte, y bajo el peor aguacero se llena a la tercera parte, en cambio, la de 75 mm para 100 m<sup>2</sup> de azotea está sobrecargada proporcionalmente un 20 %, puesto que en vez de llenarse el 25 % con el aguacero medio máximo, se llena casi el 30 % y bajo la peor precipitación, en vez de llenarse al 25 % se llena casi al 40 %.

Por lo anterior se llega a la conclusión de que una bajada pluvial dimensionada para recibir el aguacero medio máximo de la localidad, llenándose a la cuarta parte, podrá recibir el peor aguacero, llenándose a la tercer parte, si la peor precipitación es un 60 % mas intensa que la media máxima anual, como es el caso en el Distrito Federal, con 240 mm/h del peor aguacero, que es un 60 % mas intenso en comparación con los 150 mm/h de intensidad media.

Conviene aclarar, de paso, que una bajada pluvial llena a la cuarta parte, conectada a una punta de albañal del mismo diámetro y a 2 % de pendiente hace que la punta del albañal se llene totalmente, como se comprobará al tratar acerca de albañales. A la luz de ésta aclaración y de la conclusión que la precede, podremos darnos cuenta de cómo trabajan las bajadas pluviales señaladas en la norma ASA A 40.8 ( American Standard National Plumbing Code o Norma Nacional Reglamentaria para Plomería en los E.E.U.U. ) expedida por la Asociación Norteamericana de Normas ( American Standards Association ) en 1956. En esta norma, todas las bajadas tienen asignadas superficies de azotea proporcionales a su capacidad respectiva e inversamente proporcionales a la intensidad de la lluvia. Así por ejemplo, una bajada de 4 " ( 101.6 mm ) pueda desaguar, según la norma norteamericana, una superficie de 285 m<sup>2</sup> ( 3,070 pies cuadrados ) con una



intensidad de lluvia de 152.4 milímetros por hora ( 6 pulgadas por hora ), 6 427 m<sup>2</sup> ( 4,600 pies cuadrados ) con 101.6 mm/h - ( 4 pulgadas por hora ).

En estas condiciones la bajada debe conducir un gasto de 12 litros por segundo y se llena al 35 %; pero con el aguacero 60 % mas intenso, la bajada se llena al 46 %, excediendo en mucho - del 25 % y el 33 % recomendable. Igual ocurre con una bajada de 2 " ( 50.8 mm ) la que, según el artículo 13.6.1 de la norma americana, puede desaguar 44.59 m<sup>2</sup> ( 480 pies cuadrados ) - bajo una lluvia de 152.4 mm/h ( 6" por hora ). En efecto, como 6" equivalen a medio pie, la bajada recibe un caudal de - - 480 x 0.5 = 420 pies cúbicos por hora, o sea 1/15 de pié cúbico por segundo, como el pié mide 3.048 decímetros, un pié cúbico tiene 3.048<sup>3</sup> = 28.317 litros, por lo que el gasto de la bajada es de 28.317/15 = 1.888 litros por segundo y el agua ocupará en la bajada según la ecuación ( 6 ) la fracción.

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1.8} \times 1.888^{0.6}}{3.1416^{0.6} \times 50.8^{1.6}} = 0.3467 = 35 \%$$

y con aguaceros 1.6 veces más intensos.

$$\frac{1}{N} = 0.3467 \times 1.6^{0.6} = 0.45966 = 46 \%$$

Por lo que respecta al empleo de bajadas cuadradas o rectangulares, en sustitución de las redondas, hay discrepancia entre el Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificos y la Norma Norteamericana para plomería, pues en tanto que nuestro reglamento pide que las bajadas rectangulares tengan la misma área de sección que la redonda, la norma americana indica que el diámetro del círculo inscrito en la rectangular es el de la bajada redonda equivalente. Ambas equivalencias son falsas, -

ya que un conductor rectangular de lado ( a ) y ( b ) y con área igual a la de un tubo redondo tiene un radio hidráulico menor que el redondo, puesto que el perímetro de contacto del rectangular es 2 ( a + b ), mayor que el perímetro ( 3.1416 D ) del circular. Así por ejemplo una sección rectangular de 6 cm x 13 cm es aproximadamente igual a la de un tubo de 10 cm. La sección rectangular es 6 x 13 = 78 cm<sup>2</sup> y la del redondo 3.1416 x 10<sup>2/4</sup> = 78.54 cm<sup>2</sup>, pero el radio hidráulico del primero es 78/2 ( 6 + 13 ) = 78/38 = 2.052 cm si va lleno, ó 20.52/4 = 5.13 si el agua ocupa la cuarta parte, en tanto que el radio hidráulico del tubo lleno a la cuarta parte es 100 mm/4 x 4 = 6.25 mm, y por lo consiguiente el agua correrá mas aprisa por el redondo que por el rectangular, dando mayor velocidad en la proporción de ( 6.25/5.13 )<sup>2/3</sup> = 1.14 y mayor gasto en la proporción 78.54 x 1.14/78 = 1.15 o sea un 15 % mas del caudal en la bajada redonda que en la rectangular de igual área aproximadamente.

En cuanto al criterio americano, consistente en tomar como equivalente el diámetro del círculo inscrito en un conducto rectangular, es absurdo, puesto que lo mismo se puede inscribir un círculo de 10 cm en un ducto de 10 cm x 10 cm, que en un ducto de 10 cm x 20 cm, o de 10 cm x 30 cm.

El verdadero diámetro equivalente de un tubo a igualdad de capacidad que un conducto rectangular de lados ( a ) y ( b ) es:

$$D_e = \frac{2 (ab)^{0.625}}{3.1416^{0.375} (a + b)^{0.25}} = 1.3 \frac{(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}}$$

y en esas condiciones una bajada de 4 cm x 25 cm conduce la misma cantidad de agua que un tubo de 10 cm de diámetro ya que

$$D_e = 1.3 \frac{(4 \times 25)^{0.625}}{(4 + 25)^{0.25}} = 1.3 \frac{100^{0.625}}{29^{0.25}} = 9.977 \text{ cm}$$

o sean 10 cm con diferencia de menos de 1/4 de milímetro.

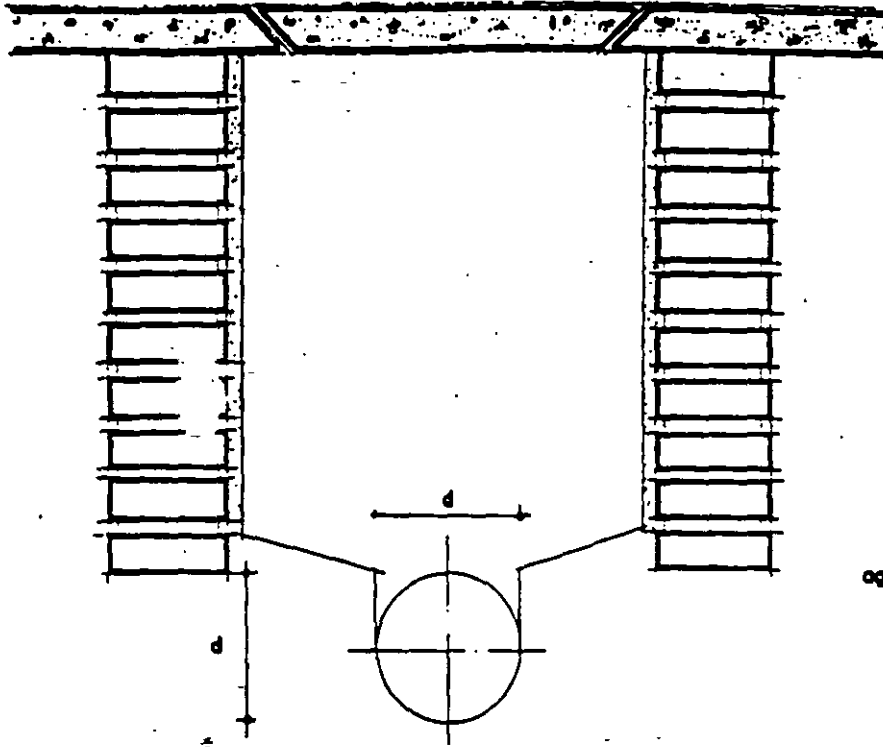
Lo práctico es sustituir una bajada en la que el área de la sección ( ab ) sea igual a la de un cuadro circunscrito al círculo, o sea que:

$$a b = D^2 \quad ( 8 )$$

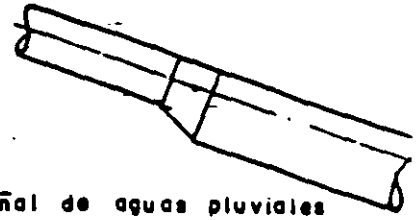
y entonces:

$$b = \frac{D^2}{a}$$

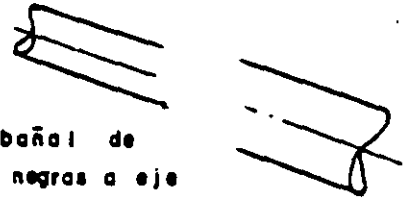
De modo que una bajada de 4 x 14 cm = 56 cm<sup>2</sup> puede sustituirse a una redonda de 7.5, pues 7.5 x 7.5 = 56.25 cm<sup>2</sup>, o una de 5 x 20 cm suple a una de 10 cm de diámetro, porque 5 x 20 = 10 x 10.



CAMBIO DE DIAMETRO  
EN ALBAÑAL.



Albañal de aguas pluviales  
o clave superior



Albañal de  
aguas negras a eje

FIG. 37 REGISTRO DE  
ALBAÑAL

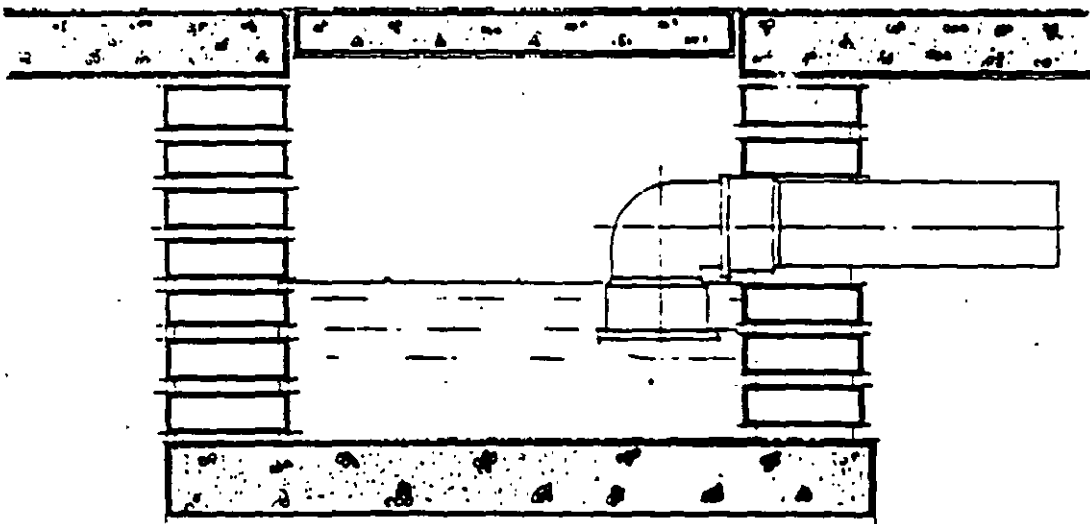


FIG. 38 OBTURACION HIDRAULICA EN REGISTROS

DIAMETROS MINIMOS RECOMENDADOS EN LOS DESAGÜES Y CARGAS DE  
DIFERENTES MUEBLES SANITARIOS

TIPOS DE MUEBLE SANITARIO	DESAGÜE MINIMO	UNIDAD DE DESAGÜE
BAÑO CON EXCUSADO DE FLUXOMETRO LAVABO Y TINA O REGADERA	75 mm.	8 Ud.
BAÑO CON EXCUSADO DE TANQUE LAVABO Y TINA O REGADERA	75 mm.	6 Ud.
BEBEDERO	25	0.5
BIDET	(SUPUESTO) 40 mm.	3
COLADERA DE PISO EN BAÑO O SANITARIO	50	1
EXCUSADO DE TANQUE	75	4
EXCUSADO DE FLUXOMETRO	75	8
FREGADERO DOMESTICO	40	2
FREGADERO DOMESTICO CON TRITURADOR	40	3
FREGADERO PARA OLLAS Y TRASTOS	40	4
LAVABO CON TAPON CHICO	32	1
LAVABO CON TAPON GRANDE	40	2
LAVABOS CORRIDOS MULTIPLES POR CADA JUEGO DE LLAVES (SUPUESTO)	40	2
LAVABO DENTAL	32	1
LAVABO PARA CIRUJANOS	40	2
LAVABO PARA PELUQUERIA O SALON DE BELLEZA	40	2
LAVADORA DE PLATOS DOMESTICA	40	2
LAVADERO CON PILETA	32	1
REGADERA DOMESTICA	50	2
TINA CON O SIN REGADERA CON DESAGÜE DE	40	2
URINARIO DE COLGAR	50	3
" CORRIDO POR CADA 60 cm. (SUP)	40	2
" DE ASEO	75	3

TABLA 14

Tipo de mueble sanitario	Desagüe mínimo	Unidad de desag.
Desagüe no clasificados de:	32	1
" " " " :		2
" " " " :	50	3
" " " " :	60	4
" " " " :	75	5
" " " " :	100	6

Tabla No 15

CAPACIDAD MAXIMA (en unidades de desagüe)  
PARA RAMALES HORIZONTALES DE DESAGUE  
DE MUEBLES SANITARIOS.

DIAMETRO DE RAMAL	MUEBLES DE UNA MISMA PLANTA	MUEBLES DIRECTOS AL ALBAÑAL
1 1/4" 32mm	1ud	1ud
1 1/2" 40mm	2	3
2" 50mm	6	6
2 1/2" 60mm	9	2
3" 75	16	20
4" 100	90	160
5" 125	200	360
6" 150	300	620
8" 200	600	1400
10" 250	1000	2500
12" 300	1500	3900
15" 375		7000

**Tabla No. 16      CAPACIDAD MAXIMA (Ud) PARA ALBAÑALES Y  
RAMALES DE ALBAÑAL PARA DIVERSAS  
PENDIENTES**

<b>DIAMETRO</b>	<b>0.5 %</b>	<b>1 %</b>	<b>2 %</b>	<b>4 %</b>
1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "    32 mm			1 Ud	1 Ud.
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "    40			3	3
2 "      50			21	26
2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "    60			24	31
3 "      75		20 Ud	27	36
4 "      100		180	216	260
5 "      125		390	480	575
6 "      150		700	840	1000
8 "      200	1400 Ud	1600	1920	2300
10 "     250	2500	2900	3500	4200
12 "     300	3900	4600	5600	6700
15 "     375	7000	8300	10000	12000

Tabla No 17      CAPACIDAD TOTAL MAXIMA DE COLUMNAS  
DE DESAGUE (en Ud).

DIAMETRO	CON DESAGUE EN 3 NIVELES	CON DESAGUE + EN 3 NIVELES
32mm 1 $\frac{1}{4}$ "	2 Ud	2 Ud
40mm 1 $\frac{1}{2}$ "	4	8
50mm 2"	10	24
60 2 $\frac{1}{2}$ "	20	42
75 3"	30	60
100 4"	240	500
125 5"	540	1100
150 6"	960	1900
200 8"	2200	3600
250 10"	3800	5600
300 12"	6000	8400



Tabla No. 22

TABLA DE CAPACIDADES DE LAS  
COLUMNAS DE DOBLE VENTILACION

COLUMNA DESAGUE Ø mm	CONECT U.D.	C.D.V. Ø 32 Pisos	C.D.V. Ø 40 Pisos	C.D.V. Ø 50 Pisos	C.D.V. Ø 60 Pisos	C.D.V. Ø 75 Pisos	C.D.V. Ø 100 Pisos	C.D.V. Ø 125 Pisos	C.D.V. Ø 150 Pisos	C.D.V. Ø 200 Pisos
32	2	3	---	---	---	---	---	---	---	---
40	8	5	15	---	---	---	---	---	---	---
50	10	3	10	---	---	---	---	---	---	---
50	12	3	7	20	---	---	---	---	---	---
50	20	2	5	15	---	---	---	---	---	---
50	42	---	3	10	30	---	---	---	---	---
75	10	---	3	10	20	60	---	---	---	---
75	30	---	---	6	20	50	---	---	---	---
75	60	---	---	5	8	40	---	---	---	---
100	100	---	---	3	10	26	100	---	---	---
100	200	---	---	3	9	25	90	---	---	---
100	500	---	---	---	7	18	70	---	---	---
125	1100	---	---	---	2	5	20	70	---	---
150	350	---	---	---	2	5	20	40	130	---
150	1900	---	---	---	---	2	7	20	70	---
200	600	---	---	---	---	---	5	15	50	130
200	3600	---	---	---	---	---	2	6	25	80
250	1000	---	---	---	---	---	---	7	12	100
250	5600	---	---	---	---	---	---	2	6	25

INTENSIDAD MAXIMA DE LOS PRIMEROS CINCO MINUTOS DE AGUACERO EN LA CIUDAD DE MEXICO DURANTE LOS ULTIMOS 49 AÑOS, EXPRESADA EN mm/h

1923	103.2	1935	120.0	1947	147.6	1959	240.0
1925	108.0	1937	169.2	1949	120.0	1961	90.0
1926	121.2	1938	126.0	1950	156.0	1962	132.0
1927	117.6	1939	124.8	1951	120.0	1963	108.0
1928	204.0	1940	108.0	1952	114.0	1964	162.0
1929	126.0	1941	102.0	1953	15.0	1965	199.5
1930	96.0	1942	120.0	1954	15.0	1966	120.0
1931	128.4	1943	123.0	1955	186.0	1967	150.0
1932	132.0	1944	144.0	1956	120.0	1968	255.0
1933	122.4	1945	138.0	1957	120.0	1969	120.0
1934	100.8	1946	211.2	1958	96.0	1970	126.0

Hasta el 23 de julio 1971 174.0

INTENSIDAD MAXIMA DE AGUACEROS DE DIVERSAS DURACIONES EN LA CIUDAD DE MEXICO, DURANTE UN PERIODO DE 16 AÑOS EXPRESADA EN mm/h

AÑO	5 min.	10 min.	30 min	60 min	l./m <sup>2</sup> en 24 horas
1948	240.0	120.0	60.0	38.5	41.0
1949	120.0	60.0	33.0	18.5	26.7
1950	156.0	120.0	47.0	43.3	80.6
1951	120.0	108.0	55.0	35.2	46.3
1952	114.0	60.0	40.0	26.6	33.1
1953	150.0	93.0	45.0	26.8	34.3
1954	132.0	102.0	39.8	23.0	41.1
1955	186.0	120.0	59.0	57.0	66.4
1956	120.0	90.0	51.0	26.3	30.4
1957	120.0	60.0	35.0	26.9	27.9
1958	96.0	75.0	51.4	26.7	39.5
1959	240.0	169.2	66.0	33.6	36.2
1960	102.0	96.0	58.8	40.2	47.8
1961	90.0	88.8	57.2	31.5	40.9
1962	132.0	90.0	56.8	38.2	53.5
1963	108.0	102.0	50.8	26.0	45.7
Promedio	139	98	50	32	44

SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES  
LLENAS A LA CUARTA PARTE

DIAMETRO DE LA BAJADA	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS				
	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h	200 mm/h
50 mm	50 m <sup>2</sup>	38 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>
63	91	68	55	46	34
75	148	111	89	74	56
100	320	240	192	160	120
125	580	435	348	290	217
150	943	707	566	471	354
200	2030	1523	1218	1015	761

NOTA.- La capacidad de las bajadas, llenas a la tercera parte de su sección transversal, se obtiene multiplicando las superficies de la tabla por 1.6152.

DESAGUES A TUBO LLENO Y AL 1/3 DE PENDIENTE

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/s	GASTO EN L/s	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>	
			a 150 mm/h	a 100 mm/h
100	0.570	4.477	107	161
150	0.747	13.199	417	475
200	0.905	28.425	682	1 023
250	1.050	51.539	1 237	1 855
300	1.186	83.807	2 011	3 017
375	1.376	151.95	3 647	5 470
450	1.554	247.09	5 930	8 895
600	1.882	532.14	12 771	19 157
750	2.184	964.84	23 156	34 734
900	2.466	1569.9	37 654	56 482
1050	2.733	2366.6	56 799	85 199
1200	2.968	3378.9	81 094	121 640
1500	3.467	6126.4	147 032	220 549

NOTA.- Para otras pendientes, los valores de velocidad y gasto se obtienen multiplicando estos datos por la raíz cuadrada de la pend.

## ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES POR BOMBEO

Cuando los albañales de los edificios no pueden descargar a los colectores del servicio público por estar más abajo de éstos, hay necesidad de utilizar cárcamos con bombas especiales para aguas negras o sucias, para desalojarlas con rapidez.

Los cárcamos de aguas negras deben calcularse en tal forma que nunca mantengan por más de 24 horas el líquido con materia orgánica, ya que después de este tiempo, se presenta la fermentación activada del producto.

Los cárcamos de aguas pluviales normalmente son de capacidad muy grande que resultan antieconómicos, ya que hay que almacenar no menos de 50 L por cada  $m^2$  de área de captación.

Las bombas pueden ser:

a).- De cárcamo húmedo.- Cuando los impulsores de la bomba se encuentran dentro del cárcamo teniendo motores normales fuera de él.

b).- De cárcamo seco.- Cuando las bombas se encuentran fuera del cárcamo.

c).- Bombas sumergibles.- Cuando tanto la bomba como el motor se encuentran dentro del líquido.

d).- Eyectores por aire comprimido.- En todos los casos de es fera de los impulsores debe ser mínimo de 75 mm.

Siempre se ponen dos bombas por cárcamo, para evitar que la falta de una pueda suspender el funcionamiento del edificio.

Las operaciones de automatizar el funcionamiento de las bombas se hacen por medio de flotadores eléctricos a prueba de explosión, dado los gases que pueden formarse dentro del cárcamo -- ( metano ).

Los cárcamos por lo tanto, deben tener un tubo de ventilación que permita la salida de dichos gases, tubo que puede conectarse al sistema de doble ventilación del edificio ( normalmente 100 mm de diámetro ).

#### - ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS POR FOSA SEPTICA

En los casos de que no hay servicio municipal de drenaje, hay que tratar las aguas negras por medio de fosas sépticas o por algún otro proceso de digestión.

La digestión tiene por objeto desdoblar las moléculas complejas en moléculas sencillas como nitritos, nitratos y otras, -- con desprendimientos de gases que pueden ser metano, anhídrido sulfuroso y otros. Es esta situación, no es posible combinar el agua pluvial con el agua negra y así mismo deberán separarse las aguas servidas que no deberán pasar por la fosa séptica.

Las fosas sépticas tienen tres cámaras: La primera donde se recibe el producto en la sedimentación, la segunda la de fermentación donde las bacterias anaerobias destruyen el producto y

por último la cámara de oxigenación en donde mueren las bacterias anaerobias y actúan aerobias.

El agua que ha pasado por la fosa séptica debe descargarse a un pozo de absorción o a lechos de drenes, donde se filtrará a la tierra. A estos pozos de absorción deben concurrir también las aguas servidas de otros muebles sanitarios. ( ver figuras )

Antes de proceder a iniciar una construcción en estas condiciones, hay que cerciorarse de la posibilidad de eliminar las aguas negras por este método simple, ya que de lo contrario habrá que recurrir a la instalación de verdaderas plantas de tratamiento de aguas negras, sumamente costosas y especializadas.

#### ESPECIFICACION PARA CONSTRUCCIONES DE DRENES

Consistirán en canalizaciones realizadas con tubería de 100 mm de diámetro, propia para dren, es decir, con perforaciones en su lecho interior. Los tubos se conectarán sin poner material en sus campanas, en zanjas a una profundidad de 45 cm bajo el nivel de piso terminado.

Las juntas por la parte superior, se cubrirán con papel alquitranado de 15 cm de ancho, dejándose abiertas por su parte inferior.

La pendiente será de 1:250 para conseguir que el agua se infiltre en la tierra. Si la tierra es francamente absorbente, se harán zanjas más profundas, las cuales se rellenarán con material graduado, es decir al principio con grano grueso y a medida que va subiendo el material será de grano más fino hasta llegar a una mezcla de arena y arcilla suelta hasta llegar al nivel del terreno.

La capacidad de los drenes deberá calcularse teniendo en cuenta que para tubería de 100 mm de diámetro el volumen en litros por metro lineal será de 8.10 y para 150 mm de 18.20 L por metro lineal.

Los ensayos de filtración del terreno, se harán haciendo perforaciones de 30 x 30 cm a la profundidad de instalación de los drenes y para los pozos de absorción de la mitad de la profundidad calculada. los hoyos se llenarán con agua con un tirante de 15 cm y se anotará el tiempo que tardará el nivel en descender 2.5 cm los caudales admisibles y las longitudes calculadas en la siguiente forma son:

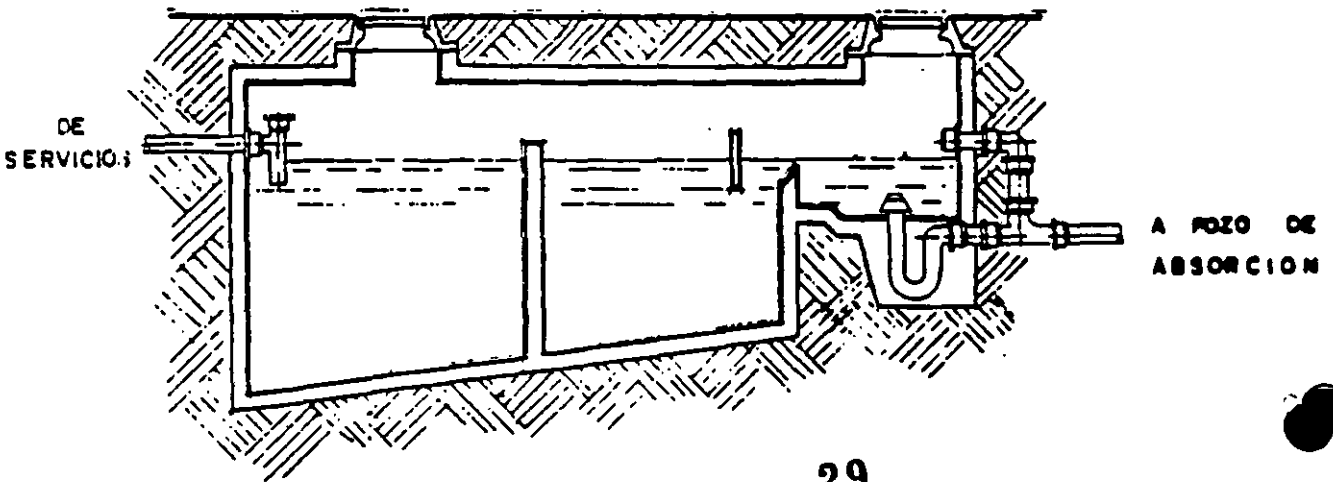
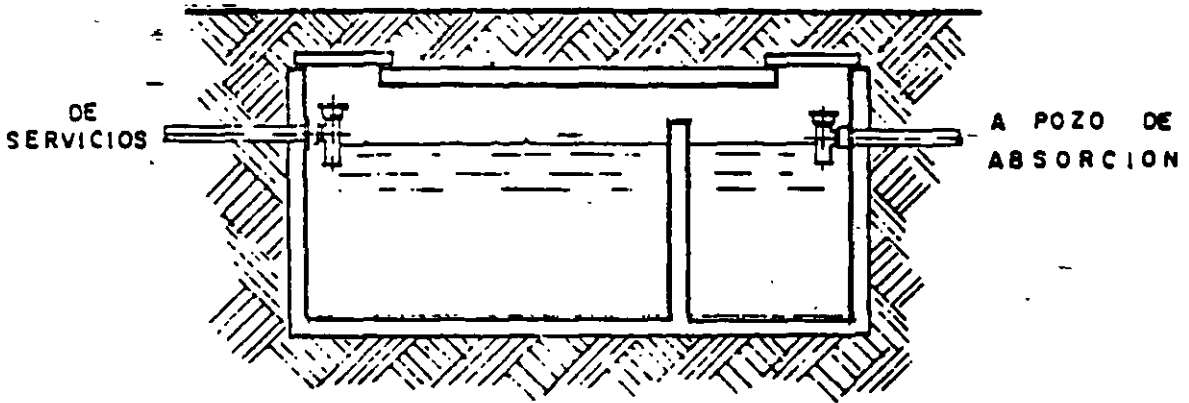
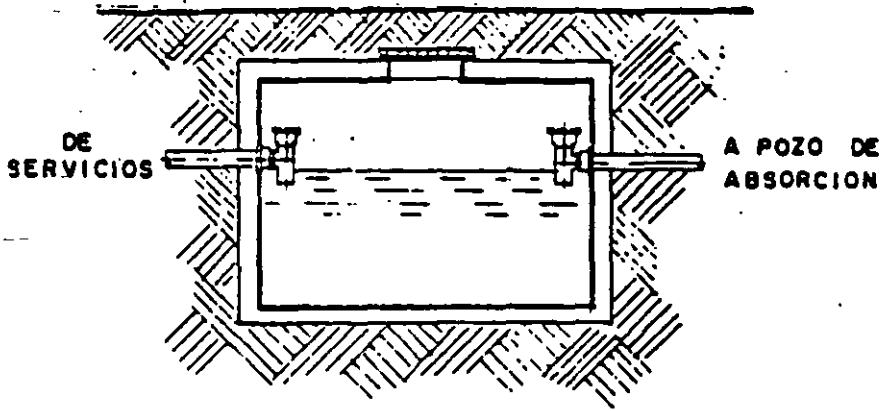
TIEMPO QUE TARDE EL AGUA EN DESCENDER 2.5 cm en minutos	CAUDAL EN ZANJAS DE DRENAJE L x m lineal	CAUDAL EN POZOS DE ABSORCION L x m <sup>2</sup>
---	--	---

1	50	215
2	40	175
10	20	95
50	10	45
60	8	30

ELECCION DE DRENES O POZO DE ABSORCION.- Si el suelo es poroso y la cantidad de líquidos es relativamente reducida, lo más indicado es el pozo absorbente. Para terrenos no porosos, se empleará la red de drenes en zanjias de 45 cm de profundidad. Para los terrenos impermeables lo más acertado es formar la red de colectores en zanjias profundas con filtro de arena y distribuidores transversales encima de aquellos.

La corriente de los ramales debe ser muy lenta para que la salida del agua pueda efectuarse adecuadamente. Por lo tanto el campo de drenaje debe tener poca pendiente y en caso de que esta pendiente sea excesiva, las filas de drenes se pondrán perpendicularmente a la pendiente.

# DIFERENTES TIPOS DE FOSAS SEPTICAS

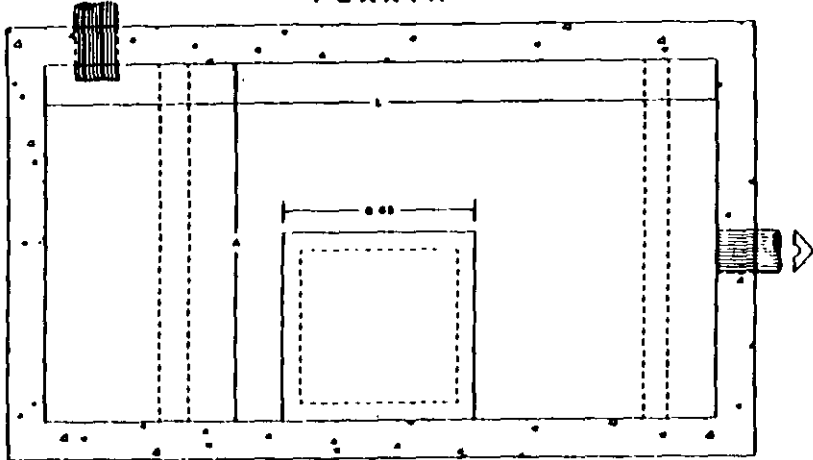




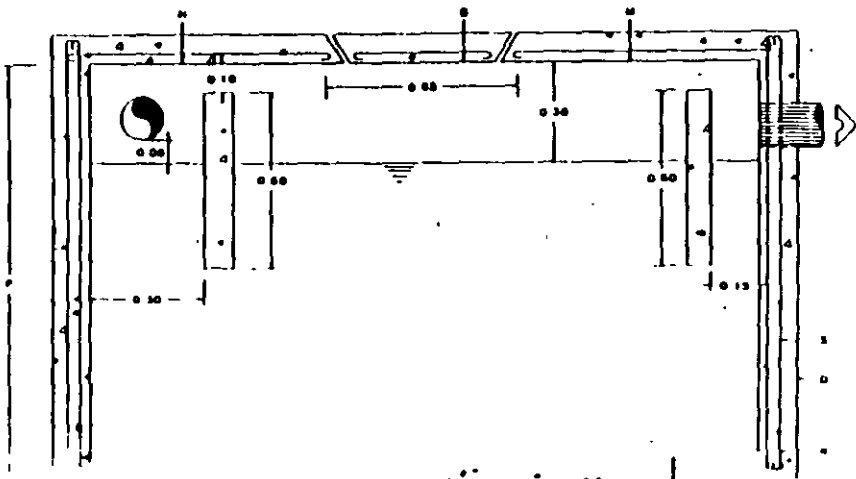
### CUADRO ESTRUCTURAL

TANQUE No	ESPESOR				CANTIDADES DE MATERIAL					VARILLAS II A LO LARGO DE LA LOSA		VARILLAS M A LO LARGO DE LA LOSA		VARILLAS N A LO LARGO DE LA LOSA		VARILLAS L A LO LARGO DE LA LOSA		VARILLAS R EN SENTIDO HORIZONTAL MURO EST		VARILLAS S EN SENTIDO VERTICAL MURO EST		VARILLAS V VERTICAL EN MUROS LECTILES		VARILLAS W HORIZONTALES EN MUROS LECTILES																		
	1	2	3	4	CONCRETO m <sup>3</sup>	SACOS DE CEMENTO m <sup>2</sup>	ARENA m <sup>3</sup>	GRAVA m <sup>3</sup>	RC m <sup>3</sup>	ACERO m <sup>3</sup>	RECUBRIMIENTO	No	TAMANO	No	TAMANO	No	TAMANO	No	TAMANO	No	TAMANO	No	TAMANO	No	TAMANO	No	TAMANO															
1	10	15	15	15	25	12	13	22	60	5.4	3	3/8	2.41	30	8	3/8	1.18	23	10	3/8	2.41	30	6	3/8	1.18	23	3	3/8	2.41	30												
2	10	15	20	20	8	21	21	31	173	15.5	3	3/8	3.73	30	14	3/8	1.81	25	22	4/8	1.01	18.9	12	3/8	1.18	23	3	3/8	2.41	30												
3	10	20	20	25	11.5	60	60	10	31	50	8	3/8	4.66	30	14	3/8	1.83	25	25	3/8	1.03	13	8	3/8	4.66	22	21	3/8	4.66	22												
4	15	30	25	30	30	184	11	172	677	34	8	3/8	5.83	30	31	3/8	2.46	18	61	3/8	2.46	9	14	3/8	5.83	18	48	3/8	2.46	7.5	21	3/8	2.93	13	22	3/8	1.93	6.5	29	3/8	5.83	11
5	15	25	30	35	36	186	16	26	1187	8.3	11	3/8	6.37	60	43	3/8	2.81	16.5	83	3/8	2.81	7.3	20	3/8	6.37	15	28	3/8	2.81	11	14	3/8	3.50	16	69	3/8	1.50	9	20	3/8	6.37	14

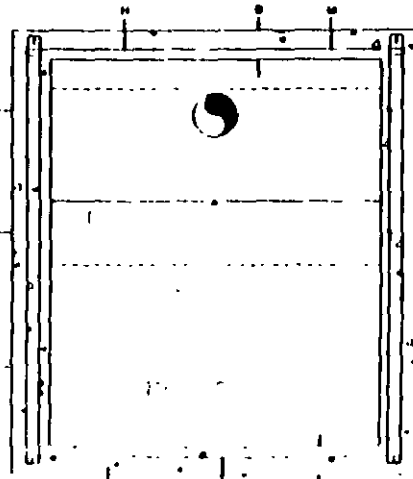
### PLANTA



30



CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL

TANQUE No	NUM DE PERSONAS	CAPACIDAD DE LA FOSA m <sup>3</sup>	A	DIMENSIONES			
				L	P	P	
1	10	1 802	0 85	1 98	0 90	1 26	
	15	2 860	1 00	2 23	1 00	1 37	
	20	3 093	1 10	2 48	1 10	1 47	
	25	4 348	1 15	2 72	1 20	1 60	
	30	5 400	1 23	2 88	1 25	1 64	
2	40	6 912	1 33	3 30	1 35	1 78	
	50	7 790	1 45	3 57	1 45	1 88	
	60	10 213	1 50	3 87	1 55	1 97	
	80	13 481	1 70	4 15	1 70	2 12	
	3	100	16 376	1 90	4 50	1 85	2 28
125		20 826	1 95	4 81	2 00	2 44	
150		24 780	2 10	4 88	2 15	2 59	
175		28 600	2 20	5 20	2 25	2 71	
4		200	33 120	2 30	5 67	2 30	2 77
	225	37 120	2 40	5 86	2 40	2 87	
	250	41 100	2 50	6 00	2 50	2 96	
	5	300	49 263	2 65	6 41	2 65	3 10

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA  
DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA SANITARIA  
DEPARTAMENTO DE SANEAMIENTO

**FOSA SEPTICA TIPO  
PARA DIFERENTES CAPACIDADES**

## VELOCIDAD FINAL DE CAIDA EN DESAGUES VERTICALES

En el caso de las edificaciones altas, se llegó a tener una creencia errónea con relación al comportamiento del agua en las tuberías verticales de bajadas.

En efecto, se llegó a considerar que el líquido ( y los sólidos en su arrastre ) adquirirían grandes velocidades y causaban serios daños al codo inferior de la bajada por impacto.

El concepto que generó tal error fué el hecho de que se pensaba que el líquido bajaba por el tubo como una masa uniforme ( el émbolo hidráulico ) y no como es en la realidad, baja adherido a las paredes del tubo de bajada.

Hay que partir de que en general el gasto  $Q$  (  $m^3/s$  ) se obtiene multiplicando la velocidad (  $v$  ) del líquido en  $m/s$  por el área  $A$  (  $m^2$  ) de paso del fluido, o sea  $Q = v A$ . Además hay que recordar que el radio hidráulico  $R$  ( en metros ) es el cociente de dividir el área de paso  $A$  entre el perímetro de contacto del líquido con el conducto, y si se considera un tubo vertical en el que el agua baja adherida a la circunferencia del tubo, resulta que el radio hidráulico es  $R = A / D$ ; pero como  $Q = v A$ , entonces  $R = Q/v$ , de lo que resulta  $R = A / Dv$ .

Ahora bien, la pendiente hidráulica (  $s$  ) de un tubo resulta de dividir la pérdida de carga, entre la longitud del tubo, y si éste es vertical, la pérdida de carga es la distancia descendida por el líquido, y ésta es igual a la longitud del tubo, por lo que  $s = 1$

Al aplicar la fórmula de Manning para desagües, que es:

$$v = R^{2/3} s^{1/2} / n$$

Se tiene con:

$$S = 1, R = Q / \pi D v \text{ y } n = 0.010:$$

$$v = \frac{1}{0.010} \frac{Q}{\pi^{2/3} D^{2/3} v^{2/3}} \quad (\text{ m/s } )$$

de donde resulta que:

$$v^{5/3} = 100 \times \frac{Q^{2/3}}{\pi^{2/3} D^{2/3}}$$

y entonces:

$$v = 100^{3/5} Q^{2/5} / \pi^{2/5} D^{2/5}$$

o sea

$$v = 10 ( Q / D )^{0.4} \quad \text{m/s}$$

y si el gasto se da en litros por segundo a la vez el diámetro en milímetros, porque tanto Q como D estarán expresadas por números 100 veces mayores que si el gasto estuviera en m<sup>3</sup>/s y el diámetro en metros.

Si se toma como ejemplo un tubo vertical de 100 mm de diámetro y con un gasto de 6.662 L/s. que es lo que da a la cuarta parte de lleno, se tiene.

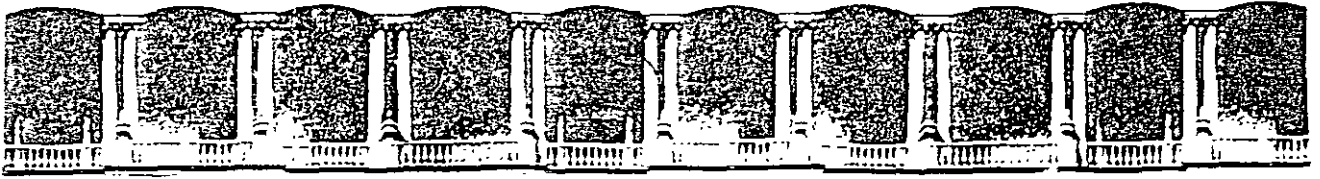
$$v = 10 \left( \frac{6.662}{100} \right)^{0.4} = 3.38 \text{ m/s aproximadamente}$$

Este resultado es muy aproximado al calculado directamente para tubo de 100 mm lleno a la cuarta parte.

En el caso de una bajada de 150 mm de diámetro, la velocidad final de caída cuando conduzca un gasto de 19 L/s, será:

$$v = 10 \left( \frac{19}{150} \right)^{0.4} = 4.33 \text{ m/s}$$

Que es la velocidad a la que el rozamiento del agua con el tubo es igual a la carga debida a la altura.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y  
DE GAS PARA EDIFICIOS**

**MÉTODO DE "ANDA" PARA CÁLCULO DE GASTOS DE  
AGUA EN FUNCIÓN DE LAS UNIDADES MUEBLES  
CONECTADAS**

**EXPOSITOR: ING. SERGIO HERRERA MUNDO  
MAYO 1999.**

**INSTALACIONES HIDRAULICAS PARA EDIFICIOS**  
**DETERMINACION DE GASTOS MAXIMOS PROBABLES DE ANDA Y DE ANDA**  
**1988**

**GASTOS DE AGUA EN FUNCION DE LAS UNIDADES MUEBLE CONECTADAS**

**METODO DE ANDA**

Como resultado de investigaciones realizadas durante más de 40 años, en diversos tipos de edificios se obtuvieron los modelos matemáticos para obtener con una gran precisión el gasto máximo probable que se presenta en las instalaciones hidráulicas de edificaciones con diversos usos.

Las ecuaciones que a continuación se muestran, son las aplicables a cada tipo de uso de acuerdo con los resultados obtenidos de la investigación, y las constantes fueron corregidas de acuerdo con los últimos datos, por haber abarcado un mayor universo que en 1963.

**ECUACIONES BASE**

**CLASE I**

$Q = 0.5 * \text{raiz cuadrada de } u$	con fluxómetros
$Q = 0.2 * \text{raiz cuadrada} + 0.005 u$	sin fluxómetros

**CLASE II**

$Q = 0.4 * \text{raiz cuadrada de } u$	con fluxómetros
$Q = 0.2 * \text{raiz cuadrada} + 0.002 u$	sin fluxómetros

**CLASE III**

$Q = 0.3 * \text{raiz cuadrada de } u$	con fluxómetros
$Q = 0.2 * \text{raiz cuadrada} + 0.001 u$	sin fluxómetros

**CLASE IV**

$Q = 0.25 * \text{raiz cuadrada de } u$	con fluxómetros
$Q = 0.16 * \text{raiz cuadrada} + 0.001 u$	sin fluxómetros

**CLASE I.-** Corresponde a instalaciones en donde el uso simultáneo de muebles es muy frecuente, como son los baños de clubes, baños públicos, baños vestidores de estadios, baños de obreros de fábricas, hoteles y hospitales; sanitarios de cines y estadios y los alimentadores o ramales que alimenten a las zonas de baños vestidores de industrias o instituciones deportivas educativas y en general en donde pueda haber horas pico de uso.

**CLASE II.-** Corresponde a las instalaciones de uso intermitente en donde pueda existir una simultaneidad relativamente frecuente como son los hoteles, los hospitales, las clínicas, los restaurantes, etc.

**CLASE III.-** Corresponde a las instalaciones con uso intermitente con muy baja frecuencia de uso simultáneo como son los edificios de oficinas, centros comerciales, los asilos de ancianos, etc.

**CLASE IV.-** Corresponde a las instalaciones que sirven muebles de bajo consumo o con limitadores de gasto con muy baja frecuencia de uso simultáneo.

#### **NOTAS ACLARATORIAS**

Los muebles de bajo consumo de agua como son los wc con tanque de 6 litros o los fluviómetros de consumo controlado y los muebles con controladores de flujo, no reducen substancialmente el gasto máximo instantáneo, reducen el consumo de agua y la frecuencia con que se da el gasto máximo instantáneo, para el cual se diseñan las tuberías y los equipos de bombeo en el caso de suministro a través de equipo hidroneumático o programado de bombeo.

Los ramales que alimenten hasta seis muebles o cuatro fluxómetros de wc, o urinarios, deberán calcularse por equivalencia hidráulica.

## DRENAJE DE AGUAS NEGRAS

Capacidad de las tuberías de "concreto o fierro fundido o colado" para desagüe de aguas negras con Manning,  $N = 0.015$ , a medio tubo de acuerdo a reglamentos.

Para tuberías de "P. V. C." ( $N = 0.009$ ) multiplicar los valores de las tablas por 1.444.

Los gastos se determinarán con la siguiente fórmula:

$$\text{Gasto} = 0.5 * \text{Raíz cuadrada del número de unidades de desagüe (UD)}$$

Desagües al 1 % de pendiente	1.1 % de pendiente	1.2 % de pendiente
------------------------------	--------------------	--------------------

Diámetro mm	Velocidad m / seg	Gasto l / seg	Diámetro mm	Velocidad m / seg	Gasto l / seg	Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.
100	0.570	2.238	100	0.598	2.348	100	0.624	2.452
150	0.747	6.599	150	0.783	6.922	150	0.818	7.229.
200	0.905	14.213	200	0.949	14.906	200	0.991	15.569
250	1.050	25.769	250	1.101	27.027	250	1.150	28.229
300	1.186	41.904	300	1.244	43.949	300	1.299	45.903
375	1.376	75.976	375	1.443	79.685	375	1.507	83.228
450	1.554	123.55	450	1.629	129.58	450	1.702	135.34
600	1.882	266.07	600	1.974	279.06	600	2.062	291.47
750	2.184	482.42	750	2.291	505.97	750	2.392	528.46
900	2.466	784.47	900	2.587	822.76	900	2.702	859.34
1050	2.733	1183.31	1050	2.867	1241.07	1050	2.994	1296.26

1.3 % de pendiente	1.4 % de pendiente	1.5 % de pendiente
--------------------	--------------------	--------------------

Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg	Diámetro mm	Velocidad m / seg	Gasto l / seg	Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg
100	0.650	2.552	100	0.674	2.648	100	0.698	2.741
150	0.852	7.524	150	0.884	7.809	150	0.915	8.083
200	1.032	16.205	200	1.071	16.817	200	1.108	17.407
250	1.197	29.381	250	1.242	30.491	250	1.286	31.561
300	1.352	47.778	300	1.403	49.581	300	1.452	51.321
375	1.569	86.626	375	1.628	89.896	375	1.685	93.052
450	1.771	140.86	450	1.838	146.18	450	1.903	151.31
600	2.146	303.37	600	2.227	314.82	600	2.305	325.87
750	2.490	550.04	750	2.584	570.81	750	2.675	590.84
900	2.812	894.43	900	2.918	928.20	900	3.020	960.77
1050	3.116	1349.19	1050	3.234	1400.12	1050	3.347	1449.26

\* De Anda y de Anda, 1963



## DRENAJE DE AGUAS NEGRAS

Capacidad de las tuberías de "Concreto o fierro fundido o colado" para desagüe de aguas negras con Manning,  $N = 0.015$ , a medio tubo de acuerdo a reglamentos.

Para tuberías de "P. V. C." ( $N = 0.009$ ) multiplicar los valores de las tablas por 1.444.

Los gastos se determinaran con la siguiente fórmula:

$$\text{Gasto} = 0.5 * \text{raíz cuadrada del número de unidades de desagüe (UD)}$$

1. 6 % de pendiente	1. 7 % de pendiente	1. 8 % de pendiente
---------------------	---------------------	---------------------

Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.	Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.	Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.
100	0.721	2.831	100	0.743	2.918	100	0.765	3.003
150	0.945	8.348	150	0.974	8.605	150	1.002	8.854
200	1.144	17.978	200	1.180	18.531	200	1.214	19.068
250	1.328	32.596	250	1.369	33.599	250	1.409	34.573
300	1.500	53.004	300	1.546	54.636	300	1.591	56.220
375	1.740	96.103	375	1.794	99.061	375	1.846	101.933
450	1.965	156.27	450	2.026	161.08	450	2.084	165.75
600	2.381	336.56	600	2.454	346.92	600	2.525	356.97
750	2.763	610.22	750	2.848	629.00	750	2.930	647
900	3.120	992.28	900	3.216	1022.82	900	3.309	1052
1050	3.457	1496.79	1050	3.564	1542.85	1050	3.667	1587

1. 9 % de pendiente	2 % de pendiente	2. 5 % de pendiente
---------------------	------------------	---------------------

Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.	Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.	Diámetro mm	Velocidad m / seg.	Gasto l / seg.
100	0.786	3.085	100	0.806	3.166	100	0.901	3.539
150	1.030	9.097	150	1.056	9.333	150	1.181	10.435
200	1.247	19.591	200	1.280	20.100	200	1.431	22.472
250	1.447	35.520	250	1.485	36.443	250	1.660	40.745
300	1.634	57.760	300	1.677	59.261	300	1.875	66.256
375	1.896	104.726	375	1.946	107.447	375	2.175	120.129
450	2.142	170.30	450	2.197	174.72	450	2.456	195.34
600	2.594	366.75	600	2.662	376.28	600	2.976	420.70
750	3.010	664.97	750	3.089	682.27	750	3.453	762.77
900	3.399	1081.31	900	3.488	1109.41	900	3.899	1240.35
1050	3.767	1631.09	1050	3.865	1673.46	1050	4.321	1870.98

**EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS**  
 Diámetros interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de cobre tipo "M"

DIAM. DIAM. ÁREA 10 13 19 25 32 38 50 64 75 100  
 INT. INTER..

6	8.255	214.084	0.321	0.326	0.161	0.094	0.063	0.046	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.492	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.599	1333.04	1.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2285.13	1.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3378.00	1.730	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4726.07	1.710	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8180.58	1.710	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	63.373	12617.07	1.710	19.220	9.464	5.521	3.735	2.669	1.542	XXX	0.701	0.402
75	75.717	18101.95	1.710	27.440	13.510	7.881	5.331	3.810	2.201	1.427	XXX	0.574
100	99.949	31383.85	1.710	47.820	23.540	13.730	9.290	6.640	3.836	32.487	1.742	XXX

De Anda y de Anda

**EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS EN TUBERIAS**

Diámetros interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de cobre tipo "M"

DIAM. DIAM. ÁREA 10 13 19 25 32 38 50 64 75 100  
 INT. INT.

6	8.001	201.112	0.338	0.334	0.151	0.094	0.060	0.043	0.025	0.016	0.011	0.006
10	10.922	374.761	XXX	0.623	0.281	0.176	0.11	0.079	0.046	0.030	0.021	0.012
13	13.843	602.020	1.568	XXX	0.452	0.283	0.178	0.127	0.074	0.048	0.033	0.019
19	19.939	1248.98	1.543	1.903	XXX	0.587	0.370	0.264	0.153	0.099	0.069	0.040
25	26.035	2129.44	1.513	3.244	1.597	XXX	0.630	0.451	0.260	0.169	0.118	0.068
32	32.131	3243.38	1.513	4.942	2.433	1.523	XXX	0.686	0.396	0.257	0.180	0.103
38	38.227	4590.82	1.513	6.995	3.443	2.155	1.359	XXX	0.561	0.364	0.255	0.148
50	51.419	8306.10	1.513	12.650	6.230	3.900	2.458	1.757	XXX	0.658	0.481	0.265
64	62.611	12315.47	1.513	18.760	9.238	5.783	3.645	2.605	1.505	XXX	0.684	0.392
75	74.803	17578.75	1.513	26.780	13.180	7.692	5.203	3.719	2.148	1.393	XXX	0.560
100	99.187	30907.18	1.513	47.090	23.180	13.520	9.149	6.539	3.778	2.449	1.716	XXX

De Anda y de Anda 1986

## EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS EN TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de fierro negro ced. 40

DIAM.	DIAM. INT.	ÁREA INT.	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.255	214.084	0.521	0.326	0.161	0.094	0.063	0.045	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.492	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.599	1333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4726.07	11.510	7.201	3.534	2.068	1.399	XXX	0.578	0.37	0.262	0.151
50	51.029	8180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	64.880	13224.27	32.220	12.150	9.920	5.787	3.914	2.798	1.616	XXX	0.734	0.421
75	80.260	20237.10	49.300	30.830	15.180	8.855	5.990	4.282	2.773	1.603	XXX	0.645
100	104.90	34570.12	84.220	52.670	25.930	15.120	10.230	7.314	4.25	2.739	1.919	XXX

De Anda y de Anda 1986

## EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS EN TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de fierro galvanizado ced. 40

DIAM.	DIAM. INT.	ÁREA INT.	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	9.240	268.22	0.544	0.342	0.201	0.117	0.079	0.057	0.033	0.021	0.015	0.009
10	12.520	492.446	XXX	0.628	0.369	0.215	0.146	0.104	0.060	0.039	0.027	0.016
13	15.800	781.270	1.891	XXX	0.588	0.343	0.232	0.166	0.096	0.062	0.044	0.025
19	20.930	1687.22	3.353	2.097	XXX	0.602	0.407	0.291	0.168	0.109	0.078	0.044
25	26.640	2379.56	5.432	3.397	1.672	XXX	0.660	0.472	0.273	0.177	0.124	0.071
32	35.050	3859.45	9.403	5.881	2.895	1.688	XXX	0.817	0.472	0.306	0.214	0.123
38	40.890	5252.72	12.790	8.004	3.940	2.298	1.554	XXX	0.642	0.416	0.292	0.167
50	52.500	8659.01	21.090	13.190	6.495	3.789	2.563	1.832	XXX	0.686	0.481	0.276
64	62.710	12354.45	30.100	18.820	9.267	5.406	3.657	2.614	1.510	XXX	0.686	0.394
75	77.920	19074.26	46.470	29.060	14.300	8.347	5.646	4.035	2.331	1.511	XXX	0.408
100	102.26	32851.97	80.040	50.060	24.640	14.370	9.725	6.951	4.015	2.603	1.823	XXX

De Anda y de Anda 1986

## EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de cobre tipo "M"

DIAM.	DIAM INT.	AREA INT.	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.255	214.084	0.521	0.326	0.161	0.094	0.063	0.045	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.0308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.492	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.599	1333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	63.373	12617.07	30.740	19.220	9.464	5.521	3.735	2.669	1.542	XXX	0.701	0.402
75	75.717	18010.95	43.880	27.440	13.510	7.881	5.331	3.810	2.201	1.427	XXX	0.574
100	99.949	31383.89	76.460	47.820	23.540	13.730	9.290	6.640	3.836	32.487	1.742	XXX

De Anda y de Anda 1986

## EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de cobre tipo "L"

DIAM.	DIAM INT.	AREA INT.	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.001	201.112	0.536	0.334	0.151	0.094	0.060	0.043	0.025	0.016	0.011	0.006
10	10.922	374.761	XXX	0.623	0.281	0.176	0.111	0.079	0.046	0.030	0.021	0.012
13	13.843	602.020	1.466	XXX	0.452	0.283	0.178	0.127	0.074	0.048	0.033	0.019
19	19.939	1248.98	3.043	1.903	XXX	0.587	0.370	0.264	0.153	0.099	0.069	0.040
25	26.035	2129.44	5.188	3.244	1.597	XXX	0.630	0.451	0.290	0.169	0.118	0.068
32	32.131	3243.38	7.902	4.942	2.433	1.523	XXX	0.686	0.396	0.257	0.180	0.103
38	38.227	4590.82	11.180	6.995	3.443	2.155	1.359	XXX	0.561	0.364	0.255	0.146
50	51.419	8306.10	20.230	12.650	6.230	3.900	2.458	1.757	XXX	0.658	0.461	0.265
64	62.611	12315.47	30.000	18.760	9.238	5.783	3.645	2.605	1.505	XXX	0.684	0.392
75	74.803	17578.75	42.820	26.780	13.180	7.692	5.203	3.719	2.148	1.393	XXX	0.560
100	99.187	30907.18	75.300	47.090	23.180	13.520	9.149	6.539	3.776	2.449	1.716	XXX

De Anda y de Anda 1986

## EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de fierro negro ced. 40

DIAM.	DIAM. INT.	AREA INT.	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.255	214.084	0.521	0.326	0.181	0.094	0.063	0.045	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.492	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.299	1333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	28.970	2285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	64.880	13224.27	32.220	20.150	9.920	5.787	3.914	2.798	1.616	XXX	0.734	0.421
75	80.260	20237.10	49.300	30.830	15.180	8.855	5.990	4.282	2.473	1.603	XXX	0.645
100	104.90	34570.12	84.220	52.670	25.930	15.120	10.230	7.314	4.225	2.739	1.919	XXX

De Anda y de Anda 1986

## EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

Diámetros Interiores en milímetros (según normas NOM)

Tubería de fierro galvanizado ced. 40

DIAM.	DIAM. INT.	AREA INT.	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	9.240	268.222	0.544	0.342	0.201	0.117	0.079	0.057	0.033	0.021	0.015	0.009
10		482.446	XXX	0.628	0.369	0.215	0.146	0.104	0.060	0.039	0.027	0.016
13	15.800	784.270	1.891	XXX	0.588	0.343	0.232	0.166	0.096	0.062	0.044	0.025
19	20.930	1376.22	3.353	2.097	XXX	0.602	0.407	0.291	0.168	0.109	0.076	0.044
25	26.640	2229.56	5.432	3.397	1.872	XXX	0.660	0.472	0.273	0.177	0.124	0.071
32	35.050	3859.45	9.403	5.881	2.896	1.688	XXX	0.817	0.472	0.306	0.214	0.123
38	40.890	5252.72	12.790	8.004	3.940	2.296	1.554	XXX	0.642	0.416	0.292	0.167
50	52.500	8659.01	21.090	13.190	6.495	3.789	2.563	1.632	XXX	0.686	0.481	0.276
64	62.710	12354.45	30.100	18.820	9.267	5.406	3.657	2.614	1.510	XXX	0.686	0.394
75	77.920	19074.26	46.470	29.060	14.300	8.347	5.646	4.035	2.331	1.511	XXX	0.608
100	102.26	32851.97	80.040	50.060	24.640	14.370	9.725	6.951	4.015	2.603	1.623	XXX

De Anda y de Anda 1986

## TABLAS UTILES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ALIMENTACION DE AGUA

### CANTIDAD DE AGUA PROMEDIO USADA EN LOS SISTEMAS DE PLOMERIA DE LOS EDIFICIOS

Lavabo	Llenándolo para usarse	5.6 a 7.5 L.
Tina	Llenándolo para usarse	113 L
W. C.	Para cada descarga	23 L
Regadera	( 15 L / minuto )	75 a 115 L
Llaves	De jardín de ( chorro )	757 L / hora
Llaves	De jardín de ( chiflón )	454 L / hora
Rociador	Para lavandería	747 L / hora

## UNIDADES DE MEDIDA

### EQUIVALENCIAS

Dado que en la República Mexicana rige el sistema SI, o sea el sistema Internacional de Unidades, que es el métrico decimal modernizado, conforme a la norma oficial NOM-Z-1981, mencionaremos la conversión de algunas de las unidades más frecuentemente usadas en las instalaciones hidrosanitaria y de gas.

1" (una pulgada)	= 25.4 mm exactamente
1' (un pie)	= 0.3048 m exactamente
1 lb (una libra)	= 0.45352937 kg exactamente
1 galón EE.UU.	= 3.7854117 L
1 GPM (galón por minuto)	= 0.06309 L / s aproximadamente
1 L / s	= 15.85 GPM aproximadamente
1 ft <sup>3</sup> / h (pie cúbico por hora)	= 28.316846 L / h
1 m <sup>3</sup> / h	= 35.314666 ft <sup>3</sup> / h
10 m H <sub>2</sub> O (cólumna de agua)	= 0.98 bar = 98 kPa (kilo-pascales-de presión aproximadamente)
1 kp / cm <sup>2</sup>	= 10 m H <sub>2</sub> O = 98 kPa (aproximadamente)
100 psi (libras por pulg. cuadr.)	= 689 kPa aproximadamente
1 kPa	= 0.102 m H <sub>2</sub> O (aproximadamente)
1 kPa	= 0.145 psi (aproximadamente)
1 Mpa (un mega pascal)	= 1000 kPa = 145 psi (aproximadamente)
100 kPa	= 1 bar = 10.20 m H <sub>2</sub> O = 14.5 psi (aprox.)
1 oz / sq. in. (una onza por pulg. cuadrada)	= 43.942 mm H <sub>2</sub> O = 430.92 Pa (aprox.)
1 " Hg	= 25.4 mm Hg = 3.386389 kPa = 33.8639 m bar
1 mm Hg	= 0.133322 kPa = 1.333224 m bar
1 Kcal	= 4.1868 kJ (kilojulios) exactamente
1 Btu	= 1.055056 kJ
1 Kcal / h	= 1.163 W (Watts térmicos) exactamente
1 btu / h	= 0.252 Kcal / h = 0.293071 W (aprox.)
1 caballo de caldera	= 1 cc = 9811 W (Watts térmicos)
1 TR (tonelada de refrigeración)	= 12000 Btu / h = 3516.85 W = 3024 Kcal / h
1 Btu / lb	= 2.326 kJ / kg exactamente
1 Btu / ft <sup>3</sup>	= 8.899 Kcal / m <sup>3</sup> = 37.259 kJ / m <sup>3</sup>
1 Kcal / kg	= 1.8 Btu / lb = 4.1868 kJ / kg exactamente

**NUMEROS DE TUBOS DE 1/2 " QUE PUEDEN SUSTITUIRSE POR UN TUBO SIMPLE EN UN EDIFICIO PROMEDIO, CONSIDERANDO SU USO SIMULTANEO**

Diámetro del tubo	1 "	1-1 1/4 "	1 1/2 "	2 "	2 - 1/2 "	3 "
No. Tubos de 1/2 "	3	6	12	45	101	221
	a	a	a	a	a	a
	5	11	44	100	220	430
Diámetros del tubo	3 - 1/2 "	4 "	5 "	6 "	8 "	
No. tubos de 1/2 "	431	701	1201	2401	5000	
	a	a	a	a	a	
	700	1200	2400	5000	adelante	

**EQUIVALENCIAS DE GASTOS EN NUCLEOS CONCENTRADOS**

1/8 "	1/4 "	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 - 1/4 "
0.1103	0.244	0.543	1.000	2.100	3.95	8.13
1 - 1/2 "	2 "	2 - 1/2 "	3 "	3 - 1/2 "	4 "	5 "
12.20	23.50	37.60	66.50	97.50	135.90	246.00
6 "	8 "	10 "	12 "	14 "	16 "	18 "
399.00	822.00	1495.00	2870.00	3040.00	4320.00	5890.00
20 "	24 "					
7840.00	12730.00					

**EQUIVALENCIA HIDRAULICA EN LAS TUBERIAS DE COBRE**

Diámetro Nominal (pulgs.)	Diámetro ext. real (pulgs.)	Espesor (pulgs.)	Diámetro int. real (pulgs.)	Equivalencia hidráulica	Diámetro nominal (mm)
1/8 "	0.250	0.025	0.200	0.063386	3 mm
1/4 "	0.375	0.025	0.325	0.2292493	6 mm
3/8 "	0.500	0.025	0.450	0.5395152	10 mm
1/2 "	0.625	0.028	0.569	1.0	13 mm
5/8 "	0.750	0.030	0.690	1.660457	16 mm
3/4 "	0.875	0.032	0.811	2.539682	19 mm
1 "	1.125	0.035	1.055	5.072343	25 mm
1 1/4 "	1.375	0.042	1.291	8.625628	32 mm
1 1/2 "	1.625	0.049	1.527	13.41379	38 mm
2 "	2.125	0.058	2.009	27.5989	50 mm
2 1/2 "	2.625	0.065	2.495	48.79218	63 mm
3 "	3.125	0.072	2.981	77.91601	75 mm
3 1/2 "	3.625	0.083	3.459	115.2112	90 mm
4 "	4.125	0.095	3.935	161.7183	100 mm
5 "	5.125	0.109	4.907	289.002	125 mm
6 "	6.125	0.122	5.881	465.2766	150 mm



## DIMENSIONES REALES DE LAS TUBERIAS DE COBRE

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR		DIAMETRO INTERIOR		
PULGADAS	MILÍMETRO	PULGADAS	MILÍMETRO	M (usual)	L (gas)	K (oxigen)
1/8"	3	1/4"	6.35	5.08	5.08	4.724
1/4"	6	3/8"	9.525	8.255	8.001	7.899
3/8"	10	1/2"	12.7	11.	10.922	10.210
1/2"	13	5/8"	15.875	14.	13.843	13.385
5/8"	16	3/4"	19.05	17.	16.916	16.56
3/4"	20 (19)	7/8"	22.229	20.599	19.939	18.923
1"	25	1 1/8"	28.576	26.797	26.035	25.273
1 1/4"	32	1 3/8"	39.925	32.791	32.131	31.623
1 1/2"	40 (38)	1 5/8"	41.275	38.785	38.227	37.617
2"	50 (51)	2 1/8"	53.975	51.029	50.419	49.759
2 1/2"	69 (63 ó 64)	2 5/8"	66.675	63.373	62.611	61.84
3"	75 (76)	3 1/8"	79.375	75.717	74.803	73.837
3 1/2"	90 (89)	3 5/8"	92.075	87.859	86.995	85.979
4"	100 (102)	4 1/8"	104.775	99.949	99.187	97.967
5"	125 (127)	5 1/8"	130.175	124.637	123.829	122.047
6"	150 (152)	6 1/8"	155.575	142.377	148.463	145.821
8"	200 (203)	8 1/8"	206.375	197.739	196.219	192.609
10"	250 (254)	10 1/8"	257.175	246.405	244.475	240.005
12"	300 (305)	12 1/8"	307.975	295.071	293.751	287.401

El diámetro exterior de la tubería de cobre es de 1/8" mas que el nominal

## TUBOS DE FIERRO GALVANIZADO (CEDULA 40) DIMENSIONES REALES

DIAMETRO NOMINAL		Ø INTERIOR	Ø EXTERIOR	SECCION INTERIOR
Pulgadas	milímetro	milímetros	milímetros	cm <sup>2</sup>
1/8"	3	6.83	10.29	0.63664
1/4"	6	9.24	13.72	0.6706
3/8"	10	12.53	17.14	1.2311
1/2"	13	15.80	21.34	1.9607
4/4"	20	20.93	26.67	3.4405
1"	25	26.64	33.40	5.5739
1 1/4"	32	35.05	42.17	9.6786
1 1/2"	40	40.90	48.26	13.138
2"	50	52.50	60.32	21.648
2 1/2"	60	62.71	73.03	30.886
3"	75	77.92	88.90	47.685
3 1/2"	90	90.12	101.60	63.787
4"	100	102.26	114.30	82.13
5"	125	128.20	141.30	129.08
6"	150	154.05	168.27	186.79

TUBERIAS DE AGUA

**LONGITUDES A LAS CUALES EQUIVALEN LAS CONEXIONES Y VALVULAS DEBIDO A PERDIDAS DE PRESION EN METROS DE TUBO RECTO DEL MISMO DIAMETRO**

**DIAMETROS EN PULGADAS Y MILIMETROS**

TIPO DE CONEXION DE VALVULA	2	2 1/2	3	4	5	6
	50	60	76	100	125	150
Codo de 90°	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Codo de 45°	0.65	0.85	1.15	1.5	2.0	2.5
Válvula de compuerta	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	2.5
Válvula de globo	9.10	11.90	16.1	21.0	28.0	35.0
Válvula de globo angular	5.2	6.8	9.2	12.0	16.0	20.0
Válvula de retención horizontal	9.10	11.90	16.1	21.0	28.0	35.0
Válvula de retención colump.	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
Válvula de retención vertical	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
Válvula de pie (pichancha)	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
Llave de cuadro	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
Llave de flotador	3.24	4.24	5.74	7.5	10.0	12.5
Llave banqueta o inserción	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
T paso directo sin cambio de gasto	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	1.5
Y paso directo sin cambio de gasto	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	1.5
T en contracorriente	3.90	5.10	6.90	9.0	12.0	15.0
T paso directo con cambio de gasto	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
T ramal	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
Y paso directo con cambio de gasto	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Y ramal	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Ampliación	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Medidor	15.60	20.40	27.60	36.0	48.0	60.0
Caldera o calentador	3.24	4.24	5.75	7.5	10.0	12.5
Salida tinaco o inserción de toma	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
Reducción	0.65	0.85	1.15	1.5	2.0	2.5

## TUBERIAS DE AGUA

**LONGITUDES A LAS CUALES EQUIVALEN LAS CONEXIONES Y VALVULAS DEBIDO A PERDIDAS DE PRESION EN METROS DE TUBO RECTO DEL MISMO DIAMETRO**

TIPO DE CONEXIÓN O VALVULA	DIAMETROS EN PULGADAS Y MILIMETROS					
	3 / 8	1 / 2	3 / 4	1	1 ¼	1 ½
	10	13	20	25	32	40
Codo de 90°	0.44	0.56	0.62	0.84	0.79	0.95
Codo de 45°	0.33	0.42	0.41	0.56	0.394	0.48
Válvula de compuerta	0.22	0.28	0.21	0.28	0.24	0.20
Válvula de globo	3.52	4.48	4.92	6.72	7.12	8.55
Válvula de globo angular	1.98	2.52	2.87	3.92	3.95	4.75
Válvula de retención horizontal	3.52	4.48	4.92	6.72	7.12	8.55
Válvula de retención vertical	1.76	2.24	2.46	3.36	3.55	4.27
Válvula de pié (pichana)	1.76	2.24	2.46	3.36	3.55	4.27
Llave de cuadro	0.88	1.12	0.82	1.12	1.19	1.43
Llave de flotador	1.54	1.96	1.64	2.24	2.37	2.85
Llave banqueta o inserción	0.88	1.12	0.82	1.12	1.19	1.43
Válvula de retención colump.	1.76	2.24	2.46	3.36	2.55	4.27
T paso directo sin cambio de gasto	0.22	0.28	0.21	0.28	0.24	0.29
Y paso directo sin cambio de gasto	0.66	0.28	0.21	0.28	0.24	0.29
T en contracorriente	0.66	0.84	1.23	1.68	2.37	2.85
T paso directo con cambio de gasto	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
T ramal	0.33	0.42	0.62	0.84	0.19	1.43
Y paso directo con cambio de gasto	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
Y ramal	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	.095
Ampliación	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
Medidor	4.40	5.60	6.56	5.96	10.30	12.36
Caldera o calentador	0.55	0.70	1.03	1.40	1.98	2.39
Salida tinaco o inserción de toma	0.33	0.42	0.62	0.84	1.19	1.43
Reducción	0.11	0.14	0.21	0.28	0.40	0.48

## CAPACIDADES DE MEDIDORES DE AGUA

Con caída de presión de 10  
m de columna de agua

1.2 m<sup>3</sup> / h  
2.5 m<sup>3</sup> / h  
3.0 m<sup>3</sup> / h  
5.0 m<sup>3</sup> / h  
7.0 m<sup>3</sup> / h  
10 m<sup>3</sup> / h  
20 m<sup>3</sup> / h  
30 m<sup>3</sup> / h  
50 m<sup>3</sup> / h  
75 m<sup>3</sup> / h  
150 m<sup>3</sup> / h  
250 m<sup>3</sup> / h

Diámetro Nominal

1 / 4 " 6 mm  
3 / 8 " 10 mm  
1 / 2 " 13 mm  
3 / 4 " 19 mm  
1 " 25 mm  
1 1 / 4 " 32 mm  
1 1 / 2 " 38 mm  
2 " 50 mm  
3 " 75 mm  
4 " 100 mm  
6 " 150 mm  
8 " 200 mm

MAXIMOS

Por hora	Por día
0.6 m <sup>3</sup> / h	2.3 m <sup>3</sup> / d
1.25 m <sup>3</sup> / h	5 m <sup>3</sup> / d
1.25 m <sup>3</sup> / h	6 m <sup>3</sup> / d
2.5 m <sup>3</sup> / h	10 m <sup>3</sup> / d
3.5 m <sup>3</sup> / h	14 m <sup>3</sup> / d
5 m <sup>3</sup> / h	20 m <sup>3</sup> / d
10 m <sup>3</sup> / h	40 m <sup>3</sup> / d
15 m <sup>3</sup> / h	60 m <sup>3</sup> / d
25 m <sup>3</sup> / h	100 m <sup>3</sup> / d
37.5 m <sup>3</sup> / h	150 m <sup>3</sup> / d
75 m <sup>3</sup> / h	300 m <sup>3</sup> / d
125 m <sup>3</sup> / h	500 m <sup>3</sup> / d

## DESAGÜES COMBINADOS

Cuando un albañal conduce aguas negras y aguas pluviales, al gasto de las aguas de lluvia se suma el de aguas negras, estimando éste último para su máximo probable, en la forma que enseguida se indica.

Para una intensidad de precipitación (  $i$  ) en mm / h y una superficie desaguada (  $s$  ) en  $m^2$ , el gasto pluvial es:

$$Q_f = \frac{Si}{3600} \text{ [ L / seg ]}$$

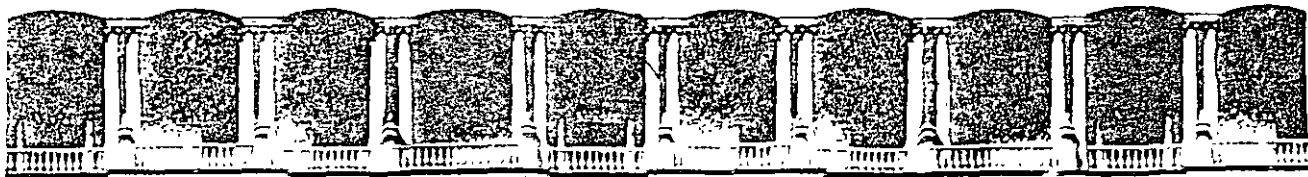
El gasto adicional de aguas negras nunca se toma menor de 2.5 L / seg. (descarga de un excusado ), al aplicar la fórmula empírica:

$$Q_f = \frac{\sum ud}{100} \text{ [ L / seg ]}$$

En la que  $ud$  es la suma de las unidades de desagüe de los muebles sanitarios, según tablas, de modo que el albañal combinado debe ser capaz de conducir, a tubo lleno, un gasto total.

$$Q_f = \frac{\sum si}{100} + \frac{ud}{100} \text{ [ L / seg ]}$$

Por ejemplo para  $360 m^2$  de azotea =  $360 m^2$  de fachada expuesta a la lluvia,  $S = 360 + 180 = 540 m^2$  y  $Q_p = 540 \times 150 / 3600 = 22.5 \text{ L / seg}$  y con muebles sanitarios que sumen 500 unidades,  $Q_{AN} = 500 / 100 = 5 \text{ L / seg}$  de modo que el albañal combinado lleva  $27.5 \text{ L / seg}$ , por lo que se requiere de 200 mm / al 1 %, que puede dar  $28.4 \text{ L/seg}$



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y  
DE GAS PARA EDIFICIOS**

**CALIDAD EN EL PROYECTO DE INSTALACIONES**

**EXPOSITOR: ING. SERGIO HERRERA MUNDO  
MAYO 1999.**

**" CALIDAD " : Del latín "Qualitas" :**

*Conjunto de características que permiten definir el grado de bondad de un producto.*

A pesar de ser mensurable, la calidad es algo subjetivo.

Normalmente el grado de calidad de un producto o un servicio lo determina el usuario sin seguir un patrón o un parámetro.

Al término "CALIDAD" lo encontramos a toda hora, en todo lugar y en cualquier área. Nos lo recuerda el fabricante de ropa, juguetes, calzado; nos lo ofrecen un sinnúmero de restaurantes, con la calidad de sus platillos o servicios, etc.

Es un calificativo que buscamos ávidamente para justificar pagar un mayor precio en una adquisición.

Sin embargo, en la sociedad de consumo en que vivimos, la publicidad crea confusiones en nuestro subconsciente y no tenemos, la mayoría de las veces, elementos sólidos para determinar, o más bien para confirmar, esa buena calidad que buscamos.

Puede decirse que hay un solo elemento de que el consumidor puede echar mano para tener cierta confianza en este sutil problema: El control de calidad.

Esto es una serie de normas que se impone un fabricante para verificar en las diferentes etapas de un proceso de producción, que haya unos valores mínimos a respetar. En caso contrario, detiene la producción, rechaza el elemento nocivo o no saca al mercado el producto.

Esto ha dado resultado, hay infinidad de muestras en varias industrias de esto. El gran público se ha beneficiado. Con ello ya saben en quien confiar.

Esto es en los casos de fabricación, de producción en serie, pero ... ¿ y qué control de calidad se puede establecer en los servicios profesionales ?

## **CONTRATACION DE UN SERVICIO DE PROYECTO**

El propietario o su representante va a seleccionar de entre un reducido número de "proyectistas" en el país al que invitará a desarrollar su trabajo.

El nuestro es un país grande con sus 85 millones de habitantes, sin embargo, el "micromundo" de su industria de la construcción es reducido. Es frecuente que los arquitectos y despachos de diseño tengan un "equipo fijo" de asesores, o sea han quedado como clientes cautivos.

Otras ocasiones hay en que se convoca a concursos entre varias empresas de diseño, aunque es una práctica equivocada la que se emplea en la selección del ganador. Consideramos que dado que es un servicio con una serie de intangibles, no debe tomarse en cuenta exclusivamente el aspecto económico de una propuesta.

Ocasiones hay, sin embargo, en que el propietario o el arquitecto buscan sin hacer un concurso a la empresa de proyecto para que colabore con ellos. Casi siempre recurren a la recomendación de otros arquitectos o constructores. Es en estos casos en que se puede ver la evaluación de la calidad de diseños que la empresa a recomendar haya ejecutado.

En ese momento, el proyectista no está presente para influir en una decisión que le favorezca, está presente únicamente la imagen que por sus servicios ha dejado. Esta imagen es de hecho el único elemento de juicio que usará el cliente para recomendarlo o no. Es la medición personal de la calidad que usará el cliente para recomendarlo o no. Es la medición personal de la calidad con que fue atendido en ocasiones anteriores.

Es por esta sencilla razón que el proyectista siempre cuidará esa imagen, siempre buscará mantener la confianza de un cliente en él, en su experiencia, su capacidad, su eficiencia, su seriedad.

**"ETICA"**: Del latín "Ethica":

*La ciencia de las costumbres del hombre.*

*Su objeto material: Los actos humanos.*

*Su objeto formal: El enjuiciamiento de éstos.*

**" NUESTRO COMPORTAMIENTO "**

## **¿ QUE ES UN PROYECTO DE INSTALACIONES ?**

Son los documentos (planos y memoria técnica) que sirven de guía para que alguien con solamente conocimientos prácticos y experiencia manual pueda ejecutar la instalación y que ésta funcione adecuadamente.

por lo tanto, la medición de la calidad en un proyecto se hace en esos documentos y en el funcionamiento de la misma instalación.

**"EL PROYECTISTA DEBE FIJARSE A SI MISMO RIGIDAS NORMAS DE CALIDAD "**



## **1.- VIABILIDAD**

Se considera que es responsabilidad del proyectista el verificar la viabilidad para la realización de un proyecto. Esto basado en su amplia experiencia.

También es responsabilidad del proyectista el dar aviso de que un proyecto pueda tener un costo mayor del convencional, ya que esto puede causar hasta la cancelación de un trabajo y es una información que el propietario debe recibir oportunamente.

## **2.- ESTUDIOS PRELIMINARES**

El proyectista debe hacer varias consultas y consideraciones antes de iniciar un planteamiento y sugerencias.

Esta faceta de su servicio toma muy especial atención si se trata de un trabajo de diseño para una obra foránea y muy en particular si en la localidad hay problemas de suministro, acceso, insumos, etc.

## **3.- ANTEPROYECTO**

Esta fase es la espina dorsal del diseño, al estar terminada puede decirse que están resueltos cruces, espacios, tipos, modelos, etc. Queda únicamente para resolver el detalle y darle una forma presentable al trazo.

También es determinante controlar la calidad en esta etapa. Se debe recordar que un profesional se vuelve especialista cuando es capaz, en el desarrollo de un trabajo de no perder de vista el sutil equilibrio entre lo económico y lo funcional, es decir, es su responsabilidad optimizar la inversión del propietario, su cliente.

**3-A.- REGLAMENTOS.-** Deberá conocer a fondo los reglamentos aplicables a la localidad que tienen injerencia en un área de ingeniería.

**3-B.- ASESORIAS EXTERNAS.-** En nuestro cambiante mundo en el que la tecnología se desenvuelve a pasos agigantados, debe conocer sus limitaciones en ciertos campos complementarios al suyo y rodearse de terceros que le ayuden a dar un servicio eficiente.

**3-C.- INFORMACION A OTROS.-** Se debe tener presente que este tipo de trabajo no puede desarrollarse en forma aislada, un proyectista es parte de un equipo interdisciplinario que debe de proporcionar información en forma fidedigna y oportuna.

**3-D.- DIMENSIONAMIENTOS.-** Es en esta parte donde debe haber una conciencia de "realidad", es decir, se debe evitar a toda costa el caer en exageraciones que en caso de ser "de más " representan costo adicional en caso de ser "de menos", problemas para construcción y muy en particular mantenimiento

**3-E.- COORDINACION.-** Por la misma razón de ser parte de un equipo multidisciplinario, deberá haber una estrecha comunicación entre los responsables de todas las ingenierías de diseño.

En esta área son dos las recomendaciones, la primera en aceptar que el responsable del proyecto arquitectónico es el "orquestador", que tiene la responsabilidad de coordinar a todos; se debe colaborar ampliamente con él.

La segunda es que no debe caer en exageraciones y considerar que el fluido que se maneja es el más importante en la construcción.

#### **4.- TRAZOS**

De hecho, esta sección es la que más importancia se le da, ya que es la que utiliza durante el proceso de la construcción, son los planos. La mayoría de ellos son copias reproducibles que se reciben directamente del arquitecto y que son complementadas por el proyectista con trazos en los que se debe mostrar claramente las soluciones dadas a las diferentes instalaciones. De sobra esta decir que el proyectista debe esmerarse en que la presentación de este trabajo sea la mejor posible, sin embargo, hay ciertos detalles que valen la pena sean comentados. Estos son los siguientes:

**I.- Nomenclatura.-** Determinar una numeración lógica ayuda a identificar más fácilmente los planos.

**II.- Dimensiones.-** Lo ideal es que todos los planos de un proyecto tengan la misma dimensión. En esto también cabe la recomendación de no utilizar planos muy grandes, al extenderlos en obra resultan imprácticos.

**III.- Separación de fluidos.-** La facilidad de interpretación se incrementa si el trabajo se presenta en diferentes planos, permite ser más explícito.

**4.A.- PLANTAS.-** Son estos los planos básicos, en ellos consultan los operarios el 85 % de las dudas.

Recomendación: Hacer los trazos en escala adecuada para facilitar interpretación. Para los edificios de grandes dimensiones se puede utilizar una planta general para ubicar las redes y varias plantas seleccionadas para detalles.

Es básico en estos casos referir perfectamente estos planos con los generales.

**4.B.- CORTES.-** Estos planos se consultan poco, siempre el proyectista buscará consignar las soluciones en cortes y elevaciones en la zona que más información muestra.

Cabe recomendar que en estos planos se puede indicar los detalles de soportaria, cruces críticos, etc. No hay que olvidar referenciarlos con los planos de planta.

**4.C.- ISOMETRICOS, DIAGRAMAS, ETC.-** Definitivamente, estos planos son los que más le cuestan al proyectista. Son muchas horas-hombre y los elaboran dibujantes especializados. Sin embargo, son indispensables porque muestran con toda calidad los aspectos, las conexiones más importantes.

Mejorará la calidad del trabajo si se hacen diagramas de flujo completos, detalles constructivos de los puntos críticos, isométricos, elevaciones, diagramas unifilares, etc.

## **5.- MEMORIA DE CALCULO**

Este renglón es medular en el trabajo del proyectista, si bien, el propietario pocas veces le da la importancia o la revisa.

Este trabajo lo desarrollan técnicos altamente especializados, o de otra manera hay un alto riesgo de fallas, errores y omisiones.

Junto con la memoria de cálculo, deberán entregarse otros documentos que complementen la información y que a continuación se enuncian.

**5.A.- ESPECIFICACIONES.-** El proyectista dará la pauta de los materiales a emplear. Dada su experiencia, estará recomendando aquellos que a su juicio son los adecuados.

Por esta sencilla razón, se debe dar especial importancia a esa selección, a fin de no dejar lugar a un cuestionamiento al respecto.

**5.B.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.-** Para este renglón, se apoyará en la información de los fabricantes, es una herramienta muy útil para los técnicos supervisores de obra.

Muy especial atención se le deberá dar a este capítulo si se ha seleccionado materiales nuevos o el sistema constructivo general requiere preparaciones especiales por parte del contratista.

**5.C.- LISTA DE MATERIALES.-** Complemento básico, en la actualidad se están solicitando no solo las listas de materiales, sino un presupuesto base.

Está de sobra indicar lo importante que es entregar listas de materiales reales y claras, esto permitirá que el concurso para la solución de la obra se realice con prontitud, exactitud y beneficie directamente la inversión del cliente.

**5.D.- SELECCION DE EQUIPOS.-** Los equipos especiales deben ser relacionados en todo detalle por el proyectista en la memoria técnica.

El proyectista debe de investigar previamente entre 2 ó 3 fabricantes y, de común acuerdo con el propietario o su representante técnico, seleccionar el más adecuado, a fin de que no haya cambios de marcas, que en algunos casos se hacen sólo porque benefician económicamente a quien los propone y no a la obra.

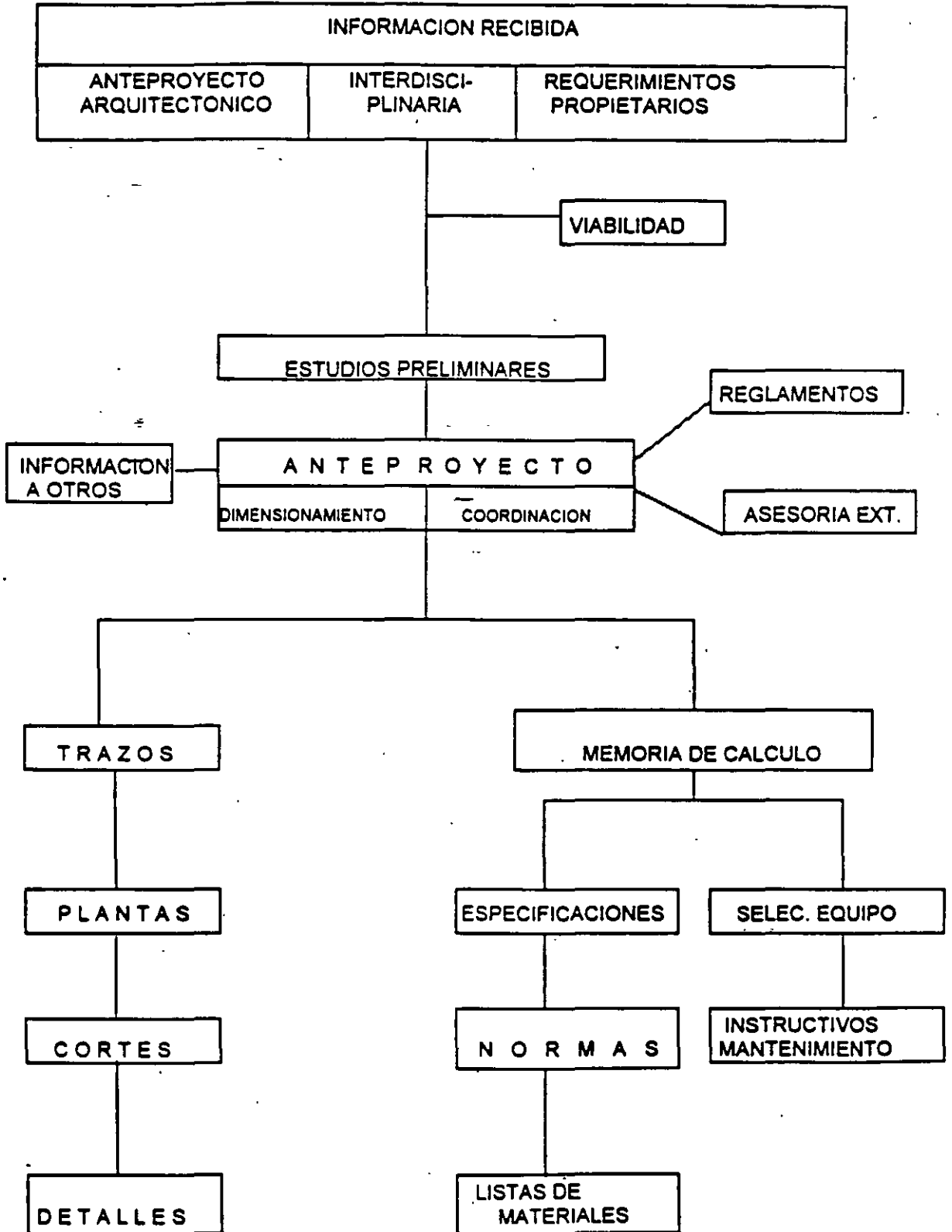
**5.E.- INSTRUCTIVOS DE MANTENIMIENTO.-** Esto es un complemento muy útil y es válido si no se hicieron cambios en los equipos seleccionados. El proyectista cuya responsabilidad es el diseño, no cubre asesoría en la ejecución de la obra, deberá señalar al propietario lo saludable de estar preparando el mantenimiento preventivo a la instalación de sus equipos desde antes de terminar la obra. Le será muy útil al propietario que se entreguen oportunamente catálogos técnicos de sus equipos.

## CONCLUSIONES

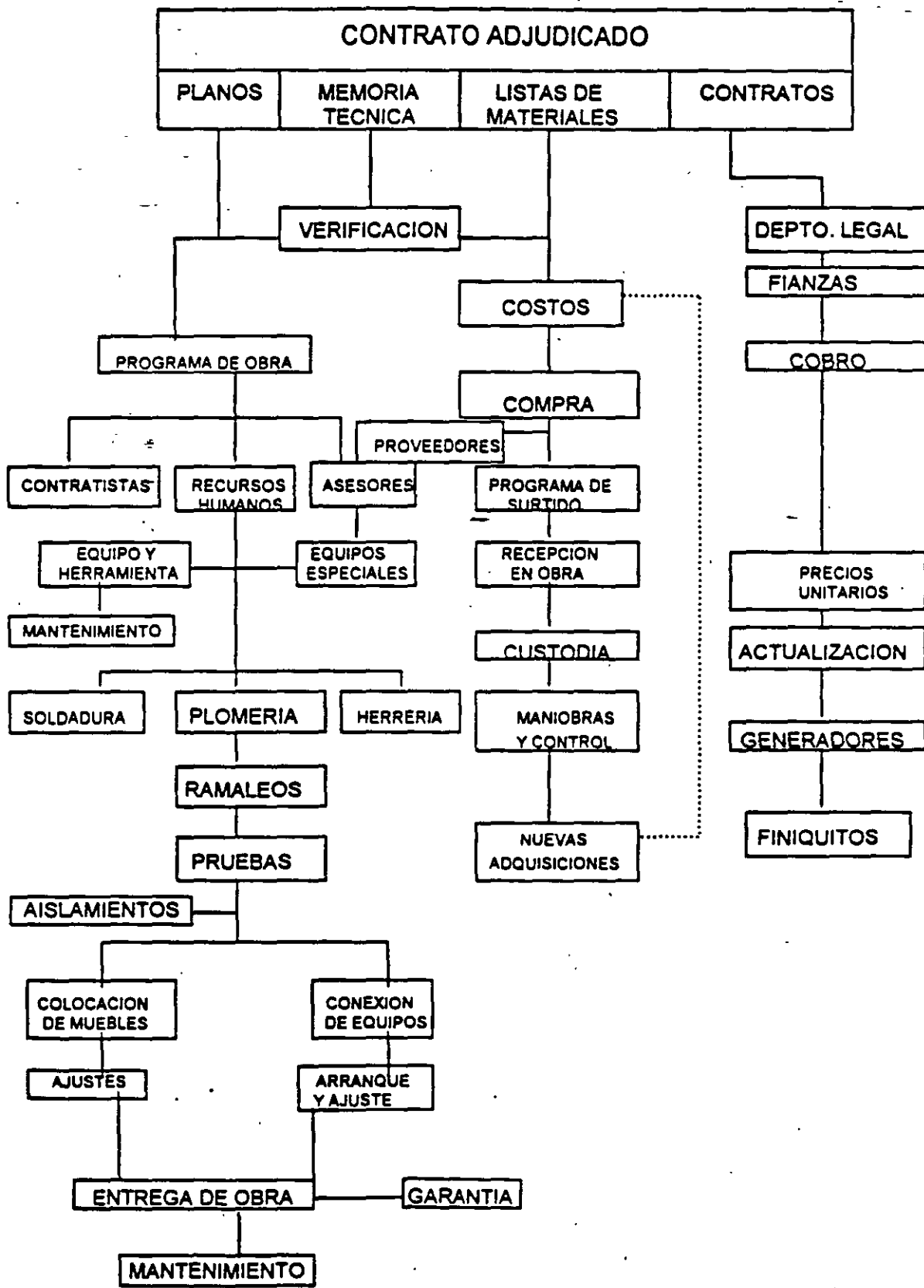
Si analizan los comentarios y recomendaciones anteriores, se podrá obtener en conclusión que la industria de la construcción nacional ha estado en un lugar de vanguardia comparada con otros países en desarrollo, debido a las inquietudes de sus componentes en estar actualizado, mejorando sistemas, capacitando constantemente a su personal y atendiendo con acuciosidad en que los trabajos se hagan bien. Se hagan con gran CALIDAD.

Así estaremos a la altura de las circunstancias cuando el ámbito internacional nos lleve a concursar con técnicas de otros países.

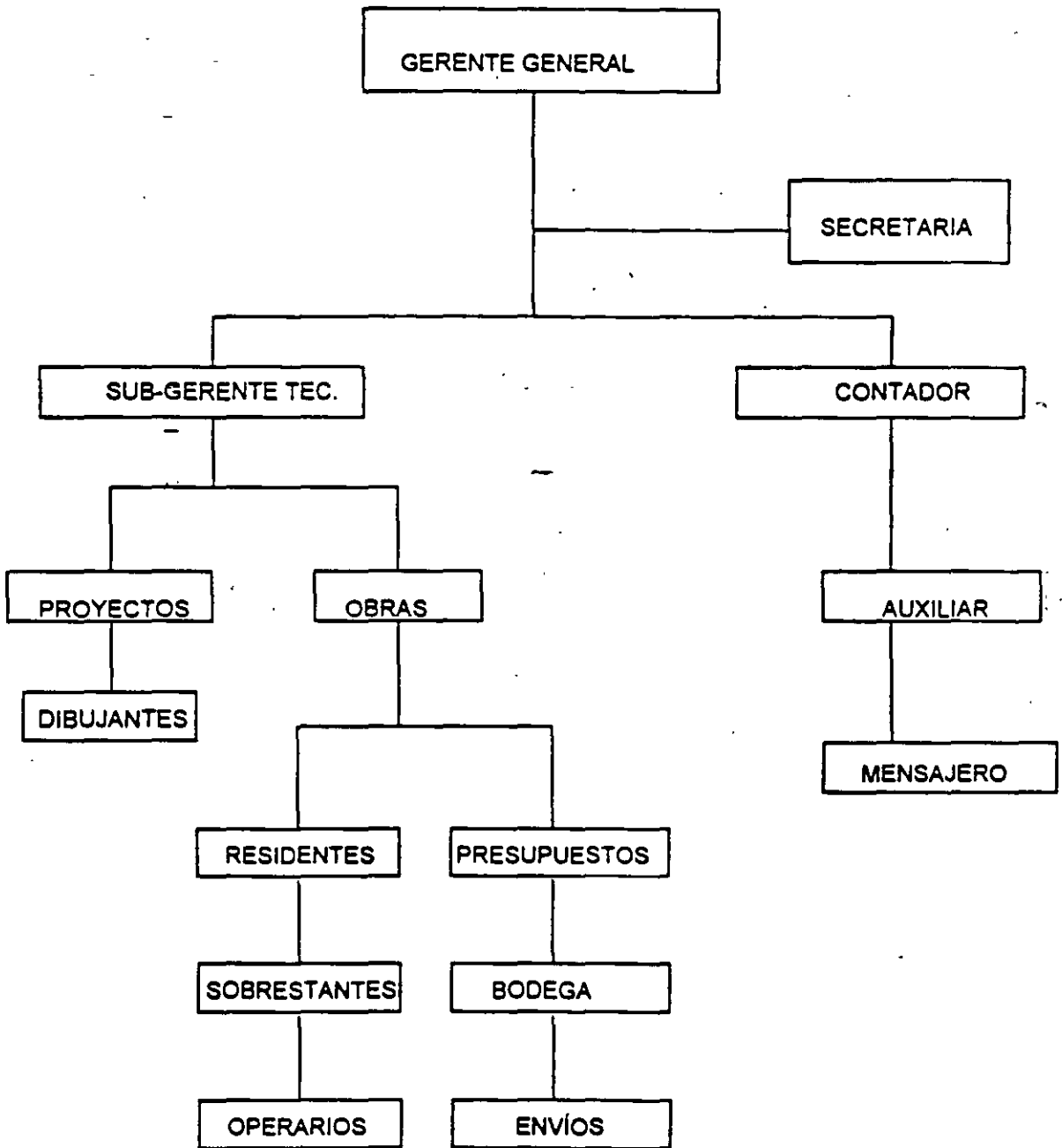
# EL PROCESO DE ELABORACION DE UN PROYECTO DE INSTALACIONES



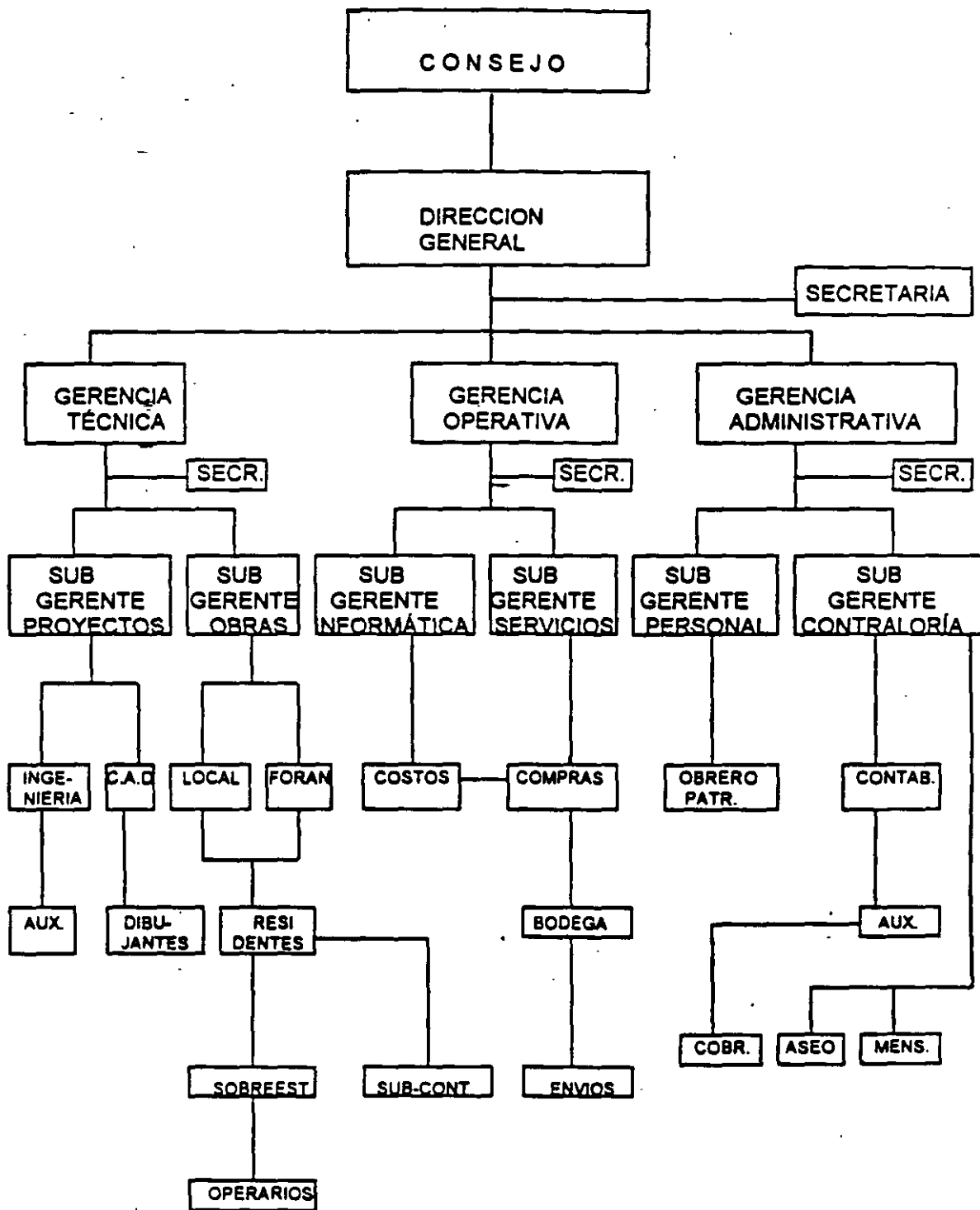
# PROCESO DE EJECUCION DE UNA OBRA DE INSTALACION HIDROSANITARIA



# ORGANIGRAMA DE UNA EMPRESA PEQUEÑA DE INSTALACIONES



# ORGANIGRAMA DE UNA EMPRESA MEDIANA DE INSTALACIONES







**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y  
DE GAS PARA EDIFICIOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS  
SISTEMAS DE AGUA CALIENTE**

**EXPOSITOR: ING. SERGIO HERRERA MUNDO  
MAYO 1999.**

# DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

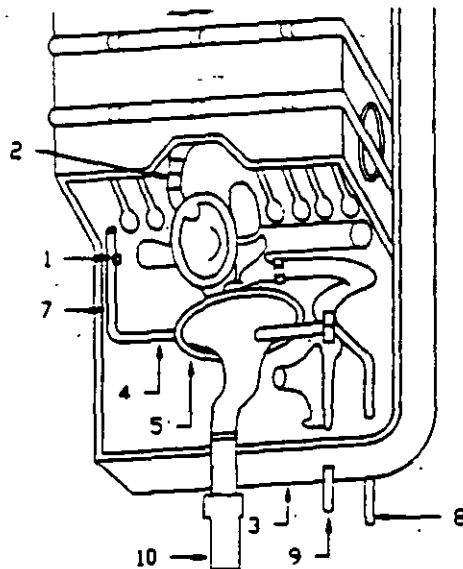
## FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

### SISTEMAS DE AGUA CALIENTE EN LOS EDIFICIOS

#### EQUIPO DE CALENTAMIENTO

A.- Calentadores del tipo de paso ( $Q_{max}$  = instantáneo), son calentadores con serpentines interiores en cuyo interior circula el agua y que debido a su gran superficie de contacto, provoca un rápido incremento de la temperatura del líquido.

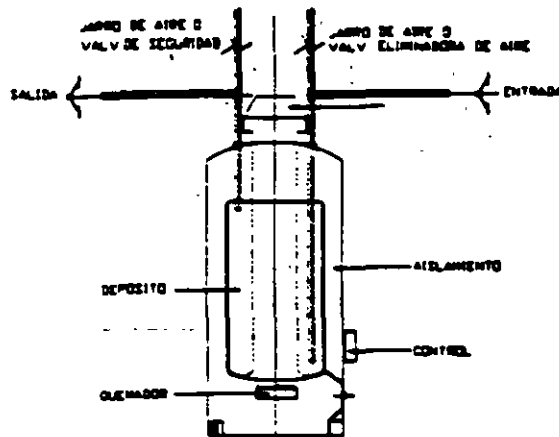
El pequeño diámetro del serpentín no permite grandes flujos y lo limitan para el uso de un mueble generalmente.



VISTA INTERIOR DEL CALENTADOR

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1.- Botón para abrir el paso del gas al piloto | 7.- Tornillo regulador del agua |
| 2.- Quemador del piloto                        | 8.- Entrada de agua fría        |
| 3.- Tornillo regulador del agua                | 9.- Entrada de gas              |
| 4.- Venturi                                    | 10.- Salida de agua caliente    |
| 5.- Filtro de agua                             |                                 |

B.- Calentadores del tipo de almacenamiento (Q máx. hora son aparatos formados por un recipiente de capacidad variable un elemento productor de calor en su interior (eléctrico, vapor o agua caliente) o exteriormente ( gas, diesel, etc. )



CALENTADOR DE ALMACENAMIENTO

En los calentadores de gas el recipiente está formado por un cilindro hueco, teniendo poca superficie de contacto con el fuego, por lo que incrementan lentamente la temperatura, con eficiencia del 50 % solamente.

Los calentadores con el elemento interior tiene una eficiencia mayor, a pesar de su baja eficiencia, los calentadores de almacenamiento son preferibles por poder abastecer mayor número de muebles en forma simultánea.

Al calcular la capacidad de los calentadores de depósito hay que tener en cuenta que el recipiente no contiene agua caliente en su totalidad, sino que se establecen zonas de agua muy calientes en su parte superior, templada en su zona intermedia y fría en el inferior, provocada por la diferencia de densidades del agua fría y caliente y por lo tanto, hay que estimar solamente en 75 % de agua caliente, la capacidad del aparato.

## SISTEMAS CENTRALES DE AGUA CALIENTE

Los sistemas centrales de agua caliente pueden ser considerados así mismos, de paso o de almacenamiento, pero dado que los primeros requieren mayores elementos productores de calor y los segundos pueden tomar las grandes demandas, con mayor facilidad, son preferidos éstos en el mayor número de los casos

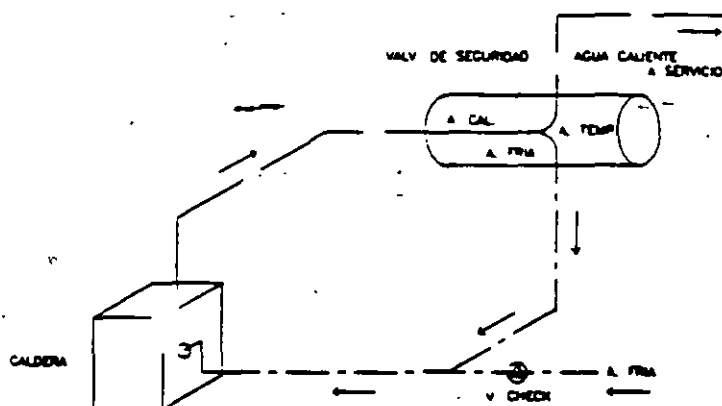
## A.- CALDERAS DE AGUA CALIENTE.

Pueden considerarse como grandes calentadores con su tanque de almacenamiento interior o exterior. Nos ocuparemos de los que tienen su tanque exterior, ya que son los que corresponden a sistemas de grandes edificios.

El aparato en sí contiene únicamente el elemento productor de calor y el serpentín de tubos de cobre o celdas de fierro fundido que transmiten el calor al líquido, el cual sale por tubería hacia el tanque de almacenamiento de agua caliente, estableciéndose una circulación por termosifón o forzada entre la caldera y el tanque.

La relación de la producción o recuperación de la caldera con el tanque de almacenamiento es lógicamente tal, que a mayor recuperación, menor tanque de almacenamiento, hasta el límite de utilizar la caldera como si fuera solamente de paso, situación que queda determinada por un estudio económico.

CALDERA DE AGUA CALIENTE CON  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO



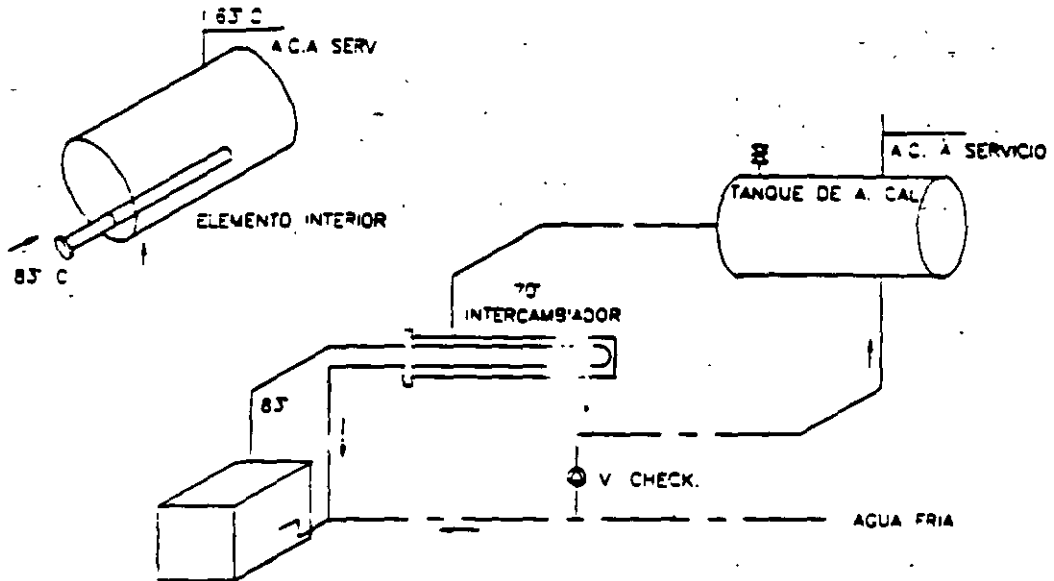
## B.- CALDERAS DE AGUA CALIENTE CON INTERCAMBIADOR DE CALOR.

Debido a que la dureza del agua en algunas zonas es muy alta y puede provocar la incrustación de las calderas, no es conveniente hacer pasar por ésta al agua de consumo.

Para tal fin se utilizan intercambiadores de calor de aguas calientes y en esta forma el agua que alimenta a la caldera y que pasa por el intercambiador, forma un circuito cerrado. El agua de consumo pasa por el intercambiador y va al servicio.

El intercambiador puede ser exterior o interior con relación al tanque.

## CALDERAS DE AGUA CALIENTE INTERCAMBIADOR DE CALOR TANQUE DE ALMACENAMIENTO.



### C.- CALDERA DE AGUA CALIENTE DE TUBOS DE HUMO.

Estas calderas de gran capacidad consisten en un recipiente conteniendo el agua a través del cual pasan unos fluxes, por los que circula el calor, combinándose como en los casos anteriores con un tanque de almacenamiento o intercambiador.

### D.- CALDERAS DE VAPOR (utilizándose éste para obtener agua caliente).

Cuando además del servicio de agua caliente se requiere dar servicio de vapor a alguna zona del edificio, debe aprovechar a la misma caldera y por lo tanto por medio de un intercambiador de vapor se puede obtener el agua caliente necesaria a las temperaturas deseadas.

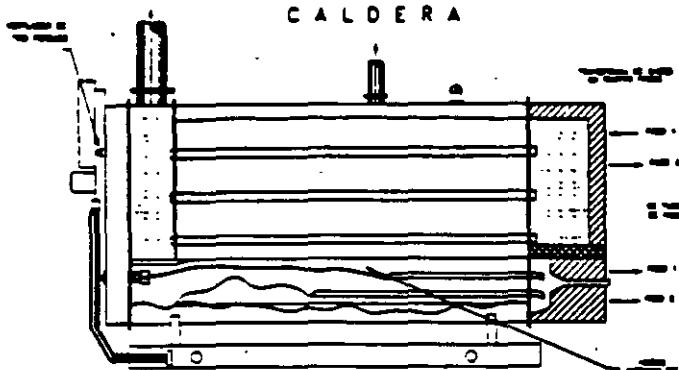
La temperatura para servicios doméstico es de 63° C normalmente y en caso de restaurantes o servicios especiales es de 83° C para el lavado de platos.

# CALDERAS

## 1.- CALDERAS DE TUBO DE HUMO

Ya explicadas con anterioridad son, en principio, aquellas cuyos fluxes pasan los gases calientes y en cuyo envolvente se encuentra el líquido.

Estas calderas son más peligrosas, dado que su cuerpo está resistiendo la presión del líquido o vapor.



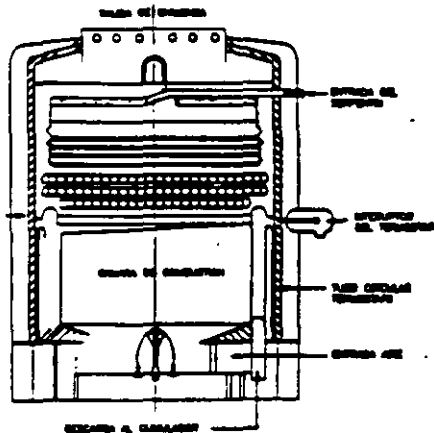
GENERADORES DE VAPOR (CALDERAS)  
DE TUBOS DE HUMO

## 2.- CALDERAS DE TUBOS DE AGUA

Al contrario de las anteriores, en éstas el agua o vapor está contenido en serpentines y el fuego en el exterior de éste.

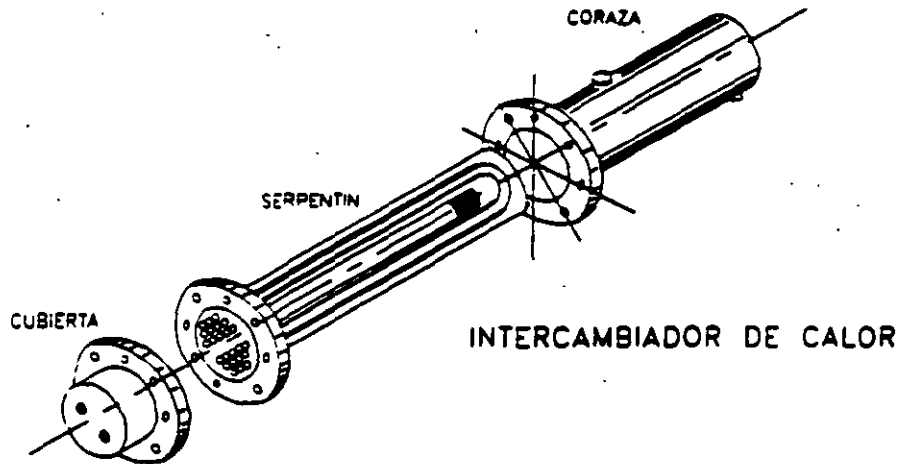
En el aspecto de seguridad son mejores, pero están expuestas a una fuerte incrustación, por lo que hay que cuidar mucho el aspecto del tratamiento propio del agua que circulará por ellas.

GENERADOR DE VAPOR DE TUBOS DE AGUA



## INTERCAMBIADOR DE CALOR.

Consiste en un serpentín o fluxes de cobre, cuya gran superficie de contacto puede transmitir el calor al líquido circundante.



Estos elementos pueden, como ya dijimos, considerarse como calentadores instantáneos, cuando su envolvente es un cilindro pequeño diámetros o de almacenamiento, cuando están en inmersione dentro del líquido contenido en un gran tanque.

## DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE

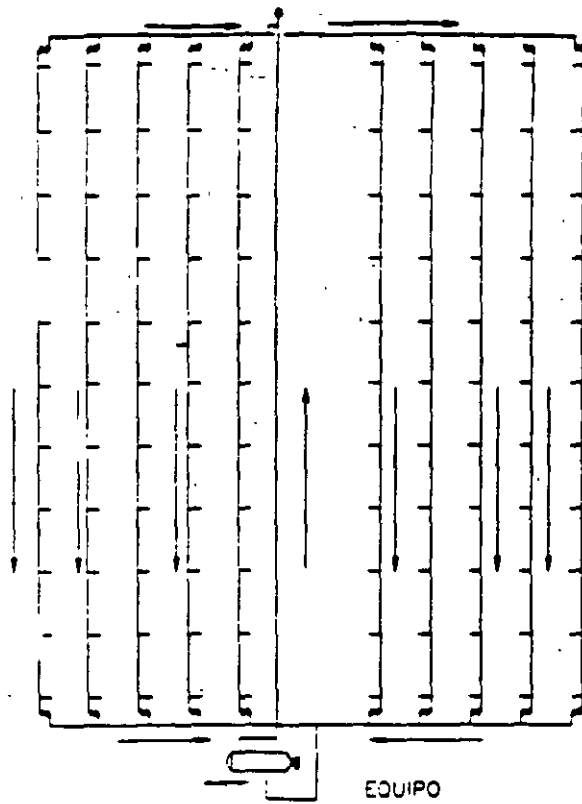
El cálculo de la red de distribución de agua caliente se hace en la misma forma que la ya explicada para el agua fría, con las unidades de consumo anotadas en la tabla.

Sin embargo, hay que hacer notar un elemento adicional de estos sistemas que es de vital importancia y que es el retorno.

### A.- DISTRIBUCION SUPERIOR

En este caso la tubería de agua caliente sube hasta el nivel superior en el cual se hace una red de distribución, bajando en los puntos convenientes para alimentar los diferentes núcleos y posteriormente se interconectan todos los puntos inferiores con una tubería que regresa hasta la caldera.

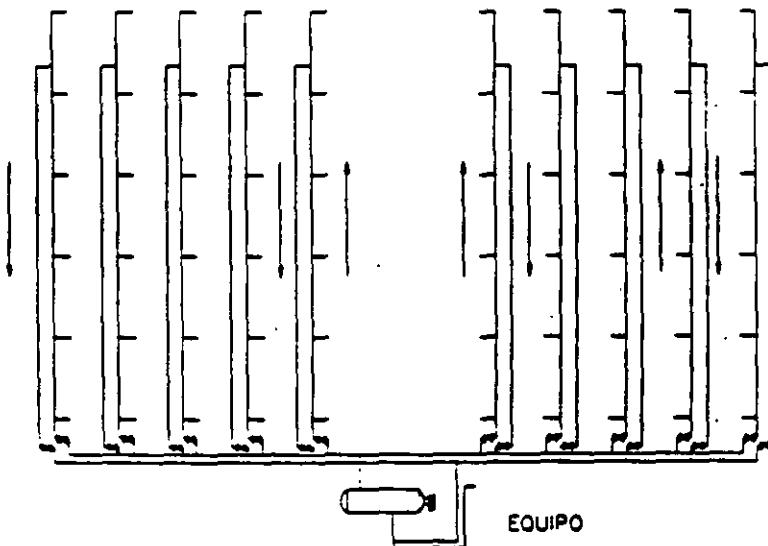
# SISTEMA DE DISTRIBUCION Y AGUA CALIENTE



A.- RETORNO DIRECTO

## B.- DISTRIBUCION INFERIOR.

La red se ejecuta en el nivel inferior abasteciendo a las columnas alimentadoras, las cuales tienen una conexión al retorno en el superior, que baja a una línea colectora de retorno en el inferior.



B.- RETORNO MULTIPLE



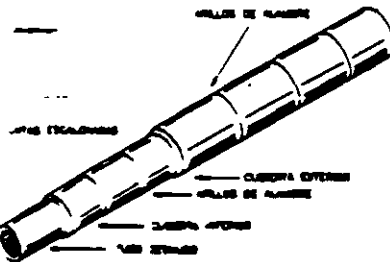
El retorno permite una circulación por termosifón, o forzada con un circulador dentro del sistema del cual puede obtener el caliente en forma instantánea, ya que de no contarse con línea de retorno, el agua se enfriaría dentro de las tuberías y tardaría mucho tiempo en obtenerse, ya que habría que vaciar el agua fría contenida en ellas y esperar a que se volviera a calentar.

## AISLAMIENTOS

Es necesario aislar todas las tuberías que forman la red de agua caliente así como las de retorno y el tanque de agua caliente, para evitar las pérdidas de calor, ya que de lo contrario sistema se convertiría en un enorme radiador con el desperdicio consiguiente de energía.

Puede hacerse esto con medias cañas de asbesto cemento, fibra de vidrio u otros materiales.

### PROTECCION PARA TUBOS DE DOBLE ESPESOR CON CUBIERTA A PRUEBA DE CAMBIO DE INTEMPERIE



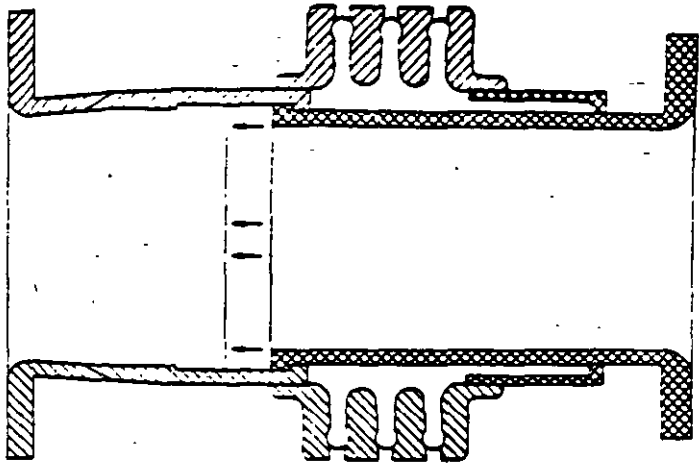
## DILATACIONES

El último concepto que hay que cuidar en este sistema de agua caliente es la previsión de las dilataciones que se presentan en las tuberías por las frecuentes variaciones de temperatura.

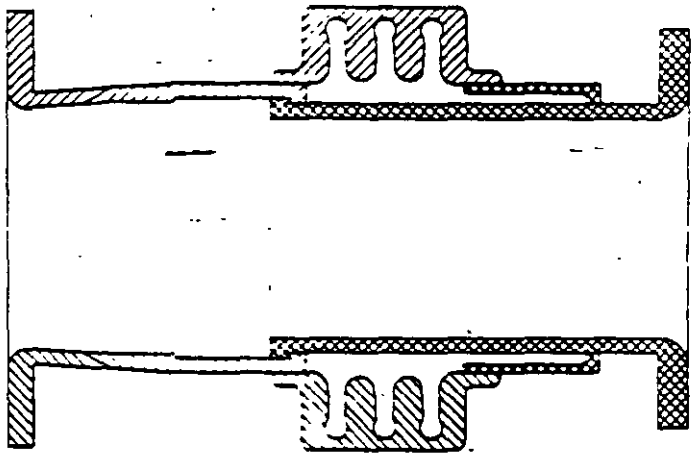
La dilatación en tuberías de cobre es de 1.02 mm/m para 60° C, de temperatura ( 0.17 mm/m/10° C T ), por lo cual hay que evitar grandes recorridos de una línea en tramos rectos.

Cuando se requieran éstos, hay que instalar juntas de dilatación que puedan ser del tipo de fuelle o deslizantes que se obtiene en el mercado o deformando a tubería para formar omegas o simplemente buscando recorridos en los cuales los quiebres de la red permitan por la elasticidad de la tubería que se absorban estas dilataciones y contracciones.

# JUNTAS DE DILATACION

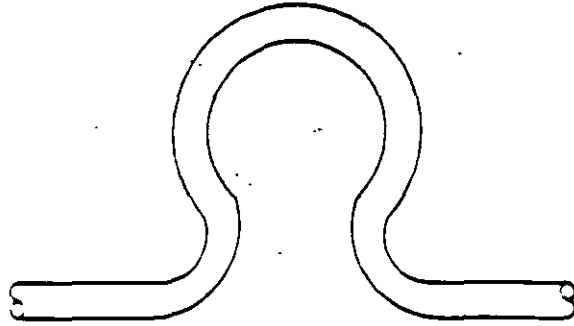


CORRUGADA

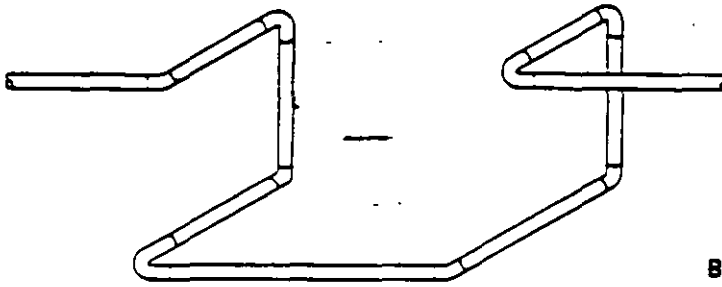


TELESCOPICA

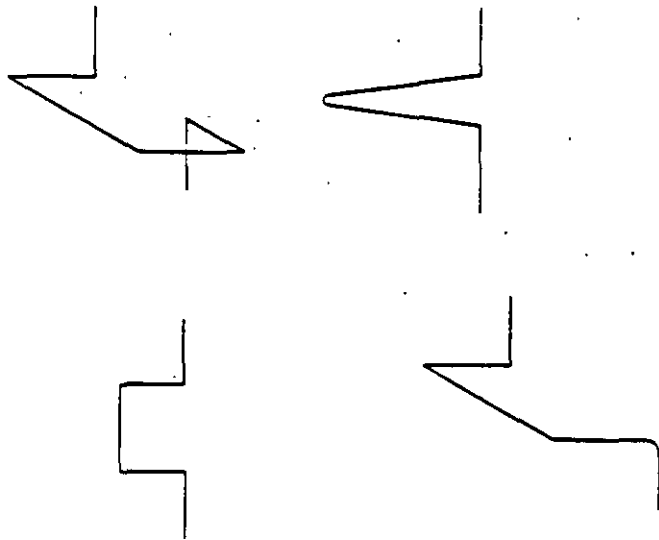
# JUNTAS DE DILATACION



A.- CON TUBERIA



B.- CON CONEXIONES



## JARROS DE AIRE

Como detalle especial, en casos de sistemas por gravedad, los jarros de aire para la red de agua caliente deben ser más altos que los de agua fría, dada la diferente densidad del agua caliente, en edificios altos debe exceder a las de agua fría 5 cm por cada metro de altura de la construcción o 15 cm por piso.

## FORMULAS PRACTICAS PARA EL CALCULO DE EQUIPO DE CALENTAMIENTO DE AGUA

El cálculo de equipos de calentamiento de aguas para industrias, edificios de departamentos, hoteles, albercas, etc., utilizando el método de calentamiento directo en calderas de gas o diesel, y cuyo uso se extiende cada vez más por sus grandes rendimientos, economía y ahorro de espacio es un trabajo que efectúan constantemente los diseñadores de instalaciones hidráulicas.

Aunque carece de dificultad técnica, hasta cierto punto, el cálculo sí implica cierta laboriosidad y en algunos casos se especifican los equipos con capacidades inadecuadas, ya sea en exceso, en contra de la economía, o bien en escasez, en perjuicio del funcionamiento.

Para los diseños mecánicos de estos equipos, conviene recurrir al fabricante de los mismos, ya que cada marca, por sus características especiales de construcción varía en algunos aspectos, aunque el principio general se puede encontrar en los tratados sobre instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Generalmente, en este tipo de cálculo lo más importante es tener el criterio correcto para calcular la probable demanda máxima en su valor más real posible para cada caso. Como es bien sabido, existen dos métodos usuales para su cálculo, que son a base de considerar el número de personas que harán uso de los mismos.

Para concretar este artículo no nos detendremos en eso, pero sí conviene hacer notar que el segundo método (por el número de personas) es el que más se acerca a la realidad, dando demandas menores que el primer método y se aconseja usarlo siempre que se pueda. Hay casos especiales y que ameritan cálculos diferentes, aplicando con mayor razón el criterio del calculista como el caso de trabajo continuo de regaderas para clubes deportivos, regaderas industriales con determinado número de obreros por turno, etc.

La nomenclatura usada para estas fórmulas es la siguiente:

G = Probable demanda máxima, en litros por hora.

T = Capacidad del tanque de almacenamiento de agua caliente, en litros

C = Capacidad de calentamiento de la caldera, en litros por hora.

h = Duración de la carga pico, en horas.

Tc = Temperatura del agua caliente, en grados centígrados (°C)

Tf = Temperatura del agua fría, en °C.

Las fórmulas ( 1 ), ( 2 ), ( 3 ) siguientes se basan en el hecho de que tan sólo pueden sacarse a plena temperatura ( Tc ) las tres cuartas partes del agua caliente almacenada en un tanque.

#### 1.- CAPACIDAD DEL TANQUE DE AGUA CALIENTE

$$T = \frac{h ( G - C )}{0.75}$$

#### 2.- CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO DE LA CALDERA

$$C = \frac{( h \times G ) - 0.75 \times T}{H}$$

#### 3.- PROBABLE DEMANDA MAXIMA

$$G = \frac{( C \times h ) + 0.75 \times T}{H}$$

#### 4.- CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO EN ALBERCAS

m<sup>3</sup> de alberca por 555 = Kcal/hora, a la salida

Las fórmulas que adelante aparecen, están calculadas bajo las siguientes consideraciones para el caso específico de la caldera a gas o diesel con número de modelo en millares Btu/h de entrada, al nivel del mar, como por ejemplo las "Hydrotherm".

Combustible	Gas LP
Rendimiento de la caldera	80 %
Altura	2,240 m S N M
Presión barométrica	585 mm/Hg (al nivel del mar 760 mm/Hg)
Duración carga pico	4 horas
Dotación agua caliente	100 L/hab-día
Incremento de temperatura	50° C
Consumo horario	1/7 del consumo diario
Capacidad bruta de calentamiento para albercas	0.555° C/h = 1° F/h

### 5.- CALDERAS NECESARIA PARA AGUA CALIENTE

$$\text{Modelo} = 4.6 \times \text{hab.} - 0.06 \times T$$

$$\text{Modelo} \times 155 = \text{Kcal/hora, de entrega}$$

### 6.- CALDERA NECESARIA PARA CALENTAMIENTO DE ALBERCAS

$$\text{Modelo } 1^\circ = ( m^3 ) \times 3.5$$

Haremos algunos ejemplos de aplicación de las fórmulas anteriores.

Primero, para las de uso general.

a).- Calcular la capacidad de la caldera para agua caliente, con los siguientes datos.

$$G = 2850 \text{ L/h ( casa departamento de 200 personas )}$$

$$h = 4 \text{ horas}$$

$$T = 10,000 \text{ litros}$$

$$T_c - T_f = 60^\circ - 15^\circ = 45^\circ \text{ C}$$

$$C = \frac{( 4 \times 2850 ) - 0.75 \times 10,000}{4} = 975 \text{ L/h}$$

$$\text{Entrega de calor} = 975 \times 45 = 43,900 \text{ Kcal/s}$$

b).- Capacidad del tanque de almacenamiento de agua caliente, para los datos siguientes.

$$h = 4 \text{ horas}$$

$$G = 430 \text{ L/h}$$

$$C = 175 \text{ L/h ( para } T_c \text{ ó } T_f = 45^\circ \text{ C )}$$

$$T = \frac{4 ( 430 - 175 )}{0.75} = 1,360 \text{ L}$$

- c).- Calderas para calentamiento de una alberca con 120 capacidad.

$$120 \times 555 = 56,600 \text{ Kcal/hora, de salida}$$

Ejemplos utilizando calderas para agua caliente con número de modelo en millares de Btu/h de entrega al nivel del mar, y con las consideraciones anteriores para ellas.

- d).- Caldera para calentamiento de una alberca de la misma capacidad anterior.

$$\text{Modelo} = 120 \times 3.5 = 420$$

De acuerdo con el catálogo "Hydrotherm", por ejemplo, sería una caldera modelo MR - 420 - LP, con una entrega de calor de ( 420,000 Btu/h )  $\times$  0.6 = 336,000 Btu/h al nivel del mar, o sea 336,000  $\times$  84,672 Kcal/h a 2,240 m de altura sobre nivel del mar ( 585 mm de mercurio de presión barométrica ) y con consumo de gas L.P. de 9.32 Kg/hora de servicio.

- e).- Caldera para un hotel con 75 cuartos, suponiendo un promedio de tres personas por cuarto.

$$75 \times 3 = 225 \text{ personas}$$

$$T = 5,000 \text{ litros}$$

$$\text{Modelo} = 4.6 \times 225 = 0.06 \times 5,000 = 735$$

Consultando el catálogo se usaría una caldera modelo M. L P con una entrega de calor de:

$$750 \times 0.8 \times 252 \times 585/760 = 166,375 \text{ Kcal/h}$$

Es decir, utilizando la forma simplificada tenemos un error de menos del 1 %

Al corregir la capacidad de una caldera en proporción a la presión barométrica, aproximadamente hay que reducir el 1 % por cada 100 m de altura sobre el nivel del mar, a menos que se conozca la presión barométrica ( b ) del lugar en que la caldera va a ser instalada, en cuyo caso habrá que multiplicar su capacidad al nivel del mar, por la presión barométrica local y dividir el producto entre 760 mm Hg, que es la presión atmosférica normal al nivel del mar. En seguida anotamos las presiones barométricas de algunas poblaciones y su relación con la del nivel del mar tomada como 100 %

Por otra parte, como es bien sabido que, BTU es la cantidad de calor necesario para elevar un grado Fahrenheit (  $5/9$  °C ) la temperatura de una libra de agua ( 0.4536 Kg ), y como la kilocaloría es la cantidad de calor requerida para que se eleve un grado centígrado la temperatura de un kilogramo de agua resulta que:

$$1 \text{ BTU} = ( 5/9 \times 0.4536 ) = 0.252 \text{ Kcal}$$

Y entonces una caldera que tenga 80 % de rendimiento y en la cual la combustión en el hogar produzca, por ejemplo 100,000 Btu/h, al nivel del mar, tendrá una cantidad de calor de entrada de 25,200 Kcal/h y entregará  $25,200 \times 0.8 = 20,160$  Kcal/h al nivel del mar, como en Acapulco, y a cualquier otra altitud entregará  $(20 \times 160) \times (6/760)$  Kcal/h, de tal manera que Aguascalientes, por ejemplo, podrá entregar el 80.5 % de 20,160 Kcal/h, o sea 16,230 kilocalorías por hora, con las que podría calentar 10° C a 60° C unos 325 litros de agua por hora.

LUGAR	ALTITUD M	PRESION BAROMETRICA mm Hg	RELACION %
Acapulco, Gro.	0	760	100.0
Celaya, Gto.	1754	621	81.7
Aguascalientes, Ags.	1879	612	80.7
Ciudad Juárez, Chih.	1137	667	87.8
Ciudad Victoria, Tamps.	321	733	96.4
Colima, Col.	494	719	94.6
Cuernavaca, Mor.	1538	637	83.8
Cuahuahua, Chih.	1423	645	84.9
Chilpancingo, Gro.	1250	658	86.6
Durango, Dgo.	1898	610	80.3
Guadalajara, Jal.	1598	633	83.3
Guanajuato, Gto.	2037	601	79.1
Jalapa, Ver.	1399	647	85.1
México, D. F.	2240	585	77.0
Monterrey, N. L.	534	715	94.1
Morelia, Mich.	1923	609	80.1
Nogales, Son.	1177	564	87.4
Oaxaca, Oax.	1563	635	83.6
Orizaba, Ver.	1248	659	86.7
Pachuca, Hgo.	2445	573	76.1
Puebla, Pue.	2150	593	78.0
Querétero, Qro.	1842	614	80.8
San Cristobal de las Casas	2128	594	78.2
San Luis Potosí, S.L.P.	1877	612	80.5
Taxco, Gro.	1755	521	81.7
Tepic, Nay.	918	684	90.0
Tlaxcala, Tlax.	2252	586	77.1
Toluca, Edo. México.	2675	557	73.3
Tuxtla, Gutiérrez, Chis.	536	715	94.1
Zacatecas, Zac.	1612	561	73.8



## INTERCAMBIADORES DE CALOR

La transmisión de calor del vapor de agua, mediante un serpentín de tubos de cobre es aproximadamente de 1,200 Kcal/°Chm<sup>2</sup>, debiéndose tomar la diferencia media logarítmica entre la temperatura del agua y la del vapor.

Para un coeficiente de transmisión ( U ), una superficie de transmisión ( S ), una diferencia de temperatura ( Δtg ) entre el fluido más caliente y el más frío, ( Δtp ) entre el fluido calefactor y el ya calentado, la cantidad de calor transmitida es:

$$C = US \frac{\Delta t_g - \Delta t_p}{\ln \Delta t_g - \ln \Delta t_p} \quad (\text{Kcal/h})$$

estando U en Kcal/°Chm<sup>2</sup> y las diferencias de temperatura en grados centígrados.

Así, por ejemplo, si vamos a calentar 3,000 litros de agua fr. a 15° C, en una hora usando vapor de 105° C de temperatura (aproximadamente 0.2 Kp/cm<sup>2</sup> en Acapulco y 0.5 Kp/cm<sup>2</sup> en Toluca), tendremos:

$$\Delta t_g = 105^\circ - 15^\circ = 90^\circ \text{ C}$$

$$\Delta t_p = 105^\circ - 60^\circ = 45^\circ \text{ C}$$

$$U = 1200 \text{ Kcal/}^\circ\text{Chm}^2$$

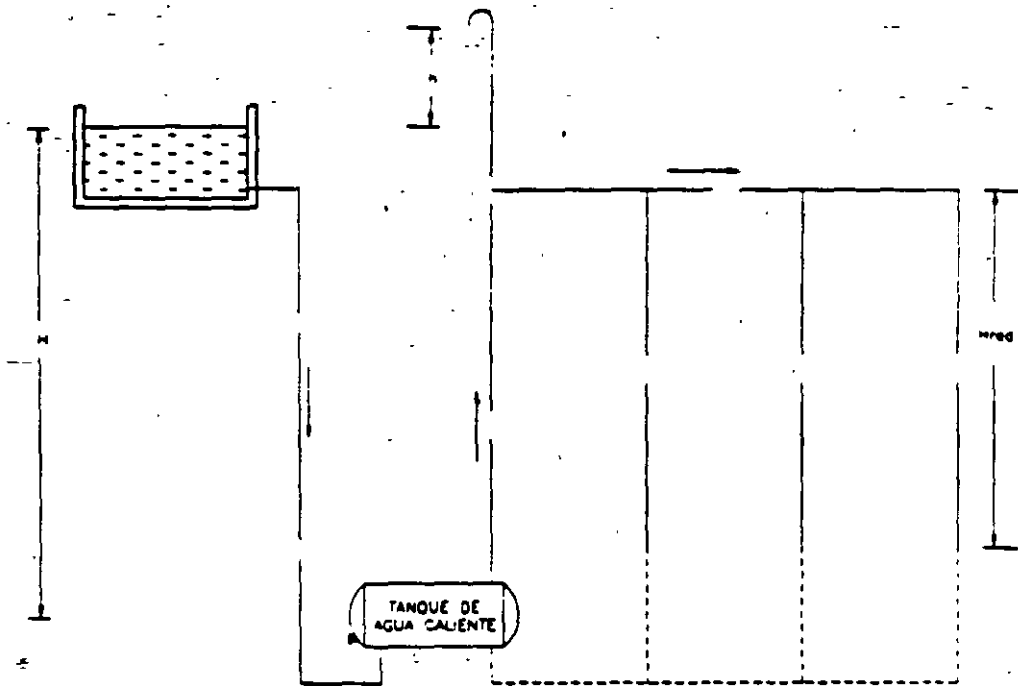
$$C = 3000 ( 60^\circ - 15^\circ ) = 135,000 \text{ Kcal/h}$$

y entonces:

$$S = \frac{C}{U} \times \frac{\ln (\Delta t_g / \Delta t_p)}{\Delta t_g - \Delta t_p} = \frac{135,000}{1,200} \times \frac{0.693147}{90 - 45}$$

$$S = 1.73 \text{ m}^2 = 18.65 \text{ ft}^2$$

PURGAS DE AIRE EN REDES DE AGUA CALIENTE CON DISTRIBUCION POR GRAVEDAD



Dado que la presión ( P ) producida por una columna líquida de ( H ) metros de altura y de ( Y ) kilopondios por metro cúbico de peso específico es:  $P = HY$

Y si se considera, además que  $Y = 1000 \text{ Kp/m}^3$  para el agua fría, en tanto que  $Y = 960 \text{ Kp/m}^3$  para el agua hirviente, a fin de que haya equilibrio de presiones en el tanque de agua caliente:

$$P = H \times 1000 = ( H + h ) \times 960$$

y entonces:

$$h = \frac{1000 - 960}{960} H = 0.0417 H$$

pero es preferible tomar, como mínimo 5 cm por cada metro de altura sobre el tanque de agua caliente.

Por lo que toca a la circulación del agua caliente por efecto de termosifón, cuando no hay ningún consumo, se cuenta con una carga aproximada de:

$$H_{red} \times 0.5 ( t_{ac} - t_{ar} ), \quad \text{en mm H}_2\text{O}$$

En virtud de que el agua pierde aproximadamente 0.5 Kp/ cada grado de elevación de temperatura, cuando está entre uno. 50° a 60° C, siendo (  $t_{ac}$  ) la temperatura media del agua caliente en el tubo de subida y (  $t_{ar}$  ) la temperatura media en la tubería de bajada. Así por ejemplo, si el agua sale del tanque a 60° C y retorna a 40° C, la caída total de temperatura será de 20° C y la diferencia (  $t_{ac} - t_{ar}$  ) será aproximadamente de la mitad ( 10° C ), y entonces si (  $H_{red}$  ) fuera de 40 m, la carga de termosifón sería:

$$40 \text{ m} \times 0.5 \frac{\text{Kp}}{^{\circ}\text{Cm}^3} \times 10^{\circ} \text{ C} = 200 \frac{\text{Kp}}{\text{m}^2} = 200 \text{ mm H}_2\text{O}$$

y ésta hará circular el agua por la red, sin haber consumo, aunque por ser una carga tan pequeña ( 0.20 m ) para una red relativamente grande, se prefiere instalar en el retorno troncal una bomba de circulación controlada por un acuastato regulado a unos 45 °C.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y  
DE GAS PARA EDIFICIOS**

**FUENTES DE ABASTECIMIENTO**

**EXPOSITOR: ING. SERGIO HERRERA MUNDO  
MAYO 1999.**

## FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Normalmente en los predios urbanos, se cuenta con los servicios municipales que proporciona el servicio de abastecimiento de agua potable por redes de distribución, de la que se deriva la toma domiciliaria que alimenta cada lote.

Se supone que el servicio público debe 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 forman varía en el curso del día (ver fig. No. 1), haciendo fluctuar las presiones en el sistema por lo que pueden tenerse dos situaciones.

A.- La red pública tiene la capacidad y presión para abastecer un edificio en forma continua.

B.- La red tiene fluctuaciones que permiten el abastecimiento en forma intermitente.

En el primer caso puede diseñarse la instalación con tomas directas a los servicios.

En el segundo caso hay que prever la instalación de tinacos en planta de azotea, con tanques de regularización y si es necesario, sistemas con tanque de almacenamiento en la planta inferior.

De acuerdo con lo anterior podemos entrar en materia y analizar los diferentes tipos de instalación, de acuerdo con su forma de alimentación.

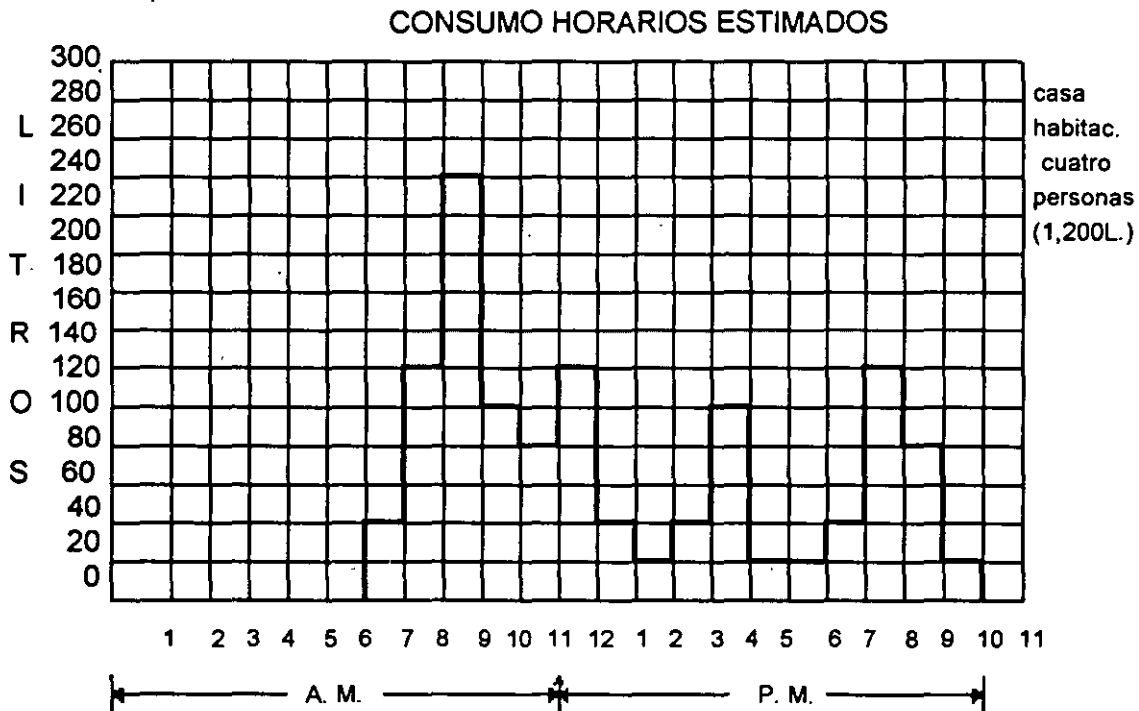


Fig. No. 1 Fluctuaciones de consumo

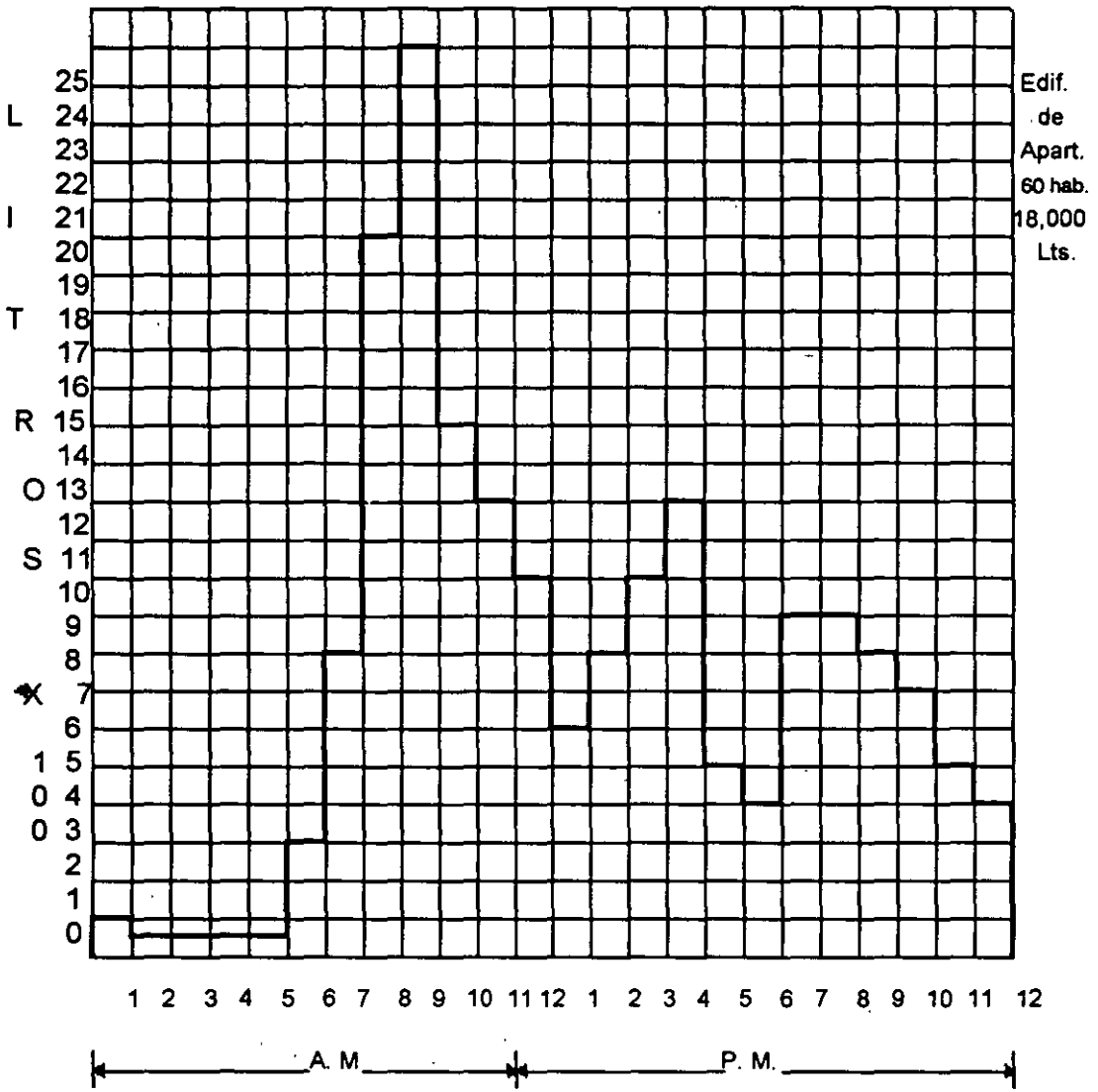


Fig. No. Fluctuaciones de consumo.

## A.- ABASTECIMIENTO A PRESION DIRECTA DE LA RED MUNICIPAL

Esto puede ser solamente en el caso que la red tenga un servicio continuo y que la presión sea suficiente para satisfacer las necesidades de casas unifamiliares o edificios de un máximo de cuatro niveles, es decir que el servicio tenga una presión mínima de  $2 \text{ kg/cm}^2$  ( 20 m ) en el peor lugar y en la peor hora, o sea en el sitio más elevado del terreno y la hora del máximo consumo.

En este caso la toma domiciliaria de cada casa unifamiliar o departamento debe tener la capacidad suficiente para dar el servicio de los muebles sanitarios, pudiéndose decir que: Casas y departamentos con un baño y cocina toma de 25 mm ( ver fig. No. 2 ) en el caso de los departamentos situados en el cuarto nivel de los edificios, requerirán también tomas de 25 mm, aun cuando tengan un solo baño, dado que las pérdidas por presión aunadas a la altura del edificio, ponen a estos departamentos en cierta desventaja.

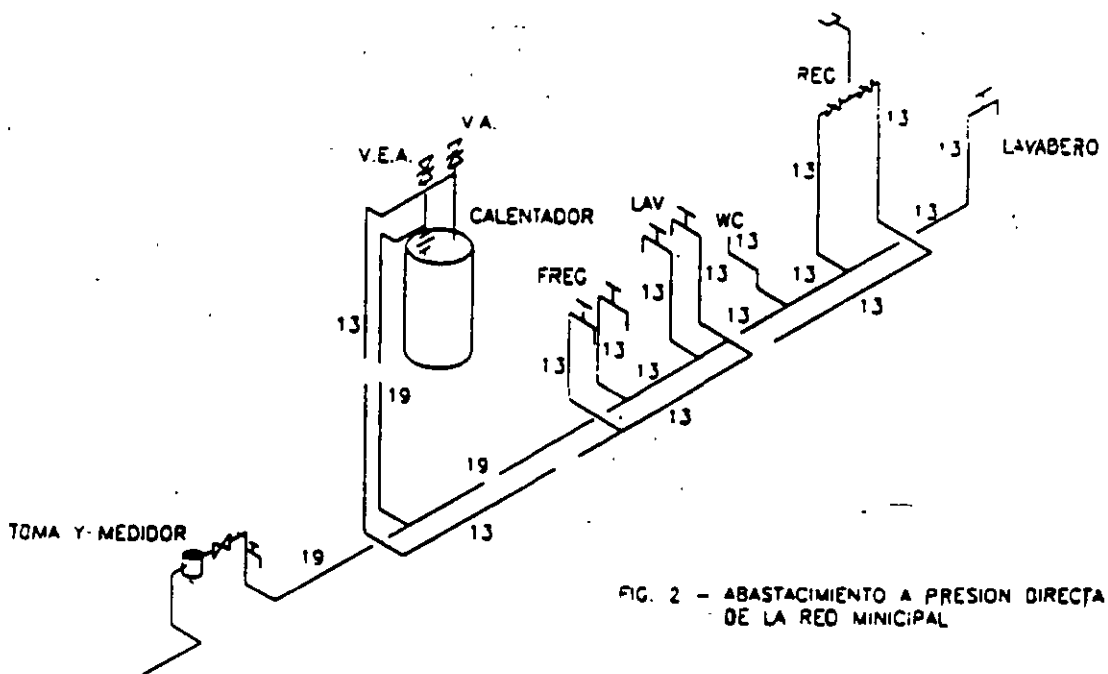


FIG. 2 - ABASTACIMIENTO A PRESION DIRECTA DE LA RED MUNICIPAL

Datos para calcular tomas, tuberías y medidores en casas y edificios pequeños, de acuerdo con normas de Estados Unidos de América.

1.- Determinar la demanda máxima probable de la casa en unidades mueble de acuerdo con la siguiente tabla:

	TIPO DE MUEBLE	UNIDADES MUEBLE
1	Ex cusado	3
1	Lavabo	1
1	Tina de baño con o sin regadera	2
1	Regadera	2
1	Fregadero de cocina	2
1	Lavadero	3
1	Lavadora	3
1	Llave de manguera	4

Tabla No. 1

2.- Determinar la presión disponible en la toma, está deberá ser suficiente para dar una presión de 0.6 kg / h en muebles de baja presión o de 1.05 Kg / cm<sup>2</sup> en el caso de usar muebles de fluxómetro, una vez deducida la altura del mueble y las pérdidas pro fricción. En caso de presiones de 45 Kg / cm<sup>2</sup> se recomienda el uso de válvulas reguladoras de presión.

3.- La siguiente válvula puede ser utilizada para seleccionar los diámetros de toma y línea de alimentación, basados en diferentes longitudes de tubería y el total de unidades mueble. Estos diámetros han sidos calculados usando 3m por segundo de velocidad del agua, lo que corresponde aproximadamente al 10 % de pérdidas por fricción ( ver tabla No. 2 ).

	TOMA	ALIMENTACIONES GENERALES	LONGITUD TUBERIA	UNIDADES MUEBLE
1	19 mm	19 mm	15 mm	25
2	19 mm	19 mm	30 mm	16
3	19 mm	19 mm	45 mm	15
4	19 mm	25 mm	15 mm	40
5	19 mm	25 mm	30 mm	33
6	19 mm	25 mm	45 mm	28
7	25 mm	25 mm	15 mm	50
8	25 mm	25 mm	30 mm	40
9	25 mm	25 mm	45 mm	30
10	25 mm	32 mm	15 mm	96
11	25 mm	32 mm	30 mm	65
12	25 mm	32 mm	45 mm	55
13	32 mm	32 mm	15 mm	150
14	32 mm	32 mm	30 mm	190
15	32 mm	32 mm	45 mm	65
16	32 mm	38 mm	15 mm	250
17	32 mm	38 mm	30 mm	160
18	32 mm	38 mm	45 mm	130



Tabla No. 2

B.- SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD.

\*Tanque de almacenamiento elevado.- Se utiliza cuando el abastecimiento de red es intermitente o bien cuando el abastecimiento del predio es por medio de un pozo o cuando la presión no es suficiente para alimentar directamente dicho tanque elevado, mismo que regulariza el servicio en el curso del día.

El tanque elevado puede ser un simple tinaco en plena azotea o bien una estructura especial que puede servir para una sola construcción o varias.

\*Tanque elevado de regularización y cisterna de almacenamiento.- El sistema general del edificio 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 (ver fig. No. 3 )

En este caso se requiere un tanque de almacenamiento inferior que almacena el agua necesaria para el consumo del edificio y de la cual se eleva por medio de bombas al tanque elevado de regularización.

La capacidad de la cisterna debe calcularse de acuerdo con la dotación estimada en un mínimo de  $2/3$  del consumo diario.

La capacidad de la bomba de  $1/8$  por hora, debiendo instalarse dos bombas por previsión de la falla de alguna de ellas o para cubrir los excesos de demanda. Las bombas deben tener un control alternador - simultaneador.

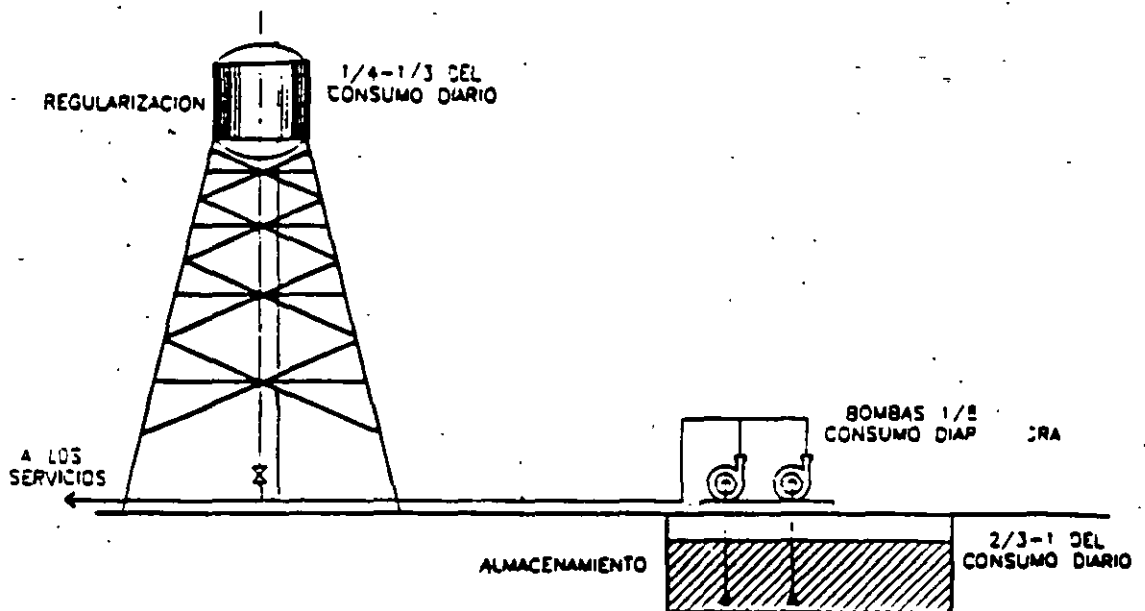


FIG. 3 - ABASTECIMIENTO CON CISTERNA Y TANQUE ELEVADO

## DOTACION Y CONSUMO

Para calcular el consumo de cualquier tipo de construcción o incluso de un fraccionamiento, debemos tomar en cuenta la dotación que se asigne a cada persona, para que al tener el total de estas que habiten una construcción o un fraccionamiento, podamos saber cuál será el consumo diario del conjunto.

### DOTACIONES DE AGUA

Como regla general, al calcular la dotación propia de un edificio en función con su número de habitantes, pueden considerarse los datos que figuran a continuación:

Habitación tipo popular	150 L / persona-día
Habitación de interes social	200 L / persona-día
Residencia y departamentos	250 a 500 L / empleado-día
Oficinas	70 L / empleado-día

En el caso de oficinas puede estimarse también a razon de 10 L / m<sup>2</sup> área contable.

Hoteles	500 L / huésped-día
Cines	2 L / espectador-función 3 turnos 6 L
Fábricas (sin consumo industrial) hay que sumar los obreros de los tres turnos	
Baños públicos	500 L / bañista-día
Escuelas	100 L / alumno-día
Clubes	500 L / bañista-día

En el caso de clubes hay que adicionar las dotaciones por cada concepto diferente, es decir: bañista, restaurante, riego d jardines, auditorio, salones de reunión, etc.

Restaurantes	16 a 30 L / comensal
Lavandería	10 L / kg de ropa seca 60 % agua caliente
Hospitales	500 a 1000 L / cama-día
Riego de jardines	5 L / m <sup>2</sup> superficie de cespced cada ves que se riegue
Riego de patios	2 L / m <sup>2</sup>

( Para casos especiales, sugerimos se consulte a la Comisión Técnica de la Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción A. C. - AMERIC-)

### CISTERNAS

Conocido el consumo diario se calcula la capacidad de la cisterna, la cual debe ser suficiente para abastecer la construcción con un mínimo de 2 / 3 de consumo diario.

A esta capacidad hay que agregar en caso de requerirse, sistema servicio de protección contra incendio, una reserva, exclusiva para este servicio de:

8 m<sup>3</sup> para cubrir un siniestro durante 1 / 2 hora.  
 36 m<sup>3</sup> para cubrir un siniestro durante 2 horas.  
 Mayor en caso de solicitarlo la compañía aseguradora.

Proporciones de las sistemas más económicas.- Una vez decidido el espesor de la lámina de agua dentro de la cisterna y el volumen que se va almacenar, 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.

Si la cisterna (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:

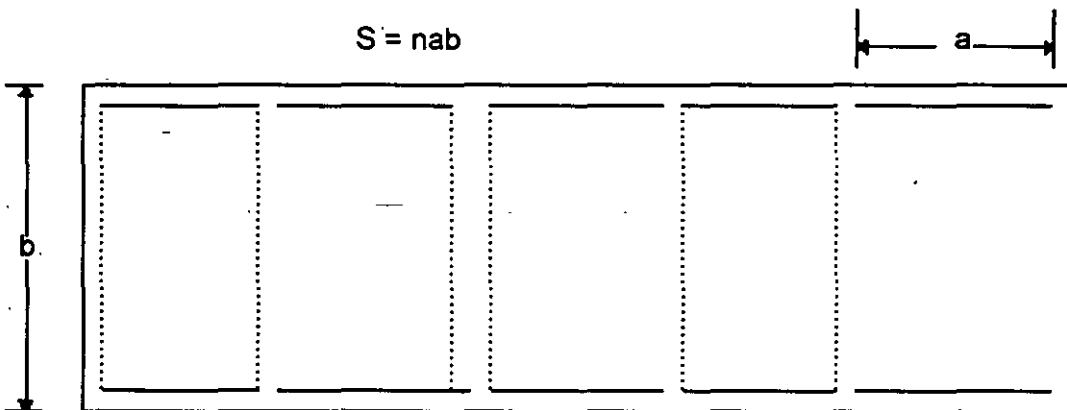


figura No. 4

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:

$$\frac{dM}{db} = (n + 1) - 2 S / b^2 = 0$$

o sea que:

$$n + 1 = 2 S / b^2 = na / b$$

De lo que resulta que las proporciones de cada compartimiento estan 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

$$2na = b(n + 1)$$

Según lo anterior las proporciones óptimas de cada compartimiento, en sistemas de una sola hilera de celdas son como sigue:

NUMERO TOTAL DE CELDAS	PROPORCIONES DE LOS LADOS
---------------------------	------------------------------

n		a : b	
1		1 : 1	
2		3 : 4	
3		2 : 3	
4		5 : 8	
5		3 : 5	
6		7 : 12	
7		4 : 7	
8		9 : 16	
9		5 : 19	
10		11 : 20	

Para cisternas con división axial, es decir, con dos hileras de celdas, se tiene como superficie total en planta de los ( n ) compartimientos:

$$S = nab$$

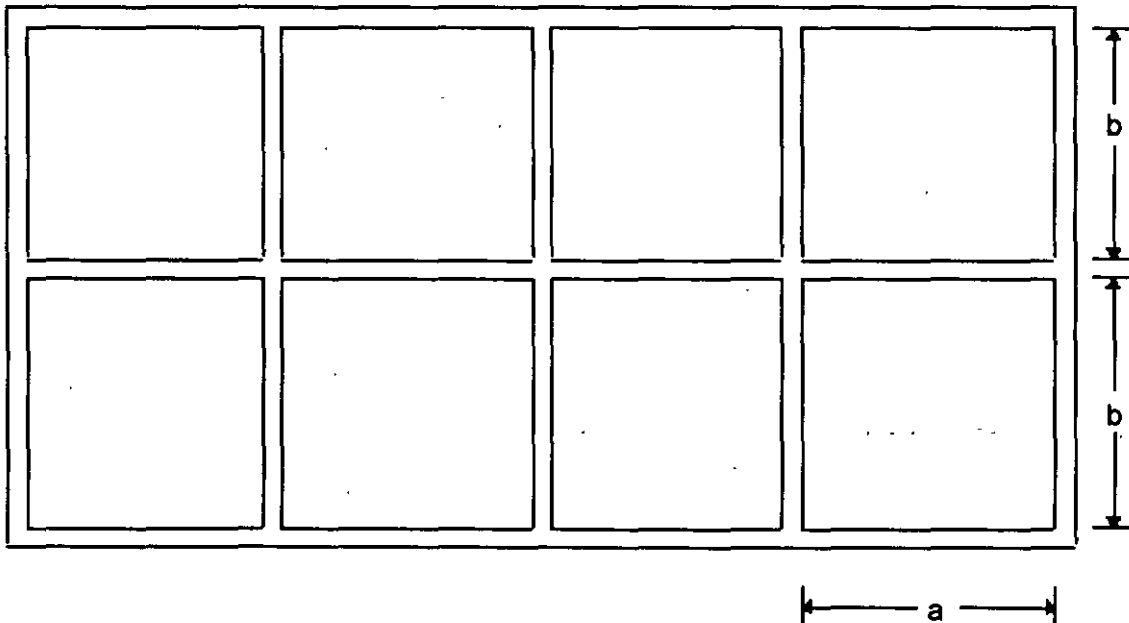


figura No. 5

o bien :

$$M = 3na / 2 + b(n + 2)$$

por lo que:

$$dM / db = 3s / 2b + (n + 2) = 0 \text{ entonces ; } n + 2 = 3na / 2B$$

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 sistemas con dos hileras de celdas son:

NUMERO TOTAL DE  
CELDAS

PROPORCIONES DE  
LOS LADOS

n	a : b
2	4 : 3
4	1 : 1
6	8 : 9
8	5 : 6
10	4 : 5
12	7 : 9
14	16 : 21
16	3 : 4
18	20 : 27
20	11 : 15

Así por ejemplo una cisterna de 72,000 litros, con un metro de lámina 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 cuatro espesores de muro; y una anchura 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  $200 \text{ m}^2$  de planta con 10 compartimientos en dos hileras, resulta con dimensiones de  $4.00$  m por  $5.00$  m en cada compartimiento, dando una longitud total de 20 m más de espesores de muro, y una anchura total de 10 m más 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  $12 \text{ m} * 2 = 24 \text{ m}$ , en tanto los transversales suman  $6 \text{ m} * 4 = 24 \text{ m}$ .

Segundo ejemplo.- Total de muros longitudinales miden  $3 * 5 * 2.40 = 36$  m ; suma de muros transversales  $2 * 5 * 4 = 36$  m.

Tercer ejemplo.- Muros transversales con desarrollo total de  $2 * 5 * 6 = 60$  m ; muros longitudinales  $3 * 5 * 4 = 60$  m.

Ver figura No. 4 y 5

## DISTRIBUCION DE AGUA FRIA EN EDIFICIOS

En la red de distribución de un edificio, sin tomar en cuenta los elementos de abastecimiento, se destacan dos elementos básicos que son las columnas de alimentación y los ramaleos en los locales que requieren servicio.

El proyecto de los mismos se basa en hacer trazos que permitan los recorridos para evitar excesos de pérdidas de presión, y reducir costos de operación.

El sistema aceptado para el cálculo de los diámetros, se basa en la unidad de descarga que se ha denominado "unidad mueble" que ha establecido ppor comparación entre los diferentes muebles sanitarios, habiéndose escogido como unidad la correspondiente a un lavabo de uso particular o doméstico. Con relación a éste se establecen las unidades para el resto de los muebles, tanto en su uso particular como de su uso público; la unidad supone un consumo de 25 L / min.

## EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO

MUEBLE	SERVICIO	CONTROL	U. M.
Excusado	Público	Válvulas	10
Excusado	Público	Tanque	5
Fregadero	Hotel rest.	Llave	4
Lavabo	Público	Llave	2
Mingitorio pedestal	Público	Válvula	10
Mingitorio pared	Público	Válvula	5
Mingitorio pared	Público	Tanque	3
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina	Público	Llave	4
Vertedero	Oficina etc.	Llave	3
Excusado	Privado	Válvula	6
Excusado	Privado	Tanque	3
Fregadero	Privado	Llave	2
Grupo baño	Privado	Exc. valv.	8
Grupo baño	Privado	Exc. tanque	6
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero	Privado	Llave	3
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina	Privado	Mezcladora	2

En las tablas que se anexan, se muestran las unidades correspondientes a diferentes muebles o grupos de muebles, tanto de uso privado como público y los diámetros mínimos recomendables para su alimentación.

### DIAMETROS Y CARGAS EN ALIMENTACION DE DIVERSOS MUEBLES

MUEBLES	USO PRIVADO		USO PUBLICO	
	Fria	Caliente	Fria	Caliente
Baño con excusado de fluxómetro lavabo o regadera mínima	6.5 Ug 32 mm	1.5 Ug 13 - 20 mm		
Baño con excusado de tanque, lavabo y tina o regadera mínima	4.5 Ug 20 mm	1.5 Ug 20 mm		
Bebedero mínima	0.5 Ug 10 mm		0.5 Ug	
Bidet mínima	1 Ug 13 mm	1 Ug 13 mm		
Fluxómetro de mano de pie	6 Ug 25 mm 32 mm		10 Ug	
Excusado de tanque	3 Ug 10 mm		5	
Fregadero domestico $\Phi$ 13	1 Ug	1		
Fregadero, motel o restaurante			2	2
Lavabo $\Phi$ 10 - $\Phi$ 10	0.5	0.5	1	1
Lavadero 13 mm $\Phi$	2		3	
Lavadora de ropa $\Phi$ 13 - $\Phi$ 20	2	2		
Regadera tibia $\Phi$ 13 - $\Phi$ 13	1	1	2	2
Tina $\Phi$ 13 - $\Phi$ 13	1	1	2	2
Urinario de colgar o de piso con fluxómetro $\Phi$ 20			5	
Urinario de colgar o de piso con tanque $\Phi$ 13			3	
Urinario de pedestal con fluxómetro de mano $\Phi$ 25			10	
Vertedero $\Phi$ 13 - $\Phi$ 13	1	1	1.5	1.5

Ug = unidad de gasto o unidad de mueble

Conocido el número de unidades mueble de los núcleos, se va acumulando en los tramos de la columna de alimentación hasta totalizarlos en la tubería de la red general de distribución.

Para obtener el gasto de la tubería, interviene el factor de uso simultáneo ya que no es posible que exista la posibilidad de que todos los usuarios y en forma simultanea operen las llaves del servicio al 100 % de ellas por lo tanto, a mayor número de muebles dicho factor se reducirá. Existen las curvas de Hunter que dan el máximo consumo probable de acuerdo con el número de unidades mueble, diferenciando la curva correspondiente al predominio de los muebles del sistema normal o el de los muebles de fluxómetro.

Obteniendo el gasto del ramal o columna de alimentación, puede utilizarse monogramas para obtener el diámetro de las tuberías de acuerdo con la calidad de éstas y con la pérdida de presión que se deseé.

Cabe hacer notar que las curvas de Hunter, tienen margenes muy amplios de seguridad ( ver fig. 6 y 7 ).

Para facilitar el cálculo de las pérdidas de presión existen tablas que dan la equivalencia de las conexiones considerándolas como tramos de tubería recta ( tabla No. 7 )

Las pérdidas de carga podemos calcularlas con la fórmula:

$$hf = f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

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 tubería ( tubería más conexiones )

d = diámetro de la misma

v = velocidad = Q / A

g = aceleración de la gravedad.

Sin embargo estrictamente exacto no lo es, ya que los coeficientes varían en función de las condiciones de la superficies internas de las tuberías y de la propia velocidad.

La velocidad máxima permitida dentro de las tuberías es de 3 m / s, dado que a partir de ésta se percibirá la circulación del agua dentro de ellas transmitiendose por toda la construcción, ocasionando ruidos molestos.



### EQUIVALENCIAS APROXIMADAS

F	K 10 - 13 mm	K 20 - 25 mm	K 32 - 40 mm	K 50 o más mm
Codo de 90 °	2	1.5	1.0	1.0
Codo de 45°	1.5	1.0	0.5	0.5
Codo de " T " de paso	1.0	1.0	1.0	1.0
Codo "T" ramal	1.5	1.5	1.5	1.5
Reducción	0.5	0.5	0.5	0.5
" Y " de paso	1.0	1.0	1.0	1.0
Válvula compuerta	1.0	0.5	0.3	0.3
Válvula globo	15	12	9	7
Medidor de agua	20	16	13	12
Llave de banqueta o incersión	4	2	1.5	1.5
Flotador	7	4	3	3.5
Válvula de retención check	16	12	9	7
Columpio	8	6	4.5	3.5
Vertical	8	6	4.5	3.5

Para calcular pérdidas de carga en conexiones:

$$Ah = K \frac{v^2}{2g}$$

### LONGITUD DE TUBOS EQUIVALENTE A CONEXIONES Y VALVULAS

DIAMETRO			LONGITUD EQUIVALENTE ( M )				
Conexiones	L 90 °	L 45 °	T	Lat. t	V. com	V. glob	V. ang.
10	0.30	0.18	0.46	0.09	0.06	2.40	1.20
13	0.60	0.37	0.91	0.18	0.12	4.60	2.40
19	0.75	0.46	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	8.58
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	16.80
* 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

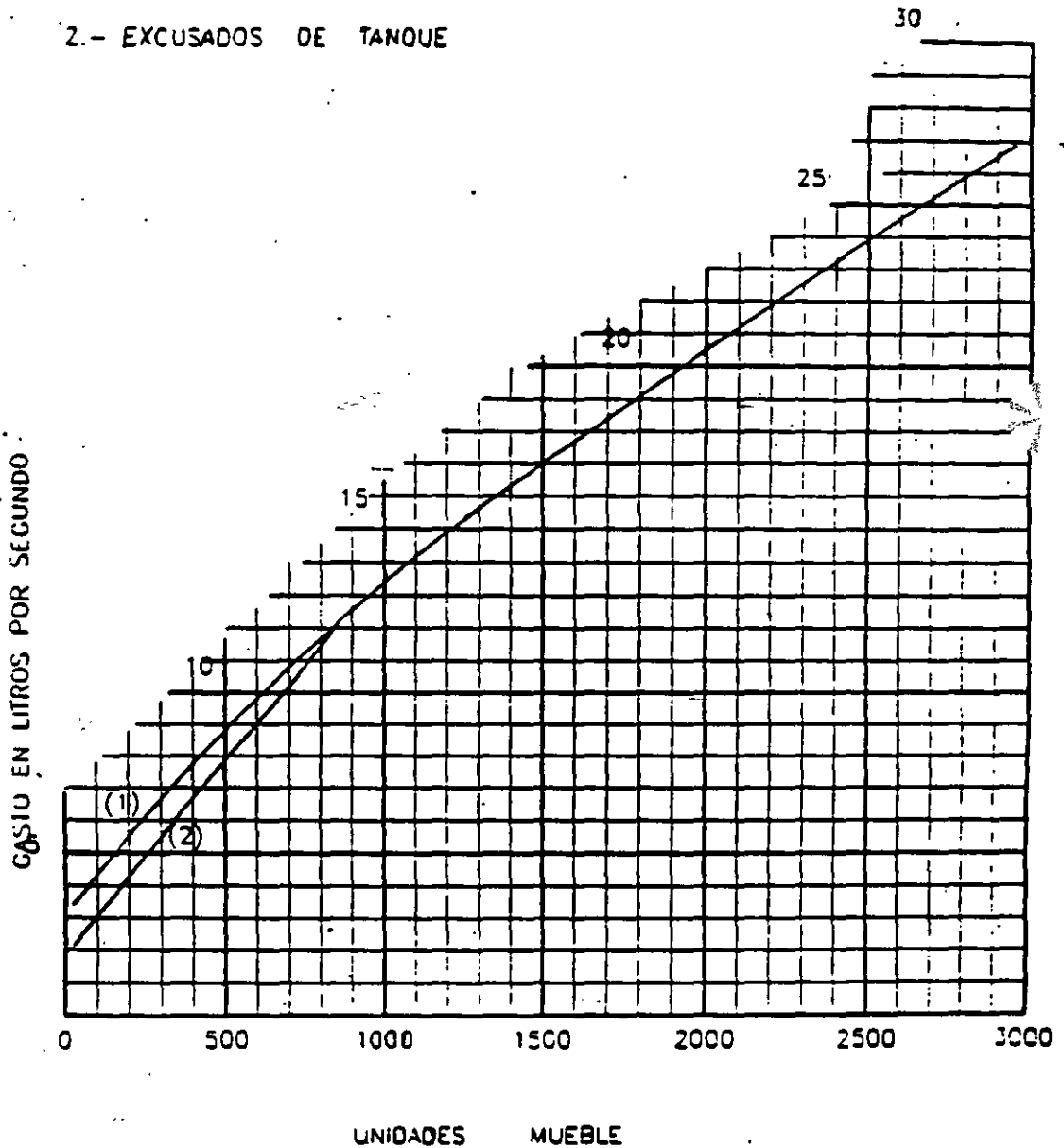
\* No usadas comunmente

### LONGITUD EQUIVALENTE A TUBERIA PARA DIFERENTES APARATOS

Aparato	DIAMETRO DEL TUBO			
	13	19	25	32
Calentador agua ver. 110 L, 19 mm	1.20	5.20	17.10	
Calentador agua horz. 110 L 19 mm	0.97	1.50	4.90	
Medidor de agua ( sin valv. )				
16 mm conexión de 13 mm	2.05	8.55	27.45	
16 mm conexión de 19 mm	1.45	5.10	19.50	
19 mm conexión de 19 mm	1.05	4.25	13.70	
25 mm conexión de 25 mm		2.75	9.15	35.10
32 mm conexión de 25 mm		1.35	9.15	16.45
Ablandador de agua		15-61.00		

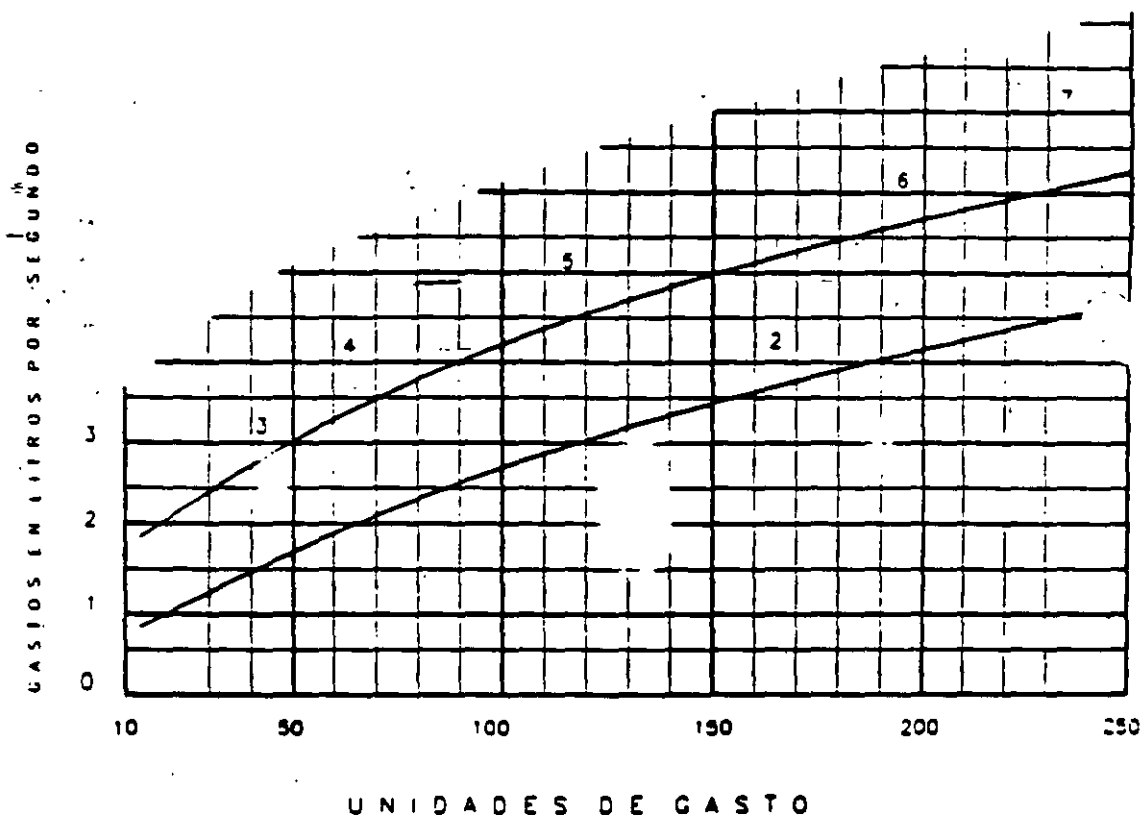
# CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER ( GRANDES GASTOS )

- 1.- EXCUSADOS CON VALVULAS
- 2.- EXCUSADOS DE TANQUE



# CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER ( PEQUEÑOS GASTOS )

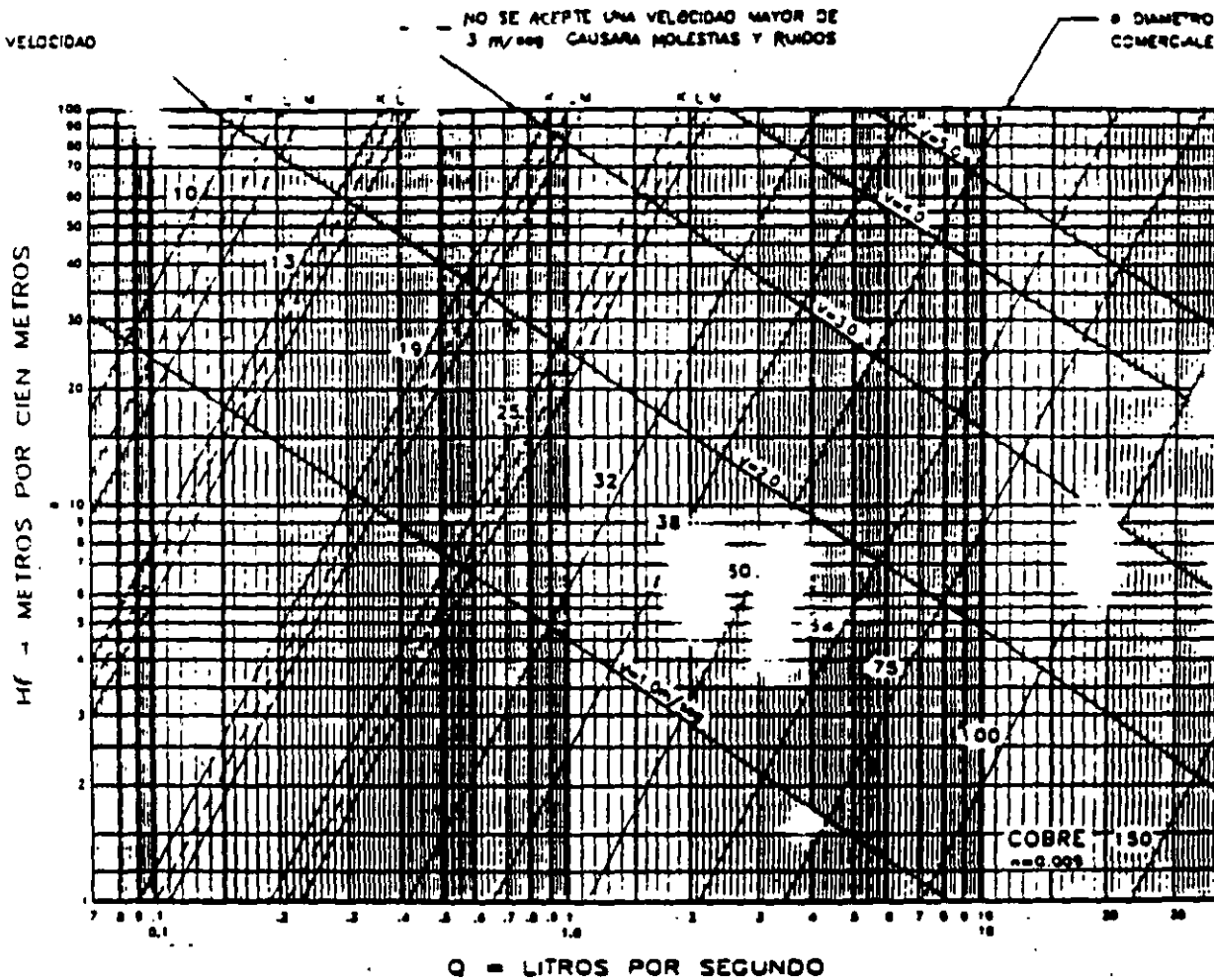
- 1.- EXCUSADOS CON VALVULA
- 2.- EXCUSADOS DE TANQUE



# T B L A No. 6 (a)

NOMOGRAMA PARA CÁLCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCIÓN, VELOCIDAD Y DIAMETRO PARA TUBERIAS DE CONDUCCION DE AGUA

## TUBERIA DE COBRE



**NOTA:**

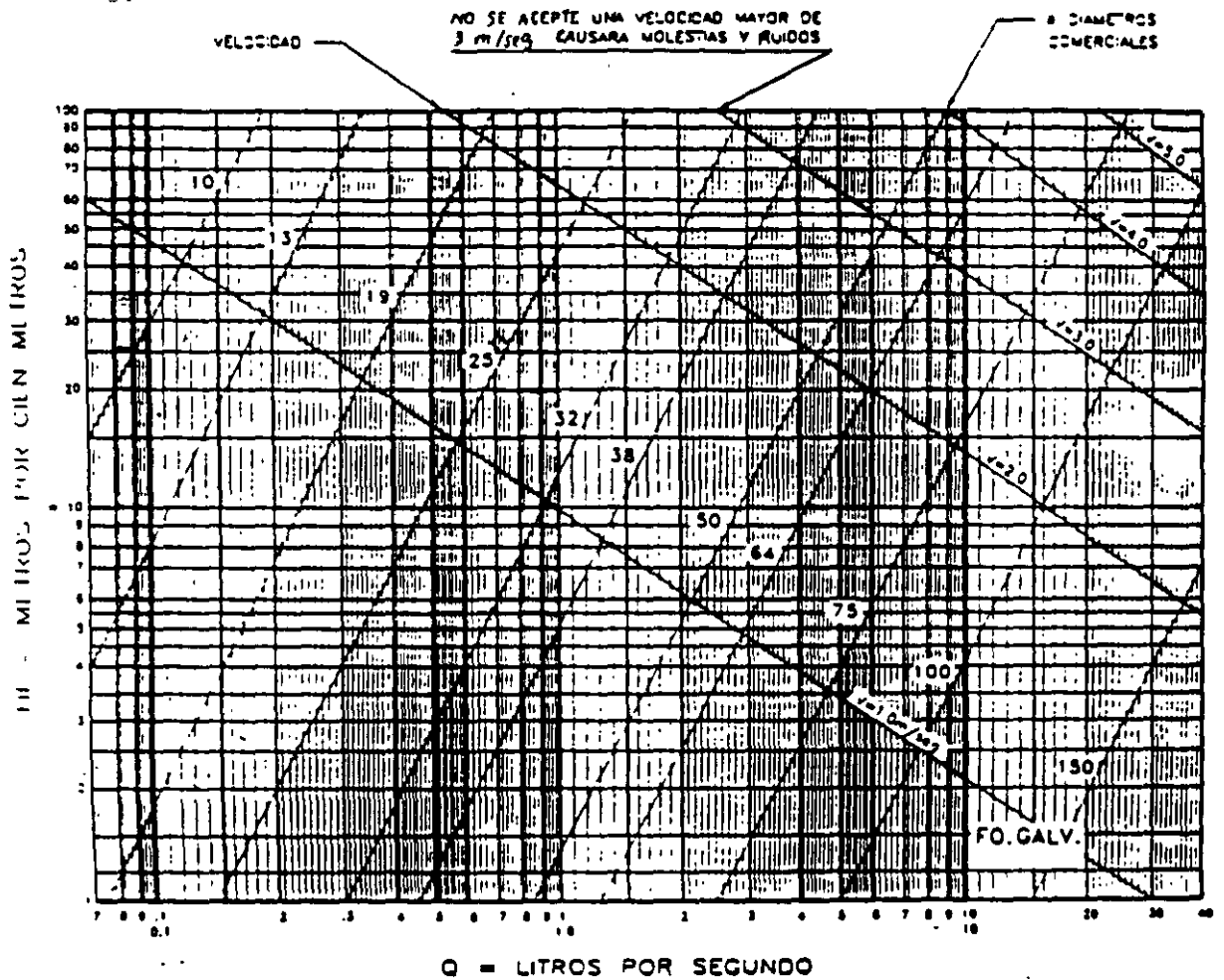
EN ABASTECIMIENTOS POR PRESION SE DEBE MUY EN CUENTA LA  
 PERDIDA POR FRICCIÓN. SE SUGIERE NO PASE 10m POR CADA 100m

TOMADA DE UN ARTICULO DEL ING DIAZ BARRIGA, DE LA REVISTA "MOROMECANICA".

# T A B L A No. 16 (a)

NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIAMETRO PARA TUBERIAS DE CONDUCCION DE AGUA

## TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO

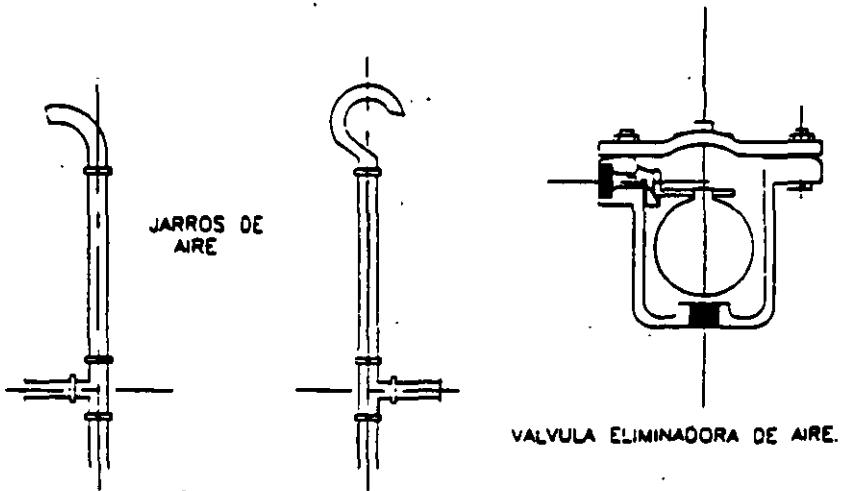
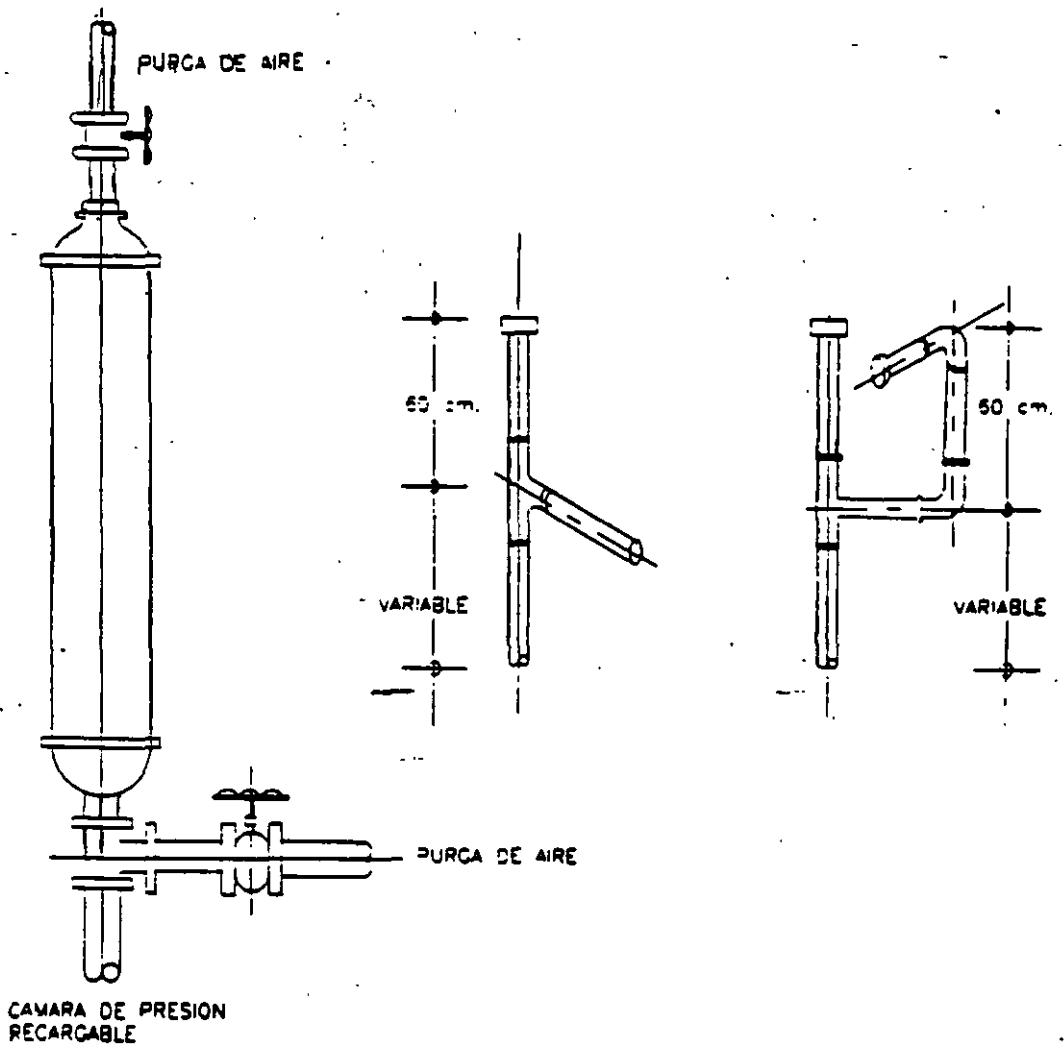


**NOTA:**

EN ABASTECIMIENTOS POR PRESION SE DEBE TOMAR MUY EN CUENTA LA PERDIDA POR FRICCION. SE SUGIERE NO PASE DE 10m POR CADA 100m

TOMADA DE UN ARTICULO DEL ING. DIAZ BARRIGA, DE LA REVISTA "HIDROMECANICA"

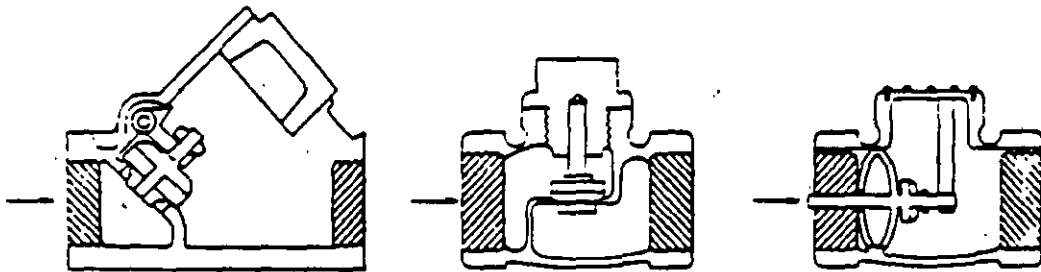
Si estas cámaras se hacen más cortas, tienen el peligro de que la circulación del agua arrastre el aire contenido en ellas al llenarse de agua no cumplirán su objetivo.



**JARROS DE AIRE.** Este término es muy propio de nuestro técnico manual y tiene por objeto expulsar el aire contenido en tuberías, las cuales si no están correctamente instaladas pueden aprisionar el aire que forma verdaderos tapones que impiden la circulación del agua o que al ser expulsado por las llaves, cuando ésto es posible ocasiona intermitencias molestas del flujo.

**VALVULAS ELIMINADORA DE AIRE.** Tiene el mismo objeto que el jarro de aire, pero se instalan en los sistemas que trabajan a presión por bombeo y en los cuales no pueden tenerse extremos abiertos. Son pequeños receptáculos 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.

**VALVULAS CHECK.** De varios tipos, como son verticales, horizontales o de columpio, con émbolos verticales o de balanceo que permiten el flujo dentro de la tubería en un sólo sentido.

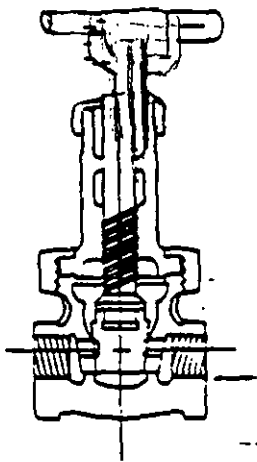


VALVULAS CHECK

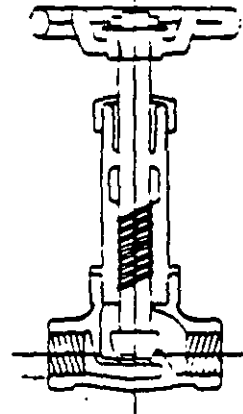


La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles no debe ser mayor de  $3.5 \text{ Kg/cm}^2$  ( 35 m H ) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación  $1 \text{ Kg/cm}^2$  ( si son de fluxómetro y  $0.5 \text{ Kg/cm}^2$  ( 5 m ) si son muebles ordinarios. (Mínimos  $0.70 \text{ Kg/cm}^2$  y  $0.20 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente).

Dentro de los conceptos constructivos de la instalación hidráulica, debemos conocer lo siguiente:



VALVULA DE PUERTA

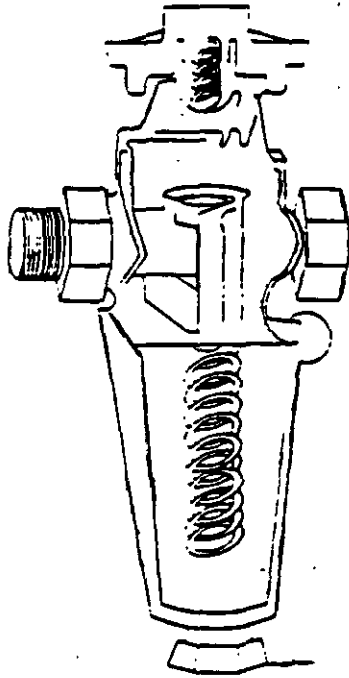


VALVULA DE GLOBOS

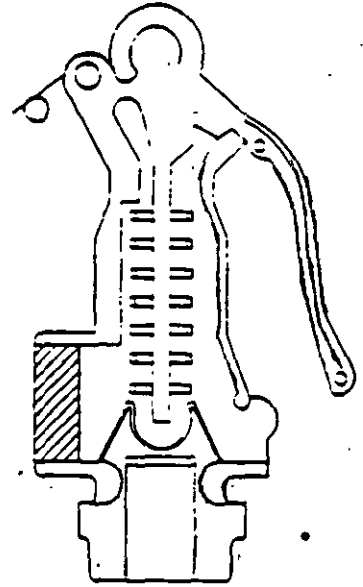
FIGURA No.7

**CAMARAS DE AIRE O PRESION.** Son pequeños tubos tapados en un extremo, del mismo diámetro que la tubería de alimentación de cada mueble o columna de alimentación, con una longitud mínima de 60 cm en las cuales se forma una cámara de aire que tiene por objeto reducir los golpes de ariete ocasionados por el cierre brusco de las llaves y que hace percibir fuertes ruidos en la instalación.

**REDUCTORA DE PRESION.** Válvulas que por medio de oponer una fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y resortes, reducen la presión dentro de las tuberías.



VALVULA REDUCTORA DE PRESION  
FIG. 11



VALVULA DE SEGURIDAD  
FIG. 12

**METODO DE HUNTER**  
Gasto máximo probable

Equivalencia de los muebles en unidades de gasto

Mueble	Servicio		U. M.
Excusado	Público	Válvula	10
Excusado	Público	Tanque	5
Fregadero	Hotel rest.	Llave	4
Lavabo	Público	Llave	2
Mingitorio Pedest.	Público	Válvula	10
Mingitotrio pared	Público	Válvula	5
Mingitorio pared	Público	Tanque	3
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina	Público	Llave	4
Vertedero	Oficinas etc.	Llave	3
Excusado	Privado	Válvula	6
Excusado	Privado	Tanque	3
Fregadero	Privado	Llave	2
Grupo baño	Privado	Exc. válvula	8
Grupo baño	Privado	Exc. tanque	6
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero	Privado	Llave	3
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina	Privado	Mezcladora	2

La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles no debe ser mayor de 3.5 Kg / cm<sup>2</sup> ( 35 m H ) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación 1 Kg / cm<sup>2</sup> ( 10 m ) si son de fluxómetros y 0.5 Kg / cm<sup>2</sup> ( 5 m ) si son muebles ordinarios. ( Mínimos 0.70 Kg / cm<sup>2</sup> y 0.20 Kg / cm<sup>2</sup> respectivamente )

Dentro de los conceptos constructivos de la instalación hidráulica, debemos conocer lo siguiente:

**Camaras de aire o presión.-** Son pequeños tubos tapados en un extremo, del mismo diámetro que de la tubería de alimentación de cada mueble o columna de alimentación, con una longitud mínima de 60 cm en las cuales se forma una camara de aire que tiene por objeto reducir los golpes de ariete ocasionados por el cierre brusco de las llaves y que hace percibir fuertes ruidos en la instalación.

Si estas camaras se hacen más cortas, tienen el peligro de que la circulación del agua arrastre el aire contenido en ellas y al llenarlas de agua no cumplan su objetivo.

**Jaros de aire.-** Este término es muy propio de nuestro técnico manual y tiene por objeto expulsar el aire contenido de las tuberías, las cuales si no están correctamente instaladas pueden aprisionar al aire que forma verdaderos tapones que impiden la circulación del agua o que al ser expulsado por las llaves, cuando esto es posible ocasiona intermitencias molestas del flujo.

**Válvula eliminadora de aire.-** Tiene el mismo objeto que el jarro de aire, pero se instalan en los sistemas que trabajan a presión por bombeo y en los cuales no pueden tenerse extremos abiertos. Son pequeños receptáculos con un elemento flotador, el cual ces por su propio peso cuando hay aire dentro de la válvula, dejándolo escapar y cerrándose cuando el agua vuelve a llenar el receptáculo.

**Válvula check.-** De varios tipos, como son verticales, horizontales o de columpio, con émbolos verticales o de balanceo que permiten el flujo dentro de la tubería en un solo sentido.

**Reductora de presión.-** Válvulas que por medio de oponer una fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y resortes, reducen la presión dentro de la tuberías.

## MUEBLES SANITARIOS QUE COMO MINIMO SE REQUIEREN EN DIVERSOS TIPOS DE EDIFICIOS

### Habitaciones

- 1 excusado por vivienda o departamento
- 1 Lavabo
- 1 Tina regadera
- 1 Fregadero
- 1 Lavadero

### Escuelas ( Primarias )

1 Excusado por vivienda o departamento

1 Lavabo

1 Tina regadera

1 Lavadero

### 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

### Edificios de Oficinas o públicos

1 Persona por cada 10 m<sup>2</sup>

1 Excusado 1 - 15 personas

2 Excusados 16 - 35 personas

3 Excusados 36 - 55 personas

4 Excusados 56 - 80 personas

5 Excusados 81 - 110 personas

6 Excusados 111 - 150 personas

Urinarios.- Se suprime un excusado por cada urinario instalado sin que el número 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.

### Estacionamientos 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 se reduzca a menos, de 2 / 3 de los arriba indicados.

1 Lavabo por cada 100 personas

1 Lavabo por cada 10 personas adicionales. Cuando hay peligro de contaminación de la persona con materias venenosas, infecciosas o irritantes instalar un lavabo por cada 5 personas. En otros casos puede instalarse un lavabo por cada 15 personas. Cada 60 cm de lavabo circular comun, con llaves de agua por cada espacio, se consideran 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 con 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. Agregando 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

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 Lavabo por cada 50 personas

### **Cines, Teatros, 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 202 - 400 personas

3 Excusados para mujeres 202 - 400 personas

Para más de 400 personas se agregará un excusado por cada 500 hombres y un excusado por cada 300 mujeres o 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 - 400 personas

3 Lavabos para 401 - 750 personas

### **Servicios Profesionales sanitarios para trabajadores**

1 Excusado y un urinario por cada 30 trabajadores. Si se usan urinarios corridos se consideran las siguientes equivalencias:

50 cm lineales = 1 urinario

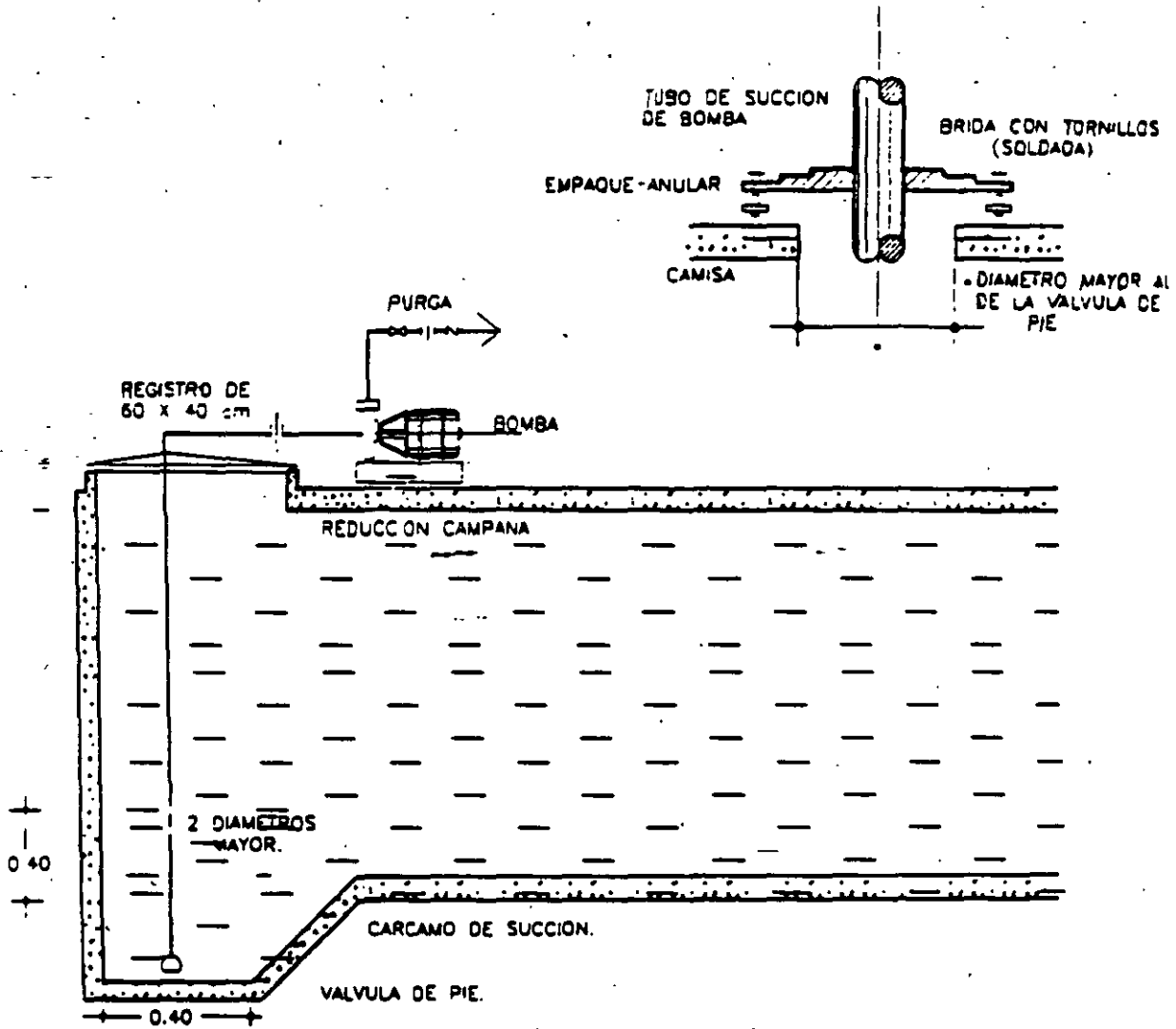
90 - 1.20 = 2 urinarios

1.50 = 3 urinarios

1.80 = 4 urinarios

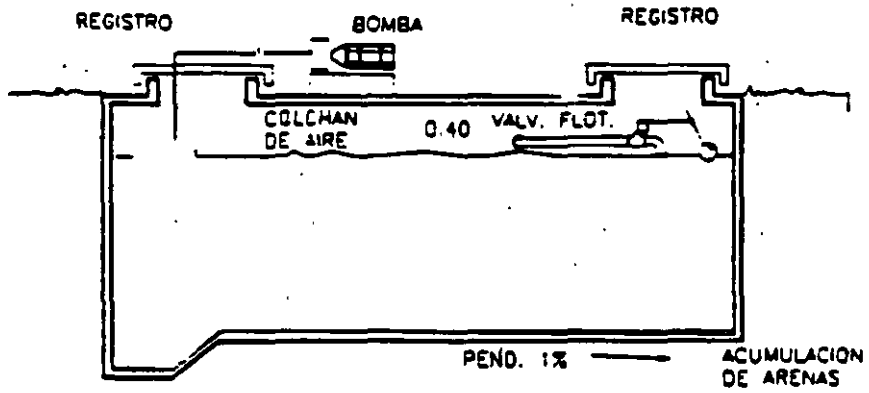
**Comentarios Generales.** Al aplicar los criterios expuestos debe tomarse en cuenta la accesibilidad de los muebles sanitarios, ya que al ceñirse únicamente a los valores numéricos especificados pueden resultar soluciones inadecuadas para el establecimiento de que se trate. Así, pro ejemplo, en escuelas de varios pisos deberá haber sanitarios en cada piso de salones de clase.

# DETALLE DE CISTERNA Y BOMBA

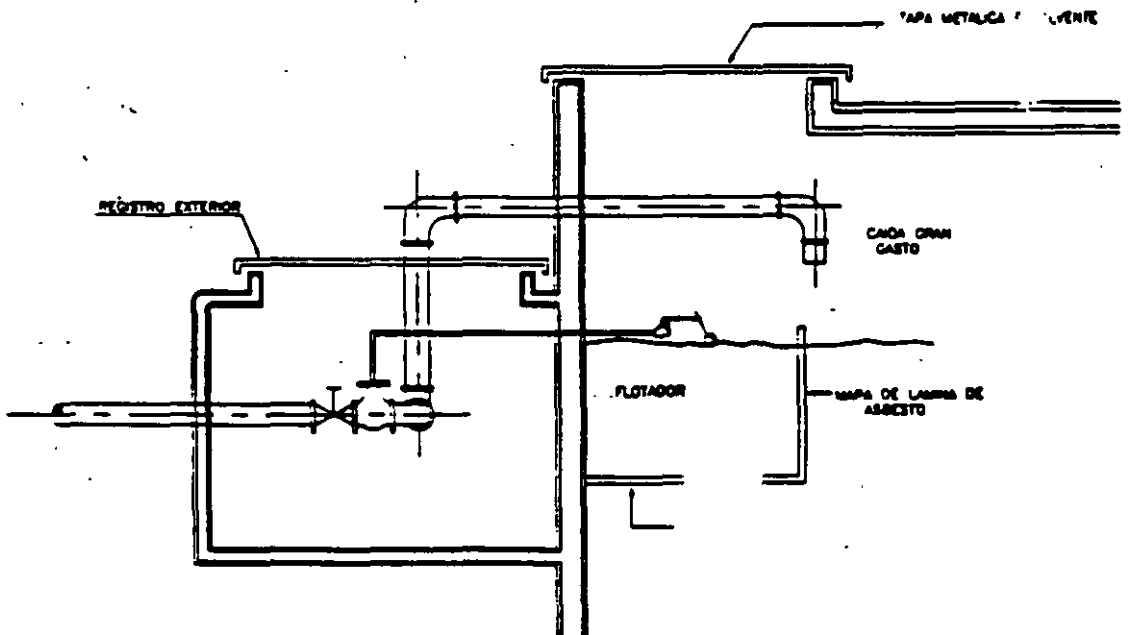


NOTA :  
 4.50 MAXIMO AL NIVEL DEL MAR 1cm. MENOS POR CADA 10 mts.  
 DE ALTURA DEL LUGAR SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

## DETALLE DE CISTERNA Y FLOTADOR

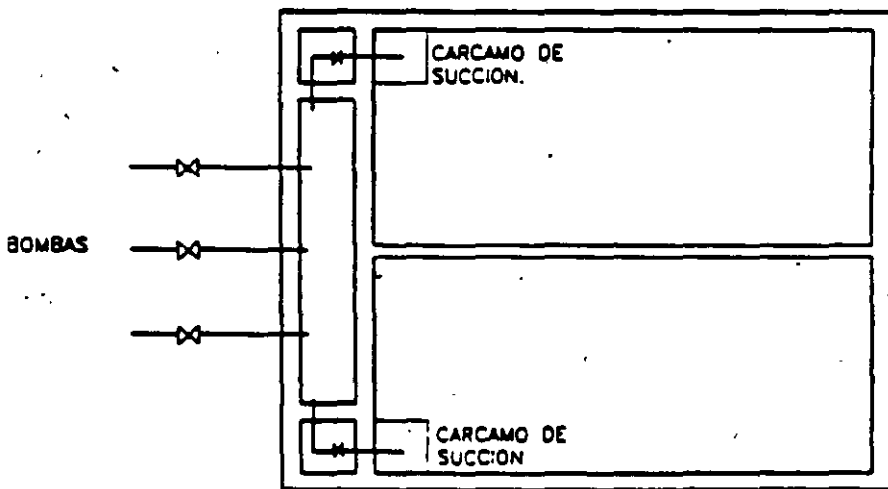
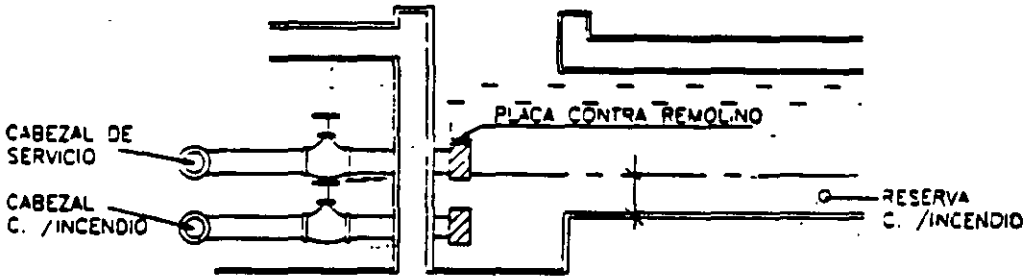
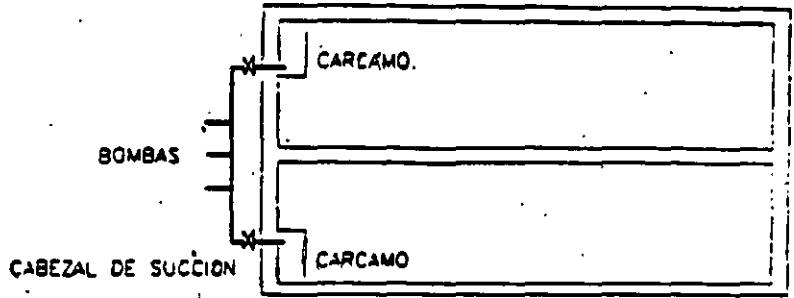


## DETALLE DE VALVULA FLOTADOR DE GRAN DIAMETRO





# CISTERNAS DE DOBLE CELDA



NOTA:  
SE DEBERA PREVER LA RESERVA MINIMO  
CONTRA INCENDIO MEDIANTE NIVELES DE  
SUCCION DE LAS BOMBAS.

## COMENTARIOS ACERCA DEL SISTEMA "HUNTER"

Dado que un sistema de abastecimiento a muebles sanitarios no tiene un funcionamiento regular porque depende de varias circunstancias ( número de muebles, número y tipo de usuarios, etc. ). No hay una forma matemática para determinar con seguridad cual puede ser la demanda máxima instantánea, en un momento dado con ese dato se puede determinar el diámetro de la línea y la capacidad del equipo de bombeo en su caso.

Después de varios intentos empíricos, la forma de cálculo más aceptada es la del Dr Roy B. Hunter, del National Bureau of Standards, en Estados Unidos de Norteamérica.

En México, país en el que ha habido necesidad de desarrollar una tecnología propia para aprovechar al máximo los recursos financieros, el Ing. Manuel A. de Anda un estudioso en la materia, ha analizado detenidamente este tema y lo presenta al medio electromecánico nacional, como una aportación académica, se inicia con el estudio del cálculo de probabilidades y es el siguiente:

Con el fin de formarse un criterio acerca de la probabilidad de funcionamiento simultáneo de los muebles sanitarios, se puede partir de un caso en que haya una batería de 4 muebles con fluxómetro:

a                      b                      c                      d

Si cada fluxómetro funciona durante 10 segundos cada 10 minutos, o sea  $A = 1 / 60$  del tiempo, la probabilidad de que 2 fluxómetros operen simultáneamente es de  $A = 1 / 60$ ; pero podemos formar 6 pares diferentes ( ab, ac, ad, bc, bd y cd ), si la batería de muebles funciona 8 horas cada día, resulta que cada uno de los muebles operará  $B = 8 * 60 \text{ min} / 10 \text{ min} = 48$  veces al día y hay  $48 * 6$  probabilidades de que se forme un par simultáneo, siendo solamente probable que en las 8 horas trabajen a la vez  $48 * 6 / 60 = 4.8$  veces o sea cada vez cada  $75 \text{ min} ( 1 \frac{1}{4} )$

Pueden comprobarse que pueden formarse 4 tercias diferentes,  $4 * 3 * 2 / 1 * 2 * 3 = n ( n - 1 ) ( n - r + 1 ) / r$ , siendo ( n ) los 4 fluxómetros,  $r = 3$  porque deseamos tercias y  $r = 1 * 2 * 3$ , ahora bien para que un mueble cualquiera funcione simultáneamente con un par ya formado, la probabilidad es  $1 / 60$ , y como la del par era también  $1 / 60$ , para la tercia resulta  $1 / 60^2$ , de modo que la frecuencia con que podría llegar a funcionar a la vez 3 de los fluxómetros será:

$$f = \frac{48 * 4}{60^{3-1}} = \frac{48 * 4}{60^2} = \frac{1}{18.75}$$

O sea una vez cada 18.75 días, equivalente a una cada 150 horas. Bastará que la tubería tenga capacidad para 2 fluxómetros a la vez.

## CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE USO SIMULTANEO

Si se tiene un grupo de muebles sanitarios del mismo tipo, la frecuencia ( f ) en veces al día con que pueden funcionar a la vez ( r ) muebles de ( n ) instalados es:

$$f = \frac{B * C^n}{A^{r-1}} = (\text{veces al día})$$

siendo:

B = el número de usos al día de cada mueble

$C^n_r$  = El número de combinaciones de ( r ) en ( n ) muebles, de entre los ( n ) instalados

A = La relación entre el intervalo entre usos consecutivos y la duración de la descarga

como

$$C^n_r = \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-r+1)}{r}$$

$$f = \frac{Bn(n-1)(n-2)\dots(n-r+1)}{r * A^{r-1}}$$

Por ejemplo, si se tienen 6 fluxómetros funcionando cada 10 minutos, durante 10 segundos, A = 6 - y B = 48 veces en 8 m / día la tubería troncal deberá ser capaz de alimentar el número de fluxómetros que puedan funcionar simultáneamente una vez al día.

Si funcionan de uno en uno, la frecuencia será:

$$f1/6 = \frac{48 * 6}{1 * 600} = 48 * 6 = 288 \text{ veces al día}$$

Con dos simultáneos.

$$f2/6 = \frac{48 * 6 * 5}{1 * 2 * 600} = 12 \text{ veces al día}$$

## PROBABILIDAD DE USO SIMULTANEO

Con tres fluxómetros a la vez:

$$f3/6 = \frac{48 * 6 * 5 * 4}{1 * 2 * 3 * 600} = \frac{4}{15} \text{ cuatro veces cada 15 días}$$

Por consiguiente la tubería troncal deberá ser suficiente para alimentar 3 fluxómetros a la vez, ya que para dos existe el riesgo de insuficiencia cuando lleguen a funcionar 3 a la vez

Cuando se trata de un número de muebles grande y de diferentes tipos, no puede hacerse el cálculo como antes que eran fluxómetros del mismo tipo. Se aplica entonces el número de unidades del Dr. Hunter consultando sus gráficas de gastos, o bien se utilizan las fórmulas establecidas por el Ing. Manuel A. de Anda y que son:

$$Q = 0.45\sqrt{U} \quad (1) \quad ; \quad Q = 0.25\sqrt{U} + 0.005*U \quad (2)$$

Siendo U el número total de unidades de gasto, según Hunter, Q el gasto requerido en litros por segundo.

La fórmula ( 1 ) se usa para conjuntos de muebles en que haya fluxómetros, sin que U pase de 1600 unidades de gasto, en tanto que la fórmula ( 2 ) se emplea cuando no hay fluxómetros y U pasa de 1600 unidades, ya sea con fluxómetros o sin ellos, la fórmula que debe usarse es la ( 2 )



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

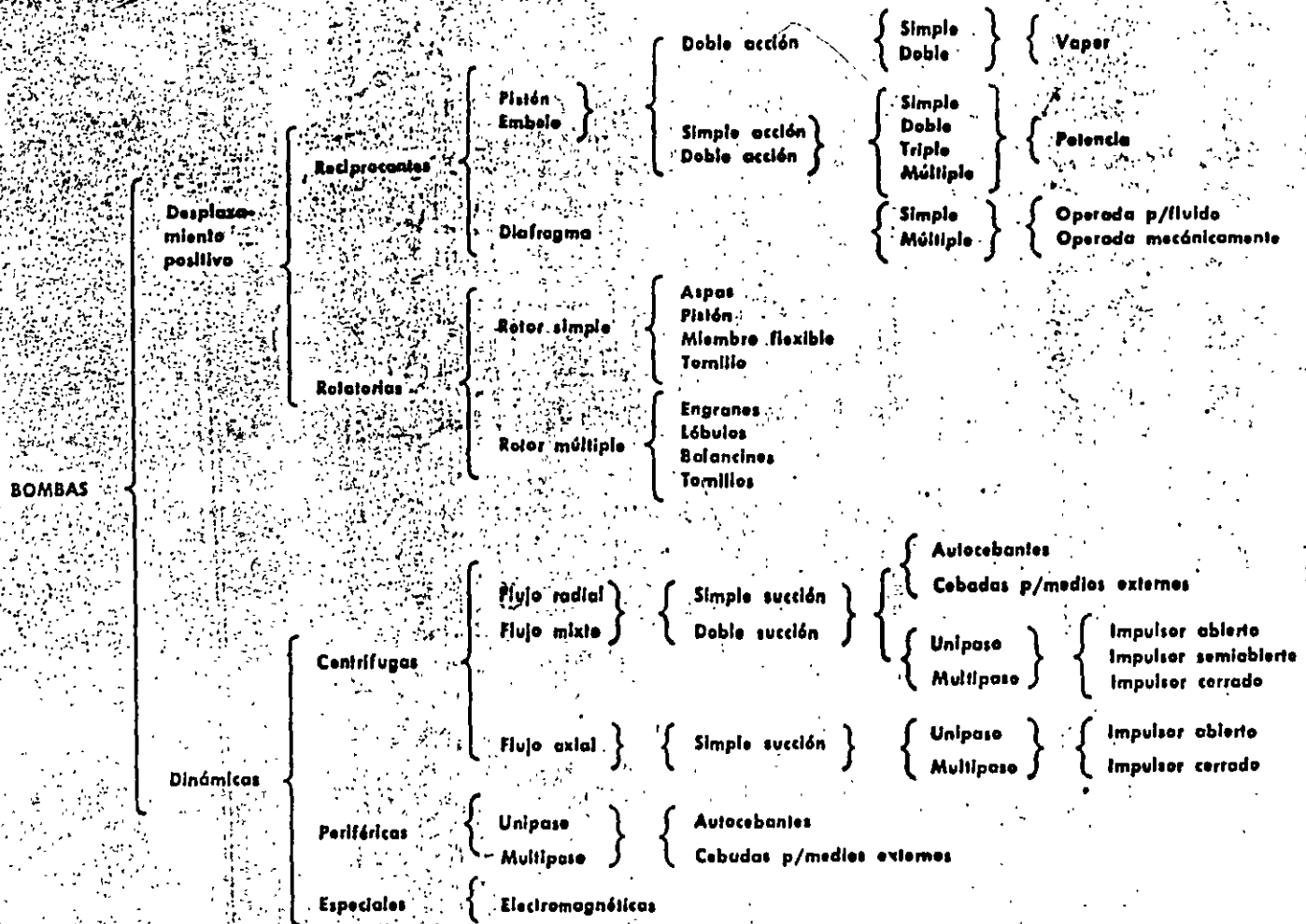
**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y  
DE GAS PARA EDIFICIOS**

**CLASIFICACIÓN DE BOMBAS**

**EXPOSITOR: ING. HÉCTOR MEDINA LÓPEZ  
MAYO 1999.**

## CLASIFICACION DE BOMBAS

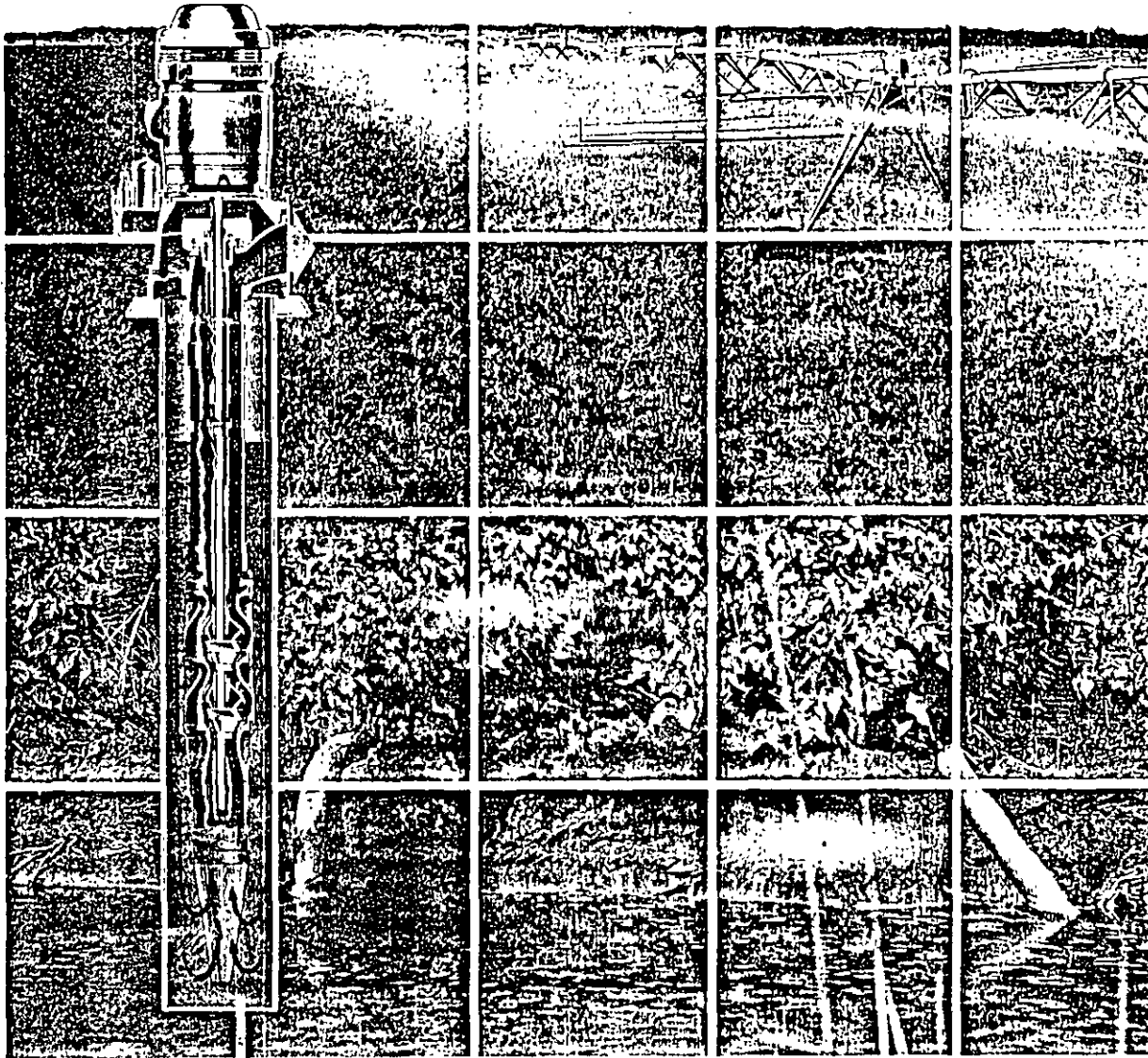


La clasificación anterior, nos permite apreciar la gran diversidad de tipos que existen y si a ello agregamos materiales de construcción, tamaños diferentes para manejo de gastos y presiones sumamente variables y los diferentes líquidos a manejar, etc., entenderemos la importancia de este tipo de maquinaria en las siguientes

aplicaciones que se cubren con detalle en la parte final de este libro.

Únicamente con el fin de orientarnos mencionaremos las aplicaciones principales que ilustramos con fotografías.

# Floway Vertical Pumps for Agriculture



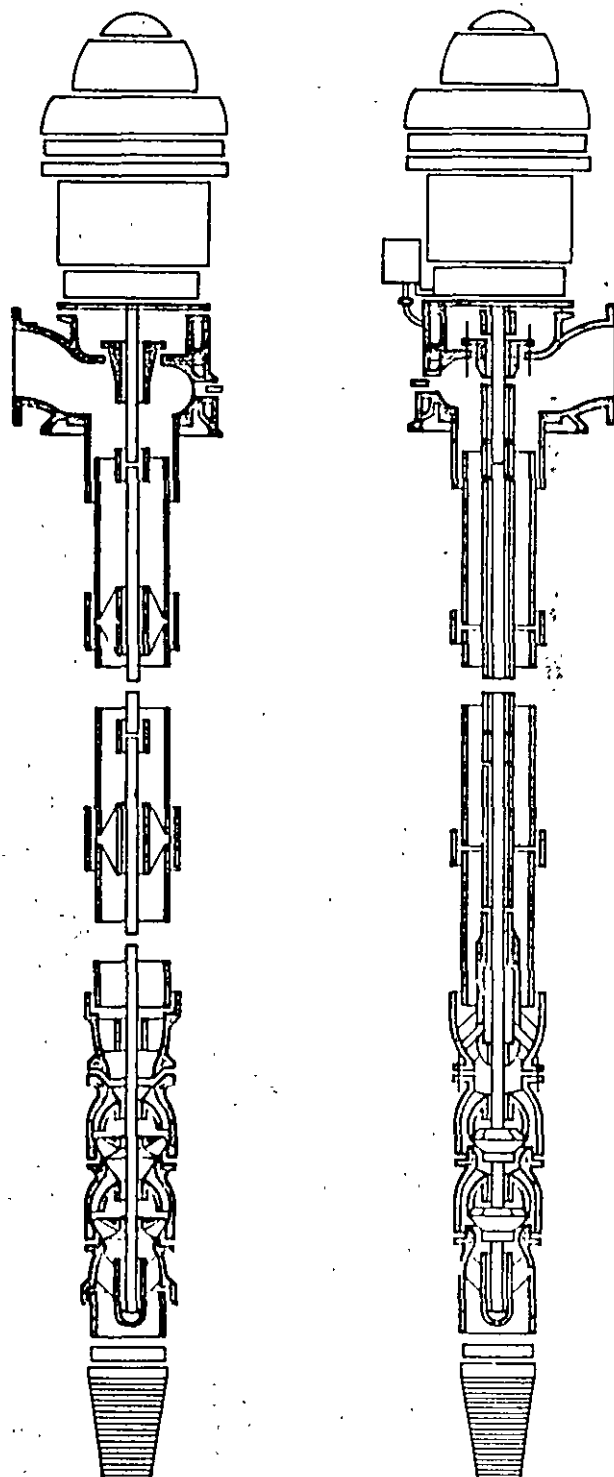
Peabody Floway "There's a Difference..."

# b. turbina

Unidades de bombeo tipo turbina con impulsores semlabiertos o cerrados y columnas lubricadas por agua o aceite con cabezal de descarga en hierro gris o placa de acero, ejecución en tipo sumergible para potencias de 1 a 200 Hp. para altas presiones con cuerpos de tazones reforzados y estoperos de alta presión.

Usos industriales, municipales y agrícolas. Cargas dinámicas hasta de 520 M.C.A. (sin utilizar tazón "booster").

Gastos de 2 a 700 LPS con tazones de 101.6 mm. (4") a 609.6 mm. (24").

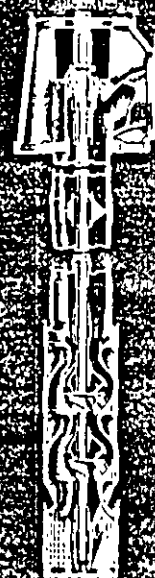


Bomba pozo profundo  
flecha  
lubricación por agua

Bomba pozo profundo  
flecha  
lubricación por aceite



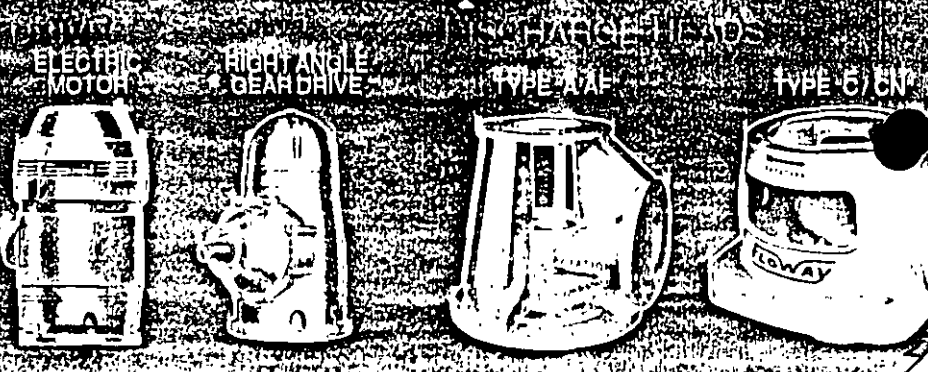
# with a complete line of vertical pumps for municipal



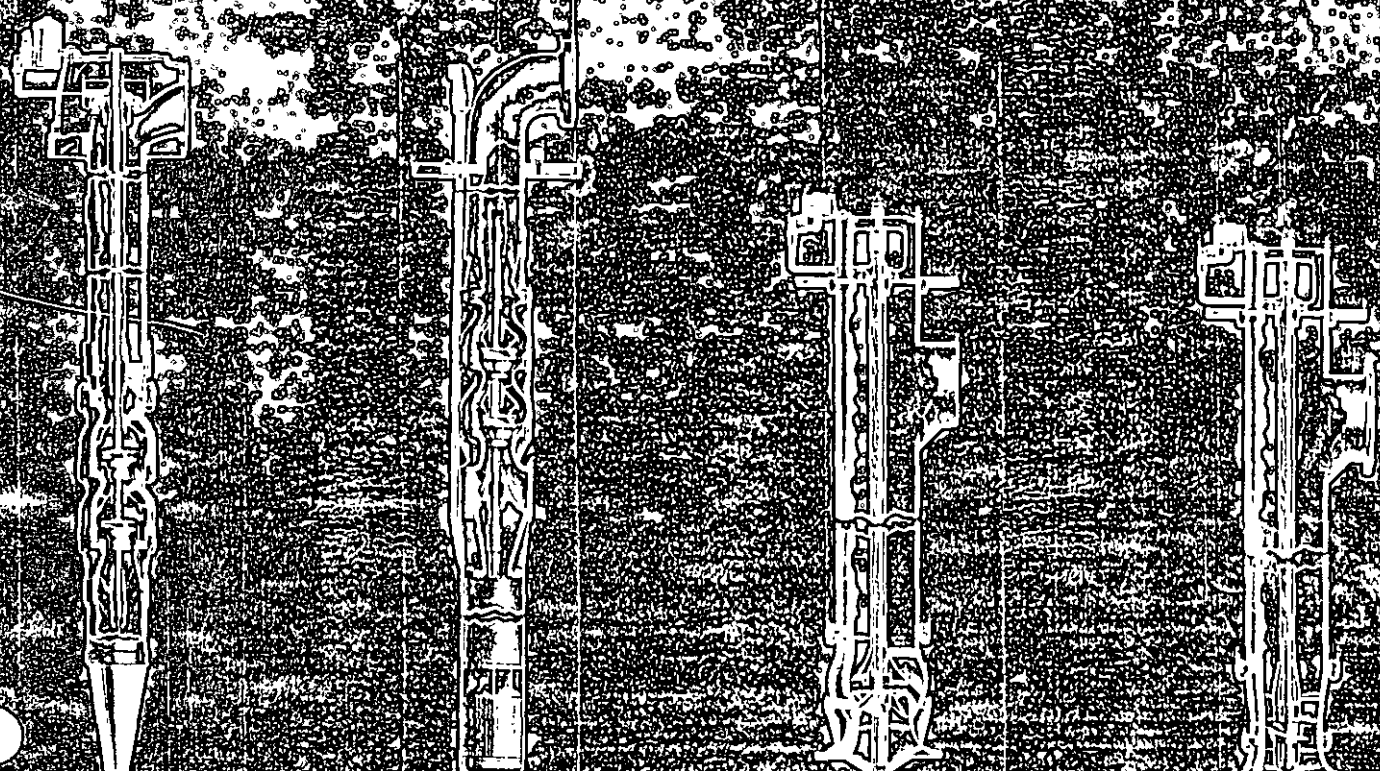
## VERTICAL TURBINE PUMPS - WATER OR OIL LUBRICATED

DESCRIPTION	Cast Iron Discharge Head - Standard Fabricated Discharge Head - Optional 5 Ft. Bearing Spacing with 10 Ft. or 20 Ft. Column Sections	Cast Iron Discharge Head 10 Ft. Bearing Spacing with 10 Ft. Column Sections Enclosed and Semi-open Impellers	Kingsbury Bowl Bearing (Eliminates Compensation for Lineshaft Stretch) Preset Impellers for Predictable, Efficient Performance
RATINGS	1770 RPM 4" Thru 22" Bowl Assemblies 50 To 8,000 GPM	3550 and 1770 RPM 4" Thru 22" Bowl Assemblies 50 To 8,000 GPM (With Semi-open Impellers: 50 To 4,000 GPM)	1770 RPM 8" Thru 15" Bowl Assemblies 100 To 3,500 GPM To 15,000 Lbs Hydraulic Thrust
SERVICES	Well Pumps for Irrigation or Water Supply	Shallow Well Service up to 200 Ft. for Water Supply Pit Service for Treated Water	Deep Well Pumps for Irrigation, Water Supply, or Dewatering

- Low velocity pump design
- Hardened bowl and impeller wear rings
- Chrome shaft journals
- Rubber bowl bearings
- Positive flush bearing designs
- Flushed lineshaft bearings
- Special material bowls and impellers

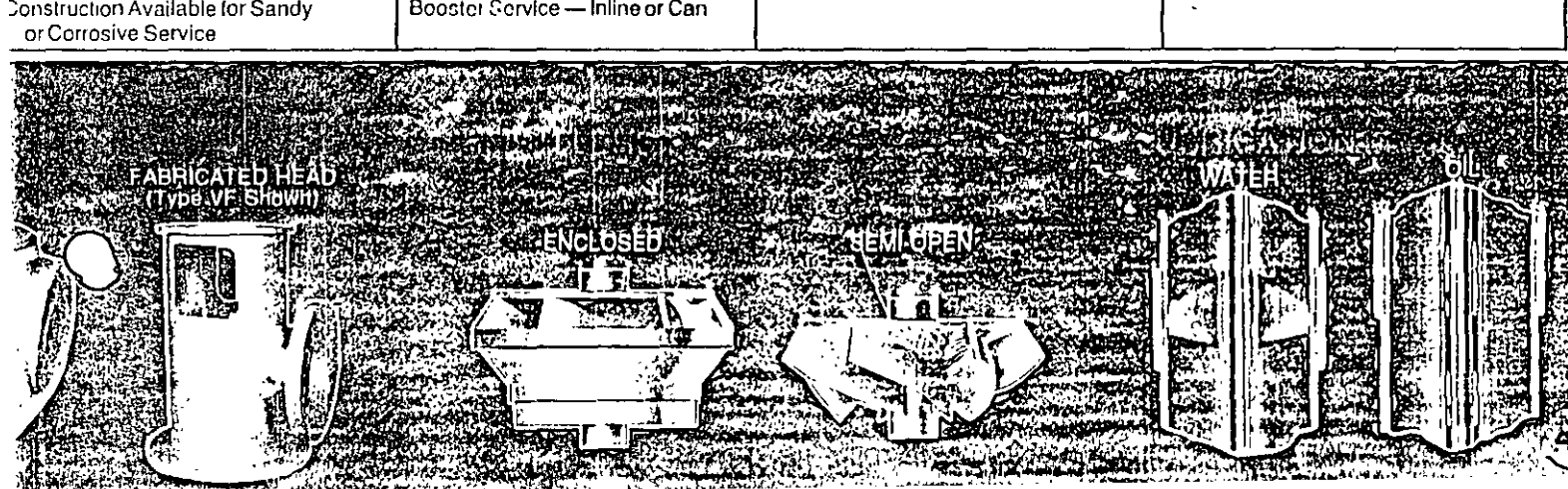


# Vertical Applications

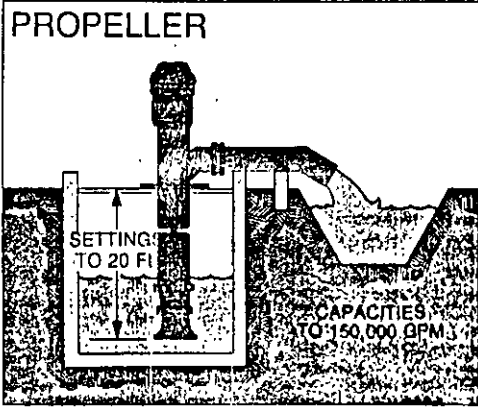
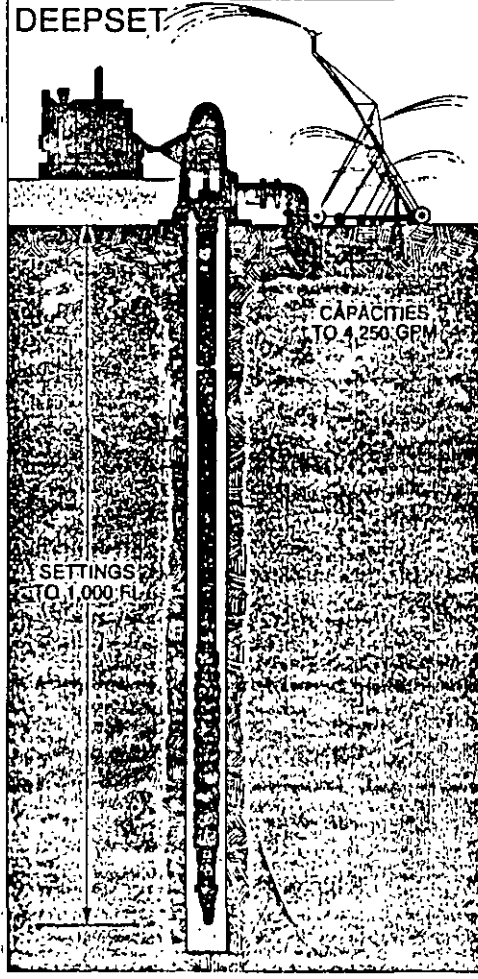
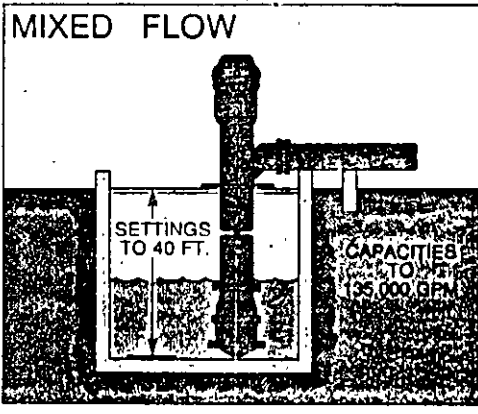
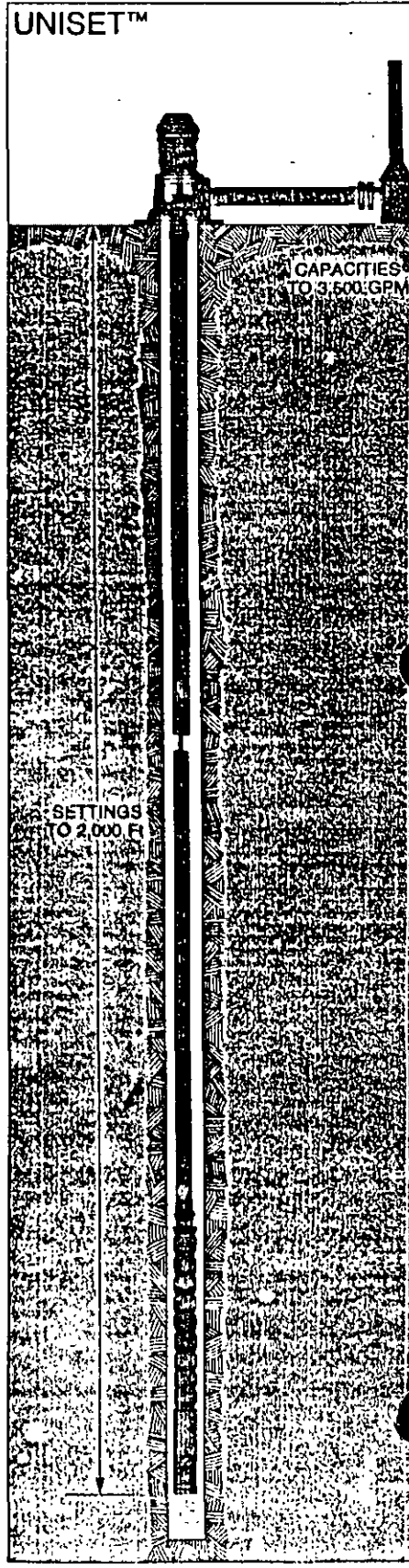
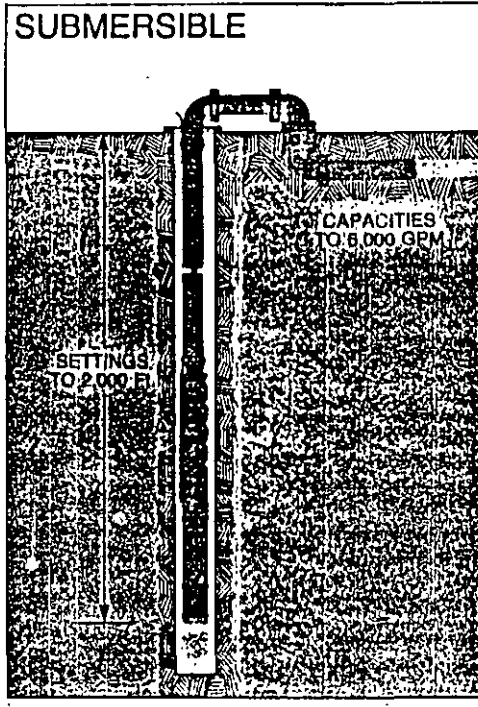
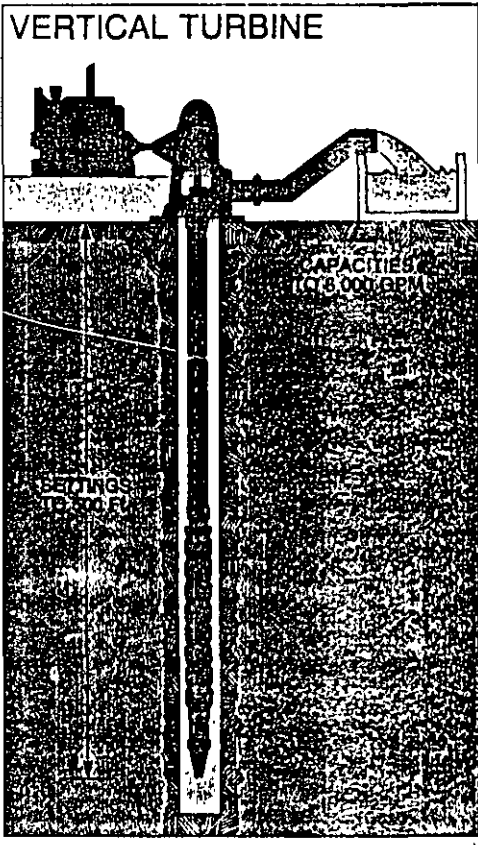


TYPE VF	TYPE V	TYPE V	TYPE V
---------	--------	--------	--------

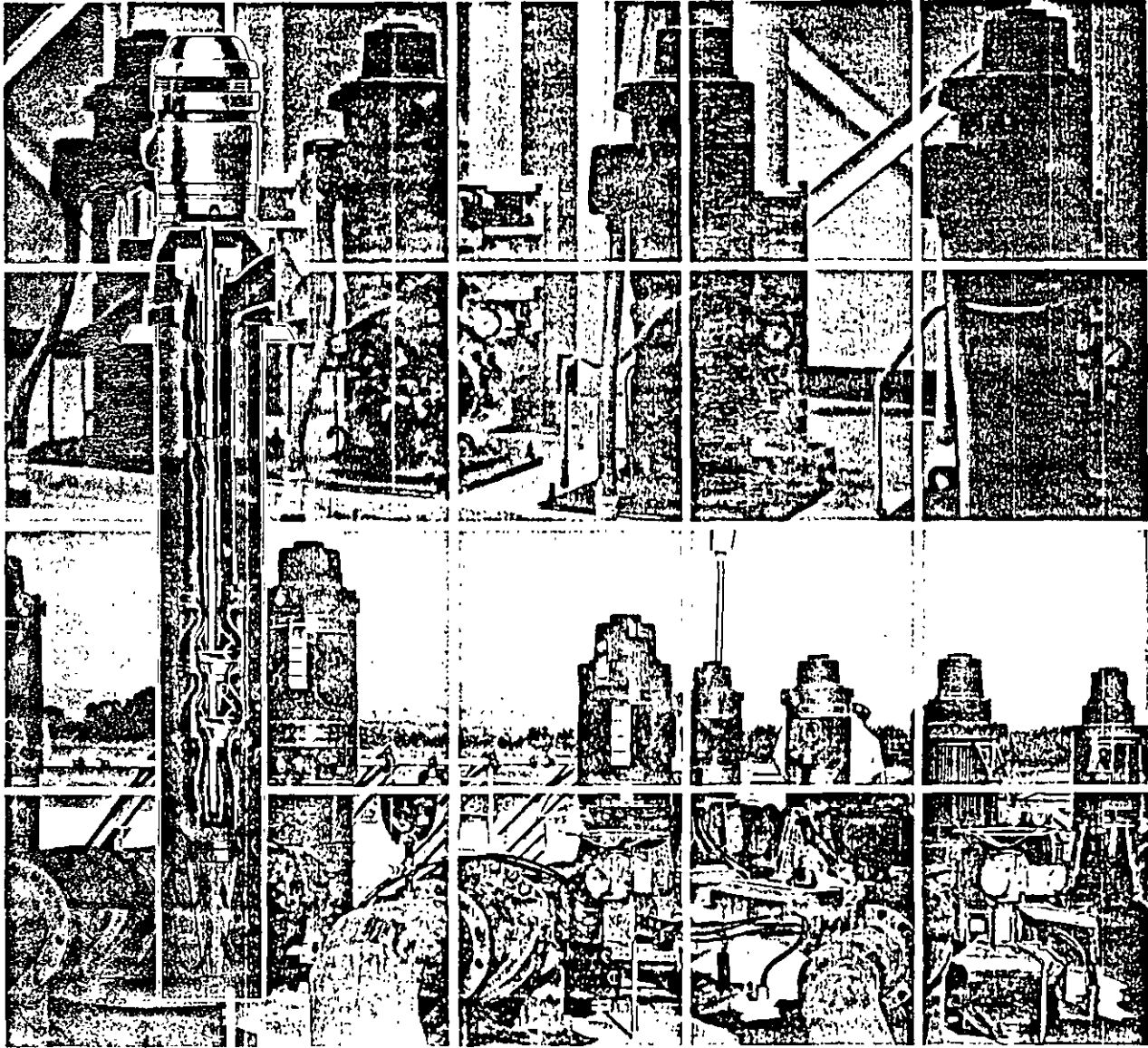
Extra Lateral Construction to Allow Shaft Stretch Oil Lubrication with Special Tension Nut Available Heavy Duty Bowl with 1.12 to 1.75 Inches Lateral	Fabricated Surface Plate Quiet Unobtrusive Installation Grease Packed Suction Bearing with Stainless Steel Strainer	Oil Lubricated Shaft One-piece Fabricated Head Optional Baseplate or Angle Support Optional 90°, 45° or Flanged Discharge Optional Above Ground or Below Ground Discharge	Oil Lubricated Shaft One-piece Fabricated Head Optional Baseplate or Angle Support Optional 90°, 45° or Flanged Discharge Optional Above Ground or Below Ground Discharge
1770 RPM 3" Thru 12" Bowl Assemblies 100 To 4,250 GPM	3550 and 1770 RPM 4" Thru 15" Bowl Assemblies 50 To 6,000 GPM Motors to 475 HP	1,400 To 135,000 GPM Heads from 10 To 40 Ft.	1,500 To 150,000 GPM Heads from 5 To 20 Ft.
Deep Well Pumps for Irrigation or Water Supply Construction Available for Sandy or Corrosive Service	Well pumps for Irrigation or Water Supply Booster Service — Inline or Can	Treated Sewage Effluent	Treated Sewage Effluent



# meet exact irrigation needs



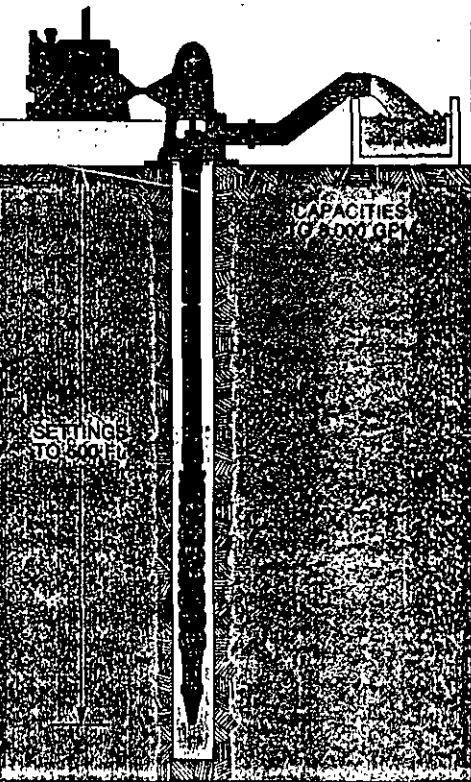
# Floway Vertical Pumps for Municipal Applications



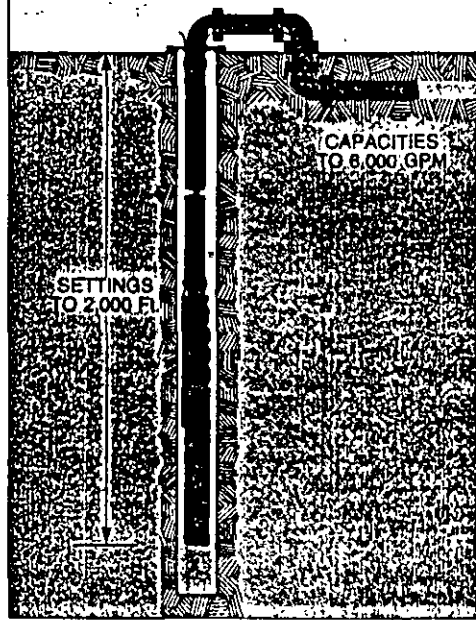
Peabody Floway "There's a Difference..."

# meet exact municipal needs

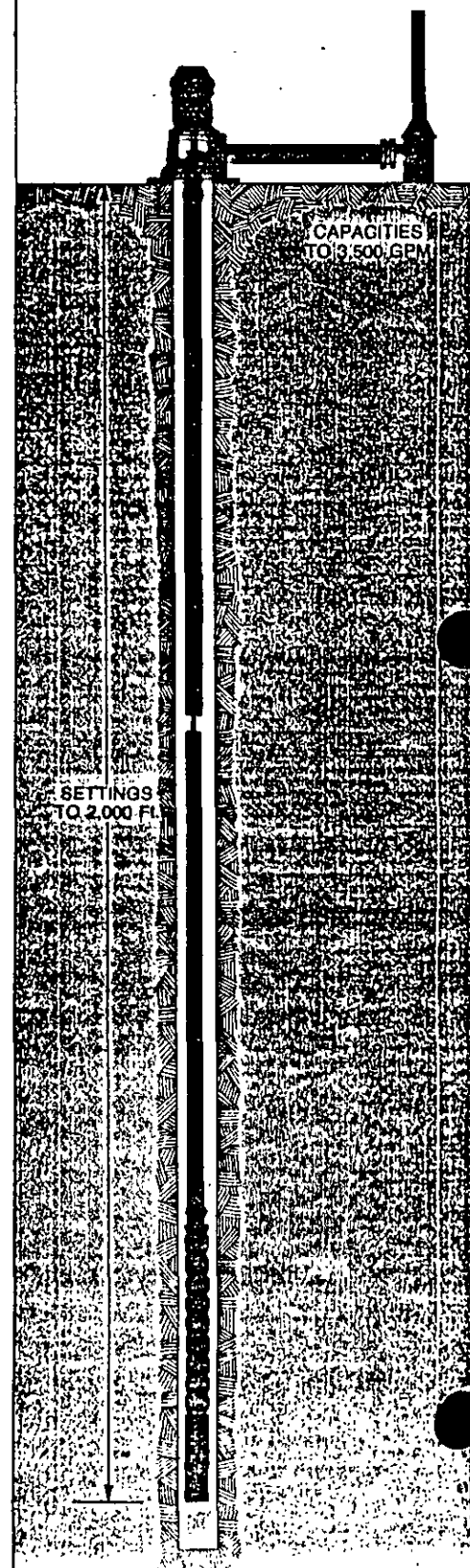
VERTICAL TURBINE



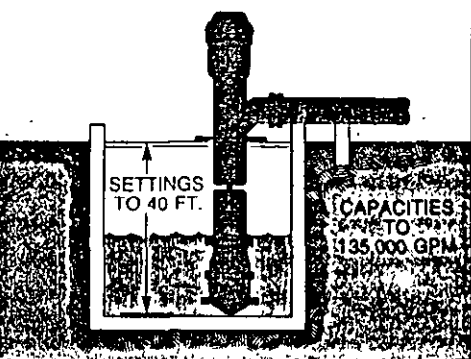
SUBMERSIBLE



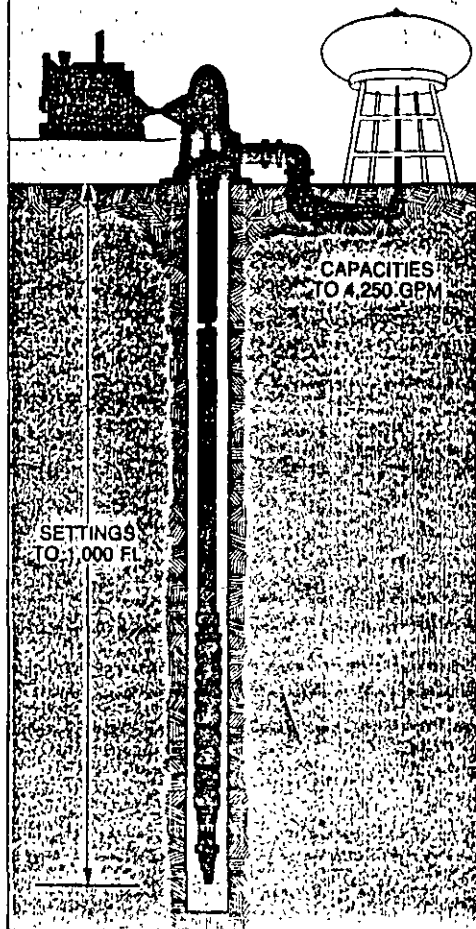
UNISET™



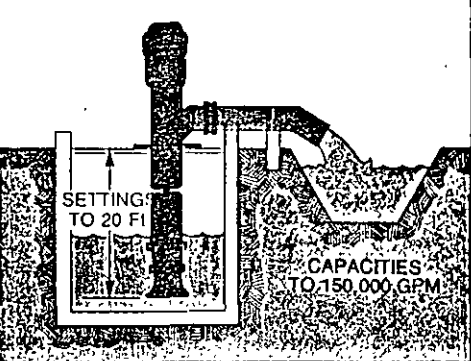
MIXED FLOW

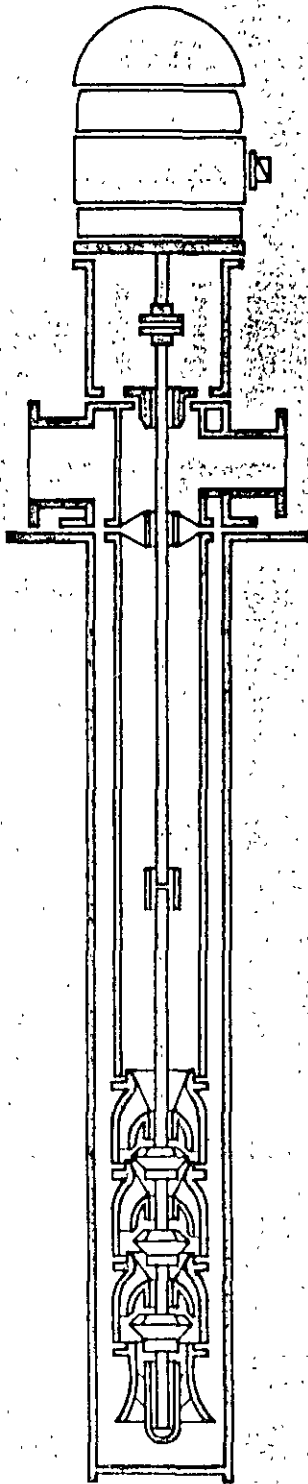


DEESET

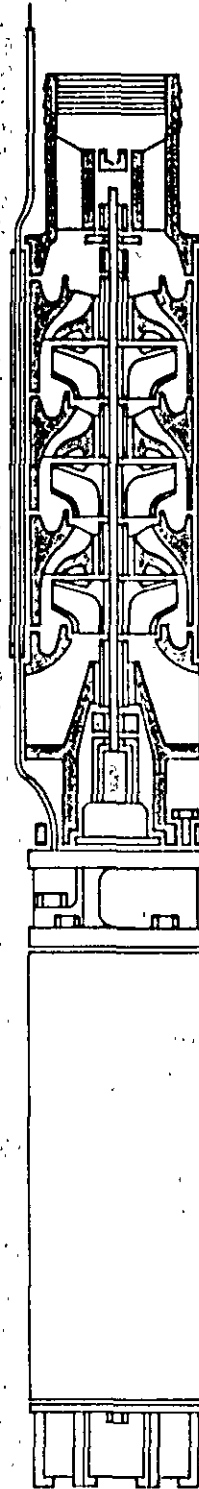


PROPELLER

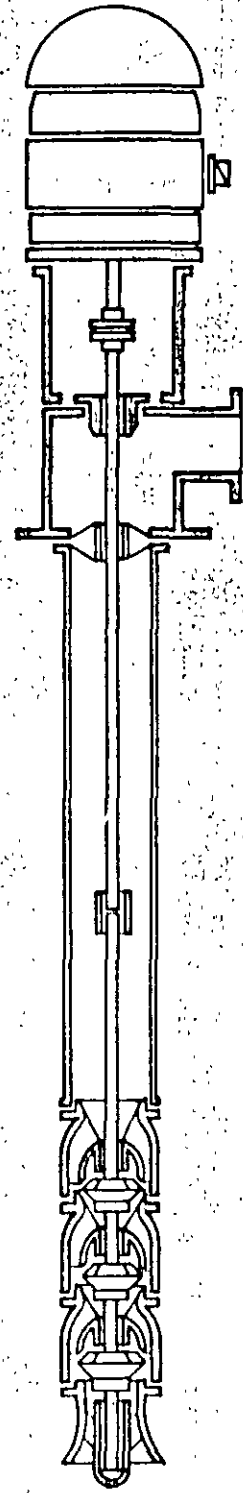




Bomba autocontenida

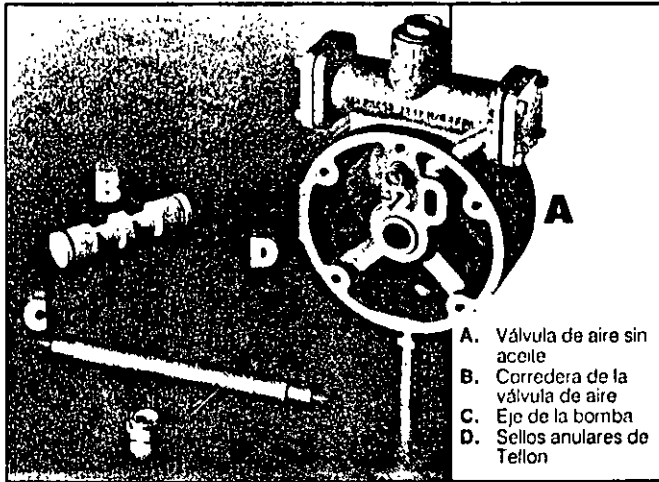


Bomba sumergible



Bomba Industrial

# LAS BOMBAS DE DIAFRAGMA ACCIONADAS POR AIRE ITT MARLOW ESTAN DISEÑADAS PARA DURAR TODA LA VIDA...



## VALVULAS DE AIRE SIN ACEITE\* SIGNIFICAN AHORROS Y SEGURIDAD

**COSTOS DE OPERACION**—Las bombas convencionales de diafragma accionadas por aire, diseñadas con piezas móviles metálicas que hacen contacto entre si, necesitan lubricación. El costo anual promedio del lubricante y del tiempo de mantenimiento para lubricar la bomba pueden ascender a la mitad del precio de compra de una bomba nueva.

**RENDIMIENTO CONFIABLE**—La bomba de diafragma accionada por aire Marlow está accionada por el aire comprimido disponible comúnmente en la fábrica. A diferencia de otras bombas de diafragma accionadas por aire, la característica de no requerir aceite elimina cualquier riesgo de que el aire comprimido sucio de la fábrica pueda hacer que el lubricante se vuelva pegajoso y ocasione un malfuncionamiento de las válvulas.

**SEGURIDAD CONTRA LA CONTAMINACION**—Si falla un diafragma, que es una pieza típicamente desgastable en todas las bombas de diafragma accionadas por aire, el aire sin aceite no presenta riesgo alguno de poder contaminar el líquido impulsado por la bomba.

\*PATENTE EE UU 4 494 574

**CORREDERA DE LA VALVULA DE AIRE**—La corredera de la válvula de aire no necesita lubricación y es impermeable a la mayoría de los productos químicos. A medida que la corredera se desplaza, el aire se dirige desde un lado de la bomba al otro lado, controlando simultáneamente la presurización de una cámara de diafragma y expulsión de la otra cámara. Si la bomba opera con aire limpio, la corredera no necesita prácticamente mantenimiento alguno. Durante la operación, la corredera está equilibrada en cuanto a presión, reduciendo así el desgaste y extendiendo grandemente la vida útil de la corredera. Las correderas de válvulas de aire son intercambiables entre los modelos de 1 y 1½ pulgadas y entre los modelos de 2 y 3 pulgadas. Las correderas de repuesto pueden usarse en cualquier cuerpo de válvula y no es necesario que sean juegos emparejados.

**EJE DE BOMBA**—El eje de la bomba ha sido tratado con nitrógeno líquido para asegurar una vida útil más larga bajo condiciones severas de fatiga y corrosión. (Las bombas convencionales de diafragma accionadas por aire incorporan ejes de acero normal que no pueden resistir tales ambientes).

**SELLOS ANULARES DE TEFLON**—La corredera de la válvula de aire está sellada contra fugas por sellos anulares de Teflon. Debido a que estos sellos son menos susceptibles al ataque químico, en el caso de producirse la falla de un diafragma, se necesitarán menos piezas de repuesto.

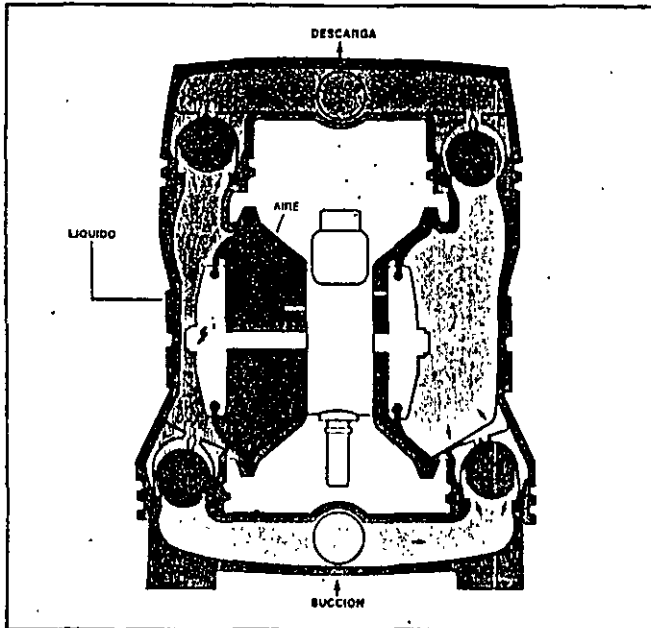
**SELLOS DE BOMBA**—Los sellos del eje y de válvula en la porción neumática de la bomba son autolubricados para que duren toda la vida útil de la bomba.

## ... Y ESTAN DISPONIBLES EN LOS SIGUIENTES TIPOS Y TAMAÑOS

TAMAÑOS	METALURGIAS	MATERIALES ELASTOMEROS
2,5 cm.	Aluminio	Neopreno
3,8 cm.	Acero inoxidable 316	Buna N
5 cm.	Hierro colado	Viton®
7,6 cm.		Nordel®
		Teflon®
		Poliuretano

VITON, NORDIEL Y TEFLON SON MARCAS COMERCIALES DE DUPONT CO.

## COMO TRABAJA LA BOMBA DE DIAFRAGMA ACCIONADA POR AIRE



Hay un diafragma flexible, fabricado de un material compatible con el fluido que se está bombeando, que bisecta cada una de las dos cámaras, una a cada lado de la bomba. Los dos diafragmas están conectados por un eje que se mueve horizontalmente, flexionando simultáneamente los diafragmas.

Cada cámara de diafragma va dotada de una válvula de retención de entrada y de salida. Las dos válvulas de entrada están conectadas a través de un colector a un punto común de admisión; las dos válvulas de salida están conectadas a la lumbrera de un colector de descarga.

En el centro de la unidad está la válvula patentada Marlow de distribución de aire sin aceite que controla simultáneamente la presurización en una cámara de diafragma y la expulsión en la otra cámara. El aire que entra en la cámara de la izquierda hace que el diafragma en tal cámara se mueva axialmente en un recorrido de descarga, forzando el líquido bombeado a través de la válvula de retención de salida hacia el interior del colector de descarga y fuera de la bomba.

Simultáneamente, el diafragma de la derecha, conectado por la varilla al diafragma izquierdo movido por el aire, es atraído hacia adentro, creando una succión que aspira líquido a través del colector de admisión y de la válvula de entrada, hacia la cámara de la derecha.

Al final de cada recorrido, la válvula de distribución de aire se desplaza automáticamente, invirtiendo el movimiento de los diafragmas. La cámara de la derecha, que se acaba de llenar, está ahora presurizada con aire detrás del diafragma y el líquido es evacuado. La cámara de la izquierda, que se vació previamente, se llena de nuevo.

## APLICACIONES TÍPICAS DE BOMBEO

**INDUSTRIA AERONAUTICA**—El bombeo de sumideros, bombeado de lodos de las cabinas de pintura por rociado, desechos industriales.

**INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**—Bombeo: aceite de pozos de prensas estampadoras y de otros equipos que tratan el metal (abrasivos), lechadas arenosas de fundiciones (lavado de núcleos), revestimientos de chasis por inmersión (tratamientos antioxidantes), grasas, aceites, pinturas, aceites refrigerantes, compuestos de lapidario, aguas negras, ácidos y soluciones de limpieza en galvanoplastia.

**INDUSTRIA DE BEBIDAS**—Bombeo: lúpulos agotados, lechadas de levadura, desechos de lavado de botellas con etiquetas de aceite.

**INDUSTRIA PETROQUIMICA**—Bombeo: productos químicos abrasivos y corrosivos, lechadas, petróleo, aceites, arcilla de Bentonite (barro de perforador), solventes, grasas, jabones, cosméticos, aceites de limpieza, lodos de tanques de refinación, revestimientos, adhesivos, colas, pasta abrasiva "rouge" y lechadas de óxido de hierro.

**ARCILLA Y CERAMICA**—Bombeo: barbotinas y vidriados de cerámica, fritas, arcillas de prensa filtrante.

**APARATOS ELECTRICOS Y**

**ELECTRODOMESTICOS**—Bombeo: piezas de porcelana, lechadas de baquelita, pinturas, esmaltes, lechada de cerámica para aisladores.

**ALIMENTOS**—Bombeo: mermeladas, jalsas, aderezos, lechadas de alimentos para perros, chocolate, cremas, mermelada de cacahuate, jugos, jarabes, levaduras, vinos, desechos.

**VIDRIO Y FIBRA DE VIDRIO**—Manipulación de pastas abrasivas "rouge" para el pulido de lentes ópticas, lechadas de desechos de vidrio y lechadas de cortar.

**INDUSTRIA MARINA**—Limpieza de embarcaciones, pozos de desagüe, pantoques, cajas-dique, protección contra incendios, aguas negras de tanques de retención, perforaciones costaluera, lechadas de chorros de arena.

**METAL Y ACERO**—Bombeo: incrustaciones de molinos, productos químicos para tanques de limpieza de metales, lechadas arenosas de fundiciones, aceites de palma, aceites de cortar.

**MINERIA Y CONSTRUCCION**—Achique: minas, silos de construcción, artesones, túneles.

**PINTURA**—Bombeo: pintura, fritas, esmaltes, solventes, látex, pigmentos, aditivos, inhibidores, resinas, secadores.

**PAPEL Y MADERA**—Bombeo: revestimientos, lechadas para enlosado de techos, desechos, preservativos de madera, aguas de fabricación, colas, adhesivos, laminados.

# Marlow Pumps

Box 200  
Lands Park, NJ 07432 EE.UU.  
(201) 444-6900 Télex: 13 0486  
PANA FAX (201) 444-3865

P.O. Box 311  
Longview, Texas 75601 EE.UU.  
(214) 53-7211

55 Royal Road  
Guelph, Ontario N1H1 1T1, Canada  
(519) 821-1900 Télex: 0695-6538

Western House 2 Cambridge Rd.  
Stansted, Essex CM24 8BU Inglaterra  
011-44-279 812817 Télex: 817559

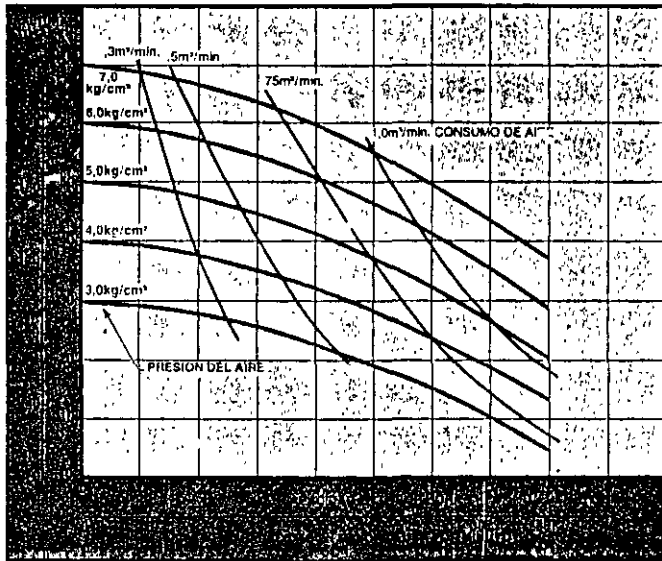


# RENDIMIENTO EN FUNCION DE LA EFICIENCIA...

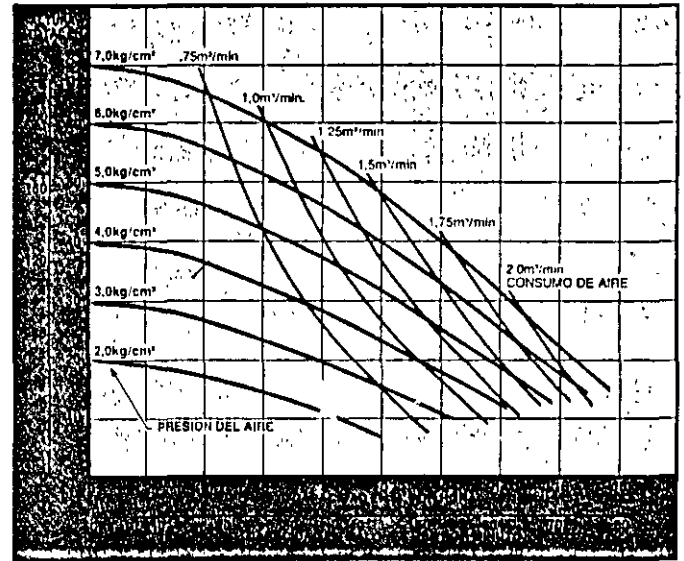
Las bombas de diafragma accionadas por aire ITT Marlow son las más eficientes de este tipo disponibles en el mercado. Si comparamos sus requisitos de aire con los de otros fabricantes, vemos que las bombas de diafragma

accionadas por aire ITT Marlow utilizan un promedio menor de aire para el mismo rendimiento de bombeo. Esta eficiencia superior se traduce en un gran ahorro en los costos de operación.

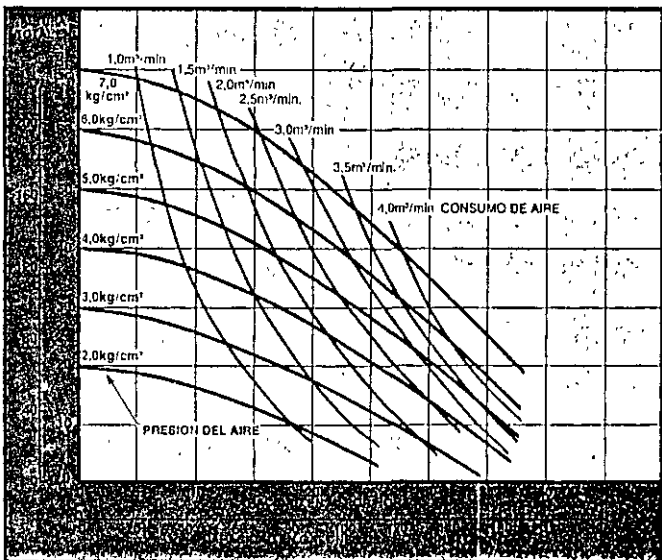
## 2,5 cm. MODELO 1AOD



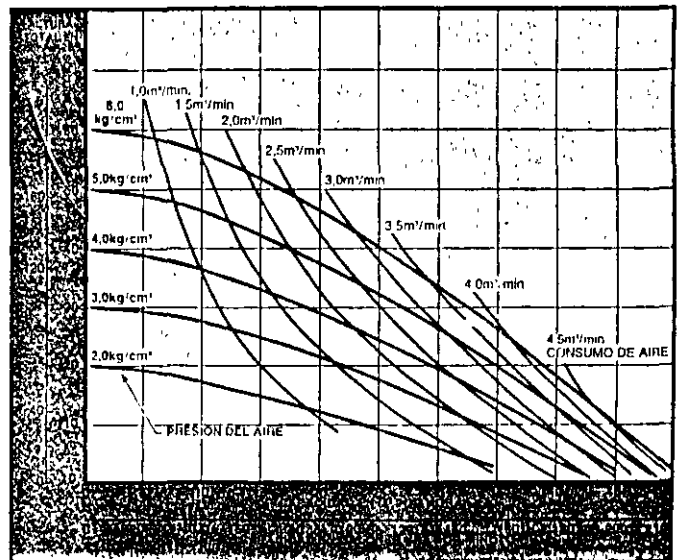
## 3,8 cm. MODELO 1 1/2 AOD



## 5 cm. MODELO 2AOD



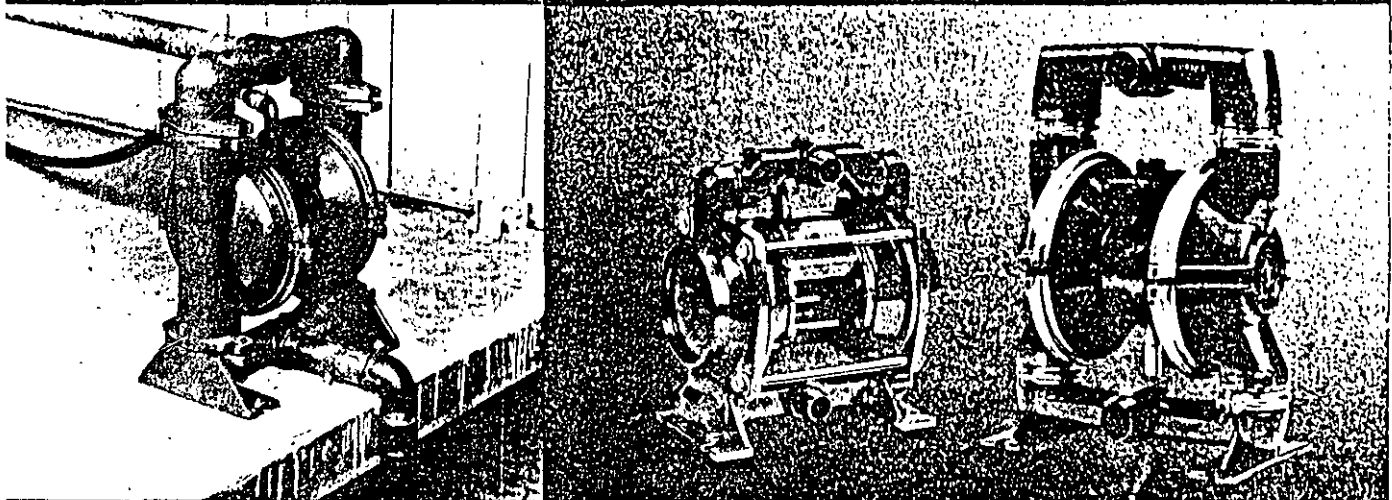
## 7,6 cm. MODELO 3AOD



Las curvas de rendimiento que aparecen en este boletín y otras publicaciones se sacaron de pruebas reales efectuadas en bombas normales de producción y reflejan un rendimiento promedio para

todas las metalurgias y todos los elastómeros, incluyendo el Teflon (No es necesario reducir el rendimiento nominal de las bombas dotadas de sellos de Teflon\*)

# BOMBAS DE DIAFRAGMA SIN ACEITE ACCIONADAS POR AIRE ITT MARLOW



*Las bombas de diafragma sin aceite accionadas por aire ITT Marlow representan el primer avance importante en 25 años en el diseño y operación de bombas de diafragma accionadas por aire. Es la tecnología moderna aplicada a los requisitos de hoy y de mañana.*

## **VENTAJAS**

- Elimina el costo del aceite y el tiempo requerido por la mano de obra para lubricar las bombas
- Elimina el riesgo de que se contamine con aceite el líquido impulsado por la bomba
- Elimina las fallas en el funcionamiento de la bomba debidas a una lubricación inadecuada

## **AHORROS**

- Reduce los costos de operación gracias a una eficiencia superior
- Reduce los costos de mantenimiento puesto que no existe contacto alguno de metal a metal en el área de la corredera
- Reduce el riesgo de falla mecánica debido al uso de un menor número de piezas

Marlow Pumps **ITT**

Distribuidor autorizado:

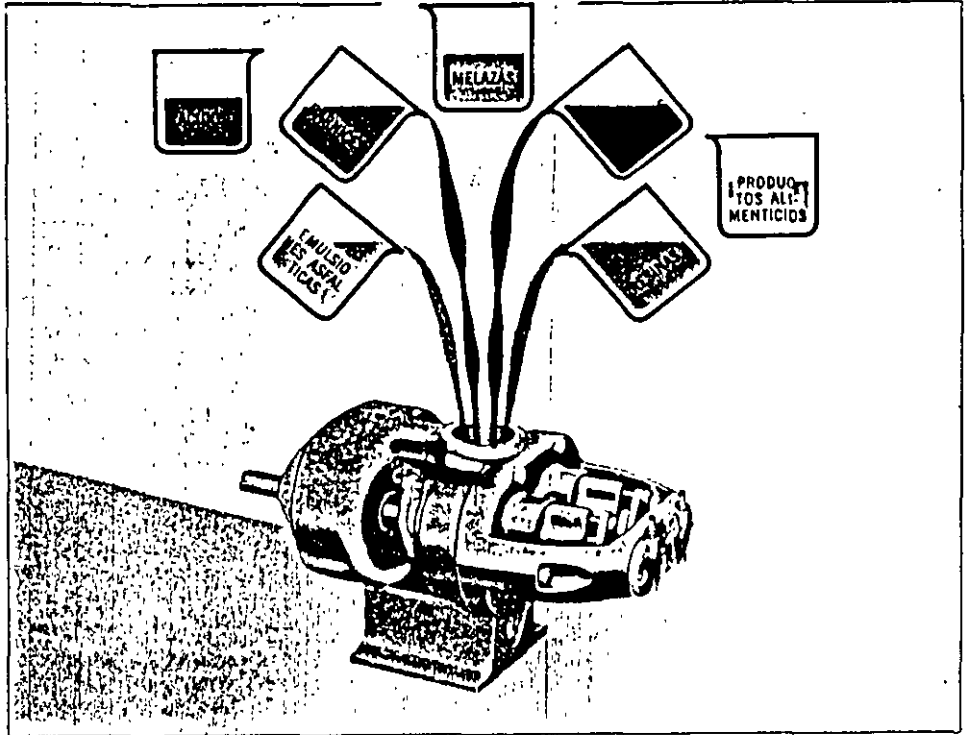


Figura 1. Bombas para manejo de diferentes sustancias químicas.

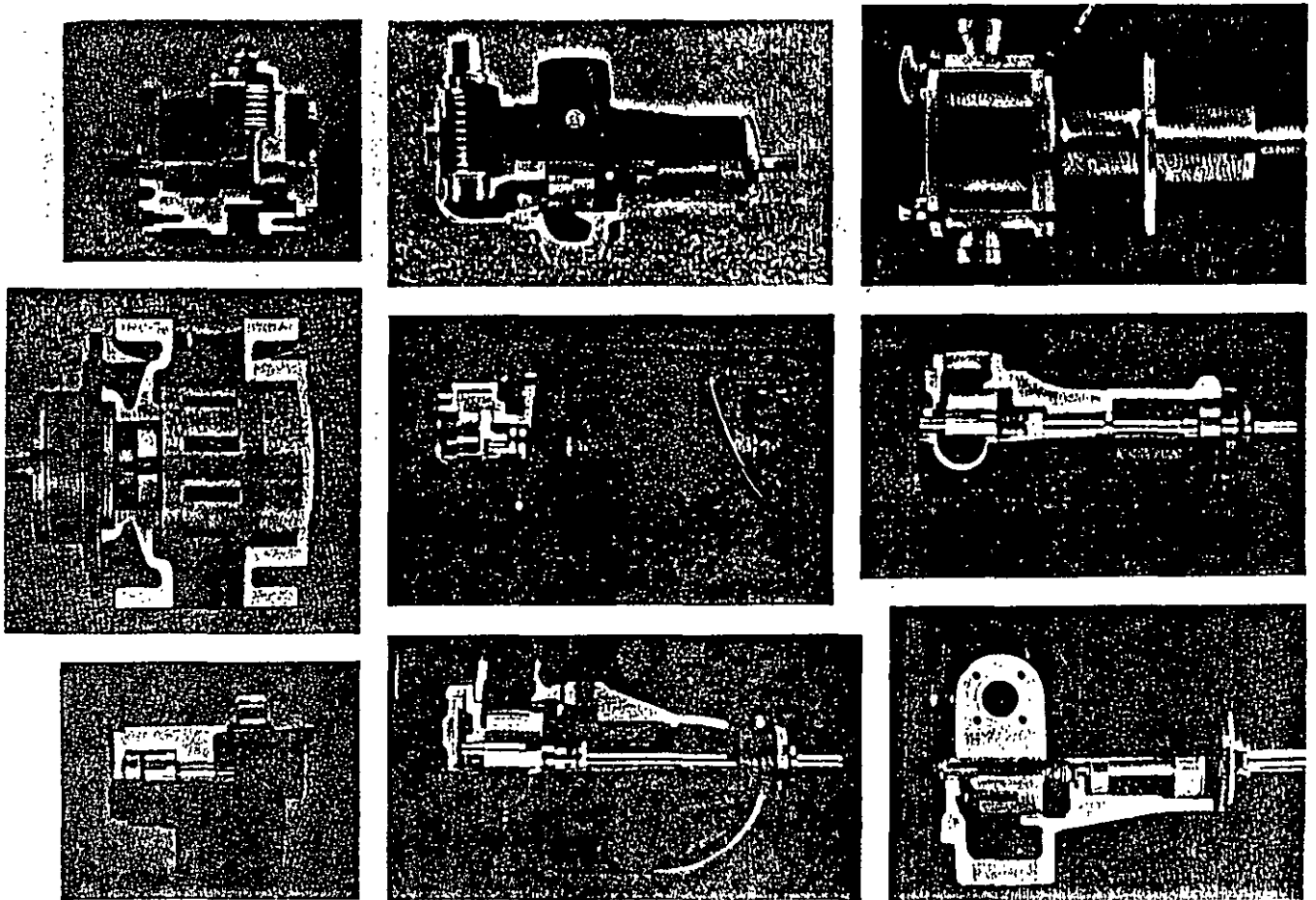
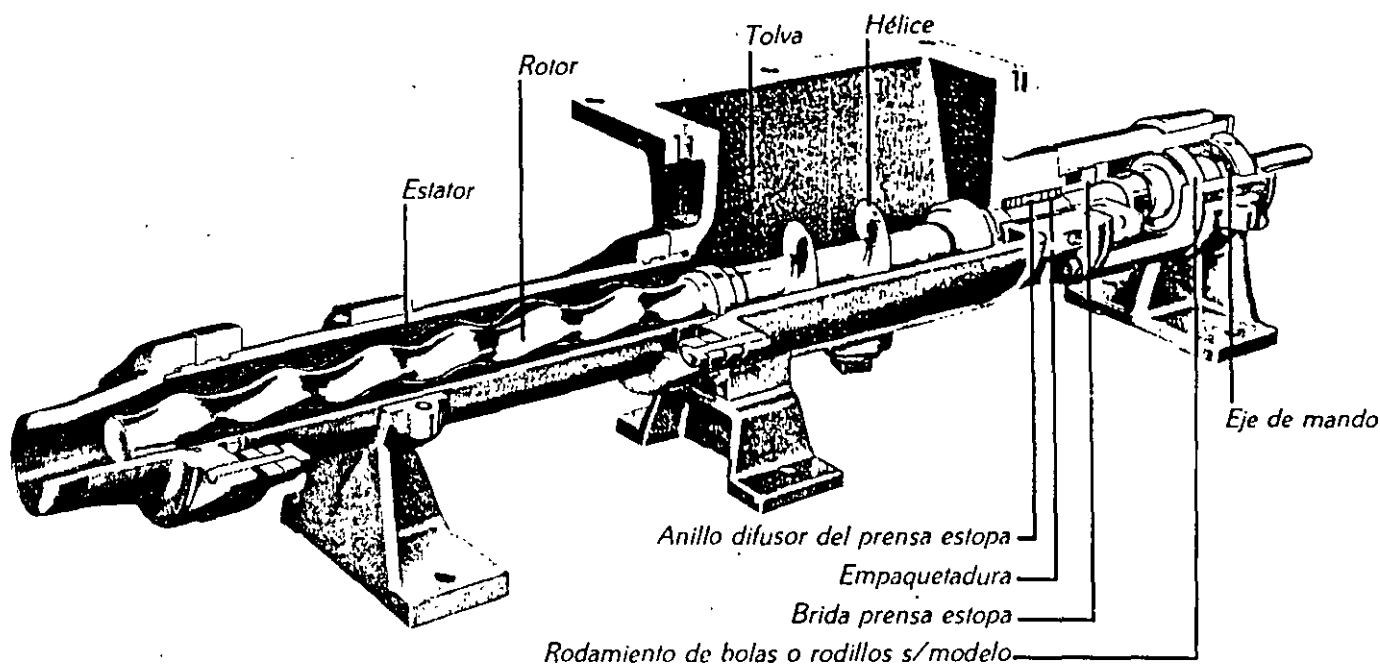


Figura 2. Bombas rotatorias para manejo de aceites, mieles, fibras, etc.  
(Cortesía Viking Pumps)



Si usted tiene problemas de bombeo de alta viscosidad, aconsejamos el uso de bombas Moineaus modelo J, de "Garganta" abierta; Una hélice angular, girando dentro de una tolva amplia, obliga al fluido a penetrar dentro de los elementos de bombeo (rotor-estator) actuando como alimentador. Así pueden ser bombeados fluidos muy viscosos, con valores de hasta 1.000.000 centipoise, y también líquidos conteniendo sólidos en suspensión, tales como; grasa de litio, enduido plástico, cintoplan, cemento liviano, pulpa de papel, carbonato de calcio, lechada de cal, brea para techos, adhesivos, etc. Este modelo es construido en 8 distintos tamaños, cubriendo así una amplia gama de diversas capacidades y presiones.

La operación de las bombas Moineaus, podrían compararse a la de un tornillo transportador de alta precisión. Como el rotor gira dentro de un estator, se forman cavidades, las cuales progresan hacia el final de la descarga de la bomba, llevando el material que se desea transportar.

Aunque las bombas Moineaus no son diseñadas especialmente en cada caso, la amplia selección de los materiales de construcción y componentes de las bombas permite seleccionar exactamente el diseño necesitado para casi todas las aplicaciones.

Los rotores son construidos normalmente con aceros especiales, utilizados para herramientas, endurecidos mediante tratamientos térmicos para mayor resistencia a la abrasión, o de acero inoxidable de calidad 304 y 316, para resistencia a la corrosión. Gruesas capas de cromo duro son aplicadas a todos los rotores para incrementar así la resistencia a la abrasión.

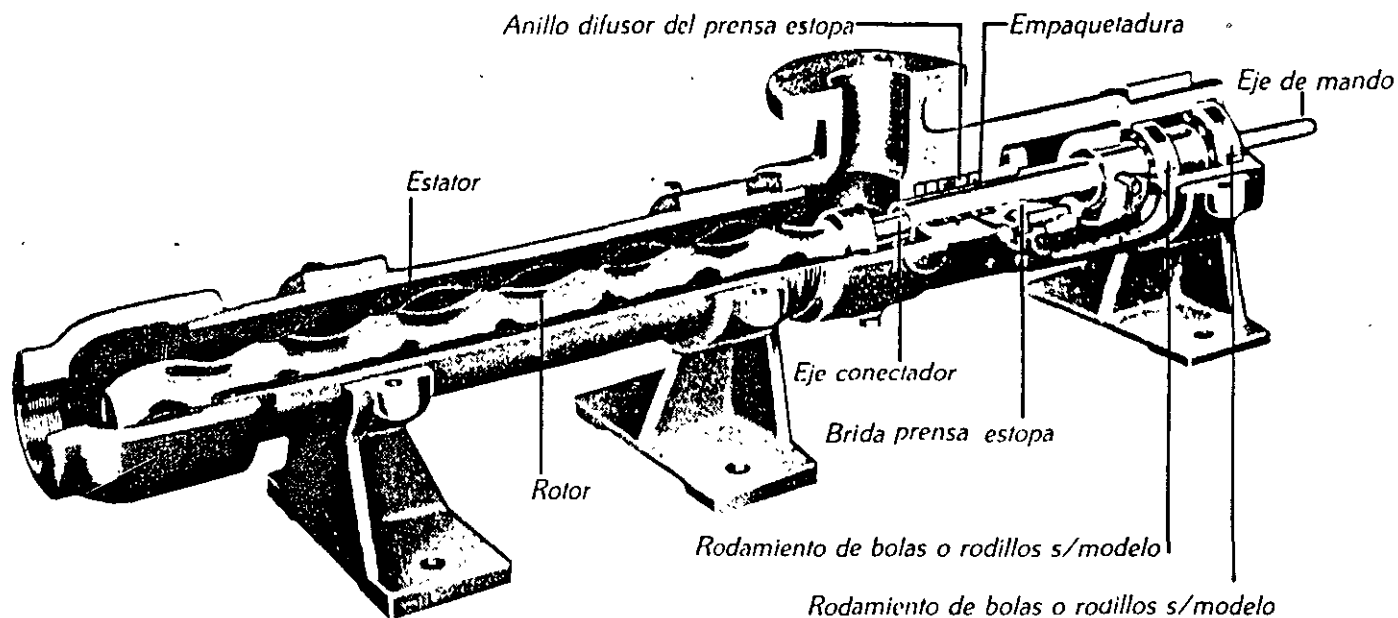
Los estatores son fabricados en una amplia variedad de materiales, dependiendo de la sustancia bombeada. Para aplicaciones químicas o bombeo de aceites son utilizados estatores de goma sintética, Buna N, Butyl,

o viton. Para bombeo de líquidos abrasivos se utiliza goma natural más blanda. Para grandes presiones se usan gomas sintéticas de mayor dureza. También, cuando los fluidos que se desean bombear así lo requieren podemos suministrar los estatores mecanizados en acero o teflón.

Una correcta aplicación de las bombas Moineaus, requiere un total conocimiento del líquido que se desea bombear y también detalles de las condiciones operativas. Sustancias altamente abrasivas requieren baja velocidad y estatores de goma natural blanda. Rotores construidos resistentes a la abrasión y suficientemente largos para reducir las pérdidas al mínimo.

Altas temperaturas requieren rotores de menos medida, para compensar la natural expansión térmica del estator de goma. Los líquidos que causan deterioro a las gomas naturales, tal vez requieran gomas sintéticas o aún estatores de metal o teflón.

Los líquidos de alta viscosidad requieren bombas de gran largo de los elementos de bombeo, operando a baja velocidad.



## LAS BOMBAS Moineaus COMBINAN SUS INCOMPARABLES CARACTERÍSTICAS CON LAS DE LAS BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

### Desplazamiento positivo

Un solo elemento, girando dentro de un estator de goma, teflon a acero, genera cavidades progresivas y un desplazamiento positivo, otorgando un caudal predecible, uniforme y continuo. La altura es independiente de la velocidad y la presión y es predecible para todas las condiciones de operación.

### Caudal medido y sin pulsaciones

La descarga es uniforme sin pulsaciones e idénticamente similar bombeando líquidos claros y limpios o densos y viscosos. La capacidad es aproximadamente proporcional a la velocidad. Con un variador de velocidad la bomba se comporta como un elemento de control de cualquier proceso.

### Alto poder de succión

Las bombas Moineaus pueden aspirar agua hasta 8,50 mts. de profundidad.

### Capacidad mantenida aun bajo amplias variaciones de NPSH

La performance de las bombas Moineaus se mantienen aun bajo grandes fluctuaciones de la presión de succión. Por ejemplo: un cambio de entre 3,50 mts. de aspiración negativa a 3,50 mts. de aspiración positiva no modificaría la capacidad de la bomba. La capacidad

está directamente relacionada con la velocidad y no con los cambios de la altura de succión, dentro de los parámetros indicados.

### Marcha silenciosa

El rotor girando dentro de un elástico estator de goma, genera poco ruido. El nivel de ruido de la bomba funcionando es mucho menor que 90 dB. Generalmente ésta hace menor ruido que el motor que acciona a la bomba.

### Bombea líquidos con variables cantidad de sólidos y abrasivos

Las bombas Moineaus son prácticamente inafectadas por el contenido de sólidos o abrasivos. Solo la potencia requerida aumenta cuando extraordinarios cambios de contenido de sólidos ocurre.

### Reversible

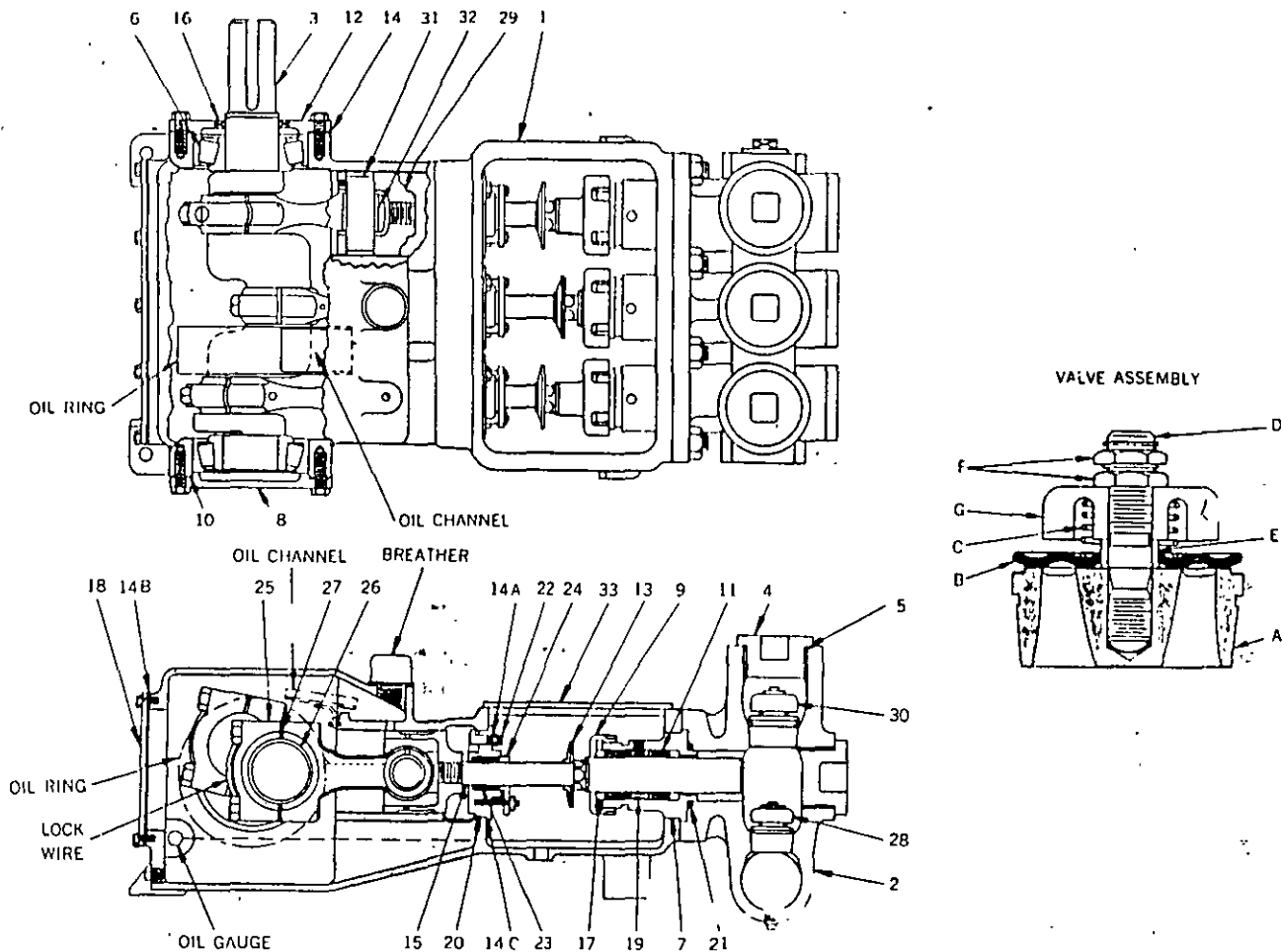
La rotación de las bombas Moineaus "standard" es reversible. La performance es idéntica en ambos sentidos.

### Adaptable

Hay bombas Moineaus para prácticamente todos los flujos que puedan empujarse a través de un tubo. Desde líquidos livianos hasta todos abrasivos y sustancias conteniendo partículas relativamente largas. El amplio rango de materiales con los que se puede construir los elementos de bombeo, asegura que usted puede obtener la adecuada bomba para uso en su particular aplicación.



# reciprocating pumps, power nomenclature



**HORIZONTAL TRIPLEX POWER PUMP**

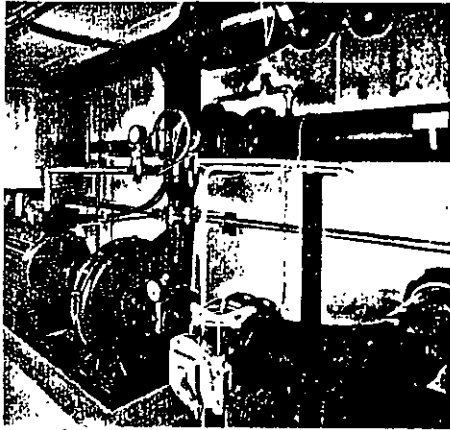
**Fig. 11**

- |                                     |                               |                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1 — Frame                           | 14C — Gasket                  | D — Stud                        |
| 2 — Liquid Cylinder                 | 15 — Plunger                  | E — Sleeve                      |
| 3 — Crankshaft                      | 16 — Oil Seal                 | F — Lock Nut                    |
| 4 — Cylinder Head                   | 17 — Plunger Packing Ring     | G — Guard                       |
| 5 — "O" Ring                        | 18 — Frame Rear Cover         | 29 — Crosshead                  |
| 6 — Main Bearing                    | 19 — Lantern Gland            | 30 — Discharge Valve (Complete) |
| 7 — Stuffing Box                    | 20 — Diaphragm Stuffing Box   | A — Seat                        |
| 8 — Main Bearing Cover (Closed End) | 21 — Stuffing Box Gasket      | B — Valve                       |
| 9 — Stuffing Box Nut                | 22 — Hook Bolt                | C — Spring                      |
| 10 — Shim                           | 23 — Packing (Power End)      | D — Stud                        |
| 11 — Packing (Plunger)              | 24 — Gland                    | E — Sleeve                      |
| 12 — Main Bearing Cover (Drive End) | 25 — Connecting Rod and Cap   | F — Lock Nut                    |
| 13 — Deflector                      | 26 — Crankpin Bearing Shell   | G — Guard                       |
| 14 — Gasket                         | 27 — Connecting Rod Shim      | — Crosshead Pin                 |
| 14A — Gasket                        | 28 — Suction Valve (Complete) | 32 — Crosshead Pin Bushing      |
| 14B — Gasket                        | A — Seat                      | 33 — Frame Top Cover            |
|                                     | B — Valve                     |                                 |
|                                     | C — Spring                    |                                 |

# Etanorm MX, Eta<sup>®</sup> RX

# Eta R

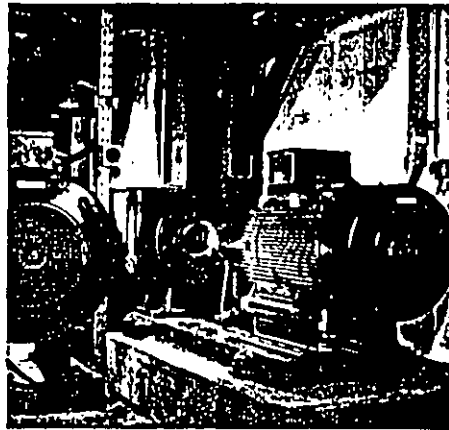
# Riotherm Etaline Etazet



Bombas de carcasa espiral para rociadores automáticos según VDS<sup>2)</sup> para el bombeo de agua contra incendios sin sustancias abrasivas y sólidas.

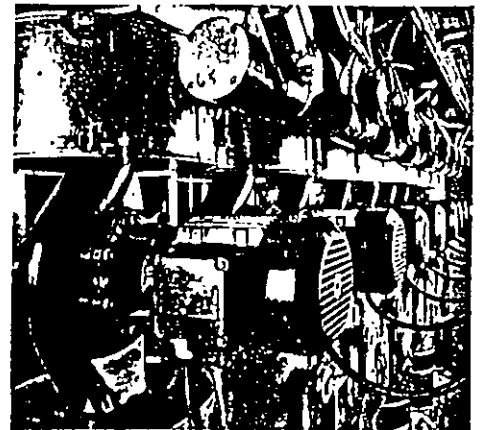
<sup>2)</sup> Admisión VDS imprescindible en Alemania

DN	50-200
Q l/s	166
H m	104
p bar	16
t °C	+20
n 1/min	3000



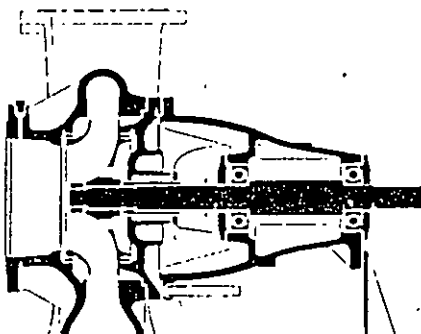
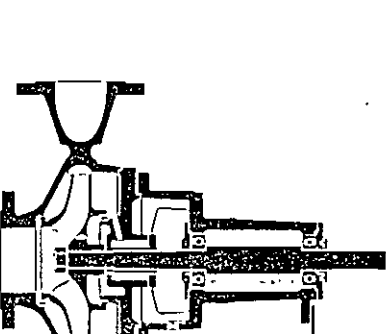
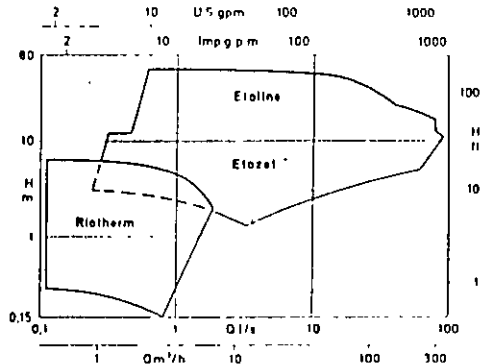
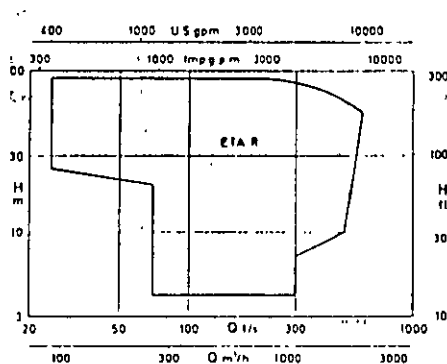
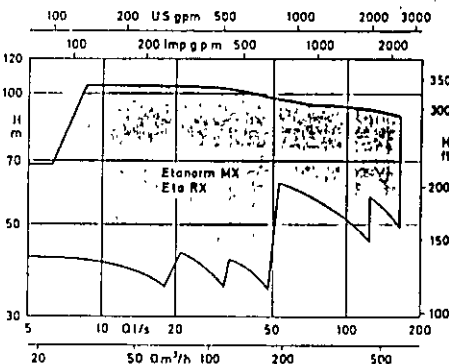
Bombas de carcasa espiral para el bombeo de líquidos limpios sin sustancias abrasivas y sólidas.

DN	125-300
Q l/s	600
H m	90
p bar	10
t °C	-30 +110
n 1/min	1800



Bombas de carcasa espiral de construcción en línea, bombas individuales y gemelas para el bombeo de agua de uso industrial, agua líbia, agua caliente, condensado y agua de refrigeración.

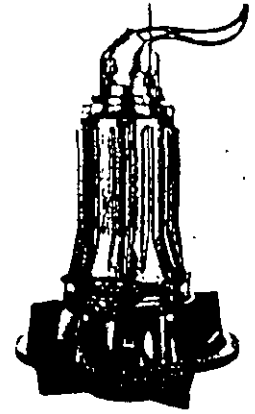
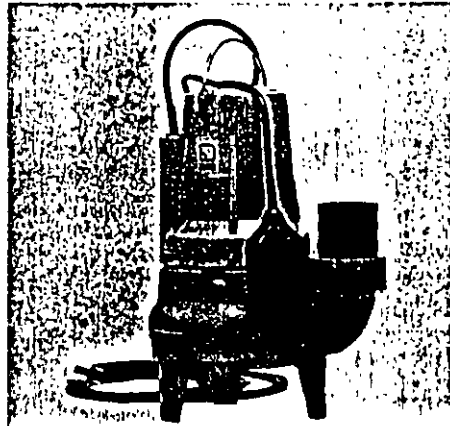
	Riotherm	Etaline/Etazet
DN	25-32	40-150
Q l/s	2,8	103
H m	6	60
p bar	10	16
t °C	-2 +110	-10 +140
n 1/min	2800	2900



# S

# Ama-Duro®

# Amacan (ET)



Motobomba sumergible para el bombeo de agua natural, limpia y de uso industrial.

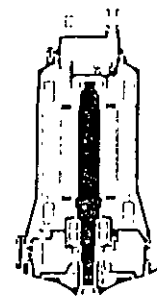
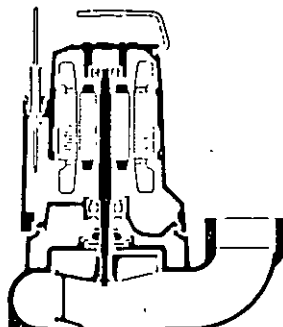
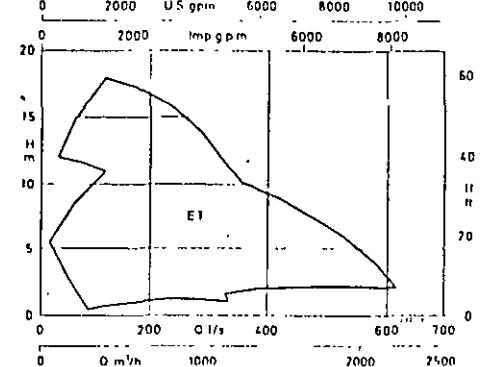
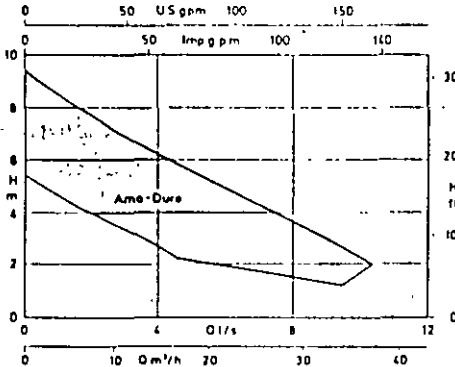
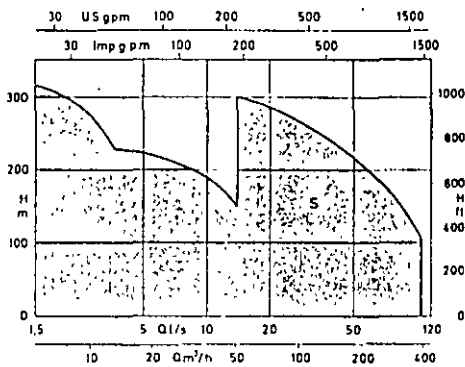
Bomba de motor completamente sumergible en construcción monobloc, con interruptor flotador, con rodete de flujo libre/con rodete de un solo álabe para el bombeo de agua sucia o residual, si no se requiere una protección contra explosiones.

Bombas de motor sumergibles para pozos, para el bombeo de aguas sucias y residuales químicamente neutras así como lodos. Aplicación en estaciones de bombeo de drenaje y de aguas residuales y en depuradoras. Grupo monobloc con rodete acanalado.

DN (diámetro del pozo) a partir de	150 (6")	
Q	l/s	1-110
H	m	10-300
p	bar	hasta 30
t	°C	hasta +55
n	1/min	1450-3500

DN	50-65	
Q	l/s	10,5
H	m	9
p	bar	-
t	°C	+70 (de corto tiempo)
n	1/min	-

Tamaño de construcción	206-368	
Q	l/s	25-600
H	m	18
p	bar	-
t	°C	+30
n	1/min	hasta 1450
P	kW	4-55



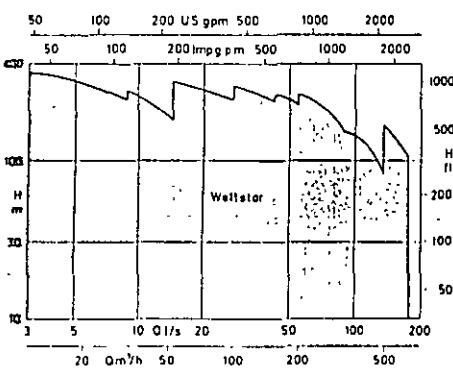


# Wellstar

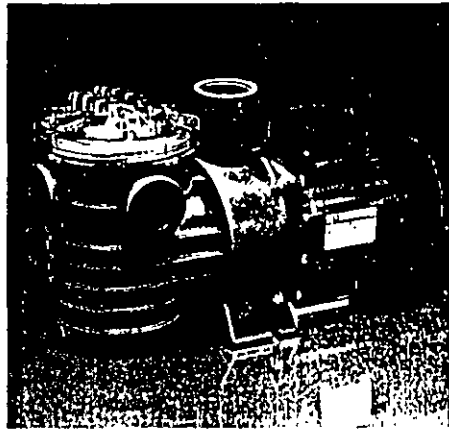


Bombas para pozos profundos para el bombeo de agua natural, agua limpia y agua de uso industrial.

DN	80-250
Q l/s	180
H m	350
p bar	hasta 30
t °C	hasta +60
n 1/min	1450-3600

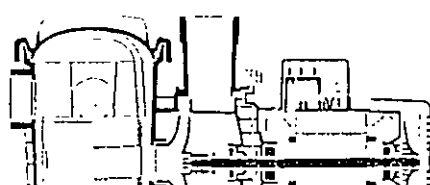
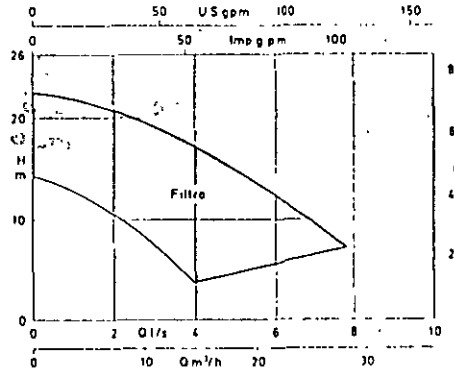


# Filtra



Bombas de circulación para instalaciones filtrantes en piscinas para el bombeo de agua limpia o ligeramente sucia; agua de piscina.

DN	40-50
Q l/s	7,8
H m	22
p bar	2,5
t °C	+35
n 1/min	-

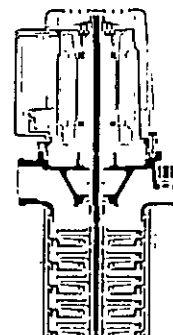
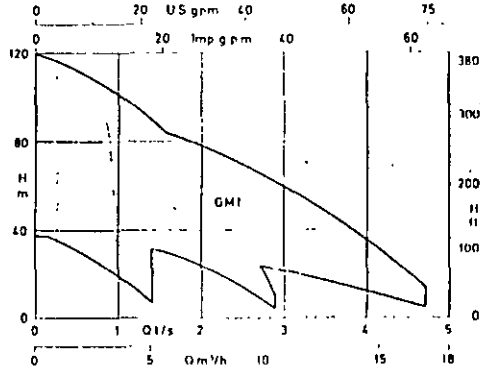


# GMI



Bomba vertical de alta presión multietalonada y de aspiración normal. En combinación con el aparato de distribución automática Cérvomatic, la GMI puede usarse como instalación de abastecimiento de agua doméstica.

DN	32
Q l/s	5
H m	120
p bar	16
t °C	-10 +70
n 1/min	2900



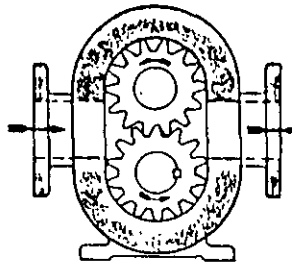


## Gear

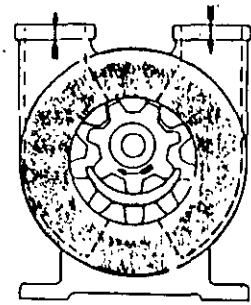
In this type fluid is carried between gear teeth and displaced when they mesh. The surfaces of the rotors cooperate to provide continuous sealing and either rotor is capable of driving the other.

External gear pumps have all gear rotors cut externally. These may have spur, helical, or herringbone gear teeth and may use timing gears.

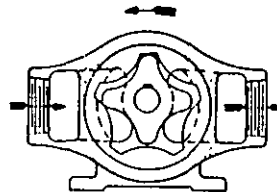
Internal gear pumps have one rotor with internally cut gear teeth meshing with an externally cut gear. Pumps of this class are made with or without a crescent shaped partition. Fig. 10 illustrates an external spur gear pump. Figs. 11 and 12 illustrate internal gear pumps with and without the crescent shaped partition.



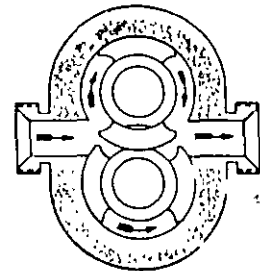
EXTERNAL GEAR PUMP  
Fig. 10



INTERNAL GEAR PUMP  
(with crescent)  
Fig. 11



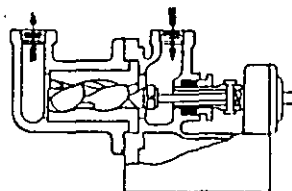
INTERNAL GEAR PUMP  
(without crescent)  
Fig. 12



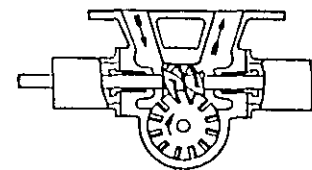
CIRCUMFERENTIAL  
PISTON PUMP  
Fig. 13

## Circumferential Piston

In this type, fluid is carried from inlet to outlet in spaces between piston surfaces. There are no sealing contacts between rotor surfaces. In the external circumferential piston pump, the rotors must be timed by separate means, and each rotor may have one or more piston elements. In the internal circumferential piston pump, timing is not required, and each rotor must have two or more piston elements. Fig. 13 illustrates an external multiple piston type. The dark green portions of the figure represent the rotating parts.



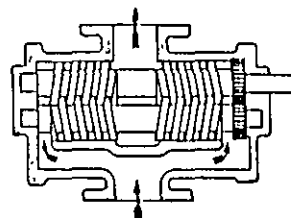
SINGLE SCREW PUMP  
Fig. 14



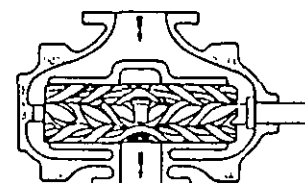
SCREW AND WHEEL PUMP  
Fig. 15

## Screw (Single)

In one type, fluid is carried between rotor screw threads and is displaced axially, as they mesh with internal threads on the stator. The rotor threads are eccentric to the axis of rotation. This type is illustrated in Fig. 14. Another type of single screw pump is shown in Fig. 15. This type depends upon a plate wheel to seal the screw so that there is no continuous cavity between the suction and discharge.



TWO SCREW PUMP  
Fig. 16



THREE SCREW PUMP  
Fig. 17

## Screw (Multiple)

In this type, fluid is carried between rotor screw threads and is displaced axially as they mesh. Such pumps may be timed or untimed. Fig. 16 illustrates a timed screw pump. Fig. 17 illustrates an untimed screw pump.



# rotary pumps types

## Basic Types

There are four basic types in the single rotor pump class and also four basic types in the multiple rotor pump class.

### Vane

In this type, the vane or vanes, which may be in the form of blades, buckets, rollers, or slippers, cooperate with a dam to draw fluid into and force it from the pump chamber. These pumps may be made with vanes in either the rotor or stator and with radial hydraulic forces on the rotor balanced or unbalanced. The vane-in-rotor pumps may be made with constant or variable displacement pumping elements. Fig. 2 illustrates a vane-in-rotor constant displacement unbalanced pump. Fig. 3 illustrates a vane-in-stator constant displacement unbalanced pump.

### Piston

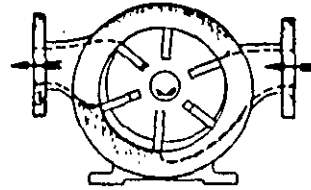
In this type fluid is drawn in and forced out by pistons which reciprocate within cylinders with the valving accomplished by rotation of the pistons and cylinders relative to the ports. The cylinders may be axially or radially disposed and arranged for either constant or variable displacement pumping. All types are made with multiple pistons except that the constant displacement radial type may be either single or multiple piston. Fig. 4 illustrates an axial, constant displacement piston pump.

### Flexible Member

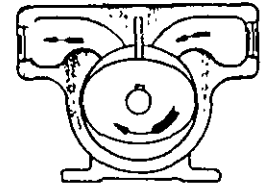
In this type the fluid pumping and sealing action depends on the elasticity of the flexible member(s). The flexible member may be a tube, a vane, or a liner. These types are illustrated in Figs. 5, 6, and 7, respectively.

### Lobe

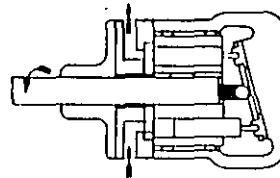
In this type fluid is carried between rotor lobe surfaces from the inlet to the outlet. The rotor surfaces cooperate to provide continuous sealing. The rotors must be timed by separate means. Each rotor has one or more lobes. Figs. 8 and 9 illustrate a single and a three-lobe pump, respectively.



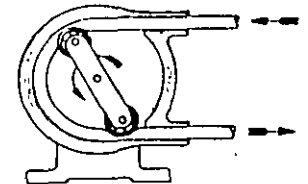
SLIDING VANE PUMP  
Fig. 2



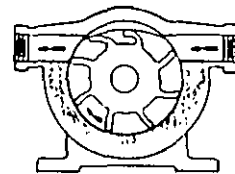
EXTERNAL VANE PUMP  
Fig. 3



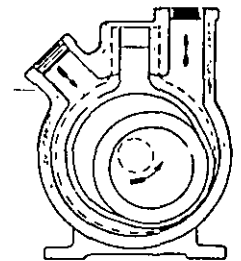
AXIAL PISTON PUMP  
Fig. 4



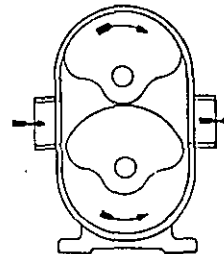
FLEXIBLE TUBE PUMP  
Fig. 5



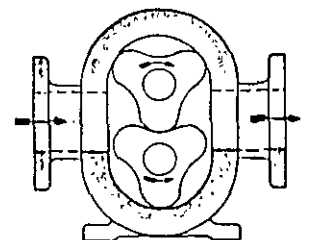
FLEXIBLE VANE PUMP  
Fig. 6



FLEXIBLE LINER PUMP  
Fig. 7



SINGLE LOBE PUMP  
Fig. 8



THREE-LOBE PUMP  
Fig. 9

## PRINCIPLES OF CENTRIFUGAL PUMPS

The Centrifugal Pump is designed on the principle of imparting velocity to the liquid which it is handling and directing the liquid, with its acquired velocity to the point of use. The velocity is given to the fluid by utilizing the "centrifugal force" which is generated whenever an object is rotated around a central axis. The object being rotated tends to fly away from the center of rotation due to its velocity and this force increases proportionately with the speed of rotation.

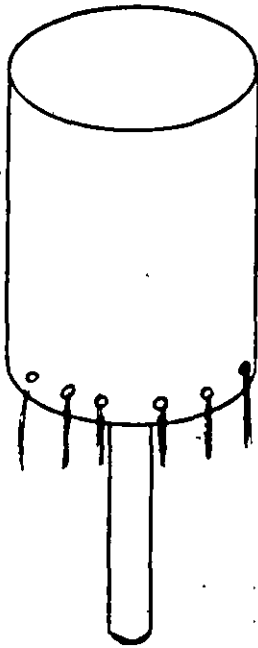


FIGURE 1

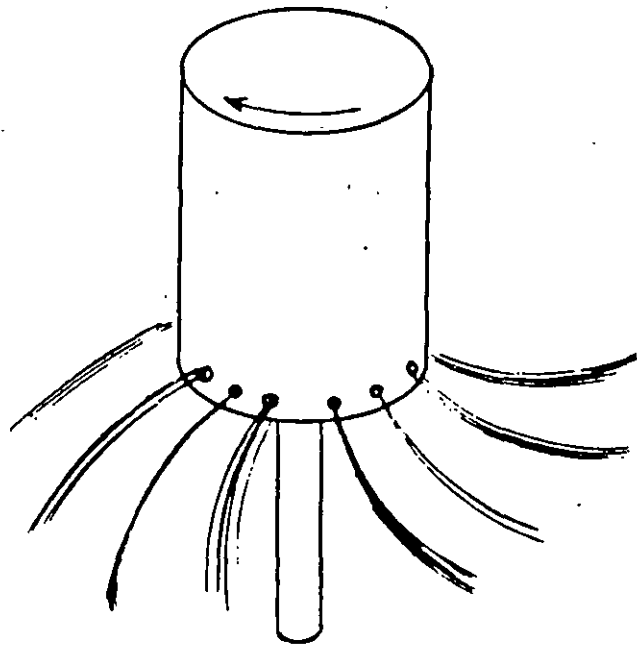


FIGURE 2

As an example, let us consider a round container, or can, with a series of small holes in its outer periphery and with an axle mounted in its center as in Figure 1. If we fill the can with water, the water will of course drain by gravity from the holes and the can will empty. If we now rotate the can relatively slowly with a fresh filling of water, the inner walls of the can will impart velocity to the water and it will drain from the holes at an increased rate. The faster we turn the can, the more velocity energy is given to the water and the faster we drain the can. Figure 2 illustrates this fact. We can also increase the rate of drainage or "pumping" by increasing the diameter of the can, which in effect allows more velocity to be imparted to the water due to the increased peripheral speed of our can or "impeller".

Now, suppose we close up the opening of our can and place a pressure gauge in the cover. If we begin with a full can of water and are performing our experiment at sea level, the gauge will read zero pounds pressure or 14.7 PSI absolute. With the can at rest, no water will leave the can because a state of equilibrium would exist between the pressures inside and outside the can and water could not leave the bottom openings unless air could enter to displace it. If the can were now rotated, water would leave the holes as before due to the velocity imparted to it and the gauge in the cover would indicate a drop in pressure to below atmospheric pressure or in the vacuum range. Theoretically, we should be able to empty the can in this manner and completely evacuate the can. As soon as we pumped all the water from the can, air would enter the holes and break the vacuum, since the can would have nothing to pump but air at this point. Air, having very little density compared to water, cannot readily be pumped in the manner described and Centrifugal Pumps are for this reason very inefficient air pumps.

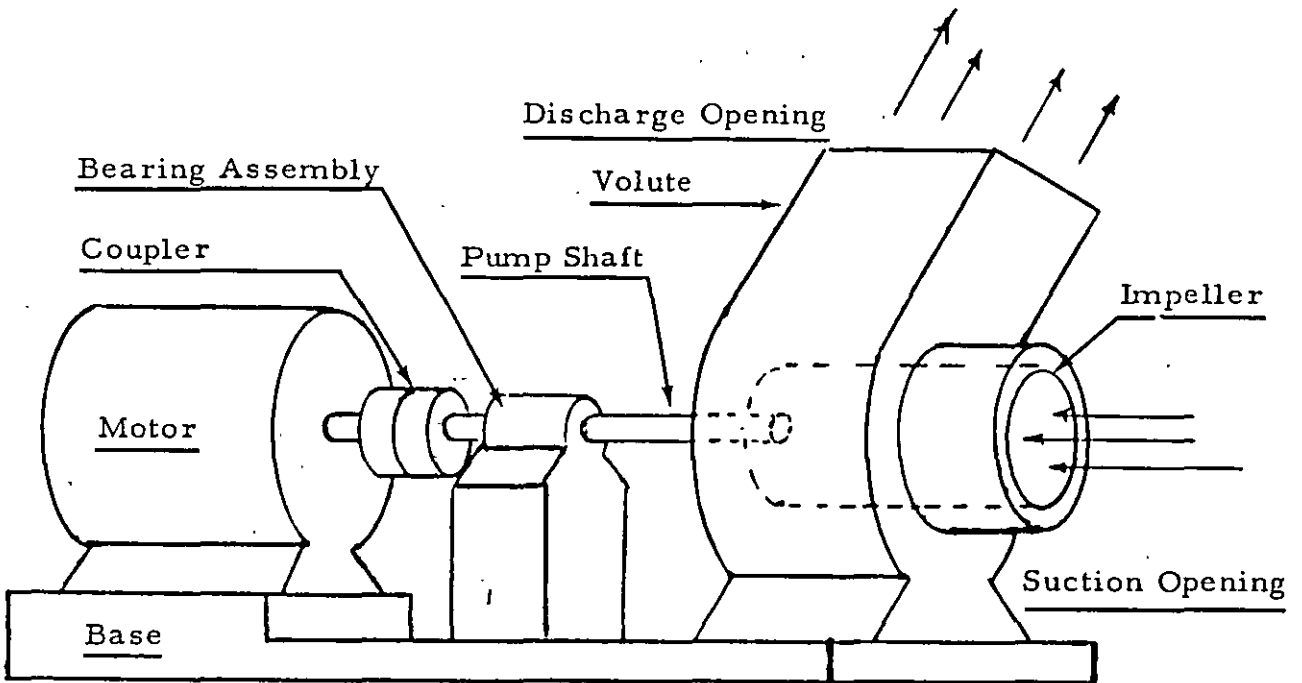


FIGURE 3

This tells us why a Centrifugal Pump can lift water to a certain degree on its suction side and why it must be primed with water to accomplish this. To further explain the centrifugal pumping process, let us use our "can impeller" to construct a Centrifugal Pump. Figure 3 shows our impeller with its shaft inserted in a bearing and being driven through a coupling by an electric motor. The impeller is installed in an enclosure which collects the water leaving the impeller and directs it out through the discharge opening of the enclosure or pump body. The impeller opening or "eye" is located at the pump suction opening. The entire apparatus is mounted securely to a base, usually made of cast iron or steel.

The suction opening of our pump is connected to the source of the fluid to be pumped and the discharge side is connected to the point of use. When the pump motor turns the shaft, fluid is delivered to the discharge opening and the pressure in the eye of the impeller drops. The pressure differential between the fluid source and the impeller eye causes fluid to enter the suction side of the pump at the same rate as the fluid leaving the pump discharge. The direction of rotation would be immaterial since the flow direction is guided by the pump body construction.

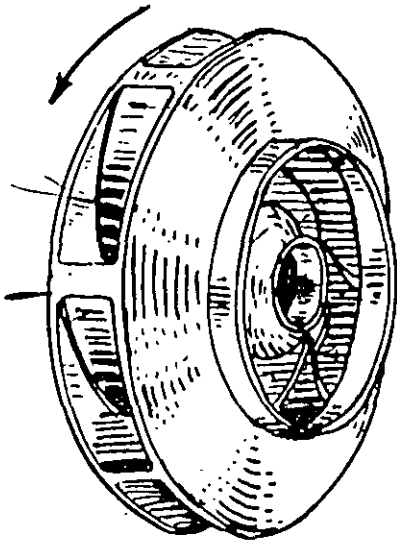


FIGURE 4

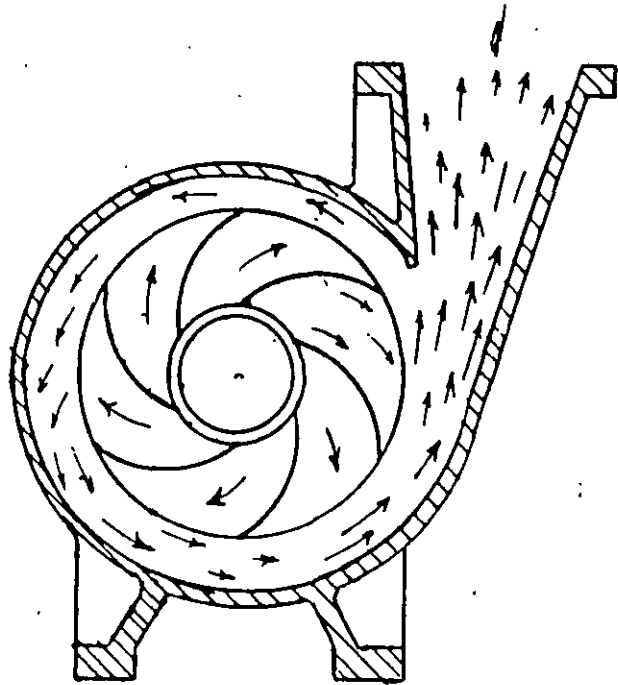
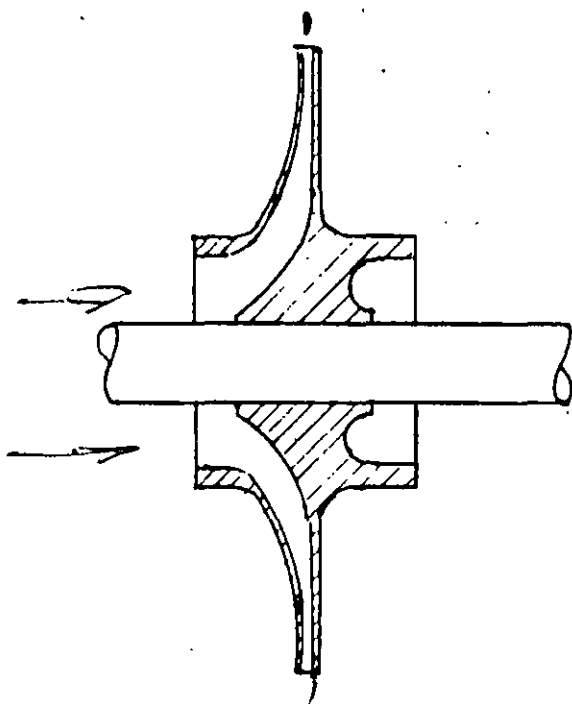


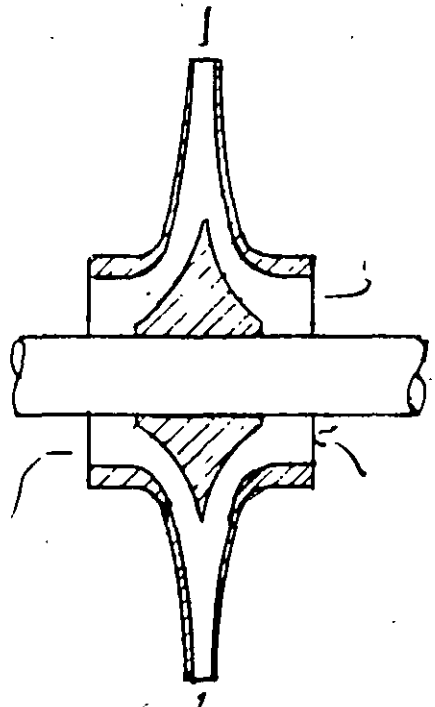
FIGURE 5

The impeller used in this illustration would be very inefficient and was used only to simplify the principles involved. In actual practice, a number of curved blades or "vanes" are added inside the impeller to pick up the fluid and add momentum to it and these blades are shaped to streamline the flow pattern. Figure 4 shows a typical impeller with the proper direction of rotation. The blades or vanes always "slap" the water - they do not "dig in". Figure 5 shows the impeller inside the pump body with directional arrows indicating the flow pattern. Figure 5 illustrates why the impeller direction must be toward the discharge opening for proper operation. Reverse rotation causes turbulence and reduces pump capacity while at the same time it increases motor loading.



Single Suction Impeller

FIGURE 6



Double Suction Impeller

FIGURE 7

## IMPELLERS

Impellers of the type just described are called "single suction", since the water enters at one side of the impeller as shown in Figure 6. In some cases, the pump is so constructed that the water enters at both sides of the impeller as in Figure 7 and this is called a "double suction" impeller. Impellers which have a wall or "shroud" enclosing the vanes on both sides are called "closed" impellers and the impellers just described are of this type. These are used whenever the pumped liquid is free of large particles which might clog the impeller passages. Where moderately sized particles are included in the pumped liquid, the front impeller shroud is omitted and the impeller is called a "semi-open" impeller. In cases where larger masses must be handled with the liquid, such as sewage pumping, both shrouds are omitted and the impeller is of the "open" type.

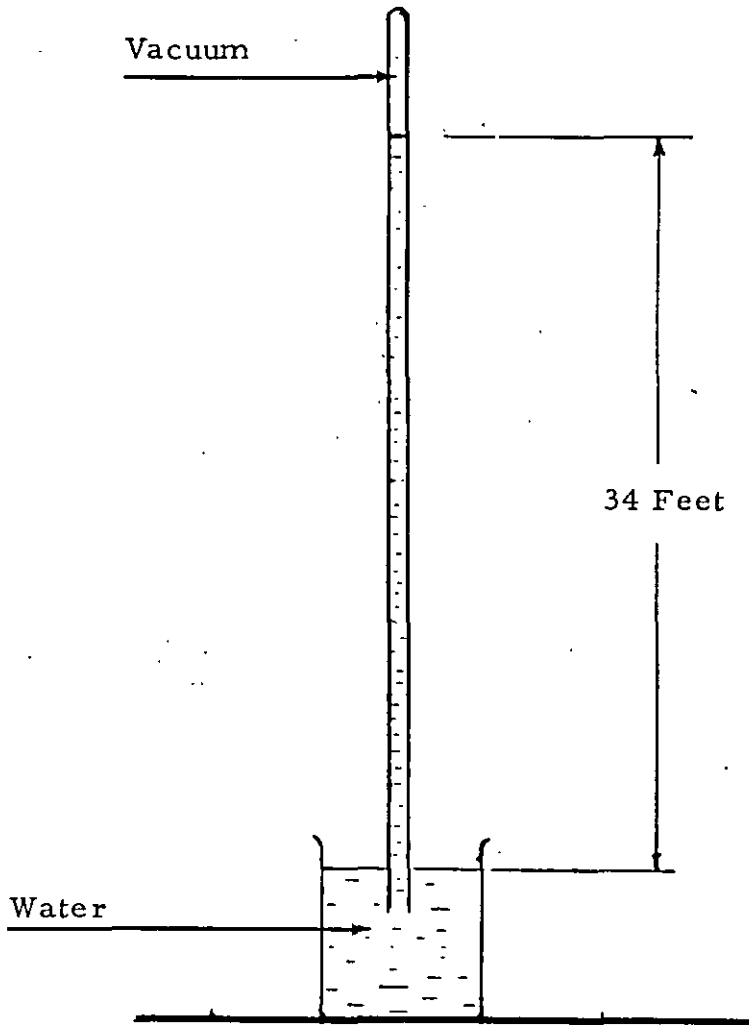


FIGURE 8

A Centrifugal Pump can cause water to be elevated in its suction line and it is sometimes stated that the pump "lifts" the water. The pump actually does not lift water but makes it possible for atmospheric pressure acting on the pumped liquid to lift it. As stated in the earlier part of this text, a decrease in pressure takes place in the suction line when a pump operates and the liquid in the line will rise in response to atmospheric pressure pushing it up the line. Figure 8 shows that at sea level, atmospheric pressure will support a column of water about 34 feet high. Therefore, a pump could cause this degree of lift if it were capable of pulling a total vacuum in its suction line. This is not possible due to vapor pressure of the pumped liquid and the fact that pumps are not 100% efficient. Centrifugal Pumps are capable of something on the order of 26 feet of suction lift at sea level at reduced efficiencies. Most pumps of the centrifugal type are limited to a total suction side pressure drop of 15 feet when used with their published capacity curves.



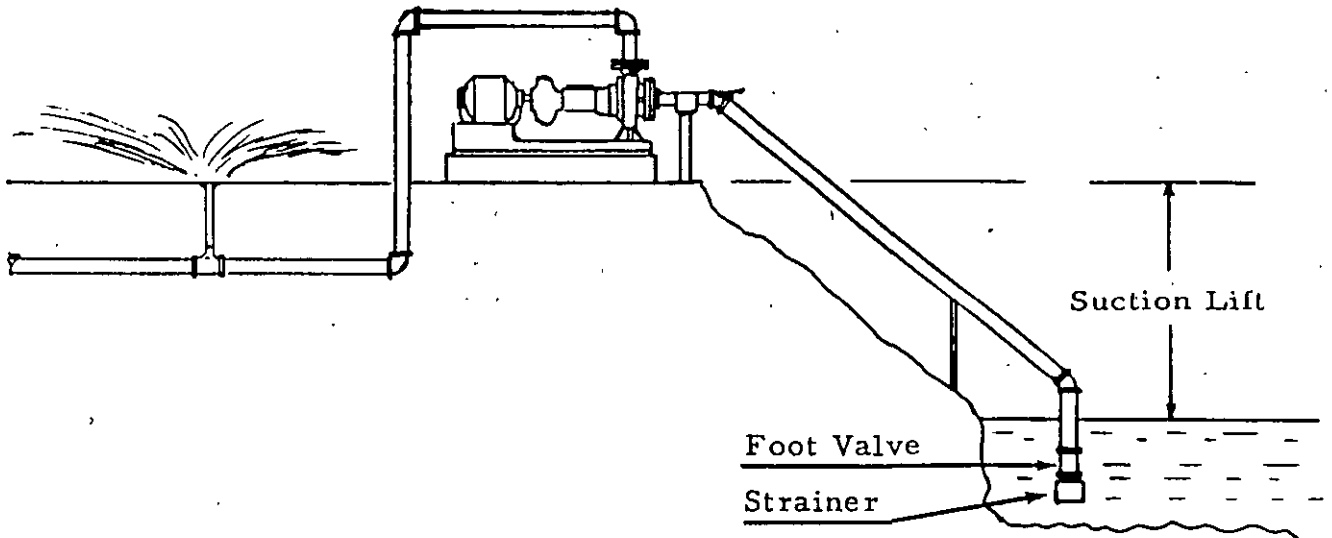


FIGURE 9

It should be kept in mind that this pressure drop is a product of the sum of the suction lift and the actual suction line pressure drop. In order to cause flow to take place under conditions of a suction lift, the pump body and suction line must be filled with water or "primed". This means that a check valve, sometimes called a "foot valve" must be installed at the inlet end of the suction line to hold the prime whenever the pump stops. A strainer is usually placed ahead of the foot valve to keep out trash which might cause leakage of the foot valve. Figure 9 shows the use of a Centrifugal Pump to use pond water for irrigation, with the various components described above.

Since the pump must maintain a partial vacuum in its suction line to insure suction lift, it is vulnerable to any leaks in this line which will allow air to enter and break the vacuum. Even a small leak can greatly reduce pumping efficiency and a leak of any consequence could render the pump inoperative. —

Where the liquid source is above the pump suction, the pump will of course always be primed and will deliver water whenever it operates. This is also true where the pump is installed in a closed piping circuit, where the pump is called upon only to overcome the circuit pressure drop. Details of these systems and design information are covered in other B&G manuals and will therefore not be covered here.

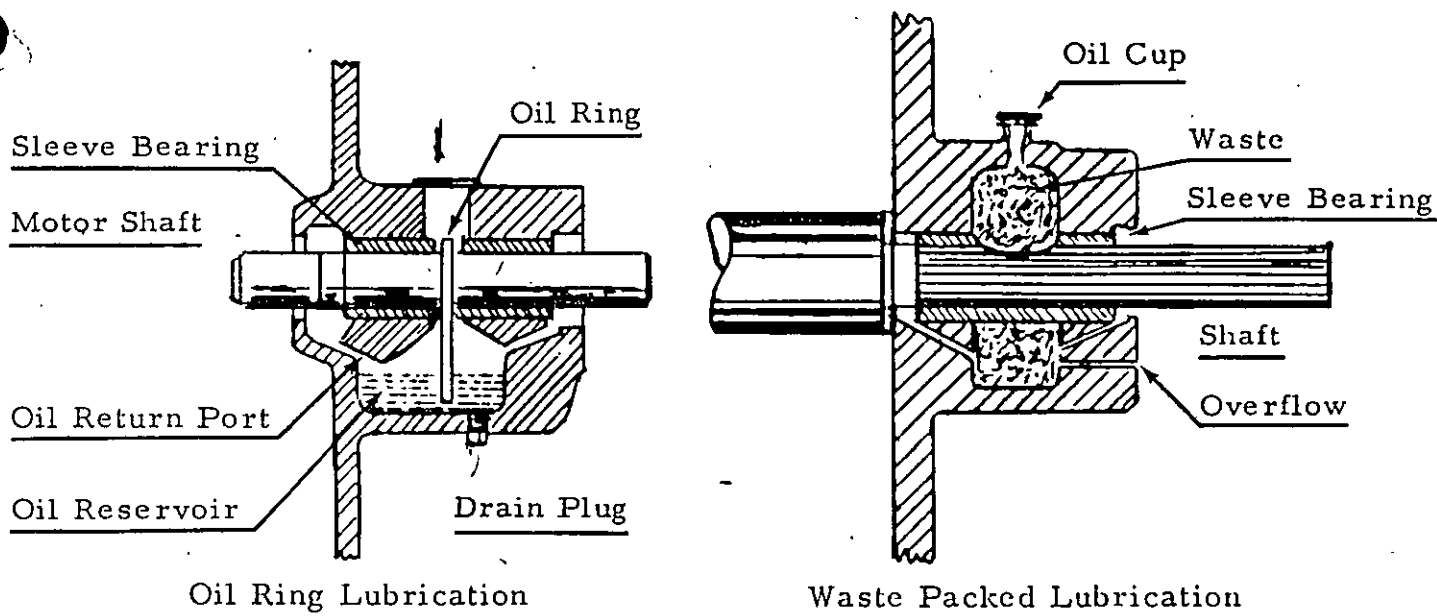


FIGURE 10

Some helpful information on this subject is included below:

### Sleeve Bearings

Figure 10 illustrates typical lubrication systems as applied to sleeve motor bearings. The oil ring lubricated bearing has a metal ring which rides on the motor shaft through a slot in the bearing. As the motor shaft rotates, the oil ring picks up oil from the reservoir and feeds it to the bearing. The bearing has grooves which allows the oil to flow over the bearing and back to the reservoir. The reservoir has a drain plug and the motor manufacturer generally recommends that the oil be drained and replaced at periodic intervals. It is important that these instructions be followed, particularly as to the type of oil used for lubrication. Bearing clearances, ambient temperatures and motor speeds are all factors in the type of oil used. For this reason, a record should be kept on each motor for lubrication follow-up.

The waste-packed bearing shown in Figure 10 uses the capillary action of a suitable wicking material to feed oil to the bearings. Oil is generally added to these bearings very slowly until it is observed to be running out of the overflow hole. As a rule, the oil in these bearings is not changed, the oil chamber is completely packed with wicking which keeps dirt and other foreign matter out of the oil. It is not necessary to use detergent oils in these bearings since no cleaning is needed. High grade non-detergent mineral oils should be used of the viscosity recommended by the motor manufacturer for the conditions under which the motor is running.

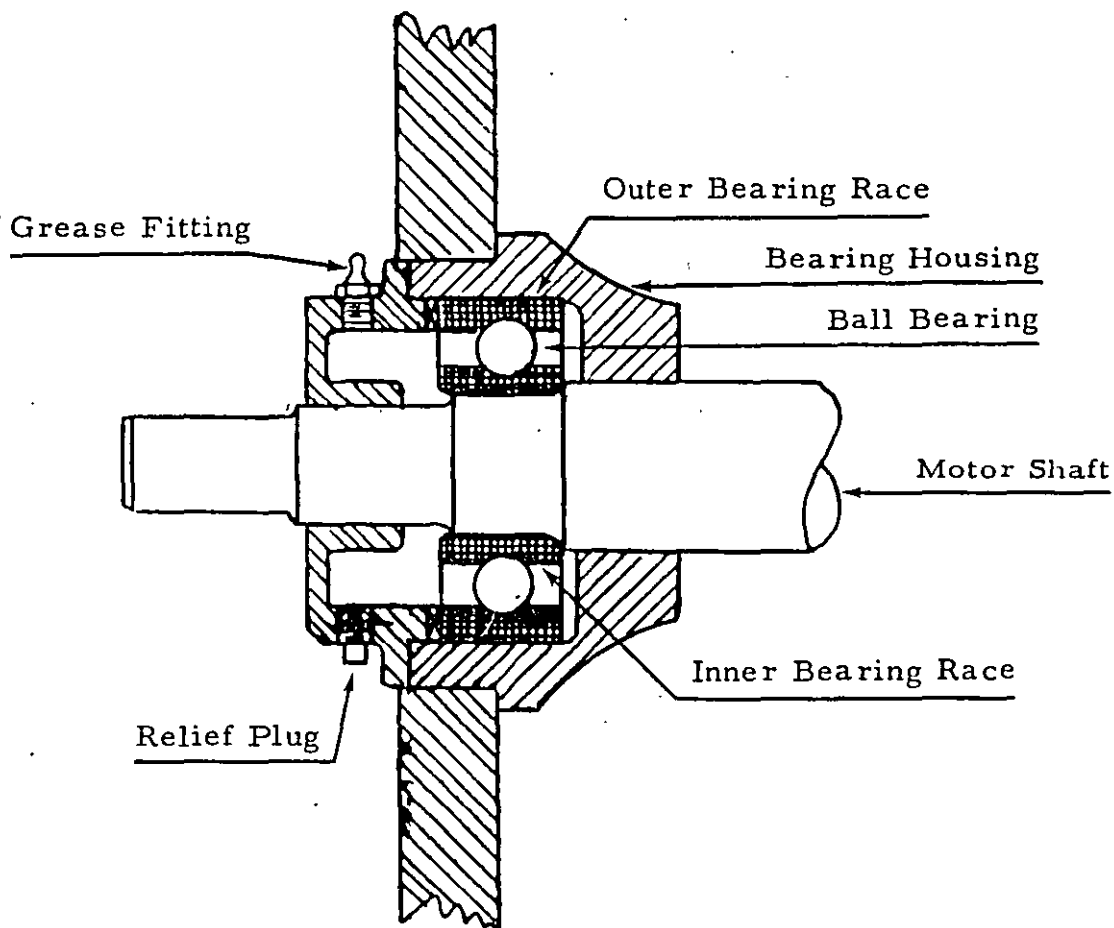


FIGURE 11

### Ball Bearings

Figure 11 shows a typical motor ball bearing. The bearing is a tight press fit on the motor shaft, with the outer race a snug, but not tight fit in the bearing housing. This prevents stresses or binding of the bearing due to expansion of the shaft with heat, etc. Some motors are equipped with "permanently lubricated" bearings and require no lubrication - they are replaced when worn out. These bearings are grease packed when fabricated and have a shield at each side which retains the grease and keeps out dirt. The bearing illustrated is of the type which can be greased and is provided with a grease fitting for that purpose. In addition, a drain plug is provided at the bottom of the bearing chamber.

These bearings are initially greased when the motor is manufactured, but require periodic lubrication at regular intervals as stated by the motor manufacturer. The purpose of lubrication periods is to replace the old grease with its accumulated dirt with fresh, clean grease. This is done by removing the drain or relief plug from the bearing chamber and adding grease until all the old, dirty grease is forced out of the relief hole. To facilitate this, the motor may be run during the greasing process. The relief plug should not be replaced until the bearing has cleared itself of all excess grease through the relief port. Greasing of these bearings without opening the relief port will pack the bearing solidly with grease and cause overheating and possible bearing failure.

## PUMP SEALS

The point at which the pump shaft enters the pump body must be provided with a seal. The two most commonly used sealing methods are the packing type stuffing box and the mechanical seal.

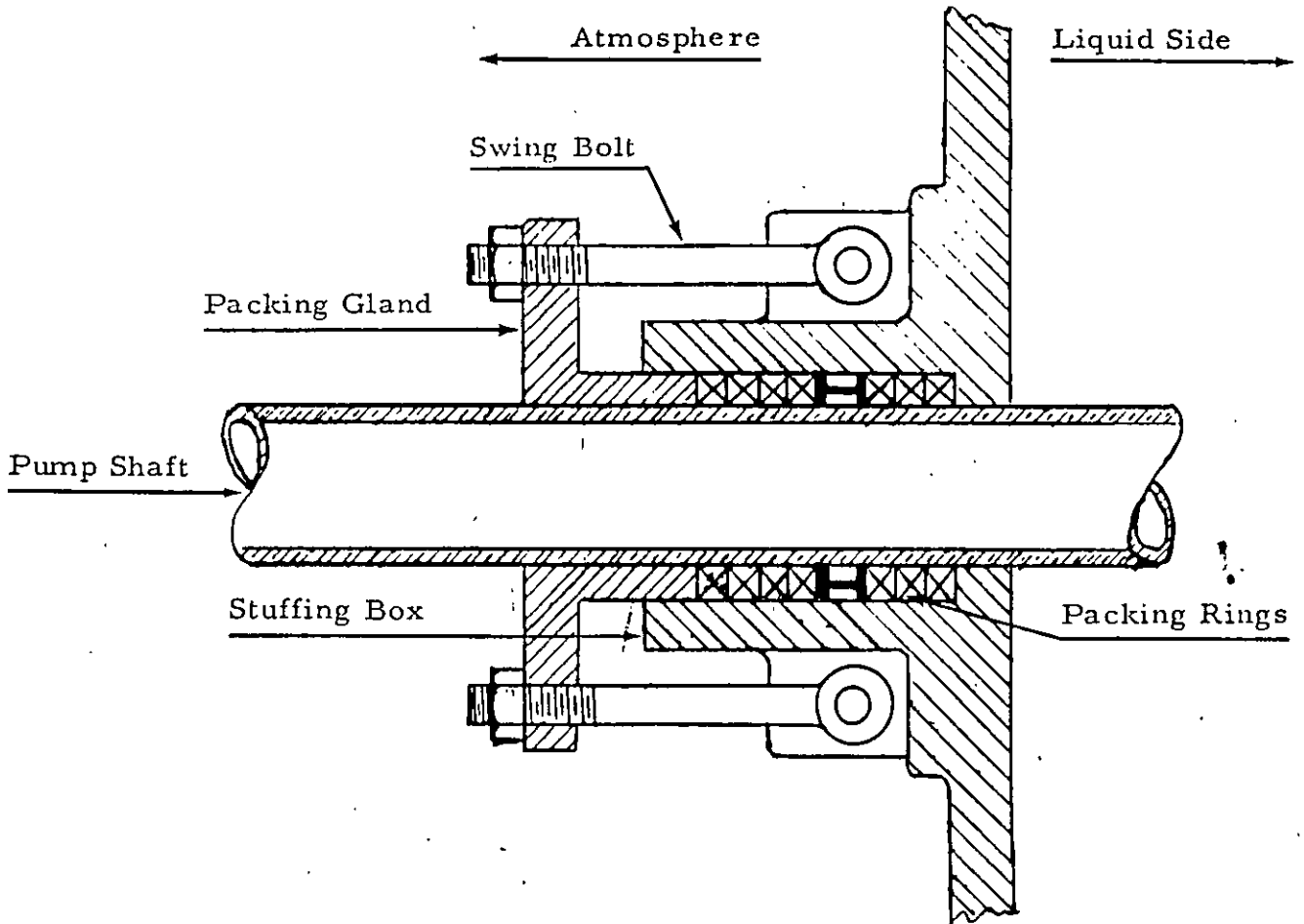


FIGURE 12

### Packing Type

Figure 12 shows a typical stuffing box with the packing in place. The packing rings are made of graphite impregnated cord, molded lead foil or other resilient material formed into properly sized split rings. These are compressed into the stuffing box by means of a packing gland. This packing gland is pulled up by means of a pair of gland nuts which are threaded on their respective swing bolts as shown in the illustration. It is important that the tension on the packing gland be such that the packing drips steadily. Too much packing pressure will not allow leakage and causes scoring of the pump shaft and overheating of the packing. After a period of time, the packing will be compressed and loses its resilience. This is evidenced by overheating of the stuffing box and excessive leakage if the gland is backed off to allow cooler operation. At this point, the packing should be replaced with the proper type and in the proper sequence as called for in the manufacturer's instructions.

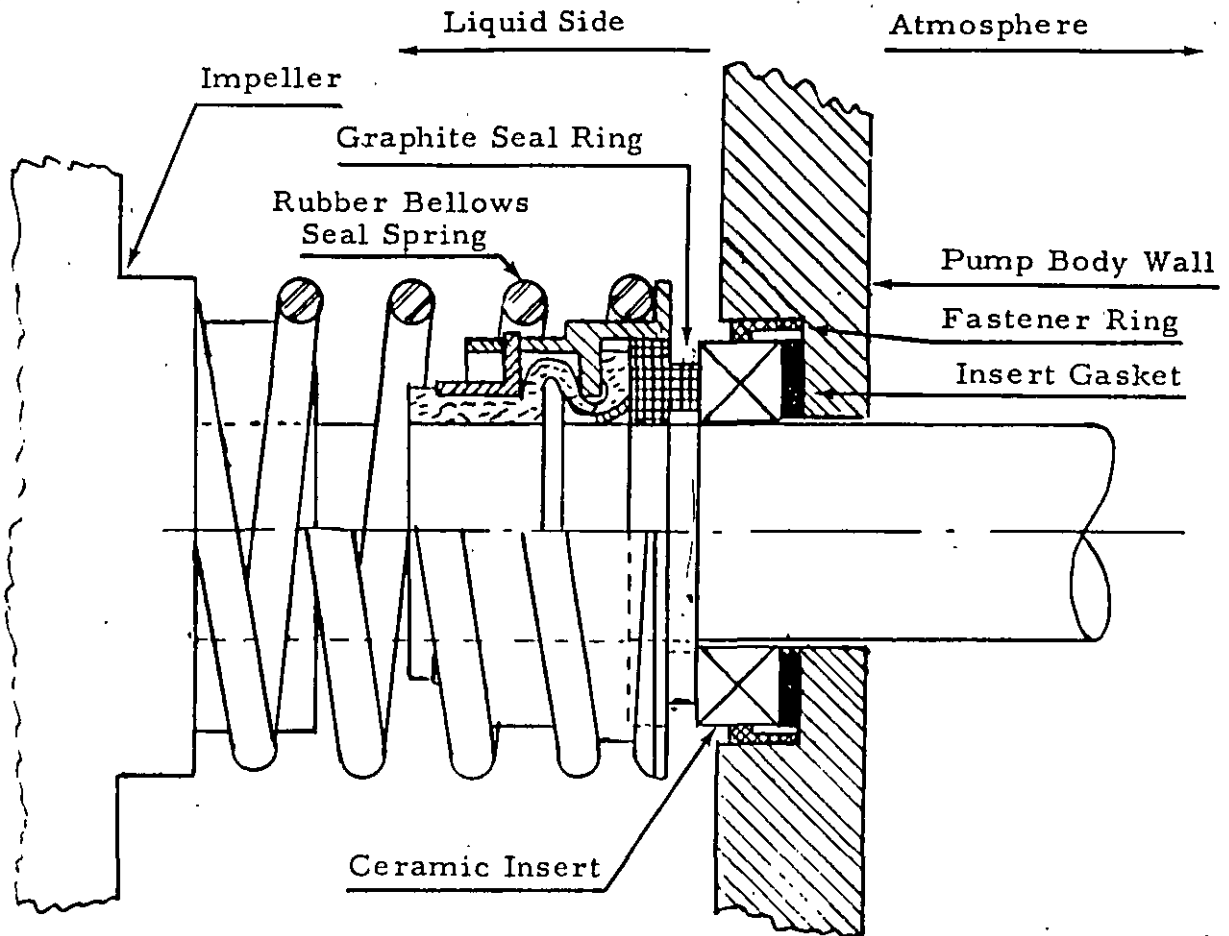


FIGURE 13

### Mechanical Seals

Figure 13 shows a typical mechanical seal. These seal sets consist of a stationary member which is usually made of a very hard ceramic material. This stationary ring fits into a recess in the pump body and has a rubber gasket behind it to form a water-tight seal at this point. This ceramic is kept from turning by means of a fastener ring pressed into the recess which engages flats on each side of the ring. A molded graphite seal ring rotates against the lapped face of the ceramic and forms the actual water seal at this point. The graphite seal ring is backed up by a rubber bellows which fits tightly on the pump shaft and is held tightly forward against the graphite ring by means of the seal spring. This spring keeps the graphite rotating ring tightly against the stationary ceramic and pushes it forward to make up for wear. No maintenance or adjustments are needed. In the event that the seal becomes worn and leaks, it is replaced.

## PUMP COUPLINGS

The function of the pump coupling is to compensate for small deviations in alignment between the pump and motor shafts. While couplings will do this within the tolerances established by the coupling manufacturer, it should be kept in mind that the closer the shaft alignment, the better and more quietly the pump will operate. Operating a pump with severe misalignment between the shafts will result in noisy operation, early coupling failure and possible pump or motor bearing failures.

Shaft alignment may be accomplished by means of a straight-edge or if extreme accuracy is required, a dial indicator should be used. The dial indicator method is preferred where allowable deviations are given by the pump manufacturer in thousandths of an inch, since a direct reading may be taken from the indicator dial. The methods used are fully explained in other B&G publications.

Pump couplings are furnished in two basic types; the equalized spring type and the flexible disc type.

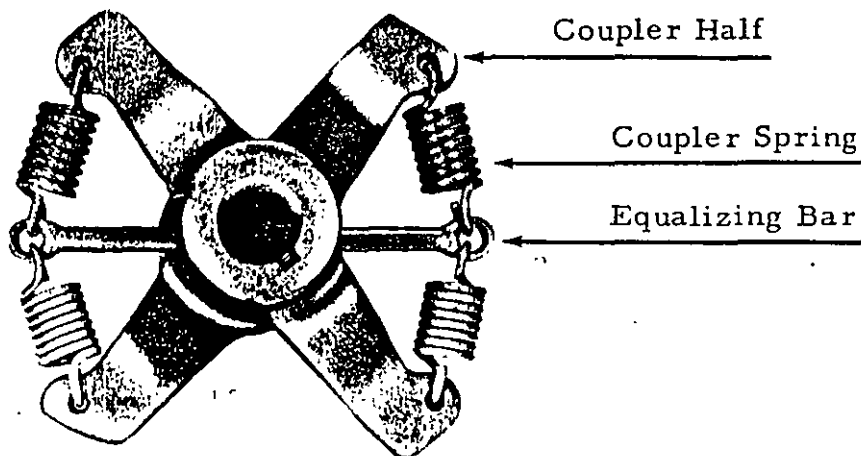


FIGURE 14

### Equalized Spring Type

Figure 14 shows the spring type coupler which is used where quiet, smooth operation is essential. The motor turns the pump shaft through four springs in tension, with the torque balanced on all four springs by an equalizing bar. This coupler requires no maintenance and is trouble-free provided alignment is proper. Where coupler breakage or noisy operation occurs, coupler alignment is very likely the cause.

Motors with resilient motor mountings are sometimes overoiled with surplus oil spilling over on the rubber mountings. Constant soaking in oil causes deterioration of the mounting and sagging of the motor. Mountings should always be checked for this condition where coupler breakage occurs often.

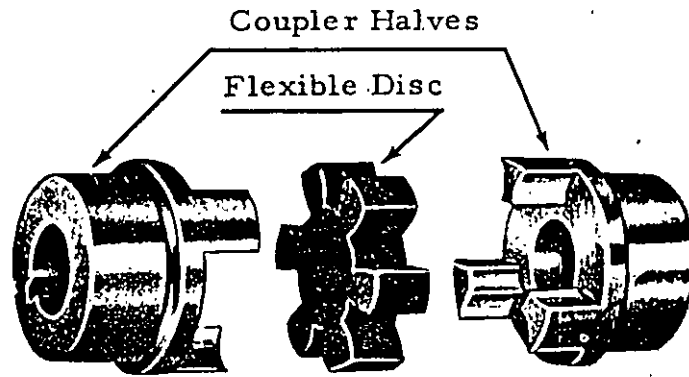


FIGURE 15

### Flexible Disc Type

Figure 15 shows the typical flexible disc coupler. These are used on applications where extremely quiet operation is not called for and where heavy duty is required. The motor drives the pump shaft through the flexible center member which absorbs misalignment or shock. The center flexible member should be checked for wear if rough operation or noise becomes apparent. This flexible disc should never be tightly bound between the two coupler halves - maintain the slight clearance called for in the coupler specifications furnished by the pump manufacturer. Sleeve bearing motors which may have considerable end play should have this coupler clearance checked when the motor is on its magnetic center.

If the pump is equipped with a coupler guard, always replace the guard after servicing the pump. A rotating coupler can cause severe injury if it is of the type for which a guard is normally provided.

## PUMP BODIES

Centrifugal Pump bodies, commonly called "volute" are manufactured in two types - the horizontal split case and the vertical split case. The terminology refers to the manner in which the pump body is split for assembly or disassembly.

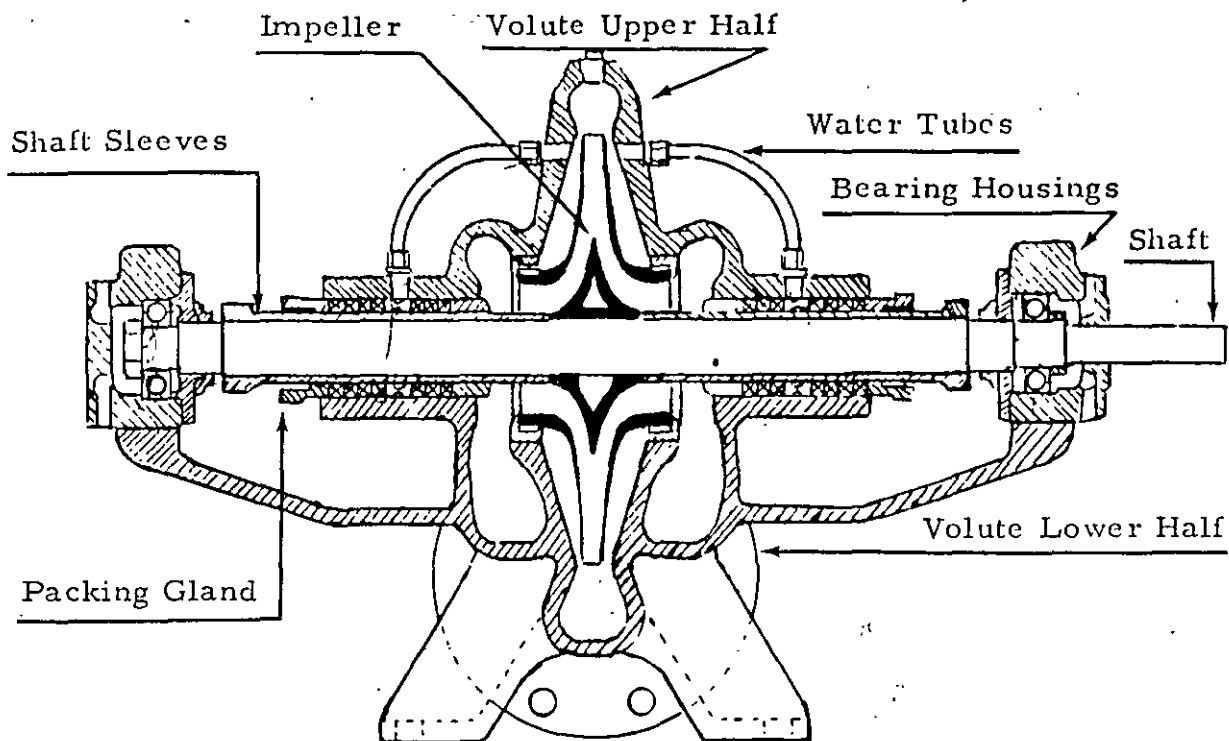


FIGURE 16

### Horizontal Split Case

Figure 16 is a detail drawing of a typical horizontal split case pump. The volute is split down the centerline of its horizontal axis and is disassembled by removing the top half of the volute. The impeller is mounted at about the midpoint of the shaft, making it necessary to have two seals or stuffing boxes. Bearings are at each shaft end and are either sleeve or ball bearing construction. The pump impellers are usually the double suction type although single suction are sometimes used. The majority of these pumps are stuffing box type with some manufacturers making mechanical seals available as an alternate.



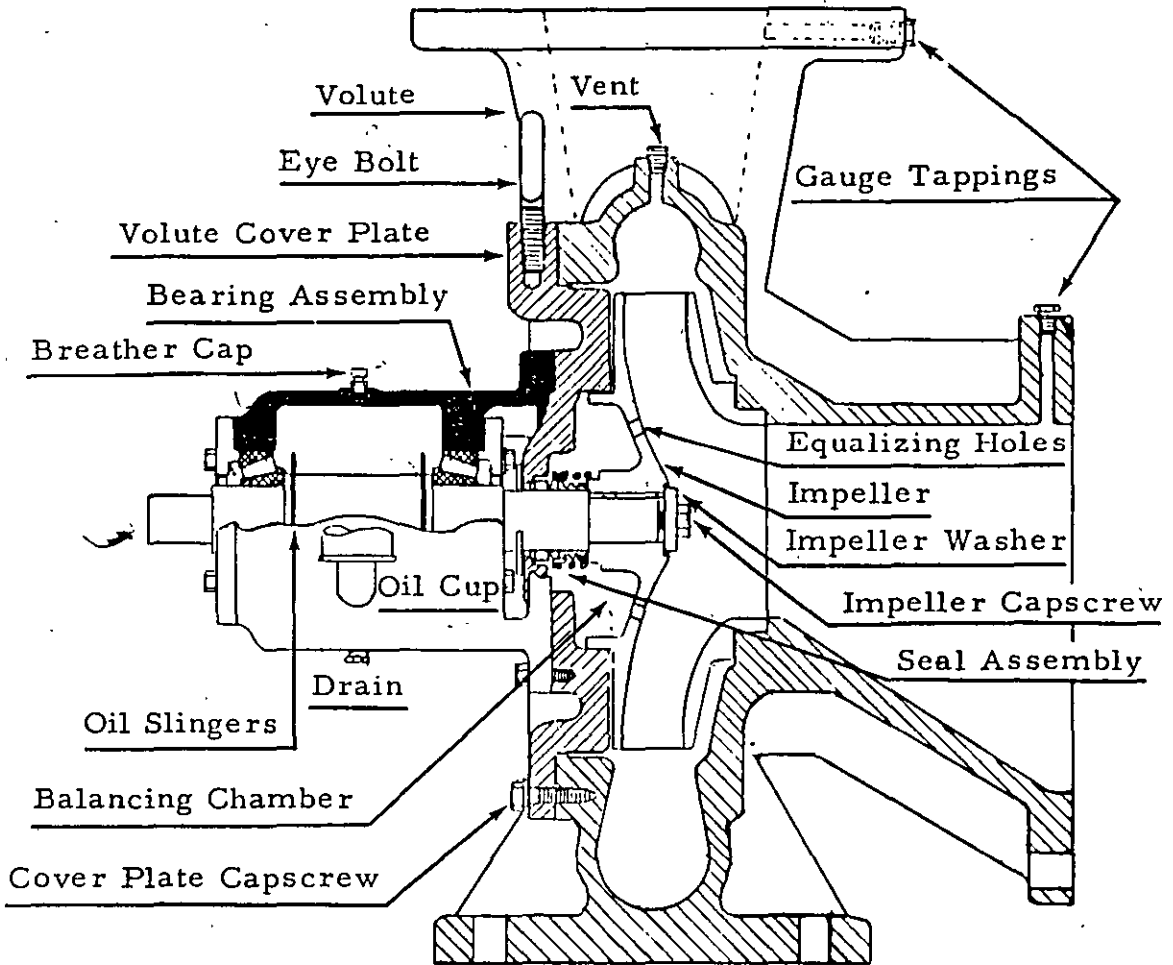


FIGURE 17

### Vertical Split Case

Figure 17 shows a vertical split case pump. It will be noted that the body casting is a single piece with an opening at the back in which a cover plate and bearing assembly are mounted. The bearing assembly consists of a casting in which the bearing and pump shaft are mounted. This in turn is mounted on the cover plate by means of capscrews and the seal and impeller are then installed on the pump shaft. The impeller is keyed to the shaft and held in place by means of a washer and capscrew. This pump is a B&G Series 1510 and has oil lubricated roller bearing construction. Oil is supplied to the bearings from the reservoir by means of the oil slingers attached to the pump shaft. The cover plate and bearing assembly are held in place on the pump body by means of capscrews and can be removed for service by removing these screws.

It will be noted from the above discussion that the piping connections differ between horizontal and vertical split case pumps. The horizontal type is "straight through", with suction in one end and the discharge out the other in the same plane. The vertical type is usually "angle type" or "end suction" with the discharge line at right angles to the suction line.

## MECHANICAL CONSTRUCTION OF CENTRIFUGAL PUMPS

The basic Centrifugal Pump we have been discussing is furnished not only in the **BASE MOUNTED** type for mounting on a foundation but also in **LINE MOUNTED** construction for installing directly in the pipe line which it serves. Either of these may also have separate pump and motor shafts connected by a coupler, called **LONG COUPLED**; or the motor shaft may be common to both the motor and pump in which case the pump is called **SHORT COUPLED**.

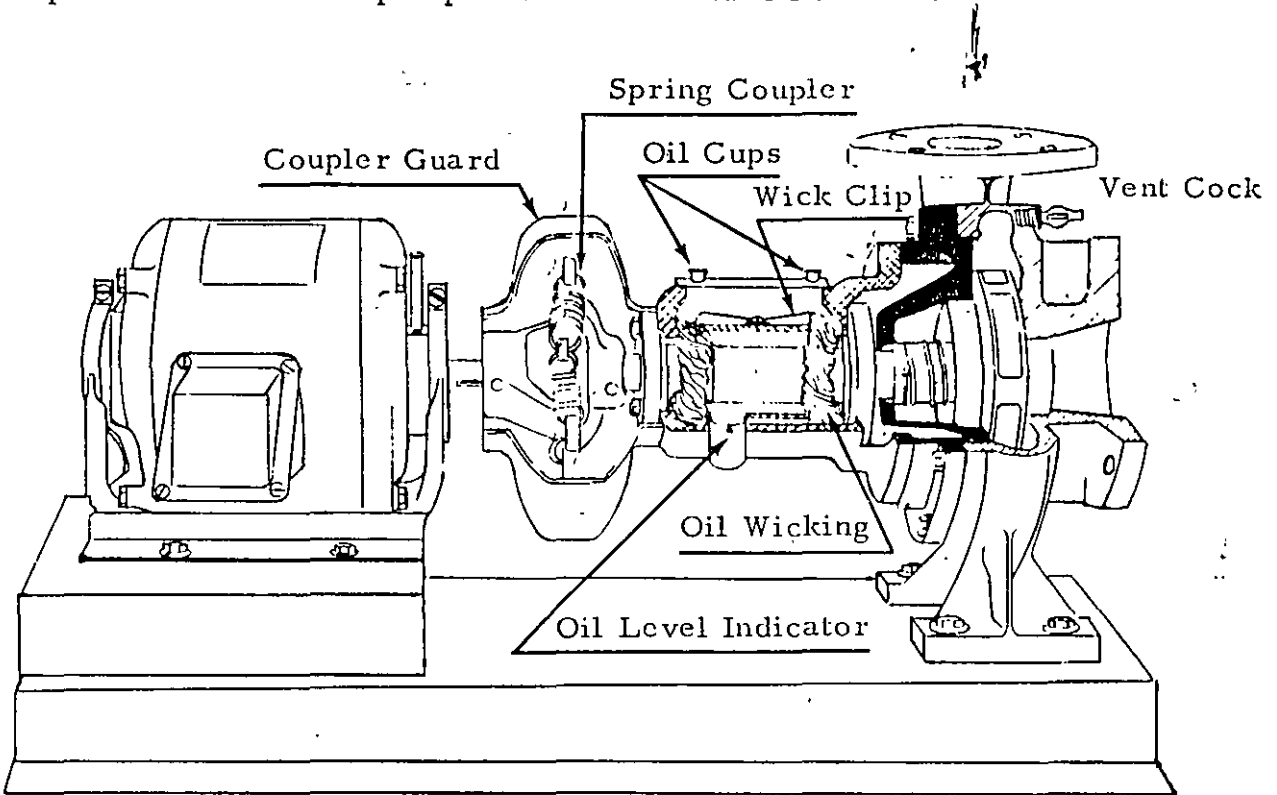


FIGURE 18

### Base Mounted Long Coupled

Figure 18 shows a B&G Universal Pump of sleeve bearing construction with oil wick lubrication. The motor is also equipped with sleeve bearings and a spring type coupler is employed for quiet operation. The pump bearings are fed oil through capillary action from the oil reservoir via the oil wicking. The wicking rides on the shaft journals through slots in the bearings and is held in place by the spring steel wick clip.

Oil is added when needed through the top oil cups which keeps the wicking wet. Dry wicks take time to feed enough oil to reach saturation and the pump bearings may overheat before this takes place. The side oil cup is an indicator for proper oil level and oil should always be visible in this cup for proper lubrication.

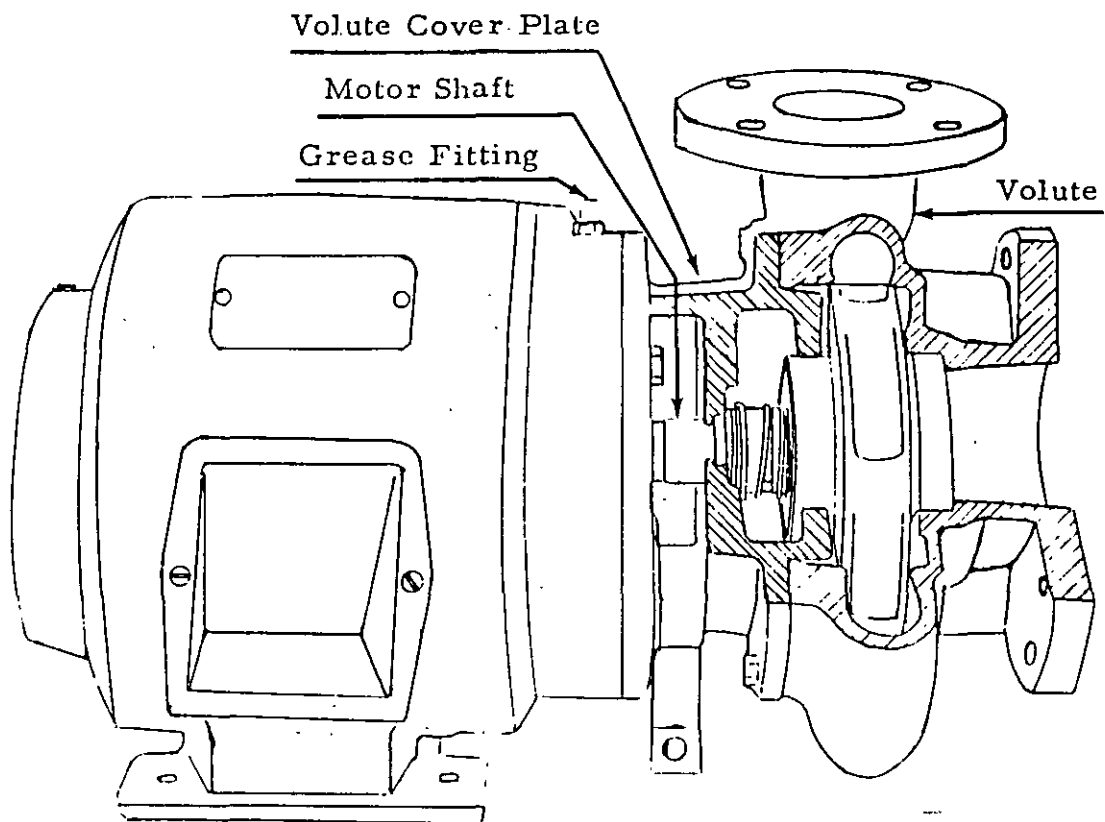


FIGURE 19

#### Base Mounted Close Coupled

This type is illustrated by the Series 1531 Pump in Figure 19. The pump motor has an extended shaft which enters the pump body through an opening in the cover plate. This makes it unnecessary to have a separate base since the pump is mounted by means of the motor legs. The mechanical seal and impeller are mounted directly on the motor shaft. In this type of construction, the pump body is supported by the motor and has no independent mounting legs. The motor bearings are usually ball bearing grease lubricated and the lubrication procedure would be the same as for motor ball bearings as outlined on page 9.

For servicing, the cover plate capscrews are removed and the pump assembly is pulled back until it is clear of the pump body, which is left supported by the piping. The motor legs should be secured to the pump foundation by means of capscrews and flush fasteners, since the use of studs would not permit the pump to be moved back free of the pump body.

#### Line Mounted Centrifugal Pumps

The Line Mounted Pump is installed directly in and is supported by the piping system which it serves. The most common application is the circulation of water in Hydronic heating or cooling systems. Since quiet operation is essential, these pumps are usually supplied with sleeve bearings and use the spring type coupler. For isolation of motor vibration from the system, the motor is cradled in resilient motor mountings.

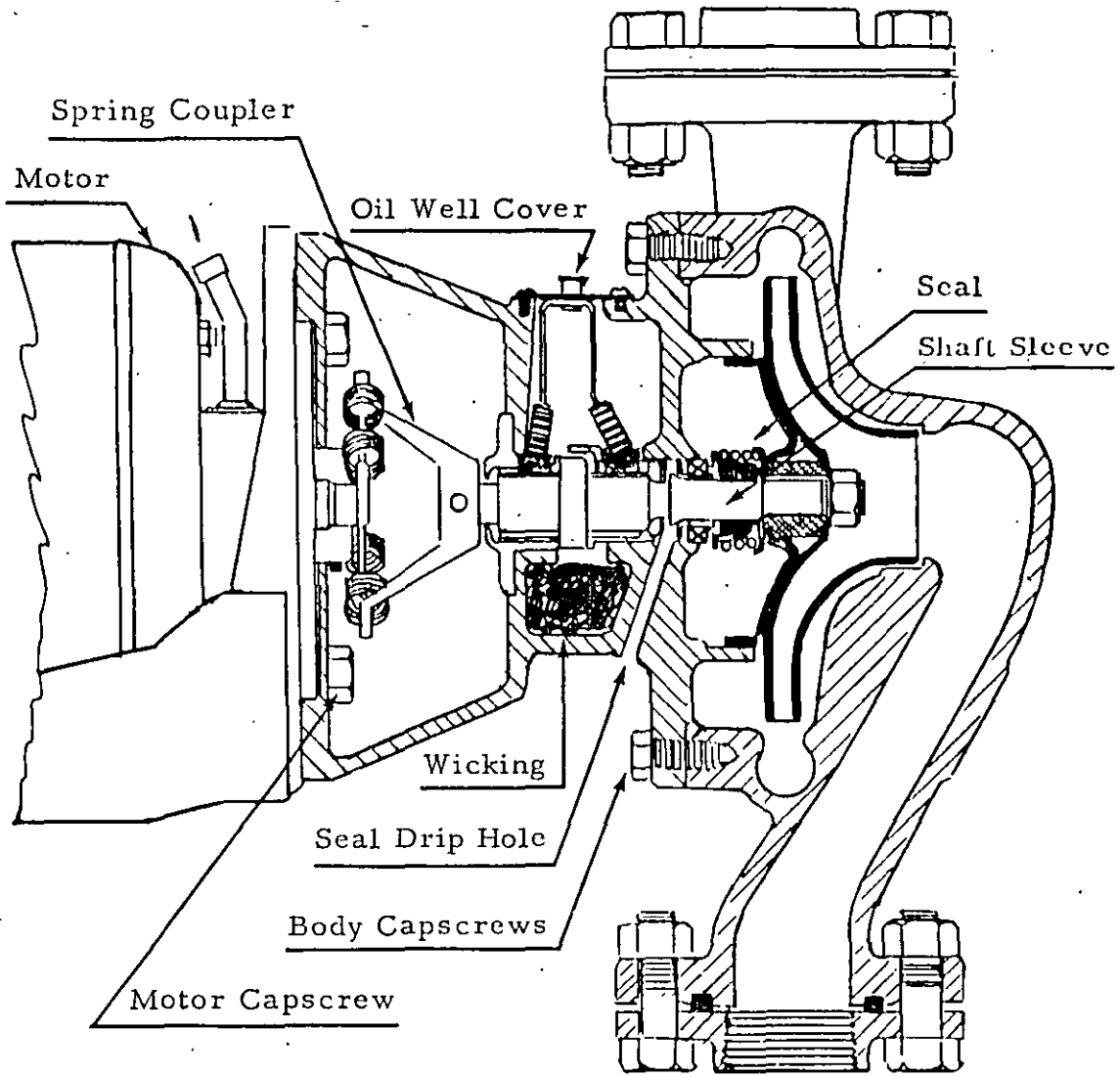
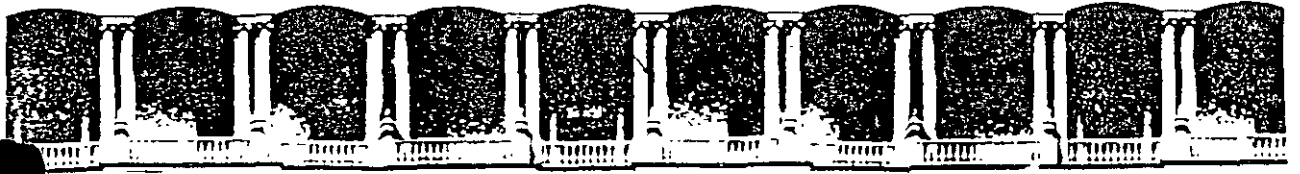


FIGURE 20

Figure 20 shows a Series 60 B&G Line Mounted Pump. It will be seen from the illustration that the pump has a single suction impeller with the suction line entering the bottom and the discharge line at the top. When needed, the pump body may be rotated on the bearing assembly to pump down, left to right, or right to left.

The pump bearings are sleeve, with oil wicks held in place by a pair of springs attached to the oil well cover plate. A mechanical seal is provided, which in this case rotates against the conventional ceramic insert. In some of the smaller line mounted pumps, the seal carbon rotates directly against the flapped surface of the cast iron bearing assembly.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y  
DE GAS PARA EDIFICIOS**

**INSTALACIONES SANITARIAS DESAGÜES SANITARIOS,  
DOBLE VENTILACIÓN**

**EXPOSITOR: ING. JORGE ESQUIVEL FRANCO  
MAYO 1999.**

## INSTALACIONES SANITARIAS

Los elementos de una instalación sanitaria se inician en las descargas de los propios muebles sanitarios que requieren tuberías de desague con diámetros mínimos recomendables y que pueden verse en la tabla anexa. Tabla No. 14.

En la misma tabla pueden obtenerse las unidades mueble de descarga, con las cuáles pueden calcularse tanto los ramaleos horizontales como las bajadas de aguas negras.

Ninguna de las salidas sanitarias debe quedar abierta dentro de un local, por lo cual todos los muebles deben estar provistos de un sifón que impida la salida de los gases contaminados del albañal y los olores hacia el propio local. Las coladeras de aseo de los pisos igualmente deben ser protegidas con sifones y vale aclarar que si éstos son demasiado pequeños, perderán fácilmente la obturación hidráulica al evaporarse su contenido, habiendo necesidad de reponerlo con frecuencia manualmente.

La capacidad de los ramaleos horizontales queda mostrada en la tabla anexa ( tabla No. 15 ), y la pendiente mínima, en la zona de sanitarios es de 2 ‰ en diámetros menores de 100 mm y 1 ‰ para diámetros de 100 mm y mayores.

En este tipo de instalaciones, está prohibido el uso de cambios de dirección a 90 ° en el plano horizontal, debiendo ser con codos o Y griegas a 45° en los cambios de vertical a horizontal si se permite el uso de piezas a 90°.

### BAJADAS DE AGUAS NEGRAS

El agua, en las columnas de aguas negras, baja adherida a las paredes de la tubería, dejando un núcleo central vacío por donde circula el aire desalojado por el agua al caer.

Cabe hacer notar que no debe limitarse la altura de las columnas por temor al aumento de velocidad del agua. En los edificios altos, la máxima velocidad de caída es adquirida al llegar al tercer nivel; pero posteriormente el rozamiento con las paredes de la tubería que es una fuerza opuesta al peso del agua impide que aumente la velocidad caída. El poner un obstáculo o quiebre en la bajada, perjudica la instalación por provocar presiones y depresiones en el aire de la propia columna.

Los diámetros de las bajadas de aguas negras están en función tanto de las unidades de descarga que reciben, como del número de intervalos en que las reciben, siendo el punto crítico los edificios de tres niveles, por la razón expuesta anteriormente; pero aumentando su capacidad receptora si hay más niveles que descargen en las bajadas, ya que disminuye el factor de simultaneidad de descarga. Ver tabla No. 17.

Así podemos ver que una bajada de 100 mm de diámetro de tres niveles puede aceptar la descarga de 240 unidades y con más de tres niveles, hasta 500 unidades de descarga.

En el pie de la bajada debe aumentarse el diámetro del colector, para evitar que en este punto se acumule el agua que descarga y se retarde el flujo ( ver tabla No. 16 ).

REGISTROS.- Es conveniente diseñar en los ramaleos horizontales puntos por los cuales se puede sondear la línea y destapar en caso de obturaciones. En las bases de las columnas siempre debe haber un registro, dado que es el punto mas peligroso.

COLECTORES DE CONCRETO.- Al construir los albañales de concreto, hay que tener cuidado de que en los registros no se haga la media caña, sino una vez terminada la obra, dejando el tubo corrido durante el proceso de construcción para evitar que entren materias extrañas ( arena, tabique, cascajo, palos, etc.) que posteriormente ocasionan serias obstrucciones. Terminada la obra, se rompe la clave y se hace la media caña, teniendo cuidado de que la altura de ésta sea igual al diámetro del tubo ( ver figura 37 ).

#### - OBTURACION HIDRAULICA APROVECHANDO REGISTROS DE MAMPOSTERIA

Solamente se utilizan cuando hay descargas en planta baja y nunca en el recorrido general del colector. No se utilizan en la descarga de los muebles sanitarios, los cuales ya tienen su propia obturación, sino por ejemplo en rejillas que recogen aguas pluviales y a otros casos especiales por ejemplo, descarga de vertederos de mercados.

En este caso al registro se le adapta un codo invertido que forma un sello automático con el nivel del registro. ( figura No. 38 ).

VENTILACION DE LAS BAJADAS DE AGUAS NEGRAS.- Toda bajada de aguas negras debe prolongarse en su parte superior hasta salir de la construcción, con tubería del mismo diámetro que la bajada, ya que nunca debe reducirse.



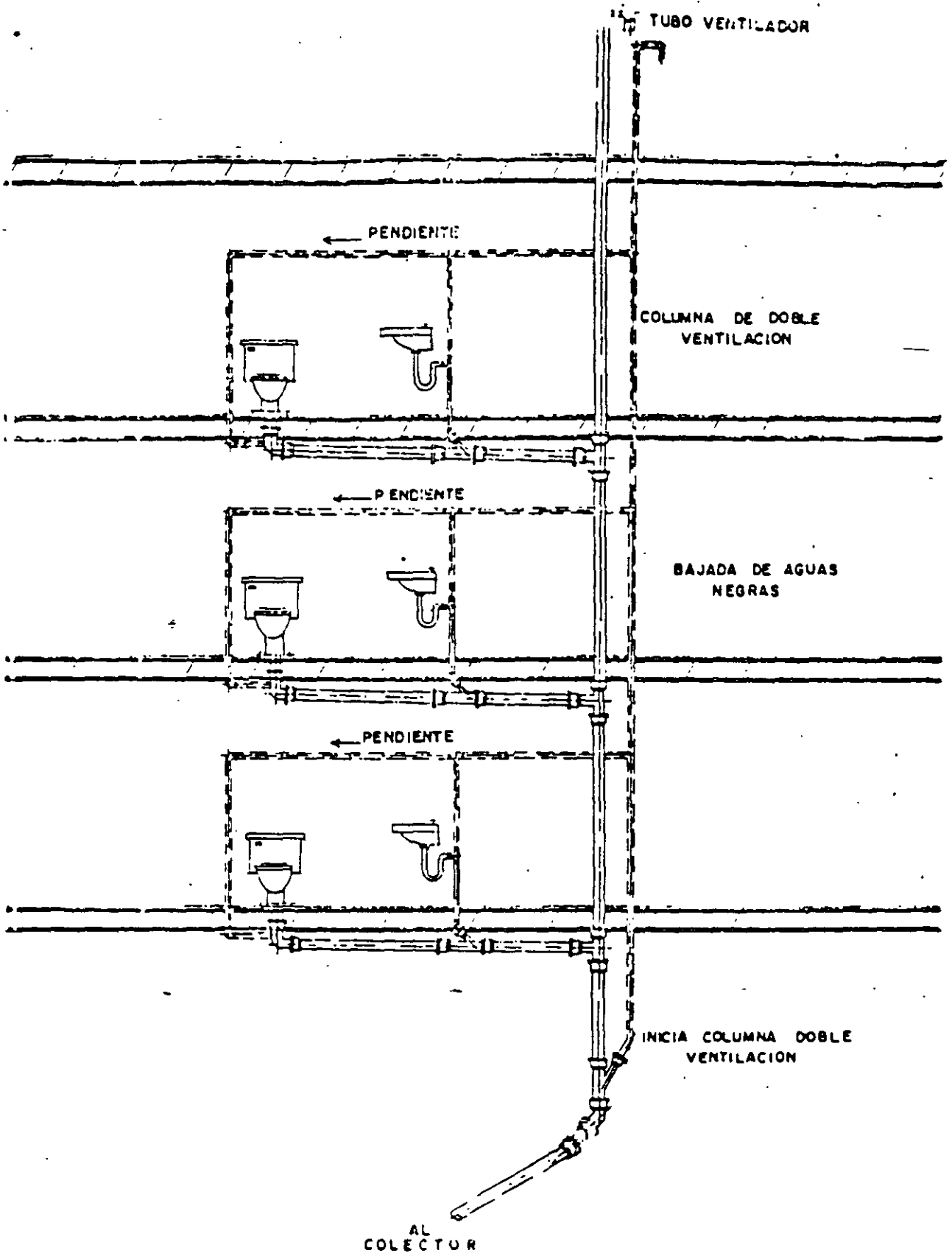
Esta ventilación tiene por objeto permitir la entrada de aire al sistema, facilitando la descarga del mismo, así como permitir la salida de los gases provocados por fermentación de materias orgánicas.

SISTEMA DE DOBLE VENTILACION.- El sistema de doble ventilación es necesario para evitar el principio de sifonaje en los obturadores hidráulicos del sistema, que de presentarse rompería el sello hidráulico, permitiendo la salida de gases a los locales sanitarios.

Esta ruptura puede presentarse también por la expulsión al exterior del agua del obturador. Por lo tanto, la doble ventilación evita los siguientes casos:

- a).- Contrapresiones o presión interior superior a la atmosférica, tal como se presenta por la compresión producida -- por las descargas de agua a lo largo de la bajada por encima del obturador considerado. Aumenta por el volumen de descarga y es máximo en la base de la bajada.
- b).- Depresión o descenso de presión del aire, con relación a la presión atmosférica, causada por la succión realizada por el movimiento del agua abajo del obturador considerado.
- c).- Autosucción causada por el propio sifón del mueble sanitario.

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. Las longitudes y diámetros de los conductos de doble ventilación ( y se llama doble, dado --



5 SISTEMA DE DOBLE VENTILACION

que el sistema de bajadas y colector deben tener su propia ventilación ), deben ser tales que permitan el paso del aire necesario para equilibrar las presiones interiores del sistema. -- Ver figura No. 39.

El sistema de doble ventilación debe ser construido de tal manera que cualquier escurrimiento que haya dentro de él, concorra al albañal. Los diámetros recomendados están en función de la longitud de las tuberías que figuran en la tabla anexa. ( Ver tabla No. 22 ).

### SISTEMA PLUVIAL

Dada la importancia de desaguār eficientemente un predio al presentarse precipitaciones pluviales que pueden ser de mucha consideración, es necesario normar el criterio para proyectar razonablemente los albañales de un edificio, que conducen el agua hacia los colectores del servicio público, evitando inundaciones dentro de las construcciones.

En primer lugar hay que conocer la intensidad máxima en los primeros cinco minutos de los aguaceros que se expresan en mm/hora.

En la tabla que se presenta, de la ciudad de México, en un período de 49 años la precipitación pluvial rebasó los 100 mm/hora, en 45 años; la precipitación pluvial de 150 mm/hora fue rebasada en 12 años y la de 200 mm por hora en cinco años ( ver tabla No. 18 ).

De la observación anterior, se desprende que en la ciudad de México, D. F., debe proyectarse con un dato de precipitación no inferior a 150 mm/hora, para tener un margen de seguridad razonable.

Se hace la aclaración que no vale la pena sobrepasar este límite, si se tiene en cuenta que el cálculo de los conductos verticales, se hace para manejar un gasto equivalente a un cuarto de tubo y no a tubo lleno, consecuentemente se deduce que en una precipitación mayor, su capacidad no se ve afectada. Ver tabla No. 20 .

Las bajadas pluviales se diseñan por lo tanto, de acuerdo con el área que reciben y generalmente no deben quedar a mas de 20 m de separación, para evitar rellenos en las azoteas, ya que la pendiente recomendable en éstas es del 2 %, con un mínimo de 1.5 %.

Cuando existe un cespól en la parte inferior de una bajada pluvial, no debe conectarse otra descarga pluvial intermedia ya 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 trabajar 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, que en muchos casos pueda desbordar por los registros, levantando la tapa de éstos. La capacidad de los albañales con 1 % de pendiente figuran en la tabla No. 21. Para otras pendientes expresadas en por ciento, la velocidad, el gasto y la superficie desaguada se obtiene multiplicando los valores de la tabla por la raíz cuadrada-

de la pendiente en por ciento. Se hace notar que aunque los conductos verticales de aguas negras no deben combinarse con las aguas pluviales, los albañales sí pueden conjuntar los dos servicios ( ver hojas de desagües combinados ).

Una observación de importancia es que en las superficies de terrazas de los dos edificios, hay que tener en cuenta los escurrecimientos 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 un ángulo de 30° 45° y hasta 60° por lo que las bajadas de las terrazas recibirán un incremento de mucha consideración, que de no ser previsto provocará serios trastornos.

#### CONDUCCION ADECUADA DE LAS AGUAS PLUVIALES

Tomado de un artículo del Ing. Manuel de Anda F.

Los daños y molestias ocasionados por las aguas de lluvia, incorrectamente canalizadas, todavía se presentan con cierta frecuencia, aún en obras importantes y, esto se debe en gran parte a que en muchos casos se siguen reglas tradicionales para distribuir y dimensionar las bajadas pluviales sin tomar en cuenta la intensidad posible de los aguaceros en la localidad, o a que los albañales tienen una capacidad de conducción insuficiente para esas precipitaciones.

Ha sido costumbre invertida, de numerosos constructores, considerar una bajada pluvial de 100 mm de diámetro por cada 100 m<sup>2</sup> de azotea. Examinamos la validez de esta regla tradicional, - la que entre paréntesis no está fundada en la capacidad hidráulica de la bajada, sino en la convivencia de evitar grandes re

llenos en las azoteas, al dar a éstas las pendientes necesarias para el escurrimiento del agua de lluvia hacia la bajada.

En un tubo vertical, parcialmente lleno, el agua desciende adheriéndose a la pared interior, de tal manera que el líquido forma un cilindro hueco de diámetro exterior igual al interior del conducto. Así, por ejemplo, para un tubo vertical de 15 cm de diámetro interior, por el que baja el agua, llenando la cuarta parte de la sección interior del tubo, el hueco es de 13 cm de diámetro, por lo que el espesor del anillo de agua adherido a la pared interior del tubo es de apenas un centímetro, o sea de un quinceavo del diámetro. En general si el agua llena la  $N$ -ésima parte del tubo, de diámetro interior ( $D$ ) el espesor ( $E$ ) de la lámina de agua adherida a la pared interior es:

$$E = \frac{D}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{N-1}{N}} \right)$$

De modo que si  $D = 150$  mm y  $N = 4$  ( tubo lleno a la cuarta parte )

$$\begin{aligned} E &= \frac{150}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{4-1}{4}} \right) = 75 ( 1 - 0.866 ) \\ &= 75 \times 0.134 = 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

y en una bajada de 100 mm, llena a la cuarta parte, la lámina de agua tiene un espesor:

$$E = 50 \times 0.134 = 6.7 \text{ mm}$$

Conviene decir, de paso, según la experiencia, las bajadas pluviales no deben llenarse a más de una tercera parte, como se comprobará más adelante, y que en estas condiciones el espesor de la lámina de agua en la bajada es el 9.17 % de diámetro o sea poco más de 9 mm en una bajada de 100 mm de diámetro.

Ahora bien, para determinar la capacidad de conducción de una bajada, parcialmente llena, comenzamos por hallar su radio hidráulico ( R ), que como es sabido se obtiene dividiendo el área de paso del líquido entre el perímetro de contacto. Pero el área interior del tubo es  $3.1416 D^2/4$ , y como el agua ocupa únicamente la enésima parte, el área de paso es  $3.1416 D^2/4N$ , en tanto que el perímetro de contacto es el del interior del tubo, o sea  $3.1416 D$  por lo que el radio hidráulico es:

$$R = \frac{D}{4 N} \quad ( 2 )$$

Hay que considerar, por otra parte, la pendiente hidráulica ( S ), la cual se obtiene dividiendo la diferencia de nivel entre la longitud del tubo, y como para un tubo vertical ambas son iguales, la pendiente hidráulica es:  $S = 100$  al aplicar la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Que da la velocidad ( V ) del agua, en metros por segundo, en función del coeficiente de rugosidad ( n ) del tubo, del radio hidráulico ( R ) en metros y la pendiente hidráulica ( S ), se tiene que, para el caso de bajadas pluviales,  $n = 0.010$  y  $S = 1.0$ , por lo que:

$$V = 100 R^{2/3}$$

Y si el radio hidráulico se pone en milímetros, entonces la velocidad, en metros por segundo, con que baja el agua pluvial por un tubo vertical es:

$$V = ( R \text{ mm} )^{2/3} \quad ( 3 )$$

Para una bajada de 10 cm de diámetro, llena a la cuarta parte.

En lo que se refiere a la intensidad de los aguaceros, es sabido que las lluvias de corta duración son las mas copiosas, y que los primeros minutos de una precipitación son los de mayor intensidad. Se da el caso, por ejemplo de que un aguacero de una hora tenga la cuarta parte de la intensidad de uno de los cinco minutos de duración., pero como el agua que corre por los albañales de un predio tarda menos de cinco minutos en recorrerlos, siempre hay que tomar como base el promedio de las intensidades máximas anuales de los aguaceros de cinco minutos en la localidad de que se trate.

Para el caso de edificios, hay que tomar en cuenta el agua pluvial que escurre de una fachada considerando que la lluvia cae con una inclinación de 30° respecto de la vertical, por lo cual el agua captada es la mitad de la que captaría una azotea - igual en superficie que la fachada, ya que el seno de 30 ° vale 0.50.

El artículo 27 del Reglamento de Ingeniería Sanitaria relativo a edificios prescribe que " POR cada 100 m<sup>2</sup> de azotea o de proyección horizontal en techos inclinados, se instalará por lo menos un tubo de bajada pluvial de 7.5 cm 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 cm o de un área equivalente, para superficies hasta de 25 m<sup>2</sup> como máximo.

Según el reglamento, un tubo de bajada de 75 mm de diámetro puede desaguar 100 m<sup>2</sup> de azotea, o sea que debe conducir un gasto de 4.167 litros por segundo en un aguacero de 150 mm/h, de intensidad, ya que el agua llovería en esa área a razón de 150 x 100 = 15,000 litros en 3,600 segundos que tiene la hora-



el radio hidráulico, según la ecuación es:

$$R_{mm} = \frac{100 \text{ mm}}{4 \times 4} = 6.25 \text{ mm y por consiguiente:}$$

$$V = 6.25^{2/3} = 3.393 \text{ m/s}$$

Con esta velocidad y el área de paso del agua, que es:

$$\frac{3.1416 D^2}{4 \times 4} = \frac{3.1416 \times 10^2}{16} = 19.635 \text{ cm}^2$$

Obtenemos el gasto:

$$Q = 33.93 \frac{\text{dm}}{\text{s}} \times 0.19635 \text{ dm}^2 = 6.662 \text{ L/s}$$

Veamos ahora, qué superficie de azotea aportará 6.662 litros por segundo, para lo cual hay que considerar la intensidad de la precipitación pluvial en aguaceros de cinco minutos de duración, intensidad que, a falta de mejores datos, se estima en -- 100 mm/h, o sea que la lluvia cae a razón de 100 litros por hora en cada metro cuadrado, por lo que en  $36 \text{ m}^2$  caerá un litro por segundo y entonces la bajada de 10 cm podría desaguar:

$$6.662 \times 36 = 240 \text{ m}^2 \text{ de azotea}$$

Sin embargo, hay lugares como la ciudad de México, en los que se presenten aguaceros mucho mas intensos. En el Distrito Federal han llegado a registrarse hasta 20 mm en 5 minutos, o sea -- 240 mm/h, pero el promedio de los aguaceros máximos anuales es cercano a los 150 mm/h. Tomando como base de cálculo esta última intensidad para el Distrito Federal, cada  $24 \text{ m}^2$  de azotea -- aportan un litro por segundo y entonces la bajada de 10 cm puede desaguar llena a la cuarta parte.

$$6.66 \times 24 = 160 \text{ m}^2 \text{ de azotea}$$

De igual manera se ve que un tubo de 50 mm para 25 m<sup>2</sup> de azotea deberá desaguar:

$$150 \times 25/3,600 = 1.042 \text{ L/s bajo una lluvia de } 150 \text{ mm/h}$$

Ahora bien, si se tiene en cuenta las ecuaciones ( 2 ) y ( 3 ) a la vez que el área del anillo de agua en la bajada, que es la enésima parte de la sección del tubo, o sea:

$$A = \frac{3.1416 D^2}{4 N} \quad ( 4 )$$

Puede deducirse que el gasto ( Q ) de una bajada, en litros -- por segundo, poniendo el diámetro en milímetros es:

$$Q = \frac{3.1416 D^{8/3} \text{ mm}}{(4N)^{5/3} \times 10^3} \quad ( 5 )$$

y de la ( 5 ) se puede encontrar que fracción de la sección -- del tubo está ocupada por el agua, obteniéndose que:

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1/8} Q^{0.6}}{3.1416^{0.6} D^{1.6} \text{ mm}} \quad ( 6 )$$

Al aplicar la ecuación ( 6 ) a las bajadas de 75 mm y 50 mm -- mencionadas en el reglamento, resulta que en aguaceros de 150-mm/h, y descargando 100 y 25 m<sup>2</sup> de azotea, respectivamente la bajada de 75 mm estará ocupada en su fracción:

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1.8} \times 4.167^{0.6}}{3.1416^{0.6} \times 75^{1.6}} = 0.29891$$

es decir, el 24.9 % o sea la cuarta parte, aproximadamente.

En igual forma se puede saber que durante el peor aguacero, de

240 mm/h de intensidad, la bajada de 75 mm con 100 m<sup>2</sup> de azotea se llenará en un 39.6 % y la de 50 mm con 25 m<sup>2</sup> de área desaguada, bajará al 33.0 %.

Se ve que la bajada de 50 mm para 25 m<sup>2</sup> de azotea tiene la capacidad adecuada, ya que con la precipitación media máxima anual en el Distrito Federal trabaja llena a la cuarta parte, y bajo el peor aguacero se llena a la tercera parte, en cambio, la de 75 mm para 100 m<sup>2</sup> de azotea está sobrecargada proporcionalmente un 20 %, puesto que en vez de llenarse el 25 % con el aguacero medio máximo, se llena casi el 30 % y bajo la peor precipitación, en vez de llenarse al 25 % se llena casi al 40 %.

Por lo anterior se llega a la conclusión de que una bajada pluvial dimensionada para recibir el aguacero medio máximo de la localidad, llenándose a la cuarta parte, podrá recibir el peor aguacero, llenándose a la tercer parte, si la peor precipitación es un 60 % mas intensa que la media máxima anual, como es el caso en el Distrito Federal, con 240 mm/h del peor aguacero, que es un 60 % mas intenso en comparación con los 150 mm/h de intensidad media.

Conviene aclarar, de paso, que una bajada pluvial llena a la cuarta parte, conectada a una punta de albañal del mismo diámetro y a 2 % de pendiente hace que la punta del albañal se llene totalmente, como se comprobará al tratar acerca de albañales. A la luz de ésta aclaración y de la conclusión que la precede, podremos darnos cuenta de cómo trabajan las bajadas pluviales señaladas en la norma ASA A 40.8 ( American Standard National Plumbing Code o Norma Nacional Reglamentaria para Plomería en los E.S.U.U. ) expedida por la Asociación Norteamericana de Normas ( American Standards Association ) en 1956. En esta norma, todas las bajadas tienen asignadas superficies de azotea proporcionales a su capacidad respectiva e inversamente proporcionales a la intensidad de la lluvia. Así por ejemplo, una bajada de 4 " ( 101.6 mm ) pueda desaguar, según la norma norteamericana, una superficie de 285 m<sup>2</sup> ( 3,070 pies cuadrados ) con una

intensidad de lluvia de 152.4 milímetros por hora ( 6 pulgadas por hora ), 6 427 m<sup>2</sup> ( 4,600 pies cuadrados ) con 101.6 mm/h - ( 4 pulgadas por hora ).

En estas condiciones, la bajada debe conducir un gasto de 12 litros por segundo y se llena al 35 %; pero con el aguacero 60 % mas intenso, la bajada se llena al 46 %, excediendo en mucho - del 25 % y el 33 % recomendable. Igual ocurre con una bajada de 2 " ( 50.8 mm ) la que, según el artículo 13.6.1 de la norma americana, puede desaguar 44.59 m<sup>2</sup> ( 480 pies cuadrados ) - bajo una lluvia de 152.4 mm/h ( 6" por hora ). En efecto, como 6" equivalen a medio pie, la bajada recibe un caudal de - - 480 x 0.5 = 420 pies cúbicos por hora, o sea 1/15 de pié cúbico por segundo, como el pié mide 3.048 decímetros, un pié cúbico tiene 3.048<sup>3</sup> = 28.317 litros, por lo que el gasto de la bajada es de 28.317/15 = 1.888 litros por segundo y el agua ocupará en la bajada segun la ecuación ( 6 ) la fracción.

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1.8} \times 1.888^{0.6}}{3.1416^{0.6} \times 50.8^{1.6}} = 0.3467 = 35 \%$$

y con aguaceros 1.6 veces más intensos.

$$\frac{1}{N} = 0.3467 \times 1.6^{0.6} = 0.45966 = 46 \%$$

Por lo que respecta al empleo de bajadas cuadradas o rectangulares, en sustitución de las redondas, hay discrepancia entre el Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificos y la Norma Norteamericana para plomería, pues en tanto que nuestro reglamento pide que las bajadas rectangulares tengan la misma área de sección que la redonda, la norma americana indica que el diámetro del círculo inscrito en la rectangular es el de la bajada redonda equivalente. Ambas equivalencias son falsas, -

ya que un conductor rectangular de lado ( a ) y ( b ) y con área igual a la de un tubo redondo tiene un radio hidráulico menor que el redondo, puesto que el perímetro de contacto del rectangular es 2 ( a + b ), mayor que el perímetro ( 3.1416 D ) del circular. Así por ejemplo una sección rectangular de 6 cm x 13 cm es aproximadamente igual a la de un tubo de 10 cm. La sección rectangular es 6 x 13 = 78 cm<sup>2</sup> y la del redondo 3.1416 x 10<sup>2</sup>/4 = 78.54 cm<sup>2</sup>, pero el radio hidráulico del primero es 78/2 ( 6 + 13 ) = 78/38 = 2.052 cm si va lleno, o 20.52/4 = 5.13 si el agua ocupa la cuarta parte, en tanto que el radio hidráulico del tubo lleno a la cuarta parte es 100 mm/4 x 4 = 6.25 mm, y por lo consiguiente el agua correrá mas aprisa por el redondo que por el rectangular, dando mayor velocidad en la proporción de ( 6.25/5.13 )<sup>2/3</sup> = 1.14 y mayor gasto en la proporción 78.54 x 1.14/78 = 1.15 o sea un 15 % mas del caudal en la bajada redonda que en la rectangular de igual área aproximadamente.

En cuanto al criterio americano, consistente en tomar como equivalente el diámetro del círculo inscrito en un conducto rectangular, es absurdo, puesto que lo mismo se puede inscribir un círculo de 10 cm en un ducto de 10 cm x 10 cm, que en un ducto de 10 cm x 20 cm, o de 10 cm x 30 cm.

El verdadero diámetro equivalente de un tubo a igualdad de capacidad que un conducto rectangular de lados ( a ) y ( b ) es:

$$D_e = \frac{2 (ab)^{0.625}}{3.1416^{0.375} (a + b)^{0.25}} = 1.3 \frac{(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}}$$

y en esas condiciones una bajada de 4 cm x 25 cm conduce la misma cantidad de agua que un tubo de 10 cm de diámetro ya que

$$D_e = 1.3 \frac{(4 \times 25)^{0.625}}{(4 + 25)^{0.25}} = 1.3 \frac{100^{0.625}}{29^{0.25}} = 9.977 \text{ cm}$$

o sean 10 cm con diferencia de menos de 1/4 de milímetro.

Lo práctico es sustituir una bajada en la que el área de la sección ( ab ) sea igual a la de un cuadro circunscrito al círculo, o sea que:

$$a b = D^2 \quad ( 8 )$$

y entonces:

$$b = \frac{D^2}{a}$$

De modo que una bajada de 4 x 14 cm = 56 cm<sup>2</sup> puede sustituirse a una redonda de 7.5, pues 7.5 x 7.5 = 56.25 cm<sup>2</sup>, o una de 5 x 20 cm suple a una de 10 cm de diámetro, porque 5 x 20 = 10 x 10.

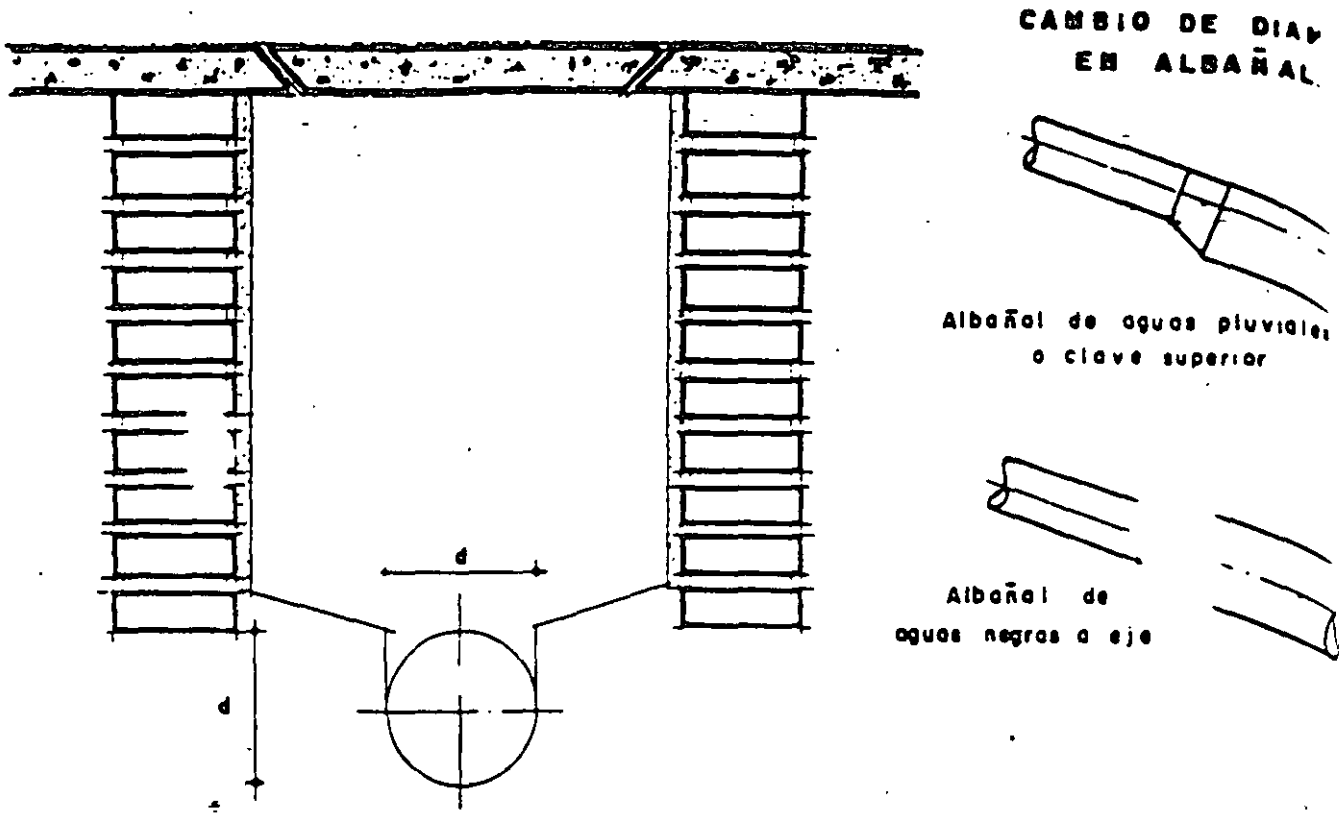


FIG. 37 REGISTRO DE ALBAÑAL

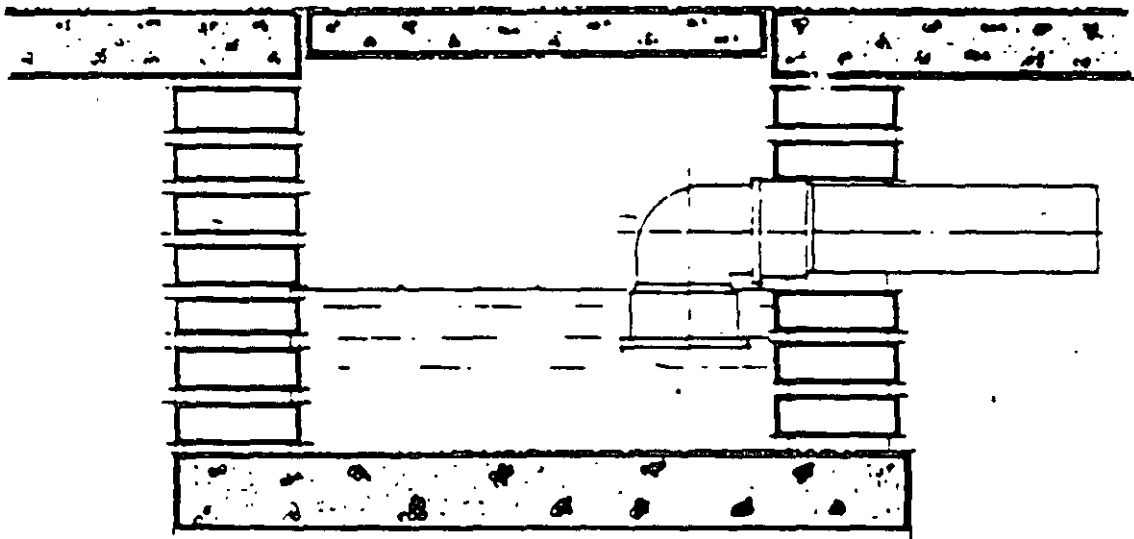


FIG. 38 OBTURACION HIDRAULICA EN REGISTROS

DIAMETROS MINIMOS RECOMENDADOS EN LOS DESAGÜES Y CARGAS DE  
DIFERENTES MUEBLES SANITARIOS

TIPOS DE MUEBLE SANITARIO	DESAGÜE MINIMO	UNIDAD DE DESAGÜE
BAÑO CON EXCUSADO DE FLUXOMETRO LAVABO Y TINA O REGADERA	75 mm.	8 Ud.
BAÑO CON EXCUSADO DE TANQUE LAVABO Y TINA O REGADERA	75 mm.	6 Ud.
BEBEDERO	25	0.5
BIDET	(SUPUESTO) 40 mm.	3
COLADERA DE PISO EN BAÑO O SANITARIO	50	1
EXCUSADO DE TANQUE	75	4
EXCUSADO DE FLUXOMETRO	75	8
FREGADERO DOMESTICO	40	2
FREGADERO DOMESTICO CON TRITURADOR	40	3
FREGADERO PARA OLLAS Y TRASTOS	40	4
LAVABO CON TAPON CHICO	32	1
LAVABO CON TAPON GRANDE	40	2
LAVABOS CORRIDOS MULTIPLES POR CADA JUEGO DE LLAVES	(SUPUESTO) 40	2
LAVABO DENTAL	32	1
LAVABO PARA CIRUJANOS	40	2
LAVABO PARA PELUQUERIA O SALON DE BELLEZA	40	2
LAVADORA DE PLATOS DOMESTICA	40	2
LAVADERO CON PILETA	32	1
REGADERA DOMESTICA	50	2
TINA CON O SIN REGADERA CON DESAGUE DE	40	2
URINARIO DE COLGAR	50	3
" CORRIDO POR CADA 60 cm (SUP)	40	2
" DE ASEO	75	3



TABLA 14

Tipo de mueble sanitario	Desagüe mínimo	Unidad de desä
Desagüe no clasificados de:	32	1
" " " " :		2
" " " " :	50	3
" " " " :	60	4
" " " " :	75	5
" " " " :	100	6

Tabla No 15

CAPACIDAD MAXIMA (en unidades de desagüe)  
PARA RAMALES HORIZONTALES DE DESAGUE  
DE MUEBLES SANITARIOS.

DIAMETRO DE RAMAL	MUEBLES DE UNA MISMA PLANTA	MUEBLES DIRECTOS AL ALBAÑAL
1 1/4" 32mm	1ud	1ud
1 1/2" 40mm	2	3
2" 50mm	6	6
2 1/2" 60mm	9	2
3" 75	16	20
4" 100	90	160
5" 125	200	360
6" 150	300	620
8" 200	600	1400
10" 250	1000	2500
12" 300	1500	3900
15" 375		7000

Tabla No. 16 CAPACIDAD MAXIMA (Ud) PARA ALBAÑALES Y RAMALES DE ALBAÑAL PARA DIVERSAS PENDIENTES

DIAMETRO	0.5 %	1 %	2 %	4 %
1 $\frac{1}{4}$ " 32 mm			1 Ud	1 Ud
1 $\frac{1}{2}$ " 40			3	3
2" 50			21	26
2 $\frac{1}{2}$ " 60			24	31
3" 75		20 Ud	27	36
4" 100		180	216	260
5" 125		390	480	575
6" 150		700	840	1000
8" 200	1400 Ud	1600	1920	2300
10" 250	2500	2900	3500	4200
12" 300	3900	4600	5600	6700
15" 375	7000	8300	10000	12000

Tabla No 17 CAPACIDAD TOTAL MAXIMA DE COLUMNAS DE DESAGUE (en Ud).

DIAMETRO	CON DESAGUE EN 3 NIVELES	CON DESAGUE + EN 3 NIV
32mm 1 $\frac{1}{4}$ "	2 Ud	2 Ud
40mm 1 $\frac{1}{2}$ "	4	8
50mm 2"	10	24
60 2 $\frac{1}{2}$ "	20	42
75 3"	30	60
100 4"	240	500
125 5"	540	1100
150 6"	960	1900
200 8"	2 200	3 600
250 10"	3 800	5 600
300 12"	6 000	8 400

Tabla No. 22

TABLA DE CAPACIDADES DE LAS  
COLUMNAS DE DOBLE VENTILACION

COLUMNA DESAGUE ø mm	CONECT U.D	C.D.V. ø 32 Pisos	C.D.V. ø 40 Pisos	C.D.V. ø 50 Pisos	C.D.V. ø 60 Pisos	C.D.V. ø 75 Pisos	C.D.V. ø 100 Pisos	C.D.V. ø 125 Pisos	C.D.V. ø 150 Pisos	C.D.V. ø 200 Pisos
32	2	3	---	---	---	---	---	---	---	---
40	8	5	15	---	---	---	---	---	---	---
50	10	3	10	---	---	---	---	---	---	---
50	12	3	7	20	---	---	---	---	---	---
50	20	2	5	15	---	---	---	---	---	---
50	42	---	3	10	30	---	---	---	---	---
75	10	---	3	10	20	60	---	---	---	---
75	30	---	---	6	20	50	---	---	---	---
75	60	---	---	5	8	40	---	---	---	---
100	100	---	---	3	10	26	100	---	---	---
100	200	---	---	3	9	25	90	---	---	---
100	500	---	---	---	7	18	70	---	---	---
125	1100	---	---	---	2	5	20	70	---	---
150	350	---	---	---	2	5	20	40	130	---
150	1900	---	---	---	---	2	7	20	70	---
200	600	---	---	---	---	---	5	15	50	130
200	3600	---	---	---	---	---	2	6	25	80
250	1000	---	---	---	---	---	---	7	12	100
250	5600	---	---	---	---	---	---	2	6	25

INTENSIDAD MAXIMA DE LOS PRIMEROS CINCO MINUTOS DE AGUACERO EN LA CIUDAD DE MEXICO DURANTE LOS ULTIMOS 49 AÑOS, EXPRESADA EN mm/h

1923	103.2	1935	120.0	1947	147.6	1959	240.0
1925	108.0	1937	169.2	1949	120.0	1961	90.0
1926	121.2	1938	126.0	1950	156.0	1962	132.0
1927	117.6	1939	124.8	1951	120.0	1963	100.0
1928	204.0	1940	108.0	1952	114.0	1964	162.0
1929	126.0	1941	102.0	1953	150.0	1965	199.6
1930	96.0	1942	120.0	1954	132.0	1966	120.0
1931	128.4	1943	123.0	1955	186.0	1967	150.0
1932	132.0	1944	144.0	1956	120.0	1968	255.6
1933	122.4	1945	138.0	1957	177.0	1969	120.0
1934	100.8	1946	211.2	1958	96.0	1970	126.0

Hasta el 23 de julio 1971 174

INTENSIDAD MAXIMA DE AGUACEROS DE DIVERSAS DURACIONES EN LA CIUDAD DE MEXICO, DURANTE UN PERIODO DE 16 AÑOS EXPRESADA EN mm/h

AÑO	5 min.	10 min.	30 min	60 min	l./m <sup>2</sup> en 24 horas
1948	240.0	120.0	60.0	38.5	41.0
1949	120.0	60.0	33.0	18.5	26.7
1950	156.0	120.0	47.0	43.3	80.6
1951	120.0	102.0	55.0	35.2	46.3
1952	114.0	60.0	40.0	26.6	33.1
1953	150.0	93.0	45.0	26.8	34.3
1954	132.0	102.0	39.8	23.0	41.1
1955	186.0	120.0	59.0	57.0	66.4
1956	120.0	90.0	51.0	26.3	30.4
1957	120.0	60.0	35.0	26.9	27.9
1958	96.0	75.0	51.4	26.7	39.5
1959	240.0	169.2	66.0	33.6	36.2
1960	102.0	96.0	58.8	40.2	47.8
1961	90.0	88.8	57.2	31.5	40.9
1962	132.0	90.0	56.8	38.2	53.5
1963	100.0	102.0	50.8	26.0	45.7
Promedio	139	98	50	32	44

SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES  
LLENAS A LA CUARTA PARTE

DIAMETRO DE LA BAJADA	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS				
	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h	200 mm/h
50 mm	50 m <sup>2</sup>	38 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>
63	91	68	55	46	34
75	148	111	89	74	56
100	320	240	192	160	120
125	580	435	348	290	217
150	943	707	566	471	354
200	2030	1523	1218	1015	761

NOTA.- La capacidad de las bajadas, llenas a la tercera parte de su sección transversal, se obtiene multiplicando las superficies de la tabla por 1.6152.

DESAGUES A TUBO LLENO Y AL 1 % DE PENDIENTE

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/s	GASTO EN L/s	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>	
			a 150 mm/h	a 100 mm/h
100	0.570	4.477	107	161
150	0.747	13.199	417	474
200	0.905	28.425	602	1 023
250	1.050	51.539	1 237	1 855
300	1.186	83.807	2 011	3 017
375	1.376	151.95	3 647	5 470
450	1.554	247.09	5 930	8 895
600	1.882	532.14	12 771	19 157
750	2.184	964.04	23 156	34 734
900	2.466	1569.9	37 654	56 402
1050	2.733	2366.6	56 799	85 199
1200	2.968	3378.9	81 094	121 640
1500	3.467	6126.4	147 032	220 549

NOTA.- Para otras pendientes, los valores de velocidad y gasto se obtienen multiplicando estos datos por la raíz cuadrada de la pend.

## ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES POR BOMBEO

Cuando los albañales de los edificios no pueden descargar a los colectores del servicio público por estar más abajo de éstos, hay necesidad de utilizar cárcamos con bombas especiales para aguas negras o sucias, para desalojarlas con rapidez.

Los cárcamos de aguas negras deben calcularse en tal forma que nunca mantengan por más de 24 horas el líquido con materia orgánica, ya que después de este tiempo, se presenta la fermentación activada del producto.

Los cárcamos de aguas pluviales normalmente son de capacidad muy grande que resultan antieconómicos, ya que hay que almacenar no menos de 50 L por cada  $m^2$  de área de captación.

Las bombas pueden ser:

- a).- De cárcamo húmedo.- Cuando los impulsores de la bomba se encuentran dentro del cárcamo teniendo motores normales fuera de él.
- b).- De cárcamo seco.- Cuando las bombas se encuentran fuera del cárcamo.
- c).- Bombas sumergibles.- Cuando tanto la bomba como el motor se encuentran dentro del líquido.
- d).- Eyectores por aire comprimido.- En todos los casos de esfera de los impulsores debe ser mínimo de 75 mm.

Siempre se ponen dos bombas por cárcamo, para evitar que la falta de una pueda suspender el funcionamiento del edificio.

Las operaciones de automatizar el funcionamiento de las bombas se hace por medio de flotadores eléctricos a prueba de explosión, dado los gases que pueden formarse dentro del cárcamo ( metano ).

Los cárcamos por lo tanto, deben tener un tubo de ventilación que permita la salida de dichos gases, tubo que puede conectarse al sistema de doble ventilación del edificio ( normalmente 100 mm de diámetro ).

#### - ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS POR FOSA SEPTICA

En los casos de que no hay servicio municipal de drenaje, hay que tratar las aguas negras por medio de fosas sépticas o por algún otro proceso de digestión.

La digestión tiene por objeto desdoblar las moléculas complejas en moléculas sencillas como nitritos, nitratos y otras, con desprendimientos de gases que pueden ser metano, anhídrido sulfuroso y otros. Es esta situación, no es posible combinar el agua pluvial con el agua negra y así mismo deberán separarse las aguas servidas que no deberán pasar por la fosa séptica.

Las fosas sépticas tienen tres cámaras: La primera donde se recibe el producto en la sedimentación, la segunda la de fermentación donde las bacterias anaerobias destruyen el producto y



por último la cámara de oxigenación en donde mueren las bacterias anaerobias y actúan aerobias.

El agua que ha pasado por la fosa séptica debe descargarse a un pozo de absorción o a lechos de drenes, donde se filtrará a la tierra. A estos pozos de absorción deben concurrir también las aguas servidas de otros muebles sanitarios. ( ver figuras )

Antes de proceder a iniciar una construcción en estas condiciones, hay que cerciorarse de la posibilidad de eliminar las aguas negras por este método simple, ya que de lo contrario habrá que recurrir a la instalación de verdaderas plantas de tratamiento de aguas negras, sumamente costosas y especializadas.

#### ESPECIFICACION PARA CONSTRUCCIONES DE DRENES

Consistirán en canalizaciones realizadas con tubería de 100 mm de diámetro, propia para dren, es decir, con perforaciones en su lecho interior. Los tubos se conectarán sin poner material en sus campanas, en zanjás a una profundidad de 45 cm bajo el nivel de piso terminado.

Las juntas por la parte superior, se cubrirán con papel alquitranado de 15 cm de ancho, dejándose abiertas por su parte inferior.

La pendiente será de 1:250 para conseguir que el agua se infiltre en la tierra. Si la tierra es francamente absorbente, se harán zanjás más profundas, las cuáles se rellenarán con material graduado, es decir al principio con grano grueso y a medida que va subiendo el material será de grano más fino hasta llegar a una mezcla de arena y arcilla suelta hasta llegar al nivel del terreno.

La capacidad de los drenes deberá calcularse teniendo en cuenta que para tubería de 100 mm de diámetro el volumen en litros por metro lineal será de 8.10 y para 150 mm de 18.20 L. por metro lineal.

Los ensayos de filtración del terreno, se harán haciendo perforaciones de 30 x 30 cm a la profundidad de instalación de los drenes y para los pozos de absorción de la mitad de la profundidad calculada. los hoyos se llenarán con agua con un tirante de 15 cm y se anotará el tiempo que tardará el nivel en descender 2.5 cm los caudales admisibles y las longitudes calculadas en la siguiente forma son:

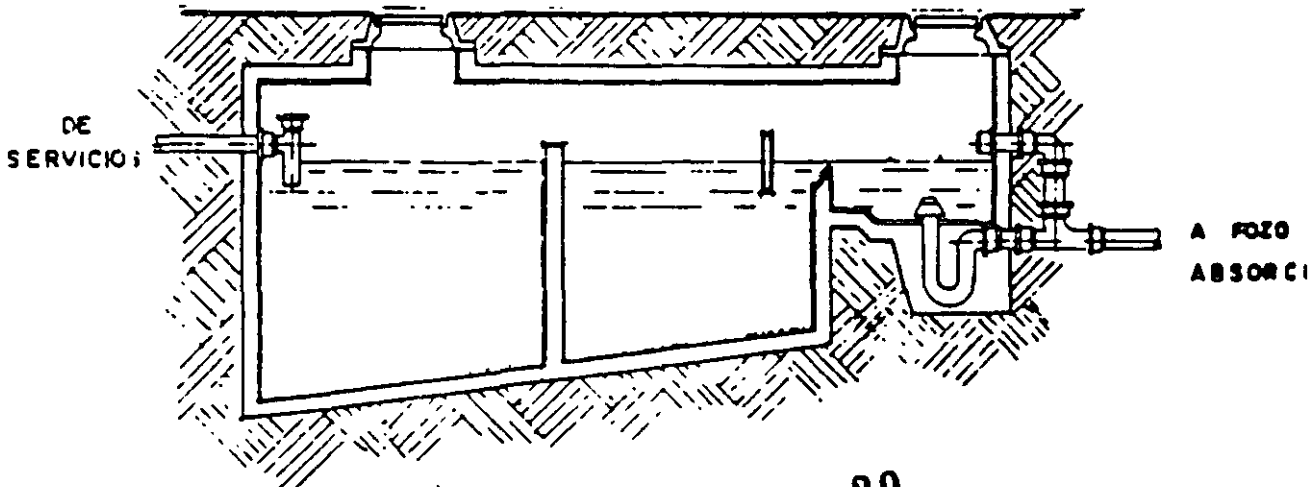
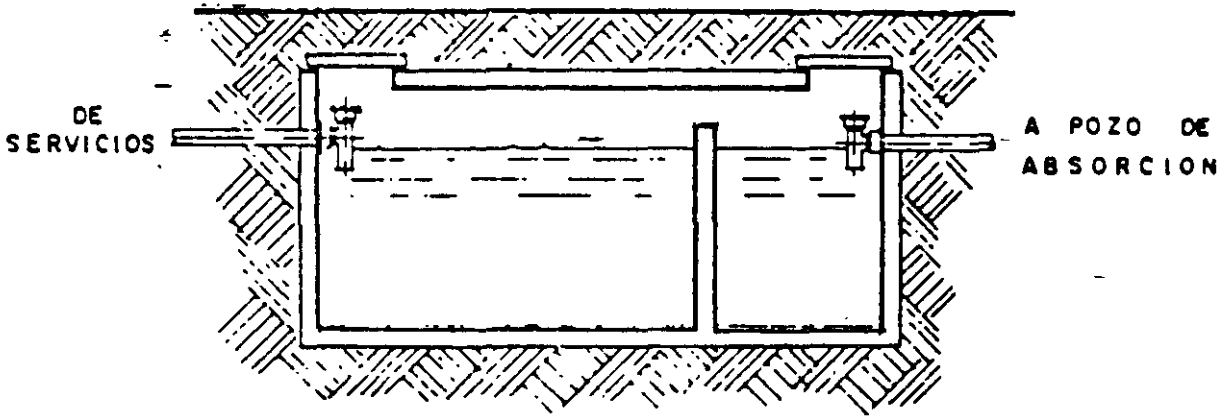
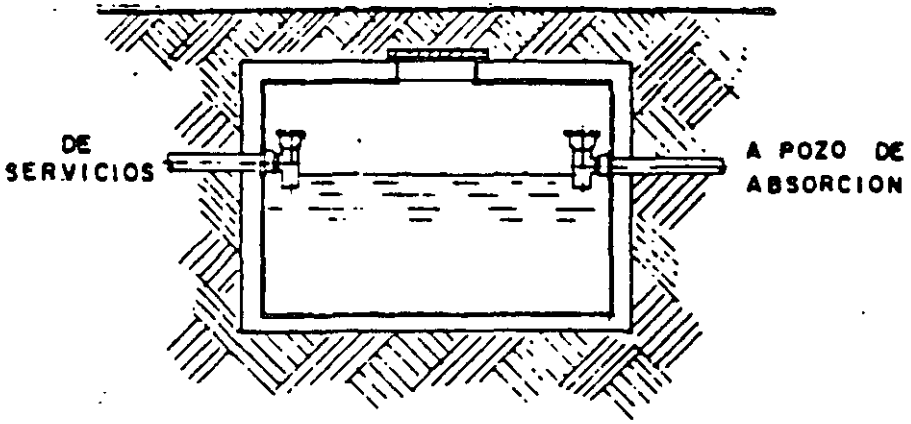
TIEMPO QUE TARDE EL AGUA EN DESCENDER 2.5 cm en minutos	CAUDAL EN ZANJAS DE DRENAJE L x m lineal	CAUDAL EN POZOS DE ABSORCION L x m <sup>2</sup>
---	--	---

1	50	215
2	40	175
10	20	95
50	10	45
50	8	30

ELECCION DE DRENES O POZO DE ABSORCION.- Si el suelo es poroso y la cantidad de líquidos es relativamente reducida, lo más indicado es el pozo absorbente. Para terrenos no porosos, se empleará la red de renos en zanjias de 45 cm de profundidad. Para los terrenos impermeables lo más acertado es formar la red de colectores en zanjias profundas con filtro de arena y distribuidores transversales encima de aquellos.

La corriente de los ramales debe ser muy lenta para que la salida del agua pueda efectuarse adecuadamente. Por lo tanto el campo de drenaje debe tener poca pendiente y en caso de que esta pendiente sea excesiva, las filas de drenes se pondrán perpendicularmente a la pendiente.

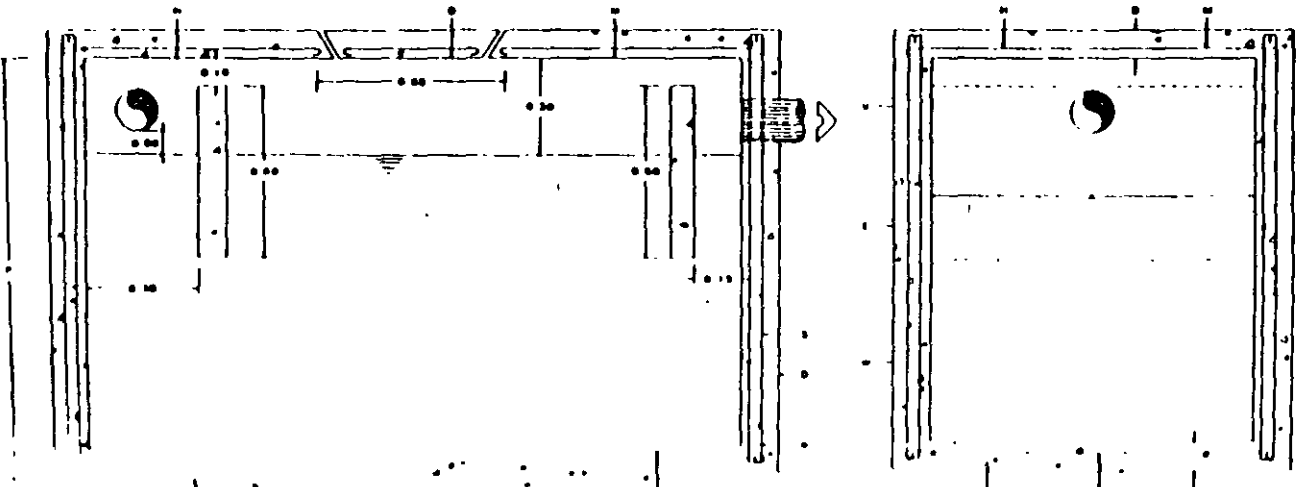
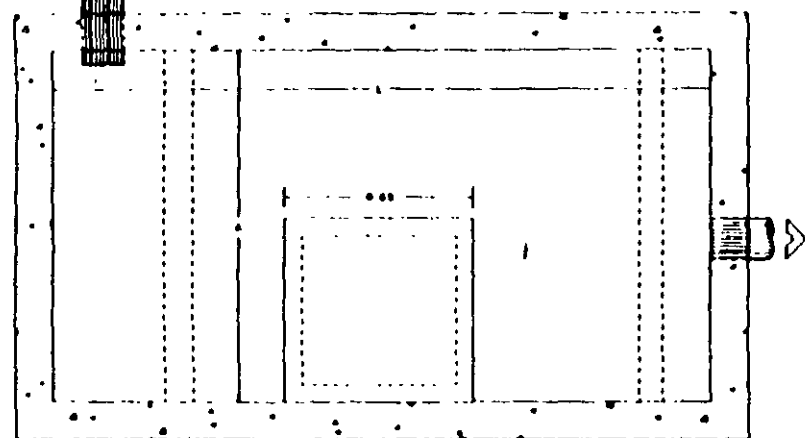
# DIFERENTES TIPOS DE FOSAS SEPTICAS



CUAD ESTRUCTURAL

CANTIDAD	ESPESES			CANTIDADES DE MATERIAL			VARIABLES EN EL TALLADO DE LA LOSA		VARIABLES EN EL TALLADO DE LA LOSA		VARIABLES EN EL TALLADO DE LA LOSA		VARIABLES EN EL TALLADO DE LA LOSA		VARIABLES EN EL TALLADO DE LA LOSA		VARIABLES EN EL TALLADO DE LA LOSA		VARIABLES EN EL TALLADO DE LA LOSA			
	NO	NO	NO	CONCRETO	SACOS DE CEMENTO	ACERO	TAMANO	LONG EN CM	TAMANO	LONG EN CM	TAMANO	LONG EN CM	TAMANO	LONG EN CM	TAMANO	LONG EN CM	TAMANO	LONG EN CM	TAMANO	LONG EN CM		
1	10	15	20	12	10	10	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41
2	10	15	20	12	10	10	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41
3	10	15	20	12	10	10	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41
4	10	15	20	12	10	10	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41
5	10	15	20	12	10	10	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41	1/2	2.41

PLANTA



TANQUE No	NUM DE PERSONAS	CAPACIDAD DE LA FOSA m <sup>3</sup>	DIMENSIONES		
			h	l	p
1	10	1 000	0 85	1 00	1 20
	15	2 000	1 00	1 00	1 37
	20	3 000	1 10	1 10	1 47
	25	4 000	1 15	1 20	1 60
	30	5 000	1 25	1 20	1 64
	40	6 000	1 35	1 30	1 75
2	50	7 700	1 45	1 40	1 80
	60	10 200	1 50	1 50	1 97
	80	13 600	1 70	1 70	2 12
3	100	18 700	1 90	1 90	2 28
	125	20 800	1 95	2 00	2 44
	150	24 700	2 10	2 10	2 50
	175	28 000	2 20	2 20	2 71
4	200	33 200	2 30	2 30	2 77
	225	37 100	2 40	2 40	2 87
	250	41 100	2 50	2 50	2 90
5	300	49 200	2 60	2 60	3 14

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA  
 DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA SANITARIA  
 DEPARTAMENTO DE SANEAMIENTO

## VELOCIDAD FINAL DE CAIDA EN DESAGUES VERTICALES

En el caso de las edificaciones altas, se llegó a tener una creencia errónea con relación al comportamiento del agua en las tuberías verticales de bajadas.

En efecto, se llegó a considerar que el líquido ( y los sólidos, e su arrastre ) adquirirían grandes velocidades y causaban serios daños al codo inferior de la bajada por impacto.

El concepto que generó tal error fué el hecho de que se pensaba que el líquido bajaba por el tubo como una masa uniforme ( el émbolo hidráulico ) y no como es en la realidad, baja adherido a las paredes del tubo de bajada.

Hay que partir de que en general el gasto  $Q$  (  $m^3/s$  ) se obtiene multiplicando la velocidad (  $v$  ) del líquido en  $m/s$  por el área  $A$  (  $m^2$  ) de paso del fluido, o sea  $Q = v A$ . Además hay que recordar que el radio hidráulico  $R$  ( en metros ) es el cociente de dividir el área de paso  $A$  entre el perímetro de contacto del líquido con el conducto, y si se considera un tubo vertical en el que el agua baja adherida a la circunferencia del tubo, resulta que el radio hidráulico es  $R = A / D$ ; pero como  $Q = v A$ , entonces  $v = Q / A$ , de lo que resulta  $R = A / Dv$ .

Ahora bien, la pendiente hidráulica (  $s$  ) de un tubo resulta de dividir la pérdida de carga, entre la longitud del tubo, y si éste es vertical, la pérdida de carga es la distancia descendida por el líquido, y ésta es igual a la longitud del tubo, por lo que  $s = 1$ .

Al aplicar la fórmula de Manning para desagües, que es:

$$v = R^{2/3} S^{1/2} / n$$

Se tiene con:

$$S = 1, R = Q / \pi Dv \text{ y } n = 0.010:$$

$$v = \frac{1}{0.010} \frac{Q}{\pi^{2/3} D^{2/3} v^{2/3}} \quad (\text{ m/s } )$$

de donde resulta que:

$$v^{5/3} = 100 \times \frac{Q^{2/3}}{\pi^{2/3} D^{2/3}}$$

y entonces:

$$v = 100^{3/5} Q^{2/5} / \pi^{2/5} D^{2/5}$$

o sea

$$v = 10 ( Q / D )^{0.4} \quad \text{m/s}$$

y si el gasto se da en litros por segundo a la vez el diámetro en milímetros, porque tanto Q como D estarán expresadas por números 100 veces mayores que si el gasto estuviera en m<sup>3</sup>/s y el diámetro en metros.

Si se toma como ejemplo un tubo vertical de 100 mm de diámetro y con un gasto de 6.662 L/s. que es lo que da a la cuarta parte de lleno, se tiene.

$$v = 10 \left( \frac{6.662}{100} \right)^{0.4} = 3.38 \text{ m/s aproximadamente}$$

Este resultado es muy aproximado al calculado directamente para tubo de 100 mm lleno a la cuarta parte.

En el caso de una bajada de 150 mm de diámetro, la velocidad final de caída cuando conduzca un gasto de 19 L/s, será:

$$v = 10 \left( \frac{19}{150} \right)^{0.4} = 4.33 \text{ m /s}$$

Que es la velocidad a la que el rozamiento del agua con el tubo es igual a la carga debida a la altura.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y  
DE GAS PARA EDIFICIOS**

**SISTEMA PLUVIAL**

**MAYO. 1999.**



# DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

## FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

### SISTEMA PLUVIAL

#### CALCULO DE COLECTORES PLUVIALES

Los colectores pluviales deberán ser capaces de desalojar el agua pluvial proveniente de los techos y las áreas pavimentadas de las edificaciones. Presentándose casos especiales en donde las áreas de aporte son considerables y los colectores pluviales desde el inicio hasta el cárcamo de tormenta la descarga municipal hasta las zonas de absorción, tienen una longitud mayor de 100 metros o donde existe poca pendiente o desnivel entre arrastres del último registro y la descarga.

Por lo general, los colectores secundarios y principales están dimensionados para la misma precipitación de diseño que las bajadas pluviales, olvidándose que la precipitación de diseño para las bajadas pluviales es la correspondiente a la media de las precipitaciones registradas en el sitio, ajustadas a las precipitaciones pluviales tabuladas de 25 en 25 mm en las tablas para el diseño, y como norma, calculadas a un cuarto (  $1/4$  ) de su capacidad, con lo que se garantiza que con una precipitación máxima extraordinaria, éstas puedan desalojar sin problemas el agua de lluvia trabajando a un tercio (  $1/3$  ) de su capacidad.

#### PERO, ¿QUE SUCEDE CON EL AGUA EXCEDENTE?

Por lo general, la problemática encontrada es el afloramiento de esas excedencias por las tapas de los registros, cosa que si se presenta en áreas pavimentadas, patios o estacionamientos representa riesgo alguno, pero si esto ocurre en áreas interiores puede provocar daños de consideración al propietario o al usuario del mismo.

Cuando el afloramiento se presenta en áreas de tránsito peatonal o de estacionamientos, deberá tomarse en cuenta el nivel máximo

de agua de la zona a inundarse y el tiempo que la inundación pueda durar, y analizar con el arquitecto o el propietario el riesgo, en caso de que el colector o los colectores se diseñen para la misma precipitación que las bajadas pluviales.

Para resolver este problema, que se presenta frecuentemente en los centros comerciales, tiendas de autoservicio, bodas, conjuntos habitacionales y conjuntos de edificaciones varias, dimos a la investigación mi padre, el Ing. Manuel A. De Anda servidor, para que mediante los resultados de la misma pudiera con seguridad y sin sobreinversión en la red de colectores pluviales, satisfacer este requerimiento de desalojo de las aguas pluviales.

Del análisis de la información de la SARH y UNAM, se encontraron las precipitaciones máximas extraordinarias registradas presentan con una frecuencia que varía de los 30 a los 50 años. Que el promedio de las máximas arriba del promedio propuesto para el diseño de las bajadas pluviales es del 120 % de la precipitación de diseño propuesto y que con este incremento en el diseño de colectores podemos cubrir con seguridad las necesidades de desalojo de aguas pluviales en redes de menos de 300 metros longitud dentro de costos razonables.

Para los colectores mayores proponemos la siguiente fórmula, como los valores del factor de ajuste ( k ).

$$I = k * i$$

Donde:

- I = Precipitación de diseño
- k = Factor de ajuste
- i = Intensidad de diseño de las bajadas pluviales

PARA REDES Y COLECTORES CON LONGITUD MENOR DE 300 metros:

$$k = 1.2$$

PARA REDES CON LONGITUD ENTRE LOS 301 Y 1.500 metros:

$$k = \text{Raíz cuadrada de } 300/L \times 0.0001 L$$

donde:

L = Longitud del colector

$$k = \sqrt{\frac{300}{L}} * 0.0001 L$$

PARA REDES CON LONGITUD ENTRE LOS 1.500 Y LOS 3.000 metros:

k = Raíz cúbica de 300/L

donde:

L = Longitud del colector

$$k = \sqrt[3]{\frac{300}{L}}$$

PARA REDES CON LONGITUD MAYOR DE LOS 3.000 metros:

k = 0.45

## POZOS DE ABSORCION PARA AGUAS PLUVIALES

El crecimiento de las áreas urbanas ha provocado que las pluviales se conduzcan fuera de las mismas, originando grandes concentraciones, problemas de conducción y desalojo, falta de recarga en los acuíferos, en especial en cuencas cerradas como lo es la Ciudad de México, en donde además provoca hundimientos generalizados dentro de la zona lacustrina.

Por otro lado el manejo tradicional de las aguas pluviales en el país tanto en edificaciones como en las redes urbanas por medio de colectores y emisores además del gran costo que ellos tienen, ha provocado un desequilibrio en las aguas del subsuelo.

Es conveniente también hacer notar que en la actualidad en todas las ciudades del país se tienen graves problemas para el desalojo de las aguas pluviales, por el gran crecimiento de las manchas urbanas y por ende de las zonas pavimentadas, lo que requiere ser necesario en un principio, y para evitar inundaciones tanto en los predios como en las zonas urbanas, que se construyen tanques o cárcamos de tormenta en los grandes predios, edificaciones mayores y en diversos sitios de las áreas urbanas las cuales sirven como tanques reguladores, al amanecer el agua de las precipitaciones máximas instantáneas y máximas extraordinarias.

Lo anterior resolvía parte del problema, pues disminuía el flujo hacia los colectores e incrementaba los costos de construcción pero no resolvía el problema del desbalance hidráulico del subsuelo, el cual como todos sabemos, se recarga con la infiltración de las aguas de lluvia.

Dada la necesidad de recargar los acuíferos, se han expedido reglamentos que limitan por un lado, las áreas ocupadas por edificaciones y las áreas pavimentadas dentro de los predios, al mismo tiempo que se exige la infiltración de aguas pluviales.

La infiltración de las aguas pluviales en predios y edificaciones, además de ser una exigencia normativa en la mayoría de los casos tratándose de predios de más de 1,000 m<sup>2</sup>, es más económica que el desalojo fuera del predio, tomando en cuenta el costo del tanque de tormentas.

Para infiltrar el agua pluvial al subsuelo se deben hacer las exploraciones necesarias para conocer la estratigrafía del mismo en el sitio de la obra, para con estos datos realizar las pruebas de infiltración en los estratos más adecuados, siendo una práctica usual, el revisar los reportes de los sondeos estratigráficos que en toda construcción de importancia se hacen para determinar el tipo de cimentación.

Las pruebas de infiltración son sencillas y de sentido común, requiere únicamente hacerlas en los estratos apropiados, cuales deben tener capacidad filtrante, siendo éstos detectados por los porcentajes de arenas y gravas, y llevar los registros tiempo y nivel dentro de los pozos de prueba, los cuales pueden ser a cielo abierto y excavados a mano cuando los estratos semisuperficiales a menos de 5 metros, o con perforaciones de prueba a mayor profundidad.

También es usual en terrenos muy arcillosos, el solicitar que se haga el estudio de Mecánica de Suelos se haga un estudio piezométrico de los diferentes estratos, lo que nos indicará cuál estrato es el más adecuado.

Conociendo el terreno en el cual estamos ubicados, también necesitamos conocer la precipitación pluvial máxima horaria, máxima horaria y la extraordinaria, a efecto de poder dimensionar adecuadamente la zona de captación e infiltración, ya que debemos tener capacidad de almacenamiento suficiente para la precipitación máxima extraordinaria (que por lo general es 1.6 veces la de diseño para bajadas pluviales, pudiéndose usar este criterio si no se conocen los datos del sitio), y las máximas horaria y diaria. Siendo esta última la que se debe considerar para determinar la capacidad de infiltración necesaria, la cual por permeable que sea el subsuelo es posible darla por las diferentes medios de infiltración como son las zanjas, las zonas filtrantes, los pozos someros y profundos, siendo estos últimos la solución más costosa y la menos recomendable, aunque a veces exigida por las autoridades.

## DISEÑO DE POZOS, ZONAS Y ZANJAS DE ABSORCIÓN O INFILTRACIÓN

Para el diseño de cualesquiera sistema de absorción de agua en el subsuelo se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- 1.- Conocer la superficie a drenar.
- 2.- Conocer la precipitación máxima extraordinaria, o en su defecto usar el factor recomendado de 1.6 la precipitación de diseño para bajadas pluviales.
- 3.- Conocer la precipitación máxima diaria.
- 4.- Conocer la capacidad de infiltración diaria del subsuelo a la profundidad del estrato permeable o más permeable.
- 5.- Conocer la capacidad de infiltración horaria del subsuelo.

Si se diseñan zanjas o zonas de absorción, con material filtrante substitutivo del material natural se requiere conocer porcentaje de vacíos del material, para dimensionar adecuadamente las zonas o zanjas.

## FORMULA GENERAL PARA EL CALCULO DE ABSORCION

$$Cd = Aa \times PMd$$

Donde:

- Cd = Capacidad de absorción del terreno en un día.
- Aa = Area de aporte (techadas y pavimentadas)
- PMd = Precipitación máxima diaria.

La capacidad de almacenamiento de agua se calculará de siguiente forma:

- a) Primero se verificará el volumen a almacenar con precipitación máxima horaria.

$$V = (Aa \times PMh) - Ch$$

En donde:

- V = Volumen de agua a almacenar.
- Aa = Area de aporte
- PMh = Precipitación máxima horaria (si no se conoce se debe usar 100 mm/h)
- Ch = Capacidad de infiltración horaria.

- b) Revisar el volumen con la precipitación máxima diaria, si coeficiente de infiltración es muy bajo, substituyendo en fórmula "PMh" por "PMd" y "Ch" por "Cd".
- c) Si se cuenta con material filtrante el volumen real será:

$$Vr = V / vm$$

En donde:

- Vr = Volumen real
- V = Volumen de agua aportada
- vm = Volumen de los vacíos del material

**FORMULA DE "MANNING" PARA CALCULO DE COLECTORES  
PLUVIALES, MIXTOS Y DE AGUAS NEGRAS**

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

- V = Velocidad del agua en m/seg
- n = Coeficiente de rugosidad del tubo
- R = Radio hidráulico en m  
Radio hidráulico = Sección o área del tubo / perímetro interior
- S = Pendiente en tanto por ciento

**COEFICIENTES DE RUGOSIDAD A USARSE  
EN LA FORMULA DE MANNING**

<u>MATERIAL</u>	<u>COEFICIENTE</u>
PVC	0.009
ASBESTO-CEMENTO	0.010
LAMINA GALVANIZADA	0.011
CONCRETO LISO	0.012
TUBOS DE ALBAÑAL DE CEMENTO	0.013
FIERRO FUNDIDO-	0.013
CONCRETO ASPERO	0.016

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* **DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 1 % DE PENDIENTE** \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	S U P E R F I C I E					D E S A G U A D A E M
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	
100	0.570	4.477	81	92	107	129	161	
150	0.747	13.199	238	272	317	380	475	
200	0.905	29.425	512	585	682	819	1,023	
250	1.050	51.539	928	1,060	1,237	1,484	1,855	
300	1.186	83.807	1,509	1,724	2,011	2,414	3,017	
375	1.376	151.950	2,735	3,126	3,647	4,376	5,470	
450	1.554	247.090	4,579	5,083	5,930	7,116	8,895	
600	1.882	532.140	17,367	19,947	22,771	27,326	34,157	
750	2.184	964.840	28,259	32,848	37,678	45,214	56,517	
900	2.466	1569.920	42,599	48,685	56,799	68,159	85,199	
1050	2.733	2368.630	60,821	69,509	81,094	97,313	121,641	
1200	2.988	3378.920	60,821	69,509	81,094	97,313	121,641	
1500	3.467	6126.380	110,275	126,028	147,033	176,440	220,550	

\* \* \* \* \* **DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.9 % DE PENDIENTE** \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	S U P E R F I C I E					D E S A G U A D A E M
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	
100	0.541	4.247	76	87	102	122	153	
150	0.709	12.522	225	258	301	361	451	
200	0.859	26.966	485	555	647	777	971	
250	0.996	48.894	880	1,006	1,173	1,408	1,760	
300	1.125	79.506	1,431	1,636	1,908	2,290	2,862	
375	1.305	144.152	2,595	2,965	3,460	4,152	5,189	
450	1.474	234.410	4,087	4,822	5,626	6,751	8,439	
600	1.785	504.832	16,476	18,385	21,116	25,539	31,174	
750	2.072	915.328	28,808	32,830	37,678	45,214	56,517	
900	2.339	1489.357	40,413	46,187	53,884	64,661	80,827	
1050	2.593	2245.182	57,699	65,942	76,933	92,319	115,399	
1200	2.835	3205.525	57,699	65,942	76,933	92,319	115,399	
1500	3.289	5811.994	104,616	119,561	139,488	167,385	209,232	



**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.8 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN				
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h
100	0.510	4.004	72	82	96	115	144
150	0.668	11.806	212	243	283	340	425
200	0.809	25.424	458	523	610	732	915
250	0.939	46.098	830	948	1,106	1,328	1,660
300	1.061	74.959	1,349	1,542	1,799	2,159	2,699
375	1.231	135.908	2,446	2,796	3,262	3,914	4,893
450	1.390	221.004	4,567	4,546	5,304	6,365	7,956
600	1.683	475.960	15,534	9,791	11,423	13,708	17,135
750	1.953	862.979	25,275	17,753	20,711	24,854	31,067
900	2.206	1404.179	38,102	28,886	33,700	40,440	50,550
1050	2.444	2116.778	54,400	43,545	50,803	60,963	76,204
1200	2.673	3022.198	54,400	62,171	72,533	87,039	108,799
1500	3.101	5479.601	98,633	112,723	131,510	157,813	197,266

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.7 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN				
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h
100	0.452	3.554	64	73	85	102	128
150	0.593	10.476	189	216	251	302	377
200	0.718	22.562	406	464	541	650	812
250	0.833	40.908	736	842	982	1,178	1,473
300	0.941	66.520	1,197	1,368	1,596	1,916	2,395
375	1.092	120.607	2,171	2,481	2,895	3,473	4,342
450	1.233	196.122	3,530	4,035	4,707	5,648	7,060
600	1.494	422.373	7,603	8,689	10,137	12,164	15,205
750	1.733	765.818	13,785	15,754	18,380	22,056	27,569
900	1.957	1246.085	22,430	25,634	29,906	35,887	44,859
1050	2.169	1878.454	33,812	38,642	45,083	54,099	67,624
1200	2.372	2681.935	48,275	55,171	64,366	77,240	96,550
1500	2.752	4862.663	87,528	100,032	116,704	140,045	175,056

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.6 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN				
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h
100	0.442	3.468	62	71	83	100	125
150	0.579	10.224	184	210	245	294	368
200	0.701	22.018	396	453	528	634	793
250	0.813	39.922	719	821	958	1,150	1,437
300	0.919	64.917	1,168	1,335	1,558	1,870	2,337
375	1.066	117.700	2,119	2,421	2,825	3,390	4,237
450	1.204	191.395	7,419	3,937	4,593	5,512	6,890
600	1.458	412.194	13,453	8,479	9,893	11,871	14,839
750	1.692	747.362	21,889	15,374	17,937	21,524	26,905
900	1.910	1216.055	32,997	25,016	29,185	35,022	43,778
1050	2.117	1833.184	47,111	37,711	43,996	52,796	65,995
1200	2.314	2617.300	47,111	53,842	62,815	75,378	94,223
1500	2.686	4745.474	85,419	97,621	113,891	136,670	170,837

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.5 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN					75
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	
100	0.382	3.003	54	62	72	86	108	
150	0.501	8.854	159	182	212	255	319	
200	0.607	19.068	343	392	458	549	686	
250	0.704	34.573	622	711	830	996	1,245	
300	0.796	56.219	1,012	1,157	1,349	1,619	2,024	
375	0.923	101.931	1,835	2,097	2,446	2,936	3,670	
450	1.042	165.753	2,984	3,410	3,978	4,774	5,967	
600	1.262	356.970	6,425	7,343	8,567	10,281	12,851	
750	1.465	647.234	11,650	13,315	15,534	18,640	23,300	
900	1.654	1053.134	18,956	21,664	25,275	30,330	37,913	
1050	1.833	1587.584	28,577	32,659	38,102	45,722	57,153	
1200	2.004	2266.648	40,800	46,628	54,400	65,279	81,599	
1500	2.326	4109.701	73,975	84,542	98,633	118,359	147,949	

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.4 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA				
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h
100	0.360	2.832	51	58	68	82	102
150	0.472	8.348	150	172	200	240	301
200	0.572	17.978	324	370	431	518	647
250	0.664	32.596	587	671	782	939	1,173
300	0.750	53.004	954	1,090	1,272	1,527	1,908
375	0.870	96.102	1,730	1,977	2,306	2,768	3,460
450	0.983	156.273	6,058	3,215	3,751	4,501	5,626
600	1.190	336.555	10,984	6,923	8,077	9,693	12,116
750	1.381	610.218	17,872	12,553	14,645	17,574	21,968
900	1.560	992.905	26,942	20,425	23,830	28,596	35,745
1050	1.729	1496.788	38,466	30,791	35,923	43,108	53,884
1200	1.890	2137.017	38,466	43,961	51,288	61,546	76,933
1500	2.193	3874.663	69,744	79,707	92,992	111,590	139,488

\* \* \* \* \* DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.3 % DE PENDIENTE \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN				
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h
100	0.296	2.326	42	48	56	67	84
150	0.388	6.858	123	141	165	198	247
200	0.470	17.770	266	304	354	425	532
250	0.546	26.780	482	551	643	771	964
300	0.616	43.547	784	896	1,045	1,254	1,568
375	0.715	78.956	1,421	1,624	1,895	2,274	2,842
450	0.807	128.392	2,311	2,641	3,081	3,698	4,622
600	0.978	276.508	4,977	5,688	6,636	7,963	9,954
750	1.135	501.346	9,024	10,313	12,032	14,439	18,048
900	1.281	815.754	14,684	16,781	19,578	23,494	29,367
1050	1.420	1229.737	22,135	25,297	29,514	35,416	44,271
1200	1.553	1755.736	31,603	36,116	42,138	50,565	63,207
1500	1.802	3183.360	57,300	65,486	76,401	91,681	114,601

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL  
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

\* \* \* \* \* **DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.2 % DE PENDIENTE** \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN				
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h
100	0.255	2.002	36	41	48	58	72
150	0.334	5.903	106	121	142	170	212
200	0.405	12.712	229	262	305	366	458
250	0.470	23.049	415	474	553	664	830
300	0.530	37.480	675	771	900	1,079	1,349
375	0.615	67.954	1,223	1,398	1,631	1,957	2,446
450	0.695	110.502	4,284	2,273	2,652	3,182	3,978
600	0.842	237.980	7,767	4,896	5,712	6,854	8,567
750	0.977	431.490	12,638	8,876	10,356	12,427	15,534
900	1.103	702.090	19,051	14,443	16,850	20,220	25,275
1050	1.222	1058.389	27,200	21,773	25,401	30,482	38,102
1200	1.336	1511.099	27,200	31,085	36,266	43,520	54,400
1500	1.550	2739.800	49,316	56,362	65,755	78,906	98,633

\* \* \* \* \* **DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.1 % DE PENDIENTE** \* \* \* \* \*

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN				
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h
100	0.171	1.343	24	28	32	39	48
150	0.224	3.960	71	81	95	114	143
200	0.272	8.528	153	175	205	246	307
250	0.315	15.462	278	318	371	445	557
300	0.356	25.142	453	517	603	724	905
375	0.413	45.585	621	936	1,094	1,313	1,641
450	0.466	74.127	1,334	1,525	1,779	2,135	2,669
600	0.565	159.642	2,874	3,284	3,831	4,598	5,747
750	0.655	289.452	5,210	5,954	6,947	8,336	10,420
900	0.740	470.976	8,478	9,689	11,303	13,564	16,955
1050	0.820	709.989	12,790	14,605	17,040	20,448	25,560
1200	0.896	1013.676	18,246	20,853	24,328	29,194	36,492
1500	1.040	1837.914	33,082	37,809	44,110	52,932	66,165

P R E C I P I T A C I O N E S   D E   D I S E Ñ O

B A J A D A S   P L U V I A L E S

EN BASE A DATOS DE REGISTRO PLUVIAL SARH Y UNAM

POBLACION	ESTADO	mm/h	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
EQUIVAL.					
Aguascalientes	Aguascalientes	125	10.42	0.0347	28.80
Acapulco	Guerrero	150	12.50	0.0417	24.00
Alamos	Sonora	125	10.42	0.0347	29.00
Alfajayucan	Hidalgo	125	10.42	0.0347	29.00
Altamira	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Altar	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Amecameca	México	150	12.50	0.0417	24.00
Anahuac	Nuevo León	125	10.42	0.0347	29.00
Apa	Hidalgo	125	10.42	0.0347	29.00
Apaseo	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Atenco	México	125	10.42	0.0347	29.00
Apatzingán	Michoacán	125	10.42	0.0347	29.00
Amealco	Querétaro	150	12.50	0.0417	24.00
Altar	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Bahía Magdalena	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Batagues	Baja California	75	6.25	0.0208	48.00
Bavispe	Sonora	125	10.42	0.0347	29.00
Cabo San Lucas	Baja California	175	14.58	0.0486	21.00
Cadege	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Caduaño	Baja California	150	12.50	0.0417	24.00
Cadereyta Jiménez	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
Calvillo	Aguascalientes	125	10.42	0.0347	29.00
Camargo Camargo	Chihuahua	125	10.42	0.0347	29.00
Campeche	Campeche	150	12.50	0.0417	24.00
Carrillo Puerto	Quintana Roo.	150	12.50	0.0417	24.00
Cárdenas	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Cedral	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Cerralvo	Nuevo León	125	10.42	0.0347	29.00
Celaya	Guanajuato	125	10.42	0.0347	29.00
Ciudad Delicias	Chihuahua	100	8.33	0.0278	36.00
Ciudad del Maíz	San Luis Potosí	175	14.58	0.0486	21.00
Ciudad Lerdo	Durango	150	12.50	0.0417	24.00
Ciudad Valles	San Luis Potosí	175	14.58	0.0486	21.00
Ciudad Victoria	Tamaulipas	125	10.42	0.0347	29.00
Coahuila	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Colima	Colima	150	12.50	0.0417	24.00
Colonia Guerrero	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Comitán	Chiapas	125	10.42	0.0347	29.00
Comondu	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Córdoba	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Cozumel	Quintana Roo.	150	12.50	0.0417	24.00
Culiacán	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Cuernavaca	Morales	150	12.50	0.0417	24.00
Cuitzeo	Michoacán	125	10.42	0.0347	28.80
Chaparaco	Michoacán	150	12.50	0.0417	24.00
Chapingo	México	150	12.50	0.0417	24.00
Charcas	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Chicalcingo	Guerrero	125	10.42	0.0347	28.80
Chihuahua	Chihuahua	100	8.33	0.0278	36.00
Corregidora Villa	Querétaro	125	10.42	0.0347	28.80

**PRECIPITACIONES DE DISEÑO**  
**BAJADAS PLUVIALES**

**EN BASE A DATOS DE REGISTRO PLUVIAL SARE Y UNAM**

P O B L A C I O N	E S T A D O	mm/h EQUIVAL.	mm/5 min	LPS/m2	m2
Dolores Hidalgo	Guanajuato	150	12.50	0.0417	2
Durango	Durango	125	10.42	0.0347	2
El Fuerte	Sinaloa	150	12.50	0.0417	2
Escobedo Pedro	Querétaro	150	12.50	0.0417	2
Escárcega	Tabasco	175	14.58	0.0486	2
Felipe Pescador	Zacatecas	150	12.50	0.0417	2
Fresnillo	Zacatecas	125	10.42	0.0347	2
Guadalajara	Jalisco	175	14.58	0.0486	2
Guamuchil	Sinaloa	150	12.50	0.0417	2
Guanajuato	Guanajuato	150	12.50	0.0417	2
Gómez Palacio	Durango	125	10.42	0.0347	2
Huahuapán de León	Oaxaca	150	12.50	0.0417	2
Huautla	Oaxaca	150	12.50	0.0417	2
Iguala	Guerro	125	10.42	0.0347	2
Irapuato	Guanajuato	150	12.50	0.0417	2
Ixtepēc	Oaxaca	175	14.58	0.0486	2
Jalpan	Querétaro	175	14.58	0.0486	2
Jerez	Zacatecas	125	10.42	0.0347	2
Jerécuaro	Guanajuato	175	14.58	0.0486	2
La Barca	Jalisco	150	12.50	0.0417	2
Lagos de Moreno	Jalisco	150	12.50	0.0417	2
Lagunillas	San Luis Potosí	175	14.58	0.0486	2
La Paz	Baja California	100	8.33	0.0278	36
La Piedad	Michoacán	175	14.58	0.0486	2
Loreto	Baja California	100	8.33	0.0278	36
Matehuala	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	2
Matías Romero	Oaxaca	150	12.50	0.0417	2
Minatitlán	Colima	175	14.58	0.0486	2
Minatitlán	Veracruz	150	12.50	0.0417	2
Mocorito	Sinaloa	175	14.58	0.0486	2
Monclova	Coahuila	125	10.42	0.0347	2
Montemorelos	Nuevo León	175	14.58	0.0486	2
Morelia	Michoacán	150	12.50	0.0417	2
Nacoziari	Sonora	125	10.42	0.0347	2
Navojoa	Sonora	125	10.42	0.0347	2
Novolato	Sinaloa	150	12.50	0.0417	2
Nuevo Laredo	Tamaulipas	150	12.50	0.0417	2
Opodepe	Sonora	125	10.42	0.0347	2
Orizaba	Veracruz	175	14.58	0.0486	2
Otatitlán	Veracruz	175	14.58	0.0486	2
Paso del Macho	Veracruz	150	12.50	0.0417	2
Pánuco	Veracruz	175	14.58	0.0486	2
Papantla	Veracruz	200	16.67	0.0556	18
Pénjamo	Guanajuato	175	14.58	0.0486	2
Piedras Negras	Coahuila	150	12.50	0.0417	2
Playa Vicente	Veracruz	150	12.50	0.0417	2
Puebla	Puebla	150	12.50	0.0417	2
Puerto Peñasco	Sonora	75	6.25	0.0208	48
Puerto Vallarta	Jalisco	125	10.42	0.0347	2
Rayones	Nuevo León	125	10.42	0.0347	2

9

**P R E C I P I T A C I O N E S   D E   D I S E Ñ O**

**B A J A D A S   P L U V I A L E S**

**EN BASE A DATOS DE REGISTRO PLUVIAL SARE Y UNAM**

P O B L A C I O N	E S T A D O	mm/h	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
EQUIVAL.					
Reynosa	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Río Grande	Zacatecas	125	10.42	0.0347	29.00
Río Verde	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Sahuayo	Michoacán	175	14.58	0.0486	21.00
Santa Ana	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Santa Catarina	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
San Cristóbal C.	Chiapas	175	14.58	0.0486	21.00
San Felipe	Sonora	75	6.25	0.0208	48.00
San Fernando	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
San Javier	Sonora	150	12.50	0.0417	24.00
San Luis Río Col.	Sonora	75	6.25	0.0208	48.00
Santo Domingo	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Silao	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Soledad D. Gtz.	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Sombrerete	Zacatecas	150	12.50	0.0417	24.00
Tampico	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Taxco	Guerrero	150	12.50	0.0417	24.00
Texcoco	México	150	12.50	0.0417	24.00
Teziutlan	Puebla	175	14.58	0.0486	21.00
Toluca	México	150	12.50	0.0417	24.00
Topo Chico (Mont.)	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
Torreon	Coahuila	125	10.42	0.0347	29.00
Tula	Hidalgo	150	12.50	0.0417	24.00
Tula	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxpan	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxtepec	Oxaca	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxtla Gutierrez	Chiapas	175	14.58	0.0486	21.00
Venado	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Venados	Hidalgo	175	14.58	0.0486	21.00
Villa De Reyes	San Luis Potosí	150	12.54	0.0417	24.00
Villahermosa	Tabasco	175	14.58	0.0486	21.00
Villagran	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Villagran	Tamaulipas	150	12.45	0.0417	24.00
Zacatecas	Zacatecas	125	10.42	0.0347	29.00
Zamora	Michoacán	150	12.50	0.0417	24.00

\*\*\*\*\*  
**CALCULO DE BAJADAS PLUVIALES PARA DIFERENTES PRECIPITACIONES**  
 \*\*\*\*\*

**SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES LLENAS A LA CUARTA PARTE**

DIAMETRO DE LA BAJADA	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS EN mm/h					
	75	100	125	150	175	200
( mm )	SUPERFICIES A DRENAR EN m2					
50	50	38	30	25	21	19
63	91	68	55	46	39	34
75	148	111	89	74	63	56
100	320	240	192	160	137	120
125	580	435	348	290	248	217
150	943	707	566	471	404	354
200	2,030	1,523	1,218	1,015	840	761

**SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES LLENAS A LA TERCERA PARTE**  
 $f = 1.6152$

DIAMETRO DE LA BAJADA	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS					
	75	100	125	150	175	200
( mm )	SUPERFICIES A DRENAR EN m2					
50	81	61	48	40	34	31
63	147	110	89	74	63	56
75	239	179	144	120	102	90
100	517	388	310	258	221	194
125	937	703	562	468	401	351
150	1,523	1,142	914	761	653	572
200	3,279	2,460	1,967	1,639	1357	1,229

**NOTAS :**

- 1.- Se recomienda calcular las bajadas a 1/4 parte de su capacidad en los lugares con alta frecuencia de granizo y nevadas de más de 10 cm.
- 2.- Para zonas áridas y costeras de la República Mexicana las bajadas pueden calcularse a 1/3 de su capacidad.
- 3.- En el altiplano de la República Mexicana, la precipitación de diseño más recomendable es de 150 mm/h para bajadas de azoteas, de 175 mm/h para terrazas y de 200 mm/h para bajadas de cubiertas y techumbres con canalones recolectores.
- 4.- Para el resto de la República, las precipitaciones de diseño serán de 125 mm/h para azoteas, 150 mm/h para terrazas y de 175 mm/h para bajadas de cubiertas y techumbres con canalones recolectores.





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y  
DE GAS PARA EDIFICIOS**

**FUENTES DE ABASTECIMIENTO**

**EXPOSITOR: ING SERGIO HERRERA MUNDO  
MAYO 1999.**

## FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Normalmente en los predios urbanos, se cuenta con los servicios municipales que proporciona el servicio de abastecimiento de agua potable por redes de distribución, de la que se deriva la toma domiciliaria que alimenta cada lote.

Se supone que el servicio público debe 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 forman varía en el curso del día (ver fig. No. 1), haciendo fluctuar las presiones en el sistema por lo que pueden tenerse dos situaciones.

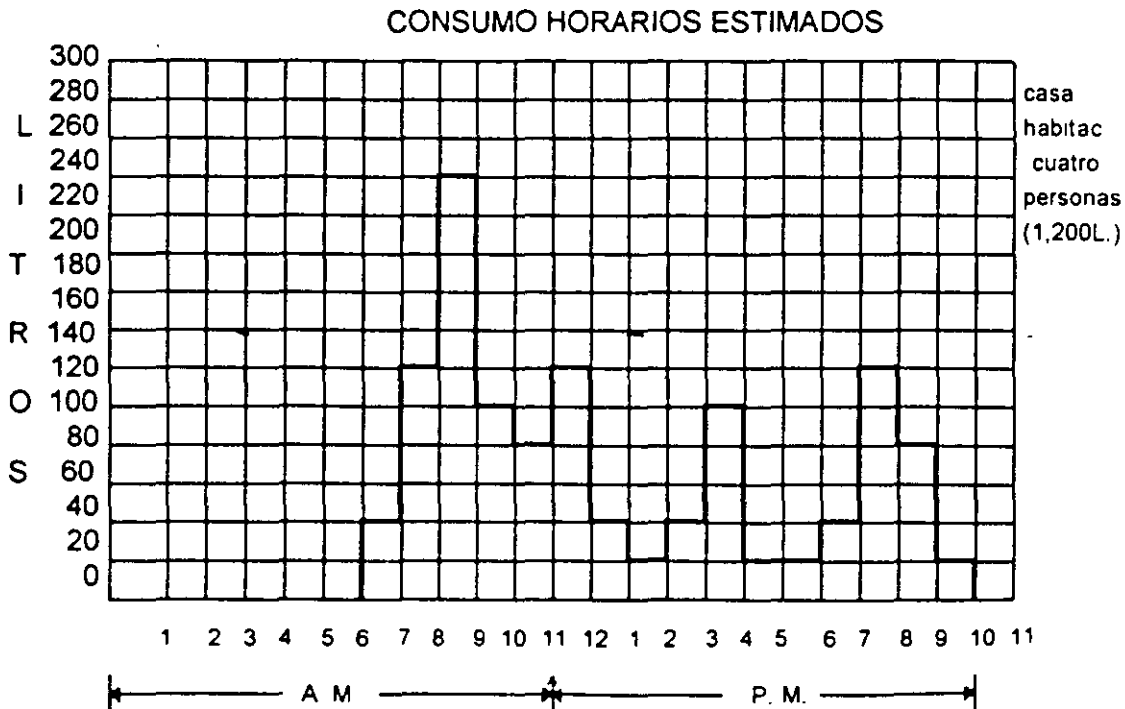
A.- La red pública tiene la capacidad y presión para abastecer un edificio en forma continua.

B.- La red tiene fluctuaciones que permiten el abastecimiento en forma intermitente.

En el primer caso puede diseñarse la instalación con tomas directas a los servicios.

En el segundo caso hay que prever la instalación de tinacos en planta de azotea, con tanques de regularización y si es necesario, cisternas con tanque de almacenamiento en la planta inferior.

De acuerdo con lo anterior podemos entrar en materia y analizar los diferentes tipos de instalación, de acuerdo con su forma de alimentación.



No. 1 Fluctuaciones de consumo

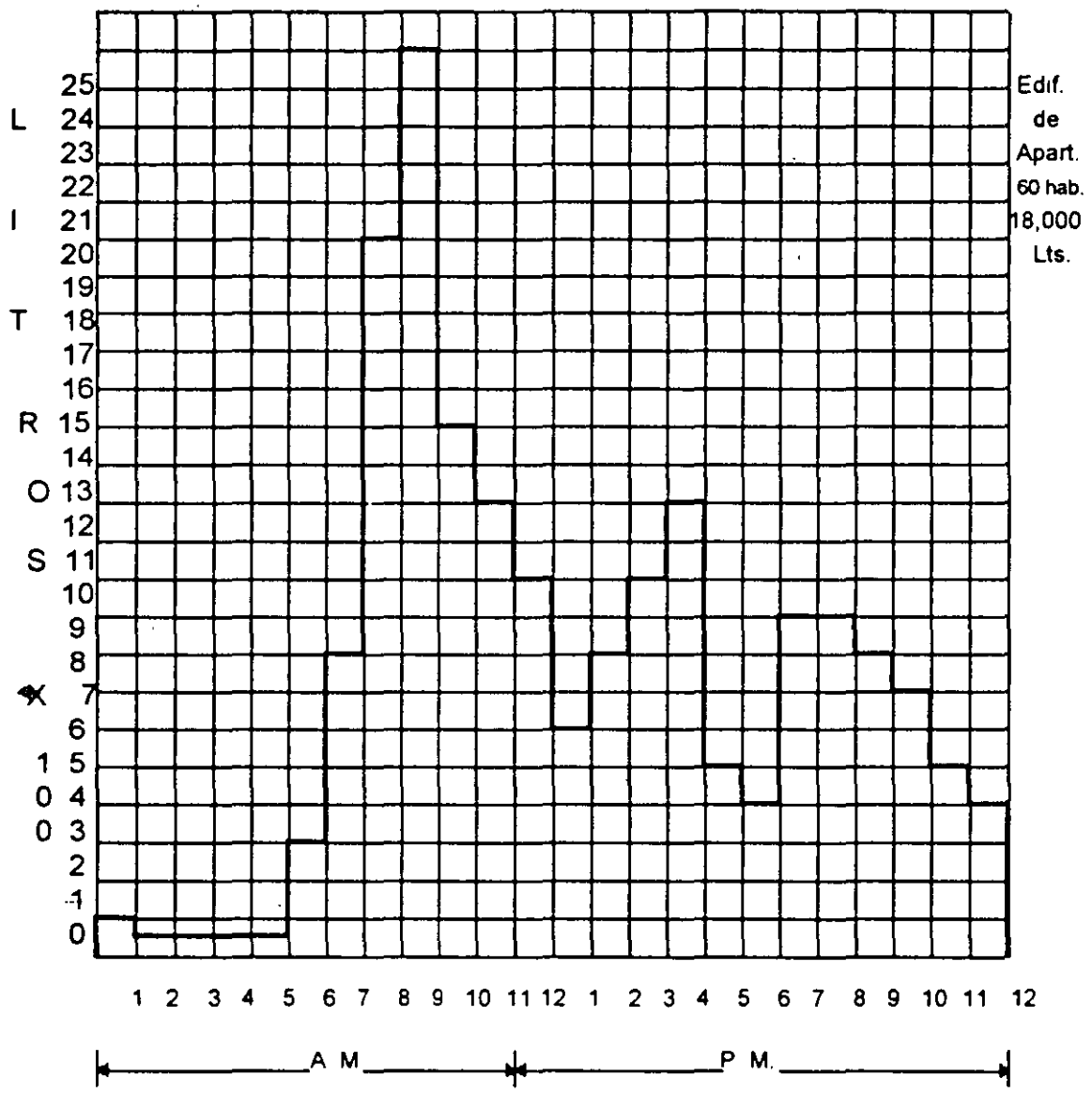


Fig. No. Fluctuaciones de consumo.

## ABASTECIMIENTO A PRESION DIRECTA DE LA RED MUNICIPAL

Esto puede ser solamente en él que la red tenga un servicio continuo y que la presión sea suficiente para satisfacer las necesidades de casas unifamiliares o edificios de un máximo de cuatro niveles, es decir que el servicio tenga una presión mínima de  $2 \text{ kg/cm}^2$  ( 20 m ) en el peor lugar y en la peor hora, o sea en el sitio más elevado del terreno y la hora del máximo consumo.

En esta caso la toma domiciliaria de cada casa unifamiliar o departamento debe tener la capacidad suficiente para dar el servicio de los muebles sanitarios, pudiéndose decir que: Casas y departamentos con un baño y cocina toma de 25 mm ( ver fig. No. 2 ) en el caso de los departamentos situados en el cuarto nivel de los edificios, requerirán también tomas de 25 mm, aun cuando tengan un solo baño, dado que las pérdidas por presión aunadas a la altura del edificio, ponen a estos departamentos en cierta desventaja.

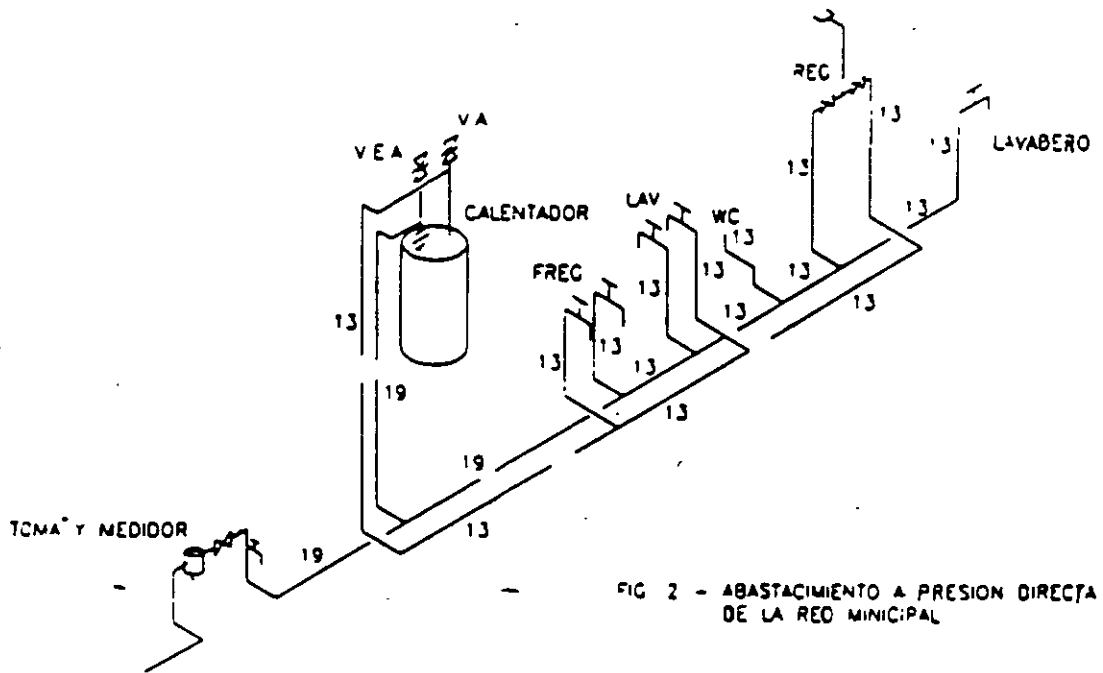


FIG 2 - ABASTACIMIENTO A PRESION DIRECTA DE LA RED MUNICIPAL

Datos para calcular tomas, tuberías y medidores en casas y edificios pequeños, de acuerdo con normas de Estados Unidos de América.

1.- Determinar la demanda máxima probable de la casa en unidades mueble de acuerdo con la siguiente tabla:

	TIPO DE MUEBLE	UNIDADES MUEBLE
1	Ex cusado	3
1	Lavabo	1
1	Tina de baño con o sin regadera	2
1	Regadera	2
1	Fregadero de cocina	2
1	Lavadero	3
1	Lavadora	3
1	Llave de manguera	4

Tabla No. 1

2.- Determinar la presión disponible en la toma, está deberá ser suficiente para dar una presión de 0.6 kg / h en muebles de baja presión o de 1.05 Kg / cm<sup>2</sup> en el caso de usar muebles de fluxómetro, una vez deducida la altura del mueble y las pérdidas por fricción. En caso de presiones de 45 Kg / cm<sup>2</sup> se recomienda el uso de válvulas reguladoras de presión.

3.- La siguiente válvula puede ser utilizada para seleccionar los diámetros de toma y línea de alimentación, basados en diferentes longitudes de tubería y el total de unidades mueble. Estos diámetros han sido calculados usando 3m por segundo de velocidad del agua, lo que corresponde aproximadamente al 10 % de pérdidas por fricción ( ver tabla No. 2 ).

	TOMA	ALIMENTACIONES GENERALES	LONGITUD TUBERIA	UNIDADES MUEBLE
1	19 mm	19 mm	15 mm	25
2	19 mm	19 mm	30 mm	16
3	19 mm	19 mm	45 mm	15
4	19 mm	25 mm	15 mm	40
5	19 mm	25 mm	30 mm	33
6	19 mm	25 mm	45 mm	28
7	25 mm	25 mm	15 mm	50
8	25 mm	25 mm	30 mm	40
9	25 mm	25 mm	45 mm	30
10	25 mm	32 mm	15 mm	96
11	25 mm	32 mm	30 mm	65
12	25 mm	32 mm	45 mm	55
13	32 mm	32 mm	15 mm	150
14	32 mm	32 mm	30 mm	190
15	32 mm	32 mm	45 mm	65
16	32 mm	38 mm	15 mm	250
17	32 mm	38 mm	30 mm	160
18	32 mm	38 mm	45 mm	130

### B.- SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD.

\*Tanque de almacenamiento elevado.- Se utiliza cuando el abastecimiento de red es intermitente o bien cuando el abastecimiento del predio es por medio de un pozo o cuando la presión no es suficiente para alimentar directamente dicho tanque elevado, mismo que regulariza el servicio en el curso del día.

El tanque elevado puede ser un simple tinaco en plena azotea o bien una estructura especial que puede servir para una sola construcción o varias.

\*Tanque elevado de regularización y cisterna de almacenamiento.- El sistema general del edificio 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 (ver fig. No. 3 )

En este caso se requiere un tanque de almacenamiento inferior que almacena el agua necesaria para el consumo del edificio y de la cual se eleva por medio de bombas al tanque elevado de regularización.

La capacidad de la cisterna debe calcularse de acuerdo con la dotación estimada en un mínimo  $2/3$  del consumo diario.

La capacidad de la bomba de  $1/8$  por hora, debiendo instalarse dos bombas por previsión de la falla de alguna de ellas o para cubrir los excesos de demanda. Las bombas deben tener un control alternador - simultaneador.

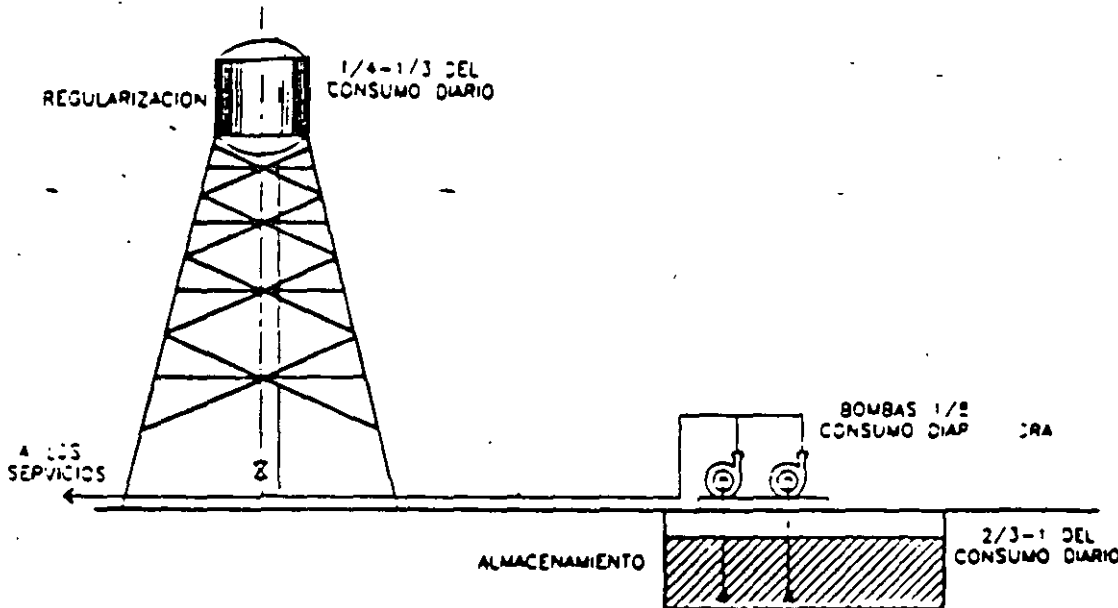


FIG. 3 - ABASTECIMIENTO CON CISTERNA Y TANQUE ELEVADO

## DOTACION Y CONSUMO

Para calcular el consumo de cualquier tipo de construcción o incluso de un fraccionamiento, debemos tomar en cuenta la dotación que se asigne a cada persona, para que al tener el total de estas que habiten una construcción o un fraccionamiento, podamos saber cuál será el consumo diario del conjunto.

## DOTACIONES DE AGUA

Como regla general, al calcular la dotación propia de un edificio en función con su número de habitantes, pueden considerarse los datos que figuran a continuación:

Habitación tipo popular	150 L / persona-día
Habitación de interes social	200 L / persona-día
Residencia y departamentos	250 a 500 L / empleado-día
Oficinas	70 L / empleado-día

En el caso de oficinas puede estimarse también a razón de 10 L / m<sup>2</sup> área contable.

Hoteles	500 L / huésped-día
Cines	2 L / espectador-función 3 turnos 6 L
Fábricas (sin consumo industrial) hay que sumar los obreros de los tres turnos	
Baños públicos	500 L / bañista-día
Escuelas	100 L / alumno-día
Clubes	500 L / bañista-día

En el caso de clubes hay que adicionar las dotaciones por cada concepto diferente, es decir: bañista, restaurante, riego d jardines, auditorio, salones de reunión, etc.

Restaurantes	16 a 30 L / comensal
Lavandería	10 L / kg de ropa seca 60 % agua caliente
Hospitales	500 a 1000 L / cama-día
Riego de jardines	5 L / m <sup>2</sup> superficie de cesped cada ves que se riegue
Riego de patios	2 L / m <sup>2</sup>

( Para casos especiales, sugerimos se consulte a la Comisión Técnica de la Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción A. C. - AMERIC-)

## CISTERNAS

Conocido el consumo diario se calcula la capacidad de la cisterna, la cual debe ser suficiente para abastecer la construcción con un mínimo de 2 / 3 de consumo diario.

A esta capacidad hay que agregar en caso de requerirse, sistema servicio de protección contra incendio, una reserva, exclusiva para este servicio de:

$1 \text{ m}^3$  para cubrir un siniestro durante 1 / 2 hora.  
 $2 \text{ m}^3$  para cubrir un siniestro durante 2 horas.  
 Mayor en caso de solicitarlo la compañía aseguradora.

Proporciones de las cisternas más económicas.- Una vez decidido el espesor de la lámina de agua dentro de la cisterna y el volumen que se va almacenar, 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.

Si la cisterna (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:

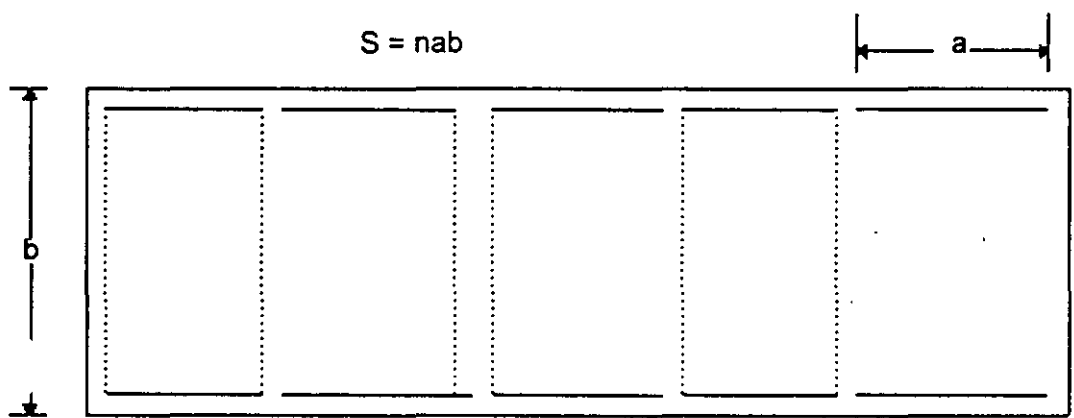


figura No. 4

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:

$$\frac{dM}{db} = (n + 1) - 2 S / b^2 = 0$$

o sea que:

$$n + 1 = 2 S / b^2 = na / b$$



De lo que resulta que las proporciones de cada compartimiento estan 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 sistemas de una sola hilera de celdas son como sigue:

NUMERO TOTAL DE CELDAS		PROPORCIONES DE LOS LADOS	
n		a : b	
1		1 : 1	
2		3 : 4	
3		2 : 3	
4		5 : 8	
5		3 : 5	
6		7 : 12	
7		4 : 7	
8		9 : 16	
9		5 : 19	
10		11 : 20	

Para sistemas con división axial, es decir, con dos hileras de celdas, se tiene como superficie total en planta de los ( n ) compartimientos:

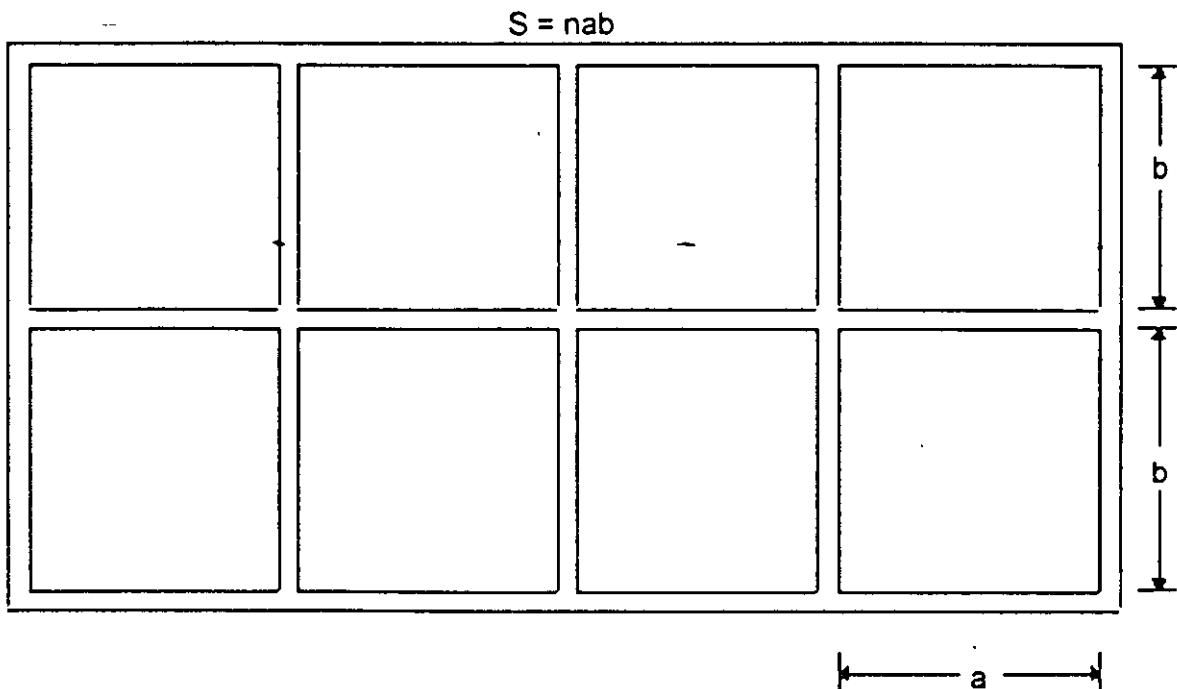


figura No. 5

donde :

$$M = 3na / 2 + b(n + 2)$$

por lo que:

$$dM / db = 3s / 2b + (n + 2) = 0 \text{ entonces ; } n + 2 = 3na / 2B$$

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 sistemas con dos hileras de celdas son:

NUMERO TOTAL DE CELDAS	PROPORCIONES DE LOS LADOS
n	a : b
2	4 : 3
4	1 : 1
6	8 : 9
8	5 : 6
10	4 : 5
12	7 : 9
14	16 : 21
16	3 : 4
18	20 : 27
20	11 : 15

Así por ejemplo una cisterna de 72,000 litros, con un metro de lámina 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 cuatro espesores de muro; y una anchura 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 m<sup>2</sup> de planta con 10 compartimientos en dos hileras, resulta con dimensiones de 4.00 m por 5.00 m en cada compartimiento, dando una longitud total de 20 m más de espesores de muro, y una anchura total de 10 m más 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 \* 2 = 24 m, en tanto los transversales an 6 m \* 4 = 24 m.

Segundo ejemplo.- Total de muros longitudinales miden  $3 * 5 * 2.40 = 36$  m ; suma de muros transversales  $2 * 5 * 4 = 36$  m.

Tercer ejemplo.- Muros transversales con desarrollo total de  $2 * 5 * 6 = 60$  m ; muros longitudinales  $3 * 5 * 4 = 60$  m.

Ver figura No. 4 y 5

### DISTRIBUCION DE AGUA FRIA EN EDIFICIOS

En la red de distribución de un edificio, sin tomar en cuenta los elementos de abastecimiento, se destacan dos elementos básicos que son las columnas de alimentación y los ramaleos en los locales que requieren servicio.

El proyecto de los mismos se basa en hacer trazos que permitan los recorridos para evitar excesos de pérdidas de presión, y reducir costos de operación.

El sistema aceptado para el cálculo de los diámetros, se basa en la unidad de descarga que se ha denominado "unidad mueble" que ha establecido ppor comparación entre los diferentes muebles sanitarios, habiéndose escogido como unidad la correspondiente a un lavabo de uso particular o doméstico. Con relación a éste se establecen las unidades para el resto de los muebles, tanto en su uso particular como de su uso público; la unidad supone un consumo de 25 L / min.

### EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO

MUEBLE	SERVICIO	CONTROL	U. M.
Excusado	Público	Válvulas	10
Excusado	Público	Tanque	5
Fregadero	Hotel rest.	Llave	4
Lavabo	Público	Llave	2
Mingitorio pedestal	Público	Válvula	10
Mingitorio pared	Público	Válvula	5
Mingitorio pared	Público	Tanque	3
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina	Público	Llave	4
Vertedero	Oficina etc.	Llave	3
Excusado	Privado	Válvula	6
Excusado	Privado	Tanque	3
Fregadero	Privado	Llave	2
Grupo baño	Privado	Exc. valv.	8
Grupo baño	Privado	Exc. tanque	6
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero	Privado	Llave	3
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina	Privado	Mezcladora	2

En las tablas que se anexan, se muestran las unidades correspondientes a diferentes muebles o grupos de muebles, tanto de uso privado como público y los diámetros mínimos recomendables para su alimentación.

### DIAMETROS Y CARGAS EN ALIMENTACION DE DIVERSOS MUEBLES

MUEBLES	USO PRIVADO		USO PUBLICO	
	Fria	Caliente	Fria	Caliente
Baño con excusado de fluxómetro lavabo o regadera mínima	6.5 Ug 32 mm	1.5 Ug 13 - 20 mm		
Baño con excusado de tanque, lavabo y tina o regadera mínima	4.5 Ug 20 mm	1.5 Ug 20 mm		
Bebedero mínima	0.5 Ug 10 mm		0.5 Ug	
Bidet mínima	1 Ug 13 mm	1 Ug 13 mm		
Fluxómetro de mano de pie	6 Ug 25 mm 32 mm		10 Ug	
Excusado de tanque	3 Ug 10 mm		5	
Fregadero domestico $\Phi$ 13	1 Ug	1		
Fregadero, motel o restaurante			2	2
Lavabo $\Phi$ 10 - $\Phi$ 10	0.5	0.5	1	1
Lavadero 13 mm $\Phi$	2		3	
Lavadora de ropa $\Phi$ 13 - $\Phi$ 20	2	2		
Regadera tibia $\Phi$ 13 - $\Phi$ 13	1	1	2	2
Tina $\Phi$ 13 - $\Phi$ 13	1	1	2	2
Urinario de colgar o de piso con fluxómetro $\Phi$ 20			5	
Urinario de colgar o de piso con tanque $\Phi$ 13			3	
Urinario de pedestal con fluxómetro de mano $\Phi$ 25			10	
Vertedero $\Phi$ 13 - $\Phi$ 13	1	1	1.5	1.5

Ug = unidad de gasto o unidad de mueble

Conocido el número de unidades mueble de los núcleos, se va acumulando en los tramos de la columna de alimentación hasta totalizarlos en la tubería de la red general de distribución.

Para obtener el gasto de la tubería, interviene el factor de uso simultáneo ya que no es posible que exista la posibilidad de que todos los usuarios y en forma simultanea operen las llaves del servicio al 100 % de ellas por lo tanto, a mayor número de muebles dicho factor se reducirá. Existen las curvas de Hunter que dan el máximo consumo probable de acuerdo con el número de unidades mueble, diferenciando la curva correspondiente al predominio de los muebles del sistema normal o el de los muebles de fluxómetro.

Obteniendo el gasto del ramal o columna de alimentación, puede utilizarse monogramas para obtener el diámetro de las tuberías de acuerdo con la calidad de éstas y con la pérdida de presión que se deseé.

Cabe hacer notar que las curvas de Hunter, tienen margenes muy amplios de seguridad ( ver fig. 6 y 7 ).

Para facilitar el cálculo de las pérdidas de presión existen tablas que dan la equivalencia de las conexiones considerándolas como tramos de tubería recta ( tabla No. 7 )

Las pérdidas de carga podemos calcularlas con la fórmula:

$$hf = f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

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 tubería ( tubería más conexiones )

d = diámetro de la misma

v = velocidad = Q / A

g = aceleración de la gravedad.

Sin embargo estrictamente exacto no lo es, ya que los coeficientes varían en función de las condiciones de la superficies internas de las tuberías y de la propia velocidad.

La velocidad máxima permitida dentro de las tuberías es de 3 m / s, dado que a partir de ésta se percibirá la circulación del agua dentro de ellas transmitiendose por toda la construcción, ocasionando ruidos molestos.

### EQUIVALENCIAS APROXIMADAS

F	K 10 - 13 mm	K 20 - 25 mm	K 32 - 40 mm	K 50 o más mm
Codo de 90°	2	1.5	1.0	1.0
Codo de 45°	1.5	1.0	0.5	0.5
Codo de " T " de paso	1.0	1.0	1.0	1.0
Codo "T" ramal	1.5	1.5	1.5	1.5
Reducción	0.5	0.5	0.5	0.5
" Y " de paso	1.0	1.0	1.0	1.0
Válvula compuerta	1.0	0.5	0.3	0.3
Válvula globo	15	12	9	7
Medidor de agua	20	16	13	12
Llave de banqueta o incisión	4	2	1.5	1.5
Flotador	7	4	3	3.5
Válvula de retención check	16	12	9	7
Columpio	8	6	4.5	3.5
Vertical	8	6	4.5	3.5

Para calcular pérdidas de carga en conexiones:

$$Ah = K \frac{v^2}{2g}$$

LONGITUD DE TUBOS EQUIVALENTE A CONEXIONES Y VALVULAS

DIAMETRO		LONGITUD EQUIVALENTE ( M )					
Conexiones	L 90 °	L 45 °	T	Lat. t	V. com	V. glob	V. ang.
10	0.30	0.18	0.46	0.09	0.06	2.40	1.20
13	0.60	0.37	0.91	0.18	0.12	4.60	2.40
19	0.75	0.46	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	8.58
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	16.80
* 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 usadas comunmente

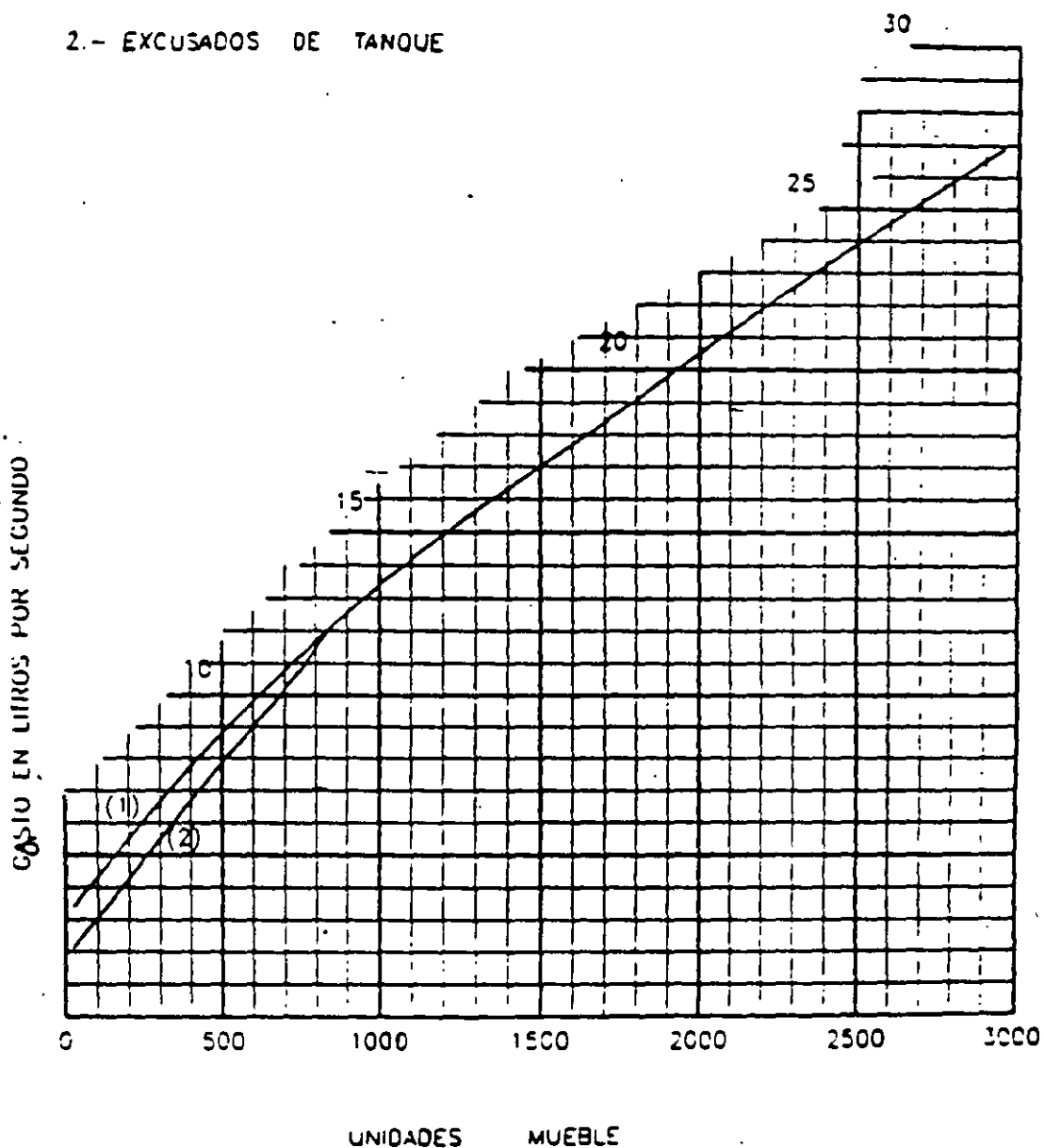
LONGITUD EQUIVALENTE A TUBERIA PARA DIFERENTES APARATOS

Aparato	DIAMETRO DEL TUBO			
	13	19	25	32
Calentador agua ver. 110 L, 19 mm	1.20	5.20	17.10	
Calentador agua horz. 1101 L 19 mm	0.97	1.50	4.90	
Medidor de agua ( sin valv. )				
16 mm conexión de 13 mm	2.05	8.55	27.45	
16 mm conexión de 19 mm	1.45	5.10	19.50	
19 mm conexión de 19 mm	1.05	4.25	13.70	
25 mm conexión de 25 mm		2.75	9.15	35.10
32 mm conexión de 25 mm		1.35	9.15	16.45
Ablandador de agua		15-61.00		

# CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER ( GRANDES GASTOS )

1.- EXCUSADOS CON VALVULAS

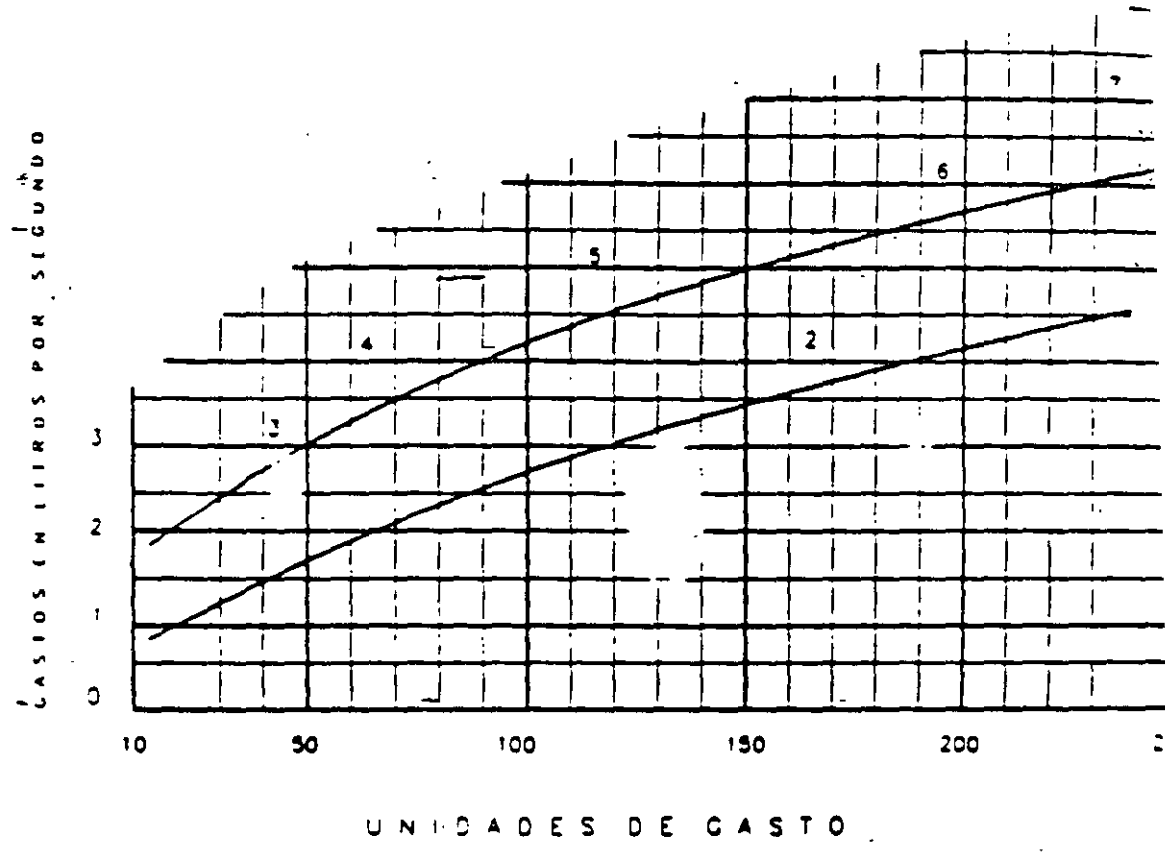
2.- EXCUSADOS DE TANQUE





# CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER ( PEQUEÑOS GASTOS )

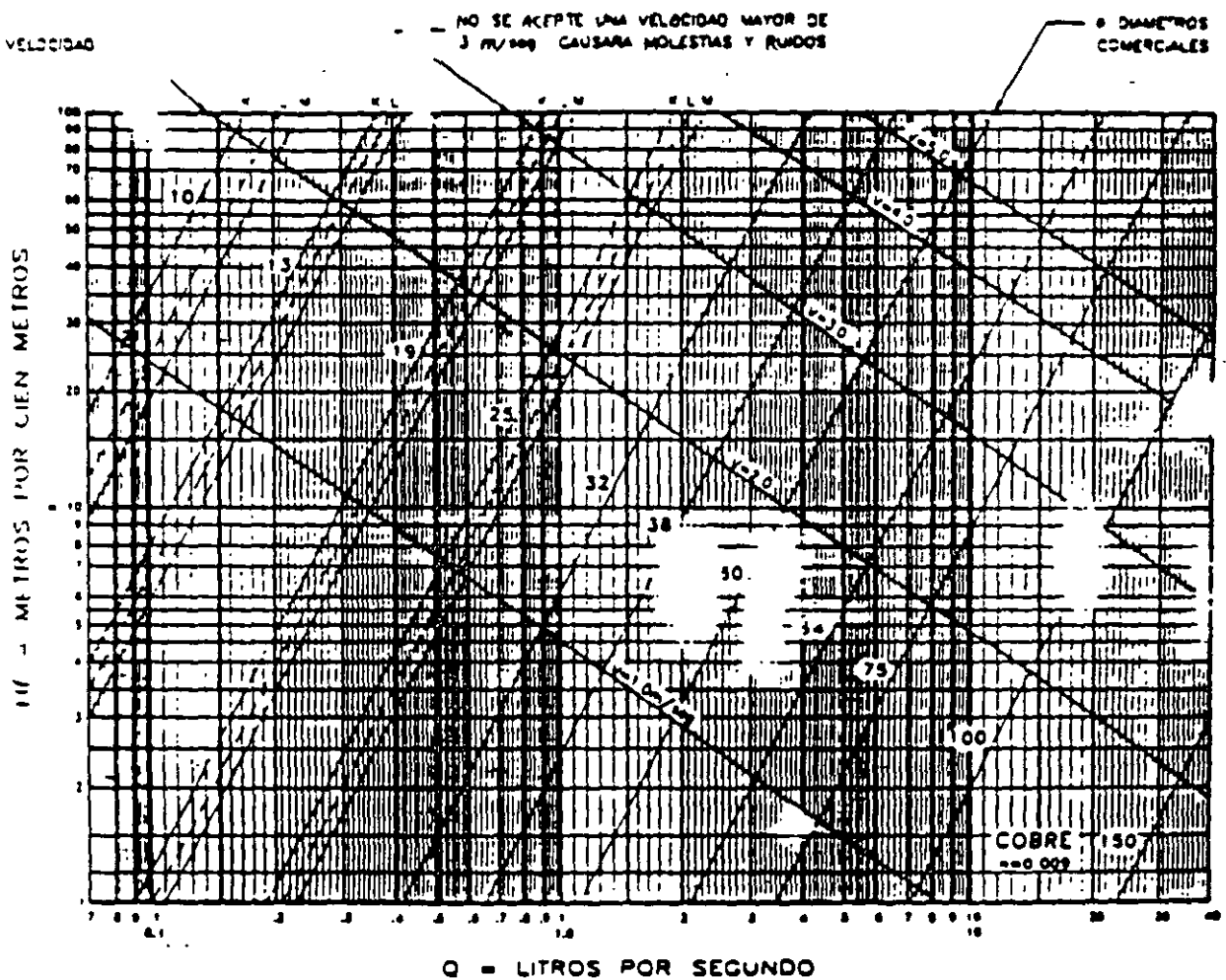
- 1 - EXCUSADOS CON VALVULA
- 2 - EXCUSADOS DE TANQUE



# T B L A No. 6 (a)

NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIAMETRO PARA TUBERIAS DE CONDUCCION DE AGUA

## TUBERIA DE COBRE



**NOTA:**

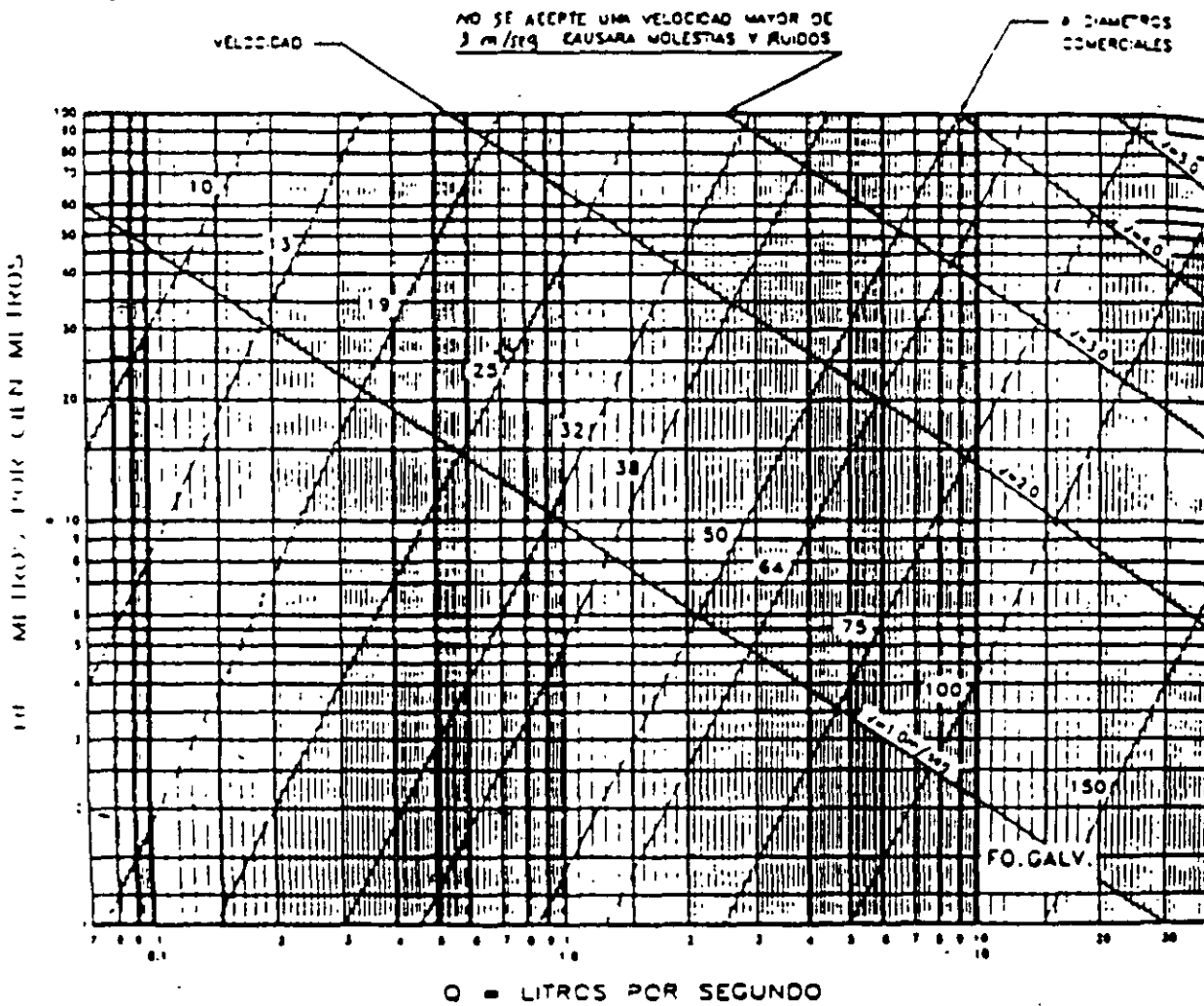
EN ABASTECIMIENTOS POR PRESION SE DEBE MUY EN CUENTA LA PERDIDA POR FRICCION, SE SUGIERE NO PASE 10m POR CADA 100m

TOMADA DE UN ARTICULO DEL ING DIAZ BARRICA DE LA REVISTA "HIDROMECANICA"

# T A B L A No. 16 (a)

NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIAMETRO PARA TUBERIAS DE CONDUCCION DE AGUA

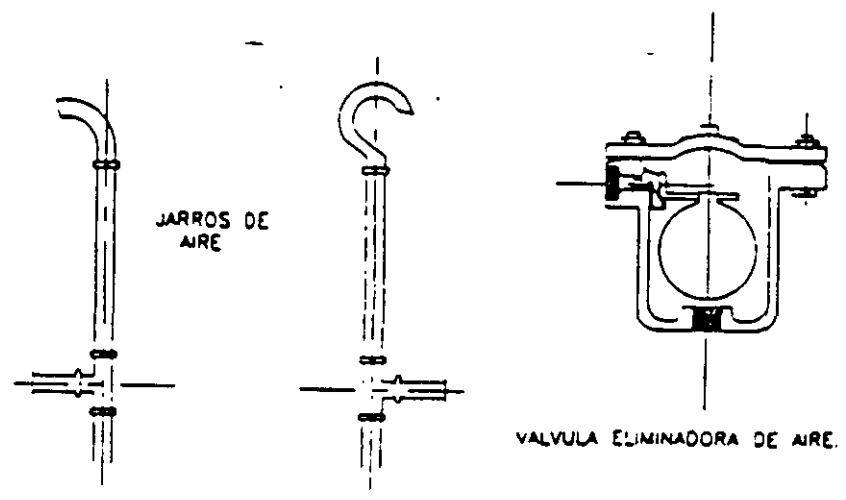
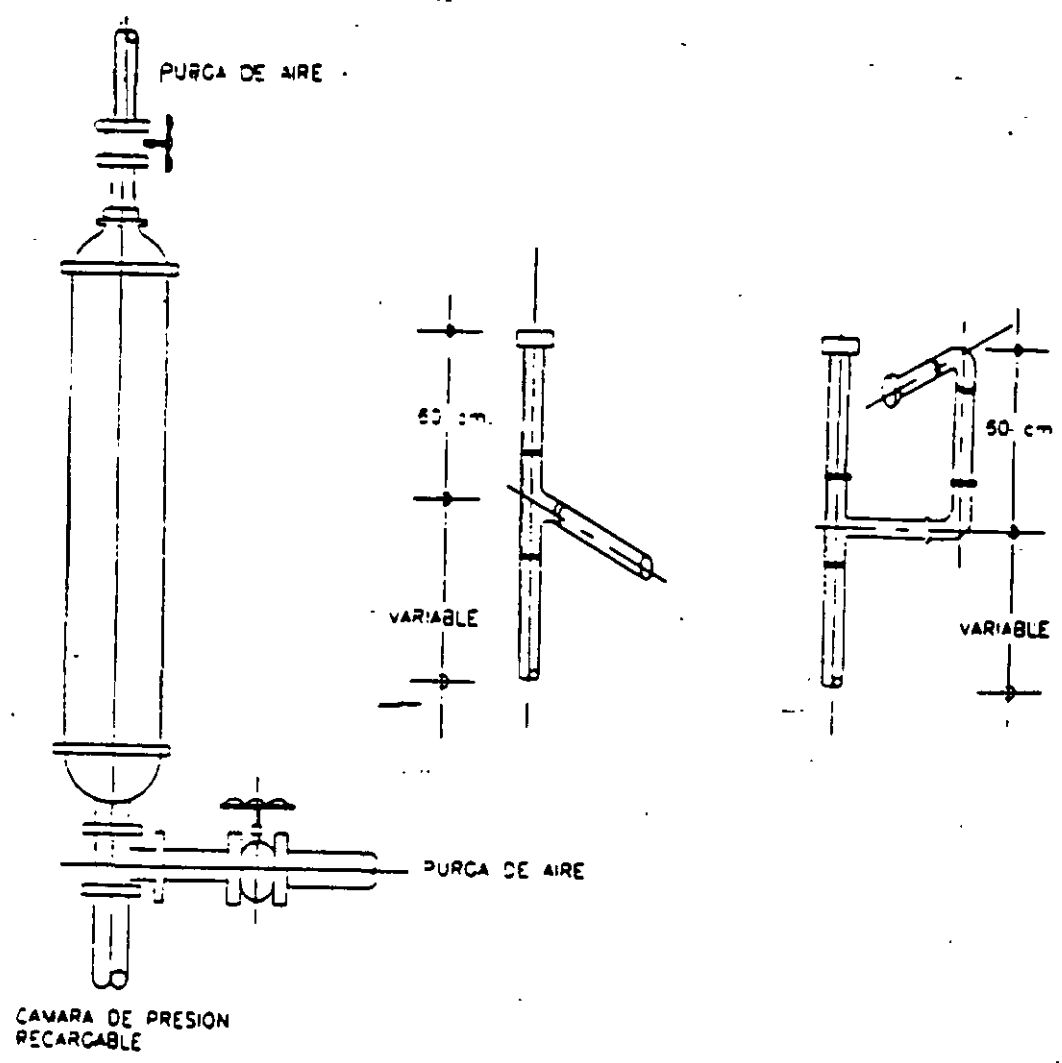
## TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO



NOTA:  
 EN ABASTECIMIENTOS POR PRESION SE DEBE TOMAR MUY EN CUENTA LA PERDIDA POR FRICCION. SE SUGERE NO PASE DE 10m POR CADA 100m

TOMADA DE UN ARTICULO DEL ING. DAZ BARRICA, DE LA REVISTA "MOROMECANICA"

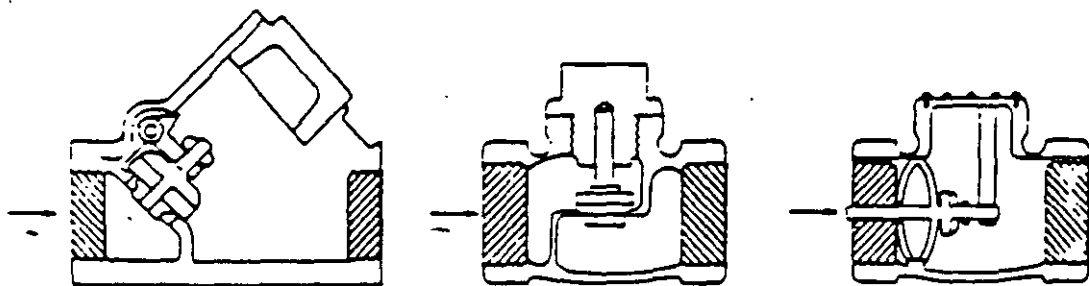
Si estas cámaras se hacen más cortas, tienen el peligro de que la circulación del agua arrastre el aire contenido en ellas y a llenarse de agua no cumplirán su objetivo.



**JARROS DE AIRE.** Este término es muy propio de nuestro manual y tiene por objeto expulsar el aire contenido en tuberías, las cuales si no están correctamente instaladas aprisionan el aire que forma verdaderos tapones que impiden la circulación del agua o que al ser expulsado por las bombas cuando esto es posible ocasiona intermitencias molestas en el flujo.

**VALVULAS ELIMINADORA DE AIRE.** Tiene el mismo objeto que el jarro de aire, pero se instalan en los sistemas que trabajan a presión por bombeo y en los cuales no pueden tenerse extremos abiertos. Son pequeños receptáculos con un elemento de flotador, el cual cae por su peso cuando hay aire dentro de la válvula, dejando escapar el aire y cerrándose cuando el agua vuelve a llenar el receptáculo.

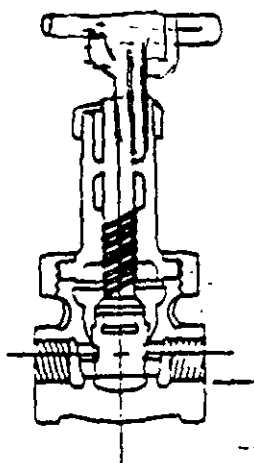
**VALVULAS CHECK.** De varios tipos, como son verticales, horizontales o de columpio, con émbolos verticales o de balancín que permiten el flujo dentro de la tubería en un sólo sentido.



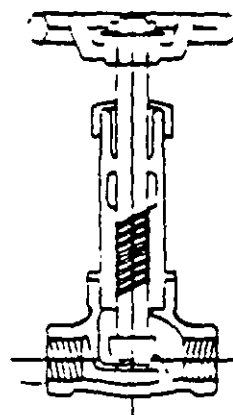
VALVULAS CHECK

La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles debe ser mayor de  $3.5 \text{ Kg/cm}^2$  ( 35 m H ) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación  $1 \text{ Kg/cm}^2$  ( 10 m ) si son de fluxómetro y  $0.5 \text{ Kg/cm}^2$  ( 5 m ) si son muebles ordinarios. (Mínimos  $0.70 \text{ Kg/cm}^2$  y  $0.20 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente)

Dentro de los conceptos constructivos de la instalación hidráulica, debemos conocer lo siguiente:



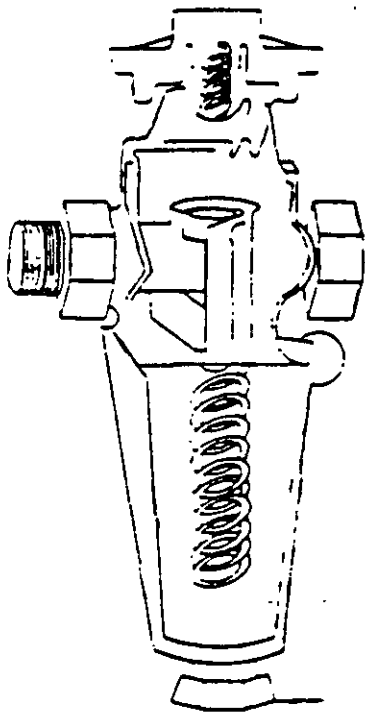
VALVULA DE PUERTA



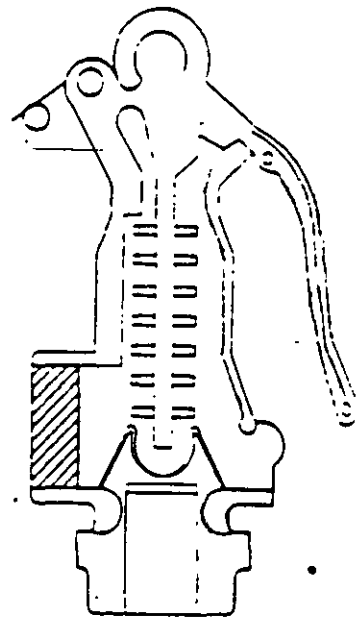
VALVULA DE GLOBOS  
FIGURA No.7

**CAMARAS DE AIRE O PRESION.** Son pequeños tubos tapados en un extremo, del mismo diámetro que la tubería de alimentación de cada mueble o columna de alimentación, con una longitud mínima de 60 cm en las cuales se forma una cámara de aire que tiene por objeto reducir los golpes de ariete ocasionados por el cierre brusco de las llaves y que hace percibir fuertes ruidos en la instalación.

**REDUCTORA DE PRESION.** Válvulas que por medio de oponer fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y res( reducen la presión dentro de las tuberías.



VALVULA REDUCTORA DE PRESION  
FIG. 11



VALVULA DE SEGURIDAD  
FIG. 12

**METODO DE HUNTER**  
Gasto máximo probable

Equivalencia de los muebles en unidades de gasto

Mueble	Servicio		U. M.
Excusado	Público	Válvula	10
Excusado	Público	Tanque	5
Fregadero	Hotel rest.	Llave	4
Lavabo	Público	Llave	2
Mingitorio Pedest.	Público	Válvula	10
Mingitotrio pared	Público	Válvula	5
Mingitorio pared	Público	Tanque	3
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina	Público	Llave	4
Vertedero	Oficinas etc.	Llave	3
Excusado	Privado	Válvula	6
Excusado	Privado	Tanque	3
Fregadero	Privado	Llave	2
Grupo baño	Privado	Exc. válvula	8
Grupo baño	Privado	Exc. tanque	6
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero	Privado	Llave	3
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina	Privado	Mezcladora	2



La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles no debe ser mayor de 3.5 Kg / cm<sup>2</sup> ( 35 m H ) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación 1 Kg / cm<sup>2</sup> ( 10 m ) si son de fluxómetros y 0.5 Kg / cm<sup>2</sup> ( 5 m ) si son muebles ordinarios. ( Mínimos 0.70 Kg / cm<sup>2</sup> y 0.20 Kg / cm<sup>2</sup> respectivamente )

Dentro de los conceptos constructivos de la instalación hidráulica, debemos conocer lo siguiente:

**Camaras de aire o presión.-** Son pequeños tubos tapados en un extremo, del mismo diámetro que de la tubería de alimentación de cada mueble o columna de alimentación, con una longitud mínima de 60 cm en las cuales se forma una camara de aire que tiene por objeto reducir los golpes de ariete ocasionados por el cierre brusco de las llaves y que hace percibir fuertes ruidos en la instalación.

Si estas camaras se hacen más cortas, tienen el peligro de que la circulación del agua arrastre el aire contenido en ellas y al llenarlas de agua no cumplan su objetivo.

**Jarros de aire.-** Este término es muy propio de nuestro técnico manual y tiene por objeto expulsar el aire contenido de las tuberías, las cuales si no están correctamente instaladas pueden aprisionar al aire que forma verdaderos tapones que impiden la circulación del agua o que al ser expulsado por las llaves, cuando esto es posible ocasiona intermitencias molestas del flujo.

**Válvula eliminadora de aire.-** Tiene el mismo objeto que el jarro de aire, pero se instalan en los sistemas que trabajan a presión por bombeo y en los cuales no pueden tenerse extremos abiertos. Son pequeños receptáculos con un elemento flotador, el cual ces por su propio peso cuando hay aire dentro de la válvula, dejándolo escapar y cerrándose cuando el agua vuelve a llenar el receptáculo.

**Válvula check.-** De varios tipos, como son verticales, horizontales o de columpio, con émbolos verticales o de balanceo que permiten el flujo dentro de la tubería en un solo sentido.

**Reductora de presión.-** Válvulas que por medio de oponer una fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y resortes, reducen la presión dentro de la tuberías.

## MUEBLES SANITARIOS QUE COMO MINIMO SE REQUIEREN EN DIVERSOS TIPOS DE EDIFICIOS

### Habitaciones

- 1 excusado por vivienda o departamento
- 1 Lavabo
- 1 Tina regadera
- 1 Fregadero
- 1 Lavadero

### Escuelas ( Primarias )

1 Excusado por vivienda o departamento

1 Lavabo

1 Tina regadera

1 Lavadero

### 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

### Edificios de Oficinas o públicos

1 Persona por cada 10 m<sup>2</sup>

1 Excusado 1 - 15 personas

2 Excusados 16 - 35 personas

3 Excusados 36 - 55 personas

4 Excusados 56 - 80 personas

5 Excusados 81 - 110 personas

6 Excusados 111 - 150 personas

Urinarios.- Se suprime un excusado por cada urinario instalado sin que el número 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.

### Estacionamientos 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 se reduzca a menos, de 2 / 3 de los arriba indicados.

1 Lavabo por cada 100 personas

1 Lavabo por cada 10 personas adicionales. Cuando hay peligro de contaminación de la persona con materias venenosas, infecciosas o irritantes instalar un lavabo por cada 5 personas. En otros casos puede instalarse un lavabo por cada 15 personas. Cada 60 cm de lavabo circular comun, con llaves de agua por cada espacio, se consideran 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 con 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. Agregando 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

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 Lavabo por cada 50 personas

## **Cines, Teatros, 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 202 - 400 personas

3 Excusados para mujeres 202 - 400 personas

Para más de 400 personas se agregará un excusado por cada 500 hombres y un excusado por cada 300 mujeres o 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 - 400 personas

3 Lavabos para 401 - 750 personas

## **Servicios Profesionales sanitarios para trabajadores**

1 Excusado y un urinario por cada 30 trabajadores. Si se usan urinarios corridos se consideran las siguientes equivalencias:

50 cm lineales = 1 urinario

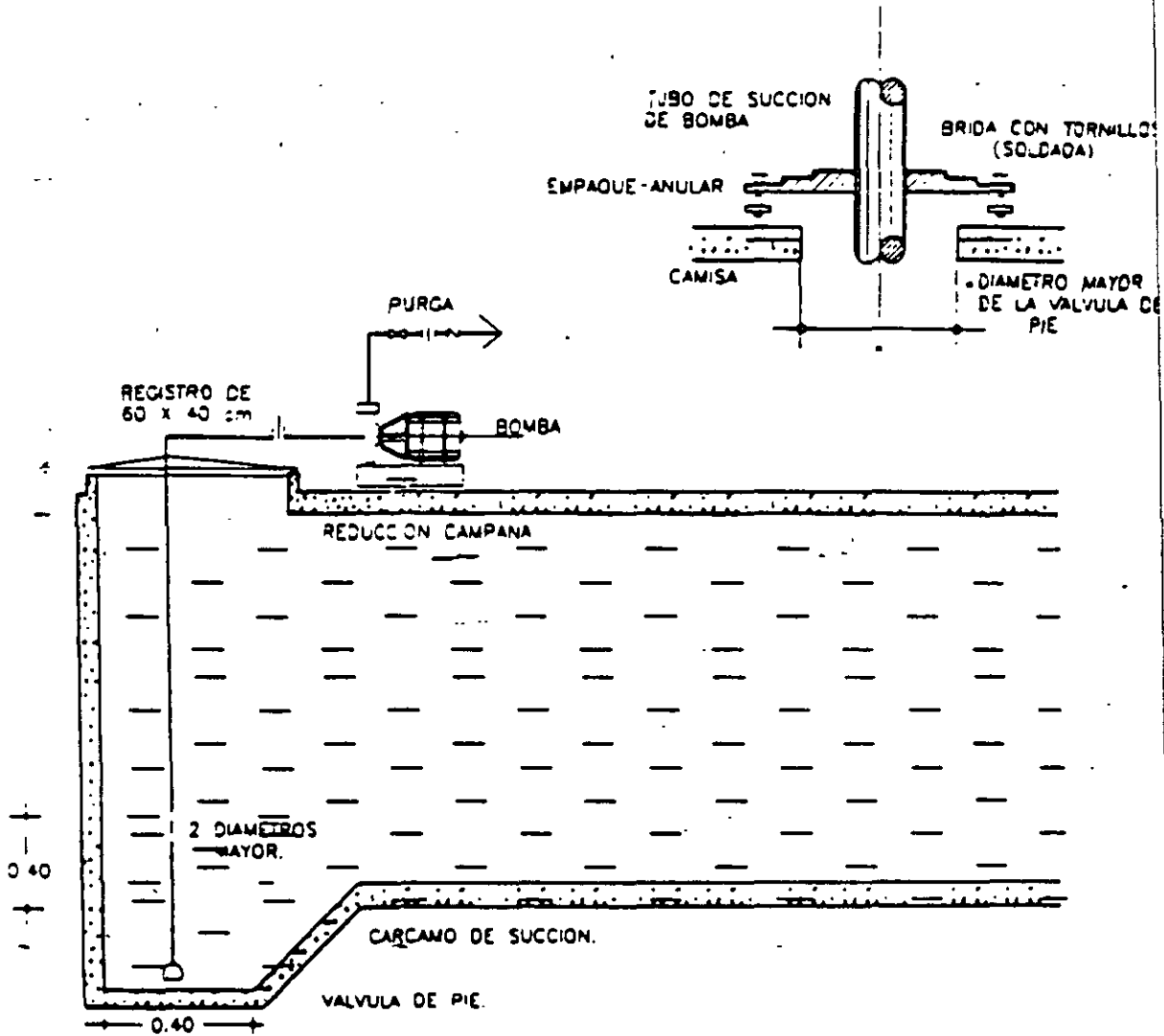
90 - 1.20 = 2 urinarios

1.50 = 3 urinarios

1.80 = 4 urinarios

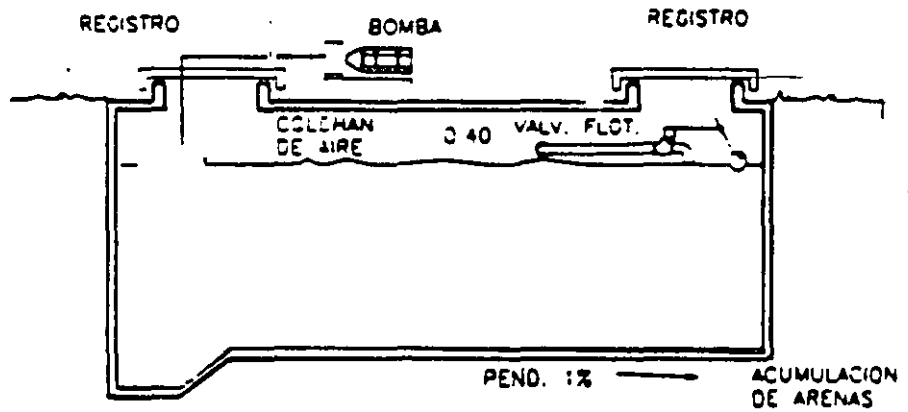
**Comentarios Generales.** Al aplicar los criterios expuestos debe tomarse en cuenta la accesibilidad de los muebles sanitarios, ya que al ceñirse únicamente a los valores numéricos especificados pueden resultar soluciones inadecuadas para el establecimiento de que se trate. Así, pro ejemplo, en escuelas de varios pisos deberá haber sanitarios en cada piso de salones de clase.

# DETALLE DE CISTERNA Y BOMBA

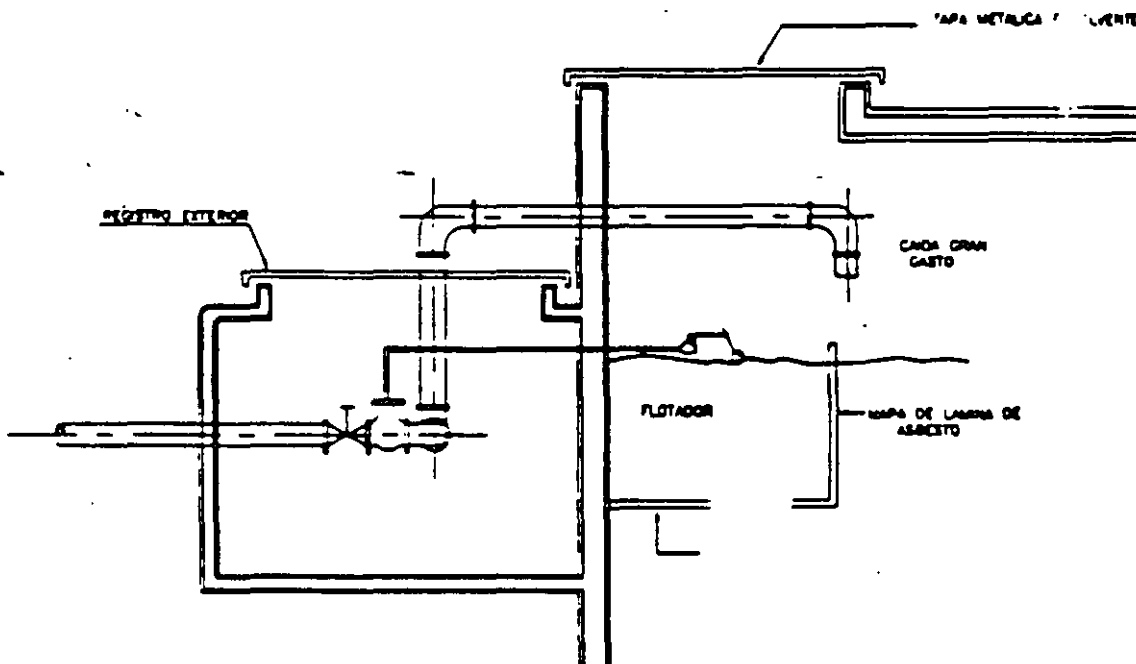


NOTA  
 4.50 MAXIMO AL NIVEL DEL MAR 1cm MENOS POR CADA 10 mts  
 DE ALTURA DEL LUGAR SOBRE EL NIVEL DEL MAR

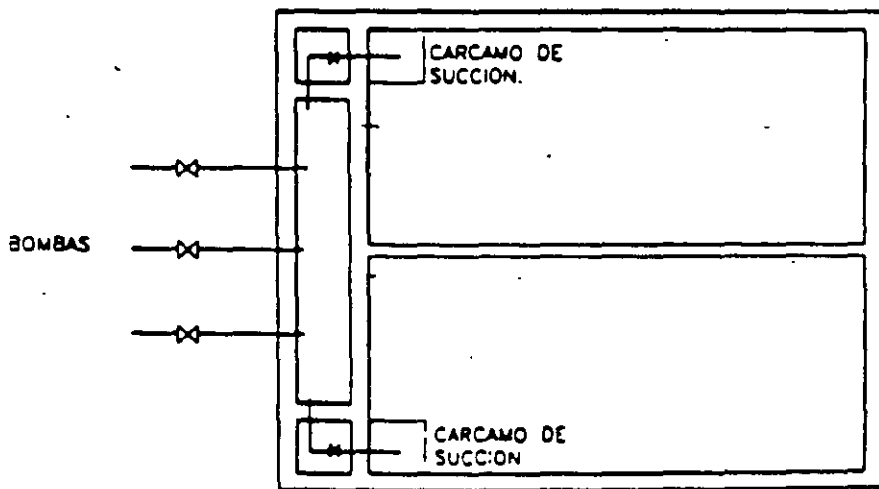
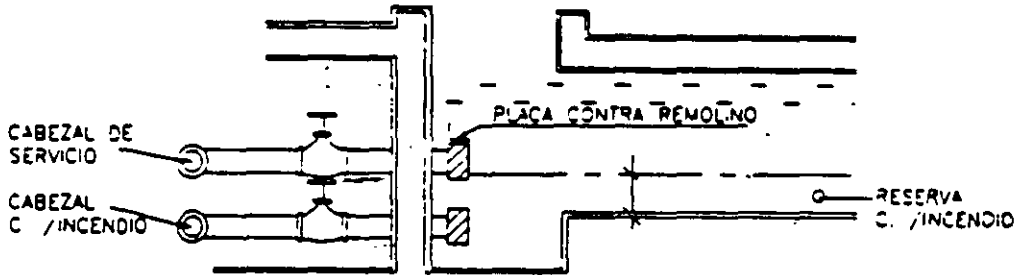
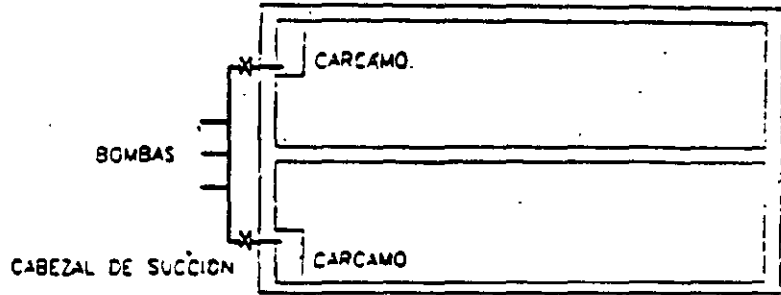
# DETALLE DE CISTERNA Y FLOTADOR



# DETALLE DE VALVULA FLOTADOR DE GRAN DIAMETRO



# CISTERNAS DE DOBLE CELDA



NOTA:  
SE DEBERA PREVER LA RESERVA MINIMO  
CONTRA INCENDIO MEDIANTE NIVELES DE  
SUCCION DE LAS BOMBAS

## COMENTARIOS ACERCA DEL SISTEMA "HUNTER"

Dado que un sistema de abastecimiento a muebles sanitarios no tiene un funcionamiento regular porque depende de varias circunstancias ( número de muebles, número y tipo de usuarios, etc. ). No haya una forma matemática para determinar con seguridad cual puede ser la demanda máxima instantánea, en un momento dado con ese dato se puede determinar el diámetro de la línea y la capacidad del equipo de bombeo en su caso.

Después de varios intentos empíricos, la forma de cálculo más aceptada es la del Dr Roy B. Hunter, del National Bureau of Standards, en Estados Unidos de Norteamérica.

En México, país en el que ha habido necesidad de desarrollar una tecnología propia para aprovechar al máximo los recursos financieros, el Ing. Manuel A. de Anda un estudioso en la materia, ha analizado detenidamente este tema y lo presenta al medio electromecánico nacional, como una aportación académica, se inicia con el estudio del cálculo de probabilidades y es el siguiente:

Con el fin de formarse un criterio acerca de la probabilidad de funcionamiento simultáneo de los muebles sanitarios, se puede partir de un caso en que haya una batería de 4 muebles con fluxómetro.

.            a                                    b                                    c                                    d

Si cada fluxómetro funciona durante 10 segundos cada 10 minutos, o sea  $A = 1 / 60$  del tiempo, la probabilidad de que 2 fluxómetros operen simultáneamente es de  $A = 1 / 60$ ; pero podemos formar 6 pares diferentes ( ab, ac, ad, bc, bd y cd ), si la batería de muebles funciona 8 horas cada día, resulta que cada uno de los muebles operará  $B = 8 * 60 \text{ min} / 10 \text{ min} = 48$  veces al día y hay  $48 * 6$  probabilidades de que se forme un par simultáneo, siendo solamente probable que en las 8 horas trabajen a la vez  $48 * 6 / 60 = 4.8$  veces o sea cada vez cada 75 min ( 1 1 / 4 )

Pueden comprobarse que pueden formarse 4 tercias diferentes,  $4 * 3 * 2 / 1 * 2 * 3 = n ( n - 1 ) ( n - r + 1 ) / r$ , siendo ( n ) los 4 fluxómetros,  $r = 3$  porque deseamos tercias y  $r = 1 * 2 * 3$ , ahora bien para que un mueble cualquiera funcione simultáneamente con un par ya formado, la probabilidad es  $1 / 60$ , y como la del par era también  $1 / 60$ , para la tercia resulta  $1 / 60^2$ , de modo que la frecuencia con que podría llegar a funcionar a la vez 3 de los fluxómetros sera:

$$f = \frac{48 * 4}{60^3 - 1} = \frac{48 * 4}{60^2} = \frac{1}{18.75}$$

O sea una vez cada 18.75 días , equivalente a una cada 150 horas. Bastará que la tubería tenga capacidad para 2 fluxómetros a la vez.

## CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE USO SIMULTANEO

... se tiene un grupo de muebles sanitarios del mismo tipo, la frecuencia ( f ) en veces al día con que pueden funcionar a la vez ( r ) muebles de ( n ) instalados es:

$$f = \frac{B * C^n}{A^{r-1}} = (\text{veces al día})$$

siendo:

B = el número de usos al día de cada mueble

$C^n_r$  = El número de combinaciones de ( r ) en ( n ) muebles, de entre los ( n ) instalados

A = La relación entre el intervalo entre usos consecutivos y la duración de la descarga

como

$$C^n_r = \frac{n(n-1)(n-2)...(n-r+1)}{r}$$

$$f = \frac{Bn(n-1)(n-2)...(n-r+1)}{r * A^{r-1}}$$

Por ejemplo, si se tienen 6 fluxómetros funcionando cada 10 minutos, durante 10 segundos, A = 6 y B = 48 veces en 8 m / día la tubería troncal deberá ser capaz de alimentar el número de xómetros que puedan funcionar simultáneamente una vez al día.

Si funcionan de uno en uno, la frecuencia será:

$$f_{1/6} = \frac{48 * 6}{1 * 60} = 48 * 6 = 288 \text{ veces al día}$$

Con dos simultáneos.

$$f_{2/6} = \frac{48 * 6 * 5}{1 * 2 * 60} = 12 \text{ veces al día}$$

## PROBABILIDAD DE USO SIMULTANEO

Con tres fluxómetros a la vez:

$$f_{3/6} = \frac{48 * 6 * 5 * 4}{1 * 2 * 3 * 60} = \frac{4}{15} \text{ cuatro veces cada 15 días}$$

Por consiguiente la tubería troncal deberá ser suficiente para alimentar 3 fluxómetros a la vez, ya que para dos existe el riesgo de insuficiencia cuando lleguen a funcionar 3 a la vez



Cuando se trata de un número de muebles grande y de diferentes tipos, no puede hacerse el cálculo como antes que eran fluxómetros del mismo tipo. Se aplica entonces el número de unidades del Dr. Hunter consultando sus gráficas de gastos, o bien se utilizan las fórmulas establecidas por el Ing. Manuel A. de Anda y que son:

$$Q = 0.45\sqrt{U} \quad (1) \quad ; \quad Q = 0.25\sqrt{U} + 0.005 * U \quad (2)$$

Siendo U el número total de unidades de gasto, según Hunter, Q el gasto requerido en litros por segundo.

La fórmula ( 1 ) se usa para conjuntos de muebles en que haya fluxómetros, sin que U pase de 1600 unidades de gasto, en tanto que la fórmula ( 2 ) se emplea cuando no hay fluxómetros y U pasa de 1600 unidades, ya sea con fluxómetros o sin ellos, la fórmula que debe usarse es la ( 2 )



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y  
DE GAS PARA EDIFICIOS**

**TEMARIO DEL SEMINARIO DE CONTROL  
SISTEMA CONTRA INCENDIO**

**EXPOSITOR: ING. JORGE ESQUIVEL FRANCO  
MAYO 1999.**

# TEMARIO DEL SEMINARIO CONTROL DE SISTEMAS CONTRA INCENDIO

## OBJETIVO:

El participante podrá conocer los sistemas contra-incendio en general, así como sus componentes y partes, funciones y características, realizando una supervisión en la construcción de nuevas obras o modificaciones del sistema instalado en base a las normas vigentes.

## I. COMPONENTES Y CARACTERISTICAS , ASI COMO EL FUNCIONAMIENTO Y OPERACION HIDRAULICA CONTRA INCENDIO.

FECHA DURACION

- 1.- Breve introducción de normas nacionales e internacionales aplicables para el Sistema de Contraincendio.
- 2.- Descripción y/o especificaciones de equipos de incendio.
- 3.- Descripción y/o especificaciones de material de incendio.
- 4.- Componentes de un sistema a base de una red de AGUA.
  - 4.1 - Pozos , tanque o cisternas.
  - 4.2 - Bombas, principal, emergencia y jockey.
  - 4.3 - Red de tuberías.
  - 4.4 - Gabinetes de hidrantes:
    - 4.4.1 - Mangueras, valvulas, llave universal, cristal y toma siamesa.
- 5.- Diagrama de tubería e instrumentación para bombas contra incendio.
  - 5.1 - Controladores electricos y de emergencia para bombas de incendios.
  - 5.2 - típicos de instalación y componentes.

## **6. - Diseño de Sistemas Contraincendio.**

- 6.1 - Diseño de tuberías y tomas siamesas hidrantes y chiflones de acuerdo a Normas y Codigos (Elaboración de isométrico).**
- 6.2 - Cálculo de selección y distribución de los hidrantes en base a Normas.**
- 6.3 - Cálculo y selección de diametro del cabezal o anillo de alimentación.**
- 6.4 - Cálculo del diametro del tubo de succión en base a normas.**
- 6.5 - Cálculo de los cortes de presión que incluye el diagrama simplificador de la red.**
- 6.6 - Cálculo de altura dinamica.**
- 6.7 - Cálculo del gasto en la descarga de las bombas.**
- 6.8 - Cálculo de la potencia de las bombas y motores.**
- 6.9 - Cálculo de carga neta de succión disponibles (NPSH), succión negativa y positiva.**

## **7. - Selección de equipo.**

- 7.1 - Selección de tuberías y accesorios.**
- 7.2 - Selección de motor electrico y accesorios.**
- 7.3 - Selección de motor de combustión interna.**
- 7.4 - Selección de multiple de pruebas y automatización del equipo de contraincendio.**

## **8. - Lista de materiales contraincendio para llegar al volumen de la obra.**

## **9. - Cálculo del costo total del Sistema Contraincendio de acuerdo a lista de materiales para obra civil que incluye cisterna y cuarto de maquinas.**

## **10. - Recubrimientos de tuboria así como su volumen de obra.**

**11.- Especificaciones para el diseño de planos para Sistema Contra incendio.**

- 11.1 - Diagrama mecanico de flujo.
- 11.2 - Plantas de localización de equipo y tuberías de incendio.
- 11.3 - Isometricos de instalación.
- 11.4 - Arreglo de equipo y tuberías de bombas de incendio.
- 11.5 - Diagrama de cisterna y bombas de incendio.
- 11.6 - Croquis estructural de cisterna de incendio.
- 11.7 - Croquis de rutas de evacuación.
- 11.8 - Analisis de riesgos segun el servicio del edificio.

**12.- Planos tipicos de instalación y detalles.**

**CORDIALMENTE**

**ING. JORGE ESQUIVEL FRANCO  
CONSULTOR ASOCIADO**

# REGLAMENTACION Y PRINCIPIOS DE INSTALACIONES CONTRA INCENDIO

## REGLAMENTO DE CONSTRUCCION PARA EL DISTRITO FEDERAL

### INTRODUCCION:

El criterio principal del nuevo reglamento de construcciones es el de reducir los niveles de riesgo en los casos de desastre, evitando hasta donde sea posible las pérdidas humanas y daños materiales.

Se hace notar que el reglamento contiene normas mínimas y que deberá hacerse estudio económico para diseñar un sistema de protección contra incendio "cero". No es recomendable en nuestro medio el diseñar sistemas muy sofisticados o costos muy elevados como los que se pueden utilizar en países altamente desarrollados pero tampoco debemos caer en el otro extremo de diseñar sistemas deficientes o incompletos.

Un sistema contra incendio es aquel que protege mediante procedimientos preventivos y combativos, las vidas humanas, edificaciones y bienes en general.

Su diseño puede llevarse a cabo mediante la aplicación de reglamentos, normativas, códigos nacionales y de los E.U.A.

### NORMAS NACIONALES:

- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social
- Instituto Mexicano del Seguro Social
- Asociación de Instituciones de Seguros AMIS
- Recomendaciones del Cuerpo de Bomberos

### NORMAS DE LOS E.U.A.

- NFPA National Fire Protection Association
- FM Factory Mutual
- U.L. Underwriters Laboratories Inc.
- ASTM American Society For Testing Materials
- API American Petroleum Institute
- NEMA National Electric Manufacturers Association
- ASME American Society of Mechanical Engineers

## REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL DISTRITO FEDERAL

A continuación se describen los artículos en los que se mencionan y reglamenta la instalación y operación de los sistemas de protección contra incendio.

REGLAMANTACION Y PRINCIPIOS DE INSTALACIONES CONTRA INCENDIO  
REGLAMENTO DE CONSTRUCCION EN EL DISTRITO FEDERAL

SECCION SEGUNDA: Previsiones contra incendio.

Artículo 116.- Las edificaciones deberán contar con las instalaciones y los equipos necesarios para prevenir y combatir los incendios.

Los equipos y sistemas contra incendios deberán mantenerse en condiciones de funcionar en cualquier momento para lo cual deberán ser revisados y probados periódicamente. El propietario o el Director Responsable de Obra designado para la etapa de operación y mantenimiento, en las obras que se requiera según el artículo 64 de este Reglamento, llevará un libro donde registrará los resultados de estas pruebas y lo exhibirá a las autoridades competentes a solicitud de estas.

El Departamento tendrá la facultad de exigir en cualquier construcción las instalaciones o equipos especiales que juzgue necesarios además de los señalados en esta sección.

Artículo 117.- Para efectos de esta sección, la tipología de edificaciones establecida en el artículo 50. de este Reglamento, se agrupa de la siguiente manera:

I De riesgo menor son las edificaciones de hasta 25.00 m de altura, hasta 250 ocupantes y hasta 3,000 m<sup>2</sup> y.

II De riesgo mayor son las edificaciones de más de 25.00 m. de altura o más de 250 ocupantes o más de 3,000 m<sup>2</sup> y además las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud que manejen madera, pinturas, plásticos algodón y combustibles o explosivos de cualquier tipo.

El análisis para determinar los casos de excepción a esta clasificación y los riesgos correspondientes se establecerán en las Normas Técnicas Complementarias.

Artículo 118

119 y 120.-

En estos artículos se especifica la resistencia al fuego de elementos estructurales, así como de los elementos en vías de acceso y escape.

Artículo 121.-

Las edificaciones de riesgo menor con excepción de los edificios destinados a habitación, de hasta cinco niveles deberán contar en cada piso con extintores contra incendio adecuados al tipo de incendio que pueda producirse en la construcción, colocados en los lugares fácilmente accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación de tal manera que su acceso, desde cualquier punto del edificio, no se encuentre a mayor distancia de 30

Artículo 122.-

Las edificaciones de riesgo mayor deberán disponer, además de lo requerido para las de riesgo menor a que se refiere el artículo anterior, de las siguientes instalaciones, equipos y medidas preventivas.

- I Redes de Hidrantes, con las siguientes características.
  - a) Tanques o cisternas para almacenar agua proporción a 5 litros por metro cuadrado construido, reservada exclusivamente a surtir a la red interna para combatir incendios. La capacidad mínima para este efecto será de 20,000 litros:
  - b) Dos bombas automáticas autocebantes cuando menos, una eléctrica y otra con motor de combustión interna con succiones independientes para surtir a la red con una presión constante entre 2.5 y 4.2 kilogramos por centímetro cuadrado.
  - c) Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente las mangueras contra incendio, dotadas de tubería siamesa de 64 mm. de diámetro con válvulas de no-retorno en ambas entradas 7.5 cuerdas por cada 25 m. cople movable y tapón macho. Se colocará por lo menos una toma de este tipo en cada fachada y en su caso, una a cada 50 metros lineales de fachada y se ubicará al paño de alineamiento a un metro de altura sobre el nivel de la banqueta. Estará equipada con válvula de no retorno de manera que el agua que se inyecte por la toma no penetre a la cisterna; la tubería de la red hidráulica contra incendio deberá ser de acero soldable o fierro galvanizado C-40 y estar pintadas con pintura de esmalte color rojo:
  - d) En cada piso, gabinetes con salidas contra incendios dotados con conexiones para mangueras, las que deberán ser en número tal que cada manguera cubra un área de 30 m. de radio y su separación no sea mayor de 60 m. uno de los gabinetes estará lo más cercano posible a los cubos de las escaleras:

Las mangueras deberán ser de 38 mm. de diámetro de material sintético, conectadas permanente y adecuadamente a la toma y colocarse plegadas para facilitar su uso. Estarán provistas de chiflones de neblina, y



f) Deberán instalarse los reductores de presión necesarios para evitar que en cualquier toma de salida para manguera de 38 mm. se exceda la presión de 4.2 kg/cm. y

II. Simulacros de incendios, cada seis meses, por lo menos, en los que participen los empleados y, en los casos que señalen las Normas Técnicas Complementarias, los usuarios o concurrentes. Los simulacros consistirán en prácticas de salida de emergencia, utilización de los equipos de extinción y formación de brigadas contra incendio, de acuerdo con lo que establezca el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El Departamento podrá autorizar otros sistemas de control de incendio, como rociadores automáticos de agua, así como exigir depósitos de agua adicionales para las redes hidráulicas contra incendios en los casos que lo considere necesario, de acuerdo con lo que establezcan las Normas Técnicas Complementarias.

Artículo 123.- Los materiales utilizados en recubrimientos de muros, cortinas, lambrines y falsos plafones deberán cumplir con los índices de velocidad de propagación del fuego que establezca: las Normas Técnicas Complementarias.

Artículo 124.- Las edificaciones de más de 10 niveles deberán contar, además de las instalaciones y dispositivos señalados en esta Sección con sistemas de alarma contra incendio, visuales y sonoros -- independientes entre sí.

Los tableros de control de estos sistemas deberán localizarse en lugares visibles desde las áreas de trabajo del edificio, y su número al igual que el de los dispositivos de alarma, -- será fijado por el Departamento.

El funcionamiento de los sistemas de alarma contra incendio -- deberá ser probado, por lo menos, cada 60 días naturales.

Artículo 125.- Durante las diferentes etapas de la construcción de cualquier obra, deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar los incendios y, en su caso, para combatirlo mediante el equipo de extinción adecuado.

Esta protección deberá proporcionarse tanto al área ocupada -- por la obra en sí como a las colindancias, bodegas, almacenes y oficinas.

El equipo de extinción deberá ubicarse en lugares de fácil acceso, y se identificará mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

Artículo 126.- Los elevadores para público, en las edificaciones debe contar con letreros visibles desde el vestíbulo de acceso al elevador, con la leyenda escrita: "En caso de incendio utilice la escalera"

Las puertas de los cubos de escaleras deberán contar con letreros en ambos lados, con la leyenda escrita: "Esta puerta debe permanecer cerrada"

Artículo 127.- Los ductos para instalaciones, excepto los de retorno de aire acondicionado, se prolongarán y ventilarán sobre la azotea más alta a que tengan acceso. Las puertas o registros serán de materiales a prueba de fuego y deberán cerrarse automáticamente.

Los ductos de retorno de aire acondicionado estarán protegidos en su comunicación con los plafones que actúen como cámaras plenas, por medio de compuertas o persianas provistas de fusibles y construidas en forma tal que se cierren automáticamente bajo la acción de temperaturas superiores a 60°C.

Artículo 128.- Los tiros o tolvas para conducción de materiales: diversos, ropa, desperdicios o basura, se prolongarán por arriba de las azoteas. Sus compuertas o buzones deberán ser capaces de evitar el paso de fuego o de humo de un piso a otro del edificio y se construirán con materiales a prueba de fuego

Artículo 129.- Se requerirá el visto bueno del Departamento para emplear recubrimientos y decorados inflamables en las circulaciones generales y en las zonas de concentración de personas dentro de las edificaciones de Riesgo Mayor.

En los locales de los edificios destinados a estacionamiento de vehículos quedarán prohibidos los acabados o decoraciones a base de materiales inflamables, así como el almacenamiento de líquidos o materiales inflamables o explosivos.

Artículo 130.- Los plafones y sus elementos de suspensión y sustentación se construirán exclusivamente con materiales cuya resistencia al fuego sea de una hora por lo menos.

En caso de plafones falsos, ningún espacio comprendido entre el plafón y la losa se comunicará directamente con cubos de escaleras o de elevadores.

Los cancelos que dividan áreas de un mismo departamento o local podrán tener una resistencia al fuego menor a la indicada para muros inferiores divisorios en el artículo 118 de este Reglamento siempre y cuando no produzcan gases tóxicos explosivos bajo la acción del fuego.

*Artículo 131. - Las chimeneas deberán proyectarse de tal manera que los humos y gases sean conducidos por medio de un ducto directamente al exterior en la parte superior de la edificación. Se diseñarán de tal forma que periódicamente puedan ser deshollinadas y limpiadas. Los materiales inflamables que se utilicen en la construcción y los elementos decorativos, estarán a no menos de 60 cm. de las chimeneas y en todo caso, dichos materiales se aislarán por elementos equivalentes en cuanto a resistencia al fuego.*

*Artículo 132. - Las campanas de estufas o fogones excepto de viviendas unifamiliares, estarán protegidas por medio de filtros de grasa entre la boca de la campana y su unión con la chimenea y por sistemas contra incendio de operación automática o manual.*

*Artículo 133. - En los pavimentos de las áreas de circulaciones generales de edificios, se emplearán únicamente materiales a prueba de fuego.*

*Artículo 134. - Los edificios e inmuebles destinados a estacionamientos de vehículos deberán contar, además de las protecciones señaladas en esta sección, con areneros de 200 litros de capacidad colocados a cada 10 m. en lugares accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación. Cada arenero deberá estar equipado con una pala.*

*No se permitirá el uso de materiales combustibles o inflamables en ninguna construcción o instalación de los estacionamientos.*

*Artículo 135. - Las casetas de proyección en edificaciones de entretenimiento tendrán su acceso y salida independientes de la sala de función; no tendrán comunicación con esta; se ventilarán por medios artificiales y se construirán con materiales incombustibles.*

*Artículo 136. - El diseño, selección, ubicación e instalación de los sistemas contra incendio en edificaciones de Riesgo Mayor, según la clasificación del artículo 117 deberá estar avalada por un Corresponsable en Instalaciones en el área de seguridad contra incendios de acuerdo con lo establecido en el artículo 47 de este Reglamento.*

*Artículo 137. - Los casos no previstos en esta sección quedarán sujetos a las disposiciones que al efecto dice el Departamento.*

*Artículo 271.- Las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, contra incendio, de gas, vapor, combustible, líquidos, aire acondicionado, telefónicas, de comunicación y todas aquellas que se coloquen en las edificaciones, serán las que indique el proyecto, y garantizarán la eficiencia de las mismas, así como la seguridad de la edificación, trabajadores y usuarios, para lo cual deberán cumplir con lo señalado en este capítulo, en la Ley Federal de protección al ambiente, en el reglamento de instalaciones Eléctricas, el Reglamento de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo, el Reglamento para la Inspección de Generadores de Vapor y Recipientes Sujetos a Presión, el Instructivo para el Diseño y Ejecución de Instalaciones y Aprovechamiento de Gas Licuado de Petróleo y demás ordenamientos federales y locales aplicables a cada caso.*

*Artículo 272.- En las instalaciones se emplearán únicamente tuberías, válvulas, conexiones, materiales y productos que satisfagan las normas de calidad establecidas por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.*

*Artículo 273.- Los procedimientos para la colocación de instalaciones se sujetarán a las siguientes disposiciones:*

*I.- El Director Responsable de Obra programará la colocación de las tuberías de instalaciones en los ductos destinados a tal fin en el proyecto, los pasos complementarios y las preparaciones necesarias para no romper los pisos, muros, plafones y elementos estructurales.*

*II.- En los casos que se requiera ranurar muros y elementos estructurales para la colocación de tuberías, se trazarán previamente las trayectorias de dichas tuberías, y su ejecución será aprobada por el Director Responsable de Obra. Las ranuras en elementos de concreto no deberán retraer los recubrimientos mínimos del acero de refuerzo señalados en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.*

*III.- Los tramos verticales de las tuberías de instalaciones se colocarán a plomo empotrados en los muros o elementos estructurales o sujetos a éstos mediante abrazaderas, y.*

*IV.- Las tuberías de aguas residuales alojadas en terreno natural se colocarán en zanjas cuyo fondo se preparará con una capa de material granular con tamaño máximo de 2.5 centímetros.*

*Artículo 274.- Los tramos de tuberías de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, contra incendios, de gas, vapor, combustibles líquidos y de aire comprimido y oxígeno, deberán unirse y sellarse herméticamente, de manera que impidan la fuga del fluido que conduzcan para lo cual deberán utilizarse los tipos de soldaduras que se establecen en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.*

Artículo 275.- Las tuberías para las instalaciones a que se refiere el artículo anterior, se probarán antes de autorizarse la ocupación de la obra, mediante la aplicación de agua, aire o solventes diluidos, a la presión y por el tiempo adecuado, según el uso y tipo de instalación de acuerdo a lo indicado en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.

Artículo 236.- Los equipos de extinción de fuego deberán someterse a las siguientes disposiciones relativas a su mantenimiento:

I. Los extintores deberán ser revisados cada año, debiendo señalarse en los mismos la fecha de la última revisión y carga y la de su vencimiento:

Después de ser usados deberán ser recargados de inmediato y colocados de nuevo en su lugar; el acceso a ellos deberá mantenerse libre de obstáculos.

II. Las mangueras contra incendio deberán probarse cuando menos cada seis meses, salvo indicación contraria del Departamento. y.

III. Los equipos de bombeo deberán probarse por lo menos mensualmente, bajo las condiciones de presión normal, por un mínimo de 3 minutos, utilizando para ello los dispositivos necesarios para no desperdiciar el agua.

Artículo 45.- La licencia de construcción cuando sea suscrita por el responsable de instalaciones deberá incluir planos de localización plantas y cortes indicando rutas de tuberías y localización de equipo y aditamentos para extinción, memorias de cálculo, especificaciones y códigos aplicables. (AMIS y NFPA, cuando se utilicen seguros).

# Normas Técnicas Complementarias para Previsiones Contra Incendio. (Reimpresión.)

## CONTENIDO

1.—Introducción .....	3
2.—Consideraciones generales .....	3
3.—Clasificación de riesgos .....	3
4.—Clasificación de fuegos .....	11
5.—Extintores .....	12
6.—Redes hidráulicas .....	15
7.—Recubrimientos para muros falsos, plafones y accesorios decorativos ....	16
8.—Señalización .....	17
9.—Colores de identificación .....	18

## 1. INTRODUCCION

Las presentes Normas Técnicas tienen por objeto fijar criterios y métodos que regulen los materiales, equipo, así como los procedimientos en materia de Previsión Contra Incendio y que a su vez permitan cumplir con los requisitos definidos en el Capítulo IV Sección Segunda del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. El uso de criterios o métodos diferentes de los que aquí se presentan requerirá la aprobación del Departamento del Distrito Federal.

## 2. CONSIDERACIONES GENERALES

### ALCANCE

2.1 Las autoridades del Departamento del Distrito Federal, preocupadas por la seguridad personal y del patrimonio de los habitantes de la ciudad de México, la cual a causa del crecimiento de su área urbana y de la explosión demográfica se ha convertido en zona de alto riesgo de incendio. Por lo que a fin de abatir el índice de riesgos en las edificaciones en el Distrito Federal, éstas deberán contar con instalaciones y equipos para prevenir y combatir incendios para sus ocupantes.

2.2 Las presentes Normas Técnicas en materia de Prevención y Combate de Incendios son complementarias

y no se contraponen con lo previsto por el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

2.3 Los equipos contra incendio, así como las instalaciones preventivas y de combate de incendio, deberán cumplir con la Normatividad que, para cada caso en particular, prevenga la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

2.4 Para determinar si los requerimientos de Prevención y Combate de Incendios en una edificación están de acuerdo con lo previsto en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, y en estas Normas Técnicas, el propio Departamento tendrá la facultad de inspeccionar, en cualquier momento, las edificaciones en el Distrito Federal.

## 3. CLASIFICACION DE RIESGOS

3.1 Según el análisis para determinar los riesgos correspondientes y de acuerdo con el Artículo 117 del Reglamento se agrupan de la siguiente manera:

3.1.1 De riesgo menor.

3.1.2 De riesgo mayor.

Las vigencias de las inspecciones que correspondan a estas subclasificaciones serán:

- Riesgo Menor.—Serán de la y única vez. Con un Programa de Reinspección selectiva cada 2 años.
- Riesgo Mayor.—La vigencia de la inspección será anual obligatoria.

3.2 El criterio para determinar el grado de riesgo de incendio estará definido de acuerdo a la siguiente tabla.

- Riesgo Menor de 1111 a 2232
- Riesgo Mayor de 2233 a 6455

Los dígitos que forman las cifras arriba enlistadas obedecen a factores determinantes para la posibilidad de un incendio, y son:

3.2.1 El primer dígito indica la combustibilidad de acuerdo a los materiales que se manejan:

1. Incombustible
2. De combustión lenta
3. De combustión moderada
4. Combustibles normales
5. Intensamente combustibles
6. Explosivos

Tabla indicativa del grupo a que pertenecen los materiales que se manejan en las edificaciones:

#### GRUPO "1"

ABRASIVOS  
 ASBESTO CEMENTO  
 CERAMICA  
 LADRILLERA  
 METALES  
 MINERA  
 VIDRIERA  
 TODOS LOS MATERIALES PETREOS.

#### GRUPO "2"

ARMADORAS  
 CASAS DE MAQUINAS

CERVECERA  
 EMBOTELLADORA  
 EMPACADORA  
 FUNDICION DE METALES  
 OFICINAS  
 VINICOLAS (EMBOTELLADORA).

#### GRUPO "3"

ARTEFACTOS DOM.  
 BALATAS  
 CONDUCTORES ELECTRICOS  
 DULCES  
 EQUIPO ELECTRICO  
 GRABADORA DE DISCOS  
 PLASTICOS  
 QUIMICA (BAJA).

#### GRUPO "4"

ACEITES  
 AZUCARERA  
 CIGARRERA  
 DETERGENTES  
 DESHIDRATADORA (SIN FUEGO)  
 FOTOGRAFICA  
 JABONERA  
 LABORATORIOS  
 PANIFICADORA  
 PELETERA.

#### GRUPO "5"

AGROPECUARIA  
 ALCOHOLERA  
 ARTES GRAFICAS  
 CARTONERA  
 HARINERA  
 HULERA

IJAS

MADERERA

PAPELERA

PINTURA

QUIMICA (MEDIA)

VINICOLA (FABRICACION)

GRUPO "6"

ACEITES

(EXTRACCION C/DISOLV.)

BARNICES

LACAS

COLCHONERA

EXPLOSIVOS

GASES

QUIMICA (ALTA).

3.2.2 El segundo dígito indica la concentración de material en volumen y peso por área:

1. Concentración de 1 a 100 (Bajo)
2. Concentración de 100 a 500 (Medio)
3. Concentración de 500 a 5000 (Alto)
4. Concentración de más de 5000 (Extra)

La concentración se mide en litros o kilogramos de material inflamable por metro cuadrado con que cuentan los locales.

3.2.3 El tercer dígito indica la posibilidad de reunión entre fuentes de calor suficientes para iniciar un fuego y las sustancias o materiales combustibles que se manejan en los locales de las edificaciones:

1. No existe:

Es cuando no hay posibilidad de contacto entre combustibles y fuentes de calor.

2. Leve:

Cuando hay la posibilidad de reunir combustibles con fuentes de calor aunque sea muy remota.

3. Mediano:

Quando se manejan fuentes de calor normalmente.

4. Grandes:

Quando se manejan grandes cantidades de fuentes de calor.

5. Extraordinario:

Quando hay exceso de número y magnitud de fuentes de calor.

3.2.4 El cuarto dígito nos indica la toxicidad y el grado de daño que pueden causar a la salud los vapores que se desprenden de los materiales que se manejan aun sin haber llegado a producirse un incendio:

1. Inofensivo:

Son materiales que no producen daños temporales ni permanentes.

2. Irritante:

Son materiales que producen molestias temporales como ardor en los ojos o piel.

3. Tóxico Bajo:

Son materiales que producen daños permanentes o temporales sin llegar a producir la muerte, excepto en casos de exposición prolongada.

4. Alta Toxicidad:

Producen lesiones letales aun en caso de exposición ligera.

5. Radiactivo:

Produce lesiones permanentes aun cuando no aparecen inmediatamente.

3.2.5 En base a lo anterior, a continuación se enlistan las edificaciones de acuerdo al grado de riesgo como sigue:

#### EDIFICACIONES DE RIESGO MAYOR

1. Aceites.
  - 1.1 Lavado, engrasado y lubricantes.
  - 1.2 Extracto y aceites esenciales.
  - 1.3 Regeneración de aceites lubricantes.
  - 1.4 Aceites lubricantes (envasado).
  - 1.5 Aditivos (envasado).
  - 1.6 Aditivos y aceites lubricantes (envasado).



2. Agropecuarias.
  - 2.1 Industria de guayule.
  - 2.2 Hojas de maíz.
  - 2.3 Ixtle en general.
  - 2.4 Silos de granos.
  - 2.5 Almacén de algodón.
  - 2.6 Almacén de fibras de lino.
  - 2.7 Almacén de fibras de henequén.
  - 2.8 Empacadora de algodón.
3. Alcoholeras.
  - 3.1 Depósito de alcohol.
  - 3.2 Fábrica de alcohol.
4. Artes Gráficas.
  - 4.1 Grabado, Fotograbado y Rotograbado.
  - 4.2 Imprenta, Litografía y Encuadernación.
  - 4.3 Publicaciones periódicas.
  - 4.4 Depósito y fabricación de tintas para imprenta.
5. Azucareras.
  - 5.1 Distribuidora de azúcar y miel.
  - 5.2 Envasado de azúcar y miel.
  - 5.3 Expendio de azúcar.
6. Cartoneras.
  - 6.1 Fábrica de cartón corrugado.
  - 6.2 Fábrica de cajas de cartón.
  - 6.3 Depósito de cartón.
  - 6.4 Depósito de cajas de cartón.
7. Cigarreras.
  - 7.1 Expendio de cigarros.
  - 7.2 Tabaquerías.
  - 7.3 Picadura.
  - 7.4 Puros.
8. Distribuidoras (sin fuego).
  - 8.1 Discos (discotecas).
  - 8.2 Cromos, marcos y pinturas.
  - 8.3 De autos y camiones.
  - 8.4 De maquinaria pesada.
  - 8.5 De maquinaria industrial.
  - 8.6 Expendio y reparación de camiones.
9. Harineras.
  - 9.1 Fábrica de harina de trigo.
  - 9.2 Fábrica de harina de maíz.
- 9.3 Fábrica de harina de soya.
- 9.4 Depósito de harina de trigo.
- 9.5 Depósito de harina de maíz.
- 9.6 Depósito de harina de soya.
10. Huleras.
  - 10.1 Artefactos de hule (fábrica y depósito).
  - 10.2 Resina sintética (incluye hule sintético).
  - 10.3 Fábrica y depósito de llantas, neumáticos.
  - 10.4 Fábrica y depósito de mangueras, tacones, etc.
  - 10.5 Regeneración de hule.
  - 10.6 Vulcanización de llantas, neumáticos, etc.
  - 10.7 Depósito de negro humo.
11. Jaboneras y detergentes.
  - 11.1 Fábrica de jabón y detergente.
12. Laboratorios.
  - 12.1 Reproducción heliográficas y fotostáticas.
  - 12.2 Sellos de goma o de otros materiales.
  - 12.3 Laboratorios industriales.
  - 12.4 Material fotográfico.
13. Lijas.
  - 13.1 Fábrica de lijas (con manejo de solventes).
14. Madereras.
  - 14.1 Maderas y útiles de madera para el comercio e industria.
  - 14.2 Artefactos de madera: pinzas, ganchos, palillos, marcos, etc. (fabricación).
  - 14.3 Carpintería, ebanistería y tapicería.
  - 14.4 Carros, carretas, carrocerías de madera.
  - 14.5 Fabricación de muebles.
  - 14.6 Fibra de madera para empaque.
  - 14.7 Hormas y tacones de madera.
  - 14.8 Mesas de billar y boliche.
  - 14.9 Tonelería y cajas de empaque.
  - 14.10 Triplay (fábrica).
  - 14.11 Fibracel (fábrica).
  - 14.12 Aglomerados de madera (fábrica).
  - 14.13 Artefactos de corcho.
  - 14.14 Muebles y artefactos de carrizo y mimbre.
  - 14.15 Combustibles (a base de fibra de madera y combustibles).
  - 14.16 Extracción de ceras vegetales.
  - 14.17 Extracción de resina.
  - 14.18 Extracción e industrialización de productos forestales.
  - 14.19 Madererías compraventa.

- 14.20 Maquiladoras de madera.  
 14.21 Depósito de productos forestales.  
 14.22 Venta y renta de cimbra.  
 14.23 Aserraderos de maderas.
15. Panificadoras.  
 15.1 Expendio con fabricación de pan.  
 15.2 Expendio con fabricación de pasteles.  
 15.3 Expendio con fabricación de galletas.  
 15.4 Expendio con fabricación de pastas.
16. Papeleras.  
 16.1 Fábrica de papel.  
 16.2 Distribuidora de papel.  
 16.3 Depósito de papel.  
 16.4 Expendio de papel al mayoreo.  
 16.5 Maquila de papel.  
 16.6 Fibra de papel para empaque.
17. Peleteras.  
 17.1 Artículos de piel artificial.  
 17.2 Artículos de talabartería.  
 17.3 Bandas, correas y empaquetaduras.  
 17.4 Chamarras de cuero y correas.  
 17.5 Guantes.  
 17.6 Guaraches.  
 17.7 Fábrica de zapatos de piel.  
 17.8 Expendio de calzado.  
 17.9 Curtiduría de pieles.
18. Pinturas.  
 18.1 Fábrica de pintura de esmalte.  
 18.2 Expendio de pintura.  
 18.3 Depósito de pintura.  
 18.4 Bodegas de pintura.  
 18.5 Esmaltadoras (con horno).  
 18.6 Envasado de pintura.
19. Fondas y cafés.  
 19.1 Casa de huéspedes con restaurante.  
 19.2 Cafés (únicamente café, desayunos o meriendas).  
 19.3 Fondas y figones.  
 19.4 Loncherías.  
 19.5 Rosticerías.  
 19.6 Tortillerías.  
 19.7 Taquerías.  
 19.8 Antojitos.  
 19.9 Tamalerías.  
 19.10 Casas de Thé.
20. Química (Mayor a 12.75%).  
 20.1 Fábrica de insecticidas.  
 20.2 Productos amoniacales (fabricación).  
 20.3 Laboratorios farmacéuticos.  
 20.4 Productos químicos farmacéuticos y de tocador (fabricación).  
 20.5 Productos químicos para la industria (fabricación).  
 20.6 Fábrica de fumigantes.  
 20.7 Fábrica de abonos químicos.
21. Talleres.  
 21.1 Garaje con taller mecánico.  
 21.2 Talleres mecánicos.  
 21.3 Talleres de hojalatería.  
 21.4 Talleres de vestiduras.
22. Materias primas de origen animal.  
 22.1 Expendio y almacén de cerda.  
 22.2 Cebo y grasas animales.  
 22.3 Preparación de lana (lavado, cardado y regeneración).  
 22.4 Preparación de cerda y elaboración de brochas y cepillos.
23. Abarrotes.  
 23.1 Abarrotes (tienda de departamentos).  
 23.2 Abarrotes comunes.  
 23.3 Abarrotes, vinos y licores.  
 23.4 Vinatería (vinos y licores para consumo fuera del establecimiento).  
 23.5 Especies y chiles secos.
24. Textiles.  
 24.1 Expendio de alfombras, tapices y linóleums.  
 24.2 Artículos de lona (catres, tiendas de campaña, etc.).  
 24.3 Artículos de tapicería.  
 24.4 Hamacas.  
 24.5 Jarcierías (no sombreros de palma).  
 24.6 Resinas de material inflamable.  
 24.7 Acabado, estampado y teñido.  
 24.8 Expendio de colchas.  
 24.9 Enrollado y teñido de hilo.  
 24.10 Expendio de estambres.  
 24.11 Galonería, pasamanería, encaje, tira bordada.  
 24.12 Expendio y almacén de hilos para coser.  
 24.13 Expendio de listones, cintas, agujetas y cordones.  
 24.14 Expendio de medias y calcetines.

- 24.15 Expendio de rebozos.  
 24.16 Expendio de suéteres.  
 24.17 Expendio de tapetes de lana y algodón.  
 24.18 Expendio de terciopelo, peluche, etc.  
 24.19 Fundas para muebles.  
 24.20 Sacos para envase.  
 24.21 Alpargatas.  
 24.22 Paraguas y sombrillas.  
 24.23 Bolsas de mano de tela.  
 24.24 Bordados, deshilados, plisado, hombreras, etc.  
 24.25 Cachuchas.  
 24.26 Camisas.  
 24.27 Confección y expendio de ropa para hombres.  
 24.28 Confección y expendio de ropa para mujer.  
 24.29 Corbatas (confección y expendio).  
 24.30 Corsés y fajas.  
 24.31 Confección y decoración de sombreros para mujer.  
 24.32 Impermeables.  
 24.33 Confección de tirantes y cinturones.  
 24.34 Ropa de trabajo.  
 24.35 Ropa de niño.  
 24.36 Sábanas, manteles, servilletas, pañuelos, etc. (blancos).  
 24.37 Sombreros (no de palma).  
 24.38 Trajes de baño y artículos personales de playa.  
 24.39 Vestuario para militares.  
 24.40 Aprestos para textiles.  
 24.41 Expendio de telas en general.
25. Fábrica de alimentos procesados y naturales (con cocción).  
 25.1 Alimentos congelados.  
 25.2 Alimentos concentrados para animales.  
 25.3 Cacao.  
 25.4 Café molido.  
 25.5 Compra de coco y coquito.  
 25.6 Chicle en bruto.
26. Medicinas.  
 26.1 Hierbas medicinales y boticas homeopáticas.  
 26.2 Farmacias veterinarias y distribuidoras del ramo.
27. Materias primas de origen vegetal.  
 27.1 Beneficio de raíz de zacatón.  
 27.2 Desfibración de ixtle de palma y de lechuguilla.  
 27.3 Desfibración de linó.  
 27.4 Desfibración y limpieza de henequén.  
 27.5 Despepite de algodón.
- 27.6 Expendio de carbón vegetal.  
 27.7 Expendio de leña.  
 27.8 Productos de carbón vegetal.
28. Química entre 5.10 y 12.75%.  
 28.1 Abonos químicos (expendio).  
 28.2 Ácidos (expendio).  
 28.3 Artículos de celuloide.  
 28.4 Celulosa.  
 28.5 Colas y pegamentos.  
 28.6 Insecticidas (expendio).  
 28.7 Productos químicos para extintores contra incendio.  
 28.8 Productos químicos para limpieza de muebles, pisos y vehículos, etc.  
 28.9 Cápsulas, obleas y otros productos similares para envasado.  
 28.10 Producción de saborizantes y colorantes para industria alimenticia.  
 28.11 Producción de colorantes para la industria textil.  
 28.12 Productos químicos para la industria peletera.
29. Vinícolas (sin destilación).  
 29.1 Embotelladoras de vinos y licores.  
 29.2 Depósito de bebidas alcohólicas.
30. Tortillerías.  
 30.1 Molino de nixtamal.  
 30.2 Molino de chiles.
31. Vinícolas (con destilación).  
 31.1 Fábrica de vinos y licores.  
 31.2 Fábrica de vinagres.
32. Aceites (extracción de disolventes).
33. Barnices y lacas.  
 33.1 Grasas y betunes para calzado.  
 33.2 Fábrica de barnices y lacas.  
 33.3 Depósito de barnices y lacas.
34. Colchoneras.  
 34.1 Fábrica de colchones.  
 34.2 Fábrica de colchonetas.  
 34.3 Depósito de colchones.  
 34.4 Depósito de colchonetas.  
 34.5 Maquiladoras de colchones.

- 34.6 Fábrica de cojines.  
 34.7 Fábrica de hule espuma.  
 34.8 Maquiladora de hule espuma.
35. Explosivos.
- 35.1 Fábrica de cerillos y fósforos.  
 35.2 Fábrica de pólvora.  
 35.3 Fábrica de cartuchos para armas de fuego.  
 35.4 Fábrica de dinamita.  
 35.5 Fábrica de nitrocelulosa.  
 35.6 Polvorines.  
 35.7 Depósito de cartuchos para armas de fuego.  
 35.8 Depósito de nitrocelulosa.  
 35.9 Cinetecas.  
 35.10 Fábrica de nitroglicerina.  
 35.11 Fábrica de fumigantes.  
 35.12 Fábrica de cohetes.  
 35.13 Depósito de cerillos y fósforos.
36. Gases inflamables.
- 36.1 Producción de acetileno.  
 36.2 Producción de hidrógeno.  
 36.3 Producción de óxido de etileno.  
 36.4 Producción de propileno.  
 36.5 Producción de etileno.  
 36.6 Distribuidores de gas propano.  
 36.7 Distribuidores de gas butano.  
 36.8 Plantas de gas natural.  
 36.9 Depósito de gas.
37. Centros de reunión (más de 250 personas).
- 37.1 Cantinas.  
 37.2 Cantina y abarrotes (predominando la cantina).  
 37.3 Cantina y billares.  
 37.4 Cantina y lonchería.  
 37.5 Hoteles (alojamiento únicamente).  
 37.6 Hoteles con baño.  
 37.7 Hoteles con restaurante y cantina.  
 37.8 Mesones.  
 37.9 Posadas.  
 37.10 Moteles.  
 37.11 Restaurantes.  
 37.12 Restaurantes-Bar.  
 37.13 Restaurante con venta de bebidas alcohólicas.  
 37.14 Arenas.  
 37.15 Billares.  
 37.16 Boliches.  
 37.17 Cabarets.
- 37.18 Carpas.  
 37.19 Cines.  
 37.20 Circos.  
 37.21 Clubes recreativos y casinos.  
 37.22 Estadios, futbol, beisbol y basketbol.  
 37.23 Hipódromos.  
 37.24 Salones de fiestas.  
 37.25 Salones de baile (no escuelas).  
 37.26 Salones de patinar.  
 37.27 Teatros.  
 37.28 Plazas de toros.  
 37.29 Autódromos.  
 37.30 Salones de concierto.  
 37.31 Cervecería.  
 37.32 Hospitales.  
 37.33 Clubes nocturnos.  
 37.34 Centros sociales.  
 37.35 Clubes deportivos.  
 37.36 Baños públicos.  
 37.37 Cafeterías (más de 250 personas).  
 37.38 Velatorios.  
 37.39 Museos.  
 37.40 Galerías.  
 37.41 Clínicas.  
 37.42 Centrales bancarias.  
 37.43 Auditorios.  
 37.44 Academias.  
 37.45 Escuelas.  
 37.46 Aeropuertos.  
 37.47 Gimnasios.  
 37.48 Exposiciones.  
 37.49 Institutos y Universidades.  
 37.50 Centrales Camioneras.  
 37.51 Estudios de cine.  
 37.52 Guarderías y Jardines de niños.  
 37.53 Internados.  
 37.54 Bibliotecas públicas.  
 37.55 Salones para banquetes.  
 37.56 Terminales ferroviarias.
38. Combustibles (hidrocarburos).
- 38.1 Ceras (velas).  
 38.2 Combustibles domésticos.  
 38.3 Expendio de petróleo (petrolería).  
 38.4 Gasolineras.  
 38.5 Parafina y sus derivados.  
 38.6 Petróleo crudo (expendio).  
 38.7 Petróleo y sus derivados (depósito).  
 38.8 Destilación y refinación de petróleo crudo.  
 38.9 Explotación y distribución de petróleo crudo.  
 38.10 Cera y candelilla.

- 39. Textiles.
  - 39.1 Hilados y tejidos de algodón.
  - 39.2 Hilados y tejidos de artisa.
  - 39.3 Hilados y tejidos de lana.
  - 39.4 Hilados y tejidos de lino.
  - 39.5 Hilados y tejidos de punto.
  - 39.6 Recuperación de desperdicios y fabricación de guata, borra y similares.
  - 39.7 Entretelas.
  - 39.8 Hilados y tejidos elásticos.
  - 39.9 Hilados y tejidos acrílicos.
  - 39.10 Hilados y tejidos de nylon.
  - 39.11 Hilados y tejidos de poliéster.
  - 39.12 Hilados de polipropileno.
- 40. Solventes.
  - 40.1 Depósito de thinner.
  - 40.2 Depósito de xilol.
  - 40.3 Depósito de toluol.
  - 40.4 Expendio de thinner.
  - 40.5 Expendio de xilol.
  - 40.6 Expendio de toluol.
  - 40.7 Expendio de solventes en general.
- 41. Plásticos.
  - 41.1 Expendio de bolsas, juguetes, cubetas, etc.
  - 41.2 Fábrica de juguetes, cubetas, etc.
  - 41.3 Fábrica de tubos y ductos de plástico.
- 42. Puros y cigarros.
  - 42.1 Fábrica de puros.
  - 42.2 Fábrica de cigarros.
  - 42.3 Depósito de cigarros y puros.
- 3.2.6 EDIFICACIONES DE RIESGO MENOR.
  - 1. Abrasivos.
    - 1.1 Expendio de piedras de esmeril.
    - 1.2 Expendio de piedras para pulir.
  - 2. Artefactos domésticos (sin fabricación).
    - 2.1 Expendio de muebles sanitarios.
    - 2.2 Expendio de muebles de cocina metálicos.
    - 2.3 Expendio de artículos de cocina metálicos.
  - 3. Asbesto cemento.
    - 3.1 Expendio de láminas de asbesto cemento.
    - 3.2 Expendio de elementos precolados de concreto.
- 3.3 Expendio de mosaicos y losetas de cemento.
- 3.4 Fábrica de monumentos de granito.
- 3.5 Expendio de materiales de construcción incombustibles (cal, cemento, yeso, mortero, arena, grava, etc.).
- 4. Cerámica.
  - 4.1 Expendio de loza y porcelana.
  - 4.2 Alfarería.
  - 4.3 Cerámica artística.
- 5. Conductores eléctricos.
  - 5.1 Talleres electromecánicos (embobinados de motores).
  - 5.2 Talleres electromecánicos automotrices.
- 6. Dulcerías y pastelerías (sin fabricación).
  - 6.1 Expendio de dulces y chocolates.
  - 6.2 Expendio de pasteles y pan.
  - 6.3 Expendio de galletas.
- 7. Equipo eléctrico (sin fabricación).
  - 7.1 Expendio de material eléctrico (cables, focos, lámparas, controles eléctricos).
  - 7.2 Expendio de equipo eléctrico (motores).
- 8. Ladrillera.
  - 8.1 Expendio de tabique y ladrillos.
- 9. Metales (sin fundición ni pintura).
  - 9.1 Afiladurías.
  - 9.2 Expendio de fierro y/o material para herrería.
  - 9.3 Expendio de material para plomería.
  - 9.4 Expendio de aluminio.
  - 9.5 Expendio de herramienta.
- 10. Misceláneas.
  - 10.1 Expendio de refrescos y jugos.
  - 10.2 Expendio de abarrotes (refrescos, laterías, carnes frías).
  - 10.3 Abarrotes y ferretería.
  - 10.4 Mielés (expendio).
  - 10.5 Caña de azúcar.
  - 10.6 Queso, crema y derivados de la leche.
  - 10.7 Expendio de papas, cacahuates, frutas secas, etc. (botanas).
  - 10.8 Ostionería.

11. Minería.
  - 11.1 Explotación de cantera.
  - 11.2 Explotación de tezontle y tepetate.
  - 11.3 Extracción de piedra.
  - 11.4 Extracción de arena y grava.
12. Química (baja).
  - 12.1 Laboratorios de análisis clínicos.
  - 12.2 Fábrica de embutidos.
  - 12.3 Consultorios médicos y dentales.
  - 12.4 Neverías y paleterías.
  - 12.5 Detergentes (almacén depósito).
  - 12.6 Detergentes (expendio).
  - 12.7 Almacén y depósito de jabones.
  - 12.8 Laboratorios de análisis de tierra.
  - 12.9 Laboratorios químicos biológicos.
13. Armadora (sin fabricación).
  - 13.1 Equipo eléctrico y doméstico.
  - 13.2 Troqueladora.
14. Azufreras (casa máquinas).
15. Cerveceras (sin proceso) y similares.
  - 15.1 Depósito de cerveza.
  - 15.2 Expendio de cerveza cerrada.
  - 15.3 Pulquería.
16. Embotelladoras (sin proceso).
  - 16.1 Embotelladoras de productos inflamables (esencias, colorantes, productos lácteos).
17. Empacadora de:
  - 17.1 Carne.
  - 17.2 Alimentos para animales.
  - 17.3 Frutas y verduras.
  - 17.4 Materias primas para dulces y helados.
18. Expendio de carne y verduras.
  - 18.1 Expendio de pollo partido.
  - 18.2 Expendio de pescado.
  - 18.3 Expendio de carne de res.
  - 18.4 Expendio de carne de cerdo.
  - 18.5 Expendio de vísceras.
  - 18.6 Expendio de carnes frías.
  - 18.7 Verduras.
19. Oficinas.
  - 19.1 Administrativas hasta dos niveles.
  - 19.2 Sucursales Bancarias.
  - 19.3 Despachos profesionales.
  - 19.4 Despachos de dibujo comercial.
  - 19.5 Editoras sin máquinas impresoras.
  - 19.6 Salas de belleza (estéticas).
  - 19.7 Peluquerías.
  - 19.8 Agencias de viajes.
  - 19.9 Expendios de billetes de lotería.
20. Talleres y estacionamientos.
  - 20.1 Estacionamientos de vehículos a cielo abierto.
  - 20.2 Talleres de alineación y balanceo.
  - 20.3 Talleres de reparación de calzado.
  - 20.4 Talleres de reparación de llantas.
  - 20.5 Talleres de cromado.
  - 20.6 Talleres para bicicletas.
  - 20.7 Deshuésadero de automóviles.
21. Vidriería.
  - 21.1 Expendio de vidrio plano, liso y labrado.
  - 21.2 Cristalería y regalos.
  - 21.3 Fibras de vidrio y cristales inastillables.

#### 4. CLASIFICACION DE FUEGOS

4.1 El sistema usado para la Clasificación de Fuegos va en función de la naturaleza del combustible que se involucra en éstos, los cuales de acuerdo a este criterio se clasifican en cuatro tipos básicamente, estas clases de fuego se denominan con las letras "A", "B", "C" y "D".

**Clase A:** Fuegos de materiales sólidos generalmente de naturaleza orgánica, tales como trapos, viruta, papel, madera, basura y, en general, de materiales sólidos que al quemarse se agrietan, producen cenizas y brasas, comúnmente conocidos como fuegos sordos.

**Clase B:** Son aquellos que se producen en la mezcla de un gas (butano, propano, etc.) con el aire y flama abierta o bien del mismo modo de los antes dichos con la mezcla de los vapores que desprenden los líquidos inflamables (gasolina, aceite, grasas, solventes, etc.) como el caso del gas.

**Clase C:** Son aquellos que ocurren en sistemas y equipos eléctricos "vivos".

Clase D: Son aquellos que se presentan en cierto tipo de metales combustibles (magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio o zinc en polvo, etc.).

2 Cabe mencionar, que la mayoría de los incendios no se dan en una sola clase, ya que por lo regular es una combinación de las tres primeras clasificaciones (A, B, C) debiendo tenerlas siempre en mente, para emplear el agente extinguidor adecuado, ya que en el mercado existen varios tipos de extintores, de contenidos y capacidades diferentes que manifiestan en la etiqueta correspondiente, la clase de fuego en que se pueden emplear. Los fuegos con clasificación "D", son poco usuales que se den, sin embargo, en este tipo sus contenidos son especiales para cada caso en particular, estos extintores por lo regular son portátiles y sobre ruedas debido a su capacidad de contenido, obteniendo mayor maniobrabilidad en su uso y volumen de agente extinguidor. Los equipos de extinción de incendio portátiles manuales, son los extintores cuyo contenido está en relación con las clases de fuego.

## 5. EXTINTORES

5.1 TIPO: Agua a presión.

CLASIFICACION: Para fuegos de la clase "A".

AGENTE EXTINGUIDOR: Agua.

PRESURIZANTE: Aire a presión o gas inerte seco (Presión contenida).

PRESION: 6 a 9 kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: DE 10 a 12 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 15 a 30 segundos.

CAPACIDAD: 9.5 lts.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por enfriamiento y penetración.

5.2 TIPO: Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).

CLASIFICACION: Para fuegos de las Clases "B" y "C".

PRESURIZANTE: Autopropulsado por el gas comprimido de Bióxido de Carbono.

PRESION: 56 a 63 Kgs/cm<sup>2</sup> a una temperatura de 31°C bajo cero, en el momento de ser expulsado.

ALCANCE: 1.5 a 3.00 mts.

CAPACIDAD: Fluctúan entre 2 y 9 Kgs los portátiles y los de ruedas entre 22 y 95 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por enfriamiento y sofocación y tiene poca efectividad en fuegos de la Clase "A".

5.3 TIPO: Halón 1211.

CLASIFICACION: Para fuegos de las Clases "A", "B" y "C".

AGENTE EXTINGUIDOR: Bromo Clorodifluoro metano.

PRESURIZANTE: Autopropulsado por los gases halogenados.

PRESION: A 20°C entre 4.76 Kgs/cm<sup>2</sup> a 11.9 Kgs/cm<sup>2</sup> dependiendo de la capacidad de los mixtos.

ALCANCE: 3 a 4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 15 a 30 segundos.

CAPACIDAD: Varían entre 1 y 5.5 Kgs, portátiles.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por rompimiento de la reacción en cadena del fuego. Tiene poca efectividad en fuegos de la Clase "A".

5.4 TIPO: Halón 1301.

CLASIFICACION: Para fuegos de las Clases "A", "B" y "C".

AGENTE EXTINGUIDOR: Bromotri fluorometano.

PRESURIZANTE: Autopropulsado por los gases halogenados.

PRESION: A 20°C entre 4.76 Kgs/cm<sup>2</sup> a 11.9 Kgs/cm<sup>2</sup> dependiendo de la capacidad de los mismos.

ALCANCE: 3 a 4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: 15 a 30 segundos.

CAPACIDAD: Varían entre 1 y 5.3 Kgs, portátiles.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por rompimiento de la reacción en cadena del fuego. Tiene poca efectividad en fuegos de la Clase "A".

5.5 TIPO: Polvo Químico Seco.

CLASIFICACION: Para fuegos de las clases "A", "B" y "C".

AGENTE EXTINGUIDOR: Fosfato Monoamónico y Fosfato Diamónico.

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco con presión contenida o incorporada.

PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: 4 a 6 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: 15 a 30 segundos.

CAPACIDAD: Entre 1 y 11.5 Kgs los portátiles y los de ruedas entre 35 y 190 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación.

EXTINTORES ESPECIALES (CON POLVOS ESPECIALES).

5.6 TIPO: G-1 o metal-guard.

CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".

AGENTE EXTINGUIDOR: Grafito de fundición y fosfato orgánico.

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco con presión contenida o incorporada.

PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los de 14 Kgs.

CAPACIDAD: 14 Kgs, portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación.

5.7 TIPO: Met-L-x.

CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".

AGENTE EXTINGUIDOR: Cloruro de Sodio, Fosfato tricálcico y estereatos metálicos.

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco.

PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los portátiles.

CAPACIDAD: 14 Kgs, portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación.

5.8 TIPO: Na-x.

CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".

AGENTE EXTINGUIDOR: Carbonato de sodio con varios aditivos para hacerlo no higroscópico.

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco.

PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los portátiles.



CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 a 159 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación, especial para incendios de sodio.

5.9 TIPO: Lith - x.

CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".

AGENTE EXTINGUIDOR: Líquido TBM (Trimetoxiboroxina).

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco.

PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los portátiles.

CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación. Especial para incendios en litio y sólo lo debe usar personal capacitado.

5.10 TIPO: Pyrómet.

CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".

AGENTE EXTINGUIDOR: Fosfato diamónico y proteínas y un agente hidrofugante y fluidizante.

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco.

PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los portátiles.

CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 a 159 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación, es-

pecial en fuegos generados en sodio, calcio, zirconio, titanio, magnesio y aluminio.

5.11 TIPO: Tec. (Cloruro Eutéctico Ternario).

CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".

AGENTE EXTINGUIDOR: Cloruro de Potasio, Cloruro de Sodio y Cloruro de Bario.

PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco.

PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los portátiles.

CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación. Tener cuidado en no respirar el polvo porque el Cloruro de Bario es venenoso.

5.12 TIPO: Agua ligera.

CLASIFICACION: Para fuegos de las Clases "A" y "B".

AGENTE EXTINGUIDOR: Agente A.F.F.F. (Acuos Film Forming Foam.)

PRESURIZANTE: Aire, Nitrógeno, CO<sub>2</sub>.

PRESION: 7 a 9 Kgs.

ALCANCE: 7 a 12 mts.

TIEMPO DE DESCARGA: 15 a 30 segundos.

CAPACIDAD: 9.5 litros.

FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por enfriamiento y sofocación.

5.13 Los extintores deben ser revisados cada año y recargados cuando esto sea necesario para que siempre estén en óptimas condiciones de uso, además

deberán estar colocados en lugares fácilmente accesibles a una altura de 1.60 metros del nivel del piso terminado a su gancho de sujeción y además requerimientos solicitados en el artículo 121 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

- 5.14 Las Compañías especializadas en compraventa de equipo Contra Incendios y de Servicios deberán contar con el número de autorización NOM concedido por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

## 6. REDES HIDRAULICAS

6.1 Las redes hidráulicas son equipos fijos contra incendio que sirven para suprimir incendios por medio del uso de agua, cuyos componentes son:

6.1.1 Red Primaria o Principal que debe ser capaz de soportar las presiones necesarias de acuerdo al cálculo hidráulico, el cual no será nunca menor de 12 Kg/cm<sup>2</sup>, así como el diámetro, el cual no podrá ser nunca menor de 3".

6.1.2 Red Secundaria que será de 2" de diámetro capaz de soportar las presiones necesarias de acuerdo al cálculo hidráulico.

6.1.3 Salidas de hidrante que deben ser de 1½" de diámetro con una llave de globo, cople para manguera de 1½" de diámetro y reductor de presiones.

6.1.4 Gabinetes con cama o soporte para colocar la manguera plegada de tal forma que sea fácil de manejar y que no sufra daños a mediano plazo.

6.1.5 Pitones de paso variable, de tal manera que se pueda usar como cortina o en forma de chorro directo.

6.2 La capacidad de la cisterna de agua de reserva para uso exclusivo del sistema de red de hidrantes contra incendio deberá ser de acuerdo a lo estipulado en el artículo 122, fracción A del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, además de que la reserva se mantendrá por medio de un sistema de doble pichancha para mantener el agua en circulación constante

6.3 Contar con 2 motobombas automáticas capaces de suministrar un mínimo de 600 lts/min. de gasto a una presión de acuerdo al artículo 122, fracción B del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

6.4 El material de que se fabrique la red de hidrantes será de acuerdo al artículo 122, fracción C o de cobre

con coples soldados con la resistencia que se indica en estas normas técnicas.

6.5 Los simulacros de incendio se efectuarán cada seis meses o cuando ingresa personal, se instalan nuevos tipos de extintores, se amplían las instalaciones de fuego, etc.

6.6 Los sistemas de control de incendios automáticos que se pueden usar son:

6.6.1 Sistema de tubería húmeda.

6.6.2 Sistema de tubería seca.

6.6.3 Sistema de acción previa.

6.6.4 Sistema de diluvio.

6.6.5 Sistema combinado tubería seca/acción previa.

Estos sistemas pueden ser cargados con Agua, CO<sub>2</sub> o Halón 1301.

Queda prohibido usar Halón 1211 por su alta toxicidad.

6.7 Se requiere presentar Bitácora de Simulacros:

6.7.1 Los giros de Riesgo Mayor .

6.7.2 Empresas que cuentan con Red Hidráulica (aun teniendo menos de 50 personas).

6.7.3 Empresas o Negociaciones que cuenten con un personal con más de 50 personas.

6.7.4 La Bitácora deberá presentarse dos (2) veces al año (semestral) para su autorización (sellos), a la Oficina correspondiente.

La Bitácora se integrará en una libreta tipo legal con el siguiente contenido:

— Carátula: con Razón Social, tipo de Giro, Dirección, Colonia, Delegación, Código Postal, Nombre del responsable, teléfono, metros cuadrados construidos, metros cuadrados no construidos.

— Relación del equipo contra incendio. (Red Hidráulica, Extintores, Sistemas Fijos, etc.)

— Relación de Facturas o comprobantes de recarga de los extintores existentes.

— Programa de Evacuación conteniendo las rutas de escape.

— Relación de las Brigadas (Contra Incendio, Evacuación), nombres y firmas de cada uno de los integrantes.

## 7. RECUBRIMIENTOS PARA MUROS FALSOS, PLAFONES Y ACCESORIOS DECORATIVOS

Los materiales utilizados en recubrimientos para muros, lambrines y falsos plafones deberán tener una resistencia mínima al fuego como se indica en la siguiente tabla, excepto cuando se especifique otra cosa (ver cuadro siguiente).

Espeor cm	Descripción del muro o tabique	Grado de resistencia al fuego horas
5	Aplanado macizo de yeso con virutas sobre una capa de yeso de 9.5 mm, pies derechos de acero con equidistancia de 66 cm como máximo . . . . .	1
5	Aplanado macizo de arena y yeso sobre pies derechos metálicos y enlatado de metal . . . . .	1
5	Aplanado macizo de cemento Portland sobre pies derechos metálicos y enlatado de metal . . . . .	1
5	Guanita proyectada sobre enlatado de metal desplegado No. 13 de 1 $\frac{3}{4}$ " (44 mm) . . . . .	1
5	Bloques macizos de yeso . . . . .	1
7.6	Bloques huecos de yeso . . . . .	1
7.6	Losetas estructurales huecas de arcilla, de 1 celdilla, con aplanado de 13 mm . . . . .	1
7.6	Losetas huecas de hormigón de cenizas, con aplanado de 13 mm por los dos lados . . . . .	1
7.6	Huecos, pies derechos metálicos, enlatado metálico o capas de yeso de 9.5 mm, aplanados por los dos lados . . . . .	1
10	Losetas estructurales huecas de arcilla, de 1 celdilla, aplanado de 13 mm por un solo lado . . . . .	1
10	Losetas huecas de hormigón de cenizas . . . . .	1.5
10	Losetas huecas de arcilla, 1 celdilla, aplanado de 13 mm por los dos lados . . . . .	1.5
11.4	Huecos, pies derechos metálicos, enlatado metálico por ambos lados, aplanado de 19 mm de yeso y arena . . . . .	1.5
15	Losetas huecas de arcilla, 2 celdillas . . . . .	1.5

Espeor cm	Descripción del muro o tabique	Grado de resistencia al fuego horas
5	Aplanado macizo con viruta sobre pies derechos y enlatado metálico . . . . .	2
6.3	Aplanado macizo de cemento Portland sobre pies derechos y enlatado metálico . . . . .	2
6.3	Aplanado macizo de yeso y arena sobre pies derechos y enlatado metálico . . . . .	2
7.6	Bloques huecos de yeso, con aplanado de 13 mm por los dos lados . . . . .	2
15	Losetas estructurales huecas de arcilla, 2 celdillas; aplanado por un solo lado . . . . .	2
20	Losetas estructurales huecas de arcilla, 3 celdillas . . . . .	2
6.3	Aplanado macizo de yeso con viruta sobre pies derechos y enlatado metálico . . . . .	3
10	Bloques huecos de yeso . . . . .	3
1.5	Loseta para falso plafón en cualquier material . . . . .	3

7.2 Los materiales utilizados para retardar la propagación de la llama en tejidos textiles y su incandescencia posterior deberán garantizar un tiempo mínimo de media hora.

7.2.1 Los productos ignifugantes que se usan en el tratamiento de las fibras de las telas pueden ser:

- Productos químicos que generen gases no combustibles que tiendan a excluir el oxígeno de las superficies ardientes.
- Productos en los cuales los radicales o las moléculas procedentes de la degradación del producto ignífugo reaccionan endotérmicamente e interfieren la reacción en cadena de las llamas.
- El producto ignifugante se descompone endotérmicamente.
- El producto forma un líquido o una carbonización no volátil que reduce las cantidades de oxígeno y calor que llegan a la tela.
- Por formación de partículas diminutas que modifican las reacciones de combustión.

Generalmente los productos químicos o una mezcla de productos químicos ignifugantes limitan la inflamabilidad en más de una de estas formas simultáneamente.

**8. SEÑALIZACION**

8.1 La finalidad de normar un sistema de *Señalización de Seguridad* es fijar los criterios y la simbología que deberán usarse para atraer la atención en forma sencilla y rápida, para advertir de un peligro o indicar la ubicación de dispositivos y equipos de seguridad, advertencia que no elimina el peligro ni sustituye las medidas de seguridad necesarias para eliminar los accidentes.

8.1.1 El sistema de señalización de seguridad debe ser aplicado a:

- 1o. Las formas geométricas.
- 2o. Las dimensiones en las señales de seguridad.
- 3o. Los símbolos.
- 4o. La colocación de las propias señales.
- 5o. El empleo de los colores.
- 6o. El tipo de números y letras.

El empleo de los anteriores rubros debe aplicarse en la señalización según se cita en la Norma D.G.M-S15-1971, emitida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Esto con apego

a los artículos 94 y 121 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
















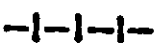


8.1.2 Las dimensiones de la simbología de seguridad deberán estar según se indica en la Norma D.G.M-S15-1971 de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

8.1.3 Los símbolos de seguridad serán la imagen que exponga en forma gráfica y de fácil interpretación el mensaje de la indicación de seguridad.

8.1.4 Las dimensiones de la señalización serán en base a las indicaciones de la Norma D.G.M-S15-1971 emitida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, la cual fue publicada el 27 de diciembre de 1971 en el Diario Oficial de la Federación.

8.1.5 Cuando un alumbrado común y corriente resulte insuficiente según especificaciones de la Norma D.G.M-S15-1971, emitida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, se deberá corregir el alumbrado de tal forma que cubra los requisitos de la citada NORMA.

8.1.6 La Simbología que se deberá usar en el trámite del Visto Bueno para Obra Nueva es la siguiente:

	TABLERO GRAL O DE CONTROL		GABINETE CONTRA INCENDIO.
	TABLERO DE CONTROL SECUNDARIO.		TOMA SIAMESA.
	ANUNCIO LUMINOSO.		ALARMA SONORA.
	BOMBA DE COMBUSTION INTERNA.		ALARMA VISUAL.
	BOMBA ELECTRICA.		PARARRAYOS.
	CALDERA.		LUZ DE OBSTRUCCION.
	EXTINTOR TIPO "A".		UNIDAD MOVIL EXTINTOR.
	EXTINTOR TIPO "BC".		INSTALACION CONTRA INCENDIO.
	EXTINTOR TIPO "ABC".		SISTEMA DE ILUMINACION AUTOMATICO.

Nota: Esta simbología se indicará en plantas, cortes, fachadas, indicando el tipo y capacidad del extintor.

## 9. COLORES DE IDENTIFICACION

9.1 Esta Norma tiene por objetivo definir la aplicación de colores relacionados con la prevención de accidentes y recomienda los colores que deben usarse con tal finalidad, así como la indicación de riesgos físicos, la localización de equipos de seguridad y la identificación del equipo contra incendio.

9.2 En los casos que no resulte práctico pintar el equipo al que se refieren las señales que lo identifiquen o los lugares en que se ubique el mismo, se podrán pintar figuras geométricas o figuras representativas de cuerpos o cerca de dicho equipo o lugares; la condición es que en todos los casos las figuras sean perfectamente visibles.

9.3 El color rojo es el color básico para la identificación del equipo y aparatos de protección contra incendio y se usará en:

- Letreros de salidas de emergencia.
- Cajas de alarmas de incendio.
- Cajas de mangueras contra incendio.
- Extintores contra incendio (si no es práctico pintar el extintor, debe utilizarse el color rojo para pintar el lugar, pared o soporte).
- En la localización de las mangueras contra incendio (debe utilizarse el color rojo en los carretes, soportes o casetas).
- Sistemas de extinción a base de agua o de cualquier otro tipo.
- Bombas y redes de tuberías contra incendio.
- Vehículos contra incendio de todo tipo con o sin locomoción propia.
- Barras de frenado de emergencia en máquinas peligrosas, tales como molinos para caucho, hiladoras para alambre, laminadoras, troqueladoras, etc.
- Botones de frenado usados para detener la operación de maquinaria en casos de emergencia.

9.4 El color naranja se usará en partes peligrosas de máquinas o equipos mecánicos, que puedan lesionar en cualquier forma al personal, inclusive causar traumatismo, también para hacer resaltar los riesgos cuando las puertas o dispositivos de seguridad estén abiertas o cuando estén

quitados los seguros de engranes, bandas u otro equipo en movimiento; así como para señalar el peligro por falta de protección. Debe aplicarse en:

- Botones de arranque de seguridad.
- El interior de resguardos para poleas, engranes, cadenas, rodillos, etc.

9.5 El color naranja en contraste con azul.

Debe contrastarse el naranja con azul en el interior de las puertas o cubiertas de equipo eléctrico que dejen al descubierto partes importantes de dicho equipo. Debe aplicarse en:

- Conductores.
- Barras.
- Cuchillas.
- Registros.

9.6 El color amarillo en contraste con negro.

Se usará el amarillo y negro a manera de franjas para designar precaución y para indicar peligros físicos, tales como: tropiezos, caídas, golpes, atrapado entre cuadros amarillos y cuadros negros a manera de tablero de ajedrez, o cualquier otro diseño a base de amarillo y negro.

Debe aplicarse en:

- Equipo de construcción (o zonas en que se encuentre trabajando éste), como conformadoras, tractores, vagonetas.
- Indicadores de esquinas, estibas de almacenamiento, cubiertas o resguardos para contravientos.
- Aristas, salientes, partes sin resguardo de plataformas, fosas y paredes.
- Equipos y accesorios suspendidos que se extiendan dentro de las zonas normales de operación (lámparas, grúas, controles).
- Barandales, pasamanos, escalones, en donde se requiera precaución.
- Indicaciones en salientes, claros de puertas, transportadores móviles, vigas y tubos de baja altura, estructuras y puertas de elevador.

- Equipo de manejo de materiales, como tractores industriales, carros, remolques, montacargas, transportadores, etc.
- Postes o columnas que puedan ser golpeados.
- Franjas laterales.

## DEFINICIONES

### CONATO DE INCENDIO

Se llama conato de incendio a un fuego en sus inicios y que por su pequeña magnitud puede generar un incendio o puede extinguirse por sí solo.

### INCENDIO

Se llama incendio a un fuego descontrolado que por su magnitud no se extingue por sí solo y tiene que ser controlado por medios externos.

### RIESGO

Se llama riesgo al estado peligroso de los elementos que pueden generar en cualquier momento un siniestro de mayor o menor magnitud.

### EXPLOSIVO

Se llama explosivo a la mezcla de sustancias químicas que ante un estímulo suficiente sufre una reacción instantánea, autopropagante caracterizada por la formación de gases, producción de calor y el desarrollo de una presión súbita, debida a la acción del calor sobre los gases producidos.

### COMBUSTION

Se llama combustión a la reacción química de los elementos: combustible y comburente en condiciones adecuadas de temperatura produciendo energía, en forma de luz y calor.

### TOXICO

Son materiales que producen daños temporales o permanentes sin llegar a producir la muerte, excepto en casos de exposición prolongada.

### INFLAMABLE

Son aquellas sustancias que emanan gases o temperaturas inferiores a 38°C.

### TOXICIDAD INOFENSIVA

Es cuando los vapores desprendidos de los materiales en combustión no producen daños temporales ni permanentes.

### TOXICIDAD MEDIA (IRRITANTE)

Se presenta cuando los gases y/o vapores de materiales producen molestias temporales como ardor en los ojos o en la piel.

### EXTINTOR

Se entiende por extintor al recipiente que contiene el agente extinguidor para apagar fuegos. Los extintores se clasifican por portátiles y móviles.

### EXTINTOR PORTATIL

Es el extintor que se diseña para ser transportado y operado manualmente y, en condiciones de funcionamiento, tiene una masa total que no excede de 20 kg.

### EXTINTOR MOVIL

Es el extintor que se diseña para ser transportado y operado sobre ruedas, sin locomoción propia, cuya masa es superior a 20 kg.

### RIESGO MENOR

Se considera situación de riesgo menor cuando la cantidad de materiales y líquidos combustibles o líquidos inflamables es mínima y cuando se pueda prever que los posibles incendios sean de magnitud reducida.

### RIESGO MAYOR

Cuando la concentración de materiales combustibles y líquidos inflamables presentes sea grande y hagan prever que los posibles incendios sean de gran magnitud.

### MATERIAL COMBUSTIBLE

Es cualquier material que puede arder o quemarse; éste puede ser sólido, líquido o gaseoso.

NOTA: Publicadas el 15 de agosto de 1988, en este órgano informativo y reimpresas en el mismo, el 14 de mayo de 1990.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**DIPLOMADO EN RIESGO AMBIENTAL**

**MÓDULO IV:**

**INSTRUMENTOS DE POLÍTICA Y GESTIÓN AMBIENTAL (PGA)  
Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES INDUSTRIALES MAYORES  
(AIM)**

**TEMA**

***INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA EL ESTUDIO DEL  
IMPACTO INDUSTRIAL EN EL AMBIENTE***

**EXPOSITOR: ING. FELIPE ALBINO GERVACIO  
PALACIO DE MINERÍA  
JUNIO DE 1999**

# INDUSTRIAL EN EL AMBIENTE

Felipe Albino Gervacio \*

“Muchas de las necesidades esenciales del ser humano pueden ser satisfechas solamente mediante bienes y servicios suministrados por la industria..... La industria tiene la capacidad de mejorar o degradar el medio ambiente; irvariablemente, hace ambas cosas.”

Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo

## Introducción

Al encargarse del procedimiento económico en donde se ven involucrados temas como la creación del valor, el crecimiento y desarrollo, los economistas plantearon el medio natural como un sistema sustentador de bienes y servicios, tomándolo como un elemento mecanicista y autosostenido.

En este término, la ecología económica estudia la valoración de los servicios prestados por el ecosistema al subsistema económico, en donde se pretende dejar de crecer para no estar próximos a la autodestrucción; aseverando que la degradación ambiental es un caso particular del “fracaso del mercado”. Mientras que para la economía ambientalista la función del medio ambiente es que actúa como un sistema integrado y muy sensible en muchos sentidos, que provee los medios para el sostenimiento de todas las formas de vida.<sup>1</sup>

En este sentido, el proceso económico requiere de recursos naturales, pero también genera desechos que a la larga ocasionan el problema de la contaminación ambiental. Es decir, se ignoraron las manifestaciones de este proceso sobre el medio ambiente y el hábitat natural; pero llama la atención el tema de los desperdicios que todo proceso económico genera.

En la problemática del medio ambiente nos podremos dar cuenta que todo proceso económico y avance tecnológico en la industria acarrea a una disminución en la calidad del aire, agua, suelo, vida humana, así como el agotamiento del capital natural y de la biodiversidad en su conjunto.

En relación con el concepto de la entropía se menciona que es “la cantidad de energía que ya no sería transformada en otras formas de energía alcanzando un punto máximo”.<sup>2</sup> Ciertamente, cualquier actividad de



esta clase conduce a un desorden; necesariamente en todo proceso productivo los recursos naturales convertidos en insumos, y posteriormente en un bien final, generan desperdicios.

Por lo tanto, proseguirá siendo de esta manera, en tanto que el ser humano no responda a tal situación sobre su comportamiento a través del proceso económico en donde el flujo de materiales, a través del tiempo, ha generado desperdicios y daños irreparables al medio ambiente.

La industria genera residuos que, en algunos casos, fueron considerados sin valor alguno, pero que a veces pudieron ser reciclados. En este proceso el progreso técnico puede realizar el reciclaje de desechos, pero no sabemos en que grado podríamos generar nuevas fuentes de contaminación ya que hay recetas tecnológicamente todavía no factibles.

Ahora bien, para que dicha tecnología pueda hacer crecer a la economía y aprovechar los residuos en forma industrial, es necesario que incluya la captación de "baja entropía" del medio ambiente con relación a la captación de energía y materiales que pueda poner a su disposición.<sup>3</sup>

El avance tecnológico en la industria no significa que haya mejoras en el uso y manejo de los recursos naturales, pues esto acarrea a generar más contaminantes y nuevos residuos que reciclar, mas aún, crea problemas como el de las externalidades.

Por ejemplo tenemos a una empresa que no asume el costo del daño ocasionado a otros productos, en este sentido se trata de una externalidad negativa. Esto ocurre cuando el tipo de externalidad en el costo marginal social es mayor que el costo marginal privado, la diferencia entre estos dos costos es el costo marginal externo. La contaminación es un clásico ejemplo. Una acción de una empresa que beneficia a otra empresa se define como una externalidad positiva.

#### A) Externalidades

La economía ambiental menciona que los precios de los productos deben reflejar los costos sociales de la contaminación. La observación sería que los precios se equiparen al costo marginal del producto más el costo marginal del daño impuesto externamente. El teorema del óptimo condicionado propone que los ajustes no satisfacen la meta del mejoramiento paretiano si los precios de otros bienes se apartan de la regla, en este

Pareto se rompe cuando aparecen las externalidades, ya que el mercado no da lugar a una asignación eficiente en el sentido paretiano.

Las externalidades las podemos contemplar por el consumo y la producción; en el consumo suceden cuando a un consumidor le afecta directamente la producción o el consumo de otros, y en la producción ocurre cuando las decisiones de una empresa o un consumidor influyen en las posibilidades de producción de otra empresa.<sup>4</sup>

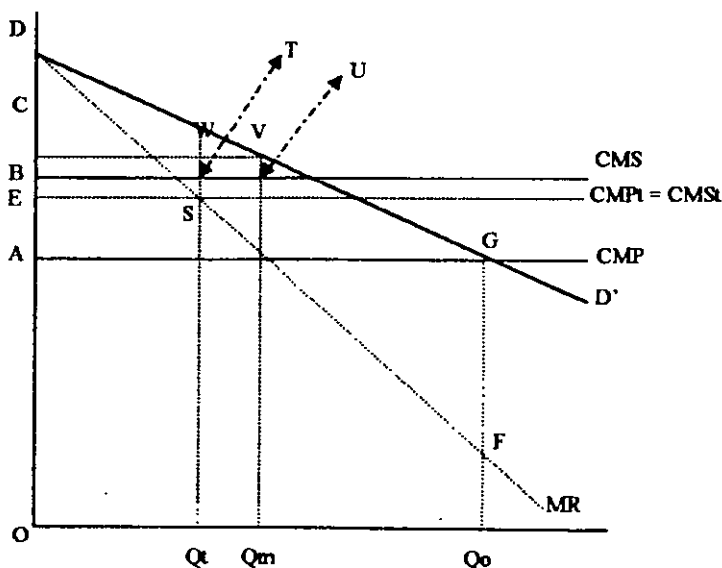
Una característica básica de las externalidades es que existan bienes que les interesen a los individuos, pero que no se venden en el mercado. Por ejemplo hay funciones y servicios del ambiente que se convierten en bienes que tienen precios que pueden ser o no ser óptimos, en el caso contrario no los tienen por que no se venden en el mercado (ejemplos, el aire, la luz solar, etc.).

Debemos hacer referencia a que si se cobrara un precio por el uso de las funciones del ambiente, tendríamos un patrón diferente de usos y un uso totalmente distinto al que nos encontramos hoy en día.

Diversos agentes pueden cambiar o afectar las ganancias de una empresa, pero también las empresas lo pueden realizar en algunos de sus costos de producción, por ejemplo mediante las externalidades. Las externalidades existen tanto en competencia perfecta como en el monopolio, tomando en cuenta que las externalidades se dan por que los derechos de propiedad no están definidos en forma clara.

En la figura 1 observamos las externalidades generadas por un monopolista:<sup>5</sup>

FIGURA 1



**DD'** = Es la curva de demanda de la industria con que se enfrenta el monopolista,

siendo **DMR** la curva del ingreso marginal.

**CMP** = Costo Marginal Privado

**CMS** = Costo Marginal Social

**QQ<sub>0</sub>** = Producción Óptima

**QQ<sub>m</sub>** = Maximización de Beneficios

Supongamos que el monopolista quiera producir a costos constantes, pero su actividad productiva impone costos sobre otros. Particularmente en ausencia de impuestos, la técnica de producción que minimiza los costos (privados) del monopolista genera costos por contaminación por unidades iguales a **AB**, de tal forma que la curva **CMS** indica el verdadero costo por la sociedad de cada unidad de producción. Para maximizar beneficios, el monopolista producirá **QQ<sub>m</sub>**.

Así mismo, también supongamos que sometemos al monopolista a un impuesto sobre la contaminación (en donde se corre el riesgo de romper el óptimo paretiano). Sin embargo esto le proporcionará un incentivo para alterar su proceso de producción y reducir emisiones por unidad de producción, se obtendrán dos efectos:

- Elevará la curva **CMP** y, para ciertos valores,
- Tenderá a reducir **CMS**.

Desde este punto de vista de la sociedad, es un método de producción de costo menor, por que:

- El costo de producción social mínimo se alcanzará cuando los costos de contaminación se internalicen plenamente, de tal forma que **CMP<sub>t</sub> = CMSt**, donde "t" se refiere a los costos en presencia de un impuesto pigoviano.

De tal manera que en este punto la empresa se basará sobre un conjunto de precios (incluyendo la emisión de residuos) que refleje los verdaderos costos sociales de oportunidad.

Para alcanzar **QQ<sub>0</sub>**, se necesitan tomar dos medidas:

- Un **t** sobre la emisión de residuos con el objeto de reducir **CMS** hasta **CMSt** y
- Un subsidio por unidad de producción igual a **GF** (la diferencia entre el costo marginal y el ingreso marginal en el nivel óptimo de producción).

Sin embargo, un organismo de protección ambiental no tendrá la autoridad para ofrecer subsidios a los monopolios. Supongamos que ese organismo tiene poderes para establecer impuestos sobre la emisión de residuos. ¿Cual sería el efecto sobre el bienestar social de un impuesto normal pigoviano sobre la contaminación?. Ésta generaría un decrecimiento de la producción desde  $QQ_m$  hasta  $QQ_t$ . En esta producción el impuesto generaría un ahorro de costos para la sociedad indicado por el área **EBTS**. Ello vendría acompañado de una pérdida del bienestar representada por el área **UVWT** representando la pérdida del excedente del consumidor resultado de la disminución de la producción hasta  $QQ_t$ .

Las externalidades existen en el mercado produciendo fallas. Esto sucede cuando el sistema de precios competitivos crea deficiencias para producir la cantidad de bienes socialmente óptimo. Las externalidades no tienen un precio, por lo cual los agentes las ignoran en sus cálculos privados, provocando un fallo en el mercado.

En el momento en que las externalidades causan un subsidio a la producción, es cuando las empresas manufactureras en competencia perfecta no retribuyen los costos asociados a la contaminación generada por ellos mismos, de igual forma estiman sus costos reales de producción, generando ventas satisfactorias y contaminación creciente. En este sentido, en un mercado competitivo suele haber muchas empresas, por lo que la curva de oferta del mercado es la suma de las ofertas de todas ellas

En el ejemplo anterior (figura 1) de monopolio, en donde es muy improbable que este dado el precio, se dará cuenta que puede influir en él y elegirá el nivel de precios y de producción que maximice sus beneficios globales. Puede producir más cerca de la combinación óptima de manufacturar un bien y generar contaminación, que una industria competitiva.

En forma general podemos afirmar que, tanto en la industria monopólica como la industria competitiva, desconocen el daño causado por la contaminación que ellos crean, en donde se ven implicados efectos degradativos del medio ambiente.

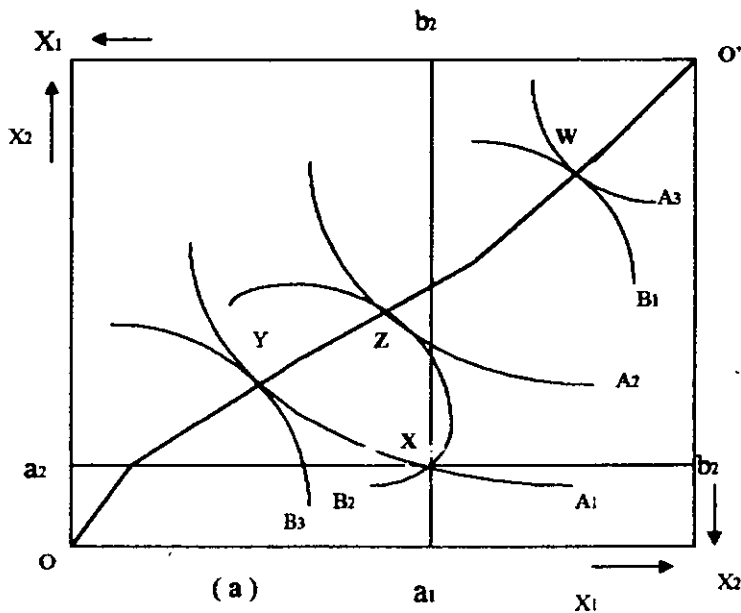
El óptimo se da cuando el beneficio social marginal iguala el costo marginal social.

## B) Optimo de Pareto

En gran medida una aplicación de la economía del bienestar neoclásica (paretiana) lo podemos ver en el **Diagrama de Caja Resultante** en donde esta se determina por las cantidades disponibles  $X_1$  y  $X_2$ . Fundamentalmente este análisis es una de las reglas para llegar a un óptimo de Pareto. Tomando en cuenta únicamente dos individuos A y B, en donde también se explica sus funciones de utilidad cualesquiera, ya sea A o B mejoran en el mapa de indiferencias, es decir pasa a una curva de indiferencia mayor sin perjudicar al otro<sup>6</sup> (ver figura 2).

Al llegar al punto X el individuo A obtendrá  $OA_1$  de  $X_1$  y  $OA_2$  de  $X_2$ , el individuo B esta colocado en  $Ob_1$  de  $X_2$  y  $Ob_2$  de  $X_1$ ; en esta relación no hay una asignación óptima en el punto X. Gráficamente es muy útil para analizar el intercambio de dos bienes entre dos personas.

Figura 2



Por ejemplo, supongamos la reasignación de los bienes sobre la trayectoria de  $XZ$  de  $B_2$  en donde es una de las curvas de indiferencia de B. B se encuentra indiferente de  $XZ$  y no empeora en el desplazamiento. A se incrementa en utilidad por sacar la curva de indiferencia a  $A_1$  y se lleva a  $A_2$ . En este sentido el desplazamiento de  $XZ$  debe de ser un mejoramiento de Pareto.

La curva YZW es la curva de contrato y ejemplifica todas las combinaciones de bienes que origina un óptimo de Pareto. Donde cada uno de ellos corresponde a una diferente capacidad de compra (combinaciones), a diferente capacidad de ingreso.<sup>7</sup>

“La asignación de los recursos es eficiente en el sentido de Pareto si se manifiesta de las siguientes formas:

- No es posible mejorar el bienestar de todas las personas involucradas; o
- No es posible mejorar el bienestar de una de ellas si se empeora el de otra; o
- Se han agotado todas las ganancias del comercio; o
- O es posible realizar ningún intercambio mutuamente ventajoso”.<sup>8</sup>

Desde el punto de vista del productor, existirá un óptimo de Pareto si todos los precios se igualan al costo marginal.<sup>9</sup> Es importante esta cuestión, pues si bien sabemos que esto únicamente sucede en competencia perfecta, de esta forma sólo se maximizan los beneficios de las empresas.

Cuando no se alcance un óptimo de Pareto en el sentido de igualar en todas partes el precio al costo marginal se dice que hay un first best. Y cuando se piense alcanzar el mejor resultado posible (un óptimo condicionado) en donde se trate de igualar el costo marginal al mayor número de precios posible se trata de un second best.

### C) Impuesto Pigou (El que contamina paga)

Las medidas de imposición pigovianas se analizan de una manera en la cual se podrían restablecer un conjunto de externalidades, mediante la cual se haría por medio de impuestos pigovianos. Este es un método mediante el cual se obtiene el óptimo social, que consiste en gravar al generador de la contaminación de acuerdo al costo externo que impone a otros.

Por ejemplo, si la tasa impositiva se ajusta a la magnitud del daño marginal del día, el contaminador o el individuo puede considerar como favorable a sus intereses el tener en cuenta los efectos de su decisión sobre el tipo impositivo que paga. Puede encontrar beneficioso verter más o menos de lo que de otro modo hubiese vertido con objeto de mejorar su posición impositiva.<sup>10</sup>

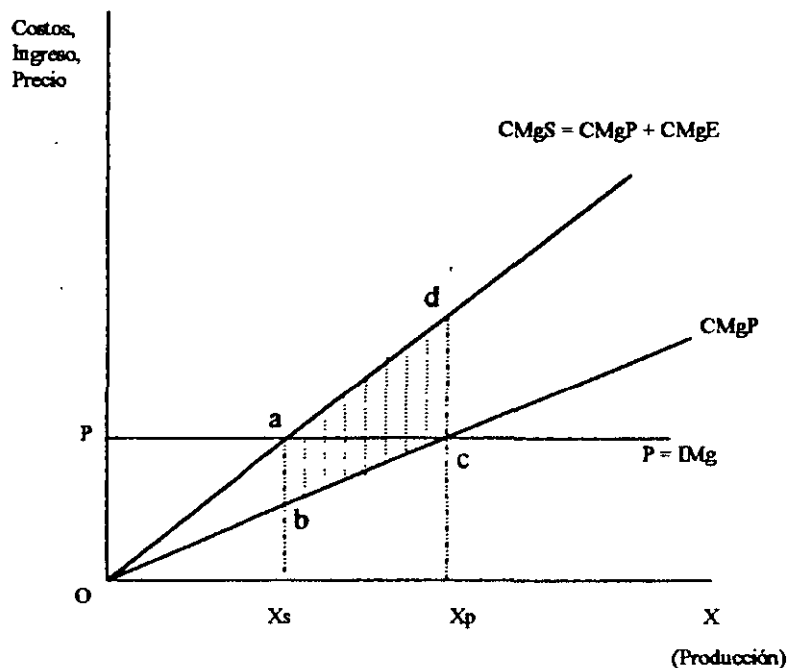
En este sentido, las tasas impositivas son análogas a los precios competitivos que convergen, junto con los productos marginales y las relaciones marginales de sustitución, hacia sus valores óptimos.

Dicho de otro modo, es un costo externo e identifica el nivel de estos costos como un óptimo de Pareto, en donde sólo nos referimos a empresas que se encuentran en competencia perfecta ya que en el monopolio no son aplicables los impuestos pigovianos por que se corre el riesgo de que se rompa el óptimo paretiano.

En la figura 3 se analiza que la curva de demanda es perfectamente elástica, y la de los costos marginales privados (CMgP) difieren de los costos marginales sociales (CMgS) por una cantidad igual a los costos marginales externos (CMgE), es decir, los costos marginales de la contaminación.

En este sentido el movimiento del óptimo privado al óptimo social ahorra costos externos en el área abcd pero deja costos externos señalados en el área Oab, por lo cual es la cantidad óptima de exterioridad en donde se debe aplicar el impuesto pigoviano, de acuerdo con el costo que impone a otros.

Figura 3



Por lo tanto tenemos que:  $IMg = CMgP + CMgE$

Y si fijáramos un impuesto (T) igual al costo marginal externo (CMgE), se obtiene la siguiente condición:

$$IMg = CMgP + T$$

Por lo cual se maximiza el beneficio social estableciendo un impuesto igual a los costos marginales de la contaminación en el nivel de producción óptimo. La empresa soportará ahora los costos externos en forma de un impuesto que el empresario lo tratará como un costo privado. En esta situación se dice que el costo externo se interioriza, y la nueva curva de **CMgP** de la empresa se iguala a:

$$\mathbf{CMgS = CMgP + CMgE = CMgP + T_{\dots}}$$

Maximiza su beneficio al nivel de producción, donde **P = CMgS** que representa el óptimo de Pareto.

Mencionamos que los impuestos Pigou se aplican directamente a la externalidad o costo externo, por ejemplo a la emisión atmosférica de gases, en la contaminación del agua, etc. Este mismo no es aplicable a los bienes. Por último, su aplicación es válida en condiciones de competencia perfecta.

#### D) Análisis Costo-Beneficio

Muchas cuestiones cruciales acontecen en la economía que involucran opciones que no sólo suceden a lo largo del tiempo, sino que incluyen decisiones respecto a la programación en el tiempo.<sup>11</sup>

En este sentido, el análisis costo-beneficio es una herramienta que puede ayudarnos a tomar decisiones, en donde es necesario tomar en cuenta el punto de vista de la sociedad y no el criterio particular de una empresa con fines de lucro. De tal modo que no deberá realizarse ninguna decisión en el abatimiento de la contaminación a menos que los beneficios sociales, tal como lo ve la generación actual, superen a los costos tal como lo ve la generación actual; es decir: **B > C**

Entonces tendremos que: 
$$- C_0 + \frac{B_1}{(1+r)} + \frac{B_2}{(1+r)^2}$$

En donde:

**C** = Costos; **B** = Beneficios y los subíndices a los periodos de tiempo. El subíndice 0 indica una generación actual en el momento.

**r** = Tasa social de descuento



Para que la inversión sea conveniente se requiere que:

$$\sum_{t=0}^{t=n} \frac{B_t}{(1+r)^t} > \sum_{t=0}^{t=n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

En términos generales, los beneficios tienen que superar los costos a través del tiempo; ésta es la regla básica del análisis costo-beneficio.

Lo interesante es que una  $r$  baja tenderá a favorecer a las generaciones futuras, y una  $r$  alta tenderá a perjudicarlas, por lo menos a los programas de inversión de capital.

Diversos métodos de evaluación de efectos ambientales y de análisis de costo-beneficio han sido diseñados e instrumentados para regular el comportamiento de los agentes económicos y para normar la selección de proyectos de inversión. Estas técnicas permiten captar ciertas oportunidades económicas en un nivel más global o de mediano plazo de las que pueden reconocer los estudios de mercado en el nivel de la empresa, asignando un valor de planificación a ciertos recursos naturales o factores ambientales que no son valorizados por los mecanismos de formación de los precios en el mercado.<sup>12</sup>

En cierto sentido el análisis costo-beneficio ha conducido a dos profesiones entrelazadas.

a) Una se encuentra entre sus practicantes economistas de dentro y fuera de las entidades públicas que han desarrollado las técnicas, han tratado de producir mejores datos extendiéndolos el campo de acción del análisis.

b) La otra parte está entre los políticos y los administradores, quienes han establecido las reglas y procedimientos que rigen el uso del análisis costo-beneficio para la toma de decisiones públicas.

Estas vertientes no deben dejar pasar de lado criterios como:

a) explicar en forma sencilla el programa de inversión; b) cuantitativamente mencionar sus entradas y salidas; c) calcular los costos y beneficios sociales de los insumos y resultados; d) comparar beneficios y costos; e) evaluar a precios de cuenta las medidas de mitigación de impactos ambientales.<sup>13</sup>

El siguiente ejemplo sobre "Resultados del análisis costo-beneficio del programa propuesto para disminuir emisiones por parte de las plantas procesadoras de cemento", en donde se trata de controlar varios

emisiones a una grave contaminación.

Los conceptos corresponden a las categorías de costos y beneficios en la vida del programa de la manera siguiente:

**Cuadro 1**

Concepto	Totales durante la vida del programa
<b>COSTOS</b>	
Cumplimiento de leyes	
Activos fijos (equipos)	580
De operación (menores descargas)	560
Inspecciones y aplicación legislativa	96
<b>Total</b>	<b>1,236</b>
<b>BENEFICIOS</b>	
Incremento en actividades recreativas y mejora en la calidad del aire y agua	1,896
Reducción de daños en la salud y en las actividades agrícolas y ganaderas	382
Intangibles	A
<b>Total</b>	<b>2,278 + A</b>
Beneficios Netos = $2,278 - 1236 = 1,042 + A$	
Relación costo-beneficio = $2278 / 1236 = 1.8 + a$	

En este cuadro vemos los beneficios que producirá el proyecto por cada peso de costos, en donde la relación beneficio-costo es de 1.8 y el ajuste indeterminado a para los beneficios intangibles. La obtención de beneficios netos es de 1,042 más el intangible A.

Se dan tres categorías de beneficios de acuerdo a: 1) los que se recrean en el río se benefician con mejor calidad de agua, como el caso de los navegantes y pescadores; 2) los beneficios que obtienen los agricultores por disminución de daños a la cosecha y ganadería; por último, 3) los beneficios intangibles los cuales no hay forma de medirlos monetariamente.

## D.1) Tasa de descuento

Las elecciones intertemporales óptimas inciden en el caso las generaciones actuales, ya que asigna a los beneficios y costos actuales pesos mayores que a los beneficios y costos futuros. Por lo tanto se tiene la tasa a la que las generaciones actuales subestiman el futuro, obteniendo el flujo de costos y beneficios tal y como lo ve la generación actual.

Este es el caso de la tasa de descuento, en donde podría dejar a las generaciones futuras inmensos costos sociales que deberán pagar en un tiempo indeterminado, a cambio de ganancias insignificativas para las generaciones actuales. Es decir, las generaciones actuales deberán tomar en cuenta los requerimientos de las generaciones futuras, sin embargo, este dilema no podría ser tan cierto.

Por ejemplo, supongamos que tenemos un costo que ocurrirá en 15 años de \$15,000.00, obtenida por las generaciones actuales a una tasa de interés del 15% anual, esperando que se mantenga en ese porcentaje. En este momento puede depositarse en el banco \$1,843.3 y sumar los intereses, de \$15,000 en 15 años, sólo así alcanzará la cifra para cuando se necesiten en el momento indicado, es decir:

$$1,843.3 (1+.15)^{15} = 15,000$$

¿Pero cual es el valor presente para la generación que tiene esta obligación de \$15,000 en 15 años a partir de la fecha?. Es lo que deposita en el banco para tener exactamente lo que necesita en 15 años, es decir:

$$\frac{15,000}{(1+.15)^{15}} = 1,843.3$$

Por lo tanto, la tasa de descuento es el 15%. El valor presente se obtiene al descontar el costo futuro durante el periodo de 15 años a la tasa de descuento. En cuanto mayor sea la tasa de descuento, menor será el valor presente en cualquier costo futuro

Por tal motivo el descuento se utiliza en forma extensiva en el análisis costo-beneficio.

Estas evaluaciones rara vez anteceden e informan la toma de decisiones de proyectos alternativos de aprovechamiento de los recursos, fundamentada en un análisis prospectivo de las potencialidades del ambiente, de las tecnologías apropiadas y de las maneras posibles de organización productiva y manejo integrado y sostenido de los recursos; de una distribución social más equitativa de los beneficios del desarrollo y de una reducción de los costos ecológicos.

Los problemas ocasionados en el medio ambiente no son exclusivos únicamente del sector industrial; sino también existen en el sector primario como en el sector terciario.

La contaminación ambiental, originada por el desarrollo industrial, a provocado niveles de vida inadecuados en la población, implicando graves problemas que representan cada vez mayores costos para su control. Por ejemplo tenemos el caso de las tecnologías utilizadas para la explotación de los recursos naturales, en donde se ha originado el aprovechamiento de una porción, dejando de lado los residuos de los materiales sobrantes de la minería, el petróleo, la pesca, etc., y daños ecológicos irreparables.

Bajo este criterio podemos mencionar que existen dos vertientes para lograr el control de la contaminación:

- El control directo a descargas y emisión de contaminantes vía la aplicación de reglamentaciones oficiales, donde corresponde la aplicación de normas y sanciones que rebasen los estándares establecidos, correspondiendo dicha instrumentación al estado. Son de las más comunes en el ámbito mundial.
- La aplicación de instrumentos económicos hacia el uso de factores ambientales, ya que son utilizados como basureros receptores de desechos industriales (aire, agua, tierra) y no delegan costos directos de producción, en este sentido dichos factores de la producción resultan afectados por externalidades provenientes de la actividad industrial. En algunos países de alta industrialización se han puesto en práctica con buenos resultados, por ejemplo aplicar tasas impositivas al hacer uso de los factores ambientales.

Elaborar políticas industriales encaminadas hacia el control de la contaminación ambiental, debe permitir incluir criterios guiados a lograr un ecosistema habitable, con el mínimo sacrificio ecológico y maximización económica de la industria.

Un signo palpable de ineficiencia en las actividades industriales es el de los desechos emitidos que son materiales o energía desaprovechados, que pueden ser, en algún momento determinado potencialmente recuperables.

Tanto el costo de tratamiento como el costo de la contaminación, se deberán de llevar a su mínima expresión.

Establecer estudios metodológicos sistematizados para el análisis de problemas de contaminación ambiental de

origen industrial, permitiría una coexistencia armoniosa entre el desarrollo industrial y su ambiente, teniendo mayor repercusión sobre los aspectos relativos a las exigencias o necesidades del entorno ambiental.

---

\*Profesor de la Facultad de Economía, UNAM.

e-mail: [albino@economia01.economia.unam.mx](mailto:albino@economia01.economia.unam.mx)

<sup>1</sup> W. Pearce, David, *Economía ambiental*, Fondo de Cultura Económica, México 1985, pag. 11.

<sup>2</sup> Alier Martínez, Joan y Schlupman, Klaus, *La ecología y la economía*, Fondo de Cultura Económica, México 1993, pag. 67.

<sup>3</sup> Martínez Alier, Joan, *De la ecología ecológica al ecologismo popular*, ICARIA editorial, Barcelona, 1992, pag. 34

<sup>4</sup> Varian R. Hall, *Microeconomía intermedia*, Antoni Bosch editor, Barcelona 1991, pag. 651

<sup>5</sup> Baumol W, Oates, *La teoría de la política económica del medio ambiente*, Antoni Bosch editor, Barcelona 1982, pag. 651

<sup>6</sup> W. Pearce, David, op. cit. pag. 25

<sup>7</sup> El instrumento gráfico que también analiza el intercambio de bienes entre dos personas es la caja de Edgewort, la cual permite representar las dotaciones y la preferencia de las dos personas mediante un gráfico que puede utilizarse para estudiar los procesos de intercambio.

<sup>8</sup> Varian R. Hall, op. cit. pag. 580

<sup>9</sup> W. Pearce, David, op. cit. pag. 31

<sup>10</sup> Baumol W, Oates, op. cit. pag. 92

<sup>11</sup> Sachs, D. Jeffrey y Larrain B. Felipe, *Macroeconomía en la economía global*, Prentice Hall Hispanoamericana 1994, pag. 36

<sup>12</sup> Leff, Enrique, *Ecología y capital*, Siglo XXI, México 1994, pag. 238

<sup>13</sup> C. Field, Barry, *Economía ambiental*, Ed. Mc. Graw Hill, México 1995