

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES HIDRAULICAS SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS  
Del 16 al 29 de mayo de 1995.

FECHA	HORARIO	TEMA	PROFESOR
Martes 16 Mayo	17:00 a 21:00 hrs.	Instalaciones de Gas	Ing. Fernando Blumenkron G.
Miércoles 17	17:00 a 21:00	Instalaciones de Gas	Ing. Fernando Blumenkron G.
Jueves 18	17:00 a 21:00	Equipos de Bombeo	Ing. Hector Medina M.
Viernes 19	17:00 a 21:00	Equipos de Bombeo	Ing. Hector Medina M.
Lunes 22	17:00 a 21:00	Sistemas Contra Incendio	Ing. Jorge Esquivel F.
Martes 23	17:00 a 21:00	Sistemas Contra Incendio	Ing. Jorge Esquivel F.
Miércoles 24	17:00 a 21:00	Instalaciones Hidrosanitarias	Ing. Sergio Herrera M.
Jueves 25	17:00 a 21:00	Instalaciones Hidrosanitarias	Ing. Sergio Herrera M.
Viernes 26	17:00 a 21:00	Instalaciones Hidrosanitarias	Ing. Sergio Herrera M.
Lunes 29	17:00 a 19:00 19:00 a 21:00	Sistemas Pluviales Coordinación de Proyectos	Arq. Manuel de Anda R. Ing. Alfredo Arellano L.

## EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: INSTALACIONES HIDRAULICAS SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS  
 FECHA: DEL 16 AL 29 DE MAYO DE 1995.

CONFERENCISTA	DOMINIO DEL TEMA	USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	COMUNICACION CON EL ASISTENTE	PUNTUALIDAD
ING. FERNANDO BLUMENKRON G.				
ING. HECTOR MEDINA M.:				
ING. JORGE ESQUIVEL F.				
ING. SERGIO HERRERA MUNDO				
ARQ. MANUEL DE ANDA R.				
ING. ALFREDO ARELLANO L.				

### EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL CURSO	
GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL CURSO	
ACTUALIZACION DEL CURSO	
APLICACION PRACTICA DEL CURSO	

### EVALUACION DEL CURSO

CONCEPTO	CALIF.
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
CONTINUIDAD EN LOS TEMAS	
CALIDAD DEL MATERIAL DIDACTICO UTILIZADO	

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10

1.- ¿LE AGRADO SU ESTANCIA EN LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA?

SI	NO
----	----

SI-INDICA QUE "NO" DIGA PORQUE.

2.- MEDIO A TRAVES DEL CUAL SE ENTERO DEL CURSO:

PERIODICO EXCELSIOR		FOLLETO ANUAL		GACETA UNAM		OTRO MEDIO	
PERIODICO EL UNIVERSAL		FOLLETO DEL CURSO		REVISTAS TECNICAS			

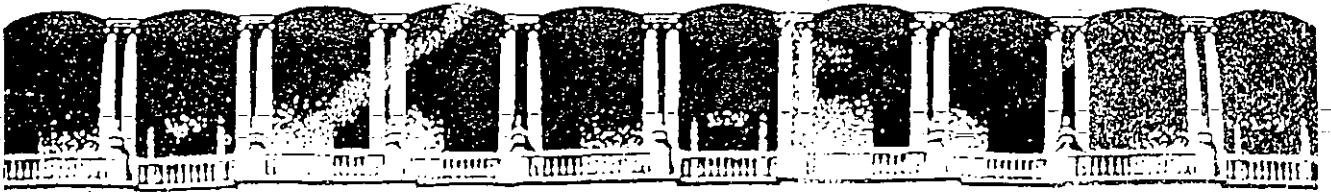
3.- ¿QUE CAMBIOS SUGERIRIA AL CURSO PARA MEJORARLO?

4.- ¿RECOMENDARIA EL CURSO A OTRA(S) PERSONA(S)?

SI		NO	
----	--	----	--

5.- ¿QUE CURSOS LE SERVIRIA QUE PROGRAMARA LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.

6.- OTRAS SUGERENCIAS:



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

CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA  
EDIFICIOS

TEMA: SISTEMAS CONTRA INCENDIO

ING. JORGE ESQUIVEL



El tema de instalación contra incendio se desarrollará -  
conforme al siguiente índice que se divide en 3 capítulos.

En el primer capítulo haremos un recorrido rápido de los -  
artículos contenidos en el Reglamento y sus Normas Técnicas  
Complementarias, comentando los aspectos más sobresalientes  
dejando un poco de lado lo que resulte obvio y concentrando  
nos un poco más en lo que requerirá de mayor información.

En el segundo capítulo se tratará de resumir los principios  
básicos de instalaciones contra incendio, haciendo una des-  
cripción somera de las características de los diversos com-  
ponentes de los sistemas de protección contra incendio.

Por último podremos hacer un ejercicio de aplicación y con-  
cluir con una sesión de preguntas y respuestas.

## C O M E N T A R I O S

### Artículo 116:

El Director Responsable de la operación de los edificios que requieren el Visto Bueno de Seguridad y Operación deberá contar con un responsable en instalaciones, especialmente en el caso de obras recientemente terminadas, puesto que la responsabilidad administrativa del Director responsable de Obra y de los corresponsables es de 5 años (Art. 51) a partir de la fecha en la que se autorice sus uso y ocupación.

### Comentarios del Art. 117:

Es conveniente también aclarar que la clasificación de riesgo para el diseño de instalaciones de protección contra incendio en base a normas de diferentes instituciones, registra variaciones, no sé si ustedes recuerdan haber leído el artículo 10 del Capítulo II del Reglamento de Construcciones del D.D.F., que se refería a la creación de un comité de Coordinación y Normas de Infraestructura urbana. Pues bien quiero aclarar que el objetivo de este comité es el de evitar duplicidad de trabajos e interferencias entre diferentes instituciones que proporcionan servicios urbanos. Parece ser común el hecho de que diversos organismos o instituciones hacen grandes esfuerzos para establecer normas técnicas en beneficio de la seguridad colectiva, pero que no son consistentes, pues cada uno con la mejor intención introduce conceptos diferentes que no hacen más que producir confusión, específicamente El riesgo se define de diversas maneras dependiendo de la institución que los define, por ejemplo:

- a) Reglamento de Construcciones del D.D.F., Riesgo Mayor, Riesgo Menor, en función del tamaño del edificio y el número de ocupantes.
- b) Las normas técnicas complementarias lo clasifican también como riesgo mayor y riesgo menor, pero en función de la combustibilidad, concentración, proximidad a fuentes de calor y la toxicidad de los materiales.
- c) El Reglamento General de Seguridad e higiene en el trabajo e instructivo, lo clasifica, Riesgo Bajo, Medio y Alto, en base al punto de inflamación de los materiales que se fabriquen, manejen o almacenen.
- d) La AMIS, clasifica el riesgo de la siguiente manera:

Clases de Riesgo:

Riesgo Ligero.

Riesgo Ordinario

Grupo 1,2,3.

Riesgo Extraordinario

Grupo 1,2.

En función de ocupación, tipo de producto almacenado y tipo de incendio.

Comentarios del Artículo 136:

Este artículo cubre únicamente las etapas de proyecto y construcción - pero deberá incluir la operación y mantenimiento.

Artículo 137, 271 y 272:

Sin comentarios.

Comentarios del artículo 273:

Este artículo contempla básicamente la coordinación que se debe establecer entre el corresponsable en instalación y el Director Responsable de Obra, para evitar afectar la seguridad estructural del edificio.

Comentarios de los Artículos 274 y 275:

Este es un problema de control de calidad.

Comentarios del Artículo 286:

Queda incluido en los procedimientos de operación.

#### NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS

2.- Las normas técnicas complementarias hacen una descripción más detallada del riesgo de incendio, basandose en los materiales.

Combustibilidad  
Concentración  
Fuentes de calor y su proximidad  
a materiales combustibles  
Toxicidad

3.- Y se añade una lista de edificaciones consideradas como de riesgo mayor.

- 4 y 5.- Se proporciona clasificación de fuego y una descripción de -  
extinguidores de diversos tipos y características.
- 6.- Red hidráulica y sistemas automáticos.
- 7.- Recubrimiento para muros falsos, plafones y accesorios decorati--  
vos ( se anexa cuadro ).
- 8.- Señalización ( Secofi ).
- 9.- Colores de identificación.
- 10.- Definiciones.

Creemos que el contenido del Reglamento y sus Normas Técnicas Comple--  
mentarias es más o menos claro y que una de las secciones que no es -  
tan obvia como las anteriores es la número 6.

#### REDES HIDRAULICAS Y SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO

Debido a la amplitud del Tema y del poco tiempo disponible, utilizare--  
mos los formatos que para aceptación del proyecto e instalación de sig  
temas automáticos contra incendio utiliza la AMIS ( Asociación Mexic a  
de Instituciones de Seguros ).

Para introducirnos en el Tema solamente es necesario establecer algu--  
nas definiciones utilizadas por AMIS y NFPA.

Clases de Riesgos:

Riesgo Ligero	
Riesgo Ordinario	Grupo 1,2,3.
Riesgo Extraordinario	Grupo 1,2.

APENDICE D:

Prueba hidráulica de tuberías subterráneas, visibles, rociadores hidran  
tes y otros.

APENDICE E:

Listado de información técnica que se debe proporcionar para aprobación  
de planos, de rociadores automáticos.

~~Es conveniente aclarar que las normas de NFPA son muy extensas, pero que para este Reglamento basta con consultar las siguientes publicaciones:~~

PANFLETO	13	NFPA	Sistemas de Rociadores
PANFLETO	13A	NFPA	Mantenimiento de sistemas de rociadores
PANFLETO	14	NFPA	Sistemas de Hidrantes
PANFLETO	20	NFPA	Bombas centrífugas
PANFLETO	23	NFPA	Almacenaje general en interiores
PANFLETO	23/C	NFPA	Almacenaje en racks.

#### APENDICE F:

Sistemas hidráulicos calculados y balanceados.

##### Definición:

Un sistema de rociadores hidráulicamente calculado y balanceado es aquel en que los diámetros de tubería son seleccionados en base a las pérdidas de carga, para proporcionar una densidad preseleccionada, galones por minuto por pie cuadrado ( litros/min./m<sup>2</sup> ). distribuida con un grado razonable de uniformidad sobre un área específica. Esto permite la selección de diámetros de tubería que concuerden con las características del abastecimiento de agua disponible. La densidad y área de aplicación variará con el grado de peligrosidad del riesgo.

#### APENDICE G:

##### Fuentes de Abastecimiento:

Bombas contra incendio

Tubería principal de alimentación

Sistema de rociadores

Espaciamiento

Hidrantes

Supervisión, identificación de los sistemas y observaciones generales

Con esto se ha intentado cubrir en forma breve el aspecto reglamentario y la normatividad tanto nacional como extranjera que pudiera en algún momento ser de ayuda para una información más completa de los sistemas de protección contra incendio.

GUIA PARA CALCULO DE ROCIADORES

1.- SELECCION Y ANALISIS DEL RIESGO SEGUN SERVICIO Y MATERIALES DEL EDIFICIO.

- Ligero
- Ordinario I, II ó III
- Extra 1 ó 2

2.- SE CONSULTA LA TABLA 2 - 2.1 (b) N F P A. " 13 "

PARA EFECTOS DE ESTA GUIA SE SELECCIONA RIESGO LIGERO, POR LO TANTO EN LA TABLA SE OBSERVA

<u>RIESGO</u>	<u>MANGUERAS</u>	<u>DURACION</u>
Ligero	100 G P M	30 minutos (mínimo)

3.- ABASTECIMIENTO DE AGUA HIDRANTES:

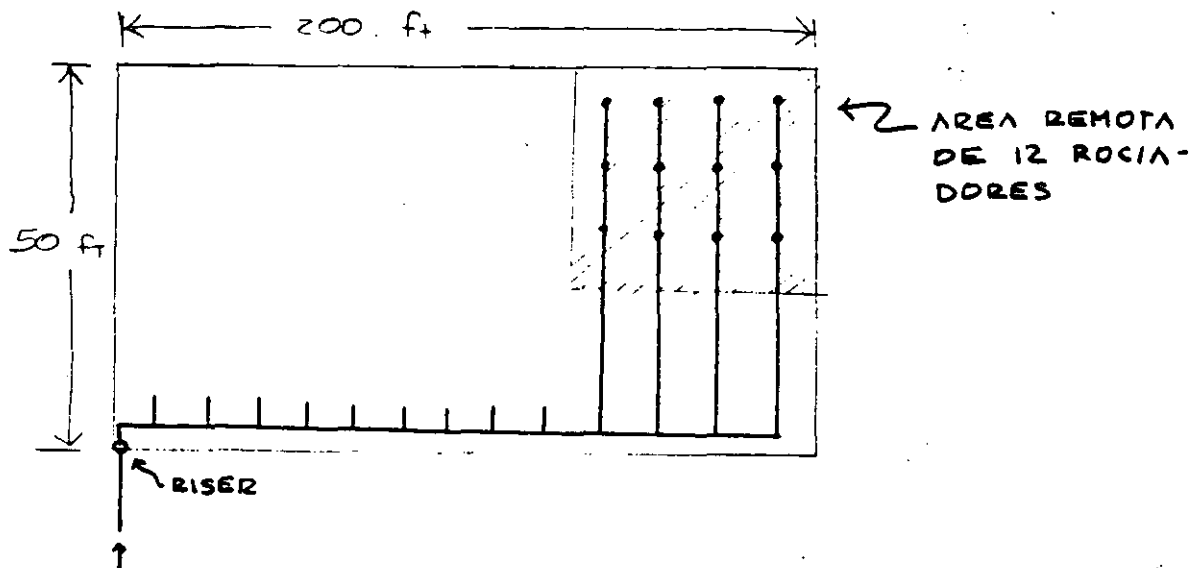
2 HIDRANTES TRABAJANDO SIMULTANEAMENTE DURANTE 30 MIN. = 100 G P M x 30 MINUTOS = 3 000 GAL

3 000 X 3.785 = 11355 LTS                      1 GAL = 3.785 LTS

4.- PARA SISTEMA DE ROCIADORES:

SE VE EN LA TABLA (GRAFICA) DENSIDAD DE CURVAS RIESGO LIGERO CON 0.10 DENSIDAD Y 1 500 FT<sup>2</sup> DE AREA OPERACION O REMOTA.

5.- AREA A PROTEGER 10,000.00 FT<sup>2</sup> (SUPUESTA)



$$Roc = \frac{1500 \text{ FT}^2 \text{ (AREA REMOTA)}}{130 \text{ FT}^2 \text{ (COBERTURA P/ ROCIADOR)}} = 11.5 \approx 12 \text{ ROCIADORES}$$

SI LA DENSIDAD = 0.10 GPM/FT<sup>2</sup>

$$1500 \text{ FT}^2 \times 0.10 \text{ GPM/ FT}^2 = 150 \text{ GPM}$$

COMPROBACION DE LA TABLA DT-5

DENSIDAD	130 FT <sup>2</sup>
con 0.10	13.0 GPM y 5.4 PSI

12 ROCIADORES X 13.0 GPM = 156 GPM. APROX POR CONSUMO DE ROCIADORES  
FALTANDO ELABORAR EL CALCULO HIDRAULICO

total.

7.- CALCULO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA INCENDIO :

$$Q_{\text{Hidrantes}} = 100 \text{ GPM}$$

$$Q_{\text{Rociadores}} = 150 \text{ GPM}$$

$$Q_{\Sigma} = 250 \text{ GPM}$$

$$250 \text{ GPM} \times 30 \text{ MIN} \times 3.785 = 28,388.00 \text{ LTS. MINIMO NFPA}$$

- Pero para el descuento máximo en México para el seguro  
(dos horas 120 min)

$$250 \text{ GPM} \times 120 \text{ min} \times 3.785 = 113,550 \text{ LTS} \quad \text{RESERVA DE AGUA}$$

8.- BOMBAS DE INCENDIO  
de la tabla 2-19 NFPA - 20  
Vemos que sí hay bombas de 250 GPM

LAS BOMBAS DE INCENDIO:

Bomba Jockey

Q = 25 GPM FT = 288 125 PSI (Suponiendo)

$$BHP = \frac{25.0 \times 125 \times 2.31 \times 1.0}{3960 \times 0.65} = 2.8 \quad (3 \text{ HP})$$

Bomba de Servicio

Q = 250 GPM A = 288 125 PSI

$$BHP = \frac{250 \times 125 \times 2.31 \times 1.0}{3960 \times 0.65} = 28 \quad (30 \text{ HP})$$

Bomba de servicio en  
Emergencia

Q = 250 GPM FT= 288 125 PSI

$$GHP = 28 \times 1.2 \quad (\% \text{ de mas para la capacidad de Bomba de Emergencia})$$
$$BHP = \underline{34}$$

\* NOTA:

1.- LAS BOMBAS DE INCENDIO DEBERAN DE SER CAPACES DE SUMINISTRAR EL  
e1 150% DEL GASTO A UNA PRESION DE DESCARGA NO MENOR DEL 65% -  
(VER FIGURA A-3-2.1 DEL NFPA - 20)



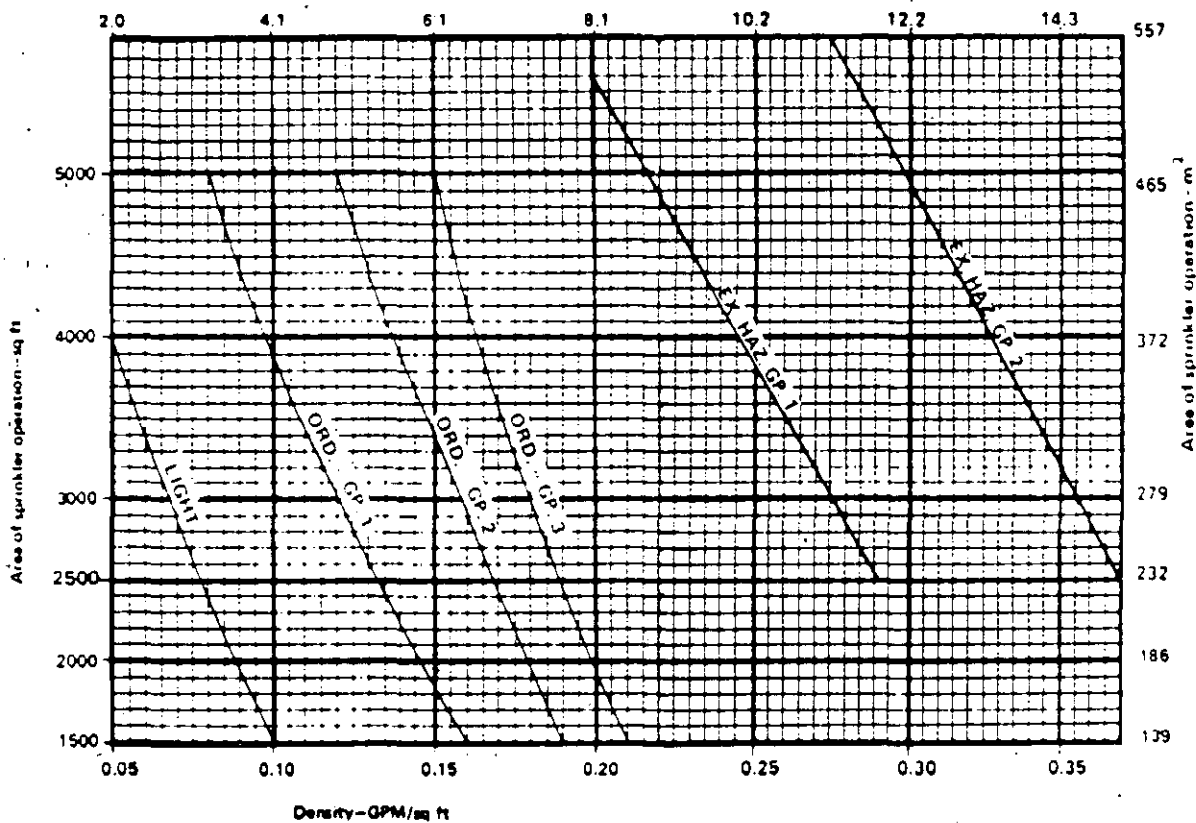
Table 2-2.1(B) — Table and Design Curves for Determining Density, Area of Sprinkler Operation and Water Supply Requirements for Hydraulically Designed Sprinkler Systems  
Minimum Water Supply Requirements

Hazard Classification	Sprinklers Only — gpm	Inside Hose — gpm	Total Combined Inside and Outside Hose — gpm	Duration in Minutes
Light	See 2-2.1.2.1	0.50 or 100	100	30
Ord. — Gp 1	See 2-2.1.2.1	0.50 or 100	250	60-90
Ord. — Gp 2	See 2-2.1.2.1	0.50 or 100	250	60-90
Ord. — Gp 3	See 2-2.1.2.1	0.50 or 100	500	60-120
Ex. Haz. — Gp 1	See 2-2.1.2.1	0.50 or 100	500	90-120
Ex. Haz. — Gp 2	See 2-2.1.2.1	0.50 or 100	1000	120

For SI Units: 1 gpm = 3.785 L/min

Density Curves

Density — (L/min) / m<sup>2</sup>



For SI Units: 1 sq ft = 0.0929m<sup>2</sup>; 1 gpm/sq ft = 40.746 (L/min)/m<sup>2</sup>.

Figure 2-2.1(B)

2-4 Gravity Tanks.

2-4.1 Acceptability. An elevated tank sized in accordance with Table 2-2.1(A) or 2-2.1(B) shall be an acceptable water supply source. (See NFPA 22, *Water Tanks for Private Fire Protection*.)

2-4.2 Capacity and Elevation. The capacity and elevation of the tank and the arrangement of the underground

supply piping shall provide the volume and pressure required by Table 2-2.1(A) or 2-2.1(B) designs.

2-5 Pumps.

2-5.1\* Acceptability. A single automatically controlled fire pump sized in accordance with Table 2-2.1(A) or 2-2.1(B) supplied under positive head shall be an acceptable

**2-14.3.3** Where the hose valve header is located outside, or at a distance from the pump, and there is danger of freezing, a listed indicating or butterfly gate valve and drain valve or ball drip shall be located in the pipe line to the hose valve header. The valve shall be at a point in the line close to the pump. (See Figure A-3-3.1.)

**2-14.3.4** When the pipe between the hose valve header and connection to the pump discharge pipe is over 15 ft (4.5 m) in length, the next larger pipe size shall be used.

## 2-15 Power Supply Dependability.

**2-15.1 Electric Supply.** Careful consideration shall be given in each case to the dependability of the electric supply system and the wiring system. This shall include the possible effect of fire on transmission lines either in the property or in adjoining buildings that might threaten the property.

**2-15.2 Steam Supply.** Careful consideration shall be given in each case to the dependability of the steam supply and the steam supply system. This shall include the possible effect of fire on transmission piping either in the property or in adjoining buildings that might threaten the property.

## 2-16 Shop Tests.

**2-16.1** Each individual pump shall be tested at the factory to provide detailed performance data and to demonstrate its compliance with specifications.

**2-16.2** Before shipment from the factory, each pump shall be hydrostatically tested by the manufacturer for a period of time not less than 5 minutes. The test pressure shall not be less than one and one-half times the sum of the pump's shutoff head plus its maximum allowable suction head but in no case shall it be less than 250 psi (17 bars). Pump casings shall be essentially tight at the test pressure. During the

test, no objectionable leakage shall occur at any joint. In the case of vertical turbine-type pumps, both the discharge casing and pump bowl assembly shall be tested.

**2-17\* Pump Shaft Rotation.** Pump shaft rotation shall be determined and correctly specified when ordering the pumps and equipment involving that rotation.

**2-18\* Alarms.** Various sections of this standard specify alarms to call attention to improper conditions that may exist in the complete fire pump equipment.

## 2-19\* Pressure Maintenance (Jockey or Make-up) Pumps.

**2-19.1** Pressure maintenance pumps shall have rated capacities not less than any normal leakage rate. They shall have discharge pressure sufficient to maintain the desired fire protection system pressure.

**2-19.2** A check valve shall be installed in the discharge pipe.

**2-19.3\*** Indicating butterfly or gate valves shall be installed in such places as needed to make the pump, check valve, and other miscellaneous fittings accessible for repair. (See Figure A-2-19.3.)

**2-19.4\*** Where a centrifugal-type pressure maintenance pump has a shutoff pressure exceeding the working pressure rating of the fire protection equipment, or where a turbine vane (peripheral) or a positive displacement (reciprocating or rotary) type of pump is used, a suitable relief valve shall be installed on the pump discharge to prevent damage to the fire protection system.

**2-19.5** A fire pump shall not be used as a pressure maintenance pump.

## 2-20 Summary of Fire Pump Data. (See Table 2-19.)

Table 2-19 Summary of Fire Pump Data

Pump Rating gpm L/min	Maximum Pipe Sizes (Nominal)						
	Suction in.*	Discharge in.*	Relief Valve in.	Relief Valve Discharge in.	Meter Device in.	Number and Size of Hose Valves in.	Hose Header Supply in.
25 (95)	1	1	1/2	1	1 1/2	1 - 1 1/2	1
50 (189)	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	1 - 1 1/2	1 1/2
100 (379)	2	2	1 1/2	2	2 1/2	2 - 1 1/2	2
150 (568)	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2
200 (757)	3	3	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2
250 (946)	3 1/2	3	2	2 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3
300 (1136)	4	4	2 1/2	3 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3
400 (1514)	4	4	3	5	4	2 - 2 1/2	4
450 (1703)	5	5	3	5	4	2 - 2 1/2	4
500 (1892)	5	5	3	5	5	2 - 2 1/2	4
750 (2839)	6	6	4	6	5	3 - 2 1/2	6
1000 (3785)	8	6	4	8	6	4 - 2 1/2	6
1250 (4731)	8	8	6	8	6	6 - 2 1/2	8
1500 (5677)	8	8	6	8	8	6 - 2 1/2	8
2000 (7570)	10	10	6	10	8	6 - 2 1/2	8
2500 (9462)	10	10	6	10	8	8 - 2 1/2	10
3000 (11355)	12	12	8	12	8	12 - 2 1/2	10
3500 (13247)	12	12	8	12	10	12 - 2 1/2	12
4000 (15140)	14	12	8	14	10	16 - 2 1/2	12
4500 (17032)	16	14	8	14	10	16 - 2 1/2	12
5000 (18925)	16	14	8	14	10	20 - 2 1/2	12

\*Actual pump flange may be less than pipe size.

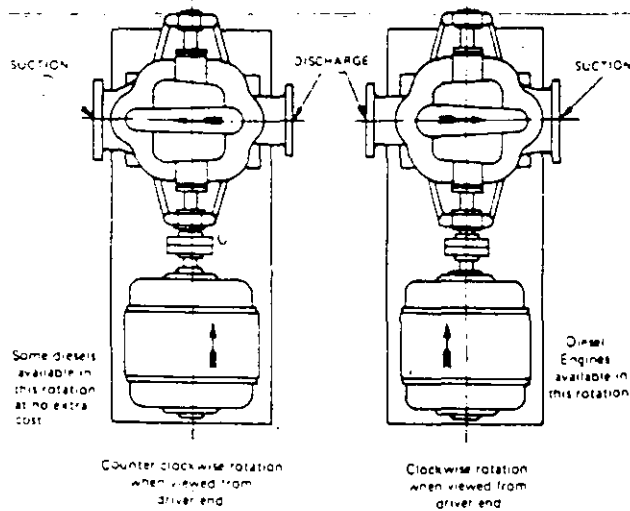


Figure A-2-17(b) Horizontal Pump Shaft Rotation.

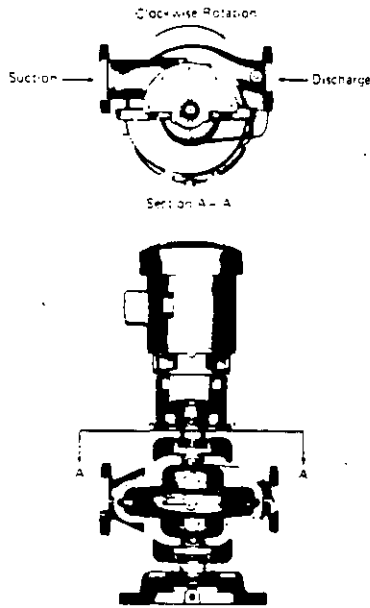


Figure A-2-17(c) Vertical Pump Shaft Rotation.

- (e) Water level in suction supply near depletion.
- (f) Diesel fuel supply below normal.
- (g) Steam pressure below normal.

Such additional alarms may be incorporated into the trouble alarms already provided on the controller, or they may be independent.

**A-2-19** Pressure maintenance (jockey or make-up) pumps should be used when it is desirable to maintain a uniform or relatively high pressure on the fire protection system. A jockey pump should be sized to make up the allowable leakage rate within 10 minutes, or 1 gpm (3.8 L/min), whichever is larger.

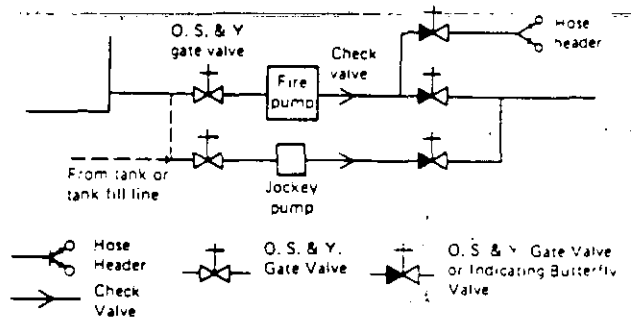


Figure A-2-19.3 Jockey Pump Installation with Fire Pump.

**NOTE 1:** A jockey pump is usually required with automatically controlled pumps.

**NOTE 2:** Jockey pump suction may come from the tank filling supply line. This would allow high pressure to be maintained on the fire protection system even when the supply tank may be empty for repairs.

**A-2-19.4** A centrifugal-type pressure maintenance pump is preferable.

**A-3-2.1** Listed pumps can have different head capacity curve shapes for a given rating. Figure A-3-2.1 illustrates the extremes of the curve shapes probable. Shutoff head will range from a minimum of 101 percent to a maximum of 140 percent of rated head. At 150 percent of rated capacity, head will range from a minimum of 65 percent to a maximum of just below rated head. Pump manufacturers can supply expected curves for their listed pumps.

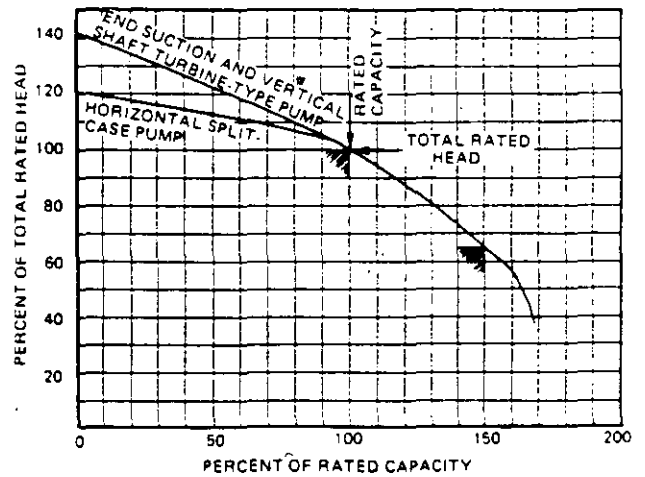
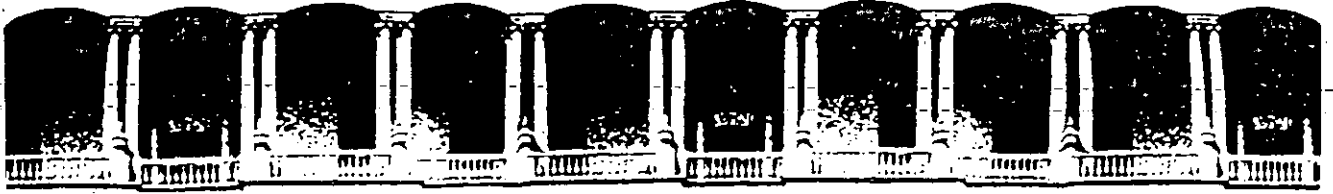


Figure A-3-2.1 Pump Characteristic Curves.

**A-3-4.3** A substantial foundation is important in maintaining alignment. The foundation should preferably be made of reinforced concrete.

**A-3-5** If pumps and drivers were shipped from the factory with both machines mounted on a common base plate, they were accurately aligned before shipment. All base plates are flexible to some extent and, therefore, must not be relied upon to maintain the factory alignment. Realignment is necessary after the complete unit has been leveled on the foundation and again after the grout has set and foundation bolts



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

CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES HIDRAULICAS SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

CALIDAD EN EL PROYECTO DE INSTALACIONES

ING. SERGIO HERRERA M.

**"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 su 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 su producto.

Esto ha dado resultado, hay infinidad de nuestras 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 ?

## CONTRATACIÓN 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 80 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 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.

**"ÉTICA" : 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 "**

## ¿ QUÉ 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 SÍ MISMO  
RÍGIDAS 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 profesionalista 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 ingerencia en un área de ingeniería.

**3.B.-** **ASESORÍAS 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.-** **INFORMACIÓN 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.-** Como parte del anteproyecto el proyectista puede dar información definitiva de dimensiones, espacios, diámetros, etc.

Es en esta parte donde 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.-** **COORDINACIÓN.-** Por la misma razón de ser parte de un equipo multidisciplinario, deberá haber un a 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 de 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 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 flúidos.-** 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 seccionadas para detalles.

Es básico en estos casos referenciar 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 pueden indicar los detalles de soportería, cruces críticos, etc. No hay que olvidar referenciarlos con los planos de planta.

**4.C.- ISOMETRICIOS, 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 claridad 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 CÁLCULO**

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 le 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 ejecución de la obra se realice con prontitud y exactitud, y beneficie directamente a la inversión del cliente.

**5.D.- SELECCIÓN 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.

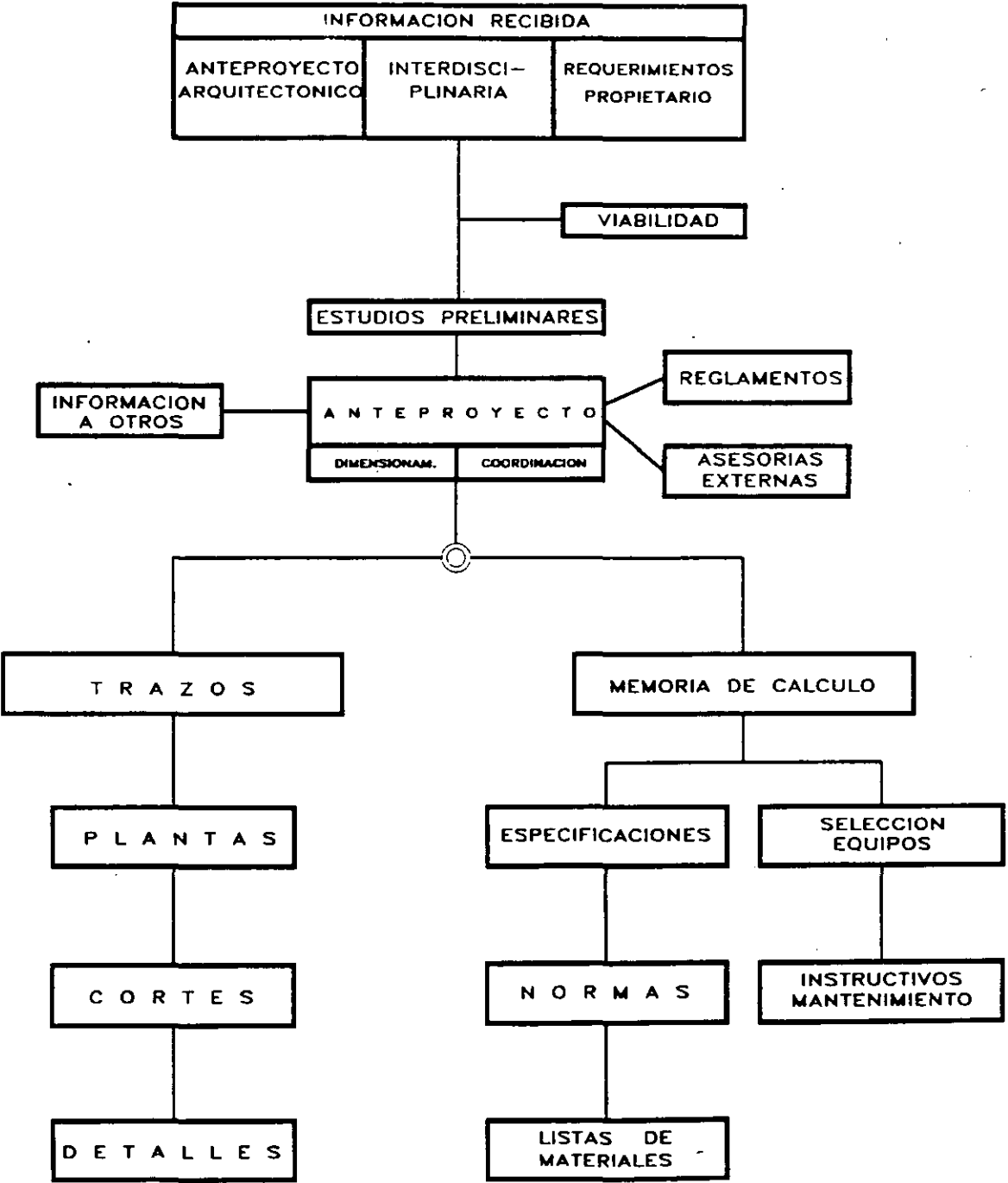
**5.E.- INSTRUCTIVOS DE MANTENIMIENTO.-** Esto es un complemento muy útil y es válido si no se hicieron cambios en los equipos seleccionados. El proyectista cuya responsabilidad es el diseño, no cubre asesoría en la ejecución de la obra, deberá señalar al propietario lo saludable de estar preparando 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

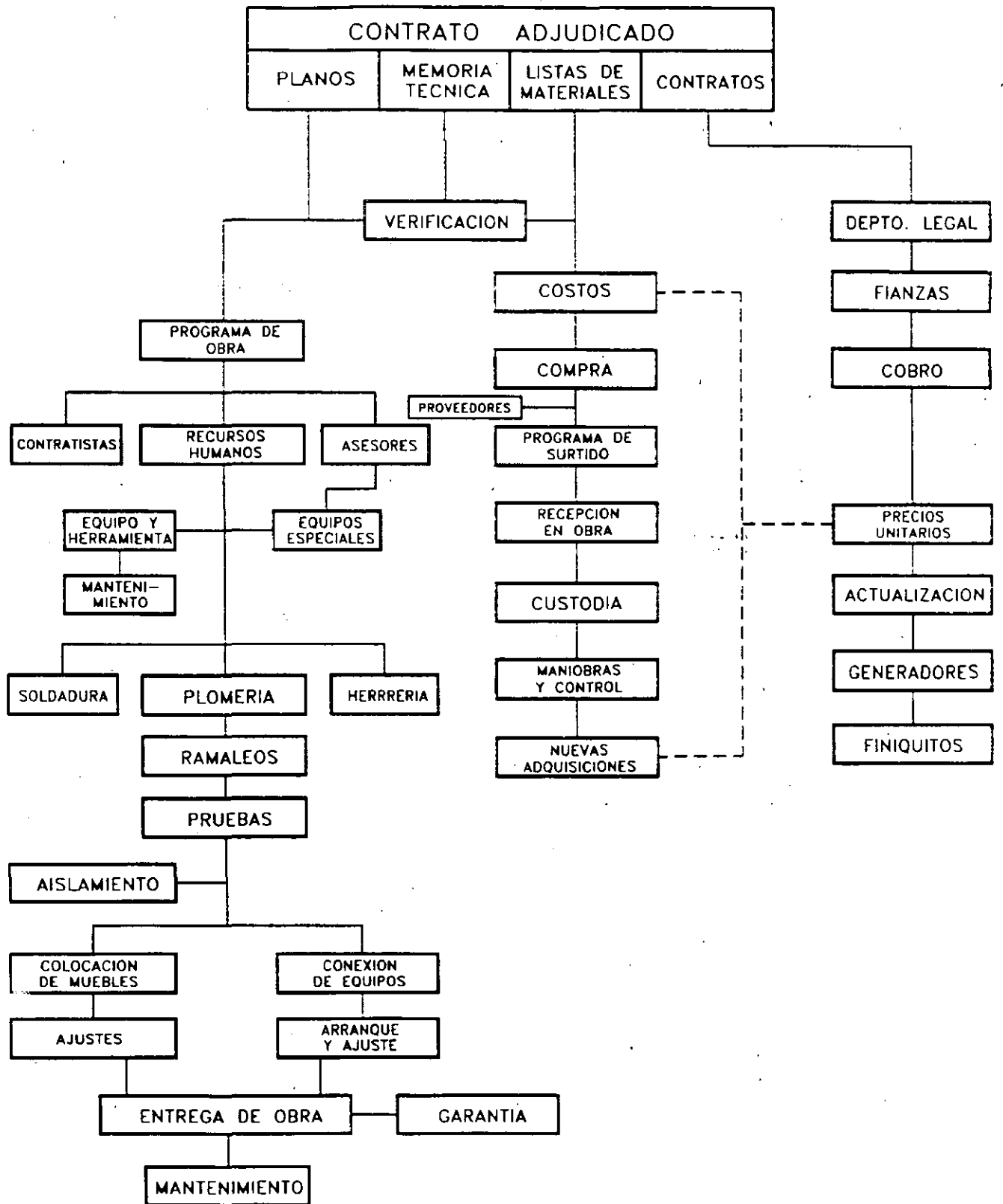
Si analizan los comentarios y recomendaciones anteriores, se podrá obtener en conclusión que la industria de la construcción nacional ha estado en un lugar de vanguardia comparada con otros países en desarrollo, debido a las inquietudes de sus componentes en estar actualizado, mejorando sistemas, capacitando 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.

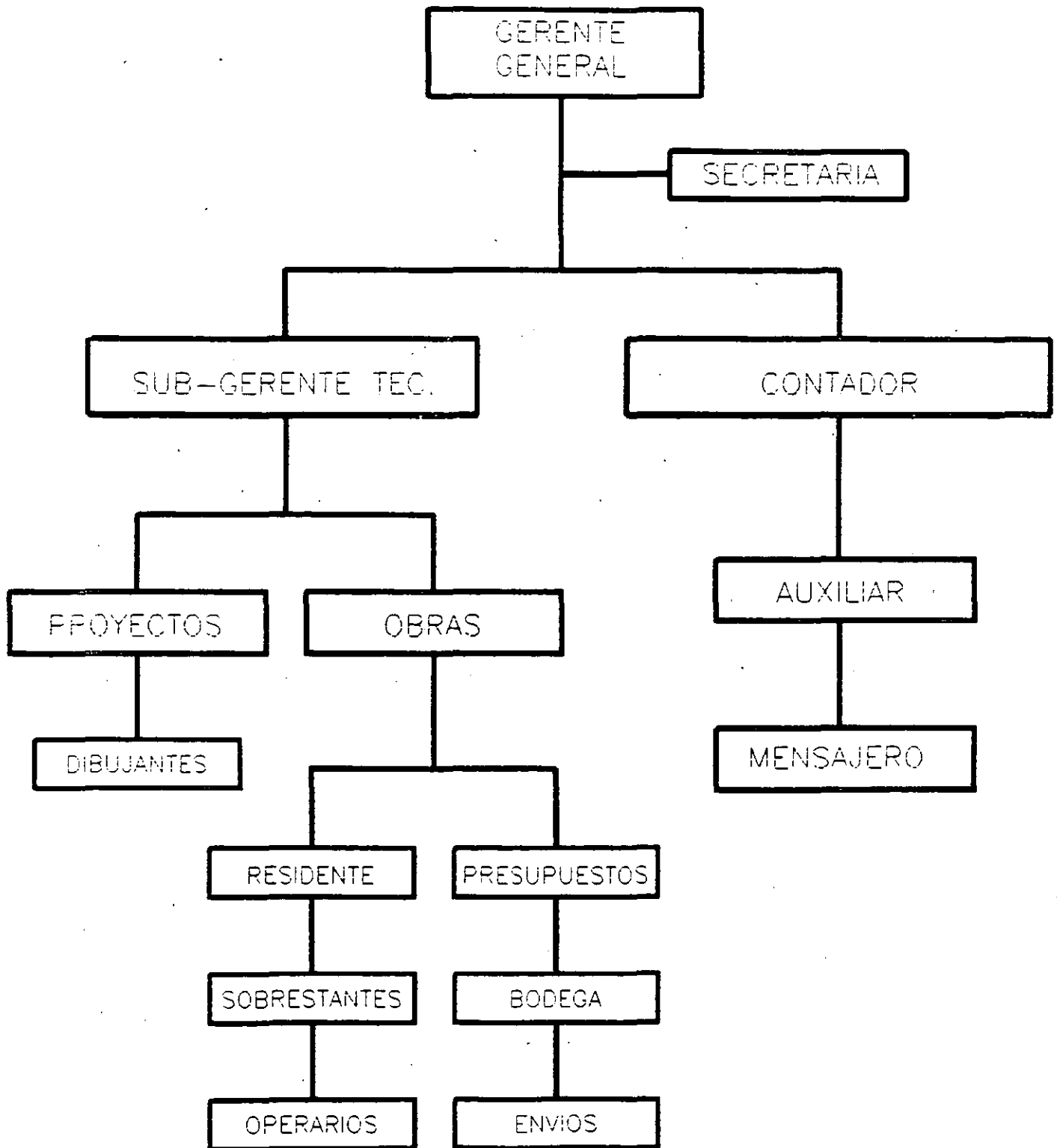
# EL PROCESO DE LA ELABORACION DE UN PROYECTO DE INSTALACIONES



# PROCESO DE EJECUCION DE UNA OBRA DE INSTALACION HIDROSANITARIA

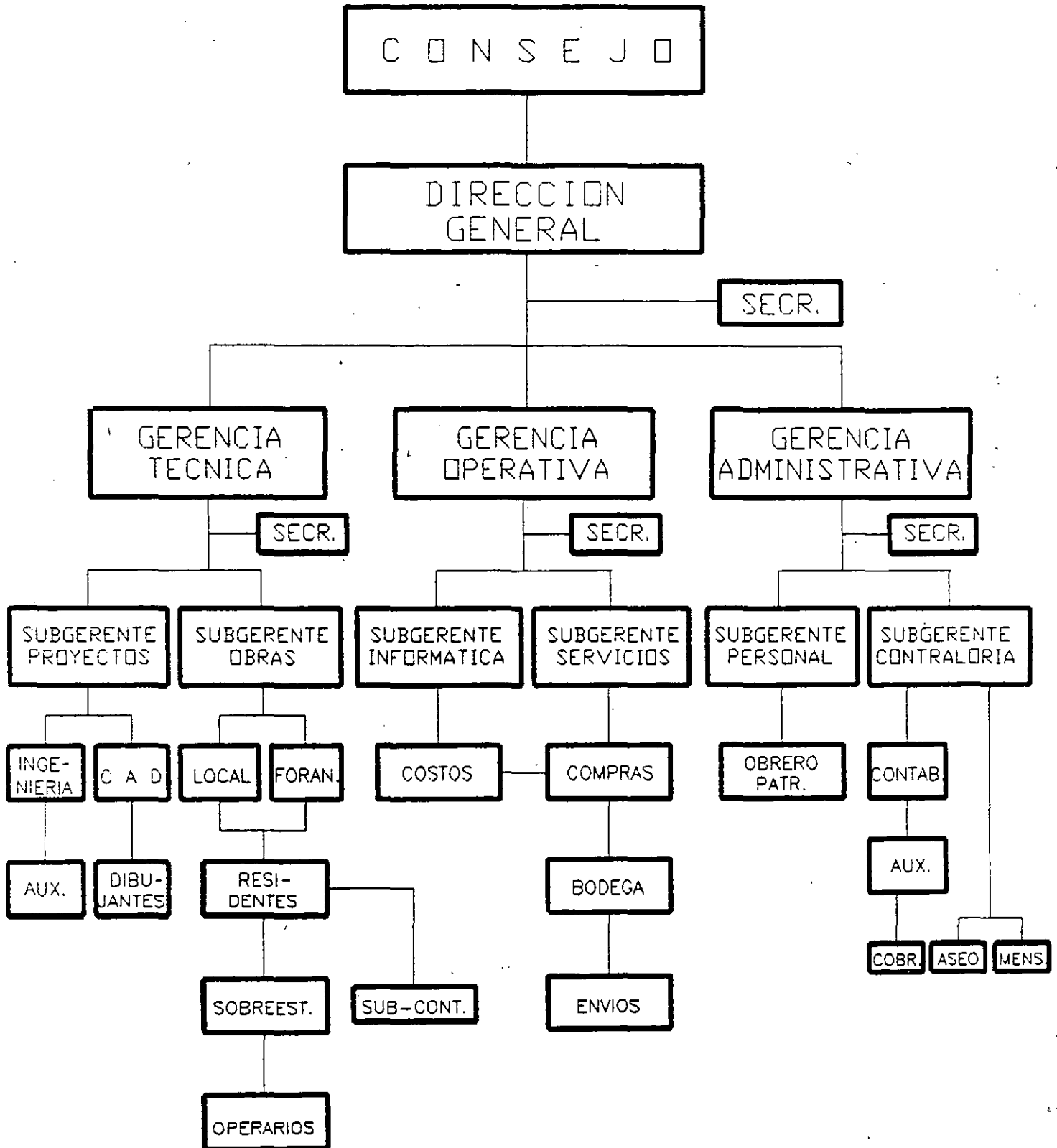


ORGANIGRAMA DE UNA EMPRESA  
PEQUEÑA DE INSTALACIONES





# ORGANIGRAMA DE UNA EMPRESA MEDIANA DE INSTALACIONES





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

**CURSOS ABIERTOS**

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

**ANEXO I**

**METODO " DE ANDA "**

**PARA CALCULO DE GASTOS DE AGUA EN FUNCION DE LAS  
UNIDADES MUEBLES CONECTADAS**

**MAYO 1994**

**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 FLUXOMETROS
$Q = 0.2 * \text{RAIZ CUADRADA} + 0.005 u$	SIN FLUXOMETROS

**CLASE II**

$Q = 0.4 * \text{RAIZ CUADRADA DE } u$	CON FLUXOMETROS
$Q = 0.2 * \text{RAIZ CUADRADA} + 0.002 u$	SIN FLUXOMETROS

**CLASE III**

$Q = 0.3 * \text{RAIZ CUADRADA DE } u$	CON FLUXOMETROS
$Q = 0.2 * \text{RAIZ CUADRADA} + 0.001 u$	SIN FLUXOMETROS

**CLASE IV**

$Q = 0.25 * \text{RAIZ CUADRADA DE } u$	CON FLUXOMETROS
$Q = 0.16 * \text{RAIZ CUADRADA} + 0.001 u$	SIN FLUXOMETROS

**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, deportivas 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 fluxómetros 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 TUBERIAS 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 TUBERIAS DE "P.V.C." ( $N = 0.009$ ) MULTIPLICAR LOS VALORES DE LAS TABLAS POR 1.444

LOS GASTOS SE DETERMINARAN CON LA SIGUIENTE FORMULA:

$$\text{GASTO} = 0.5 * \text{RAIZ CUADRADA DEL NUMERO DE UNIDADES DE DESAGÜE (UD)}$$

DESAGÜES AL 1 % DE PENDIENTE			1.1 % DE PENDIENTE			1.2 % DE PENDIENTE		
DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO
mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	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	1,183.31	1050	2.867	1,241.07	1050	2.994	1,296.26

1.3 % DE PENDIENTE			1.4 % DE PENDIENTE			1.5 % DE PENDIENTE		
DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO
mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	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	1,349.19	1050	3.234	1,400.12	1050	3.347	1,449.26

## DRENAJE DE AGUAS NEGRAS

CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS 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 TUBERIAS DE "P.V.C." ( $N = 0.009$ ) MULTIPLICAR LOS VALORES DE LAS TABLAS POR 1.444

LOS GASTOS SE DETERMINARAN CON LA SIGUIENTE FORMULA:

$$\text{GASTO} = 0.5 * \text{RAIZ CUADRADA DEL NUMERO DE UNIDADES DE DESAGÜE (UD)}$$

1.6 % DE PENDIENTE			1.7 % DE PENDIENTE			1.8 % DE PENDIENTE		
DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO
mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	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	1,022.82	900	3.309	1,052
1050	3.457	1,496.79	1050	3.564	1,542.85	1050	3.667	1,587.50

1.9 % DE PENDIENTE			2 % DE PENDIENTE			2.5 % DE PENDIENTE		
DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO
mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	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	682.24	750	3.453	762.77
900	3.399	1,081.31	900	3.488	1,109.41	900	3.899	1,240.35
1050	3.767	1,631.09	1050	3.865	1,673.46	1050	4.321	1,870.98

# EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE COBRE TIPO "M"

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	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	1,333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2,285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3,378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4,726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8,180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	63.373	12,617.07	30.740	19.220	9.464	5.521	3.735	2.669	1.542	XXX	0.701	0.402
75	75.717	18,010.95	43.880	27.440	13.510	7.881	5.331	3.810	2.201	1.427	XXX	0.574
100	99.949	31,383.89	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 EN TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE COBRE TIPO "L"

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	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	1,248.98	3.043	1.903	XXX	0.587	0.370	0.264	0.153	0.099	0.069	0.040
25	26.035	2,129.44	5.188	3.244	1.597	XXX	0.630	0.451	0.260	0.169	0.118	0.068
32	32.131	3,243.38	7.902	4.942	2.433	1.523	XXX	0.686	0.396	0.257	0.180	0.103
38	38.227	4,590.82	11.180	6.995	3.443	2.155	1.359	XXX	0.561	0.364	0.255	0.146
50	51.419	8,306.10	20.230	12.650	6.230	3.900	2.458	1.757	XXX	0.658	0.461	0.265
64	62.611	12,315.47	30.000	18.760	9.238	5.783	3.645	2.605	1.505	XXX	0.684	0.392
75	74.803	17,578.75	42.820	26.780	13.180	7.692	5.203	3.719	2.148	1.393	XXX	0.250
100	99.187	30,907.18	75.300	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

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE FIERRO NEGRO CED. 40

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	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	1,333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2,285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3,378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4,726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8,180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	64.880	13,224.27	32.220	20.150	9.920	5.787	3.914	2.798	1.616	XXX	0.734	0.421
75	80.260	20,237.10	49.300	30.830	15.180	8.855	5.990	4.282	2.473	1.603	XXX	0.645
100	104.90	34,570.12	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 EN TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO CED. 40

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	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	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	784.270	1.891	XXX	0.588	0.343	0.232	0.166	0.096	0.062	0.044	0.025
19	20.930	1,375.22	3.353	2.097	XXX	0.602	0.407	0.291	0.168	0.109	0.076	0.044
25	26.640	2,229.56	5.432	3.397	1.672	XXX	0.660	0.472	0.273	0.177	0.124	0.071
32	35.050	3,859.45	9.403	5.881	2.895	1.688	XXX	0.817	0.472	0.306	0.214	0.123
38	40.890	5,252.72	12.790	8.004	3.940	2.298	1.554	XXX	0.642	0.416	0.292	0.167
50	52.500	8,659.01	21.090	13.190	6.495	3.789	2.563	1.832	XXX	0.686	0.481	0.276
64	62.710	12,354.45	30.100	18.820	9.267	5.406	3.657	2.614	1.510	XXX	0.686	0.394
75	77.920	19,074.26	46.470	29.060	14.300	8.347	5.646	4.035	2.331	1.511	XXX	0.28
100	102.26	32,851.97	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

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

**TUBERIA DE COBRE TIPO "M"**

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	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	1,333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2,285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3,378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4,726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8,180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	63.373	12,617.07	30.740	19.220	9.464	5.521	3.735	2.669	1.542	XXX	0.701	0.402
75	75.717	18,010.95	43.880	27.440	13.510	7.881	5.331	3.810	2.201	1.427	XXX	0.574
100	99.949	31,383.89	76.460	47.820	23.540	13.730	9.290	6.640	3.836	32.487	1.742	XXX

AI - 09

## EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

**TUBERIA DE COBRE TIPO "L"**

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	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	1,248.98	3.043	1.903	XXX	0.587	0.370	0.264	0.153	0.099	0.069	0.040
25	26.035	2,129.44	5.188	3.244	1.597	XXX	0.630	0.451	0.260	0.169	0.118	0.068
32	32.131	3,243.38	7.902	4.942	2.433	1.523	XXX	0.686	0.396	0.257	0.180	0.103
38	38.227	4,590.82	11.180	6.995	3.443	2.155	1.359	XXX	0.561	0.364	0.255	0.146
50	51.419	8,306.10	20.230	12.650	6.230	3.900	2.458	1.757	XXX	0.658	0.461	0.265
64	62.611	12,315.47	30.000	18.760	9.238	5.783	3.645	2.605	1.505	XXX	0.684	0.392
75	74.803	17,578.75	42.820	26.780	13.180	7.692	5.203	3.719	2.148	1.393	XXX	0.560
100	99.187	30,907.18	75.300	47.090	23.180	13.520	9.149	6.539	3.778	2.449	1.716	XXX

AI - 10

## EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

**TUBERIA DE FIERRO NEGRO CED. 40**

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	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	1,333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2,285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3,378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4,726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8,180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	64.880	13,224.27	32.220	20.150	9.920	5.787	3.914	2.798	1.616	XXX	0.734	0.421
75	80.260	20,237.10	49.300	30.830	15.180	8.855	5.990	4.282	2.473	1.603	XXX	0.645
100	104.90	34,570.12	84.220	52.670	25.930	15.120	10.230	7.314	4.225	2.739	1.919	XXX

II - IV

## EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

**TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO CED. 40**

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	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	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	784.270	1.891	XXX	0.588	0.343	0.232	0.166	0.096	0.062	0.044	0.025
19	20.930	1,376.22	3.353	2.097	XXX	0.602	0.407	0.291	0.168	0.109	0.076	0.044
25	26.640	2,229.56	5.432	3.397	1.672	XXX	0.660	0.472	0.273	0.177	0.124	0.071
32	35.050	3,859.45	9.403	5.881	2.895	1.688	XXX	0.817	0.472	0.306	0.214	0.123
38	40.890	5,252.72	12.790	8.004	3.940	2.298	1.554	XXX	0.642	0.416	0.292	0.167
50	52.500	8,659.01	21.090	13.190	6.495	3.789	2.563	1.832	XXX	0.686	0.481	0.276
64	62.710	12,354.45	30.100	18.820	9.267	5.406	3.657	2.614	1.510	XXX	0.686	0.394
75	77.920	19,074.26	46.470	29.060	14.300	8.347	5.646	4.035	2.331	1.511	XXX	0.608
100	102.26	32.851.97	80.040	50.060	24.640	14.370	9.725	6.951	4.015	2.603	1.823	XXX

AI - 12

DE ANDA Y DE ANDA  
1986



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

**CURSOS ABIERTOS**

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

**ANEXO II**

**DATOS PRACTICOS**

**RECOMENDACIONES RESPECTO A ALGUNAS DE LAS MAS FRECUENTES FALLAS EN LAS  
INSTALACIONES-HIDROSANITARIAS-DE-UN-HOTEL**

**F) TONA DOMICILIARIA**

	PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.-	PRESENCIA DE ARENA	TUBERIAS FRACTURADAS	-INSTALAR FILTROS
2.-	PERDIDA POR FRICCION	ESCASE DIAMETRO	-AUMENTO LE PIGMETRO LOS PUES DE MEDIDOR
3.-	ABSORCION FRECUENTE EN SISTEMAS	-FALLA DE FLOTADOR	-CAMBIO POR CALIDAD INSTALACION ALARMA ALTO NIVEL

**G) CISTERNA**

	PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.-	PRESENCIA DE IMPUREZAS	CISTERNA DESTAFADA	-REVISION DE SELLADO DE ACCESO
2.-	PRESENCIA DE ALIMANAS O ROEDORES	-TUBOS ABIERTOS	-REVISION DE PROTECCION DE TUBOS VENTILADORES
3.-	CONTAMINACION ORGANICA	-TUBOS CERCANOS DE ALBA- NAL FRACTURADOS	-CORREGIR INFILTRACIONES

**H) EQUIPOS DE BOMBEO**

	PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.-	RUIDOS	-TRANSMISION POR TUBERIAS	-INSTALAR MANGUERAS FLEXI- BLES
2.-	GOLPE DE ARIETE EN BOMBAS	-CIERRE ABRUPTO DE VALVU- LAS	-INSTALAR VALVULAS CON DE CIERRE AMORTIGUADO
3.-	GOLPE DE ARIETE ANTES DE TANQUE	-GOLPE DE ARIETE	-DERIVACION DE LA RED AL TANQUE DE FRECCION CON EL NIVEL DE AGUA
4.-	DESCORBADO DE SUCCIONES	-FALLA DE VALVULA DE PIE	-DERIVACION DE LA LINA A DESCARGA DE BOMBAS
5.-	BAJA EFICIENCIA DE BOMBAS	-FALLA EN SUCCIONES	REVISION DISTANCIA Y DIA- METRO SUCCIONES
6.-	ARRANQUE Y PARO CONSTAN- TE DE BOMBAS	-FALLA DE AIRE EN EL TANQUE HIDRONEUMATICO	-REPOSICION DE COLUMNA DE AIRE



REDES DE ABASTECIMIENTO

PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.1. RUIDOS a) SISEO	VELOCIDAD EXCESIVA	- HACER DERIVACIONES EN LUNIAS PARA ROMPER ARMONIA ONDAS - INSTALAR ESPIRALES DE LAMINA PARA REDUCIR VELOCIDAD
b) VIBRACIONES	TRANSMISION DE VIBROS	- REVISION ANCLAJES A ESTRUCTURA - INSTALAR EMPAQUES DE HULE CON ABRAZADERAS - INSTALAR MANGUERA FLEXIBLE EN COLUMNAS
c) VULSAS	VALVULAS	- REVISAR QUE VALVULAS DE COMPUERTA ESTEN COMPLETAMENTE CERRADAS - RETIRAR VALVULAS CHECK EN REDES
d) APANQUE Y FASEO DE EQUIPOS	TRANSMISION	- REVISION DE COMUNICACIONES CON TUBOS DE ESCALERA Y DUCTO SELLADO CON MATERIAL AISLANTE ACUSTICO
2.1. FRACTURAS a) MOVIMIENTO SISMICO	ESFUERZO AL CORTE	- INSTALAR JUNTAS FLEXIBLES
b) AGUA CALIENTE	POR DILATACION	- INSTALAR JUNTAS DE DILATACION
c) EN UNIONES	FALLA SOLDADURA	- REVISION CALIDAD DE MANG DE OBRA EN SOLDADURA, ROSCAS Y UNIONES (CHECAR MOTIVOS ANTERIORES)
d) EN UNIONES	GOLPE DE ARIETE	- LOCALIZAR Y ELIMINAR GOLPE DE ARIETE

ALIMENTACIONES INTERIORES

PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.1. RUIDOS a) GOLPE INTERMITENTE	- LLAVES DE LAVABO - FLOTADOR EN W.C.	- REVISION DE LLAVES DE LAVABOS Y FREGADEROS POR FALLA DE TORNILLO - REVISION DE EMPAQUE Y AUMENTAR TIEMPO DE LLENADO
b) ACCION DE FLUXOMETROS	- ALTA VELOCIDAD	- INDISPENSABLE AUMENTO DE DIAMETROS
c) GOLPES	- GOLPE DE ARIETE	- REVISAR EXISTEN CAMARAS DE PRESION DE 60 cm 16 LONGITUD EN TORNOS LOS MUEBLES

PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES	
2.- DEMASIADO TIEMPO PARA OBTENER AGUA CALIENTE	-SE ENFRIA EL AGUA EN TU BOCA	-REVISAR EL SISTEMA DE RETORNO, INSTALADOS SI NO LO HAY -REVISAR CIRCULADOR	
3.- VARIACIONES BRUSCAS DE TEMPERATURA	a) POR ADICIONAR MUEBLES PERJANDE	-CAMBIAR DIAMETROS	
	b) POR VARIABLE DE EQUIPO DE BOMBEO	-SISTEMA DESBALANCEADO	REVISAR Y CORREGIR CONEXIONES PARA BALANCEAR EL SISTEMA
	c) POR EXCESO DE TEMPERATURA	-ALTA TEMPERATURA	REDUCIR TEMPERATURA EN TANQUE DE AGUA CALIENTE
4.- FALTA DE AGUA SIN MOTIVO APARENTE	-AIRE EN TUBERIAS	-ELIMINAR AIRE EN TUBERIAS EVITAR SIFONES INVERTIDOS REVISAR PENDIENTES HACIA VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE	
5.- LACIDA INTERMITENTE DE AGUA (ESCAPE)	-AIRE EN TUBERIAS	ELIMINAR AIRE EN TUBERIAS EVITAR SIFONES INVERTIDOS REVISAR PENDIENTES HACIA VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE	
6.- SALE AGUA CALIENTE EN LLAVE DE AGUA FRIA	-INSTALACION ERRONEA	-REVISAR ALGUNA INTERCONEXION INDEBIDA	
	-TUBERIAS UNIDAS	-REVISAR QUE NO SE HAYA RETIRADO ALGUNA REGADERA Y DEJADO LAS LLAVES ABIERTAS	
	-REGADERAS AJUSTABLES	-RETIRAR REGADERAS CON MECANISMO INTEGRADO DE CIERRE	
	-CONEXIONES INVERTIDAS EN MEDCLADORAS	-REVISAR VALVULAS MEDCLADORAS DEL TIPO "RELOJ"	
7.- SALPICADURAS EN LAVABOS	-EXCESIVA PRESION	-INSTALAR VALVULAS ANGULARES EN ALIMENTADORES	
8.- MOLESTIAS POR USO DE REGADERA (GOLPEA)	-EXCESIVA PRESION	-VERIFICAR QUE PRESION NO EXCEDA DE 4 o 4.5 Kg/cm <sup>2</sup>	
9.- FALTA AGUA EN MUEBLES ALETADOS	-FALTA PRESION	-VERIFICAR DIAMETROS (POR PERDIDA POR FRICCION EN USO DE ALTA SIMULTANEIDAD)	
	-EQUIPO INSUFICIENTE	-VERIFICAR CAPACIDAD DE BOMBAS	

F) DESAGUES Y VENTILACION

	PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.-	NO ARRASTRA SOLIDOS EL INODORO	-DESCARGA INEFICIENTE -POCA AGUA (TANQUE)	-REVISAR DOBLE VENTILACION -AUMENTAR CAPACIDAD DE AGUA EN CAJA
		-POCA AGUA (FLUXOMETRO)	-REGULAR FLUXOMETRO A MAYOR CANTIDAD DE AGUA
2.-	NO DESCARGA EL INODORO	-OBSTACULACION EN DRENAJE	-DESTAPAR DRENAJE
3.-	RECORRE DENTRO EN TIGOS DE INODORO	-MUEBLES MAL ASENTADOS	-REVISAR FORMA COLADERA
4.-	DESBORDE EL TANQUE DEL INODORO	-FRAGURA O MAL MONTAJE	-DESMONTAR Y REVISAR
5.-	DE LEIBORIAN COLADERAS	-OBSTACULACION EN DRENAJES -MUEBLES MAL CONECTADOS	-DESTAPAR DRENAJES -REVISAR DIAMETRO DE DESCARGA
		-TINA A COLADERA	-CAMBIAR REJILLA POR TAPA CIEGA
6.-	NO DESCARGA O DESCARGA LENTA DE LAVABO	-OBSTACULACION EN TRAMPA "P"	-DESTAPAR DRENAJE
7.-	PRESENCIA DE AGUA EN LAVABO SIN USO	-MUEBLES INTERCONECTADOS	-INDEPENDIZAR O CAMBIAR CONEXION EN "T" POR "Y"
8.-	NO DESCARGA O DESCARGA LENTA DE FREGADERO	-GRASA EN LA TUBERIA	-ELIMINAR GRASA. INSTALAR TRAMPA ESPECIAL
9.-	MALOS OLORES EN CUARTO DE BANO	-FALLA EL SELLO HIDRAULICO -SE EVAPORA EL SELLO HIDRAULICO -FALTA SELLO O ROTO EN COLADERAS	-REVISAR EL SISTEMA DE DOBLE VENTILACION -REPONER SELLO -REPONER CONDO EN COLADERAS
10.-	MOVIMIENTOS DE AGUA EN INODORO SIN USARLOS	-PRESIONES DE AIRE EN TUBERIAS	-REVISAR EL SISTEMA DE DOBLE VENTILACION
11.-	PRESENCIA DE AGUA EN TINA SIN USO	-DOS TINAS INTERCONECTADAS	-CORREGIR EL SISTEMA. SEPARAR
12.-	EXPULSION DE AGUA POR CUALQUIER DESAGUE	-AIRE EN TUBERIAS	-FALLA DEL SISTEMA DE DOBLE VENTILACION
13.-	DESBORDE DE MUEBLES PISOS BAJOS	-CONEXION A TUBERIAS QUE OPERAN A TUBO LLENDO	-SEPARAR ESTOS DRENAJES DE LOS PISOS SUPERIORES O DE BAJADAS PLUVIALES
14.-	OBSTACULACION EN BANOS PUBLICOS DE DAMAS	-PRESENCIA DE TOALLAS SANITARIAS	-AUMENTAR DIAMETRO DE TRONCALES A 150 mm

6) SISTEMA FLUVIAL

	PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1. -	HUMEDADES a) EN LOSA	FISURAS	-REVISAR IMPERMEABILICACION -REVISAR SI HAY GRIETAS CAPILARES EN UNION DE COLADERA -REVISAR JUNTA DE IMPERMEABILIZANTE Y COLADERA -LIMPIAR COLADERA
	b) EN MURON	FISURAS	-MISMOS CONCEPTOS ANTERIORES -REVISAR JUNTAS EN BAJADA -REVISAR QUE NO HAYA OBSTACULOS EN DRENAJE BAJO PISO
2. -	COLADERA DESBORDA EN VEZ DE DESAGUAR	-COLADERAS DIFERENTES NIVELES DE BAJADA	-REVISAR QUE NO HAYA SIFONES (DETURADORES) EN BASE DE BAJADA
	SACA AGUA EN REGISTROS DE ABASAL	-FALTA CAPACIDAD DE COLECTOR	-AUMENTAR DIAMETROS O DAR NUEVAS SALIDAS -EN ZONAS DELICADAS, PONER REGISTROS BELLADOS
3. -	PENETRA AGUA DEL EXTERIOR	-ALBASAL PRINCIPAL SATURADO	-INSTALAR VALVULAS CHECK

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 hidrosanitarias y de gas.

1 " ( una pulgada )	= 25.4 mm exactamente
1 ' ( un pie )	= 0.3048 m exactamente
1 lb ( una libra )	= 0.45359237 kg exactamente
1 galón E.E.U.U.	= 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 (columna 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. cuadr.)	= 43.942 mm H <sub>2</sub> O = = 430.92 Pa (aproximadamente )
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

NUMERO 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
Diámetro del tubo	3-1/2"	4"	5"	6"	8"	
No. tubos de 1/2"	431	701	1201	2401	5000	
	a	a	a	a	en	
	700	1200	2400	5000	Adelante	



EQUIVALENCIA 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	5390.00
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	0.0639386	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	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS	M (usual)	L (gas)	K (oxigeno)
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	11.43	10.922	10.210
1/2"	13	5/8"	15.875	14.53	13.843	13.385
5/8"	16	3/4"	19.05	17.526	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	49.750
2 1/2"	69 (63.664)	2 5/8"	66.675	63.373	62.611	61.8
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 1/8" mas que el  $\phi$  nominal.

TUBOS DE FIERRO GALVANIZADO ( CEDULA 40 ) DIMENSIONES  
REALES

DIAMETRO NOMINAL		∅ INTERIOR	∅ EXTERIOR	SECCION INTERIOR
pulgadas	milímetros	milímetros	milímetros	c m <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 DE  
DO A PERDIDAS DE PRESION EN METROS DE TUBO RECTO DEL MISMO  
DIAMETRO.

TIPO DE CONEXION O VALVULA	DIAMETROS EN PULGADAS Y MILIMETROS					
	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	1.5
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 retención horiz.	9.10	11.90	16.1	21.0	28.0	35.0
Válvula retención colump.	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
Válvula retención vert.	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
Válvula pie (pichancha)	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17
Llave de cuadro	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.
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 gasto	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	1.5
Y paso directo sin cambio 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 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 con cambio 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 CONEXION O VALVULA	DIAMETROS EN PULGADAS Y MILIMETROS					
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2
	10 mm	13 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm
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 retención horizontal	3.52	4.48	4.92	6.72	7.12	8.55
Válvula retención vertical	1.76	2.24	2.46	3.36	3.55	4.27
Válvula de pie (pichancha)	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 cotracorriente	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 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	0.95
Ampliación	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
Medidor	4.40	5.60	6.56	8.96	10.30	12.36
Caldera o calentador	0.55	0.70	1.03	1.40	1.98	2.39
Salida tinaco o inserción 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	DIAMETRO NOMINAL	MAXIMOS	
		Por hora	Por día
1.2 m <sup>3</sup> /h	1/4" 6 mm	0.6 m <sup>3</sup> /h	2.3 m <sup>3</sup> /d
2.5 m <sup>3</sup> /h	3/8" 10 mm	1.25 m <sup>3</sup> /h	5 m <sup>3</sup> /d
3.0 m <sup>3</sup> /h	1/2" 13 mm	1.25 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /d
5.0 m <sup>3</sup> /h	3/4" 19 mm	2.5 m <sup>3</sup> /h	10 m <sup>3</sup> /d
7.0 m <sup>3</sup> /h	1" 25 mm	3.5 m <sup>3</sup> /h	14 m <sup>3</sup> /d
10 m <sup>3</sup> /h	1 1/4" 32 mm	5 m <sup>3</sup> /h	20 m <sup>3</sup> /d
20 m <sup>3</sup> /h	1 1/2" 38 mm	10 m <sup>3</sup> /h	40 m <sup>3</sup> /d
30 m <sup>3</sup> /h	2" 50 mm	15 m <sup>3</sup> /h	60 m <sup>3</sup> /d
50 m <sup>3</sup> /h	3" 75 mm	25 m <sup>3</sup> /h	100 m <sup>3</sup> /d
75 m <sup>3</sup> /h	4" 100 mm	37.5 m <sup>3</sup> /h	150 m <sup>3</sup> /d
150 m <sup>3</sup> /h	6" 150 mm	75 m <sup>3</sup> /h	300 m <sup>3</sup> /d
250 m <sup>3</sup> /h	8" 200 mm	125 m <sup>3</sup> /h	500 m <sup>3</sup> /d

## DESAGUES 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<sup>2</sup>, el gasto pluvial es:

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

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

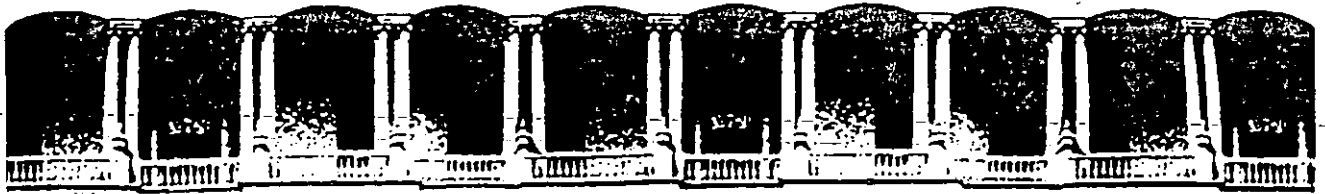
$$Q_f = \frac{\sum ud}{100} \quad [L/seg]$$

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

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

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





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

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**CURSOS ABIERTOS**

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

**CAPITULO I**

**FUENTES DE ABASTECIMIENTO**

**Y**

**SISTEMAS DE AGUA FRIA**

## DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

### FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

#### 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 derive la toma domiciliaria que alimente 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 figura 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.

# CONSUMO HORARIOS ESTIMADOS

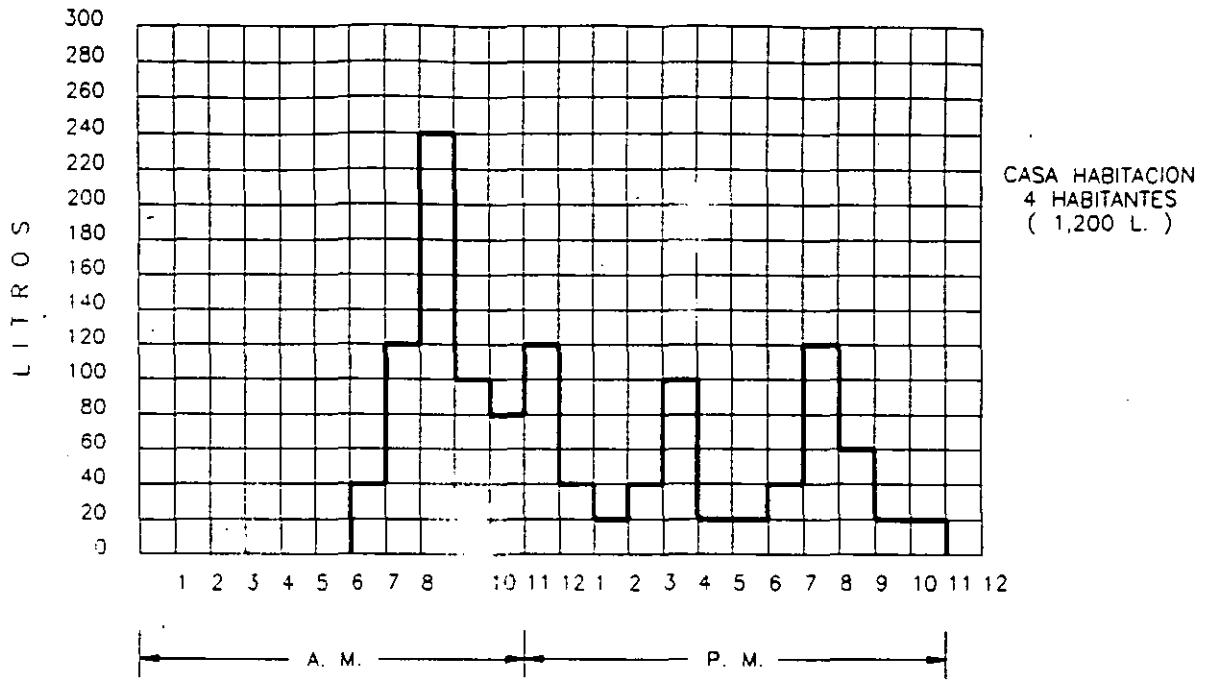
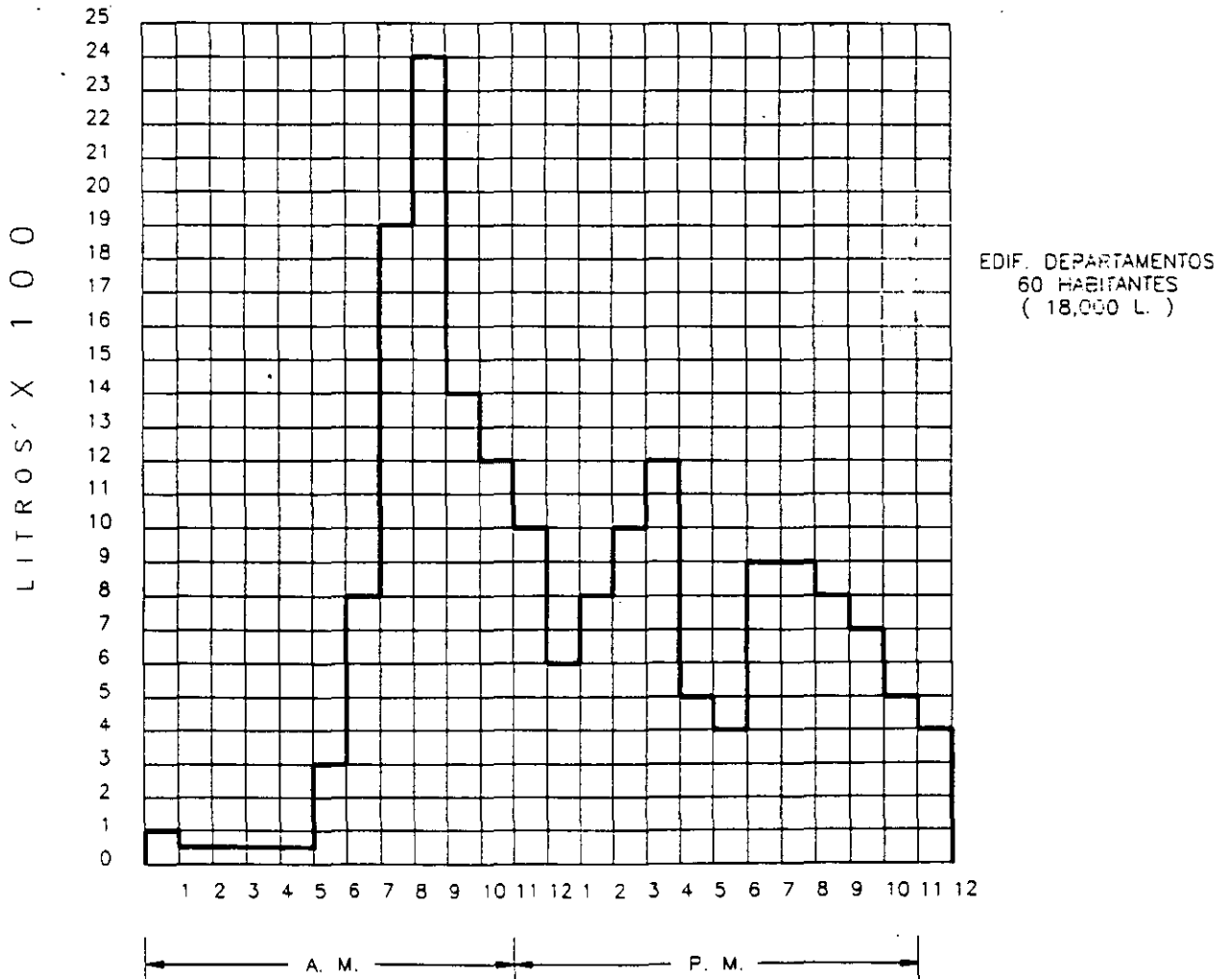


Fig. No. 1, FLUCTUACIONES DE CONSUMO



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

Esto puede ser solamente en el de que la red tenga 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 o departamentos con un baño y cocina toma de 25 mm ( ver figura 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.

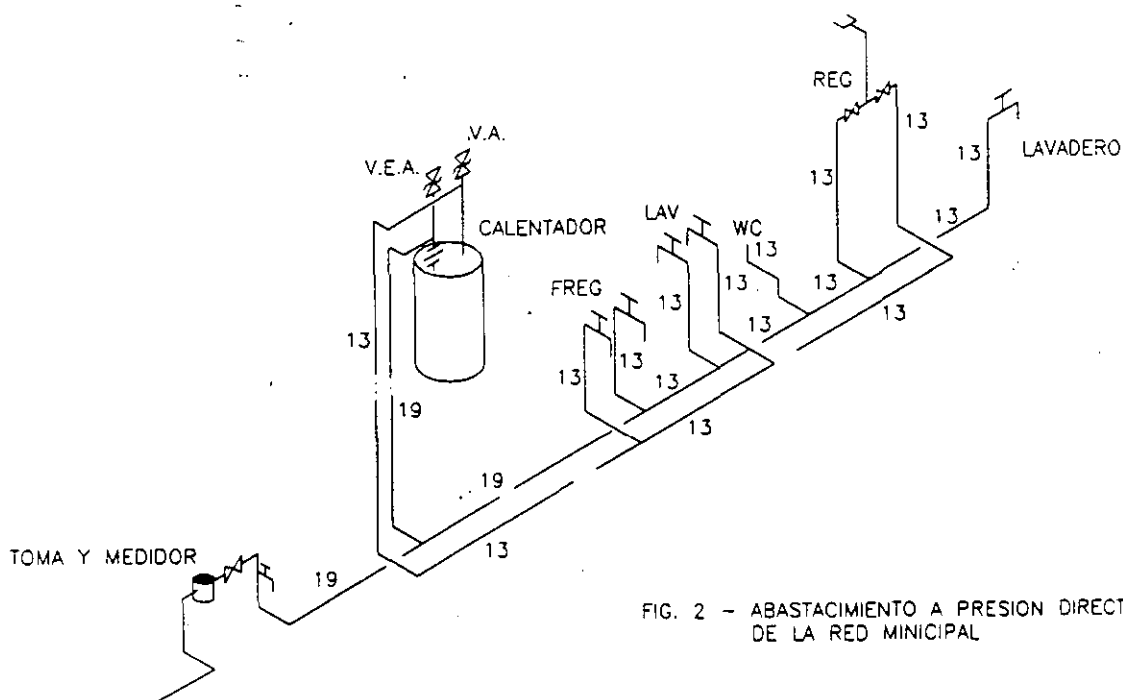


FIG. 2 - ABASTECIMIENTO A PRESION DIRECTA DE LA RED MUNICIPAL

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

2.- Determinar la presión disponible en la toma, ésta 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 mayores 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 3 m 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	19	30	16
3	19	19	45	15
4	19	25	15	40
5	19	25	30	33
6	19	25	45	28
7	25	25	15	50
8	25	25	30	40
9	25	25	45	30
10	25	32	15	96
11	25	32	30	65
12	25	32	45	55
13	32	32	15	150
14	32	32	30	190
15	32	32	45	65
16	32	38	15	250
17	32	38	30	160
18	32	38	45	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 de predio es por medio de un pozo o cuando la presión 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 planta azotea o bien una estructura especial que puede servir para una sola construcción o varias.

\* Tanque elevado de regularización y cisternas 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 figura No.3 )

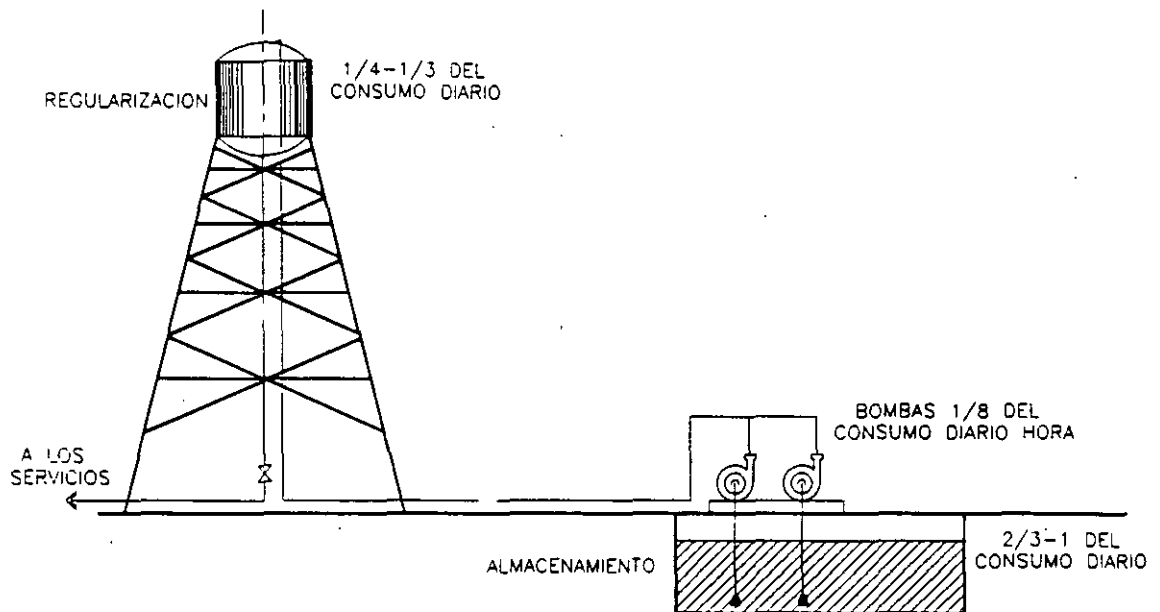


FIG. 3 - ABASTECIMIENTO CON CISTERNA Y TANQUE ELEVADO

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 de previsión de la falla de alguna de ellas o para cubrir los excesos de demanda. Las bombas deben tener un control alternador - simultaneador.

### 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 habite 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 ( edificios de )	70 L/empleado-día

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

Hoteles	500 L/huésped-día
Cines	2 L/espectador-función 3 turnos 6 L
Fábricas (sin consumo industrial)	70 L/obrero
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 de jardines, auditorio, salones de reunión, etc.

Restaurantes	16 a 30 L/comensal
Lavandería	40 L/Kg de ropa seca 60% agua caliente
Hospitales	500 a 1000 L/cama-día
Riego jardines	5 L/m <sup>2</sup> superficie de césped cada vez 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 de servicio de protección contra incendio, una reserva, exclusiva para este servicio de:

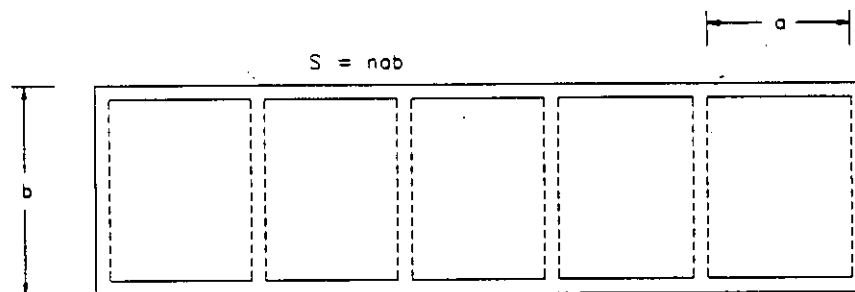
8 m<sup>3</sup> para cubrir un siniestro durante 1/2 hora.

36 m<sup>3</sup> para cubrir un siniestro durante 2 horas.

Mayor en caso de solicitarlo la Compañía Aseguradora.

**PROPORCIONES DE LAS CISTERNAS MAS ECONOMICAS.** 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 cisternas (s) metros cuadrados de superficie en planta, se subdivide en (n) en compartimientos, siendo cada uno de (a) metros por (b) metros, en planta que:



En el caso de que los ( n ) compartimientos formen una sola hilera, la superficie de los muros será proporcional a la altura interior de la cisterna, dimensión que se toma como fija y proporcional a la suma de las longitudes de los muros, suma que será:

$$M = 2 n a + ( n + 1 ) b$$

Pero como  $b = S / n a$

$$M = b ( n + 1 ) + 2 s / b$$

Y para que el desarrollo de los muros sea mínimo, derivamos e igualamos a cero:

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

o sea que:

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

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 cisternas de una sola hilera de celdas son como sigue:

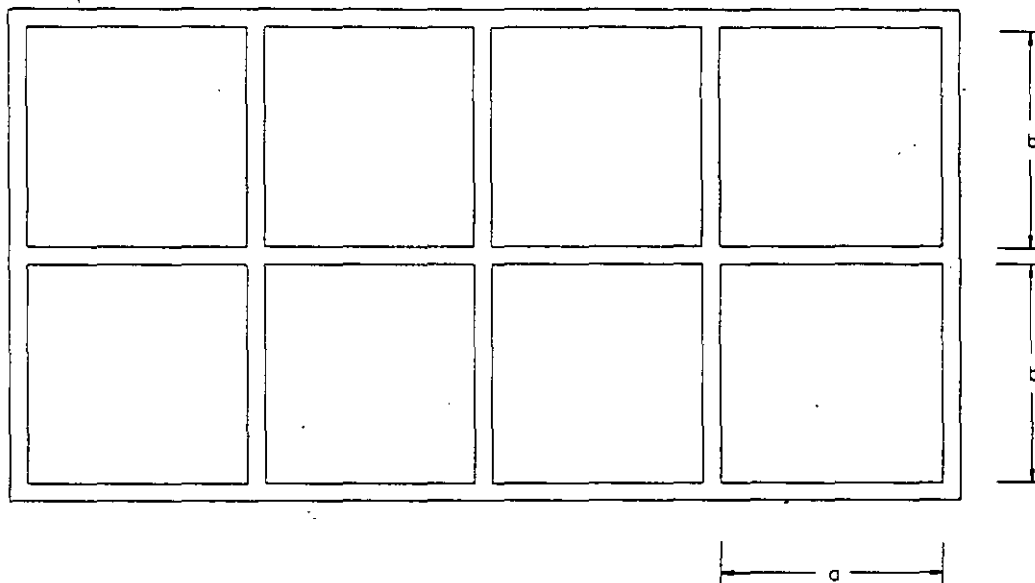
NUMERO TOTAL DE  
CELDAS

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:

$$S = nab$$



o bien :

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

por lo que:

$$dM/db = 3 s/2b + ( n + 2 ) = 0$$

$$n + 2 = 3 na/2B$$

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 cisternas con dos hileras de celdas son:

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 4 espesores de muro, y una anchura de total de 5 metros, más el grueso de 2 muros. Esta misma cisterna podría tener 10 compartimientos de  $a = 2.40$  m por  $b = 3.00$  m, con una longitud total de 12 metros más gruesos de muro y un ancho en total de 12 metros más 6 gruesos de muro y un ancho total de 6 metros más 3 espesores de muro.

Igualmente, una cisterna de  $200 \text{ m}^2$  de planta con 10 compartimientos en dor hileras, resulta con dimensiones de 4,00 m por 5.00 en cada compartimiento, dando una longitud total de 20 metros más 6 espesores de muro, y una anchura total de 10 metros 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  $12 \text{ m} \times 2 = 24$  metros, en tanto los transversales suman  $6 \text{ m} \times 4 = 24 \text{ m}$ .

Segundo ejemplo .- total de muros longitudinales:  $3 \times 5 \times 2.40 = 36$  metros; suma de muros transversales :  $2 \times 3 \times 6 = 36 \text{ m}$ .

Tercer ejemplo.- Muros transversales con desarrollo total de  $2 \times 5 \times 6 = 60$  metros; muros longitudinales:  $3 \times 5 \times 4 = 60 \text{ m}$ .

Ver figura No. 4 y 5.

## INSTALACIONES HIDRAULICAS

### 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 se basa en hacer trazos que permitan los recorridos para evitar excesos de pérdidas de presión, y reducir costos de instalación.

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 por 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 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	PUBLICO	VALVULAS	10
EXCUSADO	PUBLICO	TANQUE	5
FREGADERO	HOTEL REST.	LLAVE	4
LAVABO	PUBLICO	LLAVE	2
MINGITORIO PEDESTAL	PUBLICO	VALVULA	10
MINGITORIO PARED	PUBLICO	VALVULA	5
MINGITORIO PARED	PUBLICO	TANQUE	3
REGADERA	PUBLICO	MEZCLADORA	4
TINA	PUBLICO	LLAVE	4
VERTEDERO	OFICINAS ETC.	LLAVE	3
EXCUSADO	PRIVADO	VALVULA	6
EXCUSADO	PRIVADO	TANQUE	3
FREGADERO	PRIVADO	LLAVE	2
GRUPO BANO	PRIVADO	EXC. VALV.	8
GRUPO BANO	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 grupo 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
BANO CON EXCUSADO DE FLUXOMETRO LAVABO, TINA O REGADERA MINIMA	6.5 Ug 32 mm	1.5 Ug 13-20 mm	-	-
BANO CON EXCUSADO DE TANQUE, LAVABO Y TINA O REGADERA MINIMA	4.5 Ug 20 mm	1.5 Ug 20 mm	-	-
BEBEDERO MINIMA	0.5 Ug 10 mm	-	0.5 Ug	-
BIDET MINIMA	1 Ug 13 mm	1 Ug 13 mm	-	-
FLUXOMETRO DE MANO DE PIE	6 Ug 25 mm 32 mm	-	10 Ug	-
EXCUSADO DE TANQUE	3 Ug 10 mm	-	5	-
FREGADERO DOMESTICO ø 13	1 Ug	1	-	-
FREGADERO, MOTEL O RESTAURANTE	-	-	2	2
LAVABO ø 10 - ø 10	0.5	0.5	1	1
LAVADERO 13 mm DIAMERTO	2	-	3	-
LAVADORA DE ROPA ø 13 - ø 20	2	2	-	-
REGADERA TIBIA ø 13 - ø 13	1	1	2	2
TINA ø 13 - ø 13	1	1	2	2
URINARIO DE COLGAR O DE PISO CON FLUXOMETRO ø 20	-	-	5	-
URINARIO DE COLGAR O DE PISO CON TANQUE ø 13	-	-	3	-
URINARIO DE PEDESTAL CON FLUXOMETRO DE MANO ø 25	-	-	10	-
VERTEDERO ø 13 - ø 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 factor de uso simultáneo ya que no es posible que exista la posibilidad de que todos los usuarios y en forma simultánea operen las llaves del servicio al 100 % de ellas por lo tanto, o 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 monograma 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 márgenes muy amplios de seguridad (ver figura 6 y 7 ).

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

Las pérdidas de carga podemos calcularlas con la fórmula:

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

- 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, ya que los coeficientes varían en función de las condiciones de la superficie internas de las tuberías y 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 transmitiéndose 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 MAS mm
CODO DE 90 GRADOS	2	1.5	1.0	1.0
CODO DE 45 GRADOS	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
REDUCCION	0.5	0.5	0.5	0.5
"Y" DE PASO	1.0	1.0	1.0	1.0
VALVULA COMPUERTA	1.0	0.5	0.3	0.3
VALVULA GLOBO	15	12	9	7
MEDIDOR DE AGUA	20	16	13	12
LLAVE DE BANQUETA O INCERSION	4	2	1.5	1.5
FLOTADOR	7	4	3	3.5
VALVULA RETENCION CHECK	16	12	9	7
COLUMPIO	8	6	4.5	3.5
VERTICAL	8	6	4.5	3.5
VERTICAL	8	6	4.5	3.5

Para calcular pérdidas de carga en conexiones:

$$A h = K \frac{V^2}{2 g}$$



LONGITUD DE TUBOS EQUIVALENTE A CONEXIONES  
Y VALVULAS

DIAMETRO			LONGITUD EQUIVALENTE (M)				
CONEXIONES	L 90°	L 45°	T	LAT. T	V.COMP	V.GLOB.	V.ANG
10	.30	.18	.46	.09	.06	2.40	1.20
13	.60	.37	.91	.18	.12	4.60	2.40
19	.75	.46	1.20	.25	.15	6.10	3.65
25	.90	.55	1.50	.27	.18	7.60	4.60
32	1.20	.75	1.80	.37	.24	10.70	5.50
38	1.50	.90	2.15	.45	.30	13.70	6.70
50	2.15	1.20	3.00	.60	.40	16.80	8.55
64	2.45	1.50	3.65	.75	.50	19.80	10.40
75	3.00	1.85	4.60	.90	.60	24.40	12.20
* 90	3.65	2.15	5.50	1.10	.73	30.50	15.25
100	4.30	2.45	6.40	1.20	.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 19 mm	1.20	5.20	17.10	
CALENTADOR AGUA HORZ. 19 mm 1101 L	.97	1.50	4.90	
MEDIDOR DE AGUA (SIN VALV.)				
16 mm CONEXION DE 13 mm	2.05	8.55	27.45	
16 mm CONEXION DE 19 mm	1.45	5.10	19.50	
19 mm CONEXION DE 19 mm	1.05	4.25	13.70	
25 mm CONEXION DE 25 mm		2.75	9.15	35.10
32 mm CONEXION DE 25 mm		1.35	4.25	16.45
ABLANDADOR DE AGUA		15-61.00		

# M E T O D O   D E   H U N T E R

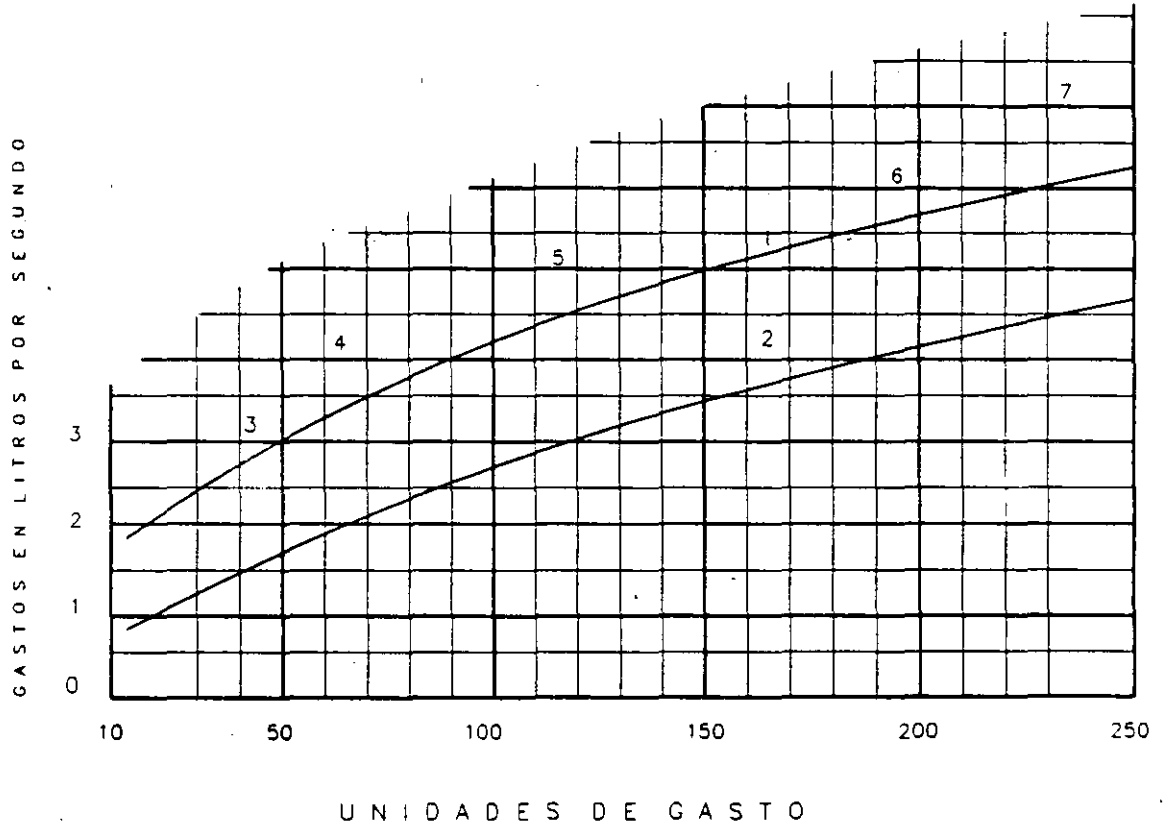
## GASTO MAXIMO PROBABLE

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO
---

MUEBLE	SERVICIO		U. M.
EXCUSADO	PUBLICO	VALVULA	10
EXCUSADO	PUBLICO	TANQUE	5
FREGADERO	HOTEL. REST.	LLAVE	4
LAVABO	PUBLICO	LLAVE	2
MINGITORIO PREDEST.	PUBLICO	VALVULA	10
MINGITORIO PARED--	PUBLICO	VALVULA	5
MINGITORIO PARED	PUBLICO	TANQUE	3
REGADERA -	PUBLICO - - -	MEZCLADORA	4
TINA	PUBLICO	LLAVE	4
VERTEDERO	OFICINAS ETC.	LLAVE	3
EXCUSADO	PRIVADO	VALVULA	6
EXCUSADO	PRIVADO	TANQUE	3
FREGADERO	PRIVADO	LLAVE	2
GRUPO BANO	PRIVADO	EXC. VALVULA	8
GRUPO BANO	PRIVADO	EXC. TANQUE	6
LAVABO	PRIVADO	LLAVE	1
LAVADERO	PRIVADO	LLAVE	3
REGADERA	PRIVADO	MEZCLADORA	2
TINA	PRIVADO	MAZCLADORA	2

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

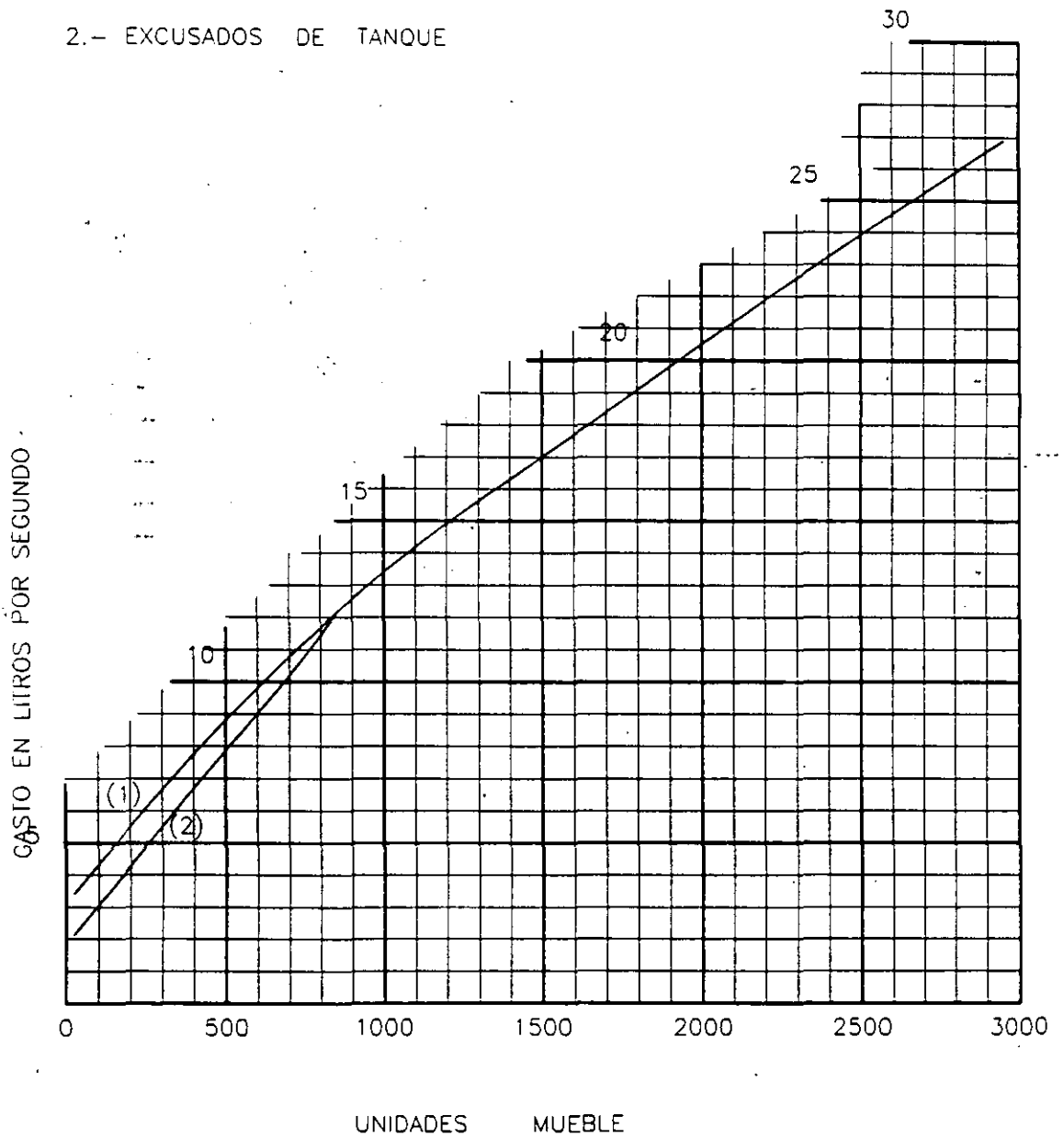
- 1.- EXCUSADOS CON VALVULA
- 2.- EXCUSADOS DE TANQUE



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

1.- EXCUSADOS CON VALVULAS

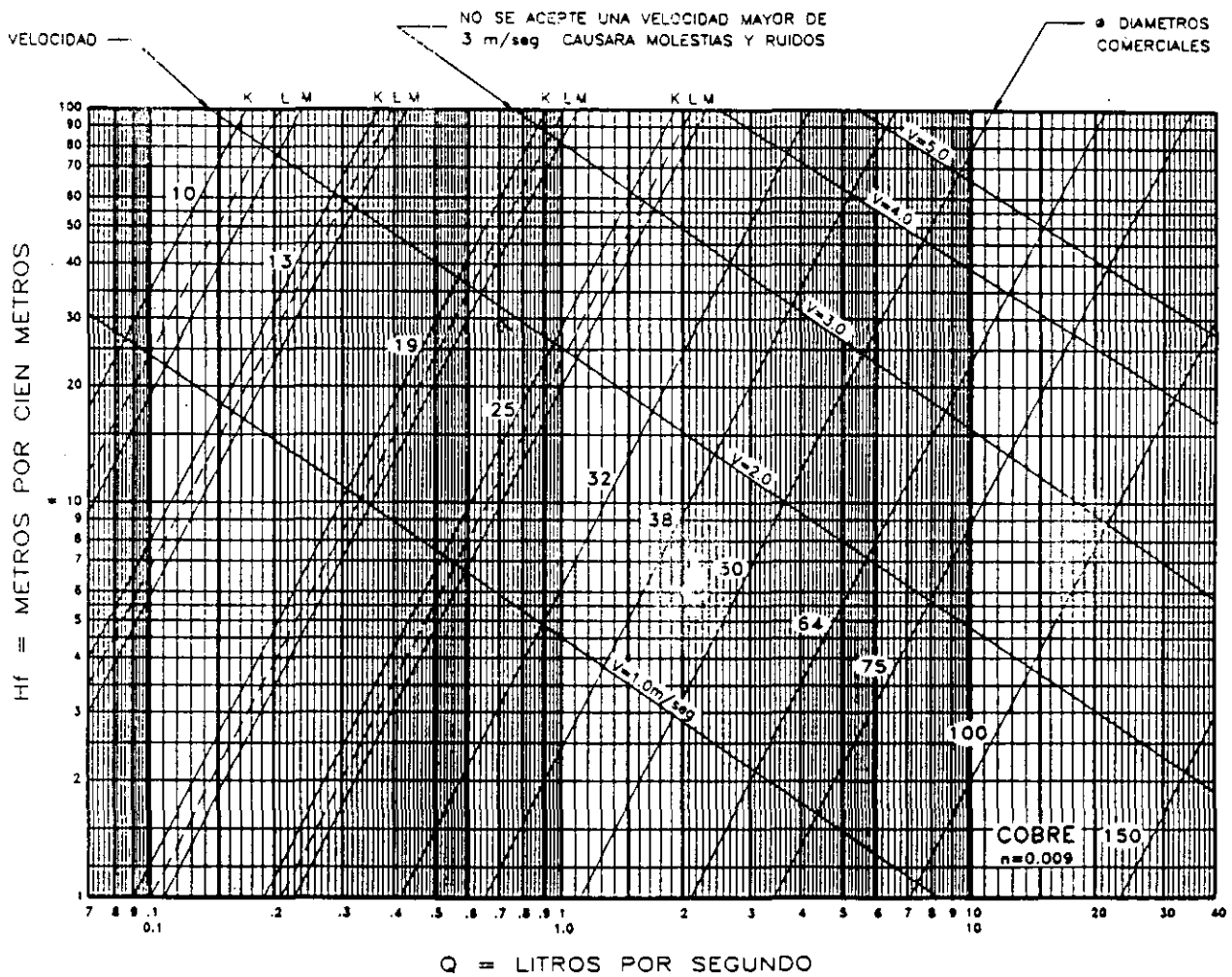
2.- EXCUSADOS DE TANQUE



# T A 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



\* N O T A :

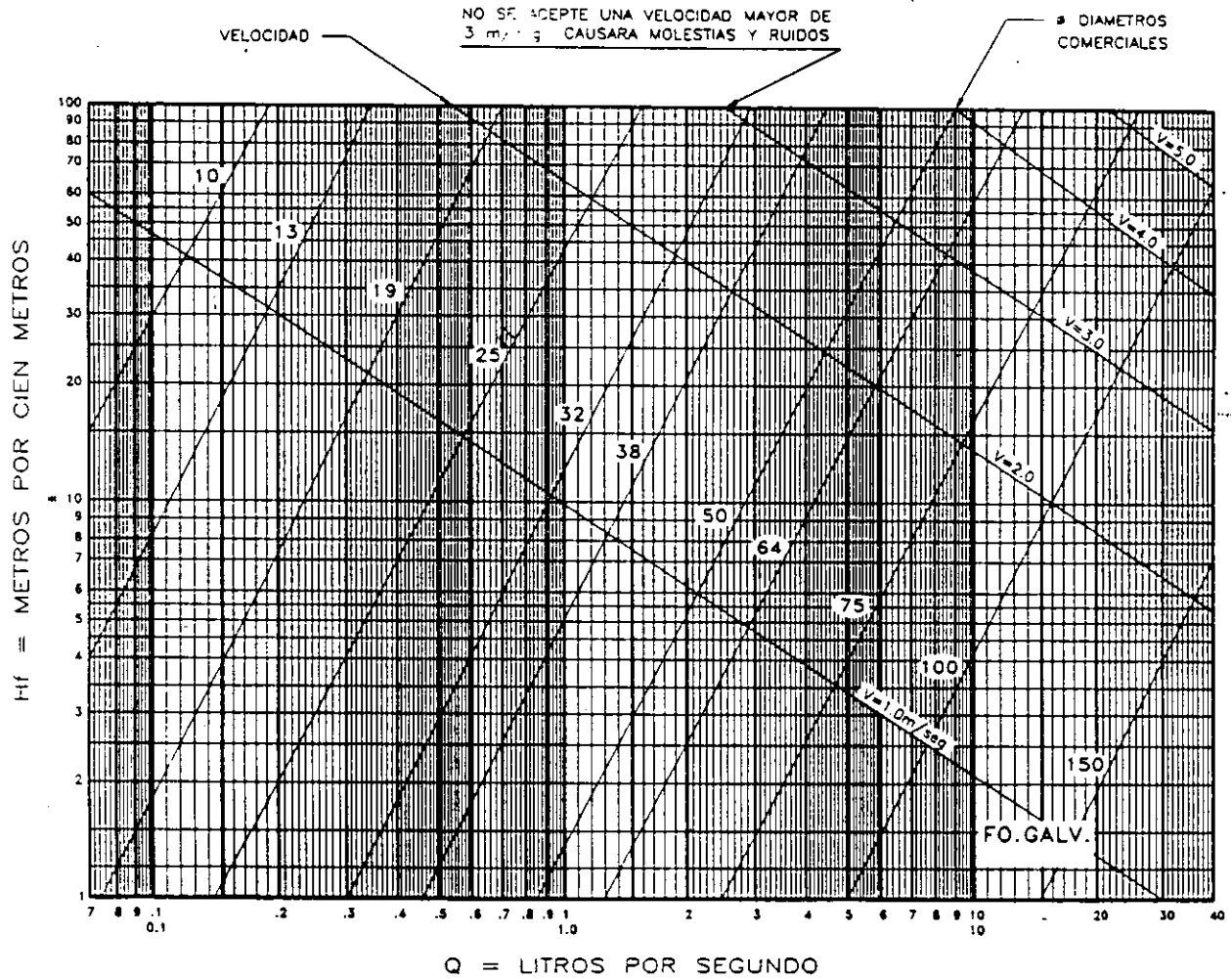
EN ABASTECIMIENTOS POR PRESION SE DEBE TOMAR MUY EN CUENTA LA PERDIDA POR FRICCION, SE SUGIERE NO PASE DE 10m POR CADA 100m

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

# T A 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 FIERRO GALVANIZADO



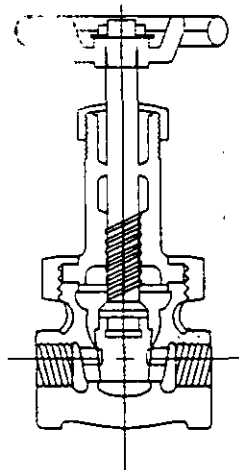
**NOTA:**

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

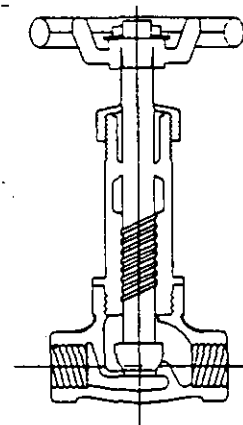
TOMADA DE UN ARTICULO DEL ING. DIAZ BARRIGA, DE LA REVISTA "HIDROMECANICA".

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  $1 \text{ Kg/cm}^2$  ( 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 COMPUERTA

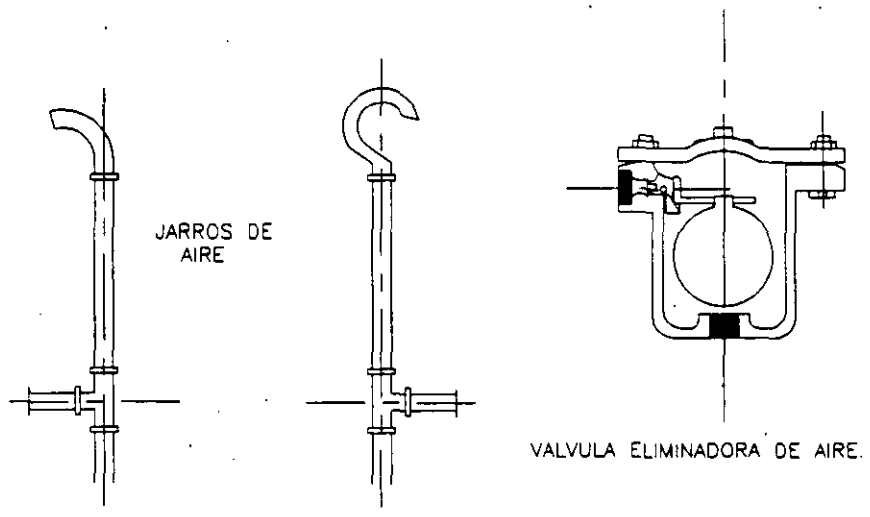
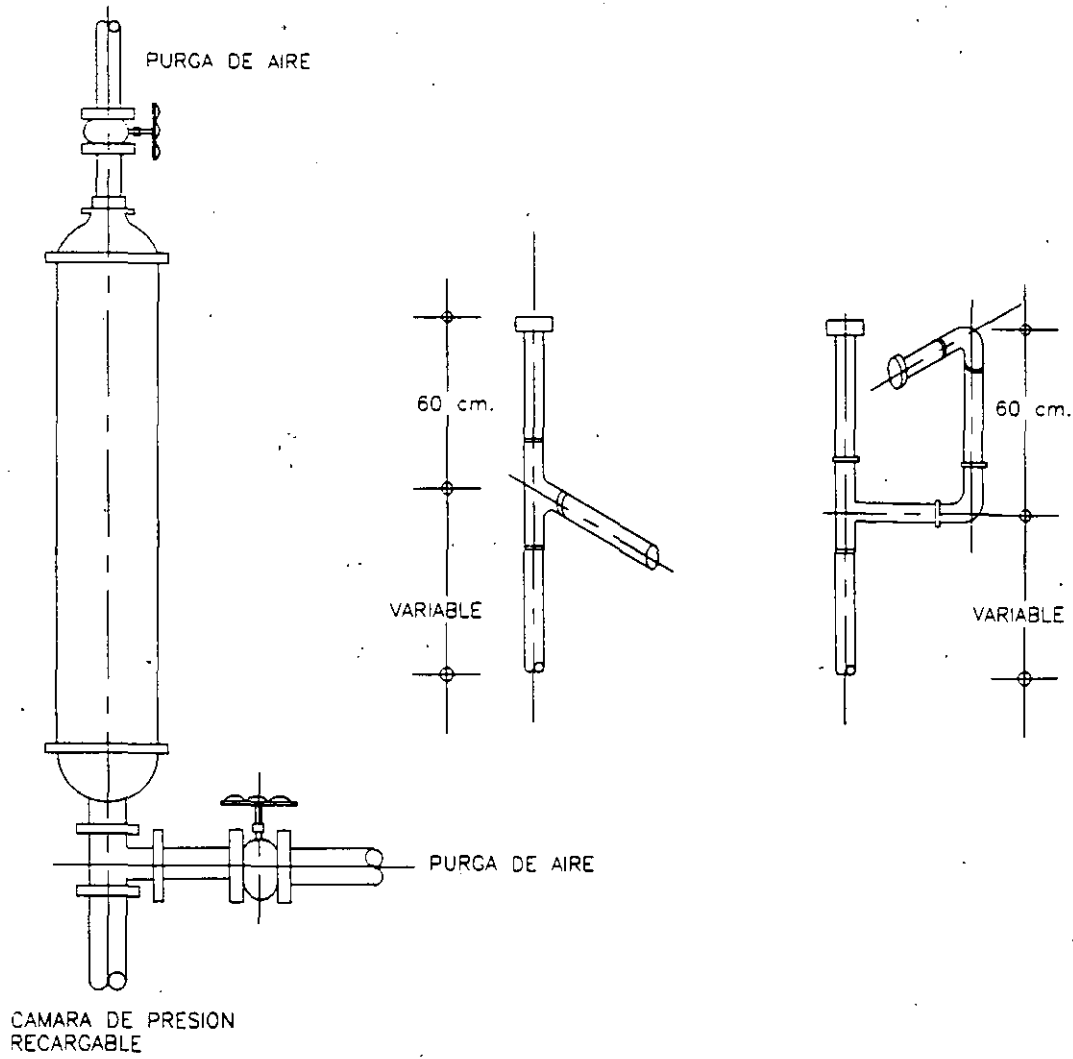


VALVULA DE GLOBO

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.

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

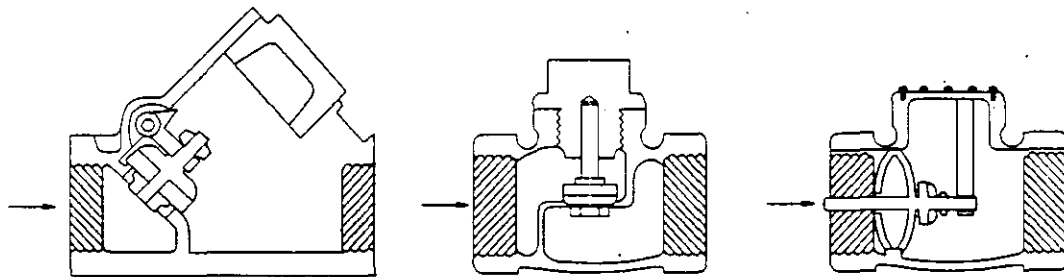




**JARROS DE AIRE.** Este término es muy propio de nuestro técnico manual y tiene por objeto expulsar el aire contenido en las tuberías, las cuales si no están correctamente instaladas pueden aprisionar el aire que forma verdaderos tapones que impiden la circulación del agua o que al ser expulsado por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

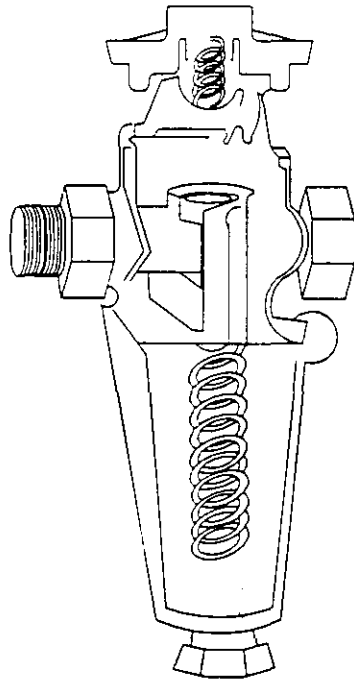
**VALVULAS ELIMINADORA DE AIRE.** Tiene el mismo objeto que el jarro de aire, pero se instalan en los sistemas que trabajan a presión por bombeo y en los cuales no pueden tenerse extremos abiertos. Son pequeños receptáculos con un elemento de flotador, el cual cae por su peso cuando hay aire dentro de 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.

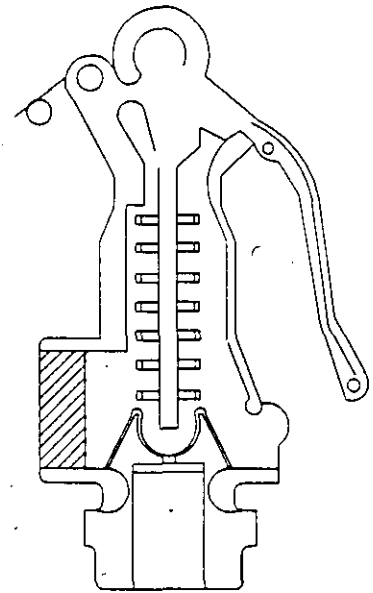


VALVULAS CHECK

**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

**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 cada 100 niños o fracción
- 1 Excusado por cada 35 niños.
- 1 Urinario por cada 30 niños
- 1 Lavabo por cada 60 personas
- 1 Bebedero por cada 75 personas

**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 PUBLICOS**

- 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

URINARIO.- 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 el número de excusados 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 piel 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 cms 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 mas 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 mas 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 peronas.
- 1 Bebedero por cada 75 personas.
- 1 Vertedero por cada 100 personas.
- 1 Lavabo por cada 50 personas.

## CINES, TEATROS, AUDITORIOS

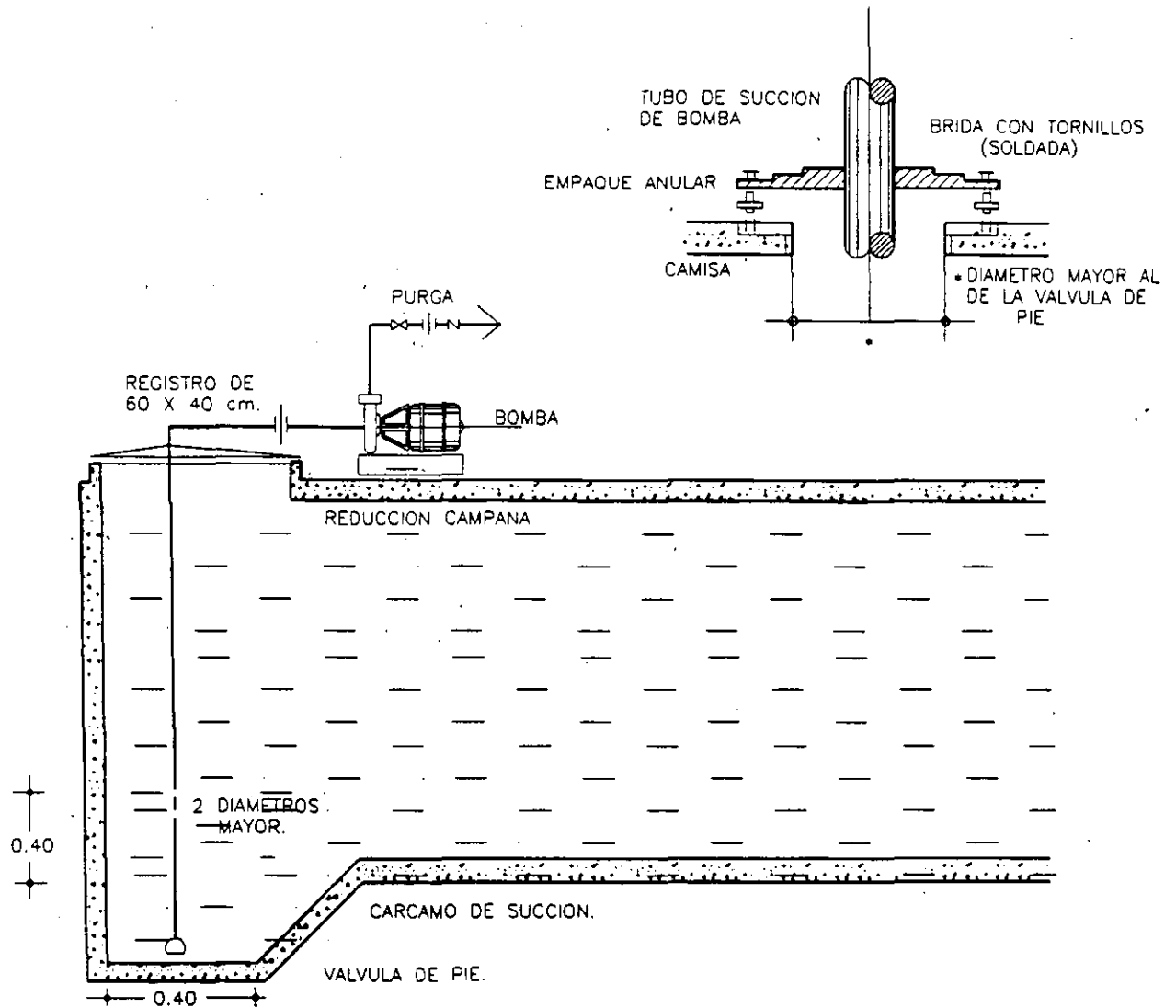
- 1 Excusado para hombres 1 - 100 personas
- 1 Excusado para mujeres 1 - 100 personas
- 2 Excusados para hombres 101 - 200 pers..
- 2 Excusados para mujeres 101 - 200 pers.
- 3 Excusados para hombres 202 - 400 pers.
- 3 Excusados para mujeres 202 - 400 pers.  
Para más de 400 personas se agregará un excusado por cada 500 hombres y un excusado por cada 300 mujeres mas.
- 1 Urinario para 1 - 200 hombres
- 2 Urinarios para 201 - 400 hombres
- 3 Urinarios para 401 - 600 hombres
- 1 Urinario adicional por cada 500 más.
- 1 Lavabo para 1 - 200 personas
- 2 lavabos para 201 - 401 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

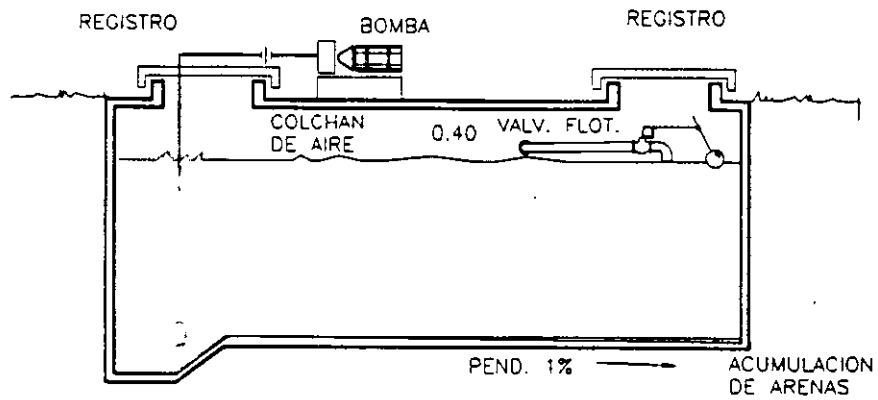
**COMENTARIOS GENERALES.** Al aplicar los criterios expuestos debe tomarse en cuenta la accesibilidad de los muebles sanitarios, ya que al ceñirse únicamente a los valores numéricos especificados pueden resultar soluciones inadecuadas para el establecimiento de que se trate. Así, por ejemplo, en escuelas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

# DETALLE DE CISTERNA Y BOMBA

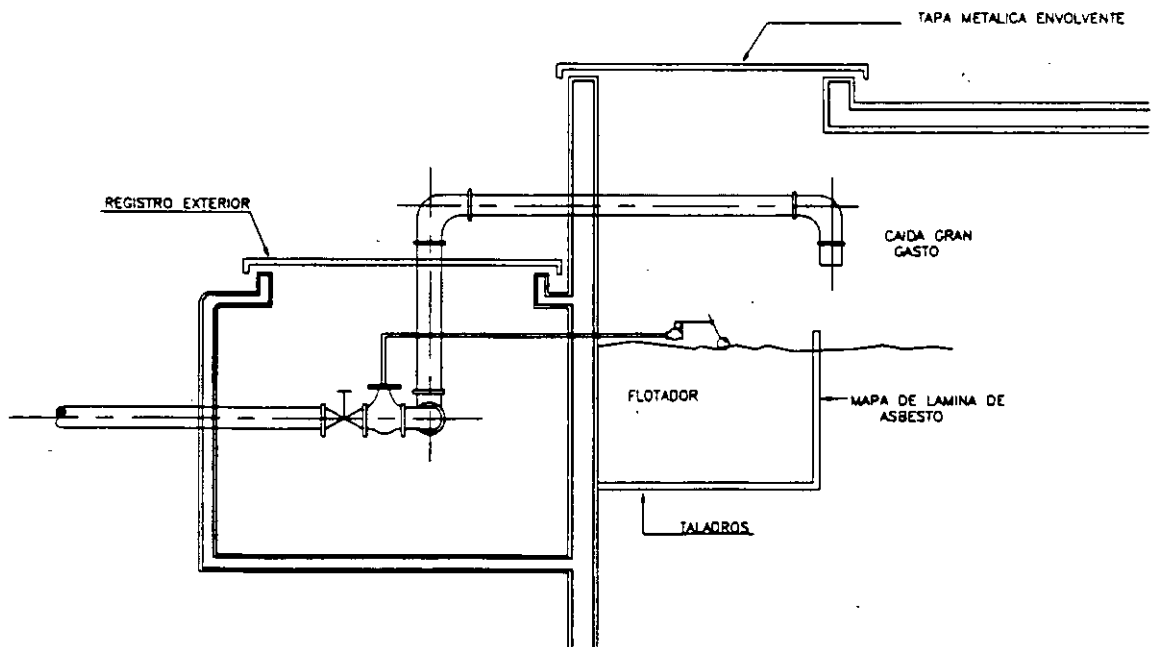


NOTA :  
 4.50 MAXIMO AL NIVEL DEL MAR 1cm. MENOS POR CADA 10 mts.  
 DE ALTURA DEL LUGAR SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

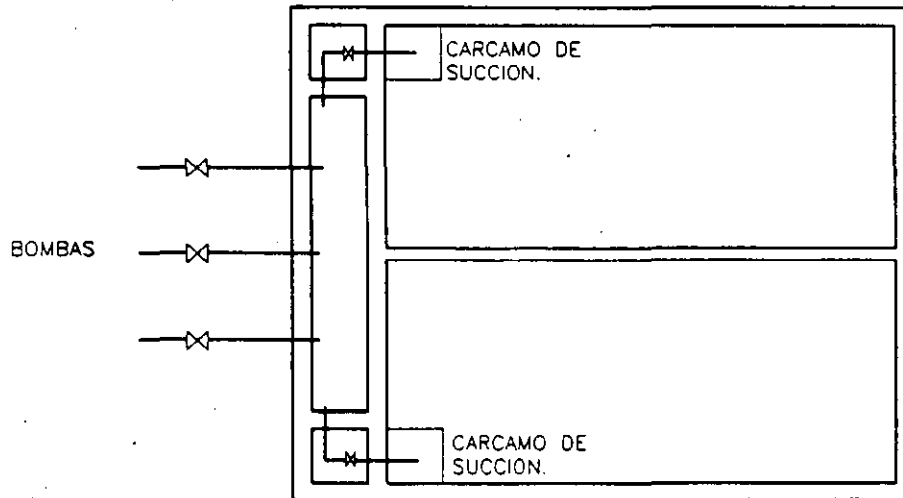
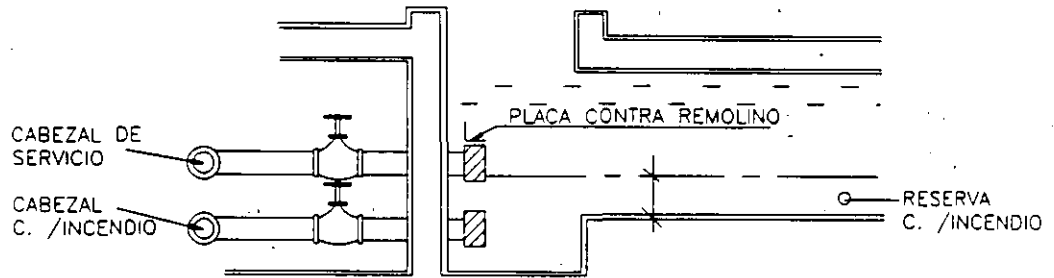
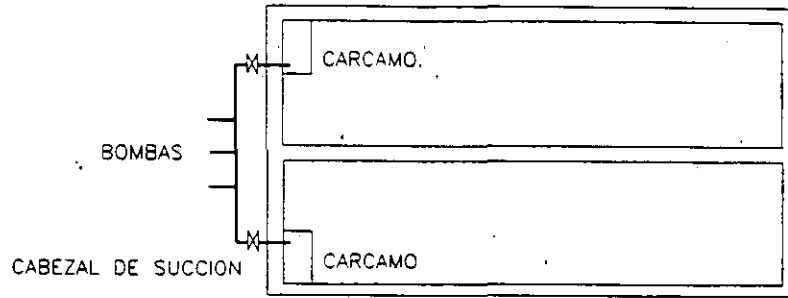
## DETALLE DE CISTERNA Y FLOTADOR



## 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.





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

o sea una vez cada 18.75

días, equivalente a una vez cada 150 horas. Bastará pues 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.
- $C_r^n$  El número de combinaciones de (r) en (r) muebles, de entre los (n) instalados.
- A La relación entre el intervalo entre usos consecutivos y la duración de la descarga.

Como

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

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

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 :

$$f_{1/6} = \frac{48 \times 6}{1 \times 60^\circ} = 48 \times 6 = 288 \text{ veces al día}$$

Con dos simultáneos:

$$f_{2/6} = \frac{48 \times 6 \times 5}{1 \times 2 \times 60^\circ} = 12 \text{ veces al día}$$

### PROBABILIDAD DE USO SIMULTANEO

Con tres fluxómetros a la vez.

$$f_{3/6} = \frac{48 \times 6 \times 5 \times 4}{1 \times 2 \times 3 \times 60^\circ} = \frac{4}{15} \text{ ( cuatro veces cada 15 días)}$$

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 y consultan sus gráficas de gastos, o bien se utilizan las fórmulas establecidas por el Ing. Manuel A. de Anda y que son:

$$Q = 0.45 \sqrt{U} \quad ( 1 )$$

$$Q = 0.25 \sqrt{U} + 0.005 U \quad ( 2 )$$

Siendo U el número total de unidades de gasto, según Hunter, y 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 fluxómetro 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 HIDRAULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**CAPITULO II**

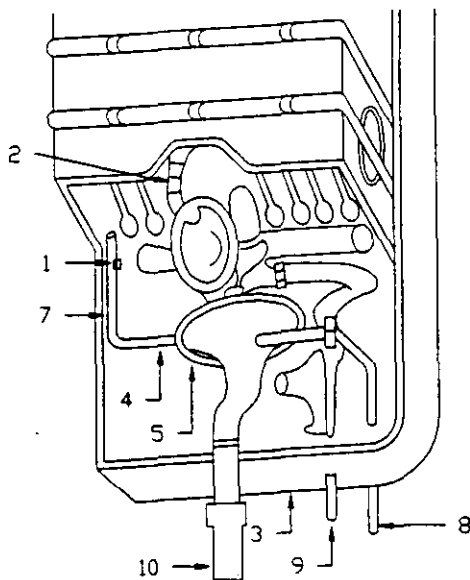
**INSTALACIONES HIDRAULICAS  
SISTEMA DE AGUA CALIENTE**

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.

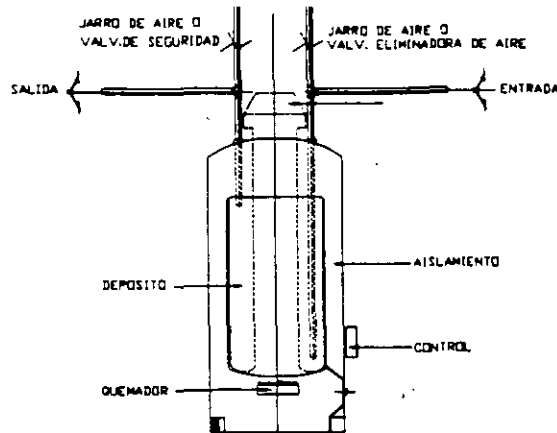
El pequeño diámetro del serpentín no permite grandes flujos y lo limitan para el uso de un mueble generalmente.



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. horario), son aparatos formados por un recipiente de capacidad variable con 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 una 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

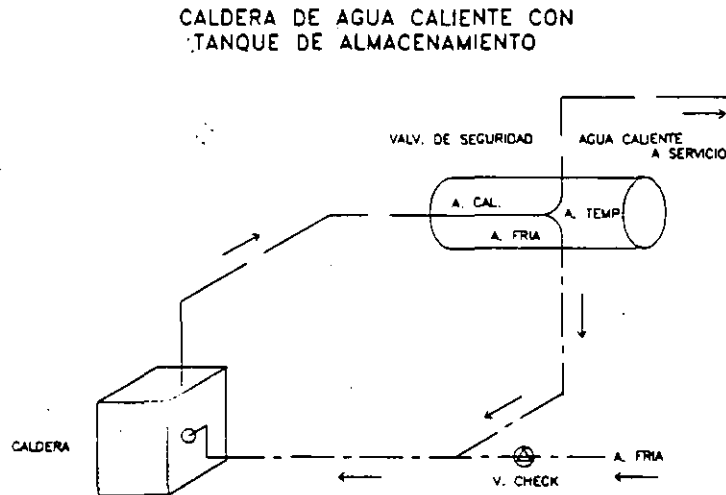
Los sistemas centrales de agua caliente pueden ser considerados así mismos, de paso o de almacenamiento, pero dado que los primeros requieren mayores elementos productores de calor y los segundos pueden tomar las grandes demandas, con mayor facilidad, son preferidos éstos en el mayor número de los casos

## 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.



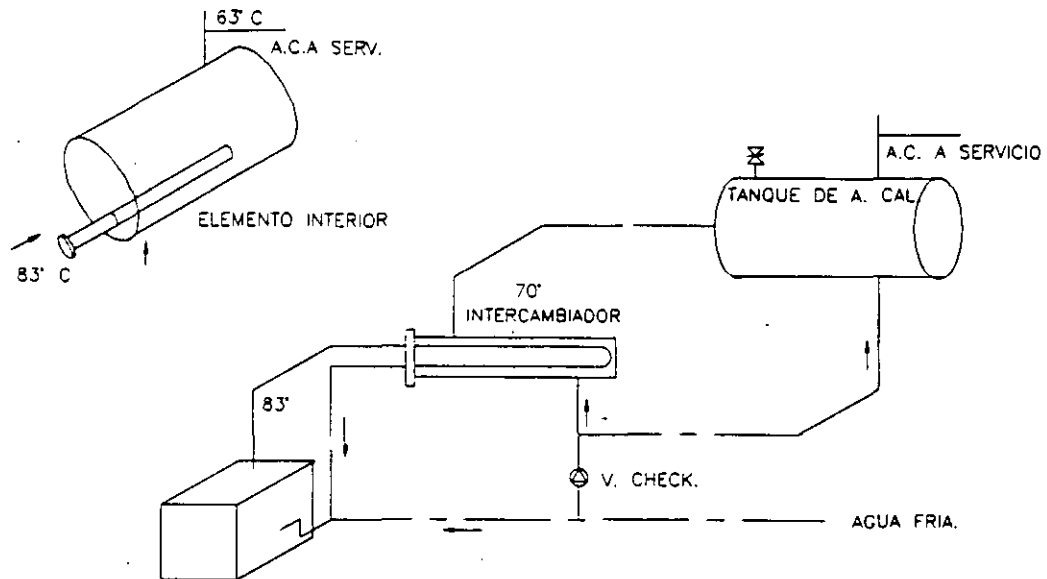
## B.- CALDERAS DE AGUA CALIENTE CON INTERCAMBIADOR DE CALOR.

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 para 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 aprovecharse 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.

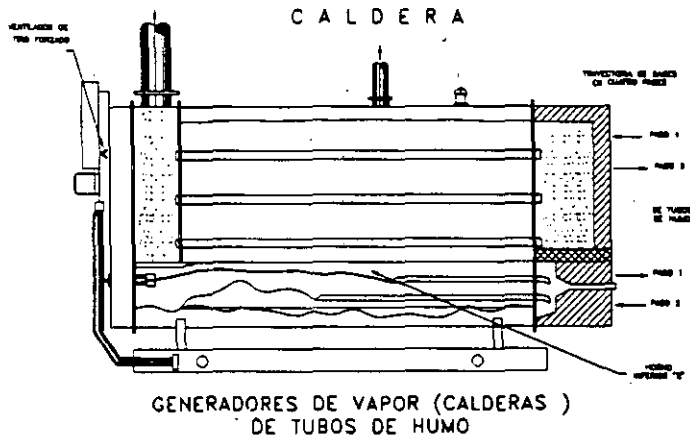


# CALDERAS

## 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.

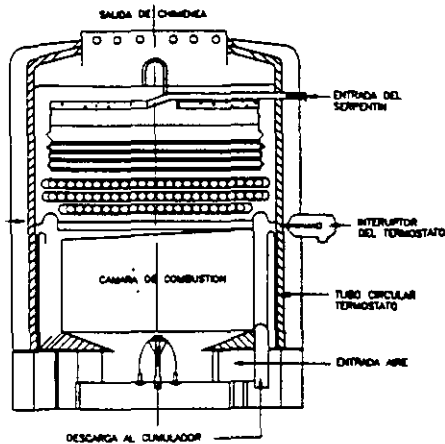


## 2.- CALDERAS DE TUBOS DE AGUA

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

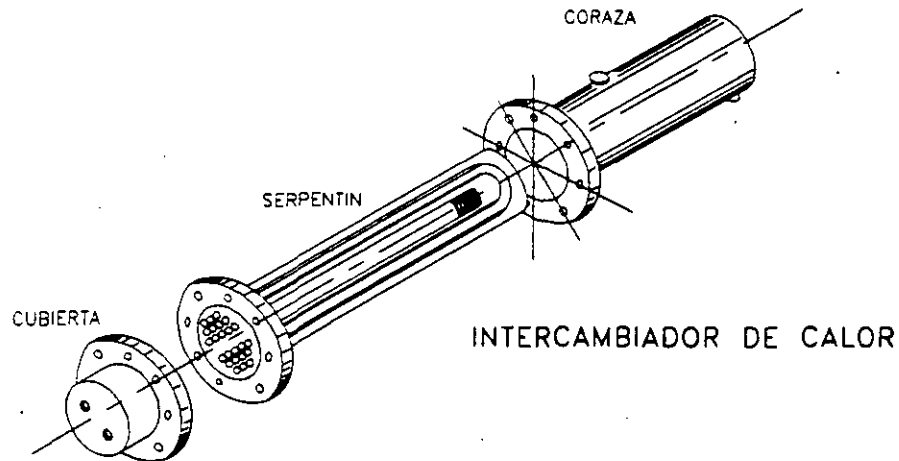
En el aspecto de seguridad son mejores, pero están expuestas a una fuerte incrustación, por lo que hay que cuidar mucho el aspecto del tratamiento propio del agua que circulará por ellas.

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 de pequeños diámetros o de almacenamiento, cuando están en inmersión dentro del líquido contenido en un gran tanque.

## DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE

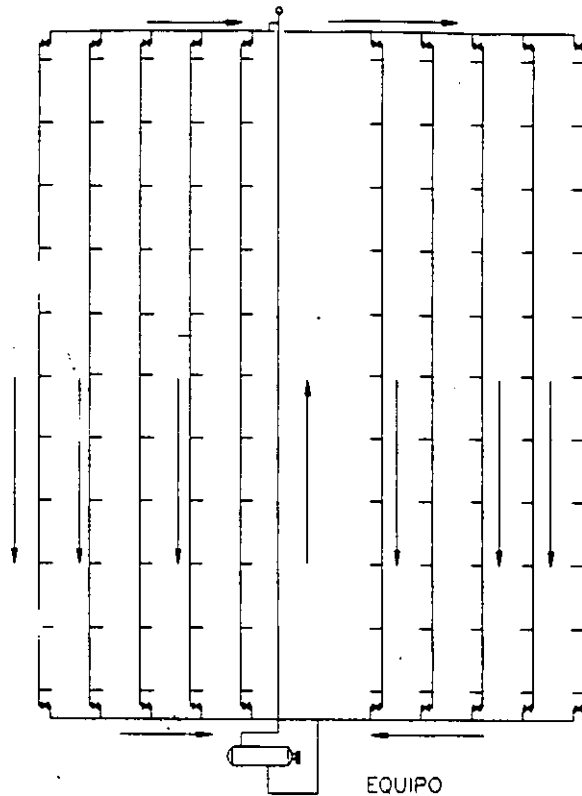
El cálculo de la red de distribución de agua caliente se hace en la misma forma que la ya explicada para el agua fría, con las unidades de consumo anotadas en la tabla.

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.

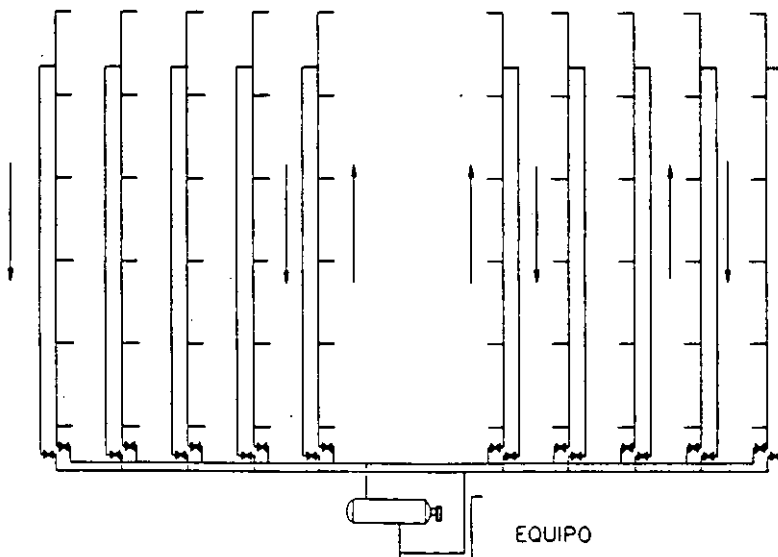
# SISTEMA DE DISTRIBUCION Y AGUA CALIENTE



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

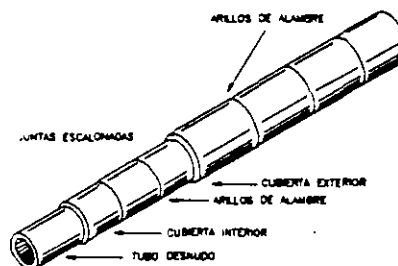
El retorno permite una circulación por termosifón, o forzada con un circulador dentro del sistema del cual puede obtener el agua caliente en forma instantánea, ya que de no contarse con línea de retorno, el agua se enfriaría dentro de las tuberías y tardaría mucho tiempo en obtenerse, ya que habría que 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 TUBPS DE DOBLE ESPESOR CON CUBIERTA A PRUEBA DE CAMBIO DE INTEMPERIE



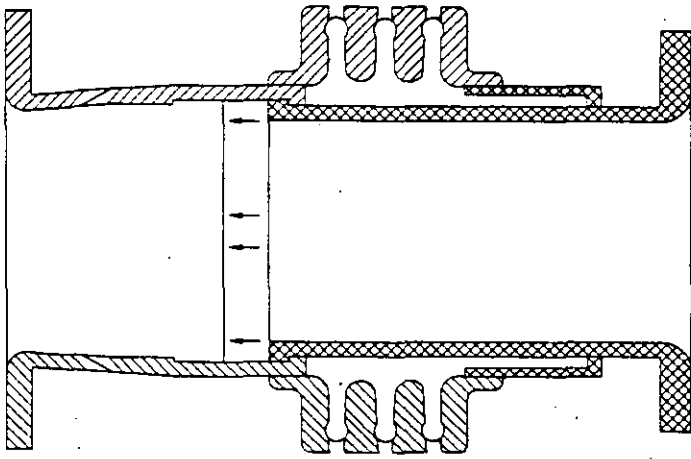
## DILATACIONES

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

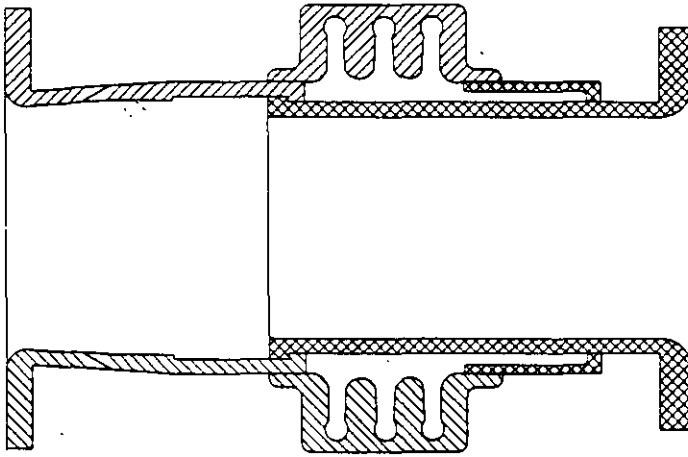
La dilatación en tuberías de cobre es de 1.02 mm/m para 60° C, de temperatura ( 0.17 mm/m/10° C T ), por lo cual hay que evitar grandes recorridos de una línea en tramos rectos.

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 la 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

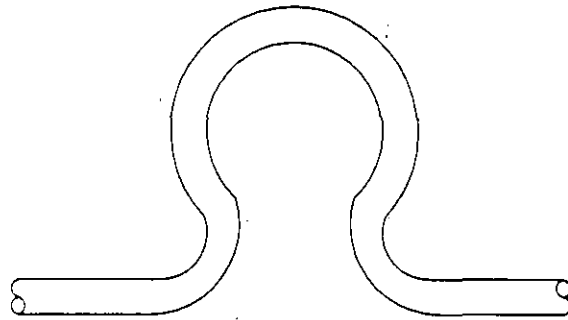


CORRUGADA

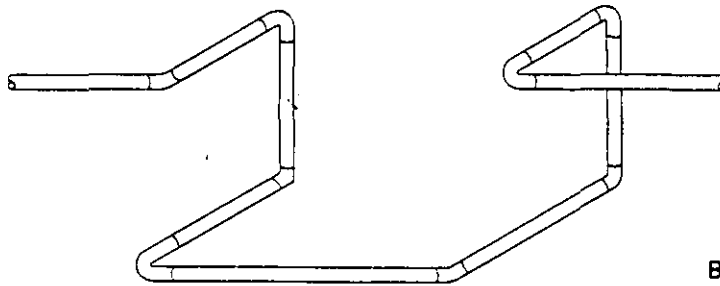


TELESCOPICA

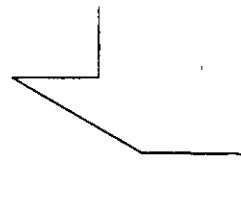
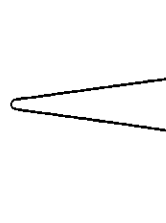
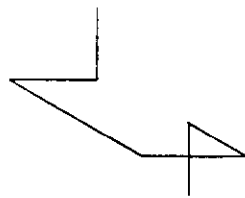
# JUNTAS DE DILATACION



A.- CON TUBERIA



B.- CON CONEXIONES



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 escacés, 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

$$\begin{aligned} \text{Modelo} &= 4.6 \times \text{hab.} - 0.06 \times T \\ \text{Modelo} \times 155 &= \text{Kcal/hora, de entrega} \end{aligned}$$

#### 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.

$$\begin{aligned} G &= 2850 \text{ L/h ( casa departamento de 200 personas )} \\ h &= 4 \text{ horas} \\ T &= 10,000 \text{ litros} \\ T_c - T_f &= 60^{\circ} - 15^{\circ} = 45^{\circ} \text{ C} \end{aligned}$$

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

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

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

$$\begin{aligned} h &= 4 \text{ horas} \\ G &= 430 \text{ L/h} \\ C &= 175 \text{ L/h ( para } T_c \text{ ó } T_f - 45^{\circ} \text{ C )} \end{aligned}$$

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

- c).- Calderas para calentamiento de una alberca con 120 m<sup>3</sup> de 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 ) x 0.6 = 336,000 Btu/h al nivel del mar, o sea 336,000 x 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 MR 750 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 780 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
Chihuahua, Chih.	1423	645	84.9
Chilpancingo, Gro.	1250	658	86.6
Durango, Dgo.	1898	610	80.3
Guadalajara, Jal.	1598	633	83.3
Gaunajuato, 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 (  $\Delta t_g$  ) entre el fluido más caliente y el más frío, (  $\Delta t_p$  ) 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 fría 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:

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

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

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

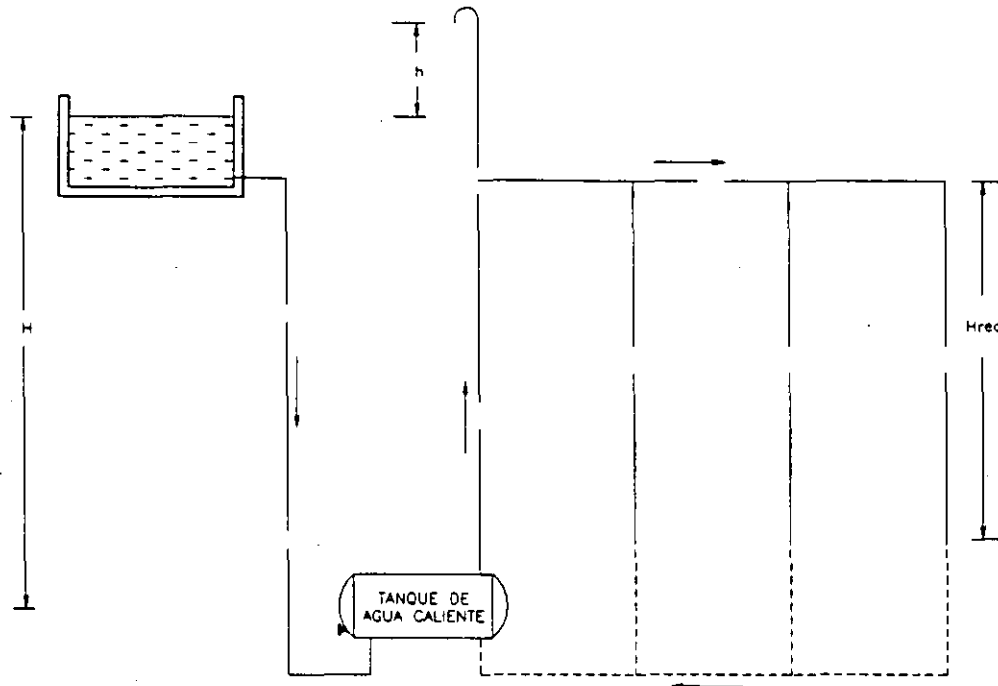
$$C = 3000 ( 60^\circ - 15^\circ ) = 135,000 \text{ Kcal/h}$$

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.

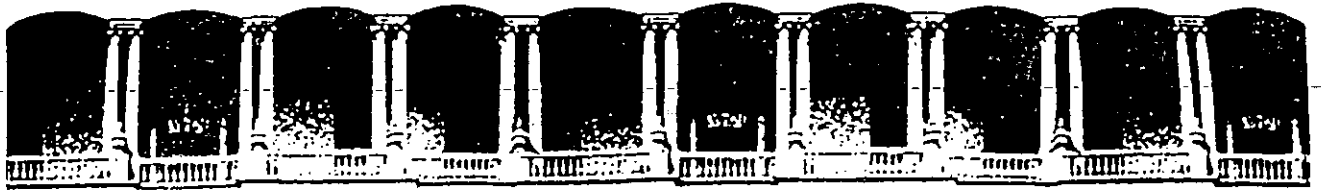
Por lo que toca a la circulación del agua caliente por efecto de termosifón, cuando no hay ningún consumo, se cuenta con una carga aproximada de:

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

En virtud de que el agua pierde aproximadamente  $0.5 \text{ Kp/m}^3$  por cada grado de elevación de temperatura, cuando está entre unos  $50^\circ$  a  $60^\circ \text{ C}$ , siendo ( $t_{mc}$ ) la temperatura media del agua caliente en el tubo de subida y ( $t_{mr}$ ) la temperatura media en la tubería de bajada. Así por ejemplo, si el agua sale del tanque a  $60^\circ \text{ C}$  y retorna a  $40^\circ \text{ C}$ , la caída total de temperatura será de  $20^\circ \text{ C}$  y la diferencia ( $t_{mc} - t_{mr}$ ) será aproximadamente de la mitad ( $10^\circ \text{ C}$ ), 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 ( $0.20 \text{ m}$ ) para una red relativamente grande, se prefiere instalar en el retorno troncal una bomba de circulación controlada por un acuastato regulado a unos  $45^\circ \text{ C}$ .



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

**CURSOS ABIERTOS**

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

**CAPITULO III**

**INSTALACIONES SANITARIAS  
DESAGUES SANITARIOS, DOBLE VENTILACION**

## 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 aseó 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 des -- carga 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.

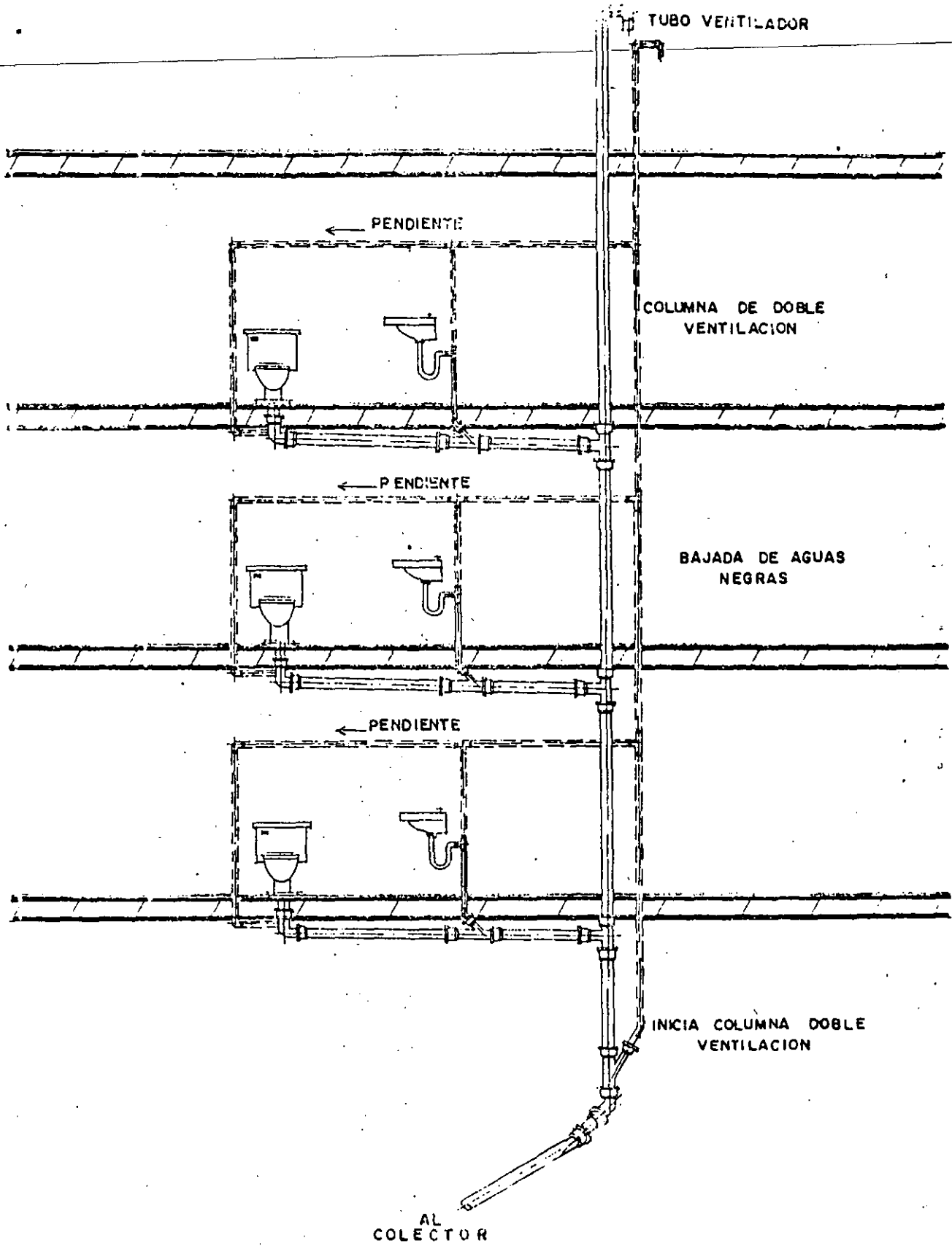
Esta ventilación tiene por objeto permitir la entrada de aire al sistema, facilitando la descarga del mismo, así como permitir la salida de los gases provocados por fermentación de materias orgánicas.

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, concurra 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 basada 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 si pueden conjuntar los dos servicios ( ver hojas de desagues 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 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 adhiriéndose 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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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 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 pero 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 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 lados ( 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  $6 \times 13 = 78 \text{ cm}^2$  y la del redondo  $3.1416 \times 10^{2/4} = 78.54 \text{ cm}^2$ , pero el radio hidráulico del primero es  $78/2 ( 6 + 13 ) = 78/38 = 2.052 \text{ cm}$  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  $100 \text{ mm}/4 \times 4 = 6.25 \text{ mm}$ , y por lo consiguiente el agua correrá mas aprisa por el redondo que por el rectangular, dando mayor velocidad en la proporción de  $( 6.25/5.13 )^{2/3} = 1.14$  y mayor gasto en la proporción  $78.54 \times 1.14/78 = 1.15$  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 uno 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:

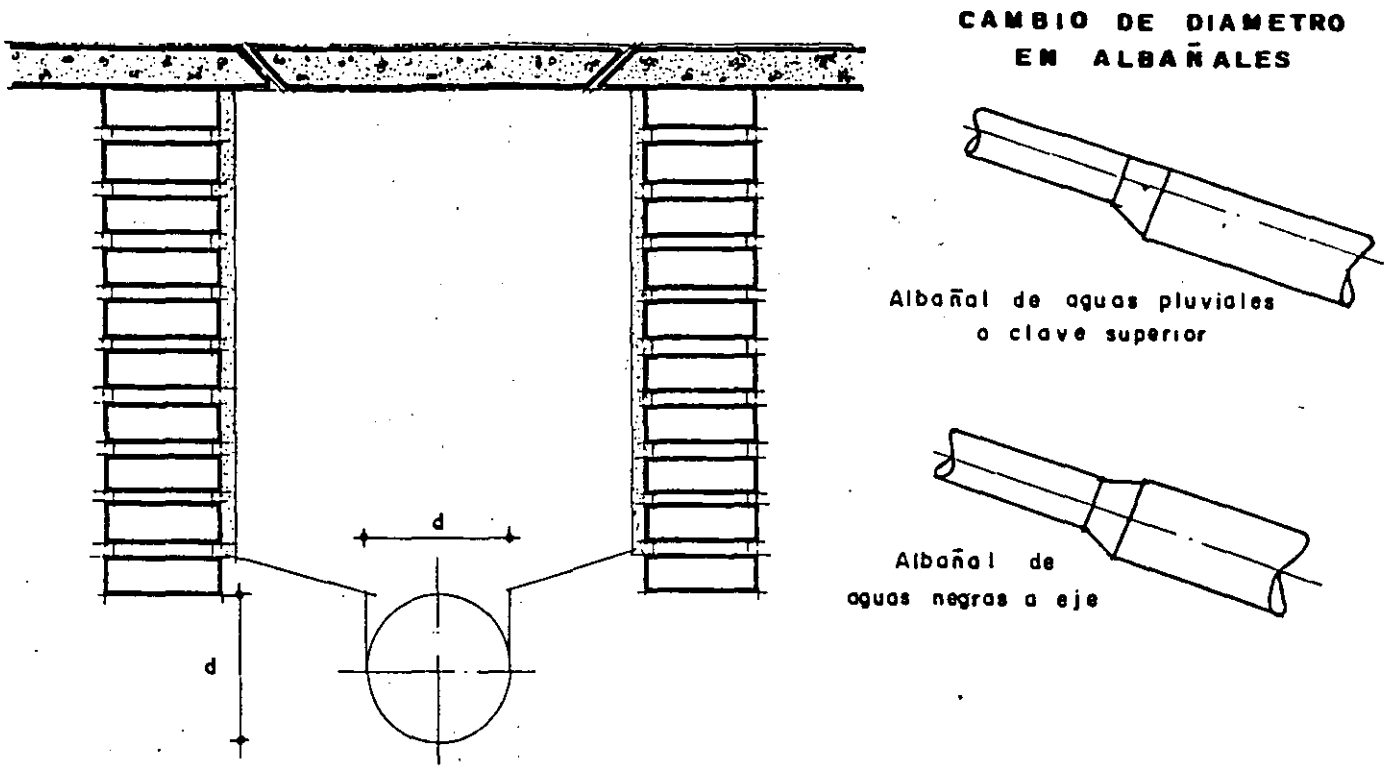
$$a b = D^2 \quad ( 8 )$$

y entonces:

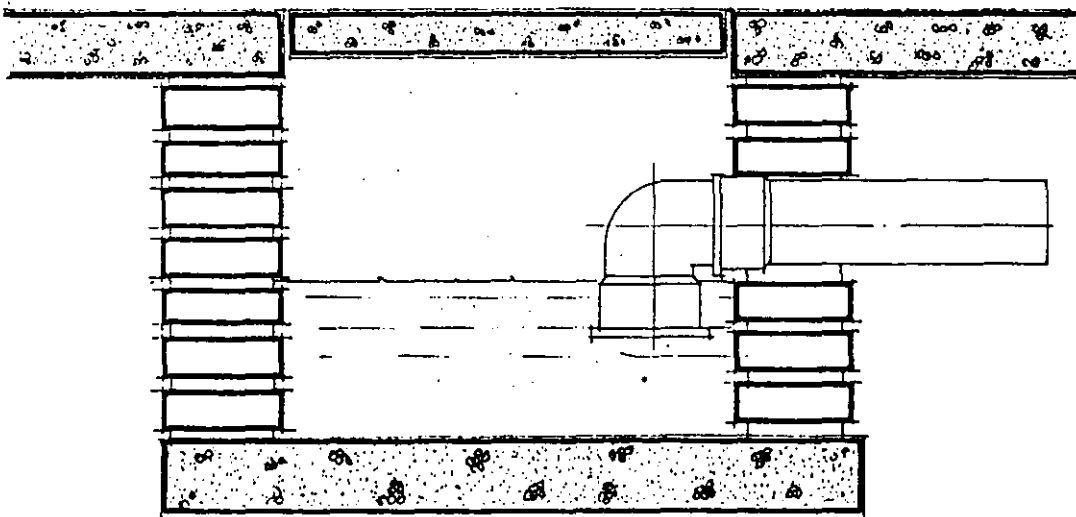
$$b = \frac{D^2}{a}$$

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.
BANO 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 desagüe
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 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " 32mm	1ud	1ud
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " 40mm	2	3
2" 50mm	6	6
2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " 60mm	9	12
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 <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 DESAGÜE 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	150.0	1965	199.5
1930	96.0	1942	120.0	1954	132.0	1966	120.0
1931	128.4	1943	123.6	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	120.0	1960	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	124.8	60.0	38.5	41.0
1949	120.0	93.6	33.0	18.5	26.7
1950	156.0	126.0	47.0	43.3	80.6
1951	120.0	105.0	55.0	35.2	46.3
1952	114.0	60.0	40.0	26.6	31.1
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 esferas 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:

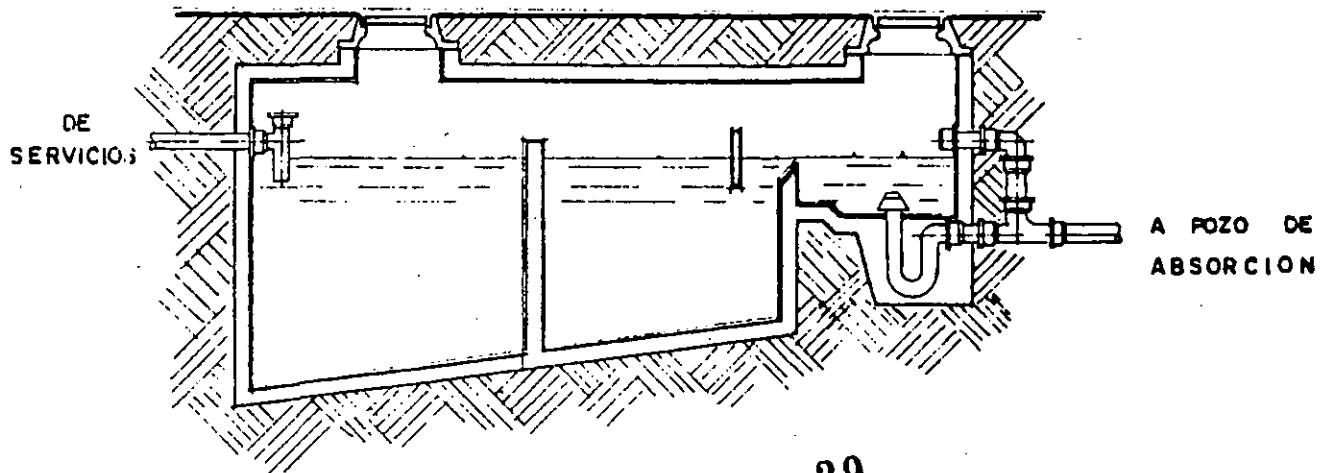
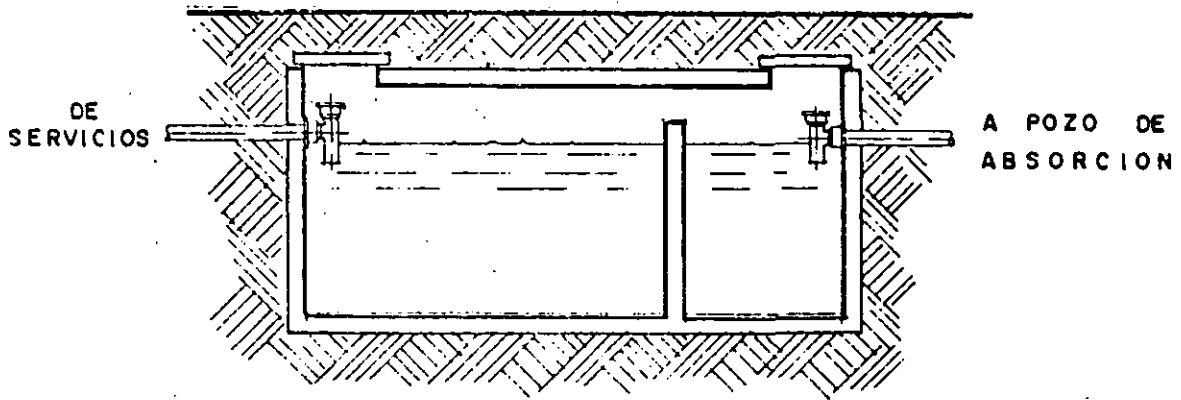
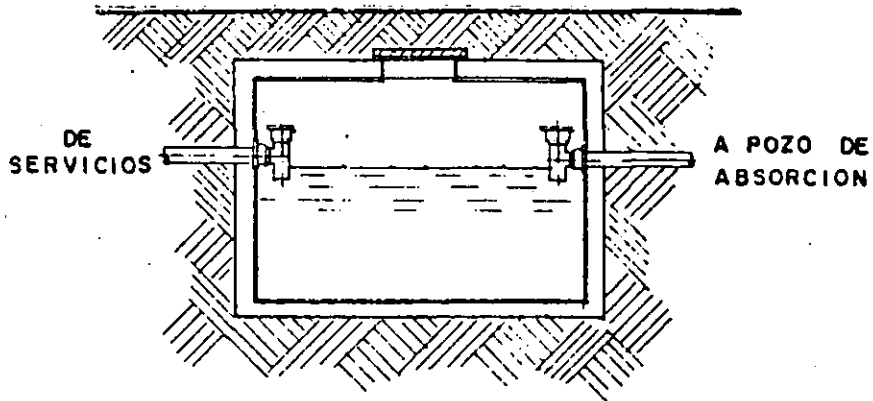
TIEMPO QUE TARDE EL AGUA EN DESCENDER 2.5 cm en minutos	CAUDAL EN ZANJAS DE DRENAJE L x m lineal	CAUDAL EN POZOS DE ABSORCION L x m <sup>2</sup>
---	--	---

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

ELECCION DE DRENES O POZO DE ABSORCION.- Si el suelo es poroso y la cantidad de líquidos es relativamente reducida, lo mas indicado es el pozo absorbente. Para terrenos no porosos, se empleará la red de renos en zanjás de 45 cm de profundidad. Para los terrenos impermeables lo más acertado es formar la red de colectores en zanjás 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.

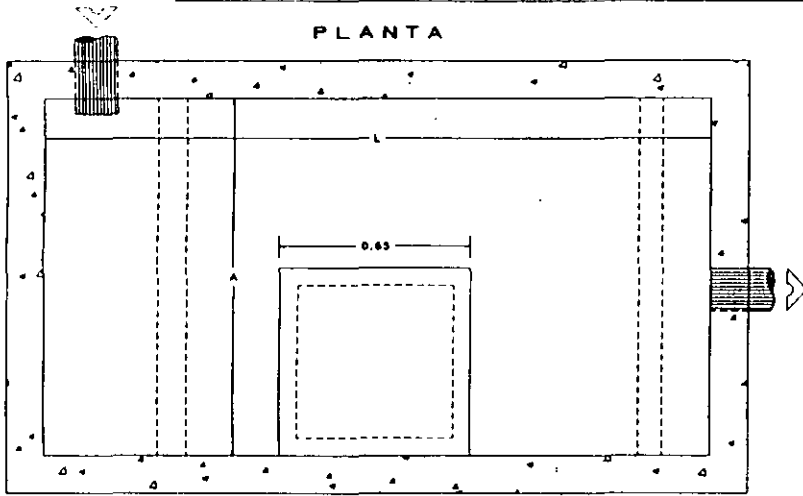
# DIFERENTES TIPOS DE FOSAS SEPTICAS



### CUADRO ESTRUCTURAL

No.	E S P E S O R					CANTIDADES DE MATERIAL					VARILLAS H. 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 HZTL. MURO EXT.			VARILLAS S. EN SENTIDO VERT. MURO EXT.			VARILLAS Y. VERTICAL EN MUROS LGTLES.			VARILLAS W. HZTALES DE MUROS LGTLES.										
	TANQUE	B	C	D	E	m <sup>3</sup> CONCRETO	SACOS DE CEMENTO	m <sup>3</sup> ARENA	m <sup>3</sup> GRAVA	KG ACERO	m <sup>3</sup> ESCAVACION	No.	TAMAÑO	LONG. EN P'	SEP. EN CM	No.	TAMAÑO	LONG. EN P'	SEP. EN CM	No.	TAMAÑO	LONG. EN P'	SEP. EN CM	No.	TAMAÑO	LONG. EN P'	SEP. EN CM	No.	TAMAÑO	LONG. EN P'	SEP. EN CM	No.	TAMAÑO	LONG. EN P'	SEP. EN CM	No.	TAMAÑO	LONG. EN P'	SEP. EN CM			
1	10	15	15	15	25	15	13	22	60	5.4	3	3/8	2.41	30	9	3/8	1.16	25	10	3/8	1.16	25	3	3/8	2.41	30	6	3/8	1.16	25	4	3/8	1.53	30	12	3/8	1.53	17	5	3/8	2.41	30
2	10	15	20	20	40	31	31	51	173	15.5	5	3/8	3.73	30	14	3/8	1.61	25	22	3/8	1.61	25	5	3/8	3.73	28	12	3/8	1.61	18	6	3/8	2.02	25	51	3/8	2.02	11.5	9	3/8	3.73	20
3	10	20	20	25	11.5	60	60	10	31.1	30	6	3/8	4.66	30	14	3/8	1.95	25	35	3/8	1.95	15	8	3/8	4.66	22	21	3/8	1.95	10	10	3/8	2.44	18	41	3/8	2.44	85	16	3/8	4.66	15
4	15	20	25	30	20	104	11	172	677	56	8	3/8	5.83	30	31	3/8	2.48	18	61	3/8	2.48	9	14	3/8	5.83	16	43	3/8	2.48	7.5	21	3/8	2.93	13	72	3/8	2.93	6.5	25	3/8	5.93	11
5	15	25	30	35	30	156	18	26	1107	8.3	11	3/8	6.57	40	45	3/8	2.81	14.5	83	3/8	2.81	7.5	20	3/8	6.57	13	28	1/2	2.81	11	14	1/2	3.30	19	69	1/2	3.30	9	20	1/2	6.57	14

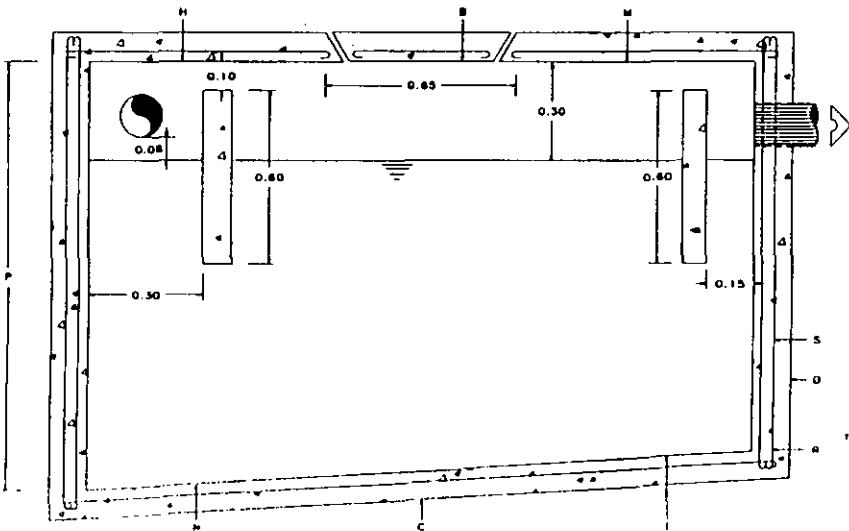
PLANTA



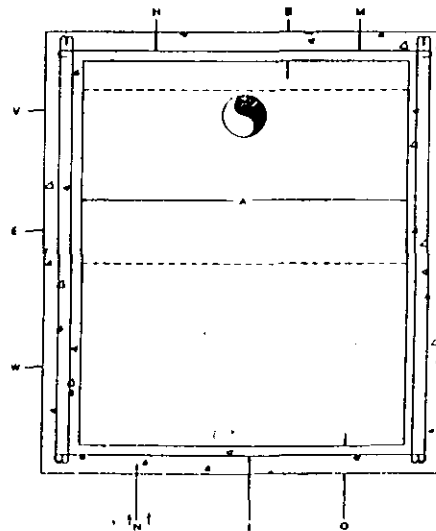
TANQUE No.	NUM. DE PERSONAS	CAPACIDAD DE LA FOSA m <sup>3</sup>	DIMENSIONES			
			A	L	T	P
1	10	1.602	0.85	1.00	0.90	1.26
	15	2.860	1.00	2.25	1.00	1.37
	20	3.093	1.10	2.48	1.10	1.47
	25	4.348	1.15	2.72	1.20	1.58
	30	5.400	1.25	2.88	1.25	1.64
	40	6.912	1.35	3.30	1.35	1.75
2	50	7.790	1.45	3.57	1.45	1.86
	60	10.215	1.50	3.67	1.55	1.87
	80	13.481	1.70	4.15	1.70	2.12
3	100	16.776	1.80	4.50	1.85	2.28
	125	20.828	1.95	4.81	2.00	2.44
	150	24.780	2.10	4.98	2.15	2.59
	175	28.806	2.20	5.30	2.25	2.71
4	200	33.120	2.30	5.87	2.30	2.77
	225	37.128	2.40	5.86	2.40	2.87
	250	41.100	2.50	6.00	2.50	2.98
5	300	49.263	2.65	6.41	2.65	3.14

III-31

CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL



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  $A = Q/v$ , 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  $\text{m}^3/\text{s}$  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.

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

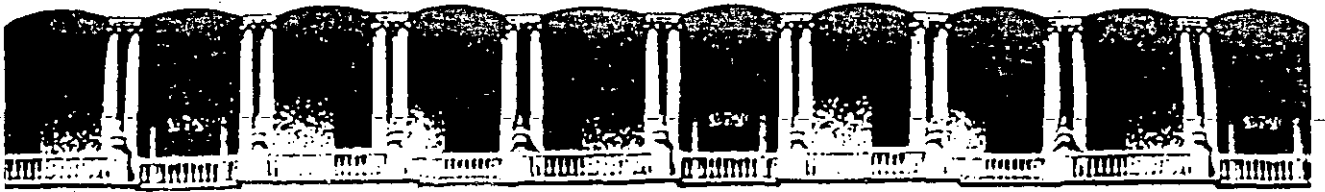
Este resultado es muy aproximado al calculado directamente para tubo de 100 mm lleno a la cuarta parte.



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:

$$v = 10 \left( \frac{19}{150} \right)^{0.4} = 4.39 \text{ m /s}$$

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 HIDRAULICAS, SANITARIAS  
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**CAPITULO IV**

**SISTEMA PLUVIAL**

**MAYO 1994**

## 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 50 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 dicho 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:

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

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 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 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 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 el 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	215
150	0.747	13.199	238	272	317	380	475	634
200	0.905	28.425	512	585	682	819	1,023	1,364
250	1.050	51.539	928	1,060	1,237	1,484	1,855	2,474
300	1.186	83.807	1,509	1,724	2,011	2,414	3,017	4,023
375	1.376	151.950	2,735	3,126	3,647	4,376	5,470	7,294
450	1.554	247.090	9,579	5,083	5,930	7,116	8,895	11,860
600	1.882	532.140	17,367	10,947	12,771	15,326	19,157	25,543
750	2.184	964.840	28,259	19,848	23,156	27,787	34,734	46,312
900	2.466	1569.920	42,599	32,295	37,678	45,214	56,517	75,356
1050	2.733	2366.630	60,821	48,685	56,799	68,159	85,199	113,598
1200	2.988	3378.920	60,821	69,509	81,094	97,313	121,641	162,188
1500	3.467	6126.380	110,275	126,028	147,033	176,440	220,550	294,066

\* \* \* \* \* 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	153,865
1500	3.289	5811.994	104,616	119,561	139,488	167,385	209,232	278,976

**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	567
200	0.809	25.424	458	523	610	732	915	1,220
250	0.939	46.098	830	948	1,106	1,328	1,660	2,213
300	1.061	74.959	1,349	1,542	1,799	2,159	2,699	3,598
375	1.231	135.908	2,446	2,796	3,262	3,914	4,893	6,524
450	1.390	221.004	4,567	5,446	6,304	7,665	9,556	12,608
600	1.683	475.960	15,534	18,171	21,423	26,178	32,715	42,846
750	1.953	862.979	25,275	29,173	34,111	41,384	51,667	67,423
900	2.206	1404.179	38,102	44,886	52,700	64,440	80,550	104,401
1050	2.444	2116.778	54,400	63,545	74,803	91,663	114,204	147,605
1200	2.673	3022.198	80,400	93,171	109,533	134,039	167,799	217,066
1500	3.101	5479.601	138,633	160,723	187,510	231,813	290,266	375,021

\* \* \* \* \* 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	171
150	0.593	10.476	189	216	251	302	377	503
200	0.718	22.562	406	464	541	650	812	1,083
250	0.833	40.908	736	842	982	1,178	1,473	1,964
300	0.941	66.520	1,197	1,368	1,596	1,916	2,395	3,193
375	1.092	120.607	2,171	2,481	2,895	3,473	4,342	5,789
450	1.233	196.122	3,530	4,035	4,707	5,648	7,060	9,414
600	1.494	422.373	7,603	8,689	10,137	12,164	15,205	20,274
750	1.733	765.818	13,785	15,754	18,380	22,056	27,569	36,759
900	1.957	1246.085	22,430	25,634	29,906	35,887	44,859	59,812
1050	2.169	1878.454	33,812	38,642	45,083	54,099	67,624	90,166
1200	2.372	2681.935	48,275	55,171	64,366	77,240	96,550	128,733
1500	2.752	4862.663	87,528	100,032	116,704	140,045	175,056	233,408

**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	166	
150	0.579	10.224	184	210	245	294	368	491	
200	0.701	22.018	396	453	528	634	793	1,057	
250	0.813	39.922	719	821	958	1,150	1,437	1,916	
300	0.919	64.917	1,168	1,335	1,558	1,870	2,337	3,116	
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	9,187	
600	1.458	412.194	13,453	8,479	9,893	11,871	14,839	19,785	
750	1.692	747.362	21,889	15,374	17,937	21,524	26,905	35,873	
900	1.910	1216.055	32,997	25,016	29,185	35,022	43,778	58,371	
1050	2.117	1833.184	47,111	37,711	43,996	52,796	65,995	87,993	
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	227,783	

\* \* \* \* \* 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 m2					
			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	863
250	0.664	32.596	587	671	782	939	1,173	1,565
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	38,466	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 m2					
			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 mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m2					
			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	96
150	0.334	5.903	106	121	142	170	212	283
200	0.405	12.712	229	262	305	366	458	610
250	0.470	23.049	415	474	553	664	830	1,106
300	0.530	37.480	675	771	900	1,079	1,349	1,799
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 mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m2					
			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	16,955	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 EQUIVAL.	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
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
Apan	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
Bataques	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
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  
 E N   B A S E   A   D A T O S   D E   R E G I S T R O   P L U V I A L   S A R H   Y   U N A M

P O B L A C I O N	E S T A D O	mm/h EQUIVAL.	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
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
Huahuapan de León	Oaxaca	150	12.50	0.0417	24.00
Huautla	Oaxaca	150	12.50	0.0417	24.00
Iguala	Guerrero	125	10.42	0.0347	28.80
Irapuato	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Ixtepec	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 Postosí	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 Postosí	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
Novoloato	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	29.00
Orizaba	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Otatitlán	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Paso del Macho	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Pánuco	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Papantla	Veracruz	200	16.67	0.0556	18.00
Pénjamo	Guanajuato	175	14.58	0.0486	21.00
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	29.00
Rayones	Nuevo León	125	10.42	0.0347	29.00



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 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
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**

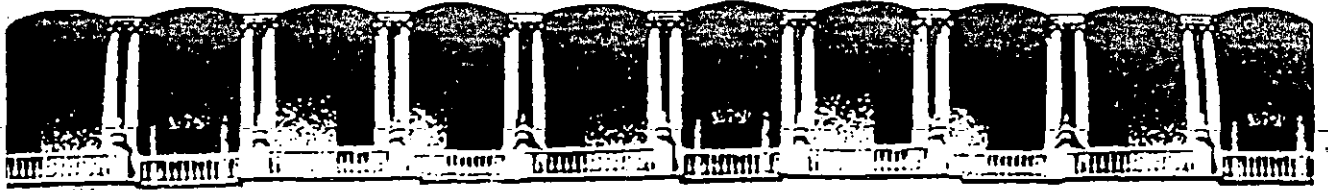
DIAMETRO DE LA BAJADA	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS EN mm/h					
	75	100	125	150	175	200
( mm )	SUPERFICIES A DRENAR EN m2					
50	50	38	30	25	21	19
63	91	68	55	46	39	34
75	148	111	89	74	63	56
100	320	240	192	160	137	120
125	580	435	348	290	248	217
150	943	707	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 HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**I N T R O D U C C I O N**

**TOMADO DE UN ARTICULO DEL  
ING. ALBERTO RODRIGUEZ.**

## EL AGUA

Tomado de un Artículo del  
ING. ALBERTO RODRIGUEZ

La energía solar ocasiona la evaporación de los océanos, lagos, ríos y terrenos húmedo del mundo: al elevarse el vapor producido, se forman las nubes, luego este se vuelve a condensar y se derrama sobre la tierra como una eterna cascada de agua dulce. Si estuviera mejor distribuida, habría agua en todos los rincones del planeta, pero cae en forma tan desigual, que forma desiertos en los cuales casi nunca llueve y selvas en las que llueve a diario.

La abundancia o escasez de agua dulce es uno de los principales factores que determinan la densidad de la población en las diferentes partes del mundo. Se podría pensar que el destino de cada nación fué determinado por accidentes climatológicos. Mucho antes que apareciera el hombre en la tierra. Con lo que se dotó a cada lugar con una porción abundante o escasa de agua.

Será así realmente? no podría considerarse esta cascada de agua dulce como una fuente de recursos? parecería que las dificultades que nos presenta la naturaleza son los caminos que ella elige para obligarnos a la superación.

Los esfuerzos del hombre para distribuir el agua en forma homogénea sobre la superficie terrestres han permitido la existencia de grandes núcleos de población en lugares que de otra manera estarían escasamente poblados.

La historia económica en los desiertos es muy diferente a la de las zonas tropicales, donde hay lluvias muy abundantes durante casi todo el año. Por lo general, se ha retardado o aun evitado el establecimientos del hombre en estas regiones, por su parte, en los desiertos ofrecen algunas ventajas: no sufren la destrucción provocada por las inundaciones propias de las zonas húmedas; ofrecen cierta protección contra la invasión de vecinos hostiles: constituyen lugares de residencia mas sanos que las orilla de los ríos, pues allí pueden enterrarse convenientemente las heces, en lugar

de arrojarlas al agua. Por todo esto, no es extraño que los grupos humanos hayan preferido establecerse en lugares relativamente áridos. Desde los albores de la historia se establecieron grandes imperios en zonas que aun hoy poseen cantidades limitadas de agua dulce.

Para hacer posible la radicación humana en tierras áridas, debe existir un avance considerable en el control, transporte y almacenamiento de agua: es decir, lo que hoy llamamos Ingeniería hidráulica, por medio de la instalación de presas en las pequeñas corrientes se consigue desviar el agua para utilizarla en la irrigación. En muchos lugares esto significa un aumento muy marcado en la producción de alimentos. A medida que las ciudades crecían, el hombre debió aprender a construir acueductos, ya fuera cavados en las rocas o utilizando bloques de piedras, para poder llevar el agua a distancias considerables.

Al dispersarse la raza humana por los diversos continentes e islas, se hizo la importancia del agua. Las tribus errantes usaban los lagos, ríos y corrientes para penetrar en los distintos continentes, otras tribus que se dirigían en sentido contrario se encontraron con una barrera infranqueable por muchos siglos; el océano, algunas se instalaron en la costa durante diez mil generaciones, sin aventurarse lejos de ella o sin soñar siquiera en navegar; otros, al llegar al océano, podían ofrecerles protección permanente contra la agresión de otros seres humanos, cuando se dieron cuenta que esta protección era ineficaz, edificaron la Gran Muralla igualmente ineficiente, en consecuencia, tampoco exploraron el océano.

Sin embargo, otros grupos de mayor inventiva y audacia, construyeron canoas y se dedicaron a viajar de isla en isla, hasta poblar cada una del vasto océano Pacífico

Los grupos primitivos se decidieron a viajar motivados por el deseo de aventuras o por la simple curiosidad de conocer lo que había más allá del horizonte, se establecieron en tres de los siete continentes que conforman la tierra; los que arribaron más tarde, al encontrar el territorio ocupado se trabaron en pequeños o grandes combates con los primitivos habitantes, de estas luchas resultaron destruidas las ciudades, derrumbados los viejos palacios y acueductos. Deshechos los antiguos sistemas de irrigación,

dejando muerte y desolación a su paso, la mas reciente de las innumerables tragedias ocurridas, tal vez la mas triste y de mayor magnitud, ocurrió - cuando los aventureros europeos arrebataron todo el Hemisferio Occidental - a los descendientes de los que lo habían habitado por espacio de 10,000 - años.

Se han olvidado las causas que originaron las grandes emigraciones de la - historia; es posible que los mismos que intervinieron en ellas, no las - hayan entendido bien, no hay ninguna duda de que los cambios en la calidad y cantidad del agua fueron una de estas causas, tal vez se secaron todos los pozos durante una sequía o por el contrario, las precipitaciones fue - ron tan abundantes que se produjeron inundaciones desastrosas cada año o - que las epidémias provocaron tantas muertes que aún en esos tiempos ante - riores al conocimiento científico, se haya evidenciado que la tribu había elegido para establecerse un lugar inadecuado, De cualquier manera, el - agua dulce fué siempre la señal que impulso a seguir adelante, apropiándo - se de mejores tierras, sin que importara quien las poseyera.

En este siglo el hombre ha tomado conciencia de que la sal que contiene el agua de irrigación puede destruir la fertilidad del suelo, en estos casos - sólo resta emigrar o morir.

La tecnología actual impide que la destrucción del terreno por la acción - de la sal continúe por tiempo indefinido. El remedio consiste en contro - lar el nivel de salinidad en las agua de irrigación para que no sea mayor que el requerido, se puede evitar la pérdida de la fertilidad del suelo - ocasionada por la sal, si se dispone de agua de lluvia o de buena calidad - (después de la época de irrigación).

En los suelos de las áreas destruídas por la salinidad del agua de irriga - ción, se han acumulado alcalis y sal durante siglos, los suelos pueden me - jorarse, pero el proceso es lento y costoso, no es posible hacer producti - vo en pocas décadas un terreno que se ha vendido contaminando durante si - glos.

## TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL AGUA

## Fuentes de agua en épocas antiguas

En los tiempos primitivos y como ahora sucede en las regiones áridas subdesarrolladas, cada villa o pueblo tenía su propio pozo. Este, en un principio, era un manantial natural, mucho tiempo antes de la era cristiana. Los pueblos que crecían hasta convertirse en ciudades, que llegaban a tener hasta 1'000,000 de habitantes, debían encontrar recursos mas abundantes de agua ya que desviar una corriente de agua para que pasara por una ciudad era muy costoso, se prefirió usar represas o interceptar una corriente llevando el agua a la ciudad por medio de acueductos.

En Egipto, se usaban canales y reservorios de agua desde el tiempo del éxodo de los hebreos (1,500 A.C.) también existían en esa época grandes sistemas de irrigación en Babilonia, Asiria, las partes más áridas de China y en lo que ahora se conoce como el Medio Oriente. Los Fénicios, en Siria y Chipre construyeron túneles para transportar el agua, la enviaron a depresiones a través de valles y sierra, en lugar de elevarla por medio de arcos como lo hicieron posteriormente los Romanos,

El acueducto del Rey Ezequías, en Jerusalén sigue alimentando a esta ciudad, este acueducto y otro que en la actualidad no se usa fueron edificados en épocas de los reyes. De los acueductos de Grecia se hizo famoso uno cuya sección cuadrada medía 2.4 x 2.4 metros y atravesaba casi una milla de sierras rocosas para llevar agua a la ciudad de Samos.

El acueducto de Hadrián, que surtía a Atenas, permaneció en servicio hasta 1929 el primer acueducto de la ciudad de Roma se edificó en el 312 A.C. quinientos años después hubo otros, en total once, cuya longitud variaba entre 18 y 48 millas y su ancho entre 0.7 y 5 metros cuadrados, los primeros nueve acueductos tenían una capacidad de 130 millones de galones diarios, de los cuales 90 llegaban a la ciudad (70%).

Después de reparaciones adecuadas, se sigue usando hoy en día varios de los antiguos acueductos romanos, el sistema de distribución de agua que se usaba en esa época se emplea todavía.

Parte del agua transportada por medio de estos acueductos se vendía a los revendedores, los cuales la ofrecían en determinados lugares: la otra parte se distribuía por medio de tubos de plomo a las fuentes y edificios públicos.

En la actualidad todo el mundo es consciente de los peligros que entraña el envenenamiento por plomo, especialmente cuando las bebidas se guardan en recipientes de este material, no nos asombra pues, la corta duración de la vida entre las Familias patricias de Roma, ya que estas pensaban que el vino se mantenía mejor cuando se guardaba en recipientes de plomo, efectivamente las bacterias morían por la acción del plomo.

Los romanos edificaron muchos acueductos fuera de Italia, en la ciudad de Segovia, España, aun funciona un acueducto que cruza el valle en dos hileras de arcos, ya no transporta agua pero se usa como carretera. Para construir los acueductos se usaba principalmente a los prisioneros de guerra y los esclavos. Por el bajo costo de su mano de obra, uno de los acueductos romanos mas antiguos fué edificado por los restos del ejército de Pirro, famoso general griego:

Los sistemas para la distribución de agua causan nuestra admiración si se tiene en cuenta que no se poseían los modernos sistemas de construcción y las maquinarias que simplifican el trabajo, ya que no se conocía la dinamita. Para excavar, los esclavos pulverizaban las rocas por medio de rastras o troncos suspendidos; con los extremos recubiertos de meta, que usaban como arietes, las piedras se rompían con métodos largos y tediosos, mientras que los picapedreros modernos usan sierras eléctricas en sus trabajos, sus colegas de la antigüedad empleaban la piedra de esmeril como taladro primitivo; el trabajo era muy simple, realizaban agujeros en las rocas donde insertaban madera seca que al mojarse, presionaba las rocas y las partía; por medio de este método conseguían romper piedras tan duras como el granito y obtenían lajas y bloques cuadrados.

Los antiguos acueductos de Roma cruzaban los valles por medio de arcos y muros en vez de extraer el líquido elemento usando los modernos métodos de presión. El agua fluía, siguiendo una declinación uniforme desde su punto de origen al de desagüe por canales forrados con piedras; tenían además techos de laja para evitar la contaminación. En la construcción de los acueductos-



se evitaba el uso de los sifones, no por que no se conociera sino porque se inutilizaban al atrapar el aire incluido que debía ser eliminado continuamente por medio de bombas de aire, y los romanos nunca tuvieron estos aparatos.

Los ingenieros de esa época debieron darse cuenta de la gran presión que se crea cuando el agua desciende por una zona inclinada dentro de conductos cerrados y que además, los materiales de los cuales disponían no eran los mas adecuados como para resistir semejantes presiones; durante la época de Julio César ya se conocía el cemento, material que ha demostrado su perdurabilidad en los caminos y puentes que existen actualmente; lo preparaban con una mezcla de arcilla y ceniza volcánica que se endurecía al contacto con el agua, su defecto principal consistía en que no era impermeable, tal como sucede en el cemento actual; el agua se filtraba y lo debilitaba gradualmente perdiéndose parte del líquido en su trayecto al lugar de destino.

Los romanos tampoco tenían capas de cemento como las que se usan actualmente para conducir el agua a presión; tampoco sabían transformar el hierro forjado, que es mas fuerte y mas resistente a la corrosión. En esa época no existía el acero y no conocían el arte de producir moldes de hierro o acero de grandes dimensiones, sin tuberías adecuadas la conducción, a presión del agua era absolutamente imposible, la única forma apta para transportar el agua era por medio de acueductos contruídos sobre soportes en el terreno.

El mundo esperaba descubrir el cemento portland, los explosivos modernos, la maquinaria diesel para remover la tierra y la hidráulica (la ciencia de almacenamiento y la conducción de los líquidos), para poder disponer de conductores y de la construcción rápida para que el agua pudiera transportarse bajo presión o por medio de sifones.

Víctimas de la guerra, la arena y el cieno.

Las antiguas instalaciones para el abastecimientos de agua fueron destruídas en las guerras y abandonadas. Los conquistadores al abrasar las tierras por donde pasaban, no se percataban de que al destruir los sistemas de irrigación

hacían lo mismo con la capacidad productiva de los campos.

Al caer Cártago en poder de los romanos (146 A.C.) fué arrasada y cubierta de sal, las generaciones posteriores fueron mas sensatas y la reconstruyeron; sucumbió finalmente cuando fué conquistada 800 años mas tarde por los moros (698 D.C.); se abandonaron los canales de irrigación y se destruyeron sus acueductos que tenían 50 millas de extensión. Al morir la vegetación, las dunas cubrieron toda el área, Este desierto creado por el hombre persiste en la actualidad, pese a que debajo de la capa de arena existe una cantidad abundante de agua dulce, esta área está localizada al norte de Tunez.

en otros desiertos o zonas semidesérticas que se extienden desde el Sahara Occidental hasta Arabia, Rusia Asiática, Mongolia y el desierto de Gobi en China se han abandonado los sistemas de irrigación al no ser protegidos durante un tiempo prolongado se llenaron de arena y pasaron al olvido. En otros casos, se perdió la fertilidad del suelo por una lenta acumulación de sal, esto ocasionó las grandes migraciones humanas.

Los pozos y la colonización del Oeste.

Cuando se colonizó el Oeste de Norteamérica, tomando como punto de partida a Missouri e Iowa, dirigiéndose hacia la costa del Pácifico, se poblaron las distintas regiones de acuerdo a las facilidades que se tenían para encontrar, bombear y conducir el agua, los primitivos colonos se establecieron cerca de los rios que suministraban agua y madera. Los grandes rios posibilitaban el transporte, aunque no muy regularmente, pero los hogares se establecieron lejos de pequeñas comunidades ya que sus fundadores no habían tenido en cuenta la magnitud y frecuencia de las crecidas.

Cada década observó la incorporación de nuevos inmigrantes provenientes de los Estados de este y de Europa a esta zona; ellos se establecían en lugares alejados de los rios; en un principio buscaban manantiales naturales pero luego se decidieron a construir pozos.

Los primeros pozos fueron hechos manualmente por los mismos residentes, a

riesgo de sufrir desmoronamientos, roturas, caídas de los baldes, martillos,, escoplos y piedras.

Además, existía el peligro de los gases que se forman en los pozos, el dióxido de carbono se mantiene indefinidamente en los mismos porque es 50 veces mas pesado que el aire; un excavador que descendía a un pozo lleno de dióxido de carbono moría en un minuto. El ácido sulfhídrico aparecía en los pozos de las regiones ricas en manantiales sulfurosos; si se construía cerca de un yacimiento de carbón o si la fractura de la tierra dejaba escapar gases combustibles existía el peligro de que al mezclarse con el aire y en presencia de alguna chispa o detonante produjera una explosión.

En un principio los baldes que se usaban para subir el agua de los pozos superficiales se subían manualmente, luego se usaron caballos que, dando vueltas alrededor de los pozos, bombeaban el agua para usarla en los campos o poblaciones.

En 1854 se inventó el molino de viento americano, que fué importante para la colonización del oeste como la desmontadora para los cultivos de algodón en el sur, un molino de viento puede funcionar sólo durante semanas debido a que su velocidad se controla automáticamente, una vez que se ha llenado el tanque de superficie, el agua que se bombeo rotorna al pozo.

Las pequeñas locomotoras de las postrimerías del siglo XIX y principios del XX que funcionaba con madera, debían detenerse frecuentemente en busca del agua, que era bombeada por un molino de viento, situado a lo largo de los rieles, el agua obtenida de esta forma se suavizaba en tanques gemelos.

El agua usada en aquellos tiempos no provenía, en su totalidad de los pozos-también se acostumbraba recoger el agua de lluvia en barriles colocados bajo los techos de las casas donde no sólo se recolectaba esta, sino también ranas y juguetes perdidos, pese a todo era un agua bastante potable.

El agua recolectada en los pozos que se cavaban en arroyos desecados para recoger y mantener las últimas gotas de agua de los manantiales, tenía su importancia, una vez que se eliminaban los insectos la espuma verde y las larvas

de los mosquitos, se podía beber.

Al establecerse otros colonos corriente arriba, se hizo menos potable a medida que llegó mas gente, fué mayor la cantidad de desechos que se eliminaba del agua la cual llegaba muy contaminada, los pioneros usaban raramente una simple medida: hervir el agua sospechosa de estar contaminada.

Durante la fiebre del oro en California, el ganado se llevaba desde Saint Joseph y Council Bluff hasta la Costa del Páccifico. Los diarios escritos por los inmigrantes nos cuentan como iban cavando tumbas a lo largo de los caminos, se estima que de 10,000 a 20,000 viajeros descansan en tumbas diseminadas a lo largo de los caminos principales que se dirigían al Oeste, una buena parte de ellas se debía a la fiebre Tifoidea y a la Disenteria, mientras que centenares de bueyes y caballos morían por haber tomado agua de pozos, alcalinos.

Durante esos años el agua era tan escasa que prácticamente cada gota que no se bebía era pasada de unos a otros para su uso. Finalmente, la empleaban en los cerdos y pollos o para regar una pequeña maceta junto a la puerta principal.

Sin embargo, la agonía provocada por la falta de agua era completamente innecesaria, a lo largo del río Platte y sus tributarios donde murieron centenares de seres humanos por haber bebido agua contaminada durante la gran migración hacia el oeste y en otros lugares que se pueden identificar en mapas actuales de recursos hídricos se extendía a gran profundidad un acuífero que llevaba tal caudal, que los miles de pozos que se habrieron posteriormente no han podido disminuirlo, el aprovechamiento de este recurso tuvo que esperar, no solamente el descubrimiento del acuífero sino la invención de la bomba centrífuga (capaz de elevar el agua de una profundidad mayor de 34 pies, que era el límite de las antiguas bombas de succión) y de las modernas locomotoras diesel.

#### EL AGUA DULCE Y EL TERRENO

Explotación y conservación.

Antes de que la raza humana apareciera y se multiplicara sobre la tierra, las fuerzas geológicas, biológicas y químicas habían moldeado los continentes formando una capa de suelo capaz de sustentar el crecimiento de las plantas, este crecimiento vegetal evitó la erosión del suelo al impedir su desgaste por el efecto de las lluvias y las nevadas. A través de los siglos, la vegetación ha contribuido a la formación del suelo cubriéndolo con una capa abundante de humus que se formó por los restos de los vegetales parcialmente desintegrado.

Durante mucho tiempo, el deterioro de los recursos naturales no revistió importancia debido a la vastedad de los mismos y a la escasa población existente.

Los habitantes primitivos eran en su gran mayoría cazadores, el uso del fuego para desbrozar las tierras de pastoreo y conseguir que una nueva vegetación atrajera la caza a esos lugares, originó el deterioro del terreno, el hombre a medida que se civilizaba, aceleró este proceso talando los bosques para obtener madera o carbón y arando las laderas de las montañas para cosechar mas.

Los primeros colonos del hemisferio encontraron grandes extensiones de selvas espesas, llanuras vírgenes y un suelo muy fértil, pero desgraciadamente eran individualistas que sólo pensaban en obtener lo necesario para sobrevivir.

No se dieron cuenta que al cortar los árboles se aceleraba la erosión del suelo que el drenaje y la construcción de diques en los pantanos provocaba la desaparición de la fauna acuática; que la caza sistemática de los animales salvajes producía su extinción y que al arar el suelo de la pradera, este desaparecía llevando por el viento después de una sequía prolongada; desaparecía los bosques y los animales que los habitaban ; los peces morían en las llanuras contaminadas y las aves acuáticas ya no proliferaban en los estanques, praderas y malezas de los alrededores, el mundo de Daniel Boone estaba destinado a desaparecer

~~Al iniciarse el siglo XIX llegaron los primeros exploradores~~ Al iniciarse el siglo XIX llegaron los primeros exploradores ~~allá del Río~~ allá del Río ~~Mississippi~~ Mississippi encontraron lo que Zebulon Pike llamó el Gran Desierto Americano, que se extendía desde el río Missouri hasta el océano Pacífico, ~~des~~ de entonces, se crearon 17 estados en esa árida región en 1964, California era el estado más próspero de la unión americana con 18'000,000 de habitantes, lo que equivale a una población 4.5 mayor que los 13 estados del Atlántico, el agua es aún escasa en esta vasta región, ya que estos 17 estados constituyen una de las zonas más áridas de la tierra, el aumento acelerado de su población acentúa la escasez de agua.

Cuatrocientos años después de la llegada de los europeos a América, las manadas de bisontes se hallan en grave peligro de extinción, nadie parecía darse cuenta de que los recursos naturales eran limitados.

Animales que viven en zonas desérticas.

Las criaturas que viven en zonas desérticas afrontan el doble problema de protegerse del calor y conservar el agua.

Las placas del caparazón de las tortugas actúan como una armadura protectora que conserva el agua y, en caso de las tortugas de colores brillantes que viven en el trópico, sus placas reflejan la radiación, estas ventajas se obtienen eliminando el efecto refrigerante que ejerce la evaporación en la superficie del cuerpo. La naturaleza ha solucionado este problema proporcionándole a la tortuga de Florida un "Tanque de agua" que absorbe suficiente calor durante el día como para mantenerla caliente durante las frías horas nocturnas que esta pasa en el interior de su cueva. En los últimos años algunos habitantes de Florida y Arizona han conseguido el mismo resultado usando tanques de agua encima de sus casas.

Las polillas sobreviven sin agua y las ratas canguros del desierto no reciben más agua después del destete, el asno salvaje del desierto del gobierno y el antílope de desierto aparentemente no beben agua.

El camello puede vivir hasta 10 días sin agua transitando en los primeros días de ese lapso, entre 60 y 100 millas diarias; al igual que las abejas y

los rinocerontes son capaces de obtener agua de las suculentas hierbas que crecen cuando se producen trazas de lluvia o rocío.

El camello tiene varias formas de conservar el agua:

1.- Puede perder la cuarta parte del peso del agua de su organismo antes de que el volumen de la sangre disminuya en un 10 % .

En el caso del hombre, una pérdida similar de agua disminuiría un tercio el volumen de la sangre y su viscosidad aumentaría de tal manera que no le sería posible circular libremente para poder eliminar el exceso de calor del organismo a través de los riñones y la piel; por lo tanto, la temperatura del cuerpo se elevaría y podría ocasionarle la muerte.

2.- El camello, así como otros ruminantes, no necesita eliminar mucha urea en la orina, es interceptada antes de ser eliminada y retorna por medio de la corriente sanguínea a la cadena de cuatro estómagos que tiene el animal donde pasa a formar parte de las proteínas, este hecho extraordinario es realizado con la ayuda de las bacterias que trabajan en el estómago de los ruminantes, dirigiendo la celulosa, de esta manera disminuye el gasto de agua que hace este animal para liberarse de los desechos nitrogenados.

3.- El camello tiene una temperatura orgánica mas flexible que la mayoría de los mamíferos, esta puede elevarse a 105 grados Fahrenheit durante el día y disminuir hasta 93 grados Fahrenheit durante la noche para prepararse al calor el siguiente día.

Hasta hace poco se creía que la joroba llena de grasa era un quinto estómago que servía para el almacenamiento de líquido, se pensaba que la joroba era una fuente de agua, ya que esta se puede conseguir por oxidación de las grasas, pero el proceso de oxidación requiere de la intervención de los pulmones y así, el agua producida por una oxidación rápida es neutralizada en la superficie de los pulmones..

La joroba del camello, mas que una reserva de agua, lo es de energía, en lugar de encontrarse la grasa entre las capas de la piel o fibras musculares como sucede en la mayoría de los mamíferos esta se encuentra reunida en la-

joroba, así no entorpece el proceso de eliminación de calor.

Fuentes de agua para las ciudades modernas.

El 60% de las ciudades depende del agua superficial para el suministro de sus poblaciones, el agua se usa y se vuelve a usar, una y otra vez; pese a todas las precauciones que se toman en las grandes cuencas, las ciudades-populosas contaminan seguido el agua que usaran otras poblaciones que se encuentren mas abajo en la corriente, algunas ciudades usan el agua subterránea obtenida por medio de pozos o galerías de infiltración, túneles casi horizontales que conectan los suministros subterráneos de un lugar montañoso.

Cuando una ciudad posee ambos recursos destina el mas costoso para la época en que aumenta la demanda, el agua subterránea suele ser tan dura que debe suavizarse para poder satisfacer las necesidades domésticas o industriales.

La concentración de las sustancias sólidas disueltas en las corrientes superficiales varia con la estación; es menor en la estación de las crecidas y mayor en momentos de bajante, ya que casi toda el agua proviene de recursos subterráneos, a través de manantiales ocultos. la naturaleza y concentración de las sustancias en un rio dependen del tipo de cuenca que tenga. La vegetación que se encuentra en descomposición puede teñir un rio, los cultivos de las tierras vecinas pueden ceder nitratos, calcio y sales de magnesio, así como pesticidas solubles, las sales de amonio y la urea se filtran sólomente a través del suelo cuando las bacterias las convierten en nitratos.

Los fertilizantes a base de nitratos solubles se hacen insolubles después de ser aplicados en el suelo, por lo que no pasan a los rios.





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

CURSOS ABIERTOS.

INSTALACIONES HIDRAULICAS SANITARIAS Y DE GAS  
PARA EDIFICIOS.

FECHA: DEL 16 AL 29 DE MAYO DE 1995.

TEMA: I. INSTALACIONES DE GAS

ING. FERNANDO BLUMENKRON G.

GRUPO

KRON



fernando f. blumenkron

UNIDAD DE VERIFICACION EN GAS L.P. Y NATURAL, REGS. UVMG - 019DF-A, - 124DF-B, - 229DF-C.  
DIRECCION DE GAS SRIA. DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL



**Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias  
y de Gas para Edificios**

FECHA: DEL 16 AL 29 DE MAYO  
HORARIO: L. A V. 17 A 21 HRS.

**1. INSTALACIONES DE GAS**

*Leyes que rigen a los gases. Aparatos de consumo. Normas y reglamentos. Cálculo y proyecto.*

**ING. FERNANDO BLUMENKRON G.**

**1995**

## **IX.- " INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO PARA GAS L.P. "**

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM 069 SCFI 1994**

### **OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones técnicas y de seguridad mínimas que deben cumplir el diseño, y la construcción de las instalaciones para aprovechamiento del Gas L.P. así como los métodos de prueba para las mismas, en sus clasificaciones, Doméstica, Domésticas Múltiples, Comerciales e Industriales en todo el territorio nacional.

**REFERENCIAS.-** Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Vigentes.

NOM-014-SCFI	MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO TIPO DIAFRAGMA PARA GAS NATURAL O L.P. CON CAPACIDAD MAXIMA DE 14 M <sup>3</sup> CON CAIDA DE PRESION MAXIMA DE 0,125 kPa (12,70 mm COLUMNA DE AGUA).
NOM-018/1-SCFI	RECIPIENTES PORTATILES PARA CONTENER GAS L.P. NO EXPUESTOS A CALENTAMIENTO POR MEDIOS ARTIFICIALES - FABRICACION.
NOM-018/2-SCFI	RECIPIENTES PORTATILES PARA CONTENER GAS L.P. - VALVULAS.
NOM-018/3-SCFI	DISTRIBUCION Y CONSUMO DE GAS L.P. RECIPIENTES PORTATILES Y SUS ACCESORIOS. COBRE Y ALEACIONES. CONEXION INTEGRAL (COLA DE COCHINO) PARA USO DE GAS L.P.
NOM-018/4-SCFI	DISTRIBUCION Y CONSUMO DE GAS L.P. RECIPIENTES PORTATILES Y SUS ACCESORIOS. REGULADORES DE BAJA PRESION PARA GASES LICUADOS DE PETROLEO.
NOM-021/1-SCFI	RECIPIENTES SUJETOS A PRESION NO EXPUESTOS A CALENTAMIENTOS POR MEDIOS ARTIFICIALES PARA CONTENER GAS L.P.- TIPO NO PORTATIL REQUISITOS GENERALES.
NOM-021/2-SCFI	RECIPIENTES SUJETOS A PRESION NO EXPUESTOS A CALENTAMIENTOS POR MEDIOS ARTIFICIALES PARA CONTENER GAS L.P. TIPO NO PORTATIL, DESTINADOS A PLANTAS DE ALMACENAMIENTO PARA DISTRIBUCION Y ESTACIONES DE ABASTECIMIENTO DE VEHICULOS.
NOM-021/3-SCFI	RECIPIENTES SUJETOS A PRESION NO EXPUESTOS A CALENTAMIENTOS POR MEDIOS ARTIFICIALES PARA CONTENER GAS L.P. TIPO NO PORTATIL PARA INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO FINAL DE GAS L.P. COMO COMBUSTIBLE.
NOM-022-SCFI	CALENTADORES INSTANTANEOS DE AGUA PARA USO DOMESTICO GAS NATURAL O L.P.

NOM-023-SCFI	APARATOS DOMESTICOS PARA COCINAR ALIMENTOS QUE UTILIZAN GAS L.P. O NATURAL ESPECIFICACIONES.
NOM-025-SCFI	ESTACIONES DE GAS L.P. CON ALMACENAMIENTO FIJO. DISEÑO Y CONSTRUCCION.
NOM-027-SCFI	CALENTADORES PARA AGUA TIPO ALMACENAMIENTO A BASE DE GASES LICUADOS DE PETROLEO O GAS NATURAL.
NMX-X-003	CALENTADORES DE AGUA PARA ALBERCA A BASE DE GAS NATURAL O L.P.
NMX-L-1	GAS LICUADO DE PETROLEO.
NMX-S-14	APLICACION DE LOS COLORES EN SEGURIDAD
NMX-B-10	PRODUCTOS SIDERURGICOS. TUBOS DE ACERO AL CARBONO CON O SIN COSTURA. NEGROS O GALVANIZADOS POR INMERSION EN CALIENTE PARA USOS COMUNES.
NMX-H-22	CONEXIONES ROSCADAS DE HIERRO MALEABLE CLASE 1,03 MPa (150 PSI) Y 2,07 MPa (300 PSI).
NMX-W-18	COBRE. TUBOS SIN COSTURA PARA CONDUCCION DE FLUIDOS A PRESION.
NMX-E-43	TUBOS DE POLIETILENO PARA CONDUCCION DE GAS NATURAL Y GAS LICUADO DE PETROLEO.
NMX-W-101	COBRE. - CONEXION FORJADAS - SOLDABLES.
NMX-X-002	LATON - CONEXIONES ROSCADAS.
NMX-X-004	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE CONEXIONES UTILIZADAS EN LAS MANGUERAS QUE SE EMPLEAN EN LA CONDUCCION DE GAS NATURAL Y GAS L.P.
NMX-X-006	INDICADORES DE NIVEL DE GAS LICUADO DE PETROLEO Y AMONIACO ANHIDRIDO.
NMX-X-25	CALIDAD PARA VALVULAS DE LLENADO PARA USO DE RECIPIENTES TIPO NO PORTATIL PARA GAS L.P.
NMX-X-026	REGULADOR DE BAJA PRESION CON VALVULA PARA ACOPLAMIENTO DIRECTO.
NMX-X-027	QUEMADORES TIPO CAÑON QUE UTILIZAN GAS L.P. O NATURAL.
NMX-X-029	GAS L.P. MANGUERAS CON REFUERZO DE ALAMBRE O FIBRAS TEXTILES

NMX-X-030	GAS NATURAL O L.P. TERMOSTATO PARA INMERSION EN AGUA CON VALVULA DE SEGURIDAD INTEGRADA.
NMX-X-031	INSTALACIONES DE GAS NATURAL O L.P. VAPOR Y AIRE - VALVULAS DE PASO.
NMX-X-033	TERMOSTATOS UTILIZADOS EN HORNOS DOMESTICOS QUE EMPLEAN GAS L.P. GAS NATURAL O MANUFACTURADO COMO COMBUSTIBLE.
NMX-X-035	ASADORES QUE EMPLEAN GAS NATURAL. GAS L.P. O GAS MANUFACTURADO COMO COMBUSTIBLE.
NMX-X-038	QUEMADORES INDUSTRIALES USO GAS L.P. Y NATURAL.
NMX-X-039	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA HORNOS INDUSTRIALES QUE EMPLEEN GAS NATURAL. GAS L.P. O GAS MANUFACTURADO COMO COMBUSTIBLE.
NMX-X-041	PRODUCTOS PARA MANEJO DE GASES Y COMBUSTIBLES. VALVULAS REGULADORAS DE OPERACION MANUAL PARA QUEMADORES DE GAS L.P. Y/O NATURAL.
NMX-X-049	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA INCINERADORES A BASE DE GAS.
NMX-X-051	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA VALVULAS DE SERVICIO EN LIQUIDOS O VAPORES CON TUBO DE PROFUNDIDAD DE MAXIMO LLENADO EN RECIPIENTES PARA GAS L.P. TIPO NO PORTATIL.
NMX-X-053	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA DISPOSITIVOS DE IGNICION (PILOTOS) DESTINADOS A USOS DOMESTICOS E INDUSTRIALES.
NMX-X-057	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE VAPORIZADORES PARA GAS L.P.

## DEFINICIONES

Para efectos de esta norma, se establecen las siguientes definiciones.

### **Gas licuado de Petróleo (Gas L.P.).**

El combustible en cuya composición química predominan los hidrocarburos propano, butano, sus mezclas, y que contiene como impurezas principales, propileno o butileno, como lo establece la Norma Mexicana NMX L-1 en vigor.

### **Instalaciones de aprovechamiento.**

- a) **Domésticas**  
Las que constan de recipientes portátiles o fijos para almacenar gas y de tuberías apropiadas para conducir gas en fase de vapor a los aparatos de consumo

ubicados en inmuebles destinados para habitación.

- b) **Doméstica múltiple.**  
Las que constan de recipientes portátiles o fijos para almacenar gas y de tuberías apropiadas para conducir gas en fase de vapor a los aparatos de consumo, ubicados en edificios o conjuntos de edificios de departamentos o de casas unifamiliares.
- c) **Comerciales y de Servicios**  
Las que consten de recipientes portátiles o fijos para almacenar gas y de tuberías apropiadas para conducir gas en fase de vapor a los aparatos de consumo ubicados en inmuebles destinados a la comercialización de bienes y/o servicios.
- d) **Industriales**  
Las que consten de recipientes fijos para almacenar gas y de tuberías apropiadas para conducir gas en fase de vapor a los aparatos de consumo ubicados en inmuebles destinados a la realización de actividades industriales.

#### **Recipiente Portátil.**

Envase destinado a contener Gas L.P. con una carga útil máxima de 45 KG y que cumple con la norma NOM-018/1-SCFI.

#### **Recipiente Fijo o Estacionario.**

Envase destinado a contener Gas L.P. y que cumple con las normas NOM-021/1-SCFI, y/o NOM-021/3-SCFI.

#### **Regulador.**

Dispositivo mecánico de acción automática que regula la presión del gas L.P. en fase gaseosa a los valores de la presión permisible o a la máxima proyectada dentro de su capacidad de flujo.

#### **Medidor.**

Dispositivo mecánico de operación automática que cuantifica la cantidad de Gas L.P. en estado de vapor que pasa por un sistema, ya sea en litros o metros cúbicos.

#### **Presión de Diseño.**

La presión de trabajo de un sistema a la que se le han agregado los factores de seguridad considerando todas las características de su operación.

#### **Presión de Trabajo.**

La presión a la que opera el sistema en condiciones normales, con base en las características de diseño de los aparatos de consumo.

**Presión de Servicio.**

La presión manométrica, controlada por regulador, cuyo valor queda establecida por el ajuste de dicho aparato, medida en su salida bajo condiciones de cero flujo.

**Presión de Prueba.**

La presión que debe soportar el sistema sin que se presenten fugas, garantizando su hermeticidad en operación.

**Instalación de Aprovechamiento para Gas L.P.**

La que consta de recipientes para almacenar Gas L.P. portátiles o estacionarios, red de tuberías, válvulas y accesorios de regulación, medición control y seguridad, hasta los aparatos de consumo del gas.

**Unidad de Verificación.**

Personas físicas o morales que hayan sido acreditadas en la especialidad de instalaciones de aprovechamiento ante la Secretaría para realizar actos de verificación de cumplimiento de las Normas correspondientes; en lo sucesivo aparecerá como UV.

**Tuberías de Servicio.**

Aquellas que en su interior conducen Gas L.P. en estado de vapor con presión regulada, cuyo objetivo es alimentar otro regulador de presión, un tanque-trampa o abastecer a los aparato de consumo.

**Tubería de Llenado.**

Aquellas que en su interior conducen gas L.P. en su fase líquido para alimentar el recipiente fijo.

**Aparato de Consumo.**

Aparato en el que se realiza el uso final del aprovechamiento del gas.

**Autotanque Suministrador.**

Recipiente usado para transportar gas L.P. montado en chasis de camión, del cual forma parte integrante en forma permanente, el cual incluye los elementos mecánicos necesarios para realizar el trasiego de gas L.P. en su fase líquido a los recipientes fijos de las instalaciones de aprovechamiento.

**Reglamento.**

El Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1993.

**Secretaría.**

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

## CLASIFICACION.

Las instalaciones de aprovechamiento, por su tipo y nivel de requisitos se clasifican como :

A	DOMESTICA.
BD	DOMESTICA MULTIPLE.
C	COMERCIAL O DE SERVICIOS.
F	INDUSTRIAL.

## GENERALIDADES SOBRE EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DEL GAS L.P.

Sólo personal bajo la dirección y supervisión de las UV pueden construir o modificar instalaciones de gas L.P.

En el diseño y construcción de las instalaciones de aprovechamiento para Gas L.P. se deben seguir las siguientes disposiciones :

Toda instalación de aprovechamiento de gas L.P. a la terminación de la obra, debe ser dictaminada por una UV, y notificarlo por escrito a la Secretaría.

Cuando se requiera modificar o ampliar la instalación una instalación se debe contar previamente con un proyecto dictaminado por una UV.

Para la ejecución de instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P., sólo se deben utilizar recipientes, tuberías y conexiones, mangueras, artefactos de control y de seguridad, quemadores, aparatos de consumo, que cumplan los requisitos señalados por las Normas que les correspondan o hayan sido autorizados por la Secretaría.

Los materiales, accesorios y equipos de origen extranjero requieren que sus especificaciones y características de construcción sean previamente aprobadas por la Secretaría.

Si el equipo, aparato o accesorio es de fabricación nacional y no ha sido expedida la norma correspondiente, la Secretaría puede autorizar su utilización una vez cumplidos los requisitos que ella misma solicite y cuando a su juicio guarden las condiciones de seguridad aceptables.

## GENERALIDADES DE LAS INSTALACIONES DE LAS CLASES A, BD Y C.

El dictamen y notificación de terminación de obra, debe presentarse ante la Secretaría en un solo tanto, conteniendo los siguientes datos.

- a) Nombre del propietario de la casa, edificio o comercio.
- b) Domicilio : calle, número, colonia, código postal, población y entidad federativa donde está ubicada la instalación.
- c) Nombre, domicilio y número del registro de la UV que dictamina la instalación.

La notificación debe ser presentada y acompañada del diagrama isométrico de la instalación de



aprovechamiento conteniendo los siguientes datos:

- a) Localización del recipiente.
- b) Capacidad del recipiente instalado.
- c) Capacidad y presión de salida del o de los reguladores utilizados.
- d) Justificación técnica del sistema de alta presión regulada, en caso de utilizarse.
- e) Especificaciones y consumos de los aparatos. Especificaciones de accesorios de medición, control y seguridad de la instalación.
- f) Especificaciones y dimensiones de las tuberías de llenado, y de servicio.
- g) Cálculo de la tubería en baja por tramos, indicando la máxima caída de presión de la línea. El cálculo de la tubería debe efectuarse considerando flujo isotérmico e incluyendo todos los accesorios instalados en ella para efecto de calcular considerando la longitud equivalente. Para efectos de cálculo, el valor del diámetro de la tubería debe ser el diámetro interior que le corresponda a su medida nominal y material que lo conforme.
- h) Datos sobre el tendido de las tuberías, indicando si estas son visibles, ocultas en muros o subterráneas.
- i) Indicar sujeción o protección especial en caso de que las tuberías lo requieran.
- j) Datos y/o especificaciones de los aparatos de consumo indicando tipo, gasto y ubicación.
- k) En la clase "A" se requiere de croquis de localización de recipientes y aparatos de consumo
- l) En las clases "BD" y "C" es responsabilidad de la UV que dictamine la instalación poner en conocimiento del usuario la obligación del cambio de las válvulas de llenado y relevo de presión a los recipientes cada 5 años y su inspección por medio de ultrasonido cada 10 años, operación que debe efectuar personal especializado bajo la supervisión de una UV.

En las clases "BD" y "C" se requieren planos que indiquen la localización de recipiente (s) aparatos de consumo y trayectoria de tuberías, además los resultados de las pruebas de hermeticidad.

#### **GENERALIDADES DE LAS INSTALACIONES CLASE " F " .**

El dictamen y notificación de terminación de obra, debe presentarse UV ante la Secretaría en un solo tanto conteniendo los siguientes datos:

- a) Nombre del usuario.
- b) Domicilio : calle, número, colonia, código postal y entidad federativa.

- c) Tipo de industria.
- d) Nombre, domicilio y número de registro de la UV que dictamina el diseño y la construcción de la instalación.

Con la notificación a que se refiere el punto anterior, se debe presentar un juego de planos y memoria técnica-descriptiva de la instalación, cumpliendo los requisitos que se señalan en los siguientes puntos.

### **Memoria técnico- descriptiva.**

Este documento debe contener los datos siguientes :

- a) Ubicación de la industria.
- b) Uso específico del gas L.P.
- c) Especificaciones de diseño de la instalación y resultado de los cálculos de los diámetros de las tuberías en alta presión.  
  
El cálculo de la tubería debe efectuarse considerando flujo isotérmico e incluyendo todos los accesorios instalados en ella para efecto de calcular considerando la longitud equivalente.  
  
Para efectos de cálculo, el valor del diámetro de la tubería debe ser el diámetro interior que le corresponda a su medida nominal y material que la conforme.  
  
Para líneas conduciendo gas en alta presión regulada, debiendo ser presiones absolutas.
- d) Localización y capacidad del o de los recipientes instalados, indicando sus accesorios, zona de protección, distancias, capacidad de vaporización, iguales datos del vaporizador, si se proyecta su uso.
- e) Cálculo de la vaporización que proporcione el o los recipientes.
- f) Descripción de la trayectoria de la tubería, a partir del recipiente de almacenamiento, indicando si esta enterrada o adosada en muro, clase y dimensiones, protección con que se cuenta y color de pintura, justificando este, en caso de ser diferente al reglamentario.
- g) Presión de salida y capacidad de los reguladores así como la presión a la que deben funcionar los aparatos de consumo.
- h) Descripción de los aparatos de consumo, tipo y gasto.
- i) Descripción de los aparatos y accesorios de control y seguridad para los aparatos de consumo.
- j) Descripción del sistema empleado para desalojar los gases de la combustión de Gas L.P.
- k) Descripción de equipo contra incendio.

- l) Si se emplea combustible sustituto, mencionar el tipo, depósitos del mismo y la localización de éstos.
- m) Existencia, en su caso, de fluidos que puedan reaccionar peligrosamente con el gas L.P.
- n) El programa de mantenimiento a que deberá estar sometida la instalación, incluyendo frecuencia y tipo de servicio a ejecutar.

En los planos se debe presentar :

- a) La localización de la industria en un croquis de dimensiones que sea accesible para los fines indicados.
- b) Un plano en planta, a escala, indicando la localización de los recipientes, vaporizador, aparatos de consumo, equipo contra incendio, tendido de tuberías. En su caso los recipientes de combustible sustituto y/o los depósitos de otras materias inflamables o explosivas que se encuentren a una distancia menor de 15 m de los recipientes para Gas L.P. estacionarios.
- c) Diagrama isométrico de la instalación, mostrando los recipientes, tuberías, accesorios y aparatos de consumo, usando la simbología aprobada.

En la notificación se debe ingresar los parámetros y resultados de las pruebas de hermeticidad.

Es responsabilidad de la UV que dictamine la instalación, poner en conocimiento del usuario la obligación de llevar una bitácora con la información correspondiente a la operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos, haciendo el señalamiento de que ésta debe permanecer en las instalaciones a disposición de las autoridades competentes que lo soliciten.

Así mismo es responsabilidad de la UV que dictamine la instalación poner en conocimiento del usuario la obligación del cambio de las válvulas de llenado y relevo de presión a los recipientes cada 5 años y su inspección por medio de ultrasonido cada 10 años, operación que debe efectuar personal especializado, bajo la supervisión de una UV.

## **LOCALIZACION DE RECIPIENTES.**

### **REGLAS GENERALES.**

Los recipientes deben estar a salvo de golpes y maltrato, protegiéndolos adecuadamente con topes o defensas firmes.

Los recipientes se deben colocar a la intemperie, en sitios con ventilación natural a salvo de riesgos que puedan provocarse por concentración de basura, combustibles u otros materiales inflamables.

El sitio de localización debe estar libre de objetos que impidan el acceso directo, fácil y permanente hasta los recipientes.

Los recipientes tipo intemperie se pueden colocar sobre estructuras o plataformas hechas expreso, debidamente sustentadas y ancladas y no pueden instalarse en forma subterránea.

Se prohíbe colocar los recipientes en el interior de cuartos, recámaras, descanso de escaleras, áreas en construcción, marquesinas, ménsulas, repisas, fachadas exteriores de los edificios, cubos, azotehuelas o cualquier área o espacio que carezca de ventilación natural y en patios de servicio interiores de departamentos aún y cuando cuenten con ventilación natural.

Se pueden colocar recipientes portátiles en recintos cerrados bajo la responsabilidad del usuario, en los siguientes casos :

Cuando este destinado a uso temporal para fines de demostración, siempre que la capacidad del recipiente no sea mayor de 5 kg por aparato.

Para equipos integrados, siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- a) La capacidad máxima del recipiente sea de 10 kg.
- b) Que los recipientes queden instalados dentro de un gabinete de material incombustible.
- c) Que se use regulador de baja presión con válvulas de acoplamiento integral para uso con gas L.P. conforme a la norma NMX-X-026.

Para realizar trabajos industriales temporales, bajo la responsabilidad y vigilancia del jefe de los operarios que los realizan, si se cumplen los siguientes requisitos.

- a) Que los recipientes estén en posición vertical.
- b) Protegidos y alejados de fuentes de temperaturas elevadas.
- c) Ubicados en sitios en que no pueden sufrir golpes o maltrato.
- d) Cuando no estén en uso, deben colocarse a la intemperie con la válvula cerrada y protegidos conforme el criterio establecido en esta norma.

Los muros o divisiones que estén localizados junto a recipientes deben ser de materiales no combustibles.

El sitio donde se coloquen los recipientes debe tener espacio suficiente para permitir el movimiento fácil de los operarios que efectúen las operaciones de cambio, llenado o reparación que sean necesarias con la mayor seguridad, evitando maniobras peligrosas.

La distancia mínima entre recipientes portátiles es de 0,50 m. del paño de un recipiente a otro. La distancia mínima entre un recipiente portátil y uno fijo es de 3,0 m. si existe entre ellos un muro de altura mayor a la posición de la válvula del recipiente portátil, esa distancia puede reducirse a criterio de la unidad de verificación.

La instalación que conste de varios recipientes fijos debe tener espacios libres y seguros para su operación con una distancia mínima de 1 m. entre recipientes hasta de 5 000 lbs. y 1,5 m. entre los de capacidad mayores. Las medidas son a paño de recipientes.

Los recipientes deben colocarse a una distancia mínima de 3 m de: puertas, ventanas, succión de aire acondicionado o ventiladores, entradas de animales y/o mascotas, flama, boca de salida de chimenea, motores eléctricos o de combustión interna, anuncios luminosos, ventanas de sótanos, interruptores y conductos eléctricos que no estén protegidos, puertas o ventilas de casetas de elevador, fuentes de chispas o calor o cualquier otro riesgo no especificado. La distancia se medirá del paño del recipiente a

**IX (10)**

la abertura, ventila, ventana o puerta por la cual el gas pudiera llegar a la fuente de ignición.

La capacidad del recipiente fijo debe calcularse en función del consumo del usuario, del ciclo de llenado y de la capacidad de vaporización natural del recipiente en la condición más desfavorable previsible.

Los recipientes en general se deben colocar sobre piso firme y nivelado: cuando los recipientes fijos de instalen en azotea, a ésta se le determinara previamente su resistencia reforzándola en caso necesario.

Cuando la capacidad del recipiente o la capacidad acumulada de un grupo de recipientes sea de 20 000 lts o superior, la UV previo estudio de las condiciones particulares determinará la protección requerida.

Está permitido interconectar dos o hasta 4 recipientes en su zona de vapor de alta presión por medio de un múltiple de tubo de acero al carbono cédula 80 o cobre rígido tipo "L" con salida a uno o dos reguladores de primera etapa, respetando las distancias horizontales entre los recipientes con tolerancia máxima del 10%

Esta permitido interconectar dos o hasta 4 recipientes en su zona de líquido siempre y cuando sean de la misma capacidad, esten nivelados en sus domos con una tolerancia del 2% del diámetro del recipiente. En caso de recipientes de diámetro diferente, deben nivelarse a sus máximos llenados, respetando las distancias horizontales entre recipientes.

En los recipientes interconectados en su zona de líquido, debe existir una línea de intercomunicación en la zona de vapor independiente de la línea de servicio.

#### **LOCALIZACION DE RECIPIENTES PORTATILES EN INSTALACIONES DOMESTICAS.**

Se deben tomar en cuenta las reglas generales de localización de recipientes que correspondan y además las siguientes:

En edificios de departamentos, los recipientes deben instalarse en azoteas, junto a muros o bien, junto a pretilas de una altura no menor de 0,60 m.

Con el fin de evitar riesgos por maniobras peligrosas, los recipientes podrán instalarse según lo siguiente:

- De hasta 20 kg en cualquier elevación.
- De 30 kg hasta un máximo de 7 m de altura sobre nivel de la calle.
- De 45 kg únicamente en planta baja.

En casas habitación deben instalarse en el lugar que ofrezcan las mejores condiciones de ventilación y se escogerá ese sitio precisamente en el siguiente orden de preferencia.

- a) Azoteas planas que tengan acceso adecuado y seguro mediante escalera inclinada permanente, no aceptándose escaleras de caracol ni tipo marino.
- b) Patios o jardines que den a la calle.
- c) Terraza y otro sitios similares.

Cuando los recipientes estén localizados en patios, jardines o sitios similares que den a la calle, se deben contar con ventilación en forma permanente y una protección contra vehículos que se muevan en áreas próximas a ellos.

El sitio escogido debe contar con ventilación permanente, que permita la mayor rapidez de dilución del gas en caso de escape.

Los recipientes portátiles se podrán instalar bajo escaleras exteriores.

## **LOCALIZACION DE RECIPIENTES FIJOS EN INSTALACIONES DOMESTICAS.**

Debe cumplir con lo indicado en las reglas generales y las que se indican a continuación.

En los edificios de departamentos se deben colocar en las azoteas preferentemente: en caso contrario la unidad de verificación justificará su ubicación en otro lugar.

Los recipientes fijos colocados en azoteas deben permitir el acceso libre y permanente entre ellos, sin que implique maniobras arriesgadas para llegar al sitio de su emplazamiento.

En las casas habitación se debe instalar en el sitio que ofrezca las mejores condiciones de ventilación, escogiendo el sitio en el siguiente orden de preferencia.

- a) Azoteas planas con escalera que permita el acceso rápido y seguro.
- b) Azoteas inclinadas, siempre y cuando el tanque quede nivelado, con acceso rápido y seguro, y permanente.
- c) Terrazas y otros sitios similares.
- d) Patios y jardines que den a la calle. En este caso el sitio de ubicación y confinamiento debe contar con puertas o ventías inferiores que permitan la ventilación permanente y con protección contra vehículos que se muevan en áreas próximas al recipiente.

Se prohíbe circundar el recipiente por muretes macizos, los muros que se usen, por razones estéticas, deben contar con ventilación en la parte inferior, o claros de separación entre ellos de 1,0 m máximo y no deben cubrir más de tres lados del recipiente, dejando el cuarto libre.

## **COMERCIALES. LOCALIZACION DE RECIPIENTES PORTATILES EN INSTALACIONES.**

Para la ubicación de estos recipientes se toman en cuenta las reglas generales y las siguientes:

No se permite la instalación de recipientes en lugares de tránsito de personas.

Para el cambio de recipientes, no se debe pasar con ellos por lugares destinados al público o por lugares en que se encuentren instalados aparatos de consumo de gas L.P. o áreas con flamas abiertas.

## **LOCALIZACION DE RECIPIENTES FIJOS EN INSTALACIONES COMERCIALES Y DE SERVICIO.**

Se debe tener en cuenta las reglas generales aplicables y las siguientes:

Cuando la capacidad total de los recipientes fijos concentrados en un sitio, exceda de 5 000 l y este sitio se localice en áreas densamente pobladas o concurridas, la UV señalará las medidas adicionales de protección que deban adoptarse tales como alambrado circundante, etc.

Cuando por la localización del recipiente, se manifieste un riesgo probable en determinada dirección, se deben construir bardas u otros medios efectivos para encauzar la ventilación hacia zonas no peligrosas.

## **LOCALIZACION DE RECIPIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES.**

Se deben tomar en cuenta las generales y las siguientes:

Las distancias horizontales entre los recipientes son por lo menos de 1 m. para capacidades hasta de 5 001 y de 1,5 m. como mínimo, para capacidades mayores.

Las distancias, con relación a construcciones y linderos del terreno, se determinan tomando en cuenta los riesgos probables de vecindad y sirviendo sólo como base el criterio que se expresa en la siguiente tabla.

CAPACIDAD NOMINAL (1)	DISTANCIA (m)
hasta 500	1.00
de 501 a 2 000	3.00
de 2 001 a 5 000	5.00
de 5 000 lts en adelante	15.00

Se pueden reducir las distancias señaladas, cuando las condiciones de seguridad sean satisfactorias por la localización, colindancias, ausencia de riesgos o facilidad de acceso, a criterio de la UV.

En almacenajes cuya capacidad individual o acumulada sea igual o mayor de 90 000 l. se deben instalar sistemas de enfriamiento por aspersion, independientemente de los sistemas de seguridad para control de emergencias que se requieran a criterio de la UV.

Para el enfriamiento por aspersion, se deben aplicar los criterios para determinar la capacidad de almacenamiento de agua, el flujo y la presión de bombeo indicados en la NOM EM 001 SCFI 1993 en vigor o la que la sustituya.

Cuando los recipientes o la estructura que los soporte se encuentren en lugares de tránsito de vehículos, deben contar con zona de protección circundada con altura no menor de 0,60 m. y con claros de 1,5 m. como máximo entre postes. La distancia mínima del recipientes a la protección es de 2,0 m. El murete, en caso de ser de concreto debe tener de un espesor de 0,20 m.

Deben contar con alambrado o rejillas similares que circunden la zona de protección, dejando paso libre y permanente para personas, cuando menos en dos lados.

Cerca de los accesorios de control se deben instalar letreros alusivos que señalen los riesgos. Es obligatoria la existencia de un sistema de extinción de fuego, localizado fuera de la zona de protección de los recipientes, pudiendo ser extinguidores o hidrantes a criterio de la UV.

## **INSTALACION DE TUBERIAS.**

Reglas generales para el cálculo y la instalación de tuberías.

Se entiende por baja presión regulada aquella controlada por regulador y que se encuentre en el rango de 2,74 kPa (28 grf/cm<sup>2</sup>) con una tolerancia máxima del 5%.

Se entiende por alta presión regulada, cualquier presión controlada por regulador, que sea superior a 2,74 kPa (28 grf/cm<sup>2</sup>).

Todas las instalaciones, en cuanto a tuberías y accesorios, deben calcularse de tal manera que cumplan con los requerimientos de la demanda. Es aceptable calcularlas considerando únicamente propano como fluido conducido.

Los cálculos de la caída de presión para las instalaciones en baja presión regulada se rigen por la fórmula del Dr. Pole.

Para el cálculo de las tuberías conduciendo alta presión regulada, podrán utilizarse otras fórmulas para manejo de gases, siempre y cuando éstas consideren el carácter compresible del gas L.P.

Las tuberías deben calcularse empleando las longitudes equivalentes, es decir, incluyendo todas las conexiones, válvulas y accesorios colocados en la misma, con sus respectivos valores equivalentes en tubería recta.

La caída de presión máxima admisible en las tuberías conduciendo baja presión regulada es del 5% de la presión de servicio. Los resultados se expresan hasta el tercer decimal, redondeando los siguientes.

La caída de presión admisible en las tuberías conduciendo alta presión regulada, será aquella en la que la presión final sea suficiente para garantizar el correcto funcionamiento del regulador o aparatos de consumo que alimente.

Se pueden usar mangueras de construcción especial que cumplan con la norma correspondiente siempre y cuando su longitud no exceda de 1,5 m. por aparato.

Las mangueras no deben pasar a través de paredes, divisiones, puertas, ventanas o pisos, ni quedar ocultas o expuestas a daños físicos.

En los sitios donde sean previsibles esfuerzos mecánicos, desalineamientos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales, se debe dotar de flexibilidad a la tubería mediante rizados, curvas omega, y/o conexiones.

Las tuberías adosadas a la construcción, se deben sujetar cada 3 m. con soportes, grapas adecuadas, o abrazaderas, que permitan la dilatación.

Las tuberías que atraviesan claros o que por condiciones especiales de diseño quedan separadas de la construcción, deben estar soportadas y sujetas adecuadamente.

Deben quedar a salvo de daños mecánicos cuando crucen azoteas, pasillos o lugares de tránsito de personas y se deben proteger de manera que se impida su uso como apoyo al transitar.

Queda prohibida la instalación de tuberías que atraviesen recámaras o cuartos de estar, sótanos, huecos



formados por plafones, cajas de cimentación, cisternas, entre-suelos: abajo de cimientos, cimentaciones, de pisos de madera o losas; en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimenea, conductos de ventilación o detrás de zoclos, lambrines de madera y de recubrimientos aparentes decorativos.

Se permite la instalación de tuberías en sótanos, exclusivamente para abastecer los aparatos de consumo, que en ellos se encuentren.

Es obligatorio instalar en dicha tubería, una válvula de cierre manual en un punto de fácil acceso fuera del sótano y otra antes de cada aparato, así como un manómetro con el rango adecuado permanentemente entre ellas.

Estas tuberías deben ser visibles, y el sótano debe contar con ventilación natural o forzada.

Cuando las tuberías recorran ductos, éstos deben ser adecuados para el propósito y quedar ventilados permanentemente al exterior, cuando menos en ambos extremos.

Las tuberías, salvo que se les aisle apropiadamente, deben quedar separadas 0,20 m. como mínimo, de conductores eléctricos y de tuberías para usos industriales, que conduzcan fluidos de alta temperatura.

No se deben instalar bajo tuberías que conduzcan fluidos corrosivos ni cruzar ambientes corrosivos.

Cuando se requiera alimentar aparatos de consumo ubicados en ambientes corrosivos, la unidad de verificación estudiará cada caso en forma específica, y seleccionará y especificará los materiales y la protección adecuados.

En las instalaciones que utilizan tuberías para conducir fluidos que, combinados con el Gas L.P. pueden presentar un riesgo previsible, la unidad de verificación debe adoptar las medidas de seguridad que estime pertinentes.

Se debe dejar taponado todo extremo de tuberías destinada a conectar aparatos cuando éstos no queden conectados, aún cuando antes de tal extremo se cuente con válvula de cierre de cualquier tipo. Los tapones deben ser los adecuados para el propósito, no admitiéndose tapones improvisados. El consumo del aparato propuesto, debe ser considerado dentro del proyecto.

En tubos rígidos no se permiten dobleces que tengan como propósito el evitar el uso de las conexiones correspondientes.

Toda tubería, exceptuando la de cobre flexible, que conduzca gas L.P. en estado de vapor debe pintarse de color amarillo, si conduce gas L.P. en fase líquido el color rojo, en líneas de retorno de fase líquido verde.

Por razones de estética se permiten otros colores para las tuberías instaladas en fachadas, pero en este caso se identifican con etiquetas o con los colores reglamentarios en un lugar visible y accesible, en una dimensión mínima de 0,10 m.

La unión de tubería de acero se hace por medio de roscas, bridas, juntas deslizables o soldaduras de fusión de arco eléctrico. Las conexiones soldables deben cumplir los requisitos de la norma aplicable.

En la unión de tuberías por medio de roscas, se deben emplear sellantes conforme a la norma aplicable que no se afecten con la acción del gas.

Las tuberías de cobre rígido se deben unir mediante conexiones que cumplan los requisitos de la norma

aplicable, unidas con soldadura de estaño, en proporción de 95% de estaño y 5% de plomo.

Las de cobre flexible mediante conexiones roscadas y avellanadas.

Todas las tuberías enterradas en patios o jardines, deben estar a una profundidad de 0.60 m. como mínimo, proporcionándole además la protección mecánica adecuada.

Las de acero negro o galvanizado se protegerán contra la corrosión con el medio adecuado, tomando en cuenta la naturaleza química del subsuelo y/o su resistividad eléctrica.

Dependiendo de la longitud de la tubería y la importancia de la instalación, deben utilizarse materiales bituminosos, fibra de vidrio, felpa, cinta plástica o protección catódica.

Todas las tuberías subterráneas u ocultas deben contar con indicaciones de su existencia, mediante cintas impresas o letreros alusivos.

La tubería debe contar con coples aislantes en los puntos donde aflore. La entrada de la tubería a la construcción debe ser visible.

### **TUBERIAS DE SERVICIO OCULTA PARA CONDUCIR GAS A UNA PRESION DE 2,74 kPa (28 grf/cm<sup>2</sup>)**

Se prohíbe el uso de uniones intermedias en tramos rectos menores de 6 m. que no tengan desviaciones.

No se considera oculto el tramo que se utiliza para atravesar muros macizos siempre que su entrada y salida sean visibles.

Se consideran aceptables las tuberías que recorren muros en cualquier dirección y las instaladas en ranuras hechas en tabique macizo o tendidas en tabique hueco sin ranurar, pero ahogadas en concreto. Cuando la trayectoria de la tubería sea horizontal en muro, la ranura debe hacerse como mínimo a 0,10 m. sobre el nivel del piso terminado.

Cuando la tubería se localiza sobre losas, se permite la instalación de éstas ahogadas en la parte superior de la losa, siempre y cuando no sea la planta baja de edificios de departamentos.

Las tuberías ocultas son aceptables siempre y cuando los aparatos de consumo se encuentren alejados de los muros y si el piso de la planta baja es firme, sin celdas ni cajas de cimentación.

### **TUBERIAS DE SERVICIO EN ALTA PRESION REGULADA**

Se prohíbe la instalación de tuberías conduciendo alta presión regulada en el interior de recintos para uso doméstico, exceptuando aquellas destinadas a abastecer a aparatos de consumo que trabajen a dicha presión ubicados en el interior de dichos inmuebles.

En instalaciones comerciales e industriales, se autoriza el uso de alta presión regulada en el interior de recintos, siempre y cuando estén identificadas con los colores de norma y el usuario cuente con personal capacitado, avalado por la UV, encargado de la vigilancia y mantenimiento permanente de tales instalaciones, que garantice su conservación.

Las tuberías de alta presión regulada, en interiores o exteriores, deben estar localizadas en forma tal que

se reduzcan al mínimo los riesgos, siguiendo las reglas aplicables.

Debe contar con protección contra daños mecánicos y para las tuberías tendidas en interiores, se escogerán los sitios que ofrezcan las mejores condiciones de ventilación.

Las tuberías visibles que conducen gas a alta presión regulada deben ser de cobre rígido tipo "L" o de acero galvanizado cédula 40 o superior.

Toda tubería que conduce el gas a alta presión regulada, debe estar alejada a una distancia no menor de 0,20 m. de las de otros servicios tales como: ductos, líneas de corriente eléctrica o de teléfonos, tuberías que conduzcan fluidos corrosivos o a alta temperatura, así como cualquier otro que represente riesgo.

Tratándose de instalaciones domésticas, domésticas múltiples y comerciales, las tuberías pueden ser subterráneas en patios y jardines, si se cumplen los requisitos enumerados en las tuberías de servicio ocultas pero visibles al exterior en todo su recorrido por el resto de la construcción.

### **TUBERIAS DE LLENADO Y RETORNO DE VAPORES.**

Las tuberías de llenado y de retorno de vapores (cuando se use) para recipientes fijos, podrán ser de acero cédula 40 si la construcción es por soldadura. Para tubería roscada se usará cédula 80 y conexiones para 20,59 MPa (210 kgf/cm<sup>2</sup>).

Cuando no estén expuestas a daños mecánicos se puede utilizar cobre rígido Tipo "L" o "K".

### **TENDIDO Y LOCALIZACION.**

Deben instalarse por el exterior de las construcciones y ser visibles en todo su recorrido.

No se considera oculto el tramo que sólo atraviese muro macizo. Si el muro es hueco, la tubería debe ahogarse con concreto en la parte que se aloje en el muro, o en su caso, las tuberías deben enfundarse.

Salvo que se les aisle apropiadamente, deben quedar separadas 0,20 m. como mínimo de conductores eléctricos y de tuberías para usos industriales que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura. No deben cruzar nunca en sitios con ambientes corrosivos.

Las bocas de toma se sitúan al exterior de las construcciones a una altura no menor de 2,5 m. del nivel del piso terminado, y a una distancia mínima de 3,0 m. de cualquier fuente de ignición.

Se prohíbe localizarlas a nivel de la banquetta, áreas cerradas o cubos de luz.

El tendido de la tubería de llenado en su bajada desde las azoteas, deben hacerse por las fachadas de la construcción o las paredes laterales no colindantes con otra propiedad. En los casos especiales que esto no sea posible, la UV debe proyectar la solución adecuada que provea la máxima seguridad.

Se omiten las tuberías de llenado, siempre que la manguera del autotank, en todo su recorrido quede a la vista de las personas que llevan a cabo la maniobra de llenado y en los siguientes casos.

Cuando el recipiente a llenar este localizado en sitio de acceso directo para el autotank suministrador.

Cuando el recipiente no este en sitio de acceso directo para el autotank suministrador, pero se puede llegar a éste con la manguera sin añadirle tramos adicionales y siempre que todo el tendido de la manguera se haga a la intemperie sin pasar por recintos cerrados.

Que estando el recipiente localizado en azotea se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Que la azotea tenga una altura no mayor de 7 m sobre el nivel 0 + 000 de banqueta.
- b) Que el sitio de ubicación del recipiente sea accesible y alejado del paño frontal de la construcción no más de 10 m.
- c) Que el lugar de paso de la manguera esté libre de obstáculos y que de existir cables de alta tensión, anuncios eléctricos o flamas de cualquier naturaleza, la distancia a que se encuentren elimine la posibilidad de riesgo normal.
- d) Que el tendido de la manguera desde el autotank hasta la fachada de la construcción se haga sobre el nivel del piso.

Las tuberías de llenado de líquido deben contar con los siguientes accesorios.

Válvula de control manual para una presión de trabajo de 2,758 MPa (28,12 kgf/cm<sup>2</sup>) inmediatamente después del acoplador con cuerda ACME del tanque.

En la boca de toma, una válvula de acción manual para una presión de trabajo de 2,758 MPa (28,12 kgf/cm<sup>2</sup>) y una válvula automática no retroceso, sencilla o doble, con cuerda ACME para recibir el acoplador.

Válvula de relevo de presión hidrostática localizada entre las dos válvulas de cierre manual, en la zona más alta de la tubería, cuya calibración de apertura debe ser de 2,704 MPa (27,57 kgf/cm<sup>2</sup>).

Queda prohibido el uso de válvulas de servicio para recipiente portátil para esta aplicación.

Una tubería de purga, controlada con válvula de control manual, que termina hasta sobresalir en lugar bien ventilado y orientada en forma tal que sean mínimos los riesgos causados por el gas purgado.

Cuando existan dos o mas bocas de llenado juntas, estas deben estar debidamente identificadas.

La instalación de tubería de retorno de vapor será optativa a juicio de la UV. Cuando se requiera su instalación, deben estar dotadas de los siguientes accesorios.

Inmediatamente después del acoplador, dotado de cuerda ACME y unida al recipiente, una válvula de cierre manual para una presión de trabajo de 2,758 MPa (28,12 kgf/cm<sup>2</sup>).

En la boca de la toma una válvula de cierre a mano para una presión de trabajo de 2,758 MPa (28,12 kgf/cm<sup>2</sup>) y una válvula automática combinada formada con una de exceso de flujo y una de no retroceso.

#### **LINEAS DE LLENADO MULTIPLE.**

Todas las líneas de llenado múltiple deben cumplir con los requisitos señalados para las líneas de llenado sencillas, en cuanto a su tendido y localización.

*IX (18)*

Las líneas de llenado múltiple no pueden atravesar juntas constructivas.

Todos los recipientes que estén abastecidos por una línea de llenado múltiple deben encontrarse en una misma construcción.

Una línea de llenado múltiple debe abastecer solamente un tipo de usuario, quedando prohibido compartirla.

No se aceptan líneas de llenado múltiple para abastecer instalaciones clase "A".

La boca de la toma de llenado debe marcarse con un rótulo visible que identifique el sistema y explique su uso.

### **MEDIDORES VOLUMETRICOS DE VAPOR.**

La instalación de medidores es opcional a criterio de la UV y de las necesidades del usuario. En caso de no instalarse, se debe colocar una válvula de corte de operación manual antes de cada departamento.

En caso de requerirse deben instalarse en lugares con ventilación natural, de manera que las operaciones de lectura y de mantenimiento se puedan hacer con facilidad.

Se deben instalar debidamente soportados y precedidos por una válvula de control, pudiendo ser de orejas para candado, y una tuerca unión tanto en la entrada como a la salida o una sola si la entrada y salida están combinadas.

Se deben instalar fuera de los departamentos, agrupados en sitios de libre acceso (azoteas, patios bien ventilados o lugares similares), y marcarse cada uno con el número del departamento correspondiente.

Para compensar la pérdida de presión que sufre el gas a su paso por los medidores, es aceptable el elevar la presión de ajuste del regulador de baja presión en 0,127 kPa (1,27 grf/cm<sup>2</sup>).

### **REGULADORES.**

Toda instalación de aprovechamiento debe contar al menos con un regulador de presión, debidamente soportado.

Cuando en la instalación se utilice vaporizador, el (los) regulador (es) de presión se deben instalar conforme al diseño de la UV.

Cuando en la instalación se use regulador de una sola entrada, éste puede conectarse directamente a la válvula de servicio del recipiente mediante punta pole, pigtel o cualquier otro medio que asegure la hermeticidad de la conexión.

En recipientes estacionarios, el tubo de cobre flexible a que se refiere el párrafo anterior debe ser tipo "L" con longitud no mayor de 0,50 m. En los recipientes portátiles sus características se ajustarán a la norma correspondiente.

Si se utilizan dos recipientes portátiles, la conexión de sus respectivas válvulas al regulador con entrada doble debe hacerse mediante conexión flexible, con las características que señale la norma correspondiente.

Si se tiene sólo un recipiente portátil y se conecta a un regulador con doble entrada, la abertura no utilizada de éste debe obturarse con tapón roscado apropiado.

Si por razones de operación se utiliza más de un recipiente portátil a cada lado del regulador de presión, la conexión entre recipientes debe hacerse mediante múltiple de acero cédula 80 para uniones roscadas y cédula 40 si las uniones son soldadas, pudiendo utilizarse también tubo de cobre rígido tipo "L" y conexiones adecuadas

El múltiple debe estar sujeto a la pared o tener un soporte que garantice su estabilidad.

Dicho múltiple recibe mediante válvulas de servicio a las conexiones flexibles que partan de las válvulas de los recipientes.

El extremo del múltiple debe estar dotado de una válvula de control.

Los reguladores de presión, en las instalaciones clases "A" y "BD", se deben localizar a la intemperie.

Cuando por razones de proceso en instalaciones comerciales o industriales sea indispensable su instalación en recintos cerrados, debe dotarse de un tubo que conecte el escape de la válvula de seguridad o ventila con el exterior ventilado.

Los reguladores siempre se instalarán precedidos de una válvula de cierre de operación manual.

La capacidad y ajuste de los reguladores deben ser apropiados al servicio que vayan a suministrar.

La capacidad de los reguladores debe satisfacer la demanda máxima de la instalación por abastecer.

En instalaciones domésticas, comerciales y de servicios, la máxima presión de salida de los reguladores de primera etapa o primarios aceptable, es de 0,147 MPa (1,5 kgf/cm<sup>2</sup>).

En caso de que las necesidades de la instalación de aprovechamiento requieran una presión mayor en las tuberías de servicio conduciendo alta presión regulada, la UV debe especificar y justificar la presión requerida.

En tuberías conduciendo alta presión regulada, deben estar provistos de manómetros con el rango adecuado conectado al cuerpo del propio regulador o en la tubería inmediata a éste.

## **APARATOS DE CONSUMO.**

El gasto por aparato se determina, siempre que sea posible, directamente de las especificaciones del fabricante o bien basándose en el diámetro del orificio de las espreas (ver anexos 1 y 2).

Además de las válvulas de control que se instalen para comodidad de los usuarios deben usarse las siguientes.

Una válvula de corte antes de cada aparato de consumo.

Cuando las condiciones de la instalación y los aparatos no permiten la colocación de una válvula de corte accesible para cada aparato, se debe instalar una válvula de corte mediante la cual se cuente con el medio para controlar la totalidad de los aparatos.

En instalaciones clase "C" y "F" se debe instalar una válvula de cierre general de operación manual, localizada en forma visible, claramente identificada y de fácil acceso.

Cuando no sea posible cumplir con estos requisitos de localización en el interior, se coloca en el exterior en las condiciones señaladas. En este caso se debe proveer el medio adecuado para evitar que manejen esta válvula personas ajenas al servicio del usuario.

Cuando los aparatos de consumo son de uso colectivo (escuelas, laboratorios, sanatorios, etc.), se instala una válvula de operación manual para el cierre general del servicio en un lugar visible, de fácil acceso y claramente identificada para que sea operada en caso de emergencia.

Todo aparato de consumo se debe localizar en forma tal que se tenga fácil acceso al mismo y a sus válvulas o llaves de control.

Cuando los aparatos son instalados en el interior de construcciones el sitio elegido para localizarlos debe permitir una ventilación satisfactoria, que impida que el ambiente se vicié con los gases provenientes de la combustión y sin que se presenten corrientes de aire excesivas que puedan apagar los pilotos o quemadores.

Cuando los aparatos de consumo se instalen en recintos cerrados (nichos, cuartos de máquinas, etc.), es obligatorio instalar chimenea o tiro directo hasta el exterior para desalojar los gases de la combustión, así como proveer los medios adecuados para permitir la entrada permanente de aire del exterior en cantidad suficiente que el funcionamiento del quemador sea eficiente.

Se prohíbe instalar calentadores de agua en cuartos de baño, closets, recámaras y dormitorios.

La localización de estos aparatos se debe efectuar preferentemente a la intemperie o en sitios al aire libre permanentemente ventilados, debiendo observarse las recomendaciones del fabricante.

La localización de los calefactores debe reunir los siguientes requisitos:

Los que se instalen en recámaras y dormitorios deben ser de "tipo ventilado" cuyo diseño permita desalojar al exterior los gases de combustión.

Los móviles se conectan a la tubería fija usando manguera con una longitud máxima de 1,50 m.

Para estufas domésticas no fijas, es obligatoria la instalación de un rizo de tubo de cobre flexible cuya longitud no debe exceder de 1,5 m.

## **VAPORIZADORES.**

Los vaporizadores se deben instalar en sitios de fácil acceso, alejados de materiales combustibles, libres de basura, sobre una base firme de concreto o metálica, adecuadamente sustentados y observando las instrucciones del fabricante.

Las distancias mínimas al vaporizador que deben respetarse, son las siguientes:

6,0 m al recipiente de gas L.P. Puede reducirse hasta 3,0 m. si se adoptan otras medidas de seguridad a criterio de la UV.

6,0 m de la boca de la línea de llenado.

Las distancias mencionadas en los incisos anteriores se miden entre los puntos mas cercanos de los elementos.

Las tuberías que se usen para conectar las zonas de líquido y de vapor del recipiente fijo, a las correspondientes del vaporizador, si es roscada, deben ser de acero cédula 80 y conexiones para una presión de trabajo de 20,59 MPa (210 kgf/cm<sup>2</sup>) o tubería y conexiones cédula 40 si es soldada, no se permite tubería de cobre.

En todo tipo de aparatos, en la tubería de líquido que parte del recipiente fijo, en sitio inmediato a la válvula de exceso de flujo del recipiente, se debe instalar una válvula de cierre para una presión de trabajo de 2,758 MPa (28,12 kgf/cm<sup>2</sup>), y otra de igual tipo en un punto inmediato antes del vaporizador.

En el tramo de esta tubería en el que el líquido pueda quedar atrapado por las válvulas mencionadas, debe instalarse un colador y una válvula de relevo hidrostático calibrada para abrir a una presión de 2,758 MPa (28,12 kgf/cm<sup>2</sup>).

La localización y orientación de la válvula debe ser tal que al producirse el relevo de presión, la descarga se haga al ambiente libre, sin bañar directamente al recipiente o al vaporizador.

Inmediatamente después del vaporizador, conectada directamente al intercambiador de calor, se debe instalar una válvula de relevo de presión, calibrada para abrir a 1,717 MPa (17,51 kgf/cm<sup>2</sup>) e interconectada a la tubería de salida del vaporizador pero alejada de este por lo menos 3,0 m. si esta en posición vertical o 6,0 mts si se instala en posición horizontal.

En la tubería de vapor se deben instalar las válvulas de cierre para una presión de trabajo de 2,758 MPa (28,12 kgf/cm<sup>2</sup>), una en sitio inmediato a la salida del vaporizador y otra en un punto inmediato antes del recipiente trampa o bien en un punto inmediato a la entrada del regulador, según se haya proyectado.

En todos los casos, entre ambas válvulas, se debe instalar un manómetro con rango de 0 a 2,059 MPa (21 kgf/cm<sup>2</sup>)

En todos los aparatos, un tanque que funcione como trampa para líquidos, pudiendo ser instalada antes o después del cuadro de regulación.

En el lugar en que este instalado el vaporizador debe haber un letrero legible que indique los siguiente:

**"PELIGRO : ESTE APARATO SOLO DEBERA SER OPERADO Y MANTENIDO POR PERSONAL CAPACITADO "**

Es obligatorio contar con equipo contra incendio, ya sea extintores o hidrantes, como medida de protección destinada exclusivamente al sistema recipiente-vaporizador.

#### **PRUEBA DE HERMETICIDAD.**

Toda tubería que conduzca gas, en cualquier fase, debe ser objeto de prueba de hermeticidad antes de ponerla en servicio.

Las tuberías ocultas o subterráneas deben probarse antes de cubrirlas.

Para efectuar las pruebas a baja presión, se debe usar gas L.P., aire o gas inerte.



Para las pruebas a mayores presiones se debe usar sólo aire y/o gases inertes.

Queda terminantemente prohibido la utilización de oxígeno en estas pruebas.

Las tuberías que conduzcan gas a baja presión se deben probar como sigue:

Antes de conectar los aparatos de consumo, las tuberías deben soportar una presión manométrica de 49,03 kPa (500 grf/cm<sup>2</sup>) registrada por medio de un manómetro con el rango adecuado, durante un período no menor de 10 minutos, sin que el manómetro registre caídas de presión.

Con los aparatos de consumo conectados a las tuberías y con sus válvulas de control cerradas, se efectúa una segunda prueba, en la que las tuberías y accesorios de control de los aparatos de consumo, deben soportar una presión manométrica de 2,74 kPa (28 grf/cm<sup>2</sup>) durante un período no menor de 10 minutos, sin registrarse ninguna caída de presión.

Las tuberías que conducen gas en alta presión regulada, en la prueba deben soportar una presión manométrica no menor de dos veces la presión de trabajo, durante un lapso mínimo de 24 horas, sin evidenciar caída de presión.

La prueba de hermeticidad para las líneas de llenado (líquido y vapor) y de vaporizadores (alta presión no regulada) se efectuará en la tubería con todos sus accesorios instalados, exceptuando las válvulas de relevo de presión, debiendo soportar una presión de 1,765 MPa (18 kgf/cm<sup>2</sup>) durante un período no menor de 24 hrs. sin evidenciar caída de presión alguna.

En todos los casos, una vez que el manómetro registra la presión requerida, la fuente de presión debe desconectarse del sistema, antes de medir la duración de las pruebas.

Cuando se haya utilizado aire o gas inerte para las pruebas de hermeticidad, después de éstas, se purgarán las tuberías antes de ponerlas en servicio.

Una vez hecho lo anterior se hace en encendido de pilotos y quemadores, asegurándose que estos y los aparatos funcionen correctamente, verificándose mediante jabonadura o cualquier otro medio adecuado, que no haya fugas en los aparatos estando en funcionamiento, es decir, encendidos.

La UV debe informar por escrito a la Secretaría sobre los parámetros de presión, tiempo y resultados de la prueba de hermeticidad. Dicho escrito además debe contener la firma del constructor y la del dueño o usuario de la instalación aceptando la ejecución y los resultados de la prueba. Este documento se adjunta al dictamen correspondiente.

**EQUIPO DE SEGURIDAD.**-La obligatoriedad de contar con equipo contra incendio, ya sean extintores o hidrantes como medida de protección, es exclusiva para las instalaciones comerciales, de servicio e industriales.

**SIMBOLOGIA.**-Para uniformar los proyectos, se sugiere la utilización de los símbolos descritos en las tablas que se adjuntan. Es facultad de la unidad de verificación usar la simbología que crea adecuada siempre y cuando incluya los códigos de identificación en los dibujos correspondientes.

## CONSUMO DE PROPANO EN ESPREAS ANEXO 1

Valores expresados en m<sup>3</sup>/h al nivel del mar, considerando Propano puro con una capacidad calorífica de 88 268 BTU/m<sup>3</sup> equivalente a 22 244 kCal/m<sup>3</sup> y una presión en la esprea de 2,739 kPa 27,94 (grf/cm<sup>2</sup>).

La gravedad específica del gas L.P. se toma como  $s = 1,53$  considerando la gravedad específica del aire  $s(\text{aire}) = 1,0$

### CONSUMO DE PROPANO EN ESPREAS

Esprea	m <sup>3</sup> /h	Esprea	m <sup>3</sup> /h	Esprea	m <sup>3</sup> /h
0,008	0,0050	62	0,114	39	0,781
0,009	0,0065	61	0,120	38	0,811
0,010	0,0079	60	0,126	37	0,851
0,011	0,0095	59	0,133	36	0,895
0,012	0,0113	58	0,139	35	0,954
80	0,0143	57	0,150	34	0,973
79	0,0166	56	0,170	33	0,013
78	0,0200	55	0,213	32	1,060
77	0,0260	54	0,239	31	1,135
76	0,0310	53	0,279	30	1,301
75	0,0350	52	0,318	29	1,620
74	0,0400	51	0,354	28	1,552
73	0,0450	50	0,388	27	1,636
72	0,0490	49	0,420	26	1,716
71	0,0530	48	0,456	25	1,772
70	0,0620	47	0,479	24	1,834
69	0,0670	46	0,517	23	1,885
68	0,0760	45	0,530	22	1,950
67	0,0810	44	0,562	21	2,004
66	0,0860	43	0,624	20	2,055
65	0,0970	42	0,690	19	2,180
64	0,1020	41	0,727	18	2,263
63	0,1080	40	0,756		

En el sistema internacional de Unidades (SI),  
1 kWh = 3 413 BTU = 860,5 kcal

## ANEXO 2

### TABLA DE CONSUMOS COMUNES PARA EL CALCULO DE TUBERIA PARA FLUJO DE GAS L.P.

S = Gravedad Especificada del Propano = 1,53  
 del Natural = 0,60  
 del Aire = 1,0

Presión en la esprea P = 27,94 grf/cm<sup>2</sup> (11 in c.a.)

Capacidad calorífica 1 m<sup>3</sup> PROPANO = 88 268 BTU = 22 244 kcal

APARATOS	ESPREA GAS L.P.	kcal/h	BTU/h	m <sup>3</sup> /h
<b>ESTUFA DOMESTICA</b>				
Comal o Quemador	70	1 379	5 473	0,62
Horno, Asador o Rosticero	56	3 782	15 006	0,170
4 QH		9 298	36 896	0,418
4 QHC		10 677	42 369	0,480
4 QHCA o 4 QHCR		14 458	57 374	0,650
<b>ESTUFA RESTAURANTE</b>				
Quemador	66	1 913	7 591	0,086
Plancha o asador	56	3 782	15 006	0,170
Horno	50	8 630	34 248	0,388
PARRILLA O CAFETERA	70	1 379	5 473	0,062
CONSERVADOR ALIMENTOS CALIENTES/QUEMADOR	74	890	3 531	0,040
<b>CALEFACTOR PARA</b>				
120 m3	64	2 269	9 003	0,102
240 m3	56	3 782	15 006	0,170
360 m3	52	7 073	28 069	0,318
<b>CALENTADOR AGUA TIPO ALMACENAMIENTO</b>				
Hasta 110 l	54	5 316	21 096	0,239
Hasta 240 l	47	10 655	42 280	0,479
INFRARROJO POR QUEMADOR	59	3 003	11 916	0,133

APARATOS	ESPREA GAS L.P.	kcal/h	BTU/h	m <sup>3</sup> /h
REFRIGERADOR DOMESTICO	79	369	1 465	0,0166
INCINERADOR	56	3 782	15 006	0,170
CALENTADOR AGUA, AL PASO				
Sencillo		20 686	82 089	0,930
Doble		33 365	132 402	1,500
Triple		46 711	185 363	2,100
MECHERO BUNSEN		512	2 030	0,023
MAQUINA TORTILLADORA		48 936	194 190	2,200

### ANEXO 3

TABLA DE DIAMETROS NOMINALES, DIAMETROS INTERIORES Y VALORES DEL FACTOR "F" PARA EL CÁLCULO DE LA CAIDA DE PRESION MEDIANTE LA FORMULA DEL DR. POLE.

LOS VALORES DEL FACTOR "F" ESTAN INDICADOS PARA GAS L.P. PROPANO CON UNA PRESION INICIAL EN TUBERIAS DE 2,744 kPa (28 grf/cm<sup>2</sup>).

#### TUBO DE ACERO CEDULA 40

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO INTERIOR	FACTOR "F"
(in)	mm.	mm.	
(3/8)	9,5	12,5	0,58336
(1/2)	12,7	15,8	0,17294
(3/4)	19,1	20,9	0,03795
(1)	25,4	26,6	0,01080
(1 1/4)	32,0	35,0	0,00281
(1 1/2)	38,1	40,9	0,00115
(2)	50,8	52,5	0,00032
(3)	76,2	77,9	0,00004







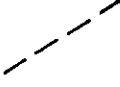





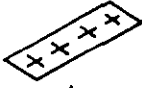










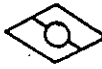











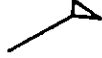
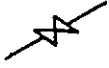



#### TUBO DE COBRE TIPO "L"

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO INTERIOR	FACTOR "F"
(in)	mm.	mm.	
(3/8)	9,5	10,92	0,69881
(1/2)	12,7	13,84	0,21366
(3/4)	19,1	19,94	0,03446
(1)	25,4	26,03	0,00908
(1 1/4)	32,0	32,13	0,00317
(1 1/2)	38,1	38,23	0,00133
(2)	50,8	50,42	0,00033
(3)	76,2	74,80	0,00005

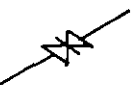



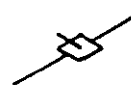
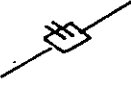
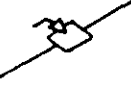

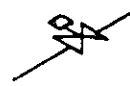
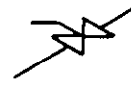

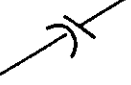



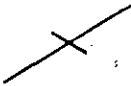



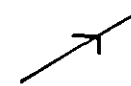
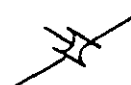








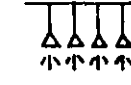



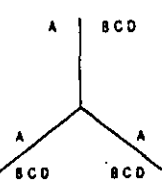

#### TUBO DE COBRE FLEXIBLE

DIAMETRO NOMINAL		FACTOR "F"
(in)	mm.	
(3/8)	9,5	0,69877
(1/2)	12,7	0,21388

# SIMBOLOS

				
TANQUE FIJO	EQUIPO PORTATIL	RIZO	OMEGA	MEDIDOR PARA VAPOR
				
TUBERIA VISIBLE	TUBERIA OCULTA	REGULADOR BAJA	REGULADOR ALTA	PARRILLA UN QUEMADOR
				
PARRILLA 2 QUEMADORES	PARRILLA 3 QUEMADORES	PARRILLA 4 QUEMADORES	ESTUFA 4 QUEMADORES	ESTUFA 4 QUEMADORES Y HORNO
				
ESTUFA 4 QUEMADORES HORNO Y ROSTICERO	ESTUFA 4 QUEMADORES HORNO Y COMAL	ESTUFA 4 QUEMADORES HORNO ROSTICERO Y COMAL	HORNO	CALENTADOR ALMACENAMIENTO MENOS DE 110 Lt. S/A
				
CALENTADORES ALMACENAMIENTO AUTOMATICO	CALENTADOR ALMACENAMIENTO	CALENTADOR PARA AGUA AL PASO	CALENTADOR DOBLE AL PASO	CALENTADOR TRIPLE AL PASO
				
CALEFACTOR	VAPORERA O BAÑO MARIA	CAFETERA	INCINERADOR	TORTILLADORA SENCILLA
				
TORTILLADORA DOBLE	QUEMADOR BUNSEN	CALDERA CON QUEMADOR ATMOSFERICO	HORNO INDUSTRIAL CON QUEMADOR ATMOSFERICO	APARATO INDUSTRIAL CON QUEMADOR AIRE-GAS
				
QUEMADOR	VALVULA DE GLOBO	VALVULA DE ANGULO	VALVULA DE SEGURIDAD O RELEVO DE PRESION	RETORNO AUTOMATICO

## SIMBOLOS

				
VALVULA DE AGUJA	VALVULA DE TRES VIAS	VALVULA DE TRES USOS	LLAVE DE PASO	LLAVE DE CUADRO
				
LLAVE DE CUADRO CON OREJAS	VALVULA MACHO LUBRICADA	VALVULA CON BRIDAS	VALVULA SELENOIDE	VALVULA DE CIERRE RAPIDO
				
VALVULA DE NO RETROCESO SENCILLA	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO	VALVULA DE CORTE AUTOMATICA Y MANUAL	VALVULA DE NO RETROCESO DOBLE (CHECK)	UNION SOLDADA
				
UNION ROSCADA	UNION BRIDADA	TUERCA UNION	PUNTA TAPONADA	REDUCCION
				
MEDIDOR VENTURI	MEDIDOR DE ORIFICIO	MANOMETRO	FILTRO	VENTILADOR
				
BOMBA	COMPRESORA	EXTINTOR	HIDRANTE	LLOVIZNA CONTRA INCENDIO
			 <p style="font-size: small;">                     A.- Distancia en mts.                      B.- Diámetro nominal s.m.                      C.- Material                      CR. Cobre Rígido                      CF. Cobre Flexible                      FN. Hierro Negro                      FG. Hierro Galvanizado                      D.- Tipo                      L.                      K                      CED.40                      CED.80                 </p>	
TIERRA	CONEXION FLARE	CONEXION POL		
	<b>S.T.G.</b>	<b>B.T.G.</b>		
CONEXION ACME	SUBE TUBO DE GAS	BAJA TUBO DE GAS		

## FLUJO DE GAS EN TUBERIAS

### EVALUACION DE LA LONGITUD EQUIVALENTE

La longitud equivalente (Le) de los accesorios de acero al carbón (negros o galvanizados), se calculó de acuerdo a la ecuación  $Le = (L/D) D$ ;  $(L/D) =$  = factor adimensional propio de accesorio en cuestión; D = Diámetro interior.

LONGITUD EQUIVALENTE, ACCESORIOS DE ACERO AL CARBON										
	D	ϕ NOM.	19	25	32	38	51	64	76	101
		mm	20.9	26.6	35.0	40.9	52.5	62.7	77.9	102.3
ACCESORIO	LD	Céd	LONGITUD EQUIVALENTE (m)							
Codo Std 90	30	40	0.63	0.80	1.05	1.23	1.58	1.88	2.34	3.07
		80	0.57	0.73	0.97	1.14	1.48	1.77	2.21	2.92
Codo Std 45	16	40	0.33	0.43	0.56	0.65	0.84	1.00	1.25	1.64
		80	0.30	0.39	0.52	0.61	0.79	0.94	1.18	1.55
Tee por ramal	60	40	1.25	1.60	2.10	2.45	3.15	3.76	4.68	6.14
		80	1.14	1.46	1.95	2.29	2.96	3.54	4.42	5.83
Tee paso recto	20	40	0.42	0.53	0.70	0.82	1.05	1.25	1.56	2.05
		80	0.39	0.49	0.65	0.76	0.99	1.18	1.47	1.94
Válvula globo recta	340	40	7.11	9.06	11.92	13.90	17.85	21.32	26.50	34.77
		80	6.48	8.26	11.04	12.95	16.75	20.06	25.04	33.04
Válvula esfera	18	40	0.37	0.48	0.63	0.74	0.95	1.13	1.40	1.84
		80	0.34	0.44	0.58	0.69	0.89	1.06	1.33	1.75
Válvula no retroceso	135	40	2.82	3.60	4.73	5.52	7.09	8.47	10.52	13.81
		80	2.57	3.28	4.38	5.14	6.65	7.97	9.94	13.12
Indicador de flujo	50	40	1.05	1.33	1.75	2.04	2.63	3.14	3.90	5.11
		80	0.96	1.22	1.62	1.91	2.46	2.95	3.68	4.86

LONGITUD EQUIVALENTE, ACCESORIOS DE COBRE, BRONCE O LATON											
ACCESORIO	10	13	19	25	32	38	51	64	76	89	101
Codo std 90	0.30	0.60	0.75	0.90	1.20	1.50	2.15	2.45	3.05	3.65	4.25
Codo std 45	0.20	0.60	0.45	0.55	0.80	0.90	1.20	1.50	1.80	2.15	2.45
Tee ramal	0.45	0.90	1.20	1.50	1.80	2.15	3.05	3.65	4.60	5.50	6.40
Tee recta	0.10	0.20	0.25	0.27	0.40	0.45	0.60	0.75	0.90	1.10	1.20
Válv. globo	2.45	4.40	6.10	7.60	10.50	13.50	16.50	19.50	24.50	30.00	37.50
Válv. ángulo	1.20	2.45	3.65	4.60	5.50	6.70	8.50	10.50	12.20	15.00	16.50

IX (30)



**PRESION ATMOSFERICA EN DIFERENTES LUGARES DE LA REPUBLICA**

Altura sobre el nivel del mar, de las principales poblaciones de la República.	Presión atmosférica		
	Mts.	kgf/cm <sup>2</sup>	lbs/plg <sup>2</sup>
	0	1.033	14.7
Mexicali	8	1.034	
Mérida y Campeche	8	1.026	14.6
Villa Hermosa	10		
La Paz	13		
Chetumal	14		
Culiacán	52		
Hermosillo	237	1.004	14.3
Cd. Victoria	321	.996	14.2
Colima	458	.977	13.9
Tuxtla Gutiérrez	530	.962	13.8
Monterrey	538		
Tepic	925	.925	13.16
Chilpancingo	1,290	.883	12.56
Jalapa	1,361	.875	12.44
Chihuahua	1,430	.866	12.32
Guadalajara	1,540	.855	12.16
Cuernavaca	1,542	.854	12.16
Oaxaca	1,546	.850	12.10
Saltillo	1,589		12.0
Querétaro	1,821	.829	11.8
San Luis Potosí	1,861	.825	
Morelia	1,886	.823	11.71
Aguascalientes	1,888		
Durango	1,889		
Guanajuato	2,008	.812	11.56
Puebla	2,162	.799	11.4
México, D.F.	2,240	.795	11.31
Tlaxcala	2,252	.793	
Pachuca	2,426	.775	11.0
Zacatecas	2,442	.773	
Toluca	2,640	.754	10.72

NOTA: LA PRESION ABSOLUTA ES LA SUMA DE LA PRESION ATMOSFERICA + MANOMETRICA

## CAPACIDAD EN REGULADORES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS

MARCA	MODELO	ENTRADA (MM) NPTH	SALIDA (MM) NPTH	P. ENTRADA RANGO kg/cm <sup>2</sup>	P. SALIDA RANGO	P. SALIDA CALIB. FAB	CAPACIDAD m <sup>3</sup> /h
P. BARO	101	6	10	0.7 - 7	24.73 - 33.02 grf	27.94 grf	1.41
PRECIMEX	300	6	10	0.7 - 7	24.73 - 33.02	27.94	1.41
REGO O HW	2403 C-2	6	13	0.8 - 8.8	24.73 - 33.02	27.94	7.06
REGO O HW	2403 C-4	13	13	0.8 - 8.8	24.73 - 33.02	27.94	7.06
REGO	2503 B-6	19	19	0.4 - 1.5	24.73 - 33.02	27.94	15.80
CMS	LOBO	6.13,19	25	1.0 - 8.8	20.32 - 35.56	27.94	5.15
FISHER	S-102	25	25	0.8 - 8.8	20.32 - 38.10	27.94	21.70
FISHER	S-302	38	38	0.8 - 8.8	15.24 - 35.56	27.94	78.70
FISHER	S-202	51	51	0.8 - 8.8	21.59 - 45.72	27.94	138.90
REGO O HW	2403 S-4	13	13	0.07 - 3.9	0.07 - 0.35 kgf	0.35 kgf	7.06
REGO O HW	2403 U-4	13	13	0.4 - 3.9	0.70 - 1.05	1.05	7.06
CMS AP	LOBO	13	13	0.8 - 8.8	0.70 - 1.40	1.05	5.15
REGO	567 FC	6	6	0.8 - 8.8	1.40 - 3.16	2.46	11.30
REGO	1584 YL	13	13	0.8 - 8.8	1.75 - 3.5	2.10	84.75
REGO	1588 YL	25	25	0.8 - 8.8	1.75 - 3.5	2.10	135.60
CMS	080	6	6	0.8 - 17.58	0.35 - 2.4	1.50	14.16
CMS	1757	13	13	0.8 - 17.58	0.35 - 2.4	1.50	21.68
CMS	041	25	25	0.7 - 70.42	0.70 - 7.0	1.50	191.00
FISHER	67	6	6	0.2 - 7.0	0.35 - 2.46	1.50	8.- 16.00
FISHER	64	13	13	0.2 - 7.0	1.05 - 2.46	1.50	40.- 64.00
FISHER	627	25	25	0.7 - 8.8	1.05 - 2.80	1.50	170.- 414.00
FISHER	95	38	38	1.5 - 17.58	1.05 - 6.60	1.50	299.- 573.00

**DATOS ADICIONALES A LA NORMA "NOM-069-SCFI-1994"  
ACTUALIZACION 1995  
"INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO PARA GAS L.P."**

**VAPORIZACION EN RECIPIENTES ESTACIONARIOS. TABLA AUTORIZADA POR SECOFI.**

En donde se tomaron las siguientes condiciones de vaporización:

- 1.- Temperatura ambiente = 5°C (41°F), Factor temperatura =  $F_t = 3$  (extrapolado)
- 2.- Llenado del recipiente = 20%, Factor de llenado =  $K = 60$
- 3.- 1 000 m<sup>3</sup> mezcla vapor gas L.P. a 17°C y 0.823 Kg/cm<sup>2</sup> absolutos  
= 17 750 Kcal = 67 500 BTU (mezcla propano-butano 0.561 Kg/ft)
- 4.- 1 000 m<sup>3</sup> mezcla vapor gas L.P. a 5°C y 0.823 Kg/cm<sup>2</sup> absolutos  
= 17 040 Kcal = 64 800 BTU

Vaporización (BTU/hr) = diámetro (pulg) x longitud (pulg) x  $F_t$  x  $K$

Vaporización (m<sup>3</sup>/hr) = diámetro (pulg) x longitud (pulg) x  $F_t$  x  $K$

64 800

Capacidad (lbs)	Diám. (m)	Long. (m)	Tara (Kg)	Diám. (pulg)	Long. (pulg)	Vaporización m <sup>3</sup> /hr
300	0.609	1,150	109	24,0	45,3	3,020
500	0.609	1,830	178	24,0	72,0	4,834
750	0,762	1,830	210	30,0	72,0	6,000
1 000	0,762	2,250	279	30,0	88,6	7,400
1 500	0,762	3,495	374	30,0	137,6	11,470
2 000	0,912	3,210	492	35,9	126,4	12,605
2 600	0,940	4,540	710	37,0	178,7	18,730
3 000	0,912	4,730	721	35,9	186,2	18,568
3 750	1,050	4,640	875	41,3	182,7	20,960
5 000	1,170	4,960	1 259	46,0	195,3	24,955
7 250	1,700	3,750	1 848	67,0	140,5	26,148
12 750	1,700	6,460	3 052	67,0	254,3	47,328
17 850	1,700	9,360	4 005	67,0	368,5	68,581
25 000	2,000	8,740	4 251	78,7	344,1	75,224

De acuerdo a un estudio hecho por el IMP (Instituto Mexicano del Petróleo) Sub-dirección de Tecnología para la determinación de los factores que afectan la medición del gas L.P. en forma de vapor y obtener su temperatura de abatimiento, se tomo en cuenta lo siguiente:

- 1) Gas en equilibrio con el líquido en un instante
- 2) Consumo continuo y constante
- 3) Tiempo base 1 hr
- 4) Temperatura ambiente 5°C
- 5) Presión atmosférica 0,77 atm (585 mm Hg)
- 6) Densidad relativa del gas L.P., 0,56 Kg/ft
- 7) Sistema isocórico

Ecuaciones utilizadas:

$$T_2 = \frac{T_1 (AU + V C_{PG} + L C_{PL} + F C_{PF}) - V \lambda_v}{V C_{PG} + L C_{PL} + AU}$$

$$T_3 = T_2 - \frac{\Delta H}{C_{PG} PM_G}$$

Nomenclatura:

T <sub>1</sub>	Temperatura ambiente
T <sub>2</sub>	Temperatura después de vaporización del recipiente
T <sub>3</sub>	Temperatura final después del efecto Joule-Thompson
A	Area del recipiente
U	Coficiente global de transferencia de calor
V	Kg de gas L.P. evaporados
C <sub>PG</sub>	Calor específico de la mezcla gaseosa
C <sub>PL</sub>	Calor específico de la mezcla residual
F	Kg de gas L.P. al inicio de la evaporación
C <sub>PF</sub>	Calor específico de la mezcla inicial
λ <sub>v</sub>	Calor latente de vaporización
ΔH	Entalpia por masa unitaria del gas
PM <sub>G</sub>	Peso molecular promedio del gas

#### TABLA GENERAL DE RESULTADOS

Capacidad (lts)	Vaporización (m <sup>3</sup> /hr)	T °C (vaporización)	T °C (por efecto*)	T °C (final)
300	3,020	- 8,31	- 19,33	- 14,328
500	4,834	- 10,79	- 21,71	- 16,707
750	6,000	- 8,52	- 19,53	- 14,525
1 000	7,400	- 8,70	- 19,70	- 14,702
1 500	11,470	- 11,32	- 22,22	- 17,217
2 000	12,605	- 8,43	- 19,45	- 14,447
2 600	18,370	- 11,38	- 22,27	- 17,274
3 000	18,568	- 9,71	- 20,67	- 15,667
3 750	20,960	- 8,32	- 19,34	- 14,342
5 000	24,955	- 7,26	- 18,32	- 13,321

(\*) Efecto Joule-Thompson.

## **INSTALACION TIPICA PARA LA OPTIMIZACION DEL GAS L.P. UTILIZANDO VAPORIZADORES**

Una instalación típica para gas L.P. está formada por los siguientes equipos:

- 1.- Recipiente para gas L.P.
- 2.- Vaporizador de gas L.P.
- 3.- Cuadro de regulación de presión de gas L.P.
- 4.- Tanque trampa

El funcionamiento de cada equipo se describe a continuación:

### **1.- RECIPIENTE PARA GAS L.P.**

Este equipo trabaja como tanque de almacenamiento o como un intercambiador de calor para liberar la energía que se encuentra en el gas L.P. Si el tanque es utilizado como intercambiador de calor, la energía liberada es proporcional a la capacidad del tanque y a la velocidad de salida del vapor de Gas L.P., esto ocurre por dos razones:

- A).- El gas se licúa cuando las temperaturas son bajas y las mezclas del gas son altas en gas Butano. En éste caso no es posible tener presión dentro del recipiente, dando por resultado congelamiento de las tuberías y el gas vapor se transforma nuevamente en gas líquido.
- B).- Si se pretende obtener mayor cantidad de gas vapor de la que normalmente el tanque puede dar, en la vaporización natural, el resultado es el mismo del punto anterior; por la baja presión del gas y se congelan las tuberías transformando el gas vapor en Gas líquido.

En ambos casos, el gas nunca puede utilizarse al 100%, porque la presión del gas va disminuyendo simultáneamente a su consumo, hasta que ya no cubre las necesidades del usuario.

### **2.- VAPORIZADOR DE GAS L.P.**

Si el recipiente se utiliza como tanque, y se cuenta con equipo auxiliar (vaporizador), siempre se encontrará con la presión de llenado y puede consumirse el 100% del contenido del tanque, a la misma presión, sin importar las temperaturas ni las mezclas.

La función principal del equipo es "vaporizar" el gas líquido, sus componentes principales son: intercambiador de calor (o intercambiadores), válvula de control de líquidos, termostato y regulador de presión.

Con el equipo se logra controlar el flujo, presión y temperatura, obteniendo una eficiencia muy alta en el consumo de gas (utilizada en procesos industriales o en complejos habitacionales).

### 3.- CUADRO DE REGULACION DE PRESION DE GAS L.P.

El regulador de presión es el corazón del sistema. La selección de este equipo es muy importante pues no solamente se tendrá que seleccionar el regulador sino que también los orificios de éste y el rango de presión del resorte, dependiendo de la cantidad de gas que se va a consumir en el sistema, de la presión y la distancia a donde se va a mandar el gas L.P., deberá contar con manómetros a la entrada y salida del regulador para poder controlar adecuadamente la presión del gas L.P.

### 4.- TANQUE TRAMPA

Este equipo trabaja como recolector de residuos que se encuentran dentro del gas L.P. y evita daños a los equipos auxiliares del sistema de proceso y los quemadores, dando como resultado una combustión perfecta.

Además tiene la función de ser un acumulador de gas L.P. para que el vaporizador solamente esté relleno al tanque trampa, y los equipos de combustión estén demandando el gas L.P. del tanque trampa. La presión será siempre la correcta y la temperatura del gas recalentado, para que la combustión sea la ideal.

En el momento que se encuentre una descompensación de presión dentro del sistema y la velocidad del gas L.P. no sea la correcta todo el gas en estado vapor se convertirá en gas líquido, quedará atrapado en el tanque trampa, protegiendo así a todos los equipos secundarios del proceso y evitando problemas mayores.

## CABALLO CALDERA (CFC)

La expresión caballo caldera es traducción de *Boiler Horse Power* (BHP). Este concepto parte de las experiencias del inglés James Watt del siglo XVIII. Llegó a la conclusión que para tener 1 HP *Horse Power* (745 watts) en la flecha de una máquina de vapor de émbolo, ésta máquina consume 34,5 lb/hr de vapor y a su vez, para generar esas 34,5 lb/hr se requería una caldera tubos de fuego de un solo paso con 10 pies<sup>2</sup> de superficie de calefacción. Como la caldera básicamente es un transmisor de calor se decía que una potencia de una caldera era:

$$\text{BHP} = \frac{S_c}{10} \quad S_c = \text{Superficie de calefacción de la caldera en pies}^2$$

Esto no tuvo ni tiene ninguna relación directa de energía, con lo que estrictamente es HP (745,7 watts).

La American Boyler Association y ASME acepta como definición de caballo caldera lo siguiente:

Un caballo caldera es la evaporación de 34,5 lb/hr partiendo de agua de 212°F hasta vapor de 212°F.

Esta definición excluye el concepto de superficie de calefacción, pero tiene implícito que un caballo caldera son 33 470 BTU/hr.

Es decir 1 CFC = 34,5 (1 150,3 - 180) = 33 470 BTU/hr.

1 150	Entalpía del vapor a 212°F
180	Entalpía del agua a 212°F
La diferencia (1 150,3 - 180)	Es el calor de vaporización

Podemos concluir que 1 caballo caldera equivale a la transmisión de calor

$$Q = 33\,470 \text{ BTU/hr (8\,434 Kcal/hr)} = 0,379 \text{ m}^3/\text{hr de propano}$$

Ahora bien la máquina perfecta no existe y las calderas tienen muy variados valores de eficiencia térmica. Para calderas modernas podemos considerar un 80% de eficiencia. Por lo tanto para una potencia de 1 caballo caldera con 80% de eficiencia necesitamos proporcionar en su horno.

$$33\,470 / 0,8 = 41\,837,5 \text{ BTU/hr (10\,543 Kcal/hr)}$$

$$41\,837,5 / 88\,268 = 10\,543 / 22\,244 = 0,474 \text{ m}^3/\text{hr} = 1 \text{ CFC}$$

**IMPORTANTE:** No confundir eficiencia de combustión con eficiencia térmica de una caldera térmica.

## AREAS Y VOLUMENES DE CUERPOS



### Esfera

Area:  $4\pi R^2 = \pi d^2 \cdot 3.14159265 d^2$

Volumen:  $\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{1}{6}\pi d^3 = 0.52359878 d^3$



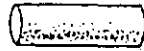
### Círculo

Area:  $\pi R^2$



### Circunferencia

Circunferencia:  $\pi d$



### Cilindro

Area lateral:  $2\pi R a = \pi d a$

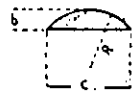
Volumen:  $\pi R^2 a = \frac{\pi d^2}{4} a$



### Cono

Area:  $\pi R a$  (apotema)

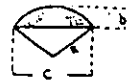
Volumen:  $\frac{1}{3}\pi R^2 a$  (altura)



### Segmento de la esfera

Area:  $2\pi R b = \frac{1}{2}\pi (4b^2 + c^2)$

Volumen:  $\frac{1}{3}\pi b^2 (3R - b) = \frac{1}{24}\pi b (3c^2 + 4b^2)$



### Sector de la esfera

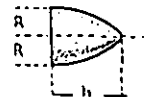
Area:  $\frac{1}{2}\pi R (4b + c)$

Volumen:  $\frac{1}{3}\pi R^2 b$



### Elipsoide

Volumen:  $\frac{4}{3}\pi a b c$



### Paraboloide

Volumen:  $\frac{1}{2}\pi R^2 h$

Relación de los volúmenes del cono, paraboloide, ... esfera y cilindro de igual altura:  $\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, 1$ .

**TABLA DE CONVERSIONES PARA CALCULO DE INSTALACIONES (PROPANO)**

1t líquido	0.5089	kg-líq	kg-líq	1.965	1t-líq
Kg-Cal	3.9693	BTU	BTU	0.252	Kg-Cal
Kg-Cal	860.01	Kw-hr	Kw-hr	0.001163	Kg-Cal
m cúbico	88.268	BTU	BTU	0.00001133	m cúbico
m cúbico	22.244	kg-cal	kg-cal	0.00004495	m cúbico
m cúbico	3.66	1t-líq	1t-líq	0.2732	m cúbico
m cúbico	1.86	kg-líq	kg-líq	0.5376	m cúbico
m cúbico	2.639	CF-caldera	CF-caldera	0.379	m cúbico
kgf/cm2	14.22	1bf/cm2	1bf/cm2	0.0703	kgf/cm2
kgf/cm2	0.0980665	MPa	MPa	10.197	kgf/cm2
grf/cm2	0.0980665	kPa	kPa	10.197	grf/cm2





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

CURSOS ABIERTOS.

INSTALACIONES HIDRAULICAS SANITARIAS Y DE GAS  
PARA EDIFICIOS.

SELECCION DE EQUIPOS  
DE BOMBEO:

- A TANQUE ELEVADO
- HIDRONEUMATICOS            DUPLEX  
   TRIPLEX
- BOMBEO PROGRAMADO

COMPLEMENTO.

ING. HECTOR MEDINA M.

TABLE 1

Demand Weights of Fixtures in Fixture Units

<i>Fixture or Group</i>	<i>Occupancy</i>	<i>Type of Supply Control</i>	<i>Weight in Fixture Units</i>
Water closet.....	Public.....	Flush valve..	10
Water closet.....	Public.....	Flush tank..	5
Pedestal urinal.....	Public.....	Flush valve..	10
Stall or wall urinal...	Public.....	Flush valve..	5
Stall or wall urinal...	Public.....	Flush tank..	3
Lavatory.....	Public.....	Faucet.....	2
Bathtub.....	Public.....	Faucet.....	4
Shower head.....	Public.....	Mixing valve	4
Service sink.....	Office, etc....	Faucet.....	3
Kitchen sink.....	Hotel or res- taurant....	Faucet.....	4
Water closet.....	Private.....	Flush valve..	6
Water closet.....	Private.....	Flush tank..	3
Lavatory.....	Private.....	Faucet.....	1
Bathtub.....	Private.....	Faucet.....	2
Shower head.....	Private.....	Mixing valve	2
Bathroom group.....	Private.....	Flush valve for closet..	8
Bathroom group.....	Private.....	Flush tank for closet..	6
Separate shower.....	Private.....	Mixing valve	2
Kitchen sink.....	Private.....	Faucet.....	2
Laundry trays (1-3)...	Private.....	Faucet.....	3
Combination fixture..	Private.....	Faucet.....	3

Given tabulated fixture units as shown in Table 1, the engineer can assign fixture unit values to the separate specific fixtures of concern in his design. The sum total of fixture units is his fixture unit count.

"Table 1" provides only for a total summation count for both hot and cold service water. This count is used to determine total building service water requirement from the street main.

Both hot and cold service water will be needed inside the building. An attached foot note to "Table 1" states that the separate hot and cold water demands can be taken as 3/4 of that shown for total. Since this is not tabulated, most engineering offices will make up their own tabulation based on this foot note. A typical table showing total, hot water and cold water fixture unit demands is shown as Table 2.

In addition to the fixtures listed in Table 2, it is common to provide tabulated additions, these may appear as for automatic washing machines or for design convenience; apartment group summation, etc. Several common tabulated additions are asterisked in Table 2.

Table 2 can now be applied for fixture unit count for total street service and for hot and cold service water requirements inside the building.

### Fixture Unit - Flow Relationship

In order to evaluate actual flow requirements, a "base" flow rate of 7.5 GPM has been assigned as absolute maximum flow rate for each fixture unit. While this appears to be very high; the base value is in itself relatively unimportant since this is reduced to a probable maximum flow per fixture unit and is further reduced by diversity factor.

It is well known that as the number of fixtures increase the probability of simultaneous use decreases. Flow probability as a function of fixture unit count will vary depending on time usage, base flows, etc. and whether the flow shown is expected to occur every day, once a week, once a year or only once every hundred years. The probability flow curve derived in the referenced report (BMS79) shown in Figure 1 and 2.

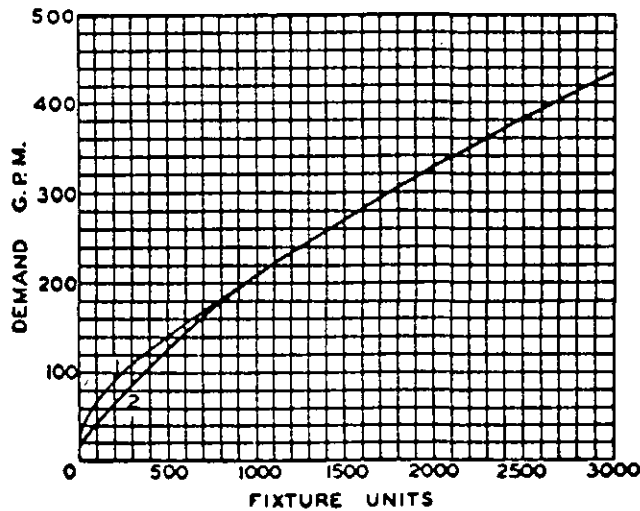


FIGURE 1. ... ESTIMATE CURVES FOR DEMAND LOAD

Figure 1 shows the probability of flow as a function of fixture unit count. It will be noted that this is plotted for both flush tank closets (Curve 2) and for flush valves (Curve 1). Curves 1 and 2 are illustrated to an enlarged scale in Figure 2.

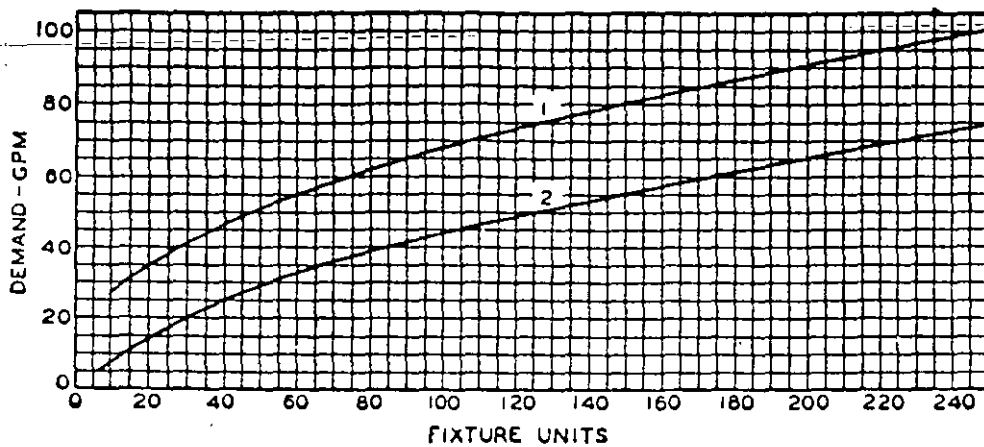


FIGURE 2      ... SECTION OF FIGURE 1. ON ENLARGED SCALE

The reason for different plotting of the flush tank and flush valve has to do with the sudden instantaneous draw rate of the flush valve. This sudden draw will introduce sudden high cold water side pressure drops, changing hot and cold water fixture mix ratios unless compensated for.

Most engineering offices will use Curve 2 for hot water service pipe sizing; and for cold water service when flush tanks are used.

The flush valve curve (1) is used only for cold water and total service water flow estimation. It will quite often be checked against the flush valve manufacturer's recommendations. Curve 1 is seldom used for hot water side sizing since it does not apply even when flush valves are used.

Service water distribution pipe flow rate can now be related to the "fixture count" served by any particular section of piping. In practice, the engineer counts fixtures from the circuit end, totaling fixture units as he proceeds to the circuit start. Each piping section then serves a stated number of fixture units which is related to a flow requirement as in Figure 1 or 2.

### Flow-Pipe Size Relationships

The flow requirement established by fixture unit count is related to pipe size by pressure drop and flow velocity considerations. These relationships are described for "smooth" copper tube, "fairly rough" iron pipe and "rough" iron pipe as in Hunter's Report. While not shown, these charts have been used for the B&G chart correlation of fixture units Vs. pipe size, flow, P. D. and velocity.



**FRICITION LOSS OF WATER IN FEET PER 100 FEET LENGTH OF PIPE. BASED ON WILLIAMS & HAZEN  
FORMULA USING CONSTANT 100. SIZES OF STANDARD PIPE IN INCHES**

U.S. Gals. per min.	½" Pipe		¾" Pipe		1" Pipe		1¼" Pipe		1½" Pipe		2" Pipe		2½" Pipe		3" Pipe		4" Pipe		5" Pipe		6" Pipe		U.S. Gals. per min.
	Vel. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vel. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vel. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vel. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vel. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vel. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vel. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vel. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vel. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vel. ft. per Sec.	Loss in Feet	Vel. ft. per Sec.	Loss in Feet	
2	2.10	7.4	1.20	1.9																			2
4	4.21	27.0	2.41	7.0	1.49	2.14																	4
6	6.31	67.0	3.61	14.7	2.23	4.56	1.29	1.86															6
8	8.42	98.0	4.81	25.0	2.98	7.8	1.72	2.03	1.26	.98													8
10	10.52	147.0	6.02	38.0	3.72	11.7	2.14	3.05	1.57	1.43	1.02												10
12			7.22	53.0	4.46	16.4	2.57	4.3	1.89	2.01	1.23	.79	.78	.23	.54	.10							12
15			9.02	80.0	5.60	25.0	3.21	6.5	2.36	3.00	1.53	1.08	.98	.36	.68	.19							15
18			10.84	108.2	6.69	35.0	3.86	9.1	2.83	4.24	1.84	1.49	1.18	.60	.82	.21							18
20			12.03	136.0	7.44	42.0	4.29	11.1	3.15	5.30	2.04	1.82	1.31	.61	.91	.25	.61	.06					20
25					9.30	64.0	5.36	16.6	3.80	7.50	2.55	2.73	1.63	.92	1.13	.38	.64	.09					25
30					11.15	89.0	6.43	23.0	4.72	11.0	3.06	3.84	1.96	1.29	1.36	.64	.77	.13					30
35					13.02	119.0	7.61	31.2	5.61	14.7	3.67	6.10	2.29	1.72	1.59	.71	.89	.17	.49	.04			35
40					14.88	152.0	8.88	40.0	6.30	18.8	4.08	6.6	2.61	2.20	1.82	.91	1.02	.22	.65	.08			40
45							9.65	50.0	7.08	23.2	4.60	8.2	2.94	2.80	2.04	1.15	1.15	.28	.73	.09			45
50							10.72	60.0	7.87	28.4	5.11	9.9	3.27	3.32	2.27	1.38	1.28	.34	.82	.11	.57	.04	50
55							11.78	72.0	8.66	34.0	5.62	11.8	3.69	4.01	2.45	1.58	1.41	.41	.90	.14	.62	.08	55
60							12.87	85.0	9.44	39.6	6.13	13.9	3.92	4.65	2.72	1.92	1.63	.47	.98	.16	.68	.06	60
65							13.92	99.7	10.23	45.9	6.64	16.1	4.24	5.4	2.89	2.16	1.66	.53	1.06	.19	.74	.07	65
70							15.01	113.0	11.02	53.0	7.15	18.4	4.58	6.2	3.18	2.57	1.79	.63	1.14	.21	.79	.08	70
75							16.06	129.0	11.80	60.0	7.66	20.9	4.91	7.1	3.33	3.00	1.91	.73	1.22	.24	.85	.10	75
80							17.16	145.0	12.69	68.0	8.17	23.7	5.23	7.9	3.63	3.24	2.04	.81	1.31	.27	.91	.11	80
85							18.21	163.8	13.58	75.0	8.68	26.6	5.56	8.1	3.78	3.64	2.17	.91	1.39	.31	.96	.12	85
90							19.30	180.0	14.71	84.0	9.19	29.4	5.88	9.8	4.09	4.08	2.30	1.00	1.47	.34	1.02	.14	90
95								14.95	93.0		9.70	32.6	6.21	10.8	4.22	4.33	2.42	1.12	1.55	.38	1.08	.15	95
100								15.74	102.0		10.21	35.8	6.54	12.0	4.54	4.96	2.55	1.22	1.63	.41	1.13	.17	100
110								17.31	122.0		11.23	42.9	7.18	14.5	5.00	6.0	2.81	1.46	1.79	.49	1.25	.21	110
120								18.89	143.0		12.25	50.0	7.84	16.8	5.45	7.0	3.06	1.17	1.96	.58	1.36	.24	120
130								20.46	166.0		13.28	58.0	8.48	18.7	5.91	8.1	3.31	1.97	2.12	.67	1.47	.27	130
140	.90	.08						22.04	190.0		14.30	67.0	9.15	22.3	6.35	9.2	3.57	2.28	2.29	.76	1.59	.32	140
150	.96	.09									15.32	76.0	9.81	25.5	6.82	10.5	3.82	2.62	2.45	.88	1.70	.36	150
160	1.02	.10									16.34	86.0	10.46	29.0	7.26	11.8	4.08	2.91	2.61	.98	1.82	.40	160
170	1.08	.11									17.36	96.0	11.11	34.1	7.71	13.3	4.33	3.26	2.77	1.08	1.92	.45	170
180	1.15	.13									18.38	107.0	11.76	35.6	8.17	14.0	4.60	3.61	2.94	1.22	2.04	.50	180
190	1.21	.14									19.40	118.0	12.42	39.6	8.63	15.6	4.84	4.01	3.10	1.35	2.16	.55	190
200	1.28	.15									20.42	129.0	13.07	43.1	9.08	17.8	5.11	4.4	3.27	1.48	2.27	.62	200
220	1.40	.18	.90	.06							22.47	154.0	14.38	62.0	9.99	21.3	5.62	5.2	3.69	1.77	2.50	.73	220
240	1.53	.22	.98	.07							24.51	182.0	15.69	61.0	10.89	25.1	6.13	6.2	3.92	2.08	2.72	.87	240
260	1.66	.25	1.06	.08							26.55	211.0	16.99	70.0	11.80	29.1	6.64	7.2	4.25	2.41	2.95	1.00	260
280	1.79	.28	1.15	.09									18.30	81.0	12.71	33.4	7.15	8.2	4.58	2.77	3.18	1.14	280
300	1.91	.32	1.22	.11									19.61	92.0	13.62	38.0	7.66	9.3	4.90	3.14	3.40	1.32	300
320	2.05	.37	1.31	.12									20.92	103.0	14.52	42.8	8.17	10.5	5.23	3.54	3.64	1.47	320
340	2.18	.41	1.39	.14									22.22	116.0	15.43	47.9	8.68	11.7	5.63	3.97	3.84	1.62	340
360	2.30	.45	1.47	.15									23.53	128.0	16.34	53.0	9.19	13.1	6.07	4.41	4.08	1.83	360
380	2.43	.50	1.55	.17	1.06	.069							24.84	142.0	17.25	59.0	9.69	14.0	6.19	4.86	4.31	2.00	380
400	2.60	.54	1.63	.19	1.14	.075							26.14	156.0	18.16	65.0	10.21	16.0	6.54	5.4	4.55	2.20	400
450	2.92	.68	1.84	.23	1.28	.095									20.40	78.0	11.49	19.8	7.35	6.7	5.11	2.70	450
500	3.19	.82	2.04	.28	1.42	.113	1.04	.06							22.70	98.0	12.77	24.0	8.17	8.1	5.68	3.00	500
550	3.52	.97	2.24	.33	1.56	.135	1.15	.07							24.96	117.0	14.04	28.7	8.99	9.6	6.25	3.96	550
600	3.84	1.14	2.45	.39	1.70	.159	1.25	.08							27.23	137.0	15.32	33.7	9.80	11.3	6.81	4.60	600
650	4.16	1.34	2.65	.46	1.84	.19	1.37	.09								16.59	39.0	10.62	13.2	7.38	5.40	6.21	650
700	4.46	1.54	2.86	.52	1.99	.22	1.46	.10								17.87	44.5	11.44	15.1	7.95	6.21	7.00	700
750	4.80	1.74	3.06	.62	2.13	.24	1.58	.11								19.15	51.0	12.26	17.2	8.50	7.12	7.50	750
800	5.10	1.90	3.26	.66	2.27	.27	1.67	.13								20.42	57.0	13.07	19.4	9.08	7.96	8.00	800
850	5.48	2.20	3.47	.76	2.41	.31	1.79	.14	1.36	.08						21.70	64.0	13.89	21.7	9.65	8.95	8.50	850
900	5.75	2.46	3.67	.83	2.56	.34	1.88	.16	1.44	.084						22.98	71.0	14.71	24.0	10.20	10.11	9.00	900
950	6.06	2.87	3.88	.91	2.70	.38	2.00	.18	1.52	.095							15.52	26.7	10.77	11.20	11.20	950	
1000	6.38	2.97	4.08	1.03	2.84	.41	2.10	.19	1.60	.10	1.02	.04					16.34	29.2	11.34	12.04	12.04	1000	
1100	7.03	3.52	4.49	1.19	3.13	.49	2.31	.23	1.76	.12	1.12	.04					17.97	34.9	12.48	14.55	14.55	1100	
1200	7.66	4.17	4.90	1.40	3.41	.58	2.52	.27	1.92	.14	1.23	.05					19.61	40.9	13.61	17.10	17.10	1200	
1300	8.30	4.85	5.31	1.62	3.69	.67	2.71	.32	2.08	.17	1.33	.06							14.72	18.4		1300	
1400	8.95	5.50	5.71	1.87	3.98	.78	2.92	.36	2.24	.19	1.43	.06								15.90	22.60		1400
1500	9.58	6.24	6.12	2.13	4.26	.89	3.15	.41	2.39	.21	1.53	.07								17.02	25.60		1500
1600	10.21	7.00	6.63	2.39	4.65	.98	3.34	.47	2.56	.24	1.63	.08								18.10	26.9		1600
1800	11.50	8.78	7.35	2.98	6.11	1.21	3.75	.58	2.87	.30	1.84	.10	1.28	.04									1800
2000	12.78	10.71	8.16	3.59	6.68	1.49	4.17	.71	3.19	.37	2.04	.12	1.42	.05									2000
2200	14.05	12.78	8.98	4.24	6.25	1.81	4.69	.84	3.51	.44	2.25	.15	1.56	.06									2200
2400	15.32	14.2	9.80	5.04	6.81	2.08	5.00	.99	3.83	.52	2.45	.17	1.70	.07	1.09	.02							2



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**  
**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**  
**CURSOS ABIERTOS**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**SELECCION DE BOMBAS Y EQUIPO HIDRONEUMATICO**

**ING. HECTOR MEDINA M.**

Palacio de Minería    Calle de Tacuba 5    Primer piso    Deleg. Cuauhtémoc 06000    México, D.F.    APDO. Postal M.  
Teléfonos: 512-8955    512-5121    521-7335    512-1987    Fax 510-0573    521-4020 AL 26

## The Science of Pressure Boosting

### SIZING

#### 1. Determine flow requirement.

- a) Inventory and categorize all fixtures (present and future). (See Attachment A)
- b) Using fixture count correlation's , determine the total fixture unit count.
- c) Using Hunter's curve, determine the flow required.

#### 2. Determine the pressure requirement for the building.

- a) Calculate the incoming (suction pressure)–Two types of systems: Tanks and city supplied water. Watch for pump NPSHR (Attachment B & C).
- b) Determine the static lift. How high does the water have to travel? (Attachment D)
- c) Determine the path of greatest pressure drop and calculate the pressure drop due to friction in the piping for that path (Attachment E).
- d) Determine the minimum residual pressure needed for the last fixture on the path.
- e) Calculate the pressure requirement. Friction loss + Static Height + Residual Pressure = Pressure Requirement (Attachment F).

#### 3. Hydropneumatic Tank Sizing and Placement.

- a) Remember that there is no real scientific means to pick the right size tank.
- b) Tank sizing has to do with two things: 1. How long does the engineer want the system off? and 2. How much flow is there when low/no flow conditions exist?
- c) The draw down volume (not the tank size) is equal to: (T) - the time the engineer wants the system off X (Q)- the flow rate at low usage levels.
- d) The tank size is equal to the draw down volume corrected for the given tank supplied with initial pressures (static pressure before the booster is on) and final pressures (after the booster is on) (For a detailed explanation See Hydropneumatic Tank Sizing Attachment G).

### CONSTANT SPEED BOOSTING

#### 1. Determine the System Split (Attachment H).

- a) Remember there is no set standard for number of pump.
- b) Most effective method for choosing the number of pumps is to do a load profile analysis and calculate paybacks for 1, 2, or 3 duty pumps.

- c) **The amount of time the payback is made is one factor, others include: price and redundancy.**
- 2. **Calculate the Pressure Boost.**
  - a) **Boost equals = Pressure Drop - Suction Pressure + Internal Losses**
  - b) **Account for internal pressure losses in the booster.**
  - c) **Losses include: piping losses and Pressure Reducing Valve losses.**
- 3. **Determine the options (Attachment I)**
- 4. **B&G Offerings: 35M, 70M and the new 70E**

#### **VARIABLE SPEED PRESSURE BOOSTING**

##### **1. Determining Payback.**

- a) **Use ESP-Plus to determine the payback (Attachment H)**
- b) **Make sure you use a control head equal to the pump NPSHR.**

##### **2. Determining System Splits.**

- a) **Variable speed pumping makes it more efficient to use fewer duty pumps due to the ability of each pump to reduce speed.**
- b) **Unless you have a very large system or require standby pumps, two pumps should handle most every case.**

##### **3. Sensor Location.**

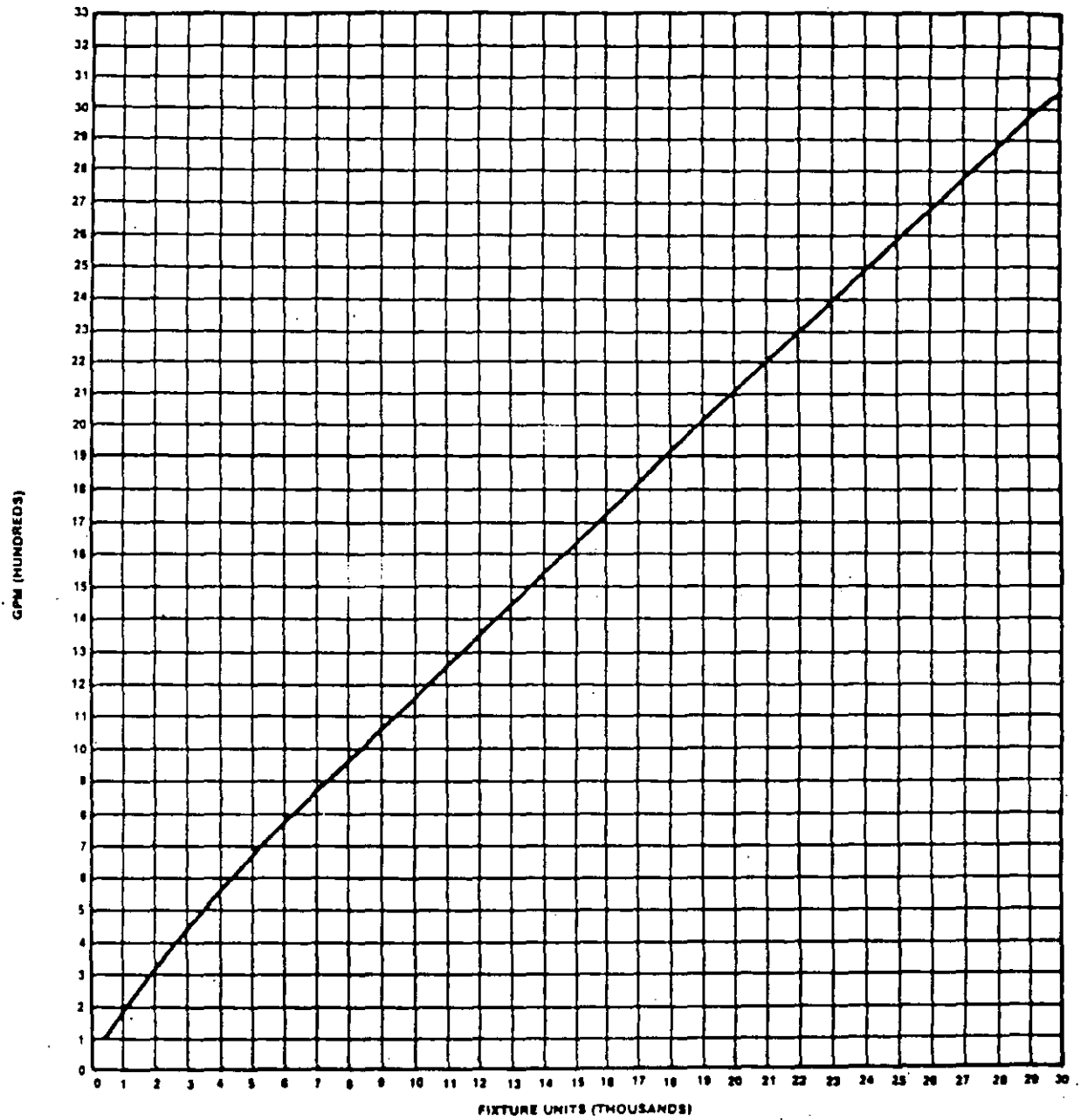
- a) **Always try to locate sensor at the furthest/highest distance.**
- b) **Flow meters should be located in straight pipe with 10 pipe diameters before the flow meter and 5 pipe diameters after the flow meter.**

##### **4. Equipment for Variable Speed Pressure Boosting.**

- a) **The all new Technologic 1200 Controller. This is specifically designed for variable speed pressure boosting (2 pump maximum).**
- b) **The Technologic 4000 (up to 6 pumps). Capable of special programming and communications.**
- c) **Adjustable Frequency Drives: Allen Bradley and ABB.**
- d) **Sensors: ITT Barton, Rosemount and Weed.**
- e) **Configurations: Components, Frame Mounted, Cabinet Mounted, Skid Mounted.**

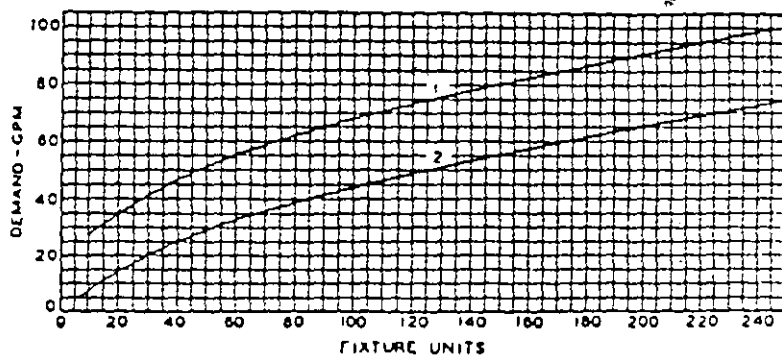
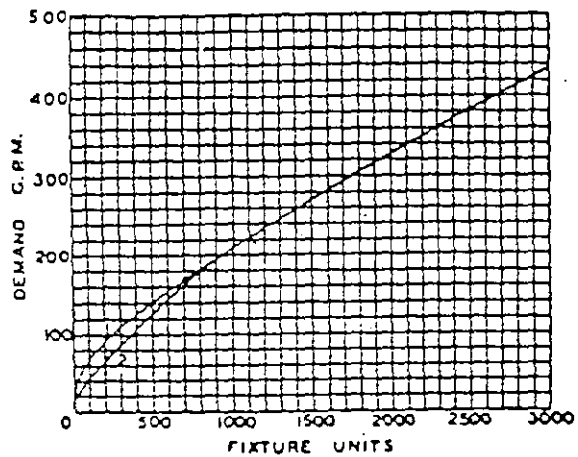






**HUNTER'S CURVE**

## HUNTER'S CURVE EXPLODED



# SUCTION PRESSURE CALCULATION WORKSHEET

## PRESSURE GAINS--(Positive effects on Suction Pressure)

A. CITY WATER MAIN: i. Elevation from main to pump suction \* \_\_\_\_\_ ft + 2.31 = \_\_\_\_\_ psig

ii. Measured minimum city water pressure = \_\_\_\_\_ psig  
 Pressure gain =  $\frac{\text{_____}}{\text{(i)}} + \frac{\text{_____}}{\text{(ii)}} = \text{_____ psig}$  (A)

TANK OR CISTERN : Elevation from tank outlet to pump suction\* \_\_\_\_\_ ft + 2.31= \_\_\_\_\_ psig (A)

## PRESSURE LOSSES--(Negative effects on Suction Pressure)

B. PIPING LOSSES (from supply to booster):

a. Friction: pipe size \_\_\_\_\_" max. GPM \_\_\_\_\_

1. Actual length of straight pipe = \_\_\_\_\_ ft (1)

2. Equivalent lengths for valves/fittings

Attach additional valve/fitting data and include in total, if necessary.

	quantity	X	_____	=	_____ ft
valve/fitting type			equivalent length**		
	quantity	X	_____	=	+ _____ ft
valve/fitting type			equivalent length**		
	quantity	X	_____	=	+ _____ ft
valve/fitting type			equivalent length**		
	quantity	X	_____	=	+ _____ ft
valve/fitting type			equivalent length**		

Total valve/fitting equivalent length straight pipe = \_\_\_\_\_ ft (2)

Piping losses =  $\left( \frac{\text{_____}}{\text{(1)}} + \frac{\text{_____}}{\text{(2)}} \right) \times \frac{\text{_____ ft}}{100'} + 2.31 = \text{_____ psig}$  (a)  
pressure drop\*\*\*

b. Backflow preventer (typically 11 to 13 psid) \_\_\_\_\_ psig (b)

c. Water Meter (typically 4 to 6 psid): \_\_\_\_\_ psig (c)

d. Other Restrictions: \_\_\_\_\_ psig (d)

Total piping losses = a + b + c + d = \_\_\_\_\_ psig (B)

C. SUCTION LIFT FOR TANK/CISTERN:

Minus foot valve available head \_\_\_\_\_ psig (C)

SUCTION PRESSURE AVAILABLE = A + B + C = \_\_\_\_\_ psig

\* Value is positive if elevation is above pump suction and negative if it is below pump suction

\*\* See Chart B (Equivalent length of Straight Pipe for Valves/Fittings)

\*\*\* From B&G System Sizer or Hydraulic Institute Data Bank

# NET POSITIVE SUCTION HEAD AVAILABLE WORKSHEET

## PRESSURE GAINS--(Positive effects on Suction Pressure)

- A. CITY WATER MAIN:
- i. Elevation from main to pump suction \_\_\_\_\_ ft + 2.31 = \_\_\_\_\_
- ii. Measured minimum city water pressure = \_\_\_\_\_
- Pressure gain = \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ psig
- (i) (ii) (A)
- TANK OR CISTERN: Elevation from tank outlet to pump suction \_\_\_\_\_ ft + 2.31 = \_\_\_\_\_ psig (A)
- B. ABSOLUTE ATMOSPHERIC PRESSURE: (0 for City Water Main supply)
- Sea level, 29.9" Hg bar. press., 85°F water: 34 ft + 2.31 = \_\_\_\_\_ psia + 14.7 psia (B)

## PRESSURE LOSSES--(Negative effects on Suction Pressure)

- C. CORRECTION FACTOR FOR ABSOLUTE ATMOSPHERIC PRESSURE: (0 for City Water Main supply)
- a. Highest Water Temperature = \_\_\_\_\_ °F, Vapor Pressure\*\* \_\_\_\_\_ psia - 0.6 psia = \_\_\_\_\_ psia
- If result is non-positive, enter 0. (a)
- b. Elevation: \_\_\_\_\_ + 1000 X 1.2 ft + 2.31 = \_\_\_\_\_ psia
- feet above sea level (b)
- c. Barometric Pressure: 30" - \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_
- Lo Actual Difference
- If result is non-positive, enter 0. For positive results:
- \_\_\_\_\_ X 1.2 ft + 2.31 = \_\_\_\_\_ psia (c)
- Difference
- Correction factor = a + b + c = \_\_\_\_\_ psia (C)

### D. PIPING LOSSES:

- a. Friction: pipe size \_\_\_\_\_ max. GPM \_\_\_\_\_
1. Actual length of straight pipe = \_\_\_\_\_ ft (1)
2. Equivalent lengths for valves/fittings
- Attach additional valve/fitting data and include in total, if necessary.
- |   |                |         |           |        |
|---|----------------|---------|-----------|--------|
| valve/fitting type _____                                    | quantity _____ | X _____ | = _____   | ft     |
| valve/fitting type _____                                    | quantity _____ | X _____ | = + _____ | ft     |
| valve/fitting type _____                                    | quantity _____ | X _____ | = + _____ | ft     |
| valve/fitting type _____                                    | quantity _____ | X _____ | = + _____ | ft     |
| Total valve/fitting equivalent length straight pipe = _____ |                |         |           | ft (2) |

- Piping losses = ( \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ ) X \_\_\_\_\_ ft/100' + 2.31 = \_\_\_\_\_ psig (a)
- (1) (2) pressure drop\*\*\*\*
- b. Backflow preventer (typically 11 to 13 psid) \_\_\_\_\_ psig (b)
- c. Water Meter (typically 4 to 6 psid): \_\_\_\_\_ psig (c)
- d. Other Restrictions: \_\_\_\_\_ psig (d)
- Total piping losses = a + b + c + d = \_\_\_\_\_ psig (D)

### E. SUCTION LIFT FOR TANK/CISTERN:

- Minus foot valve available head \_\_\_\_\_ psig (E)

NET POSITIVE SUCTION HEAD AVAILABLE = A + B - C - D - E = _____ psia
--












\*value is positive if elevation is above pump suction and negative if it is below pump suction.

\*\* See Chart C, any Thermodynamics textbook or ASHRAE Fundamentals

\*\*\* See Chart B (Equivalent length of Straight Pipe for Valves/Fittings)

\*\*\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Bank

## Equivalent Lengths of new straight pipe for valves and fittings

FITTINGS			PIPE SIZE																							
			1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24				
	SCREWED	STEEL	2.3	3.1	3.6	4.4	5.3	6.6	7.4	8.3	9.3	11	13													
		C.I.										9.0	11													
REGULAR 90° ELL	FLANGED	STEEL			.92	1.2	1.6	2.1	2.4	3.1	3.6	4.4	5.9	7.3	8.9	12	14	17	18	21	23	25	30			
		C.I.										3.6	4.8													
	SCREWED	STEEL	1.3	2.0	2.3	2.3	2.7	3.2	3.4	3.6	3.6	4.0	4.6													
		C.I.										3.3	3.7													
LONG RADIUS 90° ELL	FLANGED	STEEL			1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	2.9	3.4	4.2	5.0	5.7	7.0	8.0	9.0	9.4	10	11	12	14			
		C.I.										2.8	3.4													
	SCREWED	STEEL	.34	.52	.71	.92	1.3	1.7	2.1	2.7	3.2	4.0	5.3													
		C.I.										3.3	4.5													
REGULAR 45° ELL	FLANGED	STEEL			.45	.59	.81	1.1	1.3	1.7	2.0	2.6	3.3	4.3	5.6	7.7	9.0	11	13	15	16	18	22			
		C.I.										2.1	2.9													
	SCREWED	STEEL	.79	1.2	1.7	2.4	3.2	4.6	5.6	7.7	9.3	12	17													
		C.I.										9.9	16													
TEE-LINE FLOW	FLANGED	STEEL			.69	.82	1.0	1.3	1.5	1.8	1.9	2.2	2.8	3.3	3.8	4.7	5.3	6.0	6.4	7.2	7.6	8.2	9.6			
		C.I.										1.9	2.3													
	SCREWED	STEEL	2.4	3.5	4.2	5.3	6.6	8.7	9.9	12	13	17	21													
		C.I.										14	17													
TEE-BRANCH FLOW	FLANGED	STEEL			2.0	2.6	3.3	4.4	5.2	6.6	7.3	9.4	12	15	18	24	30	34	37	43	47	52	62			
		C.I.										7.7	10													
	SCREWED	STEEL	2.3	3.1	3.6	4.4	5.3	6.6	7.4	8.3	9.3	11	13													
		C.I.										9.0	11													
180° RETURN BEND	REG. FLANGED	STEEL			.92	1.2	1.6	2.1	2.4	3.1	3.6	4.4	5.9	7.3	8.9	12	14	17	18	21	23	26	30			
		C.I.										3.6	4.8													
	LONG RAD. FLANGED	STEEL			1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	2.9	3.4	4.2	5.0	5.7	7.0	8.0	9.0	9.4	10	11	12	14			
		C.I.										2.8	3.4													
	SCREWED	STEEL	21	22	22	24	29	37	45	54	62	79	110													
		C.I.										65	86													
GLOBE VALVE	FLANGED	STEEL			38	40	45	54	69	79	77	94	120	150	190	240	310	390								
		C.I.										77	99													
	SCREWED	STEEL	.32	.45	.56	.67	.84	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.5													
		C.I.										1.6	2.0													
GATE VALVE	FLANGED	STEEL								2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2			
		C.I.										2.3	2.4													
	SCREWED	STEEL	12.8	15	15	15	17	18	18	18	18	18	18													
		C.I.										15	15													
ANGLE VALVE	FLANGED	STEEL			15	15	17	18	18	21	22	28	38	50	63	90	120	160	160	190	210	240	300			
		C.I.										23	31													
	SCREWED	STEEL	7.2	7.3	8.0	8.8	11	13	15	19	22	27	38													
		C.I.										22	31													
SWING CHECK VALVE	FLANGED	STEEL			3.8	3.3	7.3	10	12	17	21	27	38	50	63	90	120	160								
		C.I.										22	31													
	SCREWED	STEEL	.14	.18	.21	.24	.29	.36	.39	.45	.47	.53	.63													
		C.I.										.64	.52													

**CHART B**

6

## CHART C

### Vapor Pressure Correction Chart

Temperature (°F)	Vapor Pressure (psig)	Temperature	Vapor Pressure (psig)
85-90	0.6	115.6-117.5	1.5
90.1-94	0.7	117.6-120	1.6
94.1-98	0.8	120.1-122	1.7
98.1-101	0.9	122.1-124	1.8
101.1-104.5	1.0	124.1-126	1.9
104.6-107.5	1.1	126.1-129.5	2.0
107.6-110.5	1.2	129.6-132.5	2.2
110.6-113	1.3	132.6-135.5	2.4
113.1-115.5	1.4	135.6-138	2.6

## ATTACHMENT C

**Static Head Pressure Drop**

The head loss for the system is not complete until you calculate the head loss due to lifting the water up (SEE Diagram C). To calculate this, obtain the elevation of piping and calculate the difference in elevation between the discharge of the pressure booster to the highest point in the system (in feet). Divide this by 2.31 ft of head/psi and you have the converted static head loss to pounds per square inch.

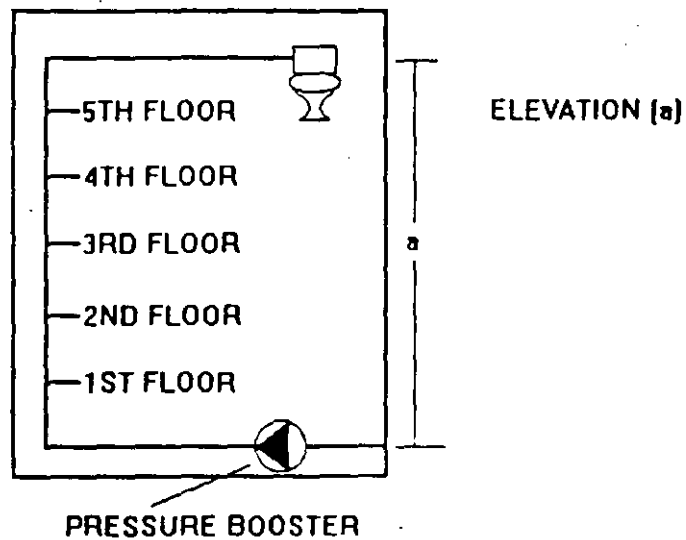


Diagram C



**PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1**

pipe size \_\_\_\_\_"  
(A)

flow rate \_\_\_\_\_ GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe			
regular 90° ell			
long radius 90° ell			
regular 45° ell			
tee-line flow			
tee-branch flow			
180° return bend			
globe valve			
gate valve			
angle valve			
swing check valve			
coupling or union			

Total length of straight pipe (add column c) = \_\_\_\_\_ ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

**PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 2**

A. Pipe Size	B. Flow Rate (GPM)	C. Length of Straight Pipe	D. Pressure Drop** (ft/100'pipe)	Pressure Drop (C X D)/100'

Pressure Drop for Piping Run = \_\_\_\_\_  
(E)

Pressure Drop for Piping Friction Loss = E ÷ 2.31 = \_\_\_\_\_ psig

\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Book

## Required Pressure Boost Calculation Sheet

1. Suction Pressure Available to Booster \_\_\_\_\_psig  
(A)
2. Pressure Drop due to Piping Friction Loss \_\_\_\_\_psig  
(B)
3. Pressure Drop due to Static Height Loss \_\_\_\_\_psig  
(C)
4. Pressure Drop due to fixture loss \_\_\_\_\_psig  
(D)
5. Total Required Pressure = B + C + D \_\_\_\_\_psig
6. Total Required Pressure Boost = B + C + D - A \_\_\_\_\_psig

ATTACHMENT F

## ATTACHMENT G

### Hydropneumatic Tank Sizing

Although the Hydropneumatic tank when placed in a potable water system can minimize surges from abrupt changes in-flow, it is used primarily for drawdown purposes on a pressure booster system with a No Flow Shut-down(NFSD) Option. NFSD shuts the lead pump off and the low demand of the building draws from the tank which is pressurized (filled) by the pressure booster when in operation. Hydropneumatic Tank Sizing is not so much a science but rather an art. Selection sheets, drawdown calculations etc. provided to you from various manufacturers add to the confusion of selecting the right tank for a particular job.

Simply put the tank size is dependent on two things: 1. how long you want the pumps to be off and 2. where the tank is located. A given building will have a low demand rate for various times of the day or night. Leaky faucets, janitors working, lawn sprinklers etc. add up to make this number.

This number (in GPM) multiplied by the time you want the unit to be off is the drawdown in gallons your building will need. The time can be from 3 minutes (time delay relay's setting) to 30minutes. The greater the number, the greater the tank size. Some manufacturers say 10 minutes others 30 minutes. It is really your choice there is no right number. The longer the unit is off the more energy you save, the larger the tank the longer it takes to payback the equipment selected. We have developed a selection procedure that estimates the low demand (nightly) drawdown for various buildings (SEE Hydropneumatic Tank Sizing Sheet).

### Hydropneumatic Tank Drawdown Calculation

The drawdown needed for a given low demand period is not the tank size. Because the tank is at a particular final pressure (pressure at tank when the booster is on) and an initial pressure (minimum allowable system pressure at the tank), the tank cannot empty its entire volume. A drawdown coefficient (derived from Boyle's Law  $P_1V_1=P_2V_2$ ) has to be calculated from manufacturers published data. We have furnished a Tank Selection sheet that contains this information. (SEE Bell & Gossett's Hydropneumatic Tank Selection). The drawdown is highly effected by the minimum allowable pressure; the lower this number can be the smaller the tank.

### Hydropneumatic Tank Placement

There are variety of places in a system where a tank can be installed. Most popular is a connection to the discharge header leading out to the system. Another is directly after the pump, and the finally somewhere out in the system (on the roof typically). The benefits are varied for each circumstance. For example, in a high rise building, placing the tank upon the roof can eliminate the need to have working pressure construction that can handle both the pressure

# HYDROPNEUMATIC TANK SIZING

## STEP 1

### ACCEPTANCE VOLUME FOR VARIOUS TYPES OF BUILDINGS (IN GALLONS)

	APARTMENT BLDGS	HOSPITAL	SCHOOLS	UNIVERSITIES--CLASS ROOMS	UNIVERSITIES--DORMATORIES	COMMERCIAL	AIRPORTS	HOTELS	PRISONS	RESIDENTIAL	INDUSTRIAL
50	8	60	15	15	11	60	15	75	5	68	
100	15	120	30	30	23	120	30	150	9	135	
200	30	240	60	60	45	240	60	300	18	270	
300	45	360	90	90	68	360	90	450	27	405	
400	60	480	120	120	90	480	120	600	36	540	
500	75	600	150	150	113	600	150	750	45	675	
600	90	720	180	180	135	720	180	900	54	810	
700	105	840	210	210	158	840	210	1050	63	945	
800	120	960	240	240	180	960	240	1200	72	1080	
900	135	1080	270	270	203	1080	270	1350	81	1215	
1000	150	1200	300	300	225	1200	300	1500	90	1350	

TOTAL SYSTEM DEMAND (GPM)

THE ABOVE TANK ACCEPTANCE VOLUME IS BASED ON 30 MINUTE SHUT-DOWN TIME FOR THE LEAD PUMP BASED ON LOW USAGE DATA FOR VARIOUS TYPES OF BUILDINGS. THE ACCEPTANCE VOLUME CAN BE ADJUSTED FOR DIFFERENT DESIRED SHUTDOWN TIMES BY USING THE FOLLOWING EQUATION:

$$\text{ACCEPTANCE VOLUME (FROM ABOVE)} \times \text{DESIRED SHUTDOWN TIME (IN MINUTES)} + 30 \text{ MINUTES} = \text{ADJUSTED ACCEPTANCE VOLUME}$$

## STEP 2

NOW THAT YOU HAVE DETERMINED THE ACCEPTANCE VOLUME REQUIRED, IT IS NECESSARY TO DETERMINE THE TANK SIZE BASED ON DRAW DOWN CAPABILITIES FOR THE GIVEN TANK MANUFACTURER. THERE ARE DIFFERENT CHARTS AND GRAPHS FOR EACH MANUFACTURER. NOTE, THAT DEPENDING ON STATIC PRESSURE AND OPERATING PRESSURE THE ACTUAL VOLUME OF WATER AVAILABLE FOR DRAW DOWN CAN VARY. PLEASE CONSULT THESE CHARTS TO VERIFY THE MODEL NUMBER/TANK SIZE YOU WISH TO USE.



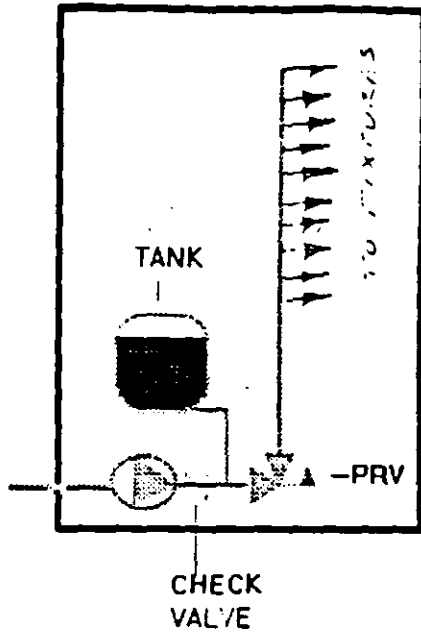


Figure H--(Tank after Pump)

**ATTACHMENT G**

**B&G Pumping System Analysis:**

**SUMMARY OF INPUT DATA: Hotel/motel, with laundry**

System peak demand: 275.00 gpm  
 System discharge pressure: 197.62 ft. ( 85.60 psig)  
 Minimum control/Static pressure: 14.00 ft. ( 6.06 psig)

Standard Efficiency (SE) 60-cycle motor.

**2 Pump System:**

Pump 1: Series 1531 2AC, Impeller diameter 6.750"  
 Design RPM = 3500.0, Motor HP = 10.00  
 Pump 2: Series 1531 2AC, Impeller diameter 6.750"  
 Design RPM = 3500.0, Motor HP = 10.00

**CONSTANT SPEED OPERATION:**

Staging GPM = 252.07

Hrs	Q/Qd,%	TGPM	TDH,ft	BHP	Ep,%	BHP/HP,m	HP,in	E,mtr,%	kWHR	\$/day	E,w/w,%
8.00	10.0	27.5	184.7	7.64	16.8	0.764	8.80	86.8	52.5	5.25	14.6
4.75	25.0	68.8	184.7	7.64	42.0	0.764	8.80	86.8	31.2	3.12	36.4
6.00	45.0	123.8	184.3	9.31	61.8	0.931	10.67	87.3	47.7	4.77	54.0
5.00	70.0	192.5	174.0	11.73	72.1	1.173	13.42	87.4	50.0	5.00	63.0
0.25	95.0	261.3							2 pumps in parallel		
		130.6	183.8	9.57	63.3	0.957	10.96	87.4	2.0	0.20	55.3
		130.6	183.8	9.57	63.3	0.957	10.96	87.4	2.0	0.20	55.3

**COST SUMMARY:**

Annual Operating Cost @ \$0.10 / kwhr = \$ 6771.08  
 8760 hours/year or 100.00%  
 Total annual operating cost = \$ 6771.08  
 Total kW hours = 67710.83

VARIABLE SPEED OPERATION: ( Table 1 of 3 )

System suction pressure: 13.85 ft. ( 6.00 psig)  
 Staging GPM = 261.25  
 Best Efficiency Staging is ON

Hrs	Q/Qd,%	TGPM	TDH,ft	BHP	Ep,%	RPM	HP,in	E,d/m,%	kWHR	\$/day	E,w/w,%
Extended operation below 30% nameplate speed not recommended, speed increased.											
8.00	10.0	27.5	2.0	0.07	19.9	1055.8	0.14	50.2	0.8	0.08	10.0
4.75	25.0	68.8	11.6	0.47	42.6	1055.8	0.94	50.2	3.3	0.33	21.4
6.00	45.0	123.8	37.3	1.89	61.7	1720.2	2.72	69.6	12.2	1.22	42.9
5.00	70.0	192.5	90.1	6.08	72.0	2663.2	7.27	83.6	27.1	2.71	60.2
0.25	95.0	261.3							2 pumps in parallel		
		130.6	165.9	8.65	63.2	3340.6	9.97	86.8	1.9	0.19	54.9
		130.6	165.9	8.65	63.2	3340.6	9.97	86.8	1.9	0.19	54.9

Annual Operating Cost @ \$0.10 / kwhr = \$ 860.43  
 4380 hours/year or 50.00%  
 Total kW hours = 8604.30

ATTACHMENT H



B&G Pumping System Analysis:

ATTACHMENT H

SUMMARY OF INPUT DATA: Hotel/motel, with laundry

System peak demand: 275.00 gpm  
 System discharge pressure: 197.62 ft. ( 85.60 psig)  
 Minimum control/Static pressure: 14.00 ft. ( 6.06 psig)

Standard Efficiency (SE) 60-cycle motor.

3 Pump System:

Pump 1: Series 1531 1-1/4AC, Impeller diameter 6.625"  
 Design RPM = 3500.0, Motor HP = 7.50  
 Pump 2: Series 1531 1-1/4AC, Impeller diameter 6.625"  
 Design RPM = 3500.0, Motor HP = 7.50  
 Pump 3: Series 1531 1-1/4AC, Impeller diameter 6.625"  
 Design RPM = 3500.0, Motor HP = 7.50

CONSTANT SPEED OPERATION:

Staging GPM = 146.71 256.31

Hrs	Q/Qd,%	TGPM	TDH,ft	BHP	Ep,%	BHP/HP,m	HP,in	E,mtr,%	kWHR	\$/day	E,w/w,%
8.00	10.0	27.5	199.0	4.29	32.2	0.572	4.95	86.7	29.5	2.95	27.9
4.75	25.0	68.8	195.4	6.03	56.3	0.804	6.97	86.5	24.7	2.47	48.7
6.00	45.0	123.8	165.3	8.51	60.7	1.134	10.18	83.5	45.6	4.56	50.7
5.00	70.0	192.5							2 pumps in parallel		
		96.3	185.5	7.26	62.1	0.969	8.50	85.4	31.7	3.17	53.0
		96.3	185.5	7.26	62.1	0.969	8.50	85.4	31.7	3.17	53.0
0.25	95.0	261.3							3 pumps in parallel		
		87.1	189.8	6.84	61.0	0.912	7.97	85.8	1.5	0.15	52.4
		87.1	189.8	6.84	61.0	0.912	7.97	85.8	1.5	0.15	52.4
		87.1	189.8	6.84	61.0	0.912	7.97	85.8	1.5	0.15	52.4

COST SUMMARY:

Annual Operating Cost @ \$0.10 / kwhr = \$ 6118.88  
 8760 hours/year or 100.00%  
 Total annual operating cost = \$ 6118.88  
 Total kW hours = 6118.85

VARIABLE SPEED OPERATION: ( Table 1 of 1 )

System suction pressure: 13.85 ft. ( 6.00 psig)  
 Staging GPM = 68.75 261.25  
 Best Efficiency Staging is ON

Hrs	Q/Qd,%	TGPM	TDH,ft	BHP	Ep,%	RPM	HP,in	E,d/m,%	kWHR	\$/day	E,w/w,%
Extended operation below 30% nameplate speed not recommended, speed increased.											
8.00	10.0	27.5	2.0	0.04	32.3	1041.8	0.09	49.7	0.5	0.05	16.0
4.75	25.0	68.8							2 pumps in parallel		
		34.4	11.6	0.28	36.1	1041.8	0.56	49.7	2.0	0.20	17.9
		34.4	11.6	0.28	36.1	1041.8	0.56	49.7	2.0	0.20	17.9
6.00	45.0	123.8							2 pumps in parallel		

		61.9	37.3	1.09	53.7	1677.7	1.58	68.6	7.1	0.71	36.9
		61.9	37.3	1.09	53.7	1677.7	1.58	68.6	7.1	0.71	36.9
5.00	70.0	192.5							2 pumps in parallel		
		96.3	90.1	3.54	61.9	2622.1	4.25	83.2	15.9	1.59	51.5
		96.3	90.1	3.54	61.9	2622.1	4.25	83.2	15.9	1.59	51.5
0.25	95.0	261.3							3 pumps in parallel		
		87.1	165.9	5.98	61.0	3287.2	6.90	86.6	1.3	0.13	52.8
		87.1	165.9	5.98	61.0	3287.2	6.90	86.6	1.3	0.13	52.8
		87.1	165.9	5.98	61.0	3287.2	6.90	86.6	1.3	0.13	52.8

Annual Operating Cost @ \$0.10 / kwhr = \$ 1979.19

8760 hours/year or 100.00%

Total kW hours = 19791.93

**COST SUMMARY:**

Suction Pressure : 6.0 psig

Percent of Year : 100%

Hours/Year : 8760

Annual Operating Cost: \$1979.19

Total hours/year = 8760

Total annual operating cost = \$1979.19

We will now discuss what options can be selected for the pressure booster:

**MANUAL OR AUTOMATIC ALTERNATION:** This option offers the end user the ability to equalize wear on his equal sized pumps by alternating the sequence of the pump staging (i.e. 1-2-3, 2-3,1, 3-1-2)

**AUDIO/VISUAL ALARM:** This option will give a horn signal as well as a flashing light to alarm an operator of an alarm condition. Ideal for critical operations where down time is a premium. This can also be given as a dry contact alarm to an energy management system.

**AQUASTAT:** This option gives the pressure booster a means of shutting down operation when pump casing water temperature rises too high.

**LOW SUCTION PRESSURE CUT-OUT:** This option should be chosen on every unit. It protects the booster from operating the pumps without sufficient suction pressure. The unit shuts down operation until pressure is restored.

**LOW WATER LEVEL ELECTRODE:** This provides the same protection as low suction cut out but is meant for boosters that pull out of a tank or cistern.

**HIGH SUCTION PRESSURE CUT-OUT:** This feature can be handy when city water pressure fluctuate on the high side. This option shuts the booster package off when city water pressure is high enough to supply the demands of the building.

**NO FLOW SHUT-DOWN:** This selection shuts down the unit on low demand to save energy. It should be furnished with a hydropneumatic tank (SEE SECTION 6).

**FUSED DISCONNECT/CIRCUIT BREAKERS:** This gives the operator a means to power down the unit for service and provides individual short circuit protection for each motor. Circuit Breakers, although not as fast acting as fuses, should be provided when spare fuses availability is a problem.

**MATERIALS FOR CONSTRUCTION:** This is a matter of local city codes. The least expensive would be galvanized steel with copper a close second. Stainless Steels and epoxy coated steels can be offered at a premium. If choosing a copper unit, note that due to its inability to support a great deal of weight, the copper units come with horizontally mounted pumps. Vertically mounted pumps which offer the smallest footprint would have to come with galvanized, stainless or epoxy coated steels.

**OTHER OPTIONS:** Exotic offerings can be anywhere from flow and kW readouts to special power transfer switches for emergency generators. These

should be pointed out and discussed with your local Bell & Gossett  
representative.

---

**ATTACHMENT I**

## Example Problems

### Example #1:

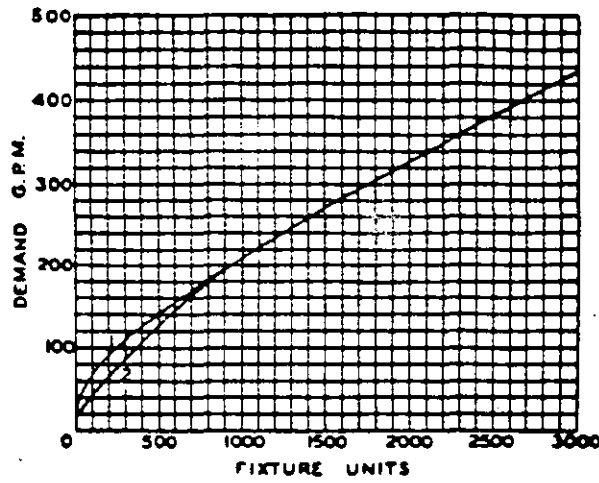
A hotel in downtown Metropolis is being built. The luxury hotel will be a 6 story building with 75 guest rooms, 4 suites, a ground level restaurant/banquet facility, and an indoor swimming pool in the basement. The hotel has a cooling tower on the top of the building with the rest of the equipment in the basement. Using the flow calculation sheet an inspection/totalization was made of the fixtures (see Figure A).

1. Calculate the flow requirement for the building.

### FLOW CALCULATION SHEET

FIXTURE TYPE	COLUMN A FIXTURE UNIT/ FIXTURE	COLUMN B QUANTITY OF FIXTURES	TOTAL FIXTURE UNIT COUNT (A X B)	COLUMN C CW FIXTURE* UNITS/FIXTURE	COLUMN D HW FIXTURE* UNITS/FIXTURE	TOTAL CW FIXTURE UNITS* (B X C)	TOTAL HW FIXTURE UNITS* (B X D)
WC/Public--Flush Valve	10	91	910	10		910	
WC/Public--Flush Tank	5			5			
Receptel Urinal/Public	10	2	20	10		20	
Stall--Wall Urinal/Public	5			5			
Stall--Wall Urinal/Public	3			3			
Lavatory/Public	2	85	170	1.5	1.5	127.5	127.5
Bathub/Public	4			3	3		
Shower Head/Public	4	85	340	3	3	255	2
Service Sink/Office	3	10	30	2.25	2.25	22.5	2
Kitchen Sink/Hotel etc.	4	2	8	3	3	6	6
WC/Private--Flush Valve	5			5			
WC/Private--Flush Tank	3			3			
Lavatory/Private	1			0.75	0.75		
Bathub/Private	2			1.5	1.5		
Shower Head/Private	2			1.5	1.5		
Bathroom Group/Private--Flush Valve	8			8.25	2.25		
Bathroom Group/Private--Flush Tank	5			5.25	5.25		
Separate Shower/Private	2			1.5	1.5		
Kitchen Sink/Private	2			1.5	1.5		
Dishwasher/Private--Public	4	2	8	3	3	6	6
Washing Machine/Private	5			5	5		
Washing Machine/Hospital	5	2	10	4.5	4.5	9	9
Bidet/Private	3	4	12	2.25	2.25	9	9
Ice maker/Private--Public	3	11	33	3		33	
Lawn Hoses/Public	5	2	10	5		10	
Lawn Hoses Commercial	4			4			
Equipment Fill Valves/Commercial	4	2	8	4		8	
OTHER FIXTURES							
OTHER FIXTURES							
OTHER FIXTURES							
OTHER FIXTURES							
	TOTAL BUILDING FIXTURE UNIT COUNT		1551			TOTAL BUILDING CW FIXTURE UNITS	1418
						TOTAL BUILDING HW FIXTURE UNITS	436
*USED FOR BUILDING PIPE SIZING ONLY							

Using the the **FLOW CALCULATION SHEET** to catagorize and count the fixtures for the hotel. For pipe sizing (SECTION-4)-you should totalize the fixture unit counts for the individual hot and cold water requirements for the fixtures.



**CHART A1**

Using the total fixture count of 1551 and CHART A1 from SECTION 1, you will find you have a total flow requirement of 275 GPM.

The hotel is serviced by a 6" water main coming from the city. The city water pressure (obtained from the water company and measured) varies during the course of the day from a low on 30 psig to a high of 40 psig. The suction piping from the booster to the street is shown in Figure B. An inspection of the plumbing drawings shows that although there is an industrial washing machine in the basement with a 25 psid pressure drop (PD), the longest piping run's (to the top of the building) piping friction loss plus the pressure drop due to static height plus the flush valve (25 psid PD) is the greatest pressure drop path. Even though the cooling tower is 20 feet higher and has a 10 psid PD fill valve, the total is less than the last toilet on the 48th floor. Below (Figure C) is a totalization of fittings/valves and straight pipe lengths for their respective sizes and flow rates.

- Using the Pressure Boost Calculation Method, calculate the pressure required to deliver water to the hotel and the pressure boost required.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 4 " (A)

flow rate 275 GPM (B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	110
regular 90° ell	5	5.9	29.5
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	3	2.8	8.4
tee-branch flow	1	12	12
180° return bend	0		
globe valve	3	120	360
gate valve	0		
angle valve	0		
swing check valve	1	38	38
coupling or union	3	.65	1.95

Total length of straight pipe (add column c) = 559.85 ft (C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 4 " (A)

flow rate 230 GPM (B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	15
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	2	2.8	5.6
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	1	120	120
gate valve	0		
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 140.6 ft (C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 3"  
(A)

flow rate 185 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	15
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	3	2.8	8.4
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	3	2.8	8.4
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 31.8 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 3"  
(A)

flow rate 140 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	15
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	3	1.9	5.7
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	3	2.7	8.1
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 28.8 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 2 1/2"  
(A)

flow rate 95 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	15
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	4	7.7	30.8
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	4	2.6	10.4
angle valve	0		



swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 56.2 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 2"  
(A)

flow rate 45 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	15
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	5	1.8	9
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	5	2.6	13
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 37 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 1 1/2"  
(A)

flow rate 25 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	40
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	3	1.5	4.5
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	3	1.2	3.6
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 48.1 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 1"  
(A)

flow rate 10 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	50
regular 90° ell	0		
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	7	1	7
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	7	.84	5.9
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	0		

Total length of straight pipe (add column c) = 62.9 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 1

pipe size 3/4"  
(A)

flow rate 4 GPM  
(B)

Valve/Fitting Type	Quantity (a)	Equivalent Length* (b)	Length of Straight Pipe = axb=(c)
straight pipe	-	-	30
regular 90° ell	5	1.2	6
long radius 90° ell	0		
regular 45° ell	0		
tee-line flow	12	.82	9.8
tee-branch flow	0		
180° return bend	0		
globe valve	0		
gate valve	10	.67	6.7
angle valve	0		
swing check valve	0		
coupling or union	4	.24	1

Total length of straight pipe (add column c) = 53.5 ft  
(C)

\*See Equivalent Length of Straight Pipe for Valves/Fittings Chart.

PATH PRESSURE DROP CALCULATION CHART 2

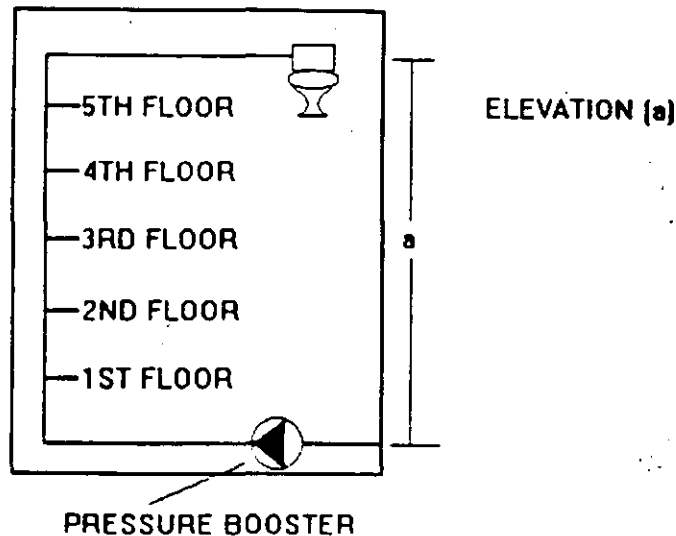
A. Pipe Size	B. Flow Rate (GPM)	C. Length of Straight Pipe	D. Pressure Drop** (ft/100' pipe)	Pressure Drop (C X D)/100'
4	275	559.85	2.8	21.27
4	230	140.6	2.9	4.08
3	185	31.8	7	2.23
3	140	28.8	4.3	1.24
2.5	95	56.2	5.7	3.20
2	45	27	4.3	1.59
1.5	25	48.1	6.1	2.97
1	10	67.9	6.7	4.21
.75	4	53.5	5.2	2.78

$$\text{Pressure Drop for Piping Run} = \frac{43.53}{(E)}$$

Pressure Drop for Piping Friction Loss = (E) ÷ 2.31 =	<u>18.8</u> psig
---	------------------

\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Book

The next step is to determine the pressure drop due to static height. An elevation drawing will give you the necessary information. The difference in elevation from the discharge of the pressure booster to the inlet of the last fixture for the greatest pressure drop path we have chosen will give you this number.



Elevation Sketch

The elevation difference is 108 feet. This number divided by 2.31 gives you the pressure drop (in psi) due to static height (46.8 psi).

The pressure required to deliver water to the hotel would be the Pressure Drop due to pipe friction (18.8 psi) plus the pressure drop due to static height (46.8 psi) plus the pressure drop of the fixture at the end of the path. This is the fixture with the highest pressure drop (flush valve toilet). The drop according to manufacturers data is 20 psi. The required pressure would be:

$$\text{Required Pressure} = 18.8 + 46.8 + 20 = 85.6 \text{ psi}^*$$

\*This number plus the suction pressure will determine the equipment's working pressure.

To determine the Required Boost it is necessary to calculate the available pressure to the suction of the pressure booster. First obtain a drawing of the suction piping from the main to the pressure booster. It will be necessary to determine elevations. The sketch below is the suction flow diagram for the hotel. Using this and the **Suction Pressure Calculation Sheet** determine the suction pressure available.

# SUCTION PRESSURE CALCULATION WORKSHEET

## PRESSURE GAINS--(Positive effects on Suction Pressure)

A. CITY WATER MAIN: i. Elevation from main to pump suction \*  $-15$  ft + 2.31 =  $-6.5$  psig

ii. Measured minimum city water pressure =  $30$  psig  
 Pressure gain =  $\frac{-6.5}{(i)} + \frac{30}{(ii)} = \frac{23.5}{(A)}$  psig

TANK OR CISTERN : Elevation from tank outlet to pump suction \*  $-$  ft + 2.31 =  $-$  psig  
 (A)

## PRESSURE LOSSES--(Negative effects on Suction Pressure)

B. PIPING LOSSES (from supply to booster):

a. Friction: pipe size  $4$  " max. GPM  $275$

1. Actual length of straight pipe =  $25$  ft  
 (1)

2. Equivalent lengths for valves/fittings

Attach additional valve/fitting data and include in total, if necessary.

$4$ " <i>con. elbow</i>	<u>2</u>	X	<u>11</u>	=	<u>22</u> ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**		
$4$ " <i>gate valve</i>	<u>1</u>	X	<u>86</u>	=	+ <u>86</u> ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**		
_____	_____	X	_____	=	+ _____ ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**		
_____	_____	X	_____	=	+ _____ ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**		

Total valve/fitting equivalent length straight pipe =  $108$  ft  
 (2)

Piping losses =  $\left( \frac{25}{(1)} + \frac{108}{(2)} \right) \times \frac{4.3}{\text{pressure drop***}} \text{ ft}/100' + 2.31 = \frac{2.5}{(a)}$  psig

b. Backflow preventer (typically 11 to 13 psid)  $\frac{11}{(b)}$  psig

c. Water Meter (typically 4 to 6 psid):  $\frac{4}{(c)}$  psig

d. Other Restrictions:  $\frac{-}{(d)}$  psig

Total piping losses = a + b + c + d =  $\frac{17.5}{(B)}$  psig

C. SUCTION LIFT FOR TANK/CISTERN:

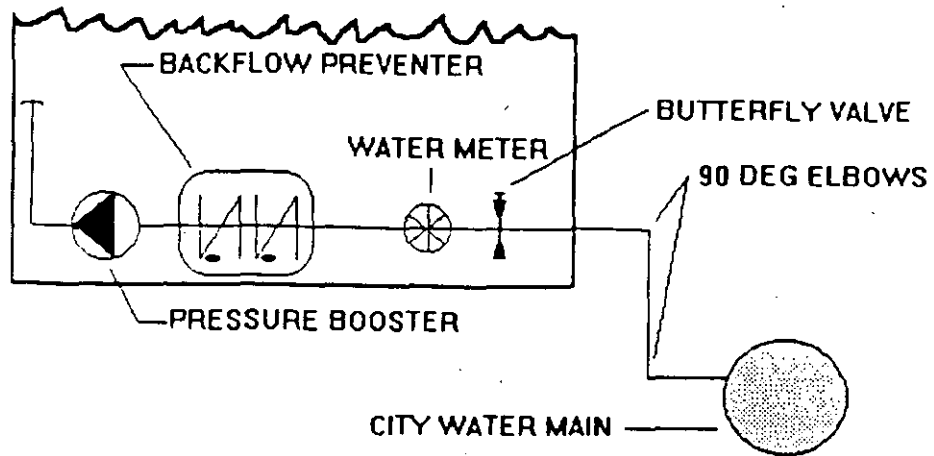
Minus foot valve available head  $\frac{-}{(C)}$  psig

SUCTION PRESSURE AVAILABLE = A + B + C =  $\frac{6}{(C)}$  psig

\* Value is positive if elevation is above pump suction and negative if it is below pump suction

\*\* See Chart B (Equivalent length of Straight Pipe for Valves/Fittings)

\*\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Bank



**Figure B—Suction Piping Detail**

The following is a list of fittings and their quantity as counted from the city supply to the suction of the pressure booster.

<u>Type of Fitting</u>	<u>Quantity</u>
90° regular elbow 4"	2
Globe Valve 4"	1

The backflow preventer's pressure drop (from manufacturer's data) was listed at 12 psi. The water meter (from manufacturer's data) has a 4 psi pressure drop. The elevation from the pressure booster suction to the city main is 25 feet below (-a). Using this information fill in the Suction Pressure Calculation Worksheet.

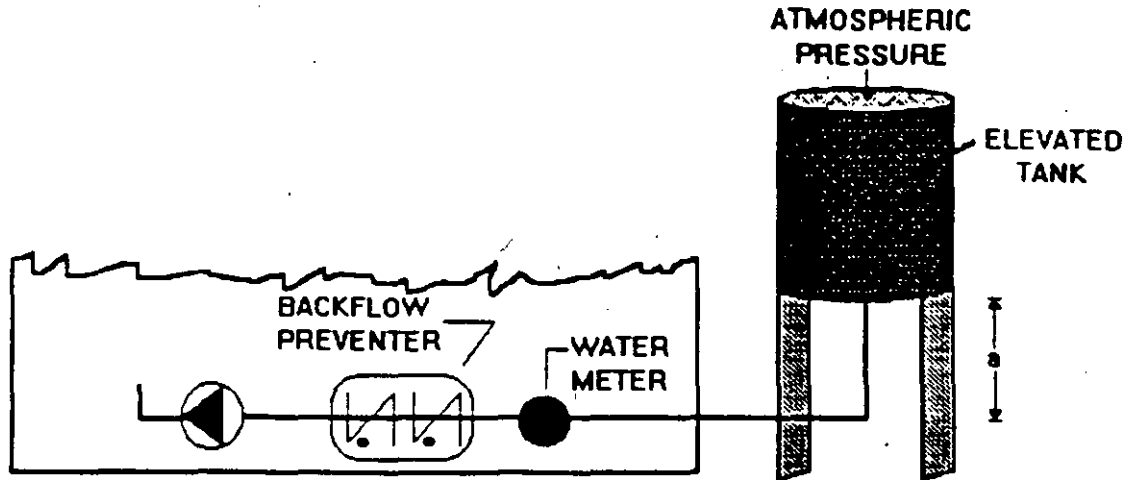
The suction pressure calculated and the pressure drop due to piping friction in the building can be entered on the Required Pressure Boost Calculation Sheet. The highest pressure drop fixture at the end of the highest pressure drop path is a flushvalve toilet, the drop is 20 psi.

### Required Pressure Boost Calculation Sheet

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. Suction Pressure Available to Booster         | <u>6</u> psig<br>(A)    |
| 2. Pressure Drop due to Piping Friction Loss     | <u>18.8</u> psig<br>(B) |
| 3. Pressure Drop due to Static Height Loss       | <u>46.8</u> psig<br>(C) |
| 4. Pressure Drop due to fixture loss             | <u>20</u> psig<br>(D)   |
| 5. Total Required Pressure = B + C + D           | <u>85.6</u> psig        |
| 6. Total Required Pressure Boost = B + C + D - A | <u>79.6</u> psig        |

### Example # 2

Using the same hotel in example one, only the hotel is supplied by an elevated tank not the city water main. Below is an elevation sketch for the building.



The elevation of the tank from the suction of the pressure booster is 85 feet. Metropolis is located at 200 feet above sea level with a low barometric pressure of 24" Hg and high water temperature of 88°F.

1. Calculate the Suction Pressure Required.
2. Calculate the Net Positive Suction Head Available (NPSHA) See Section 5.

Using the Suction Pressure Calculation Worksheet calculate the suction pressure assuming all piping between the tank and booster is the same as Example #1.

# SUCTION PRESSURE CALCULATION WORKSHEET

## PRESSURE GAINS--(Positive effects on Suction Pressure)

A. CITY WATER MAIN: i. Elevation from main to pump suction \* \_\_\_\_\_ ft + 2.31 = \_\_\_\_\_ psig

ii. Measured minimum city water pressure = \_\_\_\_\_ psig

Pressure gain =  $\frac{\text{_____}}{(i)} + \frac{\text{_____}}{(ii)} = \frac{\text{_____}}{(A)}$  psig

TANK OR CISTERN : Elevation from tank outlet to pump suction\* 85 ft + 2.31 = 36.8 psig  
(A)

## PRESSURE LOSSES--(Negative effects on Suction Pressure)

B. PIPING LOSSES (from supply to booster):

a. Friction: pipe size 4 " max. GPM 275

1. Actual length of straight pipe = 25 ft  
(1)

2. Equivalent lengths for valves/fittings

Attach additional valve/fitting data and include in total, if necessary.

<u>4" regular</u>	<u>2</u>	X	<u>11</u>	=	<u>22</u>	ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**			
<u>4" gate valve</u>	<u>1</u>	X	<u>86</u>	=	<u>+ 86</u>	ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**			
_____	_____	X	_____	=	<u>+</u> _____	ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**			
_____	_____	X	_____	=	<u>+</u> _____	ft
valve/fitting type	quantity		equivalent length**			

Total valve/fitting equivalent length straight pipe = 108 ft  
(2)

Piping losses =  $\frac{(25)}{(1)} + \frac{(108)}{(2)} \times \frac{4.3}{\text{pressure drop***}} \text{ ft}/100' + 2.31 = \frac{2.5}{(a)}$  psig

b. Backflow preventer (typically 11 to 13 psid) 11 psig  
(b)

c. Water Meter (typically 4 to 6 psid): 4 psig  
(c)

d. Other Restrictions: \_\_\_\_\_ psig  
(d)

Total piping losses = a + b + c + d = 17.5 psig  
(B)

C. SUCTION LIFT FOR TANK/CISTERN:

Minus foot valve available head \_\_\_\_\_ psig  
(C)

SUCTION PRESSURE AVAILABLE = A + B + C = 19.3 psig

\* Value is positive if elevation is above pump suction and negative if it is below pump suction

\*\* See Chart B (Equivalent length of Straight Pipe for Valves/Fittings)

\*\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Bank



# NET POSITIVE SUCTION HEAD AVAILABLE WORKSHEET

## PRESSURE GAINS--(Positive effects on Suction Pressure)

- A. CITY WATER MAIN: i. Elevation from main to pump suction \_\_\_\_\_ ft + 2.31 = \_\_\_\_\_
- ii. Measured minimum city water pressure = \_\_\_\_\_
- Pressure gain =  $\frac{\quad}{(i)} + \frac{\quad}{(ii)} = \frac{\quad}{(A)}$  psig
- TANK OR CISTERN: Elevation from tank outlet to pump suction\* 85 ft + 2.31 = 36.8 psig (A)
- B. ABSOLUTE ATMOSPHERIC PRESSURE: (0 for City Water Main supply)
- Sea level, 29.9" Hg bar. press., 85°F water: 34 ft + 2.31 = + 14.7 psia (B)

## PRESSURE LOSSES--(Negative effects on Suction Pressure)

- C. CORRECTION FACTOR FOR ABSOLUTE ATMOSPHERIC PRESSURE: (0 for City Water Main supply)
- a. Highest Water Temperature = 88 °F. Vapor Pressure\*\* 6 psia - 0.6 psia = 0 psia (a)
- If result is non-positive, enter 0.
- b. Elevation: 200 + 1000 X 1.2 ft + 2.31 = 0.008 psia (b)
- feet above sea level
- c. Barometric Pressure: 30" -  $\frac{24''}{\text{Lo Actual}} = \frac{6''}{\text{Difference}}$
- If result is non-positive, enter 0. For positive results:
- $\frac{6''}{\text{Difference}} \times 1.2 \text{ ft} + 2.31 = \frac{3.12}{(c)}$  psia
- Correction factor = a + b + c = 3.13 psia (C)

D. PIPING LOSSES:

- a. Friction: pipe size 4" max. GPM 275
1. Actual length of straight pipe = 25 ft (1)
2. Equivalent lengths for valves/fittings
- Attach additional valve/fitting data and include in total, if necessary.
- |   |          |   |                      |   |           |                   |
|---|----------|---|----------------------|---|-----------|-------------------|
| <u>4" red elbow</u><br>valve/fitting type             | <u>2</u> | X | <u>11</u>            | = | <u>22</u> | ft                |
| <u>4" gate valve</u><br>valve/fitting type            | <u>1</u> | X | <u>86</u>            | = | <u>86</u> | ft                |
| valve/fitting type                                    | quantity | X | equivalent length*** | = | +         | ft                |
| valve/fitting type                                    | quantity | X | equivalent length*** | = | +         | ft                |
| valve/fitting type                                    | quantity | X | equivalent length*** | = | +         | ft                |
| Total valve/fitting equivalent length straight pipe = |          |   |                      |   |           | <u>108</u> ft (2) |
- Piping losses =  $\frac{(25)}{(1)} + \frac{(108)}{(2)} \times \frac{4.3}{\text{pressure drop****}} + 2.31 = \frac{2.5}{(a)}$  psig
- b. Backflow preventer (typically 11 to 13 psid) 11 psig (b)
- c. Water Meter (typically 4 to 6 psid): 4 psig (c)
- d. Other Restrictions: \_\_\_\_\_ psig (d)
- Total piping losses = a + b + c + d = 17.5 psig (D)

E. SUCTION LIFT FOR TANK/CISTERN:  
Minus foot valve available head

\_\_\_\_\_ psig (E)

NET POSITIVE SUCTION HEAD AVAILABLE = A + B - C - D - E = 30.87 psia

\*value is positive if elevation is above pump suction and negative if it is below pump suction.  
 \*\* See Chart C, any Thermodynamics textbook or ASHRAE Fundamentals  
 \*\*\* See Chart B (Equivalent length of Straight Pipe for Valves/Fittings)  
 \*\*\*\* From B&G System Syzer or Hydraulic Institute Data Bank

# HYDRO-PNEUMATIC PRESSURE SYSTEMS



*General Description • Determinations  
Components • Auxiliary Equipment*

BULLETIN NO. B-579

*Published by*  
PEERLESS PUMP DIVISION, Food Machinery and Chemical Corporation  
LOS ANGELES, CALIFORNIA ★ INDIANAPOLIS, INDIANA

## FOREWORD

It is possible to buy complete hydro-pneumatic pressure systems which incorporate deep well reciprocating, jet or shallow well pumps for  $\frac{1}{4}$  HP up to 3 HP in size. On these units the designs are well balanced for average household service and little engineering is necessary. However, the optimum design of a larger hydro-pneumatic pressure system for use with a Hi-Lift, deep well or large horizontal pump on a given application presents a complex engineering problem.

In order to secure the greatest usefulness of the unit combined with the least operating cost per gallon of water used, a selection of the size of pump, size of tank, maximum and minimum percentages of the tank to contain air and the desired control fittings must be based and made on their known relationships to each other. There is no reference work available to the customer or field engineer

which will give him a detailed and thorough summary of the interrelationships required of the above mentioned components for every application in general.

Peerless dealers and salesmen have frequently requested the Engineering Department to give them a complete explanation of how to select the proper equipment for large hydro-pneumatic pressure installations. For many years our Engineering Department has been collecting data concerning this subject. Considerable time and effort has been spent in organizing and correlating this information. The treatment of the subject represents a practical approach to the problem. The information is compiled in a concise manner and is documented with working charts, tables and drawings to facilitate the solution of actual everyday problems in relation to every type of hydro-pneumatic pressure system.

Peerless Pump Division  
Foster Machinery and Chemical Corporation

# TABLE OF CONTENTS

I. GENERAL DESCRIPTION.....	Page 1
Purpose of Hydro-Pneumatic Pressure System	
Shallow Well Domestic Type	
Deep Well Pump Type	
Booster Type	
Combination Type	
Cushion Tank Type	
Design Considerations	
II. DETERMINATIONS.....	Page 4
Determination of Pump Capacities	
Water Consumption Factor Tables	
Public Buildings—Factor Table	
Rural Residences—Factor Table	
Notes on Factors	
Auxiliary Requirements	
Table of Water Requirements	
Table of Water Consumption	
Determination of Pump Pressures.....	Page 6
Description of Procedure	
Working Example and Solution for Pump Capacity and Pressure	
Determination of Tank Working Pressures and Water Levels.....	Page 7
Selecting Pressure Differential	
Determining Tank Working Capacities	
Determining Tank Working Levels	
Determining Tank Efficiency	
Curve—Pressure vs. Percent Water and Air	
Chart—Percent Capacity vs. Percent Height in Horizontal Tanks	
Chart—Volumes in Horizontal Tanks	
Automatic Control Co.'s Slide Rule	
Determination of Tank Capacity and Size.....	Page 10
Selecting Efficient Number of Pumping Cycles	
Curve—Tank Working Differentials vs. Pumping Cycles	
Dimensions for Standard Tanks	
III. COMPONENTS.....	Page 13
Hydro-Pneumatic Pressure Tank	
Working Pressure	
Construction	
Foundation	
Piping.....	Page 14
General Data	
Valves	
Air Protection	

CONTENTS (Continued)

Systems Operation and Control.....	Page 15
Deep Well Pump Type Systems	
With foot valve on suction and Type W-1 or DS Duotrol Controls	
Conventional pump with float vent valve and Type W-1 or DS Duotrol Controls.	
Conventional pump with float vent valve and Nu-Matic Controls.	
Conventional pump with float vent valve and DS Duotrol Control	
Booster Type Systems	
With Nu-Matic Control	
With DC Duotrol Control	
Combination System	
With Nu-Matic Control	
With DC Duotrol Control	
Cushion Tank System	
Diagrams of Typical Hydro-Pneumatic Pressure Systems .....	Page 17
IV. AUXILIARY EQUIPMENT.....	Page 24
Air Volume Controls	
U. S. Gauge Company's W-1	
Nu-Matic	
Automatic Control Company's Duotrols	
Pressure Switches	
Pressure Relief Valves	
For Water	
For Air	
Pressure Gauges	
Combination Starters	
Air Inlet Valves	
Water Drain Valves	
Ball Check Type	
Solenoid Type	
Air Filters	
Strainers	
Air Release and Air Injector Valves	
Tank Valves (Snifter Type)	
Check Valves	
Non-Slam Type	
Composition Disc, Globe Type	
Leather Faced, Swing Check Type	
Stop Valves	
Composition Disc, Globe Type	
Gate Type	
Needle Type	
Float Vent Valves	
Water Gauges	
Hose Connections	
Air Compressors	
Float Switches	
Friction Loss in Pipe Lines	
Nomograph Chart—Resistance of Valves and Fittings to Flow of Fluids	

## I

### GENERAL DESCRIPTION

The hydro-pneumatic pressure system is a modernization of the older gravity tank method of water supply. Its main purpose is to control or boost a limited supply pressure to a higher or more uniform value so that a continuous and satisfactory water supply will be available at all fixtures within the system.

The fundamentals of a system which accomplishes this purpose consist of a suitable pump, a pressure tank and essential control devices for making the system operate automatically with the least amount of supervision. The pump is used for supplying the required amount of water into the tank at the proper pressure while the tank acts as a storage vessel for the proper ratios of water and air within the pressures and levels maintained by the control devices.

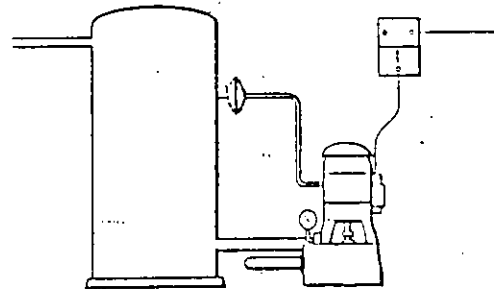
The expansion of air under reducing pressures regulates the amount of water which can be used by the system before the pump is again called upon to replenish the reserve that is desired to be maintained in the tank. This pressure and volume relationship is a well known law of physics which states that at constant temperature the volume of a given weight of gas varies inversely as the absolute pressure. It is known as Boyle's law and is expressed mathematically as follows:  $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$ . The curve charts for determining the best limits of operating pressure and the best high water level in the tank are compiled from this formula.

Hydro-pneumatic pressure units have definite advantages over gravity tanks. They are generally placed in a location that is convenient for installation, service or repairs; generally sheltered against damage from the elements; the system is completely enclosed and when properly filtered air is used to replenish that used up in the tank there will be complete isolation from possible contamination.

There are four general types of hydro-pneumatic pressure systems: (1) the domestic type, (2) the

deep well pump type, (3) the booster type and (4) the combination type which consists of a deep well pump which in turn supplies a booster type system. Another, (5) known as the tankless or cushion tank type system, is not a true hydro-pneumatic pressure system although it relies on the functioning of a relatively small pneumatic cushion tank for its successful operation. All hydro-pneumatic pressure systems function in a similar manner and differ only in the utilization of the pumps and controls which are necessary to fulfill the system requirements.

#### *Shallow Well Domestic Type*



(1) The domestic type systems are used for installations where relatively small water and pressure requirements are demanded. They are generally small enough to be constructed in a compact, integral unit although some systems utilize separately installed pressure tanks. Almost all kinds of pumps are used with this type of unit; centrifugal, jet, turbine, helical rotor and reciprocating. Air is generally supplied to the pressure tank by means of a snifter valve connected to the suction side of the pump. For complete data on the various types of domestic systems which are manufactured by the Peerless Pump Division refer to the following:

- (a) Water King Type—Bulletin B-157-1.
- (b) Jet Pump Type—Bulletin B-155-1.
- (c) Reciprocating Pump Type—Bulletin B-

## II

## DETERMINATIONS

## DETERMINATION OF PUMP CAPACITIES

The two common methods used to determine the proper capacity of the pump for a hydro-pneumatic pressure system are, (1) by recording meter, and (2) by estimation through the use of factors.

The first method is accurate and is popularly used for existing installations where a recording meter record (covering an extended period of time) can be obtained to determine the total water consumption as well as the maximum capacity at periods of peak demand. From this record, a pump which will have sufficient capacity to meet the maximum requirements of the system can be accurately selected. If the periods of peak demand extend over a comparatively great length of time, it is advisable to select a pump having a capacity of 125% to 150% more than the maximum demand. This is to provide sufficient water for replenishing the tank

storage capacity at the same time that domestic requirements are being fulfilled.

The second method is by approximation. It is used only for new installations or where metering is not practicable. This method is based on an estimate of approximate consumption at peak demand periods, which in turn is based on records of similar installations. In the following Water Consumption Factor Tables, the actual use of the various plumbing fixtures has been disregarded and each fixture is considered merely as a unit. In this way, a factor method can be established which greatly simplifies the selection of a pump with sufficient capacity to meet satisfactorily the maximum or peak water consumption requirements of a given system.

The tables below are based on the factor method and have been calculated for direct use without additional corrections.

*Water Consumption Factor Tables*

In using these tables, the exact number of fixtures of all kinds to be supplied by the water system must be determined. This figure, when multiplied by the proper factor designated in the tables, will give the desired pump capacity in g.p.m.

*Public Buildings-Factors in G.P.M. per Fixture*

Kind of Building	Number of Fixtures						
	Up to 30	31-75	76-150	151-300	301-600	601-1000	Over 1000
Apartment Buildings, Apartment Hotels.....	0.55	0.41	0.33	0.28	0.25	0.24	0.23
Commercial Hotels, Clubs.....	0.80	0.60	0.48	0.42	0.36	0.35	0.34
Hospitals.....	0.90	0.76	0.63	0.54	0.45	0.40	0.38
Office Buildings.....	1.00	0.80	0.65	0.55	0.45	0.35	0.27
Schools.....	1.20	0.90	0.75	0.60	0.52	...	...
Mercantile Buildings.....	1.20	0.96	0.78	0.60	0.54	0.48	...

Rural Residences

Number of Fixtures	Factor-In G.P.M. per Fixture*
Up to 5	2.0
6-10	1.7
11-18	1.4
Over 18	1.2

\*These factors are based on the assumption that moderate water requirements for stock, poultry and sprinkling are provided for at other than peak demand periods for domestic consumption. If it is

anticipated that heavy demands for stock, poultry and sprinkling are essential, especially during peak demand periods for domestic use, then corrections for the added pump capacity may be made by referring to the tables for water requirements and water consumption. The successful water system is one in which the pump capacity is slightly in excess of the rate of water consumption during periods of peak demand.

Auxiliary Requirements

- (1) 20% should be added to the pump capacity for all buildings in which the greater portion of occupants are women.
- (2) When swimming pools or laundries are to be supplied through the pressure system, 10% should be added to the pump capacity for each facility.
- (3) When an extra supply of water is used for process or special requirements, at least twice the average amount needed should be added to the pump capacity to take care of peak demand.

Water Requirements

Based on draft of various fixtures

Kitchen sink	5 G.P.M. per outlet
Bath tubs	5 G.P.M. per outlet, or 30 Gal. per tub
Shower	5 G.P.M. per outlet, or 30 Gal. per bath (av.)
Toilet—Tank type	6 Gal. working capacity (2 Minutes Minimum)
Toilet—Valve type	3 Gal. working capacity
Urinal—Steady flow	Approx. 1 G.P.M.
Urinal—Push valve	Approx. 1/2 G.P.M.
Urinal—Time valve	Approx. 1/2 G.P.M.
Lavatory—Free flow	5 G.P.M. per outlet
Lavatory—Spring closing	1/4 G.P.M. per outlet
Laundry tub	5 G.P.M. per outlet
Continuous drinking fountain	1 1/2 G.P.M.
Garden hose—1/2" with nozzle	3 1/2 G.P.M.
Garden hose—3/4" with nozzle	5 G.P.M.
Lawn sprinkler	2 G.P.M.
Park or golf course sprinkler; covering 106 foot diameter area with 1/4" main nozzle operating at 50 lb. pressure at nozzle	16 G.P.M.
Overhead irrigation system with 30-40 lb. nozzle pressure, equivalent to 1" rainfall in 9 hrs. at 30 lbs.	Approx. 60 G.P.M. per acre

Water Consumption

	Gals. Per Day
Human (all fixtures)	30-50
Horse	10
Steer	10
Cow (dry)	10
Cow (fresh)	15-20
Hog	5
Sheep	3
Chickens (flock of 100)	4
Turkeys (flock of 100)	5
Ducks (flock of 100)	5
Geese (flock of 100)	7



DETERMINATION OF PUMP PRESSURES

*Description of Procedure*

The pressure requirements of a hydro-pneumatic pressure system are determined by this summation:

1. Static head, or vertical distance, in feet, from source of supply to highest fixture.
2. Friction, or head loss, in feet, through the pipe line, including losses in suction and discharge piping, valves and fittings. (See tables and chart, Pages 28, 29 and 30.)
3. Minimum pressure requirement at the highest fixture (usually ten pounds per square inch). If the highest fixture is a flush valve or other device that requires greater pressure for proper operation, the higher pressure value should be used.
4. Pressure differential desired, (usually 20 pounds per square inch although greater dif-

ferentials may contribute to higher system efficiency and should be checked to determine the best accepted value).

5. Suction pressure. When the pump takes suction under pressure, the minimum suction pressure available should be deducted from the calculated pressure requirements.
6. Fire protection. When the system is to be used for fire protection, it is desirable to maintain a minimum pressure of 40 P.S.I. at the tank, even when the calculations indicate that a lower pressure is adequate for domestic requirements.

*Note:* (1) Head, in feet, times 2.31 equals pressure in pounds per square inch.  
 (2) Pressure, in pounds per square inch, times 2.31 equals head in feet.

*Example*

Determine the requirements for installing a Hydro-Pneumatic Pressure System in the basement of a high school. The source of supply is a deep well located adjacent to the school building.

The water for a total of 50 fixtures of all kinds and a swimming pool is to be supplied by the system. The static head from the pressure tank to the

highest fixture is 42 feet and the frictional head loss through the piping is 16 feet. The total dynamic head from the water level in the well to the tank is 105 feet. The minimum pressure required at highest fixture is 10 pounds per square inch and the desired operating differential for the system is 20 pounds per square inch.

*Solution*

To determine pump capacity:

- 50 x 0.90 (factor from table) . . . . . 45 G.P.M.  
 10% for extra capacity to supply swimming pool (1.10 x 45) . . . . . 49.5 G.P.M.

To determine maximum working pressure in the tank:

1. Static head (tank to highest fixture) 42 feet
  2. Frictional head loss in pressure system . . . . . 16 feet
  3. Minimum pressure at highest fixture (2.31 x 10) . . . . . 23.1 feet
  4. Differential operating pressure (2.31 x 20) . . . . . 46.2 feet
- Total working pressure in tank . . 127.3 feet  
 Converting (to pressure in P.S.I.)  
 (0.433 x 127.3) . . . . . 55.12 P.S.I.

Commercial pressure switches are usually

stocked for set operating values so, to simplify our problem, we will select one which will most nearly meet our selected conditions. Therefore, the pressure switch should be ordered so as to operate on a 20 P.S.I. Differential: that is, to cut in at 40 P.S.I. and to cut out at 60 P.S.I.

For pump selection:

- (a) Maximum working pressure in the tank (2.31 x 60) . . . . . 138.6
- (b) Total dynamic head (water level in well to tank) . . . . . 105.0
- (c) Total head required for the pump . . 243.6
- (d) Rounding off the above established figures, it is now only necessary to choose an appropriate deep well type pump that will produce a minimum of 50 gallons per minute when pumping against a total head of 245 feet.

## DETERMINATION OF TANK WORKING PRESSURES AND WATER LEVELS

*Selecting Pressure Differential*

Selecting the best operating pressure differential, the control levels in the tank, the pumping differential and the tank efficiency can readily be accomplished by the use of curves 2600556 and 2600463.

THE LOW WATER LEVEL (LWL) is the low level established in the tank at the lowest pressure under which the system is designed to operate. Ordinarily the LWL is established so that not less than 10% of the total tank capacity will be available for reserve below the low system pressure or for the variations inherent in the control instruments. This minimum reserve is determined by the volume available over the tank outlet connection so that the possibility of air loss into the piping system will be minimized.

THE HIGH WATER LEVEL (HWL) is the high level established in the tank at the highest pressure under which the system is designed to operate.

In our original problem we arbitrarily selected an operating pressure differential of 20 P.S.I. We will now indicate how to determine the desired HWL, the pumping volume differential, the tank efficiency and whether the 20 P.S.I. pressure differential is the most desirable for our application.

Refer to curve 2600556. Start at the point indicating a reserve of 10 percent by volume in the tank and follow this line horizontally to where it intersects the vertical 40 P.S.I. pressure line. Follow the closest pressure curve (in this case the 35 P.S.I. curve) to where it intersects the vertical 60 P.S.I. line. Then by interpolation determine the point which indicates that the water will occupy approximately 34% of the total tank capacity when the air has been compressed from 40 P.S.I. to 60 P.S.I. The water level equivalent to 34% of the tank volume establishes the desired HWL.

The pumping differential is the difference in volume between the HWL and LWL in the tank. This differential expressed in percent also indicates the tank efficiency. Thus, 34% minus 10% indicates

that the pumping differential is 24% of the total tank volume. With 24% of the total tank volume available for pumping, the tank efficiency also is 24%.

The actual HWL and LWL in the tank may now be established. The volume in a cylindrical, vertical tank is proportional to the height. Assume that a vertical tank is 72 inches high and the tank discharge is located in the tank bottom. Then the LWL is  $\frac{10}{100} \times 72$  or 7.2 inches above the bottom of the tank and the HWL is  $\frac{34}{100} \times 72$  or 24.48 inches above the bottom of the tank.

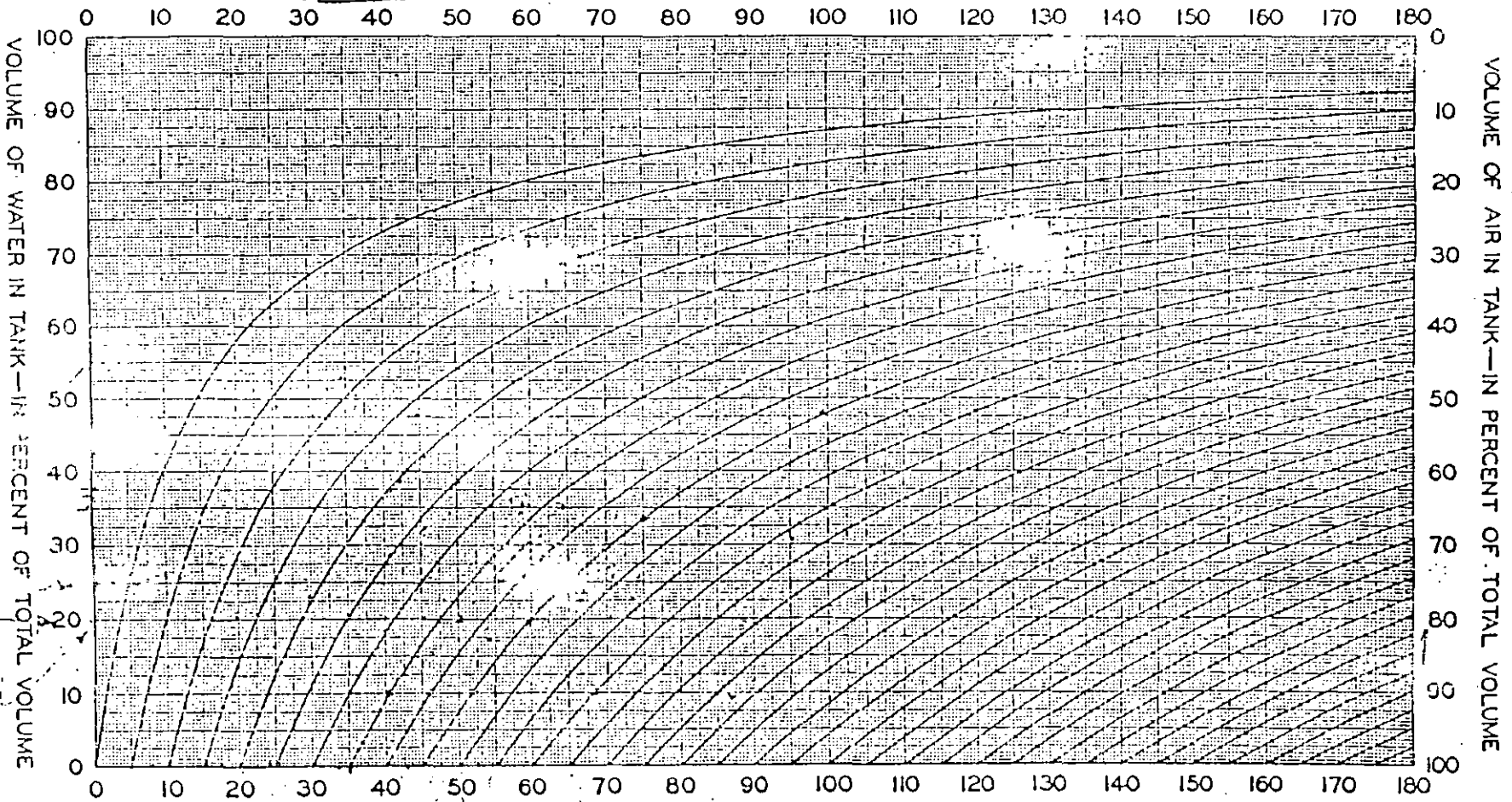
The volume in a cylindrical, horizontal tank is not proportional to the diameter (height) so we refer to curve 2600463 for converting percent of capacity to percent of diameter. Thus, 10 percent of the tank capacity is equivalent to approximately 15.7 percent of the diameter and 34% of capacity is equivalent to approximately 37.4 percent of diameter. Assume that a horizontal tank is 72 inches in diameter. Then the LWL is  $\frac{15.7}{100} \times 72$  or 11.3 inches above the bottom and the HWL is  $\frac{37.4}{100} \times 72$  or 26.9 inches above the bottom.

To summarize, we have now established how to determine the LWL, the HWL, the pumping differential and the tank efficiency. The remaining consideration is for determining the most desirable operating pressure differential.

Assume, for example, that the pressure differential is to be 30 P.S.I. with 40 P.S.I. at LWL and 70 P.S.I. at HWL. Proceed as described above and determine that at 70 P.S.I. the water will occupy approximately 42% of the total tank volume. The pumping differential is 32% of the total tank volume and the tank efficiency is also 32%. This is a gain of 8 points over the 40-60 P.S.I. pressure selection. The pumping differential governs the size of the tank which will be required and also may affect the size of the pump and its driver because of the range in the pressure differential. It is desirable to evaluate the costs of each arrangement to determine the most efficient system.

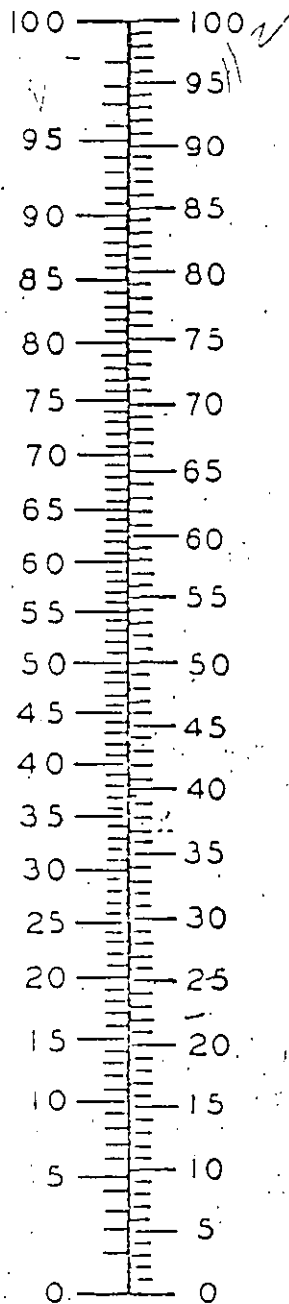
PRESSURE AND VOLUME DIFFERENTIALS  
FOR HYDRO-PNEUMATIC TANKS

PRESSURE IN TANK—IN POUNDS PER SQUARE INCH—GAUGE



$\psi$  —  $\frac{x}{y}$  —  $\frac{1}{cu. ft.}$  —  $\psi$

TANKS  
CYLINDRICAL - HORIZONTAL  
CAPACITY-HEIGHT CONVERSION

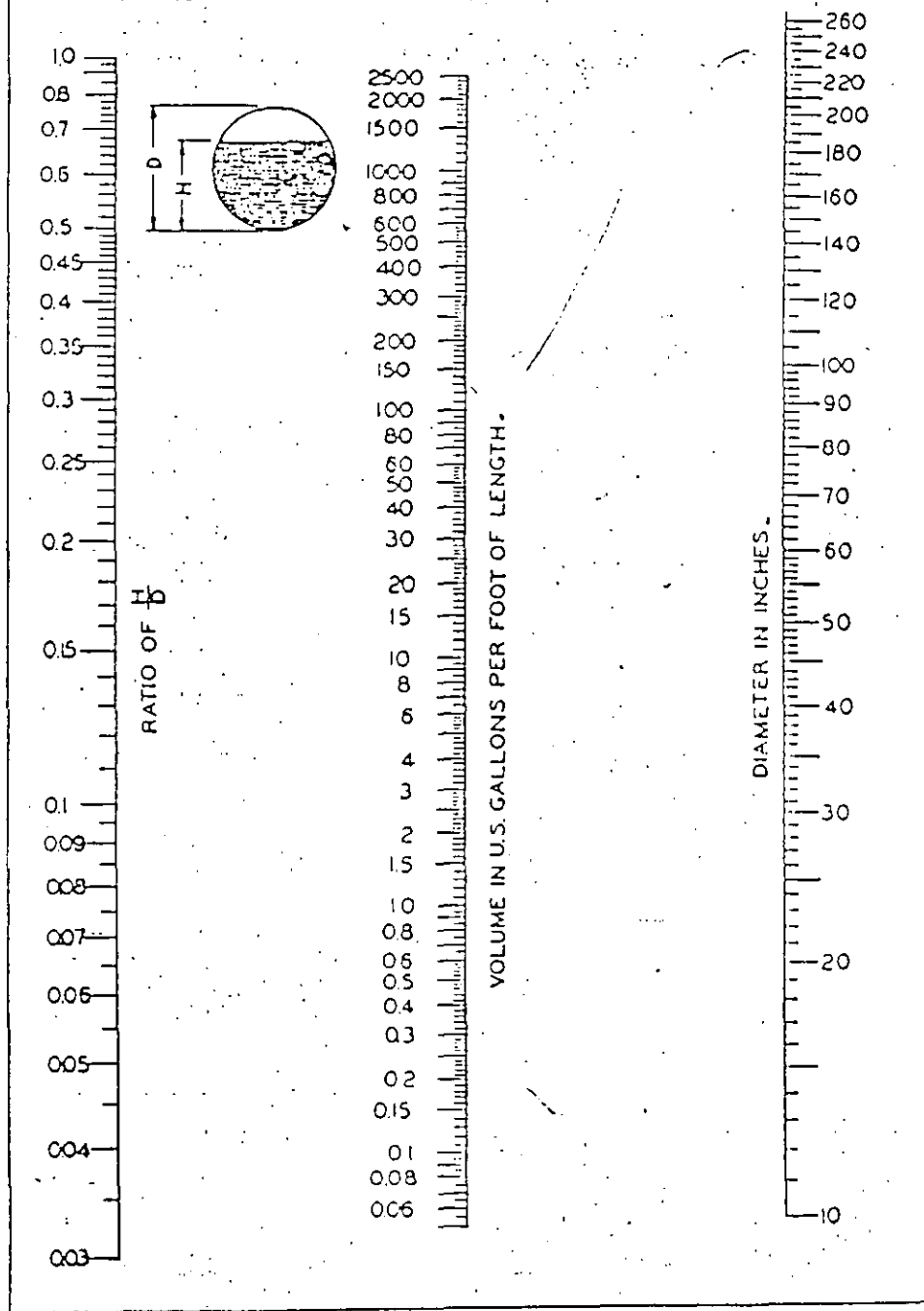


Drawing No. 2600463

NOTES :

$26.5 \times \phi \ 6 \ h$   
150

VOLUMES IN HORIZONTAL TANKS.



Drawing No. 2800757

The Automatic Control Company of St. Paul, Minnesota, have copyrighted a slide rule which they call the "HYDRO-PNEUMATIC TANK CALCULATOR." This rule is based on curves similar to those shown on drawing 2600556 (page 8) and is very convenient for indicating at a glance the best HWL. The slide also has a capacity-height conversion chart similar to drawing 2600463 (page 9) and instructions for selecting an efficient size of tank.

DETERMINATION OF TANK CAPACITY AND SIZE

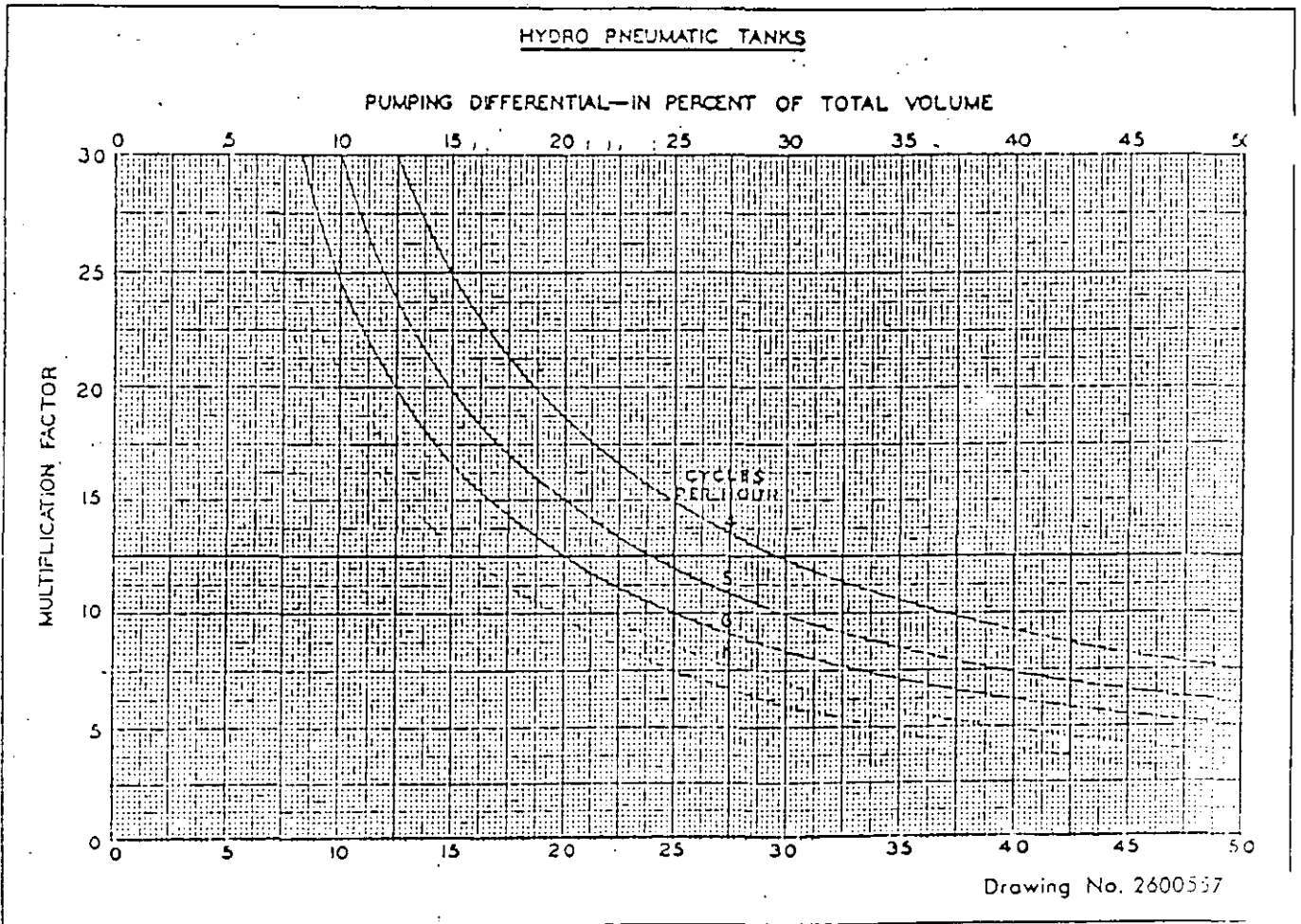
The size of the tank is governed by both the established pumping volume differential and the number of pumping cycles desired. Experience indicates that the average number of pumping cycles need never be greater than six and very seldom is it necessary to provide for fewer than four cycles per hour.

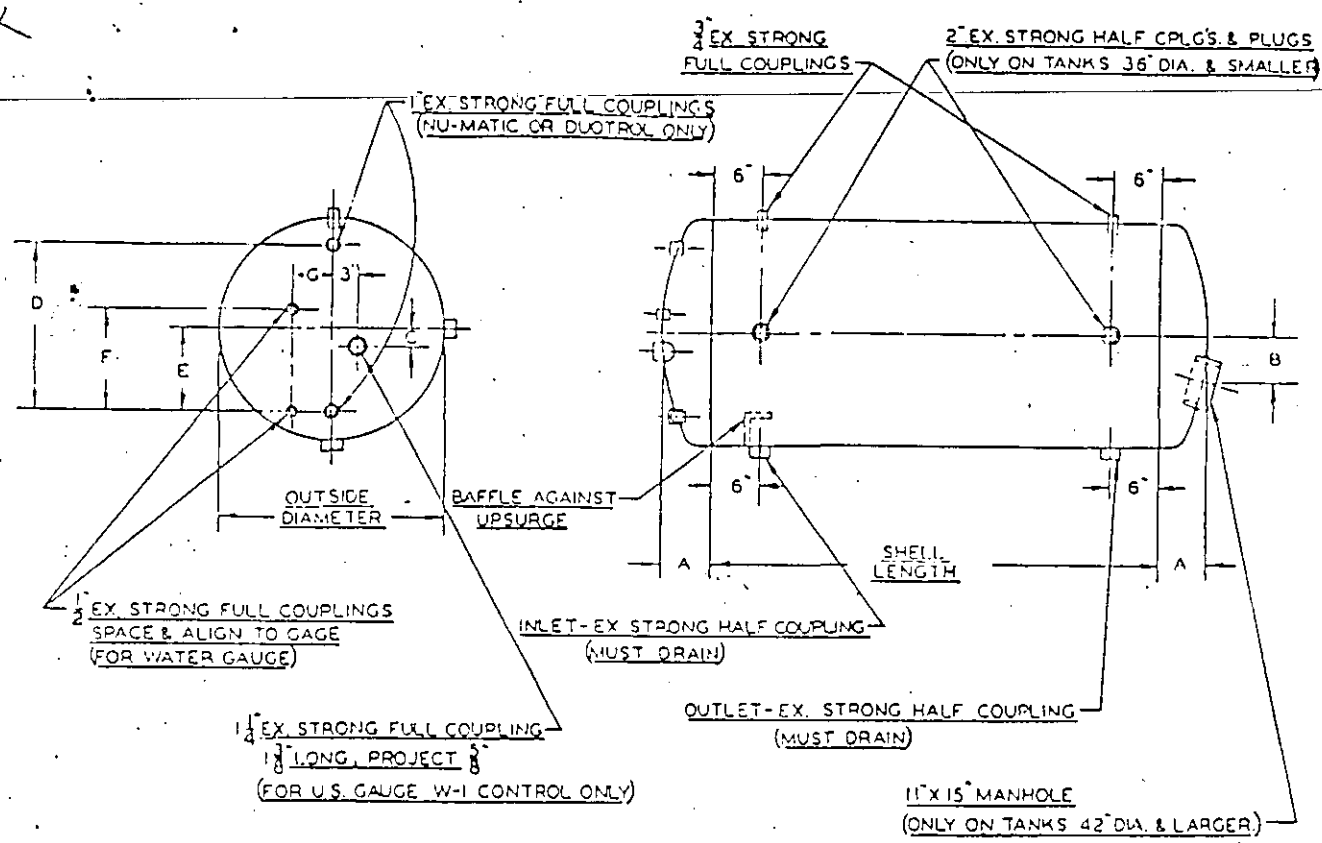
The greater the number of pumping cycles, the smaller will be the size of the required tank. This must be given serious consideration when the first cost of an installation is of prime importance.

Fewer cycles will require the use of a larger tank but sometimes other important considerations besides first cost assume greater importance. Fewer pumping cycles are recommended for installations in hospitals, sanitariums, hotels, etc., where frequent starting and stopping may be annoying. Also when greater reserve is desired or required as, for example, when the installation is used for fire protection.

For example, to determine the tank size let us return to our original problem where the required pump capacity has been determined at 50 G.P.M., the pumping differential is 24 percent of the total tank capacity and that six pumping cycles per hour are desired.

Refer to curve 2600557 (page 10). This curve is based on the assumption that the average system demand is equivalent to one-half of the pump capacity. So with a pumping differential of 24 percent we determine from the curve for six pumping cycles per hour that the multiplication factor is  $10.5 \times 50 = 525$  gallons or the total volume for the required tank. Refer to drawings 2800693 (page 11) and 2800695 (page 12) which list Peerless Standard Tanks in the Horizontal and Vertical Types, respectively. The nearest standard tank listed is a horizontal type 36 inches in diameter and 120 inches long which has a total volume of approximately 550 gallons.



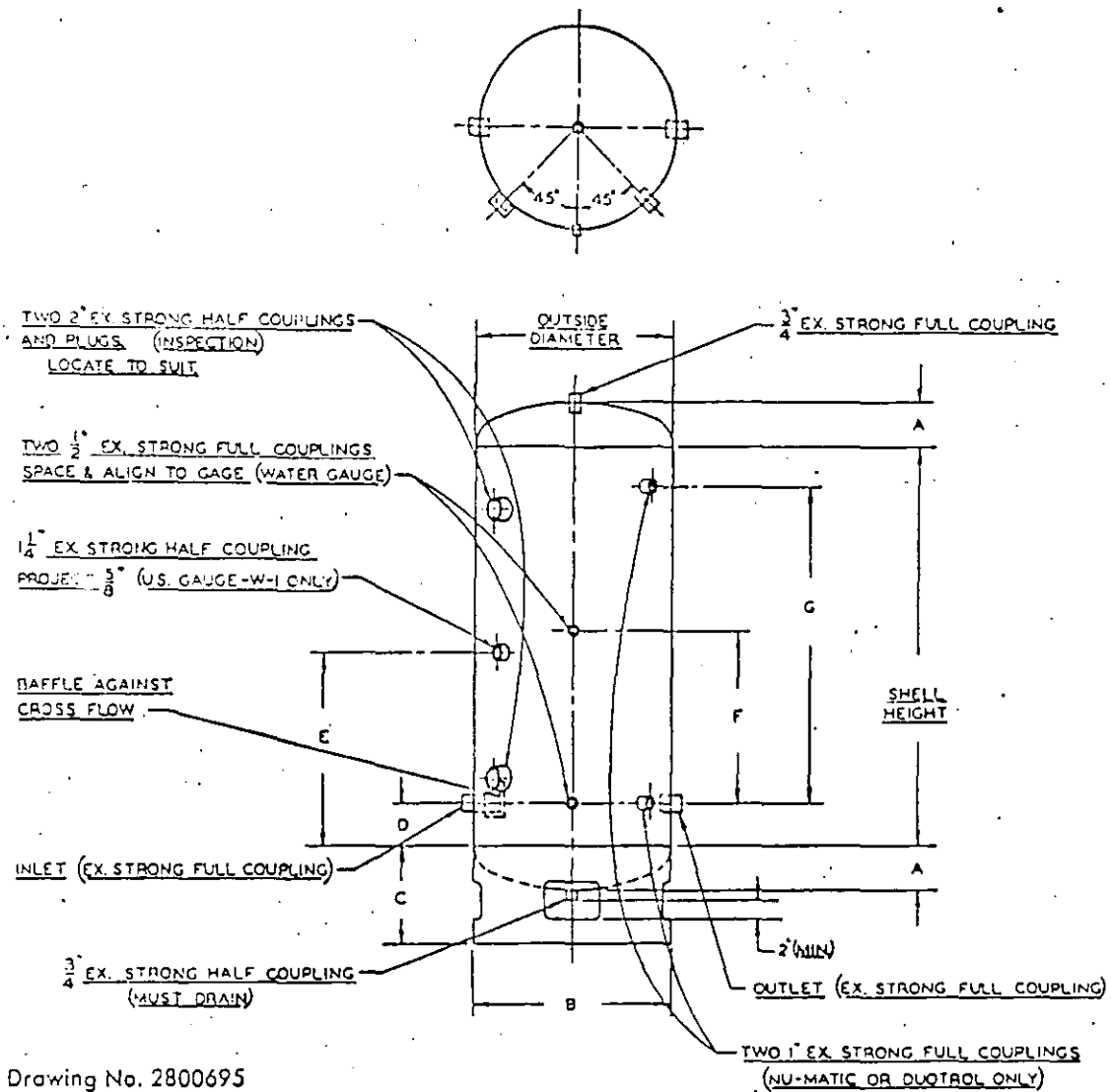


Drawing No. 2800593

Note: Dimensions for tanks are taken from National Tank & Mfg. Co.'s standard for A.S.M.E. code construction. Tanks may vary from the dimensions indicated but sizes and relative locations of openings shall be maintained. Tanks shall be constructed to withstand working pressures as specified on purchase order.

FOR: 60-40 & 40-20 P.S.I. PRESSURE RANGES

Tank O.D.	Shell Length	Approx. Tank Capacity	Inlet Pipe Size	Outlet Pipe Size	A Approx.	B	DIMENSION IN INCHES		D	E	60-40 F	40-20 F	G
							60-40 C	40-20 C					
30"	84"	275	1 1/2"	1 1/2"	8 1/2	....	3 3/4	1 1/2	24 1/2	12 1/4	11	14	5 1/2
30"	96"	310	1 1/2"	1 1/2"	8 1/2	....	3 3/4	1 1/2	24 1/2	12 1/4	11	14	5 1/2
30"	120"	380	1 1/2"	1 1/2"	8 1/2	....	3 3/4	1 1/2	24 1/2	12 1/4	11	14	5 1/2
36"	84"	400	2 "	2 "	10	....	4 1/2	1 3/4	29	14 1/2	12	15	6
36"	96"	450	2 "	2 "	10	....	4 1/2	1 3/4	29	14 1/2	12	15	6
36"	120"	550	2 "	2 "	10	....	4 1/2	1 3/4	29	14 1/2	12	15	6
42"	96"	620	2 1/2"	2 1/2"	11 1/2	10 1/2	5 3/4	2	35	17 1/2	15	18	6
42"	108"	700	2 1/2"	2 1/2"	11 1/2	10 1/2	5 3/4	2	35	17 1/2	15	18	6
42"	120"	760	2 1/2"	2 1/2"	11 1/2	10 1/2	5 3/4	2	35	17 1/2	15	18	6
42"	144"	900	2 1/2"	2 1/2"	11 1/2	10 1/2	5 3/4	2	35	17 1/2	15	18	6
42"	156"	980	2 1/2"	2 1/2"	11 1/2	10 1/2	5 3/4	2	35	17 1/2	15	18	6
42"	168"	1050	2 1/2"	2 1/2"	11 1/2	10 1/2	5 3/4	2	35	17 1/2	15	18	6
48"	120"	1077	3 "	3 "	13	12	6	2 1/4	39	19 1/2	18	20	6
48"	156"	1500	3 "	3 "	13	12	6	2 1/4	39	19 1/2	18	20	6
48"	192"	1641	3 "	3 "	13	12	6	2 1/4	39	19 1/2	18	20	6
48"	240"	1925	3 "	3 "	13	12	6	2 1/4	39	19 1/2	18	20	6
54"	192"	2073	3 "	3 "	14 1/2	13 1/2	6 3/4	2 1/2	43	21 1/2	18	22	6
54"	240"	2400	3 "	3 "	14 1/2	13 1/2	6 3/4	2 1/2	43	21 1/2	18	22	6
60"	168"	2180	3 "	3 "	16	15	7 1/2	3	48	24	20	24	6
60"	216"	2800	3 "	3 "	16	15	7 1/2	3	48	24	20	24	6
66"	240"	3745	4 "	4 "	18 1/2	16 1/2	8 1/4	3 1/4	52	26	22	26	6
72"	276"	5097	4 "	4 "	19	18	9	3 1/2	56	28	24	28	6
72"	288"	5270	4 "	4 "	19	18	9	3 1/2	56	28	24	28	6



Drawing No. 2800695

Note: Dimensions for tanks are taken from National Tank & Mfg. Co.'s standard for A.S.M.E. code construction. Tanks may vary from the dimensions indicated but sizes and relative locations of openings shall be maintained. Tanks shall be constructed to withstand working pressures as specified on purchase order.

FOR: 60-40. & 40-20 P.S.I. PRESSURE RANGES

Tank O.D.	Shell Height	Approx. Tank Capacity	Inlet Pipe Size	Outlet Pipe Size	DIMENSION IN INCHES								
					A Approx.	B Approx.	C	D	60-40		40-20		G
16"	48"	46	1 1/4"	1 1/4"	5	16 3/8	11	2	18 1/4	20	22 1/2	25	44
16"	60"	56	1 1/4"	1 1/4"	5	16 3/8	11	2	22 1/2	25	27 1/2	30	56
18"	48"	59	1 1/4"	1 1/4"	5 1/2	18 3/8	11 1/2	2	18 1/4	20	22 1/2	25	44
18"	60"	72	1 1/4"	1 1/4"	5 1/2	18 3/8	11 1/2	2	22 1/2	25	27 1/2	30	56
20"	60"	90	1 1/4"	1 1/4"	6	20 3/8	12	2	22 1/2	25	27 1/2	30	56
22"	60"	109	1 1/4"	1 1/4"	6 1/2	22 3/8	12 1/2	2	22 1/2	25	27 1/2	30	56
24"	60"	132	1 1/2"	1 1/2"	7	24 3/8	13	2	22 1/2	25	27 1/2	30	56
24"	72"	155	1 1/2"	1 1/2"	7	24 3/8	13	2	26 3/4	30	32 3/4	36	68
30"	60"	205	1 1/2"	1 1/2"	8 1/2	30 3/8	14 1/2	2	22 1/2	25	27 1/2	30	56
30"	72"	240	1 1/2"	1 1/2"	8 1/2	30 3/8	14 1/2	2	26 3/4	30	32 3/4	36	68
36"	72"	350	1 1/2"	1 1/2"	10	36 3/8	16	2	26 3/4	30	32 3/4	36	68

## COMPONENTS

## THE HYDRO-PNEUMATIC PRESSURE TANK

Two factors should be considered when specifying the construction of the pressure tank. They are the minimum safe working pressure which the tank must withstand in service and the possibility of corrosion which will affect the anticipated safe working life of the tank.

*Working Pressure*

The minimum safe working pressure for the tank is generally established at 125 percent of the maximum system pressure but if the maximum pressure developed by the pump exceeds this value the latter pressure should be substituted. In our hypothetical problem the maximum system pressure was established at 60 P.S.I., therefore,  $125/100 \times 60 = 75$  P.S.I. or the minimum safe working pressure for which the tank is to be constructed. Some local ordinances require that tanks which are to be installed in schools or other similar public buildings be constructed to withstand a minimum safe working pressure of 100 P.S.I. In such cases the local requirements should have preference.

The possibility of corrosion within the tank should be given serious consideration. Where corrosive conditions cannot be prevented or minimized, it is advisable to specify heavier tank metal thickness so as to insure a satisfactory safe tank life. It is recommended that  $3/16$ " minimum metal thickness be specified for all tanks although a lighter metal thickness would meet the pressure requirements.

*Construction*

Practically all of the States have laws or codes governing the construction of hydro-pneumatic pressure tanks. Generally tanks constructed to meet the minimum requirements of the "A.S.M.E. Code for Unfired Pressure Vessels" will be acceptable. So-called "No Code" tanks shall not be used in any State wherein their use is restricted or forbidden. It is advisable to check the latest edition of the code so as to determine all necessary details of construction.

*Foundation*

Installing a vertical tank is relatively simple and does not require any unusual procedures but the installation of a horizontal tank does require some recommended considerations. For instance, the saddles which support the horizontal tank should be on slightly different elevations so that the tank will slope toward the drain line and thus provide for complete drainage. When the tank is placed upon concrete saddles it is advisable to make the radius of the saddle sufficiently large so that insulation material may be applied between the tank and the concrete. This material should accomplish three purposes. It should provide some resilience to compensate for expansion and contraction which occurs because of the pressure differentials in the tank, it should provide protection against outside corrosion of the tank at the saddle positions and it should protect the tank from failure as might be the case if the tank were allowed to rub on the rough surfaces of the concrete.

A proved and satisfactory method of insulation has been accomplished by the use of a resilient, medium felt pad although several layers of a satisfactory roofing felt may be substituted. Each pad is cut so that it will extend at least an inch beyond the edges of the concrete saddle. The tank is marked for locating these pads in their proper position. The felt is then completely saturated with tar, preferably a hot roofing type, and then the pads are firmly placed in their respective positions within the markings on the tank. Also, generously tar swab the saddle surfaces against which the felt will rest. When the tank is lowered carefully into position upon the saddles it may be good insurance to check and, if necessary, seal any cracks or crevices which might allow moisture to collect near the tank.

The accumulation of moisture at the saddle positions which might cause corrosion of the tank can be eliminated by casting a drain recess in the lower



part of each saddle so that it will be impossible for any moisture to collect.

Good installation practice indicates that the tank saddles should be spaced not more than 7'-0" apart.

### *General Data*

The piping in a hydro-pneumatic pressure system shall conform with the best piping practice standards, that is, all pipes shall be cut to fit into position without strain, be deburred by reaming; all threads shall be cleanly cut and thoroughly cleaned before making up the joints; a suitable thread compound, properly applied, should be used both as a lubricant and seal to insure against loss by leakage of either air or water.

Other considerations are also essential to a well functioning plant, some of which are indicated below:

A union or flange connection should be placed in each pipe line as close as convenient to each major part of the system which may require removal for servicing or repair.

When the soil formation or other local conditions are not favorable, include additional elbows and piping in both the inlet and outlet lines at the tank in order to provide a swing connection which will give flexibility if the tank settles unevenly. By firmly anchoring the piping to suitable supports, stresses caused by the action of the swing connection will be prevented from being transmitted to the rubber hose insulation members, the pump discharge connection or the connections to the system.

Although the pressure switch line can be connected directly to the air side of the tank, it is better practice to connect it to the water outlet piping close to the tank so as to provide water sealing at the pipe joints and thus contribute against the leakage of air.

All check valves used in either the water or air lines should be of the non-slam type. Although slightly more expensive than common check valves, they are economical because of their contribution to a quietly operating system. If other than non-slam valves are considered for installations where first cost economies are re-

Metal saddles are sometimes used in place of concrete. It is recommended that when used they should be of the hinged type with proper contour plates and firmly and accurately spaced by means of suitable tie rods.

## PIPING

quired, they should be of the composition disc, dash pot or leather faced disc type.

### *Valves*

When a separate air compressor is used for supplying air to the pressure tank, it is recommended that the air line check valve be placed as close as possible to the tank. Standard practice indicates the desirability of installing double checks in this line to insure against any possibility of back pressure leakage.

Double check valves should also be considered for installation in the pump discharge line into the tank for all systems where back pressure leakage into the supply line may not be desirable. Where local ordinances demand, a non-siphoning back-flow protection unit should be installed.

The stop-valves in the water lines preferably should be of the composition disc type although gate types can be used. The stop-valves in the air lines should be either of the needle valve or the composition disc type.

### *Air Protection*

The air entering a hydro-pneumatic pressure system should not be contaminated by dust, fumes, smoke, insects, etc. Therefore, it will be necessary to pipe the air from as pure a source as possible and then provide additional protection by the use of a suitable filter installed at the inlet end of the pipe line. The filter must be cleaned or replaced at frequent intervals so it should be placed in a convenient location for accomplishing this purpose.

Drain lines which allow an unrestricted opening into the system during periodic intervals must also be protected against the entrance of dust, fumes, insects, etc. into the system. This protection can be accomplished by the use of a satisfactory strainer installed on the end of the drain line pipe.

## SYSTEMS OPERATION AND CONTROL

The proper operation of a hydro-pneumatic pressure system relies primarily upon the simultaneous functioning of two distinct methods of control within the tank. The one method supplies and maintains the proper air volume by establishing the HWL while the other maintains the required pressure differentials.

Supplying the air and maintaining the desired HWL can be accomplished in three different basic ways:

1. By means of a valving arrangement which allows the water in part of the pump discharge line to drain out and be replaced with air. The entrapped air is then forced into the tank. This method is generally used with deep well pump type installations and is accomplished by a control device similar to the U. S. Gauge Company's Type W-1 Air Volume Control or the Automatic Control Company's Type DS Duotrol.
2. By means of a specially constructed air displacement arrangement that automatically operates through a combination of a float and valves which function by means of the pressure maintained in the tank. This method can be used with any type of hydro-pneumatic system and is accomplished by a control device similar to the Nu-Matic Water Level Control.
3. By means of a separate, standard type air compressor which is operated by means of a float type water level control. This method is generally used with the booster type installations and is accomplished by a control similar to the Automatic Control Company's Type DC Duotrol.

The operating arrangement for deep well pump type installations can be selected for a variety of combinations of the air volume control, as follows:

#### *Deep Well Type*

1. Deep well type pumps similar to the Peerless Hi-Lifts (or Deep Well Type pumps when equipped with a foot valve on the suction) are arranged to drain part of the discharge pipe line so that the entrapped air can be forced into the tank with each pumping cycle. The foot valve on the pump suction retains the water in

the pump column after each pumping cycle. Both the drain valve and the air inlet valve open, allowing the water in part of the discharge line to drain out and be replaced with air. When the pump again starts, its pressure closes both the drain and air inlet valves and forces the air into the tank. Excess air is bled-off from the tank to maintain the proper volume for maintaining the HWL. The U. S. Gauge Company's Type W-1 Air Volume Control accomplishes this by means of a combination float and pressure relief valve operating in series; while the Automatic Control Company's Type DS Duotrol functions by operating a solenoid type air release valve. Typical assemblies of these are shown in Drawing 2800849 (page 19).

2. Conventional deep well type pumps (not equipped with foot valves on the suction) allow the water in the pump column and discharge line to drain back into the well after each pumping cycle. In this arrangement a suitable float vent valve, with the vacuum ball removed, opens to allow air to enter with receding water levels and again to close with a rise of water into the valve when the pump starts. The pipe nipple to which the vent valve is attached is arranged with a long thread on the discharge pipe end so that it can be extended far enough into the pipe to trap air and force it into the pressure tank. The distance that the nipple extends into the pipe must be determined by trial. The excess air is bled-off from the tank and the HWL maintained in the same manner as in arrangement Number 1. A typical assembly of this arrangement is shown on drawing 2800848 (page 18).
3. Conventional deep well type pump systems can also be arranged for the air displacement compressor type of air volume and water level control. A float vent valve is also used in this arrangement but it is placed as close as possible to the discharge line check valve and with a standard pipe connecting nipple which allows for complete air venting. An arrangement similar to the Nu-Matic Water Control then functions to supply air into the tank and maintain the desired HWL.

4. Conventional deep well pump type systems can also be arranged for use with standard type air compressors. A float vent valve is used in the same way as is described in arrangement Number 3 and an air volume control similar to the Automatic Control Company's Type DC Duotrol is used in place of the Nu-Matic Type Control. The Type DC Duotrol maintains the proper air volume and HWL by operating the air compressor which forces air into the tank through a solenoid type air inlet valve.

#### *Booster Type Systems*

5. The pumps used with conventional Booster Type Systems take their water from either a municipal supply or a separate, closed type reservoir. The air volume and HWL in the pressure tank is controlled by either the Nu-Matic Type or the Type DC Duotrol with separate air compressor. Drawing 2800847 (page 20) shows a typical assembly of the arrangement when the Nu-Matic Control is used while Drawing 2800846 (page 21) shows a typical assembly of the arrangement for a duplex pump system when the Type DC Duotrol is used.

#### *Combination Systems*

6. The combination type pneumatic system consists of a deep well pump supplying water to a closed type reservoir from which a conventional Booster Type System takes its requirements. Any type of deep well pump can be used to pump directly into the reservoir. A two circuit float switch type of control can be installed in the reservoir for controlling the pumps. One circuit controls the starting and stopping of the deep well pump within relatively close operating limits while the second circuit controls the booster pump only when insufficient water is available in the reservoir for supplying the pressure system. This float switch can be similar to a special arrangement of the Automatic Control Company's Type S, two circuit Floatrol built to Peerless Pump specifications. Standard

type controls may be selected for the Booster Type System. Drawing 2800845 (page 22) shows a typical assembly of this arrangement.

#### *Cushion Tank System*

7. The air for the tank used with the Cushion Tank System is manually injected by means of an ordinary tire pump. A typical assembly of this system is shown on Drawing 2800844 (page 23).

All deep well type pumps should be controlled against reverse rotation after each pumping cycle by the use of either an anti-reverse ratchet or a time delay arrangement. This recommendation is evident because damage to the pump is possible if the motor should be started while the pump was operating in reverse during the back-flow cycle.

Maintaining the pressure in the tank within the required limits is accomplished by means of a standard type pressure switch which is used with all of the pressure systems. The pressure switch generally is used as a pilot for energizing the motor starter circuit.

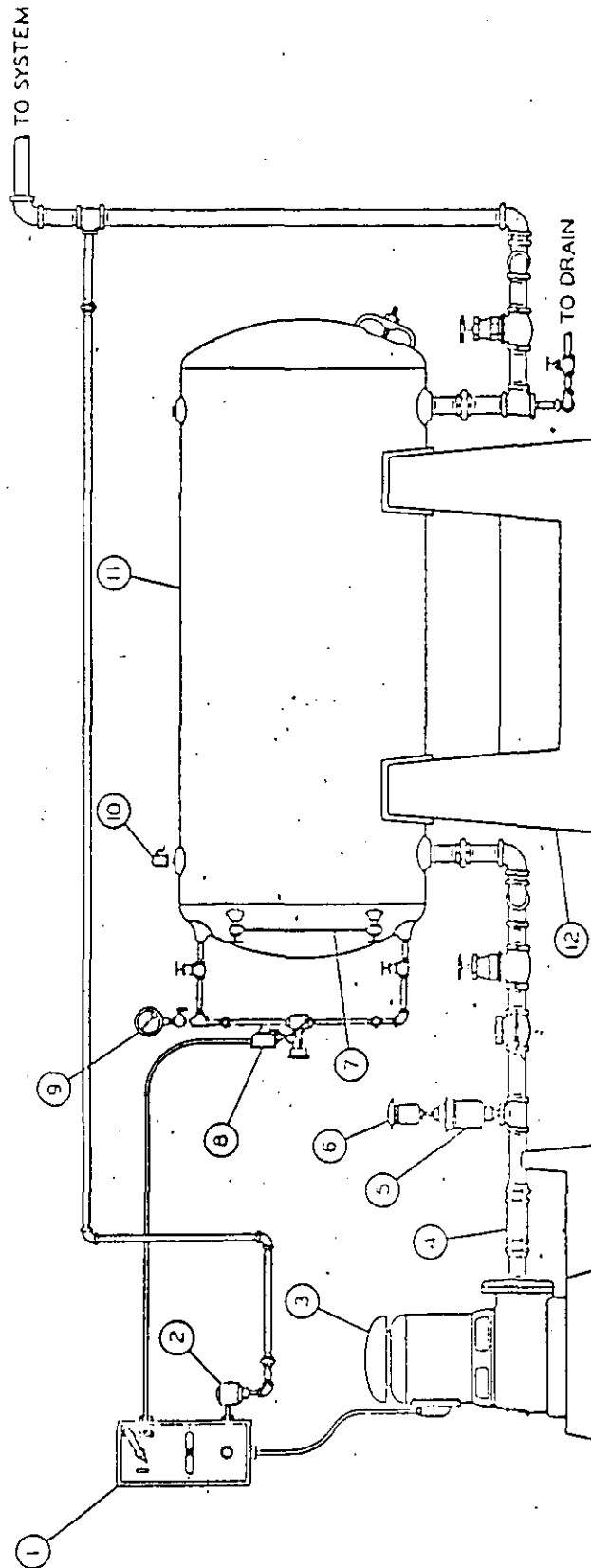
Other equally important controls are also essential to the completely safe, automatic functioning of the system.

The motor starting and protection devices consist of a motor switch and a motor starter. Sometimes, for convenience, these two devices are built into a single cabinet which is called a combination starter. It is advisable to have a "Hand-Automatic-Off" station installed in the starter so that the system can be operated manually when adjusting the various control devices, making repairs, etc. Motor protection devices and starters are recommended for each motor used in the system.

All hydro-pneumatic pressure tanks must be protected against accidental, excessive pressures by using an acceptable pressure relief valve. The relief valve should be set to open at a pressure greater than the highest system pressure but well within the safe working limit of the tank.

TYPICAL DEEP WELL PUMP TYPE HYDRO-PNEUMATIC PRESSURE SYSTEM

(Without Foot Valve on Pump Suction; With Automatic Control Company's Type DS Duotrol)

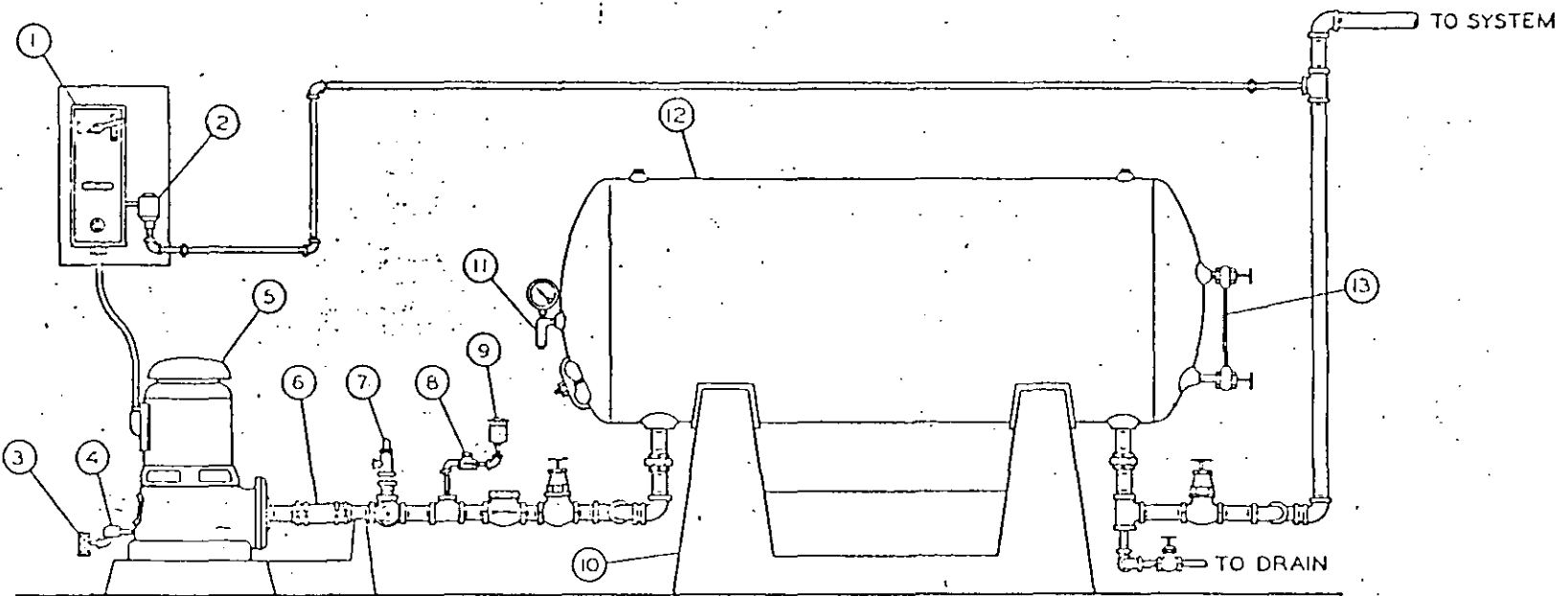


- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1—Combination Starter    | 7—Water Gauge            |
| 2—Pressure Switch        | 8—Type DS Duotrol        |
| 3—Deep Well Pump         | 9—Pressure Gauge         |
| 4—Rubber Hose Connection | 10—Pressure Relief Valve |
| 5—Float Vent Valve       | 11—Pressure Tank         |
| 6—Air Filter             | 12—Tank Saddles          |

Drawing No. 2800848

TYPICAL DEEP WELL PUMP TYPE HYDRO-PNEUMATIC PRESSURE SYSTEM

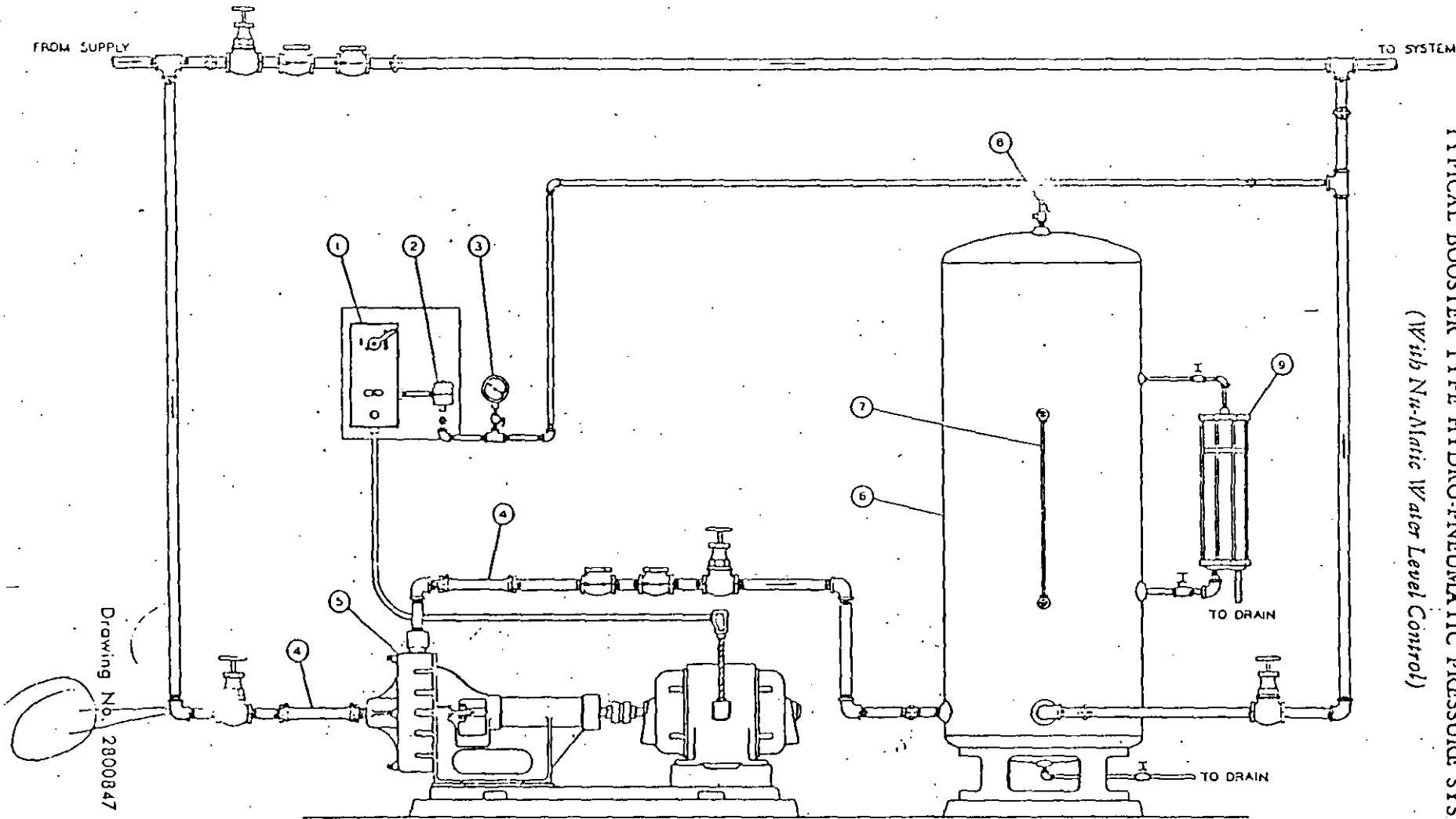
(With Foot Valve on Pump Suction and U.S. Gauge Type W-1 Air Volume Control)



- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1—Combination Starter    | 8—Air Inlet Valve              |
| 2—Pressure Switch        | 9—Air Filter                   |
| 3—Strainer               | 10—Tank Saddles                |
| 4—Water Drain Valve      | 11—Type W-1 Air Volume Control |
| 5—Deep Well Pump         | 12—Pressure Tank               |
| 6—Rubber Hose Connection | 13—Water Gauge                 |
| 7—Pressure Relief Valve  |                                |

Drawing No. 2800849

TYPICAL BOOSTER TYPE HYDRO-PNEUMATIC PRESSURE SYSTEM  
 (With Nu-Matic Water Level Control)

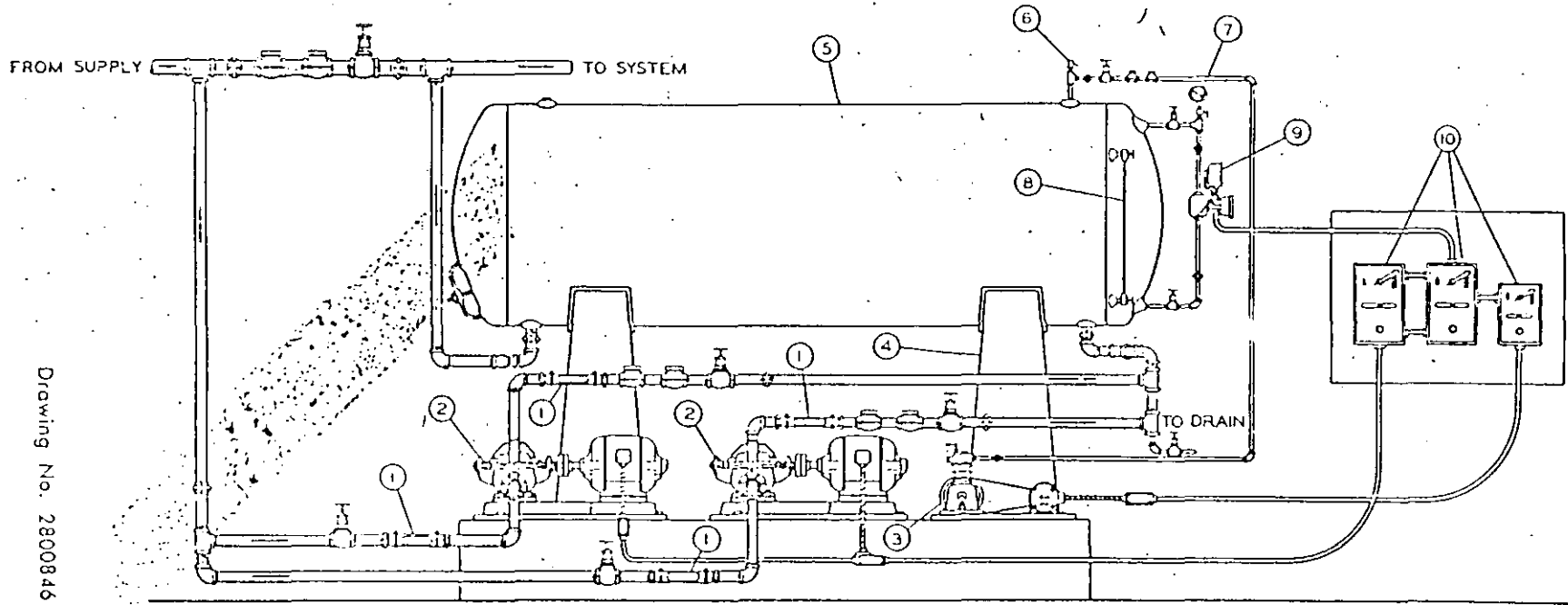


- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1—Combination Starter    | 6—Pressure Tank                |
| 2—Pressure Switch        | 7—Water Gauge                  |
| 3—Pressure Gauge         | 8—Pressure Relief Valve        |
| 4—Rubber Hose Connection | 9—Nu-Matic Water Level Control |
| 5—Pump and Motor         |                                |

Drawing No. 2800847

TYPICAL DUPLEX BOOSTER TYPE HYDRO-PNEUMATIC PRESSURE SYSTEM

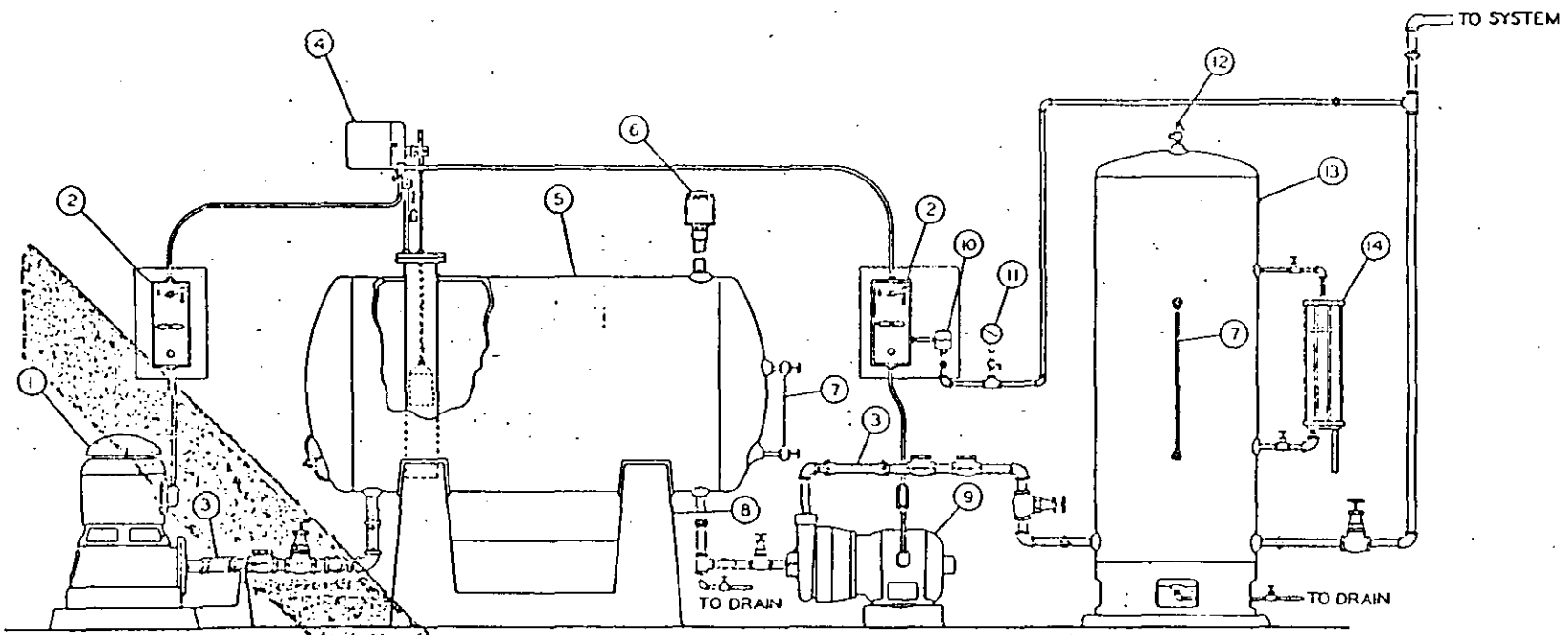
(With Automatic-Control Company's Type-DC Duotrol)



- 1—Rubber Hose Connection
- 2—Pump and Motor
- 3—Air Compressor and Motor
- 4—Tank Saddles
- 5—Pressure Tank
- 6—Pressure Relief Valve
- 7—Pressure Gauge
- 8—Water Gauge
- 9—Type DC Duotrol
- 10—Combination Starters

Drawing No. 2800846

TYPICAL COMBINATION TYPE HYDRO-PNEUMATIC PRESSURE SYSTEM  
 (With Automatic Control Company's Floatrol on Reservoir and Nu-Matic Water Level Control on Pressure Tank)

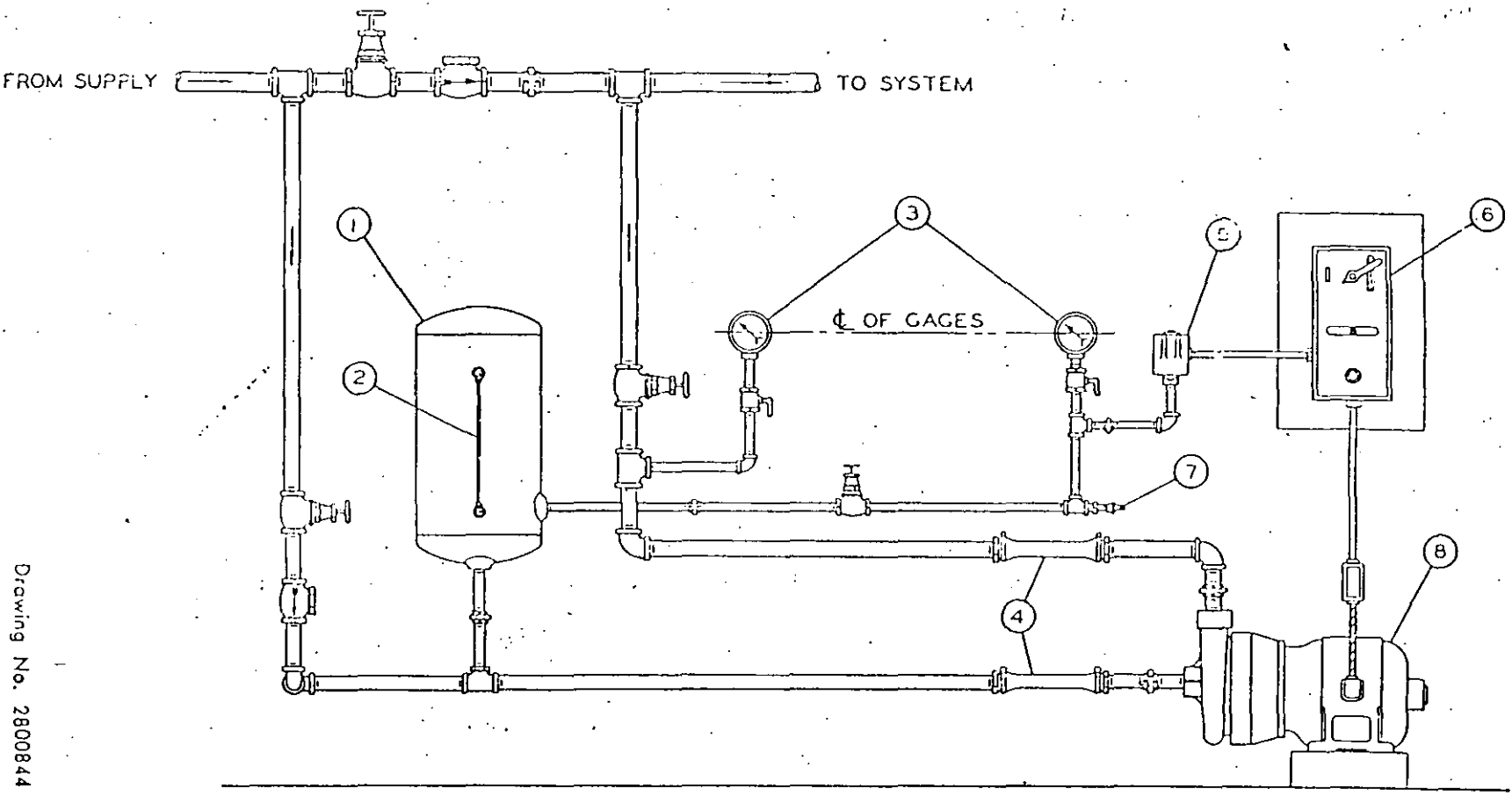


- |                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1—Deep Well Pump         | 8—Tank Saddles                  |
| 2—Combination Starter    | 9—Booster Pump                  |
| 3—Rubber Hose Connection | 10—Pressure Switch              |
| 4—Floatrol               | 11—Pressure Gauge               |
| 5—Reservoir Tank         | 12—Pressure Relief Valve        |
| 6—Air Filter             | 13—Pressure Tank                |
| 7—Water Gauge            | 14—Nu-Matic Water Level Control |

Drawing No. 2800845



TYPICAL CUSHION TANK TYPE SYSTEM



- 1—Cushion Tank
- 2—Water Gauge
- 3—Pressure Gauge
- 4—Rubber Hose Connection
- 5—Pressure Switch
- 6—Combination Starter
- 7—Tank Valve
- 8—Centrifugal Pump

## IV

## AUXILIARY EQUIPMENT

The following list of auxiliary equipment ordinarily used with hydro-pneumatic pressure systems is intended only as a guide for parts selection and to indicate a brief description of their operation and function in the system. The various manufacturers' names, type or class and size designation are given only for reference purposes and no restriction to the substitution of equivalent equipment is intended.

## 1. AIR VOLUME CONTROLS:

- (a) The U. S. Gauge Company's Air Volume Control is manufactured by the Division of American Machine and Metals, Inc., located in Sellersville, Pa.

The type W-1 Control is a combination float and pressure relief valve operating in series. Its function is to bleed-off the excess air that has been forced into the pressure tank either by the pump itself or by an auxiliary means operating in conjunction with the pump.

The standard type W-1 Control is stocked for operating between 20 P.S.I. and 40 P.S.I. The relief valve is set to open at 25 P.S.I. although this pressure may be varied in the field by resetting the tension of the valve spring. When first putting the system into operation, it is advisable to reset the relief pressure until, by observing through the water gauge glass, the HWL in the tank coincides with the approximate center of the pipe coupling into which the control is installed.

- (b) The Nu-Matic Water Control is manufactured by the Nu-Matic Company, located in Alhambra, California.

This control functions as a compressor for supplying air into the pressure tank. By means of a float and check valves, it utilizes the tank pressure in manipulating air into the tank while at the same time establishing and maintaining the desired predetermined HWL. This is entirely different from the action of the U. S. Gauge, Type W-1. Air Volume Control and the Auto-

matic Control Company's Duotrols, which depend on air forced into the tank either by means of the water pump or by a separately driven air compressor.

The Nu-Matic may be used with equal advantage on either the deep well pump or booster type systems. The standard control is built to withstand 150 P.S.I. although a special control suitable for 175 P.S.I. is available on special order. Its disadvantage lies in its slowness in establishing the proper HWL when the system is first put into operation and, like the W-1 and Type DS Duotrol, in its waste of water. The waste water from the Nu-Matic control tank must be drained by gravity and thus may become a nuisance especially when the control is installed in a basement or cellar which has no drain connection to a sewer or equivalent run-off.

- (c) The Types DS and DC Duotrol are manufactured by the Automatic Control Company of St. Paul, Minnesota.

The type DS Duotrol is furnished with deep well pump type systems which force excess air into the pressure tank by means of the water pump. The Type DC Duotrol is furnished with either deep well pump or booster type systems in which air is supplied to the pressure tank by means of a separate compressor. The controls are identical except for the reversed operation of the air switch which bleeds-off the excess air in the tank in the DS Type and allows air to be injected into the tank in the DC Type.

Both types of control combine the two separate functions of the air volume and pressure switch control in one assembly and thus simultaneously control and maintain the desired water levels within the pressure limits and also automatically maintain the correct air volume within the tank. Either type can be furnished with a maximum pressure of 150 P.S.I.

of the high and low pressure controls are conveniently placed and simple to adjust.

The Duotrols are the only controls which are presently available for single pump, two pump, two pump with automatic alternator or three pump operation in either the DS or DC types.

The type desired, maximum and minimum pressure settings and operating voltage must be specified when ordering these controls.

## 2. PRESSURE SWITCHES:

Pressure switches are used for maintaining the predetermined pressure differentials in the pressure tank. They are used as pilot circuits for starting the pump when the pressure in the tank reaches the low operating limit and again to stop the pump when the high operating limit is reached. Switches similar to the Square D Company's Class 9013, Types GSG (80 P.S.I. Max.) and GHG (200 P.S.I. Max.) have given satisfactory service. Pressure settings and current characteristics must be specified when ordering.

## 3. PRESSURE RELIEF VALVES:

Pressure relief valves are used to protect the system against damage because of either excessive water or air pressures. They are the safety valves of the system and, therefore, should be checked frequently to keep them in the best operating condition. They should be set to operate at a safe value above the maximum system pressure but always within the safe working limits of the tank or other parts which are to be protected and also selected with sufficient capacity to vent-off all excess pressure.

Pressure relief valves similar to those manufactured by the Consolidated Valve Division; Manning, Maxwell and Moore, Inc., of Bridgeport, Conn., have been found satisfactory in operation. When used on the water end of the system, Type 1485 is recommended. They are built for a maximum of 200 P.S.I. pressure and are available in sizes from  $\frac{1}{2}$ " to 4" inclusive. When used on the air end of the system, Type 1445 is recommended. These are pop type safety valves which meet A.S.M.E. approval and are available in sizes from  $\frac{3}{8}$ " to 2" inclusive. Pressure settings must be specified when ordering.

## 4. PRESSURE GAUGES:

Pressure gauges are used for indicating the

pressures existing in the system. Instruments similar to the Fig. 500S as manufactured by the U. S. Gauge Company are acceptable. Dial sizes from 2" to 5" diameter are available. Gauges should be selected to register maximum pressures at least equal to the required tank test pressure. Specify dial size and maximum pressure when ordering.

## 5. COMBINATION STARTERS:

Combination starters provide safety as well as the means for automatically starting the pump and compressor motors. Units similar to the Square D Company's Class 8538 are recommended. They consist of a fusible safety disconnect switch and a starter protected against overload by either melting alloy or bi-metallic relays. We suggest that the starter be equipped with a "Hand-Automatic-Off" control mounted in the cover. When ordering specify motor size, current characteristics, fuse size, type of overload relay desired and "Hand-Automatic-Off" control.

## 6. AIR INLET VALVES:

Air inlet valves are used on deep well systems which utilize part of the pump discharge line for air charging the tank. A leather faced swing check valve mounted horizontally has been found satisfactory. It should be installed for flow into the line and close against line pressure. Valves similar to Crane Company's number 34 $\frac{1}{2}$  brass check, leather faced disc are recommended. They are obtainable in sizes from  $\frac{3}{8}$ " to 2", inclusive. Specify type number and size when ordering.

## 7. WATER DRAIN VALVES:

Water drain valves are also used on deep well systems which utilize part of the pump discharge line for air charging the tank. They are furnished in two types: the ball check and the solenoid type.

- (a) The ball check type is manufactured by Peerless Pump Division of the Food Machinery and Chemical Corporation. It is spring loaded to hold the ball away from its seat when the pumping pressure is released. This allows the water in the pump discharge line to bleed back to waste and be replaced by air entering through the air inlet valve. When the pump operates, the pressure forces the ball back against its seat. It is made in only one size with a  $\frac{3}{4}$ " stand.

ard male pipe thread connection. The ball check valve allows for drip leakage at all times so if no leakage can be tolerated, a solenoid type should be specified.

- (b) Acceptable solenoid valves are similar to the Type K-10 as manufactured by General Controls Company of Glendale, California. They should be of the normally open type and with either a  $\frac{3}{8}$ " or  $\frac{1}{2}$ " standard pipe connection and an orifice as large as practical which will allow the magnet to operate against a pressure of at least 5 P.S.I. greater than the maximum system pressure. When ordering specify connection size, pressure requirement, orifice size and electric current characteristics.

#### 8. AIR FILTERS:

Air filters are placed on the intake lines to the air compressor, air inlet valves and vent connections when and as required. They are used to protect the system from atmospheric contaminations. Filters similar to those built by the Air-Maze Corporation of Cleveland, Ohio, have been found satisfactory for most applications. Sizes and types  $\frac{1}{2}$ " (GCOHS),  $\frac{3}{4}$ " (GBOHS), 1" (GAOHS) and  $1\frac{1}{4}$ " (GJOHS) are available. The filters can be used in the dry state but for maximum protection, the filter should be charged with a refined, edible oil. Frequent cleansing is recommended. Specify size and type when ordering.

#### 9. STRAINERS:

Strainers are placed on the end of the water drain valves to protect the system against entrance of any possible contamination. Sizes and types:  $\frac{1}{2}$ " (OHGC) and  $\frac{3}{4}$ " (OHGB) similar to those manufactured by the Air-Maze Corporation are satisfactory. Specify size and type when ordering.

#### 10. AIR RELEASE AND AIR INJECTOR VALVES:

Solenoid type valves are furnished with the Type DS Duotrols and can be ordered for use with the Type DC Duotrols. When desired separately; the Type K-10, normally closed valves as manufactured by the General Controls Company are satisfactory for use. They are available with either  $\frac{3}{8}$ " or  $\frac{1}{2}$ " standard pipe connection. When ordering, specify connection size, pressure requirements, orifice size and electric current characteristics.

#### 11. TANK VALVES (SNIFFER TYPE):

Tank valves are used with cushion tank type systems for charging the tank and setting controls. The Schrader Number 645 valve is satisfactory for use. It is available with a  $\frac{1}{8}$ " male pipe connection.

#### 12. CHECK VALVES:

Thoughtful specification and selection of check valves for use in the piping lines of pneumatic pressure systems contributes to installation efficiency. Noisy, slamming valves should not be tolerated and definitely have no place in systems supplying hospitals, sanitariums, hotels and similar installations where noise is detrimental and a nuisance.

Non-Slam type check valves are recommended for use in all Peerless Hydro-Pneumatic pressure systems. Installation experience has shown that valves similar to the Cla-Val No-Slam check valve Number 81, as manufactured by the Cla-Val Company of Alhambra, California, have been found very satisfactory in operation. These valves are made in two pressure classifications: 150 P.S.I. and 300 P.S.I. The  $\frac{3}{8}$ ",  $\frac{1}{2}$ " and  $\frac{3}{4}$ " sizes are made with integral valve seats while larger sizes have renewable seats. The screwed type fittings are made in sizes from  $\frac{3}{8}$ " to inclusive while the flanged type are made in 2" to 16" sizes. These valves may be used on either the water or air lines. When ordering, specify size, whether screwed or flanged type is desired, pressure class, temperature, type of fluid being handled and flowing and static line pressures.

When other than Non-Slam valves are used because of first cost economics, it is recommended that they be either of the composition disc type or leather faced swing check valve type.

Brass leather faced swing check valves are similar to Crane Company's Number 34 $\frac{1}{2}$  in the threaded type in sizes from  $\frac{3}{8}$ " to 2", inclusive, while similar cast iron, brass trimmed valves are Crane Company's Number 372 in the threaded type and Number 373 in the flanged type. Sizes from 2" to 8" inclusive are available. Specify size and type by number when ordering.

#### 13. STOP VALVES:

Composition disc, globe type stop valves are recommended for all water lines although gate type valves can also be used. Needle type valves are recommended for air lines.

Composition disc, brass globe type valves similar to Crane Company's Number 7 have been found satisfactory. They are rated at 150 P.S.I. and are available in sizes from  $\frac{1}{8}$ " to 3", inclusive.

Brass, wedge type gate valves similar to Crane Company's No. 437 are rated at 300 P.S.I. and are available in sizes from  $\frac{1}{4}$ " to 3", inclusive. Iron body, brass trimmed valves similar to Crane Company's Number 460 are available in sizes from 2" and larger.

Brass, globe needle point valves similar to Crane Company's Number 88 are available in sizes from  $\frac{1}{8}$ " to  $\frac{3}{4}$ ", inclusive. Specify size and type when ordering.

#### 14. FLOAT VENT VALVES:

Float vent valves are used with deep well pump systems and perform the dual function of air inlet and air vent for the pump discharge line.

Valves similar to those manufactured by the Valve and Primer Corporation of Chicago, Illinois, are satisfactory.

Valves Number 50-60 are satisfactory for use up to 60 P.S.I. and the 50 HD. are good up to 150 P.S.I. Larger capacity units similar to the Number 70 are good up to 125 P.S.I.

When ordering, specify size, type number and also specify that the vacuum ball be removed to allow free inflow through the valve and into the system.

#### 15. WATER GAUGES:

Water gauges are recommended for installation on all pressure tanks so that water levels can readily be determined. Gauges similar to Crane Company's No. 624 (rough) and 610 (polished) are satisfactory. Lengths with centers up to 36" are available. Specify length and type number when ordering.

#### 16. HOSE CONNECTIONS:

Vibration insulating hose connections are recommended for installation in both the suction and discharge lines of the pump and, for some applications, also in the tank outlet line. They are intended to insulate all pump and tank noises from the system.

Hose connections completely assembled with threaded couplings and hose bands at each end and ready for installation into the piping system

are manufactured by the United States Rubber Company. The following sizes are recommended:

- 1" I.D. x 3 Ply x 18" Long
- 1 $\frac{1}{4}$ " I.D. x 3 Ply x 18" Long
- 1 $\frac{1}{2}$ " I.D. x 4 Ply x 18" Long
- 2" I.D. x 4 Ply x 18" Long
- 2 $\frac{1}{2}$ " I.D. x 4 Ply x 24" Long
- 3" I.D. x 6 Ply x 24" Long

When ordering specify type Number 3400 and give complete size specifications as indicated above. Also, indicate whether plain end or enlarged end hose is desired. For flanged type connections in sizes from 2" I.D. to 8" I.D., contact the closest United States Rubber Company office.

#### 17. AIR COMPRESSORS:

Air compressors are used when separately driven air units are desired for injecting air into the pressure tank. Very little air is required by the ordinary pressure system; only sufficient to replace that absorbed by the water in the tank.

Compressors with capacities of 2 to 2 $\frac{1}{2}$  cubic feet per minute for each 3000 gallons of tank capacity have been found satisfactory for most installations. Either mechanical or electrically operated air pressure unloaders should be specified for use with the compressors as well as a refined, edible oil for their lubrication.

Compressor units similar to the Model D106 or D108 as manufactured by the Quincy Compressor Company of Quincy, Illinois, have been found satisfactory; also, units similar to the style W-153 to W-156 as manufactured by the Curtis Manufacturing Company of St. Louis, Mo.

#### 18. FLOAT SWITCH (For Reservoir Tank):

Float switch assembly FM-920-6 is built especially for the Peerless Pump Division by the Automatic Control Company of St. Paul, Minnesota. It is a tape operated float switch which is especially adaptable to the sequence operation desired for control of the water levels in a reservoir tank. It is arranged for flange mounting and utilizes a stilling tube for the protection of the float. The mounting flange is 11 inches in diameter, has 4 equally spaced  $\frac{3}{8}$ " drilled holes on a 9 $\frac{1}{2}$ " bolt circle for mounting upon the stilling tube flange. When ordering specify number FM-920-6 and the control levels desired for both the reservoir supply and booster pump.

FRICITION LOSS OF HEAD ( $h_f$ ) FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE  
 WROUGHT IRON OR STEEL  
 (SCHEDULE 40)

½" NOMINAL		¾" NOMINAL		1" NOMINAL		1¼" NOMINAL		1½" NOMINAL		2" NOMINAL	
G.P.M.	$h_f$	G.P.M.	$h_f$	G.P.M.	$h_f$	G.P.M.	$h_f$	G.P.M.	$h_f$	G.P.M.	$h_f$
0.7 ..	0.740	1.0 ..	0.260	1 ..	0.114	1.5 ..	0.0623	12 ..	1.16	14 ..	0.453
1.0 ..	1.86	1.5 ..	0.730	2 ..	0.379	2 ..	0.102	14 ..	1.53	16 ..	0.578
1.5 ..	2.85	2.0 ..	1.21	3 ..	0.772	3 ..	0.207	16 ..	1.96	18 ..	0.717
2.0 ..	4.78	2.5 ..	1.80	4 ..	1.295	4 ..	0.342	18 ..	2.42	20 ..	0.868
2.5 ..	7.16	3.0 ..	2.50	5 ..	1.93	5 ..	0.508	20 ..	2.94	22 ..	1.03
3.0 ..	10.0	3.5 ..	3.30	6 ..	2.68	6 ..	0.704	22 ..	3.52	24 ..	1.20
3.5 ..	13.3	4.0 ..	4.21	7 ..	3.56	7 ..	0.930	24 ..	4.14	26 ..	1.39
4.0 ..	17.1	4.5 ..	5.21	8 ..	4.54	8 ..	1.18	26 ..	4.81	28 ..	1.60
4.5 ..	21.3	5.0 ..	6.32	9 ..	5.65	9 ..	1.46	28 ..	5.51	30 ..	1.82
5.0 ..	25.8	6.0 ..	8.87	10 ..	6.86	10 ..	1.77	30 ..	6.26	35 ..	2.42
5.5 ..	30.9	7.0 ..	11.8	12 ..	9.62	12 ..	2.48	32 ..	7.07	40 ..	3.10
6.0 ..	36.5	8.0 ..	15.0	14 ..	12.8	14 ..	3.28	34 ..	7.92	45 ..	3.85
6.5 ..	42.4	9.0 ..	18.8	16 ..	16.5	16 ..	4.20	36 ..	8.82	50 ..	4.67
7.0 ..	48.7	10 ..	23.0	18 ..	20.6	18 ..	5.22	38 ..	9.78	55 ..	5.59
7.5 ..	55.5	11 ..	27.6	20 ..	25.1	20 ..	6.34	40 ..	10.79	60 ..	6.59
8.0 ..	62.7	12 ..	32.6	22 ..	30.2	22 ..	7.58	42 ..	11.8	65 ..	7.69
8.5 ..	70.3	13 ..	37.8	24 ..	35.6	24 ..	8.92	44 ..	12.9	70 ..	8.86
9.0 ..	78.3	14 ..	43.5	26 ..	41.6	26 ..	10.37	46 ..	14.0	75 ..	10.1
9.5 ..	86.9	15 ..	49.7	28 ..	47.9	28 ..	11.9	48 ..	15.2	80 ..	11.4
10 ..	95.9	16 ..	56.3	30 ..	54.6	30 ..	13.6	50 ..	16.4	85 ..	12.8
11 ..	115	17 ..	63.1	32 ..	61.8	32 ..	15.3	55 ..	19.7	90 ..	14.2
12 ..	136	18 ..	70.3	34 ..	69.4	34 ..	17.2	60 ..	23.2	95 ..	15.8
13 ..	159	19 ..	78.0	36 ..	77.4	36 ..	19.2	65 ..	27.1	100 ..	17.4
14 ..	183	20 ..	86.1	38 ..	86.0	38 ..	21.3	70 ..	31.3	110 ..	20.9
15 ..	209	22 ..	104	40 ..	95.0	40 ..	23.5	75 ..	35.8	120 ..	24.7
		24 ..	122	42 ..	104.5	42 ..	25.8	80 ..	40.5	130 ..	28.8
		26 ..	143	44 ..	114	44 ..	28.2	85 ..	45.6	140 ..	33.2
		28 ..	164	46 ..	124	46 ..	30.7	90 ..	51.0	150 ..	38.0
		30 ..	187	48 ..	135	48 ..	33.3	95 ..	56.5	160 ..	43.0
				50 ..	146	50 ..	36.0	100 ..	62.2	170 ..	48.4
				55 ..	176	55 ..	43.2	110 ..	74.5	180 ..	54.1
				60 ..	209	60 ..	51.0	120 ..	88.3	190 ..	60.1
						65 ..	59.6	130 ..	103	200 ..	66.3
						70 ..	68.8	140 ..	119	220 ..	80.0
						75 ..	78.7	150 ..	137	240 ..	95.0
						80 ..	89.2	160 ..	156	260 ..	111
						85 ..	100.2	170 ..	175	280 ..	128
						90 ..	112	180 ..	196	300 ..	146
						95 ..	124	190 ..	218	320 ..	166
						100 ..	138	200 ..	241	340 ..	187
						110 ..	166				
						120 ..	197				

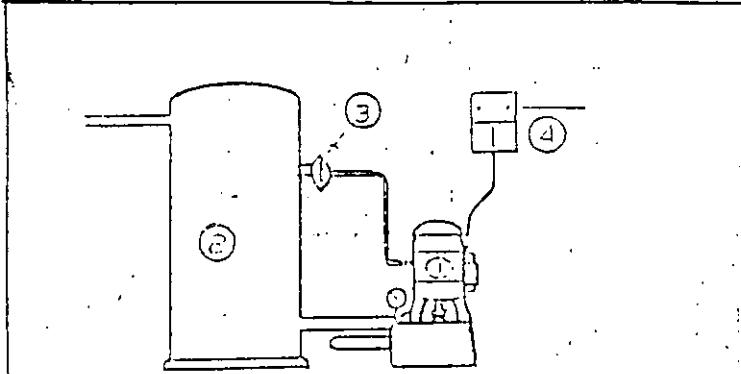
FRICION-LOSS-OF-HEAD ( $h_f$ ) FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE

WROUGHT IRON OR STEEL

(SCHEDULE 40)

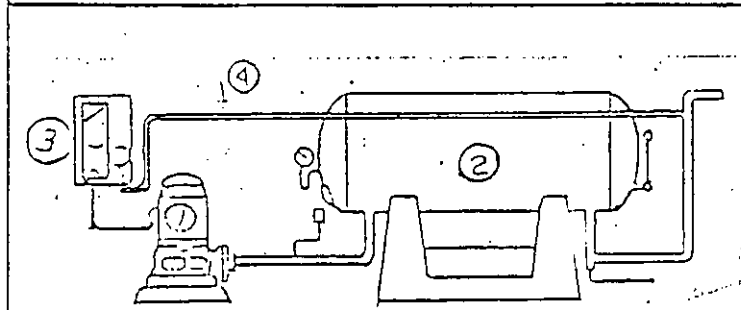
2½" NOMINAL		3" NOMINAL		4" NOMINAL		5" NOMINAL		6" NOMINAL		8" NOMINAL	
G.P.M.	$h_f$	G.P.M.	$h_f$	G.P.M.	$h_f$	G.P.M.	$h_f$	G.P.M.	$h_f$	G.P.M.	$h_f$
22	0.430	55	0.789	100	0.624	100	0.204	300	0.637	300	0.163
24	0.502	60	0.924	110	0.744	120	0.286	320	0.719	320	0.184
26	0.580	65	1.07	120	0.877	140	0.380	340	0.806	340	0.206
28	0.663	70	1.22	130	1.017	160	0.487	360	0.898	360	0.229
30	0.753	75	1.39	140	1.165	180	0.606	380	0.993	380	0.253
35	1.00	80	1.57	150	1.32	200	0.736	400	1.09	400	0.279
40	1.28	85	1.76	160	1.49	220	0.879	420	1.20	450	0.348
45	1.60	90	1.96	170	1.67	240	1.035	440	1.31	500	0.424
50	1.94	95	2.17	180	1.86	260	1.20	460	1.42	550	0.507
55	2.32	100	2.39	190	2.06	280	1.38	480	1.54	600	0.597
60	2.72	110	2.86	200	2.27	300	1.58	500	1.66	650	0.694
65	3.16	120	3.37	220	2.72	320	1.78	550	1.99	700	0.797
70	3.63	130	3.92	240	3.21	340	2.00	600	2.34	750	0.907
75	4.13	140	4.51	260	3.74	360	2.22	650	2.73	800	1.02
80	4.66	150	5.14	280	4.30	380	2.46	700	3.13	850	1.147
85	5.22	160	5.81	300	4.89	400	2.72	750	3.57	900	1.27
90	5.82	170	6.53	320	5.51	420	2.98	800	4.03	950	1.41
95	6.45	180	7.28	340	6.19	440	3.26	850	4.53	1000	1.56
100	7.11	190	8.07	360	6.92	460	3.55	900	5.05	1100	1.87
110	8.51	200	8.90	380	7.68	480	3.85	950	5.60	1200	2.20
120	10.0	220	10.7	400	8.47	500	4.16	1000	6.17	1300	2.56
130	11.7	240	12.6	420	9.30	550	4.98	1100	7.41	1400	2.95
140	13.5	260	14.7	440	10.2	600	5.88	1200	8.76	1500	3.37
150	15.4	280	16.9	460	11.1	650	6.87	1300	10.2	1600	3.82
160	17.4	300	19.2	480	12.0	700	7.93	1400	11.8	1700	4.29
170	19.6	320	22.0	500	13.0	750	9.05	1500	13.5	1800	4.79
180	21.9	340	24.8	550	15.7	800	10.22	1600	15.4	1900	5.31
190	24.2	360	27.7	600	18.6	850	11.5	1700	17.3	2000	5.86
200	26.7	380	30.7	650	21.7	900	12.9	1800	19.4	2200	7.02
220	32.2	400	33.9	700	25.0	950	14.3	1900	21.6	2400	8.31
240	38.1	420	37.3	750	28.6	1000	15.8	2000	23.8	2600	9.70
260	44.5	440	40.9	800	32.4	1100	19.0	2100	26.2	2800	11.20
280	51.3	460	44.6	850	36.5	1200	22.5	2200	28.8	3000	12.8
300	58.5	480	48.5	900	40.8	1300	26.3	2300	31.4	3200	14.5
350	79.2	500	52.5	950	45.3	1400	30.4	2400	34.2	3400	16.4
400	103	550	63.2	1000	50.2	1500	34.8	2500	37.0	3600	18.4
450	130	600	74.8	1100	60.5	1600	39.5	2600	39.9	3800	20.5
500	160	650	87.5	1200	72.0	1700	44.5	2700	42.9	4000	22.6
550	193	700	101	1300	84.3	1800	49.7	2800	46.1	4500	28.5
600	230	750	116	1400	97.6	1900	55.2	2900	49.4	5000	35.1
				1500	112	2000	61.0	3000	52.8	5500	42.5
										6000	50.5

# TIPOS DE SISTEMAS HIDRO-PNEUMATICOS DE PRESION (ESQUEMA DE OPERACION)



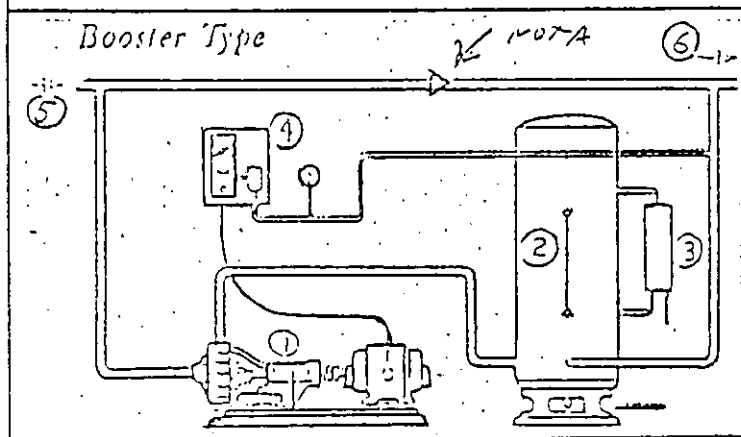
## TIPO DOMESTICO

- 1 BOMBA PARA POZO SOMERO O CISTERNA PUEDE SER CUALQUIER TIPO.
- 2 TANQUE (AGUA Y AIRE)
- 3 VALVULA RECARGADORA DE AIRE.
- 4 SISTEMA ELECTRICO DE OPERACION AUTOMATICA.



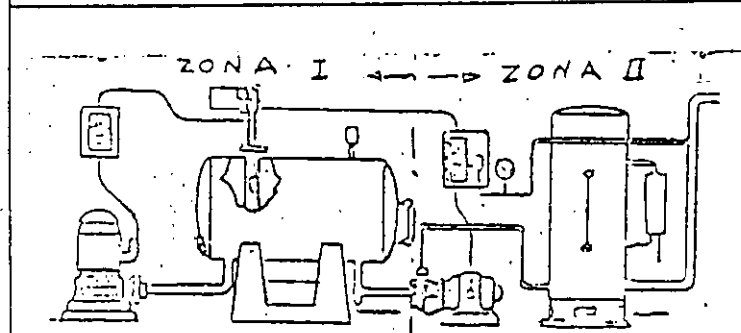
## TIPO BOMBA POZO PROFUNDO

- 1 BOMBA PARA POZO PROFUNDO
- 2 TANQUE A PRESION (AGUA Y AIRE)
- 3 CONTROL ELECTRICO DE OPERACION.
- 4 A CONTROL DE PRESION Y VOL. DE AIRE.



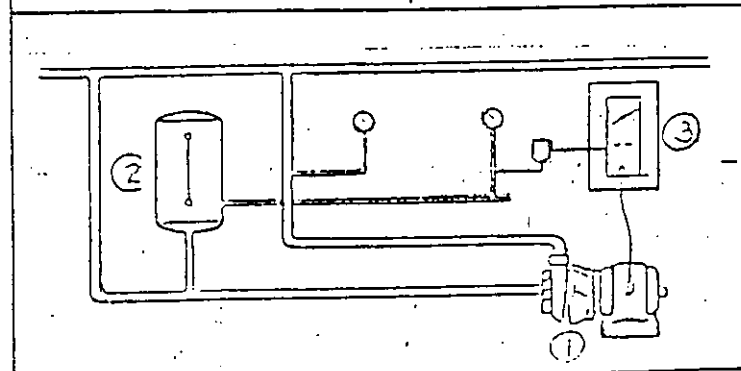
## TIPO REFORZADOR

- 1 BOMBA CENTRIFUGA
- 2 TANQUE DE PRESION
- 3 ALIMENTACION DE AIRE DE LA COMPRESORA.
- 4 CONTROL ELECTRICO DE OPERACION.
- 5 ENTRADA O TOMA MUNICIPAL.
- 6 SALIDA A LA PRESION DE AGUA.



## TIPO COMBINADO

- ZONA I SISTEMA DE EXTRACCION DE POZO PROFUNDO CON CONTROL DE GASTO
- ZONA II SISTEMA DE ELEVACION CON CONTROL DE OPERACION GENERAL.



## TIPO BOMBEO CONTRA LA RED CON TANQUE AMORTIGUADOR.

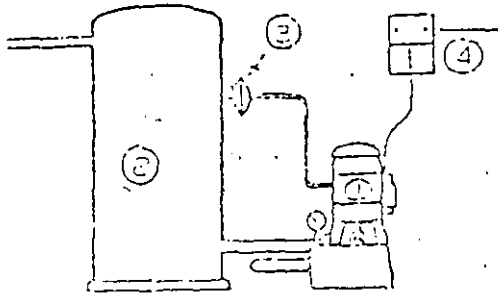
- 1 BOMBA CUALQUIER TIPO
- 2 TANQUE AMORTIGUADOR S VOL. DIFERENCIAL.
- 3 CONTROL ELECTRICO DE FLUJO Y PRESION.



# TIPOS DE SISTEMAS HIDRO-PNEUMATICOS DE PRESION

## ESQUEMA DE OPERACION

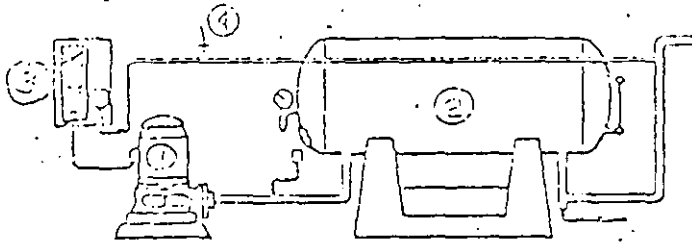
Shallow-Well Domestic Type



TIPO DOMESTICO.

- ① BOMBA PARA POZO SOMERO O CISTERNA; PUEDE SER CUALQUIER TIPO
- ② TANQUE (AGUA Y AIRE)
- ③ VALVULA RECARGADORA DE AIRE
- ④ SISTEMA ELECTRICO DE OPERACION AUTOMATICA.

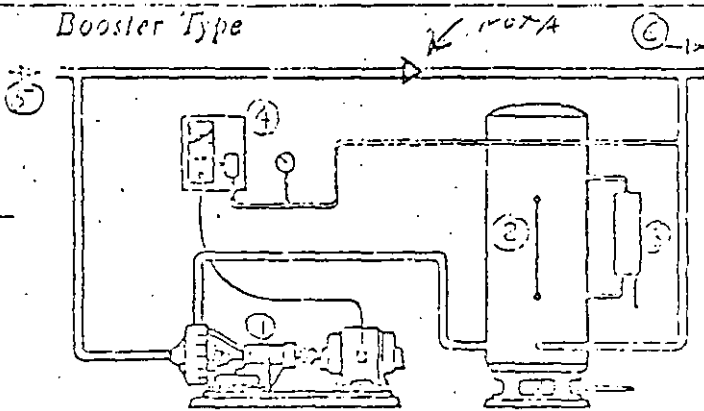
Deep Well Type Pump



TIPO BOMBA DE POZO PROFUNDO.

- ① BOMBA PARA POZO PROFUNDO.
- ② TANQUE A PRESION (AGUA Y AIRE)
- ③ CONTROL ELECTRICO DE OPERACION
- ④ A CONTROL DE PRESION Y VOL. DE AIRE

Booster Type

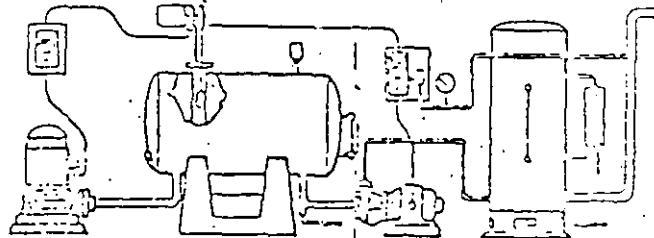


TIPO REFORZADOR

- ① BOMBA CENTRIFUGA
- ② TANQUE A PRESION
- ③ ALIMENTACION DE AIRE DE LA COMPRESORA
- ④ CONTROL ELECTRICO DE OPERACION
- ⑤ ENTRADA O TONA MULTICIRAL
- ⑥ SALIDA A LA PRESION DESEADA

Combination Type

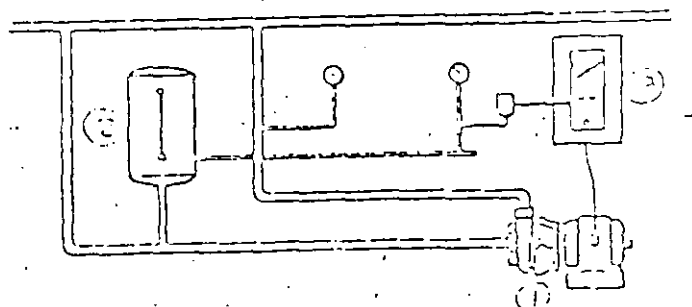
ZONA I ← → ZONA II



TIPO COMBINADO

- ZONA I.- SISTEMA DE EXTRACCION DE POZO PROFUNDO CON CONTROL DE GASTO
- ZONA II.- SISTEMA DE ELEVACION DE PRESION CON CONTROL DE OPERACION GENERAL

Crishton Tank Type



TIPO BOMBEO CONTRA LA RED CON TANQUE AMORTIGUADOR

- ① BOMBA (CUALQUIER TIPO)
- ② TANQUE AMORTIGUADOR SIN VOLUMEN DIFERENCIAL DE BOMBEO
- ③ CONTROL ELECTRICO DE PRESION

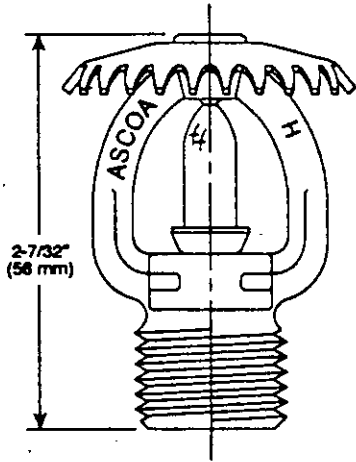
NOTA: EN ESTE TIPO DE SISTEMA SE USA UN VALVULO GENERAL PARA CONTROLAR EL GASTO Y LA PRESION.

**"Automatic" Standard Glass Bulb Sprinklers**

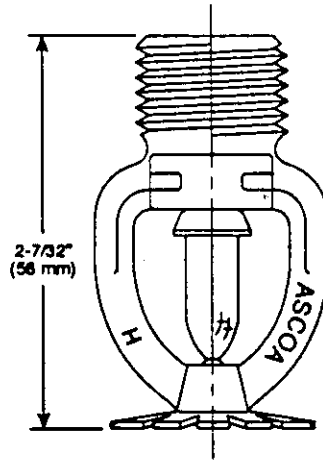
■ Model H – 1/2" Orifice x 1/2" NPT – Upright & Pendent

K = 5.6 (8.1)

■ UL Listed – FM Approved\*



Upright Sprinkler



Pendent sprinkler

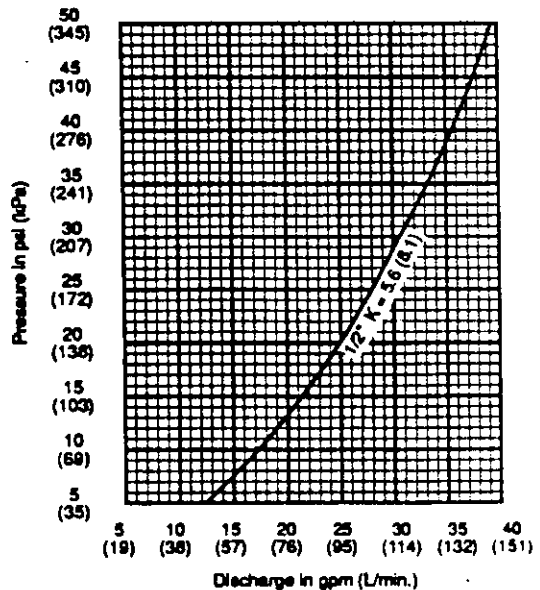
**\*\*Temperature Ratings:**

- 135° F (57° C)
- 155° F (68° C)
- 175° F (79° C)
- 200° F (93° C)
- 286° F (141° C)
- 360° F (182° C)
- Open (No rating)

**\*\*Finishes:**

- Plain Brass
- Chrome Plated (Bright)
- White
- Bright Brass
- Coro Coated (Wax)
- Coro Coated over Lead
- Lead Coated

**Discharge Curve:**



\* White finished sprinklers are not FM Approved.

\*\* See back of page for available style, temperature rating, and finish combinations.

**EQUIVALENT FEET OF PIPE** (Fig 12 NFPA-15)

(Standard Screwed Fittings  
Medium Turn Ells  
Long Turn Ell  
Gate and Check Valves)

Not for underground fittings nor for flanged tees and crosses.

Use with Williams-Hazen C = 120 only

PIPE SIZE ITEM	3/4	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	5	6	8	10	12	Unofficial	
															16	18
Standard Ell	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	19	22	27	32	38
Medium Turn Ell	2	2	3	3	4	5	6	6	8	10	12	16	19	22	---	---
Long Turn Ell	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	11	16	18	22	25
45° Ell	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13	17	20
Tee-Flow Turn 90°	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60	72	80
Gate Valve	--	--	--	--	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	7	8
Check Valve	4	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65	75	85
Cross	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60	70	80

**EQUIVALENT FEET OF PIPE-ASCA - Standard Screwed Fittings**

May be used when NFPA table above is not required-See Comparison on EFT-2  
Not for underground fittings nor for flanged ellis, tees and crosses

Description	Symbol	Abbrev	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	5	6	8
Ell - 90°		E	3	4	4	5	6	8	9	11	13	16	21
Ell - 45°		EE	1	2	2	3	3	4	4	5	6	7	11
Tee - Angle Run		EST	5	6	7	9	11	13	15	18	22	26	35
Tee - Angle Run		SET	7	8	9	12	14	17	20	23	29	34	45
Cross - Angle Run		C	5	6	7	9	11	13	15	18	22	26	35

**EQUIVALENT FEET OF PIPE - ASCA**

(Standard Underground Socket Fittings  
Standard Flanged Fittings)

Description	Symbol	Abbrev	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36
Ell - 90°		E	6	10	13	17	21	25	28	32	36	44	57	70
Ell - 45°		EE	3	4	6	7	9	10	12	14	15	18	24	29
Tee - Angle Run		EST 1	11	17	24	30	37	44	51	58	65	80	104	128
Tee - Angle Run		EST 2	9	14	19	24	30	35	41	47	52	64	82	100
Tee - Angle Run		SET 1	14	22	30	39	48	57	65	75	84	103	133	163
Tee - Angle Run		SET 2	11	17	24	30	37	44	51	58	65	80	104	128
Cross - Angle Run		C1	12	20	28	36	44	53	62	70	79	98	127	157
Cross - Angle Run		C2	10	16	22	28	34	41	48	54	61	76	98	122
Cross - Angle Run		C3	13	21	29	38	47	56	65	74	83	103	134	166
Cross - Angle Run		C4	11	17	24	31	39	46	54	61	69	85	111	137

INCHES		FEET TO PSI and to Meters and Kg/cm <sup>2</sup>				PSI TO FEET and to Kg/cm <sup>2</sup> and Meters			
TO PSI									
x	.036	x Factor →	.4331	.3048	.03048	x Factor →	2.309	.07037	.7037
In- ch- es	PSI	FEET	PSI	Meters	Kg/cm <sup>2</sup>	PSI	FEET	Kg/cm <sup>2</sup>	Meters
1	.04	1	.4	.30	.03	1	2.3	.07	.70
2	.07	2	.9	.61	.06	2	4.6	.14	1.41
3	.11	3	1.3	.91	.09	3	6.9	.21	2.11
4	.14	4	1.7	1.22	.12	4	9.2	.28	2.81
5	.18	5	2.2	1.52	.15	5	11.5	.35	3.52
6	.22	6	2.6	1.83	.18	6	13.9	.42	4.22
7	.25	7	3.0	2.13	.21	7	16.2	.49	4.93
8	.29	8	3.5	2.44	.24	8	18.5	.56	5.63
9	.32	9	3.9	2.74	.27	9	20.8	.63	6.33
10	.36	10	4.3	3.05	.30	10	23.1	.70	7.04
11	.40	11	4.8	3.35	.34	11	25.4	.77	7.74
		12	5.2	3.66	.37	12	27.7	.84	8.44
		13	5.6	3.96	.40	13	30.0	.92	9.15
		14	6.1	4.27	.43	14	32.3	.98	9.85
		15	6.5	4.57	.46	15	34.6	1.06	10.56
		16	6.9	4.88	.49	16	36.9	1.13	11.26
		17	7.4	5.18	.52	17	39.3	1.20	11.96
		18	7.8	5.49	.55	18	41.6	1.27	12.67
		19	8.2	5.79	.58	19	43.9	1.34	13.37
		20	8.7	6.10	.61	20	46.2	1.41	14.07
		21	9.1	6.40	.64	21	48.5	1.48	14.78
		22	9.5	6.71	.67	22	50.8	1.55	15.48
		23	10.0	7.01	.70	23	53.1	1.62	16.19
		24	10.4	7.32	.73	24	55.4	1.69	16.89
		25	10.8	7.62	.76	25	57.7	1.76	17.59
		26	11.3	7.92	.79	26	60.0	1.83	18.30
		27	11.7	8.23	.82	27	62.3	1.90	19.00
		28	12.1	8.53	.85	28	64.7	1.97	19.70
		29	12.6	8.84	.88	29	67.0	2.04	20.41
		30	13.0	9.14	.91	30	69.3	2.11	21.11
		31	13.4	9.45	.94	31	71.6	2.18	21.81
		32	13.9	9.75	.98	32	73.9	2.25	22.52
		33	14.3	10.06	1.01	33	76.2	2.32	23.22
		34	14.7	10.36	1.04	34	78.5	2.39	23.93
		35	15.2	10.67	1.07	35	80.8	2.46	24.63
		36	15.6	10.97	1.10	36	83.1	2.53	25.33
		37	16.0	11.28	1.13	37	85.4	2.60	26.04
		38	16.5	11.58	1.16	38	87.7	2.67	26.74
		39	16.9	11.89	1.19	39	90.1	2.74	27.44
		40	17.3	12.19	1.22	40	92.4	2.82	28.15
		41	17.8	12.50	1.25	41	94.7	2.88	28.85
		42	18.2	12.80	1.28	42	97.0	2.96	29.56
		43	18.6	13.11	1.31	43	99.3	3.03	30.26
		44	19.1	13.41	1.34	44	101.6	3.10	30.96
		45	19.5	13.72	1.37	45	103.9	3.17	31.67
		46	19.9	14.02	1.40	46	106.2	3.24	32.37
		47	20.4	14.33	1.43	47	108.5	3.31	33.07
		48	20.8	14.63	1.46	48	110.8	3.38	33.78
		49	21.2	14.94	1.49	49	113.1	3.45	34.48
		50	21.7	15.24	1.52	50	115.4	3.52	35.18

FEET TO PSI and to Meters and Kg/cm <sup>2</sup>				PSI TO FEET and to Kg/cm <sup>2</sup> and Meters			
x Factor →	.4331	.3048	.03048	x Factor →	2.309	.07037	.7037
FEET	PSI	Meters	Kg/cm <sup>2</sup>	PSI	FEET	Kg/cm <sup>2</sup>	Meters
51	22.1	15.54	1.55	51	117.8	3.59	35.89
52	22.5	15.85	1.58	52	120.1	3.66	36.59
53	23.0	16.15	1.62	53	122.4	3.73	37.30
54	23.4	16.46	1.65	54	124.7	3.80	38.00
55	23.8	16.76	1.68	55	127.0	3.87	38.70
56	24.3	17.07	1.71	56	129.3	3.94	39.41
57	24.7	17.37	1.74	57	131.6	4.01	40.11
58	25.1	17.68	1.77	58	133.9	4.08	40.81
59	25.6	17.98	1.80	59	136.2	4.15	41.52
60	26.0	18.29	1.83	60	138.5	4.22	42.22
61	26.4	18.59	1.86	61	140.8	4.29	42.93
62	26.9	18.90	1.89	62	143.2	4.36	43.63
63	27.3	19.20	1.92	63	145.5	4.43	44.33
64	27.7	19.51	1.95	64	147.8	4.50	45.04
65	28.2	19.81	1.98	65	150.1	4.57	45.74
66	28.6	20.12	2.01	66	152.4	4.64	46.44
67	29.0	20.42	2.04	67	154.7	4.71	47.15
68	29.5	20.73	2.07	68	157.0	4.78	47.85
69	29.9	21.03	2.10	69	159.3	4.86	48.56
70	30.3	21.34	2.13	70	161.6	4.93	49.26
71	30.8	21.64	2.16	71	163.9	5.00	49.96
72	31.2	21.95	2.20	72	166.2	5.07	50.67
73	31.6	22.25	2.23	73	168.6	5.14	51.37
74	32.0	22.56	2.26	74	170.9	5.21	52.07
75	32.5	22.86	2.29	75	173.2	5.28	52.78
76	32.9	23.16	2.32	76	175.5	5.35	53.48
77	33.3	23.47	2.35	77	177.8	5.42	54.18
78	33.8	23.77	2.38	78	180.1	5.49	54.89
79	34.2	24.08	2.41	79	182.4	5.56	55.59
80	34.6	24.38	2.44	80	184.7	5.63	56.30
81	35.1	24.69	2.47	81	187.0	5.70	57.00
82	35.5	24.99	2.50	82	189.3	5.77	57.70
83	35.9	25.30	2.53	83	191.6	5.84	58.41
84	36.4	25.60	2.56	84	194.0	5.91	59.11
85	36.8	25.91	2.59	85	196.3	5.98	59.81
86	37.2	26.21	2.62	86	198.6	6.05	60.52
87	37.7	26.52	2.65	87	200.9	6.12	61.22
88	38.1	26.82	2.68	88	203.2	6.19	61.93
89	38.5	27.13	2.71	89	205.5	6.26	62.63
90	39.0	27.43	2.74	90	207.8	6.33	63.33
91	39.4	27.74	2.77	91	210.1	6.40	64.04
92	39.8	28.04	2.80	92	212.4	6.47	64.74
93	40.3	28.35	2.83	93	214.7	6.54	65.44
94	40.7	28.65	2.86	94	217.0	6.61	66.15
95	41.1	28.96	2.90	95	219.4	6.68	66.85
96	41.6	29.26	2.93	96	221.7	6.76	67.56
97	42.0	29.57	2.96	97	224.0	6.83	68.26
98	42.4	29.87	2.99	98	225.3	6.90	68.96
99	42.9	30.18	3.02	99	228.7	6.97	69.67
100	43.3	30.48	3.05	100	230.0	7.04	70.37

# VELOCITY IN FEET PER SECOND (FPS)

## AMERICAN STANDARD WEIGHT BLACK STEEL PIPE

GPM	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	GPM	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
	(.824)	1.049	1.380	1.610	2.067	2.469	3.068	3.548		1.049	1.380	1.610	2.067
1	.6	.4	.2	--	--	--	--	--	51	18.9	11.0	8.1	4.9
2	1.2	.7	.4	.3	--	--	--	--	52	19.3	11.2	8.2	5.0
3	1.8	1.1	.6	.5	.3	--	--	--	53	19.7	11.4	8.4	5.1
4	2.4	1.5	.9	.6	.4	--	--	--	54	20.0	11.6	8.5	5.2
5	3.0	1.9	1.1	.8	.5	.3	--	--	55	20.4	11.8	8.7	5.3
6	3.6	2.2	1.3	.9	.6	.4	--	--	56	20.8	12.1	8.9	5.4
7	4.2	2.6	1.5	1.1	.7	.5	.3	--	57	21.1	12.3	9.0	5.5
8	4.8	3.0	1.7	1.3	.8	.5	.4	--	58	21.5	12.5	9.2	5.6
9	5.4	3.4	1.9	1.4	.9	.6	.4	--	59	21.9	12.7	9.3	5.7
10	6.0	3.7	2.2	1.6	1.0	.7	.4	.3	60	22.3	12.9	9.5	5.8
11	6.6	4.1	2.4	1.7	1.1	.7	.5	.4	61		13.1	9.6	5.9
12	7.2	4.5	2.6	1.9	1.2	.8	.5	.4	62		13.3	9.8	5.9
13	7.8	4.8	2.8	2.1	1.2	.9	.6	.4	63		13.6	10.0	6.0
14	8.4	5.2	3.0	2.2	1.3	.9	.6	.5	64		13.8	10.1	6.1
15	9.0	5.6	3.2	2.4	1.4	1.0	.7	.5	65		14.0	10.3	6.2
16	9.7	6.0	3.4	2.5	1.5	1.1	.7	.5	66		14.2	10.4	6.3
17	10.3	6.3	3.7	2.7	1.6	1.1	.7	.6	67		14.4	10.6	6.4
18	10.9	6.7	3.9	2.8	1.7	1.2	.8	.6	68		14.6	10.8	6.5
19	11.5	7.1	4.1	3.0	1.8	1.3	.8	.6	69		14.9	10.9	6.6
20	12.1	7.4	4.3	3.2	1.9	1.3	.9	.7	70		15.1	11.1	6.7
21	12.7	7.8	4.5	3.3	2.0	1.4	.9	.7	71		15.3	11.2	6.8
22	13.3	8.2	4.7	3.5	2.1	1.5	1.0	.7	72		15.5	11.4	6.9
23	13.9	8.6	5.0	3.6	2.2	1.5	1.0	.7	73		15.7	11.5	7.0
24	14.5	8.9	5.2	3.8	2.3	1.6	1.0	.8	74		15.9	11.7	7.1
25	15.1	9.3	5.4	4.0	2.4	1.7	1.1	.8	75		16.1	11.9	7.2
26	15.7	9.7	5.6	4.1	2.5	1.7	1.1	.8	76		16.4	12.0	7.3
27	16.3	10.1	5.8	4.3	2.6	1.8	1.2	.9	77		16.6	12.2	7.4
28	16.8	10.4	6.0	4.4	2.7	1.9	1.2	.9	78		16.7	12.3	7.5
29	17.4	10.8	6.2	4.6	2.8	1.9	1.3	.9	79		16.9	12.5	7.6
30	18.0	11.2	6.5	4.7	2.9	2.0	1.3	1.0	80		17.1	12.6	7.7
31	18.6	11.5	6.7	4.9	3.0	2.1	1.3	1.0	81		17.3	12.8	7.8
32	19.2	11.9	6.9	5.1	3.1	2.2	1.4	1.0	82		17.6	13.0	7.9
33		12.3	7.1	5.2	3.2	2.2	1.4	1.1	83		17.8	13.1	8.0
34		12.7	7.3	5.4	3.3	2.3	1.5	1.1	84		18.0	13.3	8.1
35		13.0	7.5	5.5	3.4	2.4	1.5	1.1	85		18.2	13.4	8.2
36		13.4	7.7	5.7	3.5	2.4	1.6	1.2	86		18.4	13.6	8.3
37		13.8	8.0	5.8	3.5	2.5	1.6	1.2	87		18.6	13.8	8.3
38		14.2	8.2	6.0	3.6	2.6	1.7	1.2	88		18.8	13.9	8.4
39		14.5	8.4	6.2	3.7	2.6	1.7	1.3	89		19.1	14.1	8.5
40		14.9	8.6	6.3	3.8	2.7	1.7	1.3	90		19.3	14.2	8.6
41		15.3	8.8	6.5	3.9	2.8	1.8	1.3	91		19.5	14.4	8.7
42		15.6	9.0	6.6	4.0	2.8	1.8	1.4	92		19.7	14.5	8.8
43		16.0	9.3	6.8	4.1	2.9	1.9	1.4	93		19.9	14.7	8.9
44		16.4	9.5	7.0	4.2	3.0	1.9	1.4	94		20.1	14.9	9.0
45		16.7	9.7	7.1	4.3	3.0	2.0	1.5	95		20.3	15.0	9.1
46		17.0	9.9	7.3	4.4	3.1	2.0	1.5	96		20.6	15.2	9.2
47		17.4	10.1	7.4	4.5	3.2	2.0	1.5	97		20.8	15.3	9.3
48		17.8	10.3	7.6	4.6	3.2	2.1	1.6	98		21.0	15.5	9.4
49		18.2	10.5	7.8	4.7	3.3	2.1	1.6	99		21.2	15.7	9.5
50		18.5	10.8	7.9	4.8	3.4	2.2	1.6	100		21.4	15.8	9.6

# VELOCITY IN FEET PER SECOND (FPS) AMERICAN STANDARD WEIGHT BLACK STEEL PIPE

GPM	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	GPM	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"
	2.469	3.068	3.548	4.026		1.610	2.067	2.469	3.068	3.548	4.026	5.047	6.065
51	3.4	2.2	1.7	1.3	110	17.3	10.6	7.4	4.8	3.6	2.8	1.8	1.2
52	3.5	2.3	1.7	1.3	120	18.9	11.5	8.1	5.2	3.9	3.1	1.9	1.3
53	3.6	2.3	1.7	1.3	130	20.5	12.5	8.7	5.7	4.2	3.3	2.1	1.4
54	3.6	2.4	1.8	1.4	140	22.0	13.4	9.4	6.1	4.6	3.6	2.3	1.6
55	3.7	2.4	1.8	1.4	150	23.6	14.4	10.1	6.5	4.9	3.8	2.4	1.7
56	3.8	2.4	1.8	1.4	160	25.2	15.4	10.8	7.0	5.2	4.1	2.6	1.8
57	3.8	2.5	1.9	1.4	170	26.8	16.3	11.4	7.4	5.5	4.3	2.7	1.9
58	3.9	2.5	1.9	1.5	180	28.4	17.2	12.1	7.8	5.9	4.6	2.9	2.0
59	4.0	2.6	1.9	1.5	190	29.9	18.1	12.8	8.3	6.2	4.8	3.1	2.1
60	4.0	2.6	2.0	1.5	200		19.1	13.4	8.7	6.5	5.1	3.2	2.2
61	4.1	2.7	2.0	1.5	210		20.0	14.1	9.1	6.8	5.3	3.4	2.3
62	4.2	2.7	2.0	1.6	220		21.0	14.8	9.6	7.2	5.6	3.5	2.5
63	4.2	2.7	2.1	1.6	230		22.0	15.5	10.0	7.5	5.8	3.7	2.6
64	4.3	2.8	2.1	1.6	240		22.9	16.1	10.4	7.8	6.1	3.9	2.7
65	4.4	2.8	2.1	1.6	250		23.9	16.7	10.9	8.1	6.3	4.0	2.8
66	4.4	2.9	2.1	1.7	260		24.8	17.4	11.3	8.5	6.6	4.2	2.9
67	4.5	2.9	2.2	1.7	270		25.8	18.1	11.8	8.8	6.9	4.3	3.0
68	4.6	3.0	2.2	1.7	280		26.8	18.7	12.2	9.1	7.1	4.5	3.1
69	4.6	3.0	2.2	1.7	290		27.7	19.4	12.6	9.4	7.4	4.7	3.2
70	4.7	3.0	2.3	1.8	300		28.7	20.1	13.1	9.8	7.6	4.8	3.3
71	4.8	3.1	2.3	1.8	310		29.6	20.7	13.5	10.1	7.9	5.0	3.5
72	4.8	3.1	2.3	1.8	320		30.6	21.4	13.9	10.4	8.1	5.1	3.6
73	4.9	3.2	2.4	1.8	330		31.6	22.1	14.4	10.7	8.4	5.3	3.7
74	5.0	3.2	2.4	1.9	340		32.5	22.8	14.8	11.1	8.6	5.5	3.8
75	5.0	3.3	2.4	1.9	350		33.5	23.4	15.2	11.4	8.9	5.6	3.9
76	5.1	3.3	2.5	1.9	360		34.4	24.1	15.7	11.7	9.1	5.8	4.0
77	5.2	3.4	2.5	1.9	370			24.8	16.2	12.0	9.4	6.0	4.1
78	5.2	3.4	2.5	2.0	380			25.4	16.5	12.4	9.6	6.1	4.2
79	5.3	3.4	2.6	2.0	390			26.1	16.9	12.7	9.9	6.3	4.3
80	5.4	3.5	2.6	2.0	400			26.8	17.3	13.0	10.1	6.4	4.5
81	5.4	3.5	2.6	2.0	410			27.5	17.8	13.3	10.4	6.6	4.6
82	5.5	3.6	2.7	2.1	420			28.1	18.2	13.7	10.6	6.8	4.7
83	5.6	3.6	2.7	2.1	430			28.8	18.6	14.0	10.9	6.9	4.8
84	5.6	3.7	2.7	2.1	440			29.5	19.1	14.3	11.1	7.1	4.9
85	5.7	3.7	2.8	2.1	450			30.2	19.5	14.6	11.4	7.2	5.0
86	5.8	3.7	2.8	2.2	460			30.8	19.9	15.0	11.7	7.4	5.1
87	5.8	3.8	2.8	2.2	470			31.5	20.4	15.3	11.9	7.6	5.2
88	5.9	3.8	2.9	2.2	480			32.2	20.8	15.6	12.2	7.7	5.3
89	6.0	3.9	2.9	2.2	490			32.8	21.2	15.9	12.4	7.9	5.5
90	6.1	3.9	2.9	2.3	500			33.5	21.7	16.3	12.6	8.0	5.6
91	6.1	4.0	3.0	2.3	510			34.2	22.1	16.6	12.9	8.2	5.7
92	6.2	4.0	3.0	2.3	520			34.9	22.5	16.8	13.2	8.4	5.8
93	6.3	4.0	3.0	2.4	530			35.5	23.0	17.2	13.4	8.5	5.9
94	6.3	4.1	3.1	2.4	540			36.2	23.4	17.5	13.7	8.7	6.0
95	6.4	4.1	3.1	2.4	550			36.9	23.8	17.8	13.9	8.8	6.1
96	6.5	4.2	3.1	2.4	560			37.5	24.3	18.1	14.2	9.0	6.2
97	6.5	4.2	3.2	2.5	570			38.2	24.7	18.5	14.4	9.2	6.3
98	6.6	4.3	3.2	2.5	580				25.2	18.8	14.7	9.3	6.5
99	6.7	4.3	3.2	2.5	590				25.6	19.1	14.9	9.5	6.6
100	6.7	4.4	3.3	2.5	600				26.0	19.4	15.2	9.6	6.7

# VELOCITY IN FEET PER SECOND (FPS) AMERICAN STANDARD WEIGHT BLACK STEEL PIPE

GPM	3" 3.068	3½" 3.548	4" 4.026	5" 5.047	6" 6.065	8" 8.071	10" 10.192	12" 12.090	GPM	3½" 3.548	4" 4.026	5" 5.047
610	26.5	19.8	15.4	9.8	6.8	3.8	2.4		1110	36.0	28.0	17.8
620	26.9	20.1	15.7	10.0	6.9	3.9	2.4		1120	36.4	28.2	17.9
630	27.3	20.4	15.9	10.1	7.0	4.0	2.5		1130	36.7	28.5	18.1
640	27.8	20.7	16.2	10.3	7.1	4.0	2.5		1140	37.0	28.7	18.2
650	28.2	21.1	16.4	10.5	7.2	4.1	2.6		1150	37.3	29.0	18.4
660	28.6	21.4	16.6	10.6	7.4	4.2	2.6		1160	37.7	29.2	18.6
670	29.1	21.7	16.8	10.8	7.5	4.2	2.6		1170	38.0	29.5	18.7
680	29.5	22.0	17.1	10.9	7.6	4.3	2.7		1180	38.3	29.7	18.9
690	29.9	22.4	17.3	11.1	7.7	4.3	2.7		1190	38.6	30.0	19.0
700	30.4	22.7	17.6	11.3	7.8	4.4	2.8		1200	39.0	30.2	19.2
710	30.8	23.0	17.8	11.4	7.9	4.5	2.8		1210		30.5	19.4
720	31.2	23.3	18.1	11.6	8.0	4.5	2.8		1220		30.7	19.5
730	31.7	23.7	18.4	11.7	8.1	4.6	2.9		1230		31.0	19.7
740	32.1	24.0	18.6	11.9	8.2	4.7	2.9		1240		31.2	19.9
750	32.6	24.3	18.9	12.1	8.4	4.7	3.0		1250		31.5	20.0
760	33.0	24.6	19.1	12.2	8.5	4.8	3.0		1260		31.8	20.2
770	33.4	25.0	19.4	12.4	8.6	4.8	3.0		1270		32.0	20.3
780	33.9	25.3	19.6	12.6	8.7	4.9	3.1		1280		32.3	20.5
790	34.3	25.6	19.9	12.7	8.8	5.0	3.1		1290		32.5	20.7
800	34.7	25.9	20.1	12.9	8.9	5.0	3.2	2.2	1300		32.8	20.8
810		26.3	20.4	13.0	9.0	5.1	3.2	2.3	1310		33.0	21.0
820		26.6	20.6	13.2	9.1	5.2	3.2	2.3	1320		33.3	21.1
830		26.9	20.9	13.4	9.2	5.2	3.3	2.3	1330		33.5	21.3
840		27.2	21.1	13.5	9.4	5.3	3.3	2.4	1340		33.8	21.5
850		27.6	21.4	13.7	9.5	5.3	3.4	2.4	1350		34.0	21.6
860		27.9	21.6	13.8	9.6	5.4	3.4	2.4	1360		34.3	21.8
870		28.2	21.9	14.0	9.7	5.5	3.4	2.4	1370		34.5	21.9
880		28.5	22.1	14.2	9.8	5.5	3.5	2.5	1380		34.8	22.1
890		28.9	22.4	14.3	9.9	5.6	3.5	2.5	1390		35.0	22.3
900		29.2	22.7	14.5	10.0	5.7	3.6	2.5	1400		35.3	22.4
910		29.5	22.9	14.6	10.1	5.7	3.6	2.6	1410		35.5	22.6
920		29.8	23.2	14.8	10.2	5.8	3.6	2.6	1420		35.8	22.7
930		30.2	23.4	15.0	10.4	5.9	3.7	2.6	1430		36.1	22.9
940		30.5	23.7	15.1	10.5	5.9	3.7	2.6	1440		36.3	23.1
950		30.8	23.9	15.3	10.6	6.0	3.8	2.7	1450		36.5	23.2
960		31.1	24.2	15.4	10.7	6.0	3.8	2.7	1460		36.8	23.4
970		31.5	24.4	15.6	10.8	6.1	3.8	2.7	1470		37.1	23.6
980		31.8	24.7	15.8	10.9	6.2	3.9	2.8	1480		37.3	23.7
990		32.1	24.9	15.9	11.0	6.2	3.9	2.8	1490		37.6	23.9
1000		32.5	25.2	16.1	11.1	6.3	3.9	2.8	1500		37.8	24.0
1010		32.8	25.4	16.3	11.3	6.4	4.0	2.8	1510		38.1	24.2
1020		33.1	25.7	16.4	11.4	6.4	4.0	2.9	1520		38.3	24.4
1030		33.4	25.9	16.6	11.5	6.5	4.1	2.9	1530		38.6	24.5
1040		33.8	26.2	16.6	11.6	6.5	4.1	2.9	1540		38.8	24.7
1050		34.1	26.4	16.8	11.7	6.6	4.1	2.9	1550		39.1	24.8
1060		34.4	26.7	17.0	11.8	6.7	4.2	3.0	1560		39.3	25.0
1070		34.7	26.9	17.1	11.9	6.7	4.2	3.0	1570		39.6	25.2
1080		35.1	27.2	17.3	12.0	6.8	4.3	3.0	1580		39.8	25.3
1090		35.4	27.5	17.4	12.1	6.9	4.3	3.0	1590		40.1	25.5
1100		35.7	27.7	17.6	12.2	6.9	4.3	3.1	1600		40.3	25.6





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

INSTALACIONES HIDRAULICAS SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

TEMA: TEMARIO DEL SEMINARIO DE CONTROL  
SISTEMA CONTRA INCENDIOS

ING. JORGE ESQUIVEL FRANCO

# 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 CONTRAINCENDIO.

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 contraincendio.
  - 5.1 - Controladores electricos y de emergencia para bombas de incendios.
  - 5.2 - tipicos 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 eléctrico y accesorios.
- 7.3 - Selección de motor de combustión interna.
- 7.4 - Selección de múltiple 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 tubería 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 tuberias de incendio.
- 11.3 - Isometricos de instalación.
- 11.4 - Arreglo de equipo y tuberias 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.**

de

**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 un estudio económico para diseñar un sistema de protección contra incendio "óptimo". 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 ineficientes 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, normas y 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 Asociación
- \* FM Factory Mutual
- \* U.L. Underwriters Laboratories Inc.
- \* ASTM American Society For Testing Materials
- \* API American Petroleum Institute
- \* NEMA National Electric Manufacturers Asociación
- \* 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.

REGLAMENTACION 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 m.

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 en 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  $m^2$ .
- c) Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente las mangueras contra incendio, dotadas de toma siamesa de 64 mm. de diámetro con válvulas de no retorno en ambas entradas 7.5 cuerdas por cada 25 mm. 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 90 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:
- e) 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

6) 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

11. 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 establezcan 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 deberán 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 cancellos 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 o 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 desahollinadas y limpiadas.

Los materiales inflamables que se utilicen en la construcción y los elementos decorativos, estarán a no menos de 60 centímetros 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 cad 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 endependientes de la sala de función; no tendrán comunicación con ésta; 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, platones y elementos estructurales:
  - II En los casos que se requiera ranurar muros y elementos es--tructurales para la colocación de tuberías, se trazarán previamente las trayectorias de dichas tuberías, y sus ejecu--ción será aprobada por el Director Responsable de Obra. Las ranuras en elementos de concreto no deberán traer los recubrimientos mínimos del acero de refuerzo señalados en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construc--ción de Estructuras de Concreto:
  - III Los tramos verticales de las tuberías de instalaciones se -colocarán a plomo empotrados en los muros o elementos es---tructurales o sujetos a éstos mediante abrazaderas, y.
  - IV Las tuberías de aguas residuales alojadas en terreno natu--ral se colocarán en zanjás cuyo fondo se preparará con una-capa de material granular con tamaño máximo de 2.5 centime--tros.
- Artículo 274.- Los tramos de tuberías de las instalaciones hidráulicas, sanita--rias, contra incendio, de gas, vapor, combustibles líquidos y -de aire comprimido y oxígeno, deberán unirse y sellarse herméti--camente, 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 Regl--mento.

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 286.- 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 mismo 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. (ANIS y NFPA, cuando se utilicen seguros).

## Normas Técnicas Complementarias para Previsiones Contra Incendio.

### CONTENIDO

1.—Introducción .....	4
2.—Consideraciones Generales .....	4
3.—Clasificación de riesgos .....	4
4.—Clasificación de fuegos .....	12
5.—Extintores .....	13
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 para 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 Incendio 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 inspeccio-

nar, 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 corresponda 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:

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 posibilidades 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:

Cuando se manejan fuentes de calor normalmente.

4. Grandes:

Cuando se manejan grandes cantidades de fuentes de calor.

5. Extraordinario:

Cuando 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 Enpacadora de algodón.

3. Alcoholeras.

- 3.1 Depósito de alcohol.
- 3.2 Fábrica de alcohol.

- |      |   |       |  |
|------|---|-------|--|
| 4    | Artes Gráficas.                                 | 10.4  | Fábrica y Depósito de mangueras, tacones, etc.                               |
| 4.1  | Grabado, Fotograbado y Rotograbado.             | 10.5  | Regeneración de hule.  |
| 4.2  | Imprenta, Litografía y Encuadernación.          | 10.6  | Vulcanización de llantas, neumáticos, etc.                                   |
| 4.3  | Publicaciones periódicas.                       | 10.7  | Depósito de negro humo.  |
| 4.4  | Depósito y fabricación de tintas para imprenta. | 11.   | Jaboneras y Detergentes.   |
| 5.   | Azucareras.                                     | 11.1  | Fábrica de jabón y detergente.   |
| 5.1  | Distribuidora de azúcar y miel.                 | 12.   | Laboratorios.  |
| 5.2  | Envasado de azúcar y miel.                      | 12.1  | Reproducción heliográficas y fotostáticas.                                   |
| 5.3  | Expendio de azúcar.                             | 12.2  | Sellos de goma o de otros materiales.  |
| 6.   | Cartoneras.                                     | 12.3  | Laboratorios industriales.   |
| 6.1  | Fábrica de cartón corrugado.                    | 12.4  | Material fotográfico.  |
| 6.2  | Fábrica de cajas de cartón.                     | 13.   | Lijas.   |
| 6.3  | Depósito de cartón.                             | 13.1  | Fábrica de lijas (con manejo de solventes).                                  |
| 6.4  | Depósito de cajas de cartón.                    | 14.   | Madereras.   |
| 7.   | Cigarreras.                                     | 14.1  | Maderas y útiles de madera para el comercio e industria.                     |
| 7.1  | Expendio de cigarrros.                          | 14.2  | Artefactos de madera: pinzas, ganchos, palillos, marcos, etc. (fabricación). |
| 7.2  | Tabaquerías.                                    | 14.3  | Carpintería, ebanistería y tapicería.  |
| 7.3  | Picadura.                                       | 14.4  | Carros, carretas, carrocerías de madera.                                     |
| 7.4  | Puros.  | 14.5  | Fabricación de muebles.  |
| 8.   | Distribuidoras (sin fuego).                     | 14.6  | Fibra de madera para empaque.  |
| 8.1  | Discos (discotecas).                            | 14.7  | Hormas y tacones de madera.  |
| 8.2  | Cromos marcos y pinturas.                       | 14.8  | Mesas de billar y boliche.   |
| 8.3  | De autos y camiones.                            | 14.9  | Tonelería y cajas de empaque.  |
| 8.4  | De maquinaria pesada.                           | 14.10 | Triplay (fábrica).   |
| 8.5  | De maquinaria industrial.                       | 14.11 | Fibracel (fábrica).  |
| 8.6  | Expendio y reparación de camiones.              | 14.12 | Aglomerados de madera (fábrica).   |
| 9.   | Harineras.                                      | 14.13 | Artefactos de corcho.  |
| 9.1  | Fábrica de harina de trigo.                     | 14.14 | Muebles y artefactos de carrizo y mimbre.                                    |
| 9.2  | Fábrica de harina de maíz.                      | 14.15 | Combustibles (a base de fibra de madera y combustibles).                     |
| 9.3  | Fábrica de harina de soya.                      | 14.16 | Extracción de ceras vegetales.   |
| 9.4  | Depósito de harina de trigo.                    | 14.17 | Extracción de resina.  |
| 9.5  | Depósito de harina de maíz.                     | 14.18 | Extracción e industrialización de productos forestales.                      |
| 9.6  | Depósito de harina de soya.                     | 14.19 | Madererías compra venta.   |
| 10.  | Huleras.  | 14.20 | Maquiladoras de madera.  |
| 10.1 | Artefactos de hule (fábrica y depósito).        | 14.21 | Depósito de productos forestales.  |
| 10.2 | Resina sintética (incluye hule sintético).      | 14.22 | Venta y renta de cimbra.   |
| 10.3 | Fábrica y depósito de llantas, neumáticos.      | 14.23 | Aserraderos de maderas.  |



- |       |   |       |   |
|-------|---|-------|---|
| 15.   | Panificadoras.                                  | 20.   | Química (Mayor a 12.75%).   |
| 15.1  | Expendio con fabricación de pan.                | 20.1  | Fábrica de insecticidas.  |
| 15.2  | Expendio con fabricación de pasteles.           | 20.2  | Productos amoniacales (fabricación).                                |
| 15.3  | Expendio con fabricación de galletas.           | 20.3  | Laboratorios farmacéuticos.   |
| 15.4  | Expendio con fabricación de pastas.             | 20.4  | Productos químicos farmacéuticos y de tocador (fabricación).        |
| 16.   | Papeleras.                                      | 20.5  | Productos químicos para la industria (fabricación).                 |
| 16.1  | Fábrica de papel.                               | 20.6  | Fábrica de fumigantes.  |
| 16.2  | Distribuidora de papel.                         | 20.7  | Fábrica de abonos químicos.   |
| 16.3  | Depósito de papel.                              | 21.   | Talleres.   |
| 16.4  | Expendio de papel al mayoreo.                   | 21.1  | Garaje con taller mecánico.   |
| 16.5  | Maquila de papel.                               | 21.2  | Talleres mecánicos.   |
| 16.6  | Fibra de papel para empaque.                    | 21.3  | Talleres de hojalatería.  |
| 17.   | Peleteras.                                      | 21.4  | Talleres de vestiduras.   |
| 17.1  | Artículos de piel artificial.                   | 22.   | Materias Primas de origen animal.                                   |
| 17.2  | Artículos de talabartería.                      | 22.1  | Expendio y Almacén de cerda.  |
| 17.3  | Bandas, correas y empaquetaduras.               | 22.2  | Cebo y grasas animales.   |
| 17.4  | Chamarras de cuero y correas.                   | 22.3  | Preparación de lana (lavado, cardado y regeneración).               |
| 17.5  | Guantes.  | 22.4  | Preparación de cerda y elaboración de brochas y cepillos.           |
| 17.6  | Guaraches.                                      | 23.   | Abarrotes.  |
| 17.7  | Fábrica de zapatos de piel.                     | 23.1  | Abarrotes (tienda de departamentos).                                |
| 17.8  | Expendio de calzado.                            | 23.2  | Abarrotes comunes.  |
| 17.9  | Curtiduría de pieles.                           | 23.3  | Abarrotes vinos y licores.  |
| 18.   | Pinturas.                                       | 23.4  | Vinatería (vinos y licores para consumo fuera del establecimiento). |
| 18.1  | Fábrica de pintura de esmalte.                  | 23.5  | Espicias y chiles secos.  |
| 18.2  | Expendio de pintura.                            | 24.   | Textiles.   |
| 18.3  | Depósito de pintura.                            | 24.1  | Expendio de alfombras, tapices y linóleos.                          |
| 18.4  | Bodegas de pintura.                             | 24.2  | Artículos de lona (catres, tiendas de campaña, etc.).               |
| 18.5  | Esmaltadoras (con horno).                       | 24.3  | Artículos de tapicería.   |
| 18.6  | Envasado de pintura.                            | 24.4  | Hamacas.  |
| 19.   | Fondas y Cafés.                                 | 24.5  | Jarcierías (no sombreros de palma).                                 |
| 19.1  | Casa de huéspedes con restaurante.              | 24.6  | Resinas de material inflamable.                                     |
| 19.2  | Cafés (únicamente café, desayunos o meriendas). | 24.7  | Acalado estampado y teñido.   |
| 19.3  | Fondas y fogones.                               | 24.8  | Expendio de colchas.  |
| 19.4  | Loncherías.                                     | 24.9  | Enrollado y teñido de hilo.   |
| 19.5  | Hosticerías.                                    | 24.10 | Expendio de estambres.  |
| 19.6  | Tortillerías.                                   | 24.11 | Galonería, pasamanería, encaje tira bordada.                        |
| 19.7  | Taquerías.                                      | 24.12 | Expendio y almacén de hilos para coser.                             |
| 19.8  | Antojitos.                                      |       |   |
| 19.9  | Tamalerías.                                     |       |   |
| 19.10 | Casas de Té.                                    |       |   |

- 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 lino.
- 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 Maquiladora 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 coque.
- 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 Cantina.
- 37.2 Cantina y abarrotes (predominando la cantina).
- 37.3 Cantina y billar.
- 37.4 Cantina y lechería.
- 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, Fútbol, 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 Muscos.
- 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 gasta, borra y similares.  
 39.7 Entrecelas.  
 39.8 Hilados y tejidos elásticos.  
 39.9 Hilados y tejidos acrílicos.  
 39.10 Hilados y tejidos de naylon.  
 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 y 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.  | 18.      | Expendio de carne y verduras.  |
| 10.4 | Mieles (expendio).   | 18.1     | Expendio de pollo partido.   |
| 10.5 | Caña de azúcar.  | 18.2     | Expendio de pescado.   |
| 10.6 | Queso, crema y derivados de la leche.  | 18.3     | Expendio de carne de res.  |
| 10.7 | Expendio de papas, cacahuetas, frutas secas, etc. (botanas).                       | 18.4     | Expendio de carne de cerdo.  |
| 10.8 | Ostionería.  | 18.5     | Expendio de vísceras.  |
| 11.  | Minería.   | 18.6     | Expendio de carnes frías.  |
| 11.1 | Explotación de cantera.  | 18.7     | Verduras.  |
| 11.2 | Explotación de tezontle y tepetate.  | 19.      | Oficinas.  |
| 11.3 | Extracción de piedra.  | 19.1     | Administrativas hasta dos niveles.   |
| 11.4 | Extracción de arena y grava.   | 19.2     | Sucursales Bancarias.  |
| 12.  | Química (baja).  | 19.3     | Despachos profesionales.   |
| 12.1 | Laboratorios de análisis clínicos.   | 19.4     | Despachos de dibujo comercial.   |
| 12.2 | Fabrica de embutidos.  | 19.5     | Editoras sin máquinas impresoras.  |
| 12.3 | Consultorios médicos y dentales.   | 19.6     | Salas de belleza (estéticas).  |
| 12.4 | Neverías y paleterías.   | 19.7     | Peluquerías.   |
| 12.5 | Detergentes (almacén depósito).  | 19.8     | Agencias de viajes.  |
| 12.6 | Detergentes expendio.  | 19.9     | Expendios de billetes de lotería.  |
| 12.7 | Almacén y depósito de jabones.   | 20.      | Talleres y estacionamientos.   |
| 12.8 | Laboratorios de análisis de tierra.  | 20.1     | Estacionamientos de vehículos a cielo abierto.   |
| 12.9 | Laboratorios químicos biológicos.  | 20.2     | Talleres de alineación y balanceo.   |
| 13.  | Armadora (sin fabricación).  | 20.3     | Talleres de reparación de calzado.   |
| 13.1 | Equipo eléctrico y doméstico.  | 20.4     | Talleres de reparación de llantas.   |
| 13.2 | Troqueiadora.  | 20.5     | Talleres de cromado.   |
| 14.  | Azufreras (casa máquinas).   | 20.6     | Talleres para bicicletas.  |
| 15.  | Cerveceras (sin proceso) y similares.  | 20.7     | Deshuesadero de automóviles.   |
| 15.1 | Depósito de cerveza.   | 21.      | Vidriería.   |
| 15.2 | Expendio de cerveza cerrada.   | 21.1     | Expendio de vidrio plano, liso y labrado.  |
| 15.3 | Pulquería.   | 21.2     | Cristalería y regalos.   |
| 16.  | Embotelladoras (sin proceso).  | 21.3     | Fibras de vidrio y cristales inastillables.  |
| 16.1 | Embotelladoras de productos inflamables (esencias, colorantes, productos lácteos). | 4.       | CLASIFICACION DE FUEGOS:   |
| 17.  | Empacadora de:   | 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". |
| 17.1 | Carne.   | Clase A: | Fuegos de materiales sólidos generalmente de naturaleza orgánica tales como trapos, viruta, papel, madera, basura y, en general, en materiales sólidos que al quemarse se agritan,   |
| 17.2 | Alimentos para animales.   |          |  |
| 17.3 | Frutas y verduras.   |          |  |
| 17.4 | Materias primas para dulces y helados.   |          |  |

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, aceites, 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.).

4.2 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 fuegos, 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 68 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:** Fluctúa 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 mismos.

**ALCANCE:** 3 a 4 mts.

**TIEMPO DE DESCARGA:** 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:** Bromotrifluorometano.

**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 tricalcico 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 (Tri-metoxiboroxina).

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. Es-

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 ks/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 cuenten 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 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

7.1 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).

Espesor 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 enlizado de metal .....	1
5	Aplanado macizo de cemento Portland sobre pies derechos metálicos y enlizado de metal .....	1
5	Guanita proyectada sobre enlizado de metal desplegado No. 13 del 1 1/4" (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 2 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
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 ignífugantes que se usen en el tratamiento de las fibras de las telas pueden ser:

- Productos químicos que generen gases no combustibles que tienden 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 ignífugante 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 ignífugantes 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.

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.








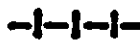

8.1.4 Las dimensiones de la señalización serán en base a las indicaciones de la Norma D.G.M-S15-1971 emitida por la Dirección General de Normas de la Secretaría

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.
-  TABLERO DE CONTROL SECUNDARIO.
-  ANUNCIO LUMINOSO.
-  BOMBA DE COMBUSTION INTERNA.
-  BOMBA ELECTRICA.
-  CALDERA.
-  EXTINTOR TIPO "A".
-  EXTINTOR TIPO "BC".
-  EXTINTOR TIPO "ABC".

-  GABINETE CONTRA INCENDIO.
-  TOMA SIAMESA.
-  ALARMA SONORA.
-  ALARMA VISUAL.
-  PARARRAYOS.
-  LUZ DE OBSTRUCCION.
-  UNIDAD MOVIL EXTINTOR.
-  INSTALACION CONTRA INCENDIO.
-  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:

- Letras de señales 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 pueda 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 franja, 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 que se extingue por sí solo.

**INCENDIO**

Se llama incendio a un fuego descontrolado que por su magnitud no se apaga 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 a 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 en la piel.

**EXTINTOR**

Se entiende por extintor al recipiente que contiene el agente extinguidor para apagar fuegos. Los extintores se clasifican en 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.

**COORDINACION GENERAL JURIDICA**

Decreto por el que se expropián en favor del Departamento del Distrito Federal, los inmuebles que se señalan, para la construcción de viviendas, de una Casa de Cultura, de un Módulo Deportivo y de un Centro de Desarrollo Infantil, en el Viejo Barrio de La Romita, ubicado al Noroeste de la Col. Roma, en la Delegación Cuauhtémoc, Distrito Federal.

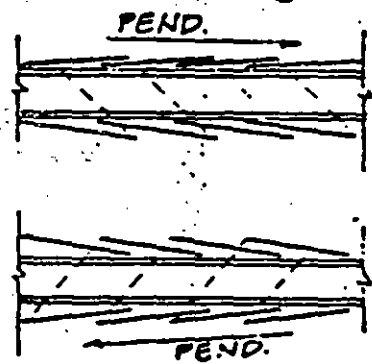
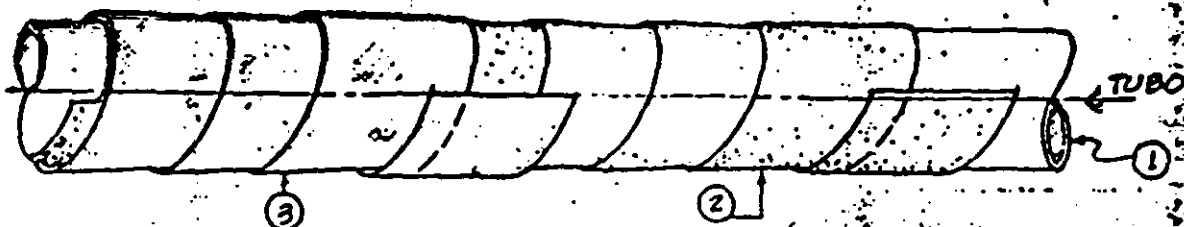
MIGUEL DE LA MADRID H., Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Me-

xicanos, y con fundamento en los artículos 27 párrafo segundo y 73 fracción VI, base 1ª de la propia Constitución; 14 de la Ley General de Bienes Nacionales; 1ª fracciones I, III, XI y XII, 2ª, 3ª, 4ª, 10, 19, 20 y 21 de la Ley de

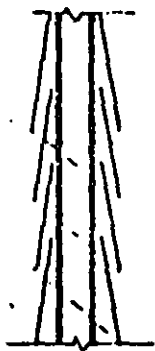
# NORMAS

PREPADO E.H.Y.F.	CHICO W.O.B.
DIBUJO L.A.M.C.	APROBADO
H.D.M.05-034	
1	

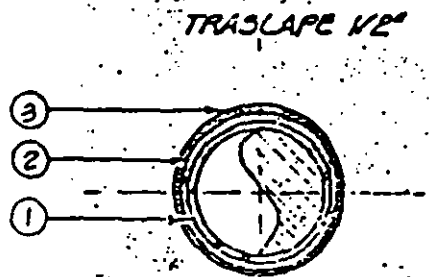
PROTECCION ANTICORROSIVA  
TIPO POLYKEN  
EN TUBERIA SUBTERRANEA DE  
ACERO AL CARBON



TRASLAPE  
HORIZONTAL



TRASLAPE  
VERTICAL



SECCION  
TIPO

- 1) TUBO CON SUPERFICIE EXTERIOR LIMPIA
- 2) CINTA PLASTICA DE POLIETILENO AUTOADHESIVA POLYKEN O EQUIVAL.
- 3) ENVOLTURA DE FELPA KRAFFALTICA, POLYKEN O EQUIVALENTE.

## NOTAS

- 1: CADA UNA DE LAS CAPAS SE TRABAJARA INDEPENDIEMENTE
- 2: COMO REFERENCIA VER ESPECIFICACION M-05-015

## TABLA PARA EL USO DE CINTAS

TUBERIA			CINTAS					
DIAM. PULG.	SUPERF. POR Km.		ANCHO PULG.	TRASLAP PULG.	SUPERF. POR Km.		LARGO POR Km.	
	Mts. <sup>2</sup>	Ft. <sup>2</sup>			Mts. <sup>2</sup>	Ft. <sup>2</sup>	m	Ft.
3'	279.22	3006	4	1/4	297.91	3202	2920	9575
3	279.22	3006	4	1/2	312.19	3352	3180	10280
6	352.03	3859	6	1/2	391.73	4219	2970	8427
6	528.65	5689	6	1/2	572.71	6209	3780	12020
6	528.65	5689	9	1/2	559.75	6029	2850	9030
8	659.25	7110	6	1/2	750.52	8079	4940	1570
8	659.25	7110	9	1/2	728.94	7850	3187	10470
10	857.81	9210	8	1/2	919.00	9850	4505	1451
10	857.81	9210	9	1/2	903.27	9775	3975	12690
12	1017.31	10950	8	1/2	1089.26	11650	5381	17000
12	1017.31	10950	9	1/2	1077.24	11500	4712	1459

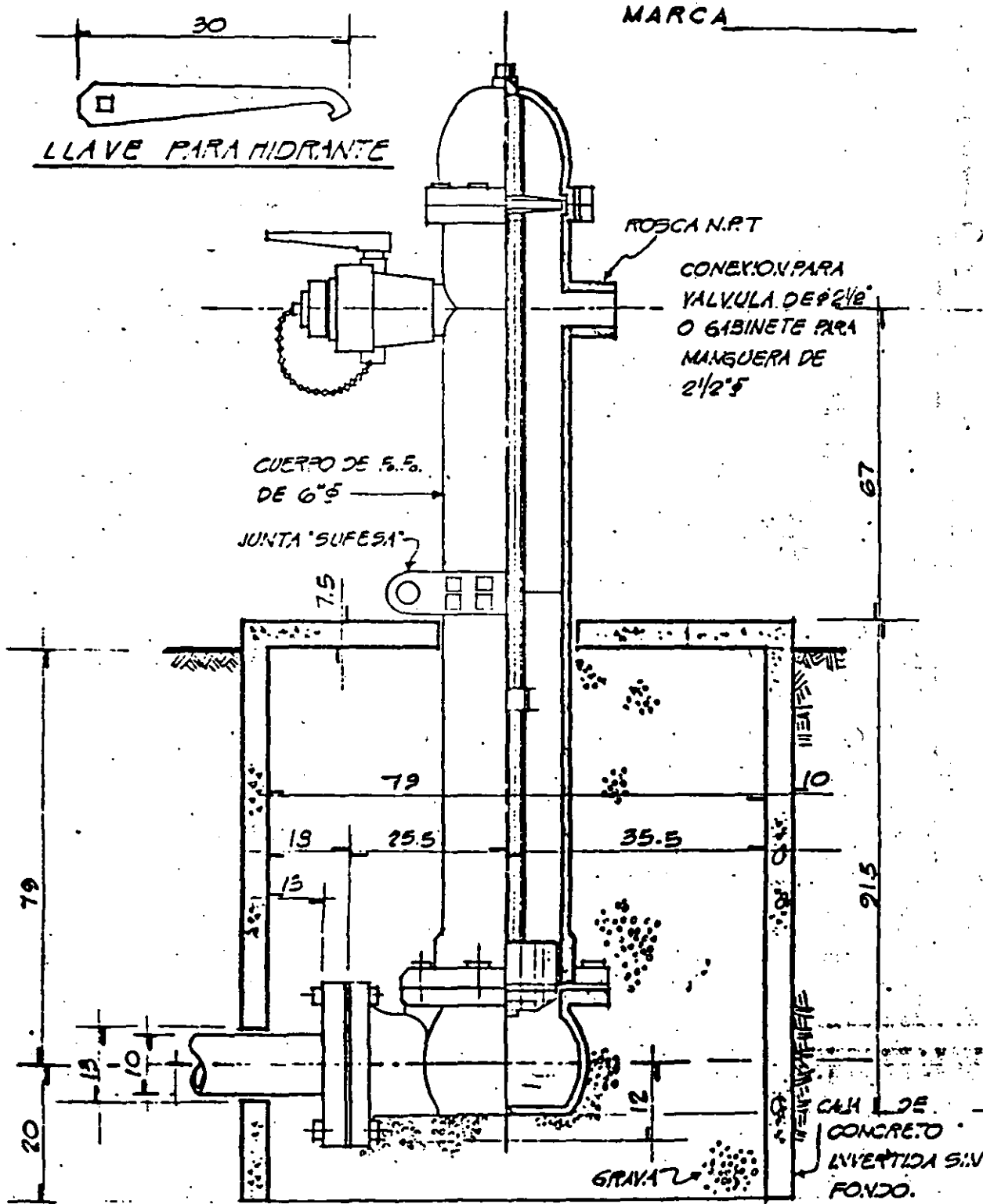
REVISION ANTERIOR \_\_\_\_\_

REVISION ACTUAL \_\_\_\_\_

# NORMAS

HIDRANTE EXTERIOR DE FABRICA  
TIPO SECO ANTICONGELANTE

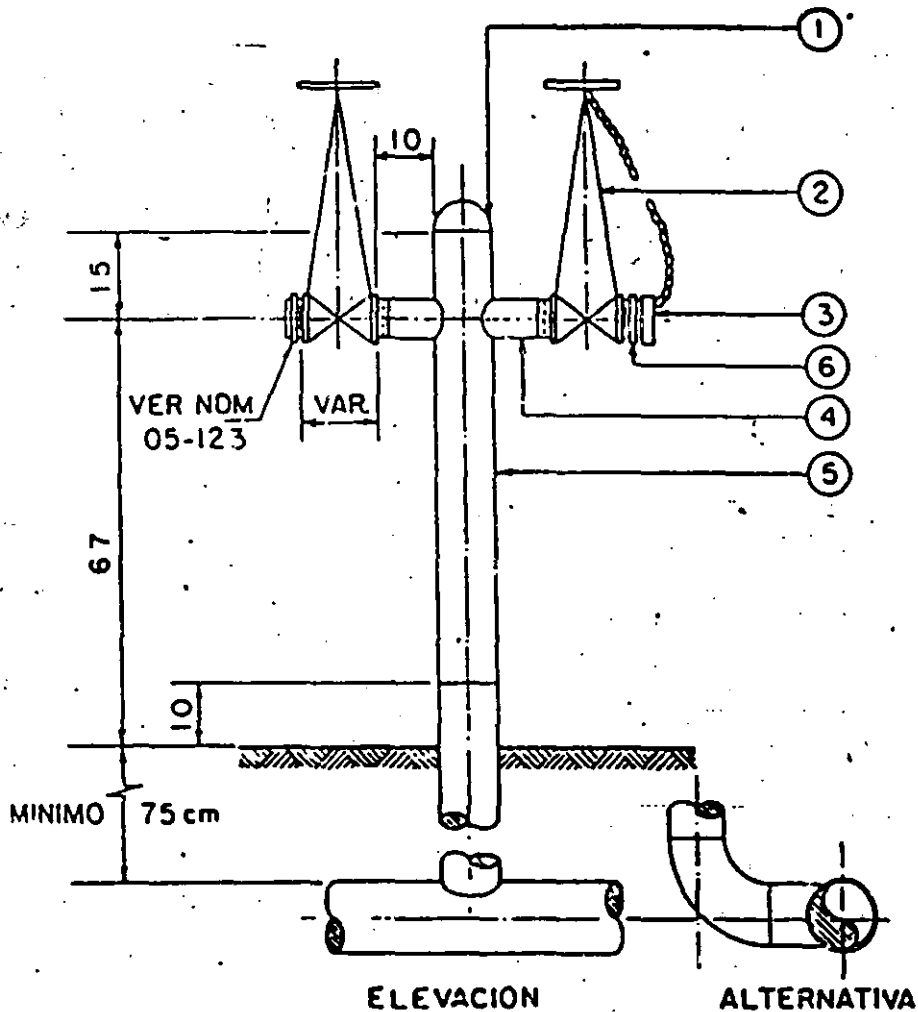
PREPARADO W.O.B.	CHICO W.O.B.
DISEÑO L.A.M.C.	APROBADO P.L.R.
N.D.M.-05-102	
HOJA No 1	



NOTA: LA LLAVE PARA LA VALVULA Y LAS MANGUERAS DEBERAN LOCALIZARSE SIEMPRE EN UN GABINETE INYEDTADO  
2: DIMENSIONES EN CMS.

REVISION ANTERIOR \_\_\_\_\_

REVISION ACTUAL \_\_\_\_\_



NOTA:

1. Acotaciones en cm.

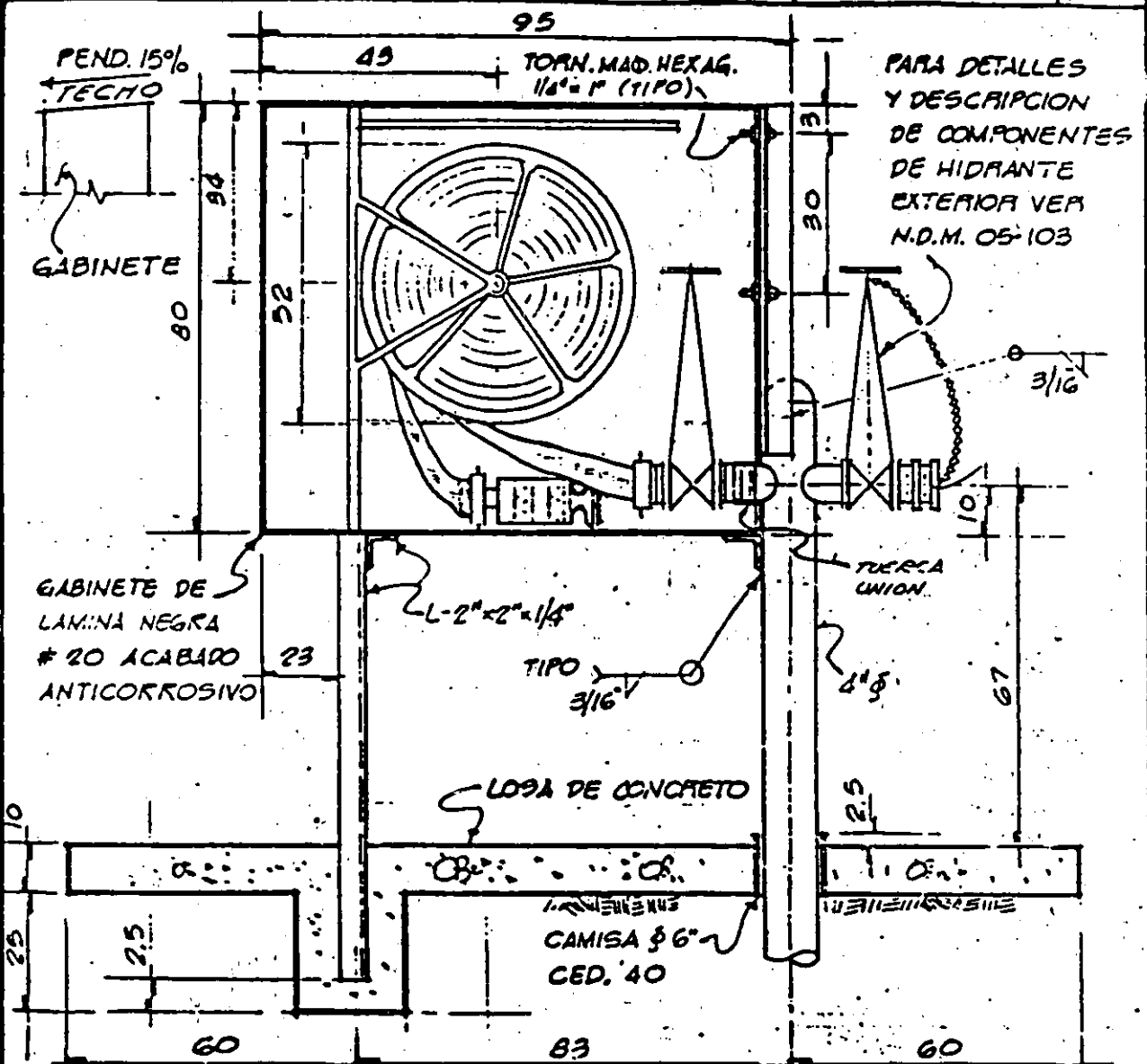
REPERENCIALIZACION:

1. Tapón caucho de 4" Ø de acero al carbón ASTM A-234 WPB CEd. 40
2. Válvula de 2 1/2" Ø de compuerta, de bronce, marca Valworth Fig. V2 6 similar
3. Tapón caucho de 2 1/2" Ø de bronce, con cadena, marca Elkhart 6 similar
4. Niple acero al carbón ASTM A-53 grado A, CEd. 80 2 1/2" Ø con rosca N.P.T. en un extremo
5. Tubo acero al carbón ASTM A-53 CEd. 40 de 4" Ø N.S.N.T. doble macho
6. Adaptador de bronce de 2 1/2" Ø N.P.T. a 2 1/2" Ø N.S.N.T. doble macho

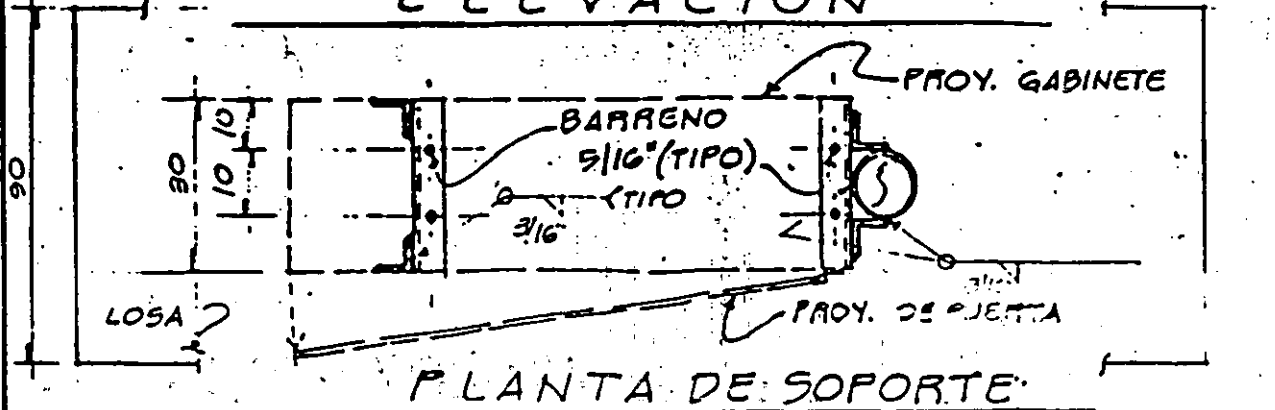
# NORMAS

PREPARADO W.O.B.	CHECO W.O.B.	HOJA No. 1
DISEÑO L.A.M.C.	APROBADO P.L.R.	
NDM.05-123		

GABINETE DE LAMINA CON  
CARRETE Y MANGUERA  
CONECTADA A HIDRANTE



## ELEVACION



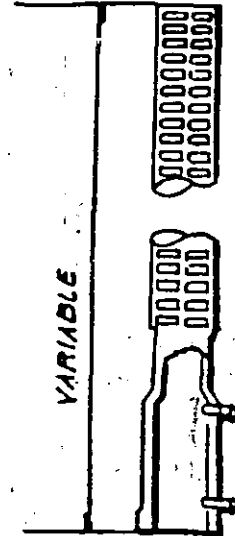
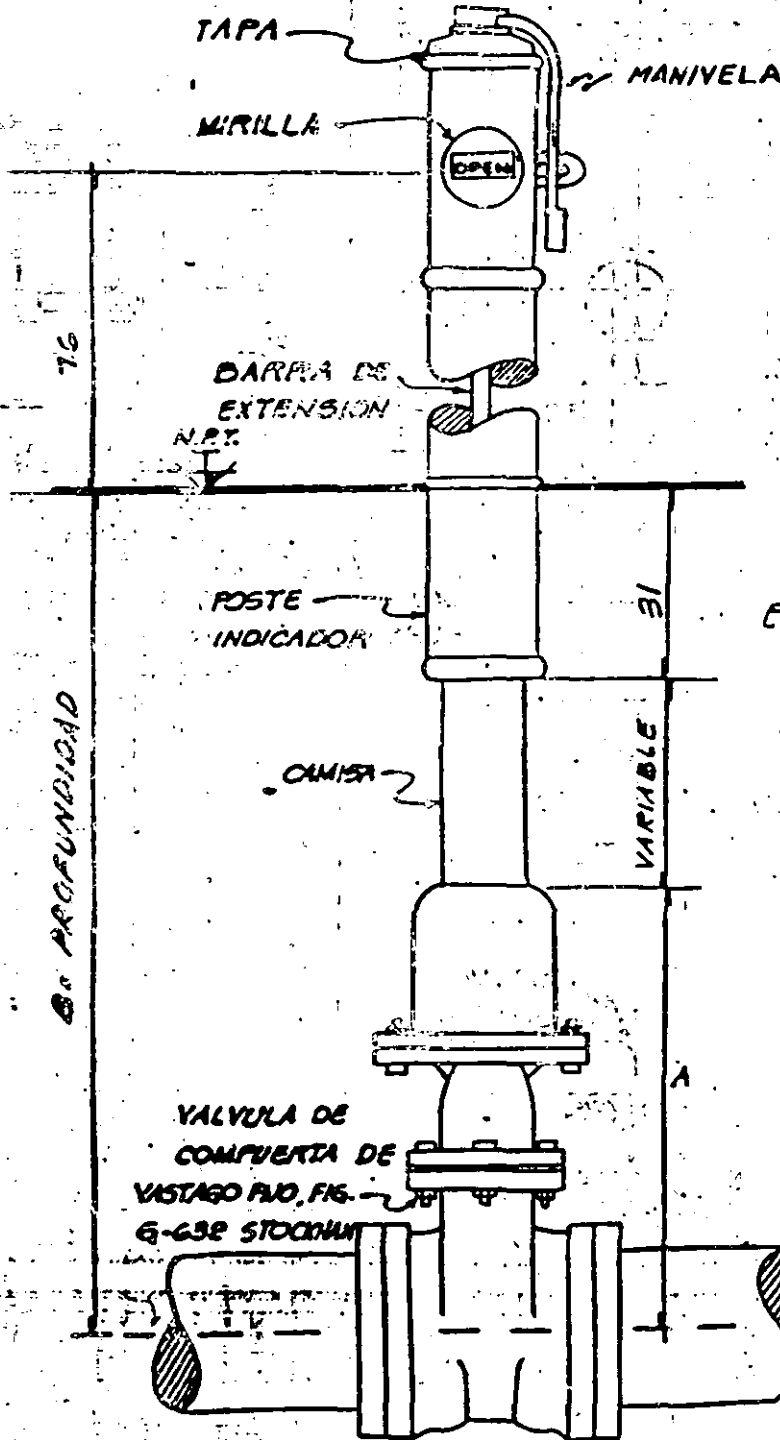
## PLANTA DE SOPORTE



# NORMAS

## VALVULA DE COMPUERTA CON POSTE INDICADOR

PREPARO	C. D.	W. O. E.
DIBUJO	APROBO	
N.D.M. 05-221		HOJA No 1



DIMENSIONES  
CMIS.

φ VALV.	A	B MIN.
4"	46	53
6"	57	92
8"	71	104
10"	83	117
12"		
14"		

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS  
DEL 16 AL 29 DE MAYO DE 1995.  
DIRECTORIO DE ASISTENTES

ING. JOSE ALEMAN GONZALEZ  
INGENIERO CIVIL  
DESARROLLO URBANO INMOBILIARIO  
EUGENIA 701-401  
COL. DEL VALLE  
03100 MEXICO, D.F.  
TEL. 543 47 66

FELIPE DE J. ALMANZA FRAUSTO  
RESIDENTE DE MANTENIMIENTO  
D.G.C.O.H.  
VIADUCTO MIGUEL ALEMAN 507  
COL. GRANJAS MEXICO  
DEL IZTACALCO  
TEL. 657 40 87

JAVIER ARROYO MORENO  
JEFE DE SECCION  
MONTALVO RODRIGUEZ Y ASOC.  
KRAMER 21  
COL. COYAC  
DEL TLAPAN  
TEL. 544 43 50

RAFAEL CEBALLOS GIL  
TEODORO A. DENESA 25  
TATAHUICAPA,  
91060 XALAPA, VER.  
TEL. 18 07 02

RODOLFO GARCIA GONZALEZ  
SUPERVISOR DE PROYECTOS  
ARQ. ING. Y DECORACION  
HABANA 419  
COL. TEPEYAC INSURGENTES  
07020 MEXICO, D.F.  
TEL. 781 61 78

JAIME ACOSTA LARA  
SUPERINTENDENTE  
HISPANA INGENIERIA, SA. CV.  
IDEM  
CAMPOS ELISEOS 98  
COL. POLANCO  
DEL. MIGUEL HIDALGO  
TEL. 545 31 73

JAIME ARRIETA TEJEDA  
JEFE DE OBRA  
FCA CONSTRUCCION URBANA  
MINERIA 145  
COL. ESCANDON  
DEL. MIGUEL HIDALGO  
TEL. 272 99 91

SERGIO AZAMAR MARQUEZ  
AV. CANTERA MZ. 2 LTE. 2  
COL. TLAXCALTENCO  
14420 MEXICO, D.F.  
TEL. 655 65 45

JOSE LUIS DIAZ RUIZ  
DIRECTOR  
CONSTRUCTORA DIR, SA. CV.  
ORIENTEE 146 No. 175  
COL. MOCTEZUMA  
15500 MEXICO, D.F.  
TEL. 571 98 42

SERGIO GARCIA RAMIREZ  
ING. DE MANTENIMIENTO  
BANCO DE MEXICO  
AV. 5 DE MAYO 2  
COL. CENTRO  
DEL. CUAUHTEMOC  
TEL. 237 24 61

ING. EFRAIN G. GUTIERREZ BALCAZAR  
DIRECTOR EJECUTIVO  
GONZALEZ KARG Y ASOC., SA.C.V.  
MONTE ATHOS 165  
COL. LOMAS DE CHAPULTEPEC  
11000 MEXICO, D.F.  
TEL. 510 48 80

ING. RODRIGO HELGUERA NIETO  
POR SU CUENTA  
GALEANA 38  
COL. SAN JUAN DEL RIO  
76800 QUERETARO, QRO.  
TEL. 21944

ING. CARLOS LAZARO NARANJO  
CATEDRATICO  
UNIV. JUAREZ AUT. DE TABASCO  
UNIDAD CHONTALPA S/N CUNDUACAN  
COL. CENTRO  
CUNDUACAN TABASCO  
TEL. 91 933 609 40

AFRA GRACIELA MARTINEZ MANCILLA  
ROA BARCENAS 66  
COL. OBRERA  
06800 MEXICO, D.F.  
TEL. 578 15 67

RAFAEL MORGAN VAZQUEZ  
PROFESOR  
ENEP ARAGON  
AV. RANCHO SECO S/N  
CD. NEZAHUALCOYOTL, EDO. DE MEX.  
TEL. 774 11 55

GEMAN NAVARRETE MENA  
GERENTE GENERAL  
CONSTRUCTORA GEREST, S.A.C.V.  
IZRALCALZIN 486  
COL. STA ISABEL TOLA  
02010 MEXICO, D.F.  
TEL. 748 04 74

EDUARDO GUTIERREZ LOZANO  
RESIDENTE  
D.G.C.O.H.  
VIADUCTO MIGUEL ALEMAN 507  
COL. GRANJAS MEXICO  
DEL. IZTACALCO  
TEL. 657 40 37

OSWALDO HENRIQUEZ WATSON  
DIRECTOR GENERAL  
CENTROTEX, S.A. DE C.V.  
MAR MEDITERRANEO 245  
COL. POPOTLA  
11400 MEXICO, D.F.  
TEL. 341 10 75

ING. ARQ. JOSE A. LOPEZ VOZ.  
COORDINADOR DE OBRAS  
INARCO, S.A.  
FELIX BERENGUER 126 PISO 1  
COL. LOMAS VIRREYES  
DEL. MIGUEL HIDALGO  
TEL. 540 72 20

ING. RICARDA MEJIA GONZALEZ  
AYUDANTE DE LABORATORIO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA  
04510 MEXICO, D.F.  
TEL. 597 63 77

RENE A. MUÑOZ PEREZ  
D.G.C.O.H.

SALVADOR OROZCO SALAZAR  
AUXILIAR TECNICO  
ICA CONSTRUCCION URBANA  
MINERIA 145  
COL. ESCANDON  
02010 MEXICO, D.F.  
TEL. 362 45 47

CARLOS PEREZ CASTILLO  
PROFESOR  
ENP 5 JOSE VASCONCELOS  
CALZ. DEL HUESO 729  
COL. EX HACIENDA COAPA  
DEL. TLALPAN  
TEL. 556 97 34

ING. LUIS ANTONIO ROERA CAIV  
COORD. DE INGENIERIA CIVIL  
UNIV. AUTONOMA METROPOLITANA  
AV. SAN PABLO 180  
COL. REYNOSA  
02200 MEXICO, D.F.  
TEL. 724 42 89

PERCY SARMIENTO NAVA  
GTE. DE PROY. E INSTALACIONES  
INST. ELEC. Y ACOND. DE AIRE, SA.CV.  
STRAUSS 55  
COL. VALLEJO  
06500 MEXICO, D.F.  
TEL. 588 67 11

ING. RICARDO VALENCIA Y CHAVEZ  
PROFESOR  
ENEP ACATLAN  
ACATLAN, NAUCALPAN, EDO. DE MEX.  
TEL. 562 18 80

JAVIER ZARATE RODRIGUEZ  
SUPERVISOR DE PROYECTOS  
D.G.C.O.H  
VIADUCTO RIO DE LA PIEDAD 507  
PISO 3  
COL. GRANJAS MEXICO  
DEL IZTACALCO  
TEL. 649 07 30

J. ALFREDO QUEZADA GARCIA  
ING. ARQUITECTO  
ENEP ARAGON  
AV. RANCHO NUEVO  
COL. IMPULSORA  
EDO. DE MEXICO  
TEL. 838 04 32

ANGEL SANCHEZ REBOLLO  
POR SU CUENTA  
CALLE FLORA 17  
COL. PASTORES  
53340 NAUCALPAN, EDO. DE MEX.  
TEL. 560 16 07

ING. VICTOR TRIANA CORTINA  
GERENTE TECNICO  
GPO. SITUR INM. TERRAE, SACV.  
RIO ATOYAC 13  
COL. CUAUHTEMOC  
06500 MEXICO, D.F.  
TEL. 207 22 27, 207 24 32

ING. JORGE VENEGAS PEREZ  
ING. RESIDENTE DE OBRA  
UNION POPULAR EMI. ZAPATA  
AV. STA. LUCIA 810  
COL. OLIVAR DEL CONDE  
01400 MEXICO, D.F.  
TEL. 637 20 38