

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

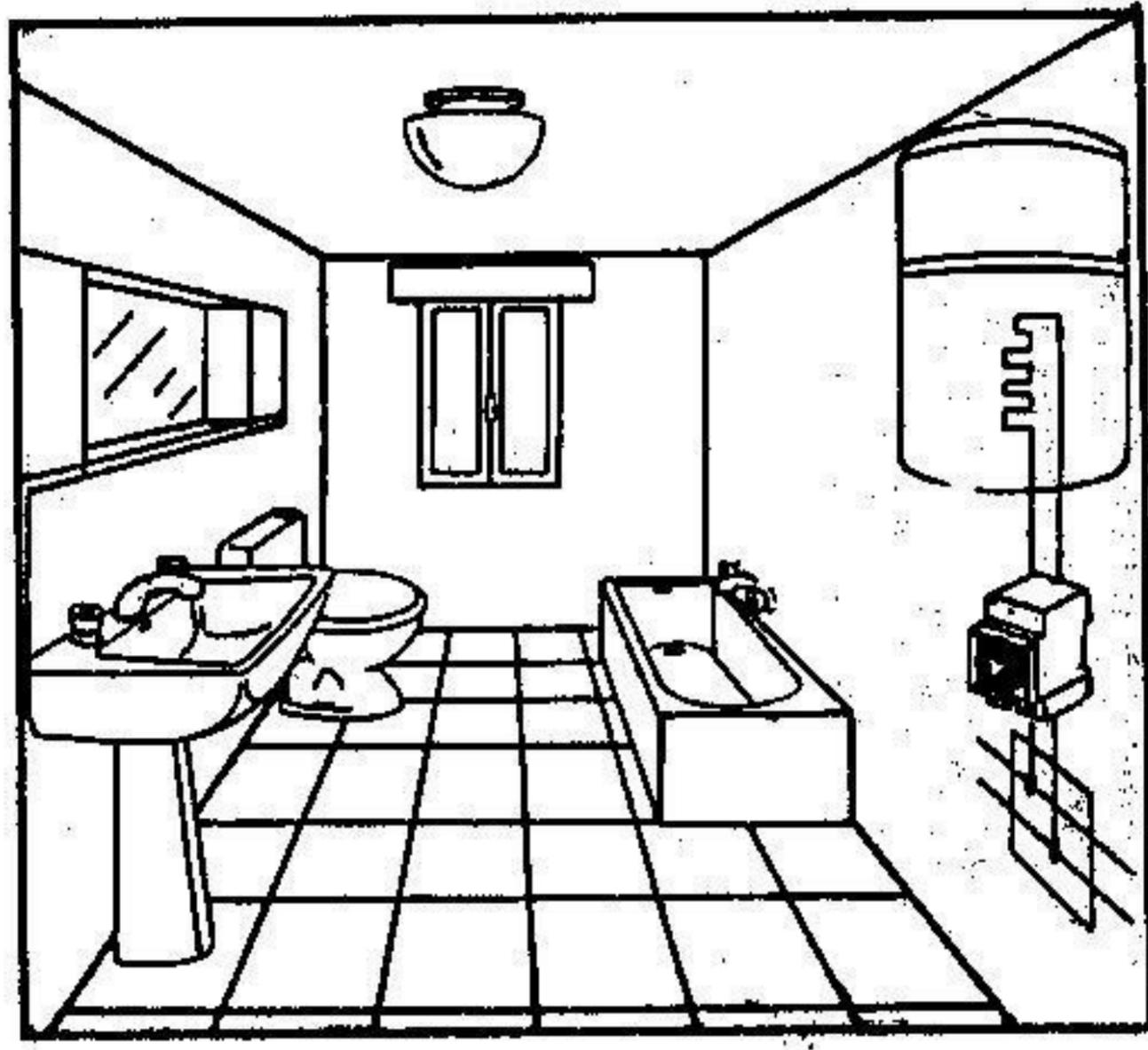
INSTALACIONES SANITARIAS



ING. JORGE ORTIZ B.

INSTALACIONES SANITARIAS

Sarertnocnoside@hotmail.com



Sarertnocnoside@hotmail.com

ING. JORGE ORTÍZ B.

Edición: Corregida y Aumentada

INDICE

PAG.

PROLOGO

CAPITULO I DEFINICIONES - CONSUMOS - MAXIMA DEMANDA

1.1	Definiciones -----	1
1.2	Consumo -----	3
1.3	Método para calcular la máxima demanda simultánea --	5
1.4	Método para el cálculo de las unidades de gasto ----	14
1.5	Consideraciones a tomar en cuenta en el cálculo de - las tuberías de distribución de agua -----	20
1.6	Número requerido de aparatos sanitarios -----	20
1.7	Presiones de trabajo de los aparatos sanitarios ----	23
1.8	Unidades de presión y sus equivalencias -----	24

CAPITULO II SISTEMA DIRECTO DE SUMINISTRO DE AGUA

2.1	Definición -----	26
2.2	Partes de que consta -----	26
2.3	Ventajas y desventajas de este sistema -----	27
2.4	Factores a tomar en cuenta para el cálculo de un sis tema directo de suministro de agua -----	27
2.5	Procedimiento de cálculo -----	29
2.6	Diseño dentro de los ambientes -----	33
2.7	Ejemplos -----	40

CAPITULO III SISTEMA INDIRECTO DE SUMINISTRO DE AGUA

3.1	Definición -----	49
3.2	Partes que consta -----	49
3.3	Ventajas y desventajas de este sistema -----	50
3.4	Cálculo de cada una de sus partes -----	51

3.5	Salidas del tanque elevado -----	84
-----	----------------------------------	----

**CAPITULO IV SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA CON TANQUE
HIDRONEUMATICO**

4.1	Definición -----	98
4.2	Partes -----	98
4.3	Ventajas y desventajas de este sistema -----	101
4.4	Cálculos -----	101

CAPITULO V SERVICIO DE AGUA CALIENTE

5.1	Servicio de agua caliente -----	105
5.2	Recomendaciones para su instalación -----	105
5.3	Consumos de agua caliente -----	107
5.4	Cálculo de la capacidad del equipo de producción de agua caliente y capacidad del tanque de almacena- miento -----	110
5.5	Calentadores de agua -----	112

CAPITULO VI REDES DE DESAGUE Y VENTILACION

6.1	Definición -----	116
6.2	Materiales utilizados -----	116
6.3	Diseño de las redes de desague -----	117

ANEXOS	-----	141
--------	-------	-----

CAPITULO I

DEFINICIONES - CONSUMOS - MAXIMA DEMANDA

1.1 DEFINICIONES

1.11 Definición de Instalación Sanitaria.- Es el conjunto de tuberías de abastecimiento y distribución de agua, equipos de tratamiento, válvulas, accesorios, etc. Así como tuberías de desague y ventilación, que se encuentran dentro del límite de propiedad del edificio. Todo este sistema de tuberías sirven al confort y para fines sanitarios de las personas que viven o trabajan dentro de él.

1.12 Finalidad de las Instalaciones Sanitarias.- La finalidad de las instalaciones sanitarias son :

A. Suministrar agua en calidad y cantidad; debiendo cubrir dos requisitos básicos.

1.- Suministrar agua a todos los puntos de consumo, es decir, aparatos sanitarios, aparatos de utilización de agua caliente, aire acondicionado, combate de incendios, etc.

2.- Proteger el suministro de agua de tal forma que el agua no se contamine con el agua servida.

B. Eliminar los desagües del edificio hacia las redes públicas o sistemas de tratamiento indicado. Se debe hacer :

1.- De la forma más rápida posible.

2.- El desague que ha sido eliminado del edificio no regresa por ningún motivo a él.

1.13 Definiciones Importantes.

- a) Cantidad de agua.- Representa un determinado volumen de agua. Se expresa en litros, m³, y en unidades inglesas tenemos galones americanos, galones ingleses y pies³.
- b) Consumo.- Es el volumen de agua consumido en un tiempo determinado, generalmente es un día.
- c) Gasto.- Es la cantidad o consumo de agua en la unidad de tiempo. Se expresa en litros/seg., Gal/min. etc. y para la conversión tenemos :
- 1 lts/seg = 15.6 gal/min. 1 gal = 3.785 lts.
- d) Dotación.- Es la cantidad de agua que se asigna para un determinado uso. Se expresa por persona y por día.
- e) Demanda.- Es el gasto instantáneo. Por lo general se expresa en lts/seg. gal/min., etc.
- f) Máxima Demanda Simultánea.- Es el caudal máximo probable de agua, en una vivienda, edificio o sección de él; se expresa en lit/seg., gal/min.
- g) Pérdida de Carga.- Es la pérdida de presión que se produce en las tuberías, debido al rozamiento del líquido con esta y entre las mismas moléculas del fluido. Se expresa en lib/pulg²., kg/cm², etc.
- h) Velocidad del agua.- La velocidad del agua en movimiento en una tubería o caudal (medida en m/seg. o pies/seg.), se obtiene dividiendo la cantidad de agua por segundo, (gasto o máxima demanda) entre la sección transversal del conducto, tubería o canal.

$$V \text{ m/s} = \frac{Q \text{ m}^3 / \text{s}}{S \text{ m}^2} \text{ ----- (1 - 1)}$$

$$V \text{ cm/s} = \frac{1000 Q \text{ lit/seg}}{S \text{ cm}^2} \text{ ----- (1 - 2)}$$

1.2 CONSUMO

1.21 Definición.- Es una determinada cantidad de agua, que se asigna para cualquier uso. A continuación se indica las diferentes clases de consumo.

1.22 Clases de consumo

a) Consumo doméstico.- Está compuesto por agua destinada a bebida, preparación de alimentos, limpieza, sea personal o de la casa, lavado de ropa, riego de jardines, etc.

El consumo doméstico se fija por normas o costumbres y se asigna por persona y por día. Se llama dotación.

El Ministerio de Vivienda y Construcción da sus valores en base al clima y los habitantes, así :

PARA TODO EL PAIS	FRIO	TEMPLADO
2,000 - 10,000 hab.	120 lts/per./día	150 lts/per./día
10,000 - 50,000 "	150 "	200 "
Más de 50,000 "	200 "	250 "

TABLA 1-1

SEDAPAL, que es una entidad que depende del Ministerio de Vivienda y Construcción, también ha dado sus valores, y son los que a continuación se indican.

TIPO DE HABITACION	lts./hab./día
Residencial Popular	300 200
TIPO DE INDUSTRIA	lts./seg./hab.
No pesada Pesada	1 2

TABLA 1-2.

- b) Consumo Público.- Para asignar este consumo, hay que tomar en cuenta : riego de jardines, limpieza de calles, de alcantarillados, de monumentos públicos, etc., en realidad depende de diferentes factores.
- c) Consumo Industrial.- Es muy variable, así, ciudades industriales grandes consumen más que ciudades pequeñas y también varía de acuerdo a la industria en particular. Como ejemplo podemos decir que las bebidas gaseosas necesitan 10 lts. de agua por litro de producto; la preparación de hielo, 2.5 kg. de agua por kilo de producto, la preparación de papel 500 m³ de agua por cada tonelada de papel, etc.
- d) Consumo de desperdicios.- Es grande en una red y puede ser en la red propiamente dicha o en el predio. En la red pública se produce por el mal funcionamiento de las válvulas, y en los predios debido al mal funcionamiento de los aparatos sanitarios y de los grifos (llaves).

1.3 METODO PARA CALCULAR LA MAXIMA DEMANDA SIMULTANEA

Se calcula en base a los siguientes métodos :

1.31 Método de la dotación per cápita

Se define como el caudal máximo probable de agua en una vivienda, edificio o sección de él. Se determina mediante la siguiente fórmula :

$$MDS = \frac{P \times D}{T} \quad (1 - 3)$$

MDS = Máxima demanda simultánea

P = Población que hay en el edificio y se asume dos personas por dormitorio.

D = Dotación, se recomienda las siguientes dotaciones :

Para edificio de lujo D = 300 lts/per/día

Para edificios normales D = 200 lts/per/día

Para oficinas D = 50 ó 80 lts/per/día

El Reglamento Nacional de Construcciones, nos proporciona dotaciones de agua, sean estos para uso doméstico, comercial, industrial, riego de jardines y otros afines; siendo los más importantes: la dotación de agua para residencias unifamiliares y bifamiliares que se calcularán de acuerdo al área del lote de la Tabla 1 - 3; y la dotación de agua para edificios multifamiliares, donde la dotación de agua debe estar de acuerdo al número de dormitorios de cada departamento de la Tabla 1 - 4.

T = Tiempo, oscila entre 2 y 3 horas.

RESIDENCIA UNIFAMILIAR		
Area del lote en M2		Dotación en lts/día
Hasta	- 200	1,500
201	- 300	1,700
301	- 400	1,900
401	- 500	2,100
501	- 600	2,200
601	- 700	2,300
701	- 800	2,400
801	- 900	2,500
901	- 1,000	2,600
1,001	- 1,200	2,800
1,201	- 1,400	3,000
1,401	- 1,700	3,400
1,701	- 2,000	3,800
2,001	- 2,500	4,500
2,501	- 3,000	5,000
Mayores de	3,000	5,000 más lts/día por cada 100 m ² de superficie adicional

En caso de residencia bifamiliar se añadirá 1,500 lts/día a la dotación arriba mencionada.

TABLA 1 - 3*

NOTA : Estas cifras incluyen dotación doméstica y riego de jardines.

EDIFICIOS MULTIFAMILIARES	
Deberán estar dotados de agua potable de acuerdo con el número de dormitorios de cada departamento, así :	
Número de dormitorios por departamento.	Dotación diaria en litros por departamento.
1	500
2	850
3	1,200
4	1,350
5	1,500

TABLA 1 - 4*

Dotaciones de agua para hoteles, moteles, pensiones y establecimientos de hospedaje.	
Tipos de Establecimientos	Dotación Diaria
Hoteles y Moteles Pensiones Establecimiento de Hospedaje	500 lts. por dormitorio 350 lts. por dormitorio 25 lts. por m2 de área destinada a dormitorio.
Las dotaciones de agua para riego y servicios anexos a los establecimientos como restaurantes, bares, lavanderías, comercios y similares, se calcularán adicionalmente.	

TABLA 1 - 5*

Dotación de agua para restaurantes	
Area de los locales en m2	Dotación Diaria
Hasta 40 41 a 100 más de 100	2,000 lts. 50 lts. por m2 40 lts. por m2
En aquellos restaurantes donde también se elaboran alimentos para ser consumidos fuera del local, se calculará para ese fin una dotación complementaria a razón de 8 litros por cubierto preparado.	

TABLA 1 - 6*

Dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles.	
T I P O	Dotación Diaria
Alumnado externo	40 litros por persona
Alumnado cuarto interno	70 litros por persona
Alumnado interno	200 litros por persona
Personal no residente	50 litros por persona
Personal residente	200 litros por persona

La dotación de agua para riego de áreas verdes, piscinas y otros afines, se calcularán adicionalmente.

TABLA 1 - 7*

Dotación de agua para locales de espectáculos o Centros de Reunión como cines, teatros, auditorios, cabarets, casinos, salas de baile y espectáculos al aire libre.	
Tipo de Establecimiento	Dotación Diaria
- Cines, teatros y auditorios - Cabarets, casinos y salón de baile.	3 litros por por asiento 30 litros por m ² de área uso público.
- Estadios, velódromos, autóromos, plazas de toros y similares.	1 litro por espectador.
- Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	2 litros por espectador, más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

Las dotaciones para riegos de áreas verdes, aire acondicionado y servicios anexos, se calculará adicionalmente.

TABLA 1 - 8*

Dotación de agua para piscinas y natatorios de recirculación y de flujo constante o continuo.	
De recirculación	
a) De recirculación de las aguas del rebose.	10 litros/día por m ² de proyección horizontal de la piscina.
b) Sin recirculación de las aguas del rebose.	25 litros/día por m ² de proyección horizontal de la piscina.
De flujo constante	
a) Públicas	125 litros/hora por m ³
b) Semi-pública (clubes, hoteles, colegios, etc.)	83 litros/hora por m ³
c) Privada o residenciales	42 litros por m ³
La dotación de agua requerida para los aparatos sanitarios en los vestuarios y cuartos de aseo anexos a las piscinas, se calculará adicionalmente a razón de 30 litros/día m ² de proyección horizontal de la piscina. En aquellos casos en que se contemplen otras actividades, se aumentará proporcionalmente esta dotación.	

TABLA 1 - 9*

Dotación de agua por oficina
6 litros/día por m ² de área útil de local

TABLA 1 - 10*

Dotación de agua para depósito de materiales, equipo y artículos manufacturados.

Se calculará a razón de 0.50 litros/día por m² de área útil de local y por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción. Cuando la dotación de agua calculada resulta menor de 500 litros/día, deberá asignarse esta cantidad como mínimo. En caso de existir oficinas anexas, el consumo de los mismos se calculará adicionalmente.

TABLA 1 - 11*

Dotación de agua para locales comerciales dedicadas a comercios de mercancías secas, bodegas, pulperías, carnicerías, pescaderías supermercados y locales similares.

TABLA 1 - 12*

Dotación de agua para mercados

Se calculará a razón de 15 litros/día por m² de área de local.

Las dotaciones de agua para locales anexas al mercado, pero con instalaciones sanitarias separadas, tales como restaurantes y comercios se calcularán adicionalmente.

TABLA 1 - 13*

Dotación de agua en locales industriales

Se deberá calcular de acuerdo con la naturaleza de la industria y sus procesos de manufacturas, así :

- . La dotación de agua en locales industriales para consumo humano en cualquier tipo de industria, se calculará a razón de 80 litros por trabajador o empleado, por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.
- . La dotación de agua para las oficinas y depósitos propios de la industria, servicios anexos, tales como comercio y restaurantes, y riego de áreas verdes, se calculará adicionalmente.

TABLA 1 - 14*

Dotación de agua para plantas de producción e industrialización de leche y sus anexos.

Dotación diaria

Estaciones de recibo y enfriamiento.	1,500 litros por cada 1,000 lts. de leche recibidos por día.
Plantas de pasteurización	1,500 litros por cada 1,000 lts. de leche a pasteurizar por día.
Fábricas de mantequilla, queso o leche en polvo.	1,500 litros por cada 1,000 lts. de leche a procesar por día.

TABLA 1 - 15*

Dotación de agua para estaciones de servicio, de bombas de gasolina, garages y parques de estacionamiento de vehículos.

- Para lavado automático	12,800 lts/día por unidad de lavado.
- Para lavado no automático	8,000 lts/día por unidad de lavado.
- Para bomba de gasolina	300 lts/día por bomba
- Para garages y parques de estacionamiento de vehículos por área cubierta.	2 lts/día por m ² de área
- Para oficinas y venta de repuestos.	6 lts/día por m ² de área útil.

El agua necesaria para riego de áreas verdes y servicios anejos, tales como restaurantes y fuentes de soda, se calculará adicionalmente.

TABLA 1 - 16*

Dotaciones de agua para edificaciones destinados al alojamiento de animales, tales como caballerizas, establos, porquerizas, granjas y similares.

Especificación para	Dotación
Ganado lechero	120 lts/día por animal
Bovinos	40 lts/día por animal
Ovinos	10 lts/día por animal
Equinos	40 lts/día por animal
Porcinos	10 lts/día por animal
Pollos y gallinas, pavos, patos y gansos.	20 lts/día por cada 100 aves.

Las cifras anteriores no incluyen las dotaciones de agua para riego de áreas verdes y otras instalaciones.

TABLA 1 - 17*

Dotación de agua para áreas verdes
2 lts/día por m ²
No se incluye áreas pavimentadas, enripiados u otros no sembrados para los fines de esta dotación.

TABLA 1 - 22*

NOTA: La dotación de agua para incendio se calculará de acuerdo a lo indicado en el Capítulo III.

* Tablas tomadas del Reglamento Nacional de Construcciones.

1.32 Método de Roy Hunter

Este método se basa en las unidades de gasto.

Unidad de gasto.- Corresponde a la descarga de un lavatorio que tiene la capacidad de 1 pie³, el cual descarga en un minuto. Es adimensional.

ABACO DE HUNTER.- Consiste en 2 curvas representadas en un sistema de ejes cartesianos, en donde el eje de las abscisas, indican las unidades Hunter y el eje de las ordenadas, la máxima demanda simultánea. Una de las curvas representa los aparatos sanitarios con tanque y la otra los aparatos sanitarios con válvula FLUSH semi automática.

A estos abacos se entra con las unidades de gasto o descarga obtenida de la suma de todos los aparatos sanitarios del edificio y se sale con la máxima demanda simultánea.

Los valores de los gastos probables que aparecen en

el Reglamento Nacional de Construcciones Tabla 1 - 25 representan el 60% de los valores que se obtiene del abaco de Hunter.

Las curvas 1 y 2 que se muestran en las páginas siguientes nos representan el abaco de Hunter.

1.4 MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE LAS UNIDADES DE GASTO

Se hace teniendo en cuenta el tipo de edificación, tal como se indica a continuación.

- 1.- Si los servicios higiénicos corresponden a aparatos de uso privado.- El cálculo de las unidades Hunter o gasto se hace considerando el baño como un conjunto y no por aparatos individualmente. Es decir, se metran todos los ambientes de baño dándoles sus unidades Hunter correspondiente Tabla 1 - 23.
- 2.- Si los servicios higiénicos corresponden a aparatos de uso público.- En este caso se considera individualmente cada uno de los aparatos sanitarios, dándoles las unidades Hunter de acuerdo a la Tabla 1 - 24.

Sumando todas las unidades Hunter y entrando a la Tabla 1 - 25 conseguimos la máxima demanda simultánea o gasto probable.

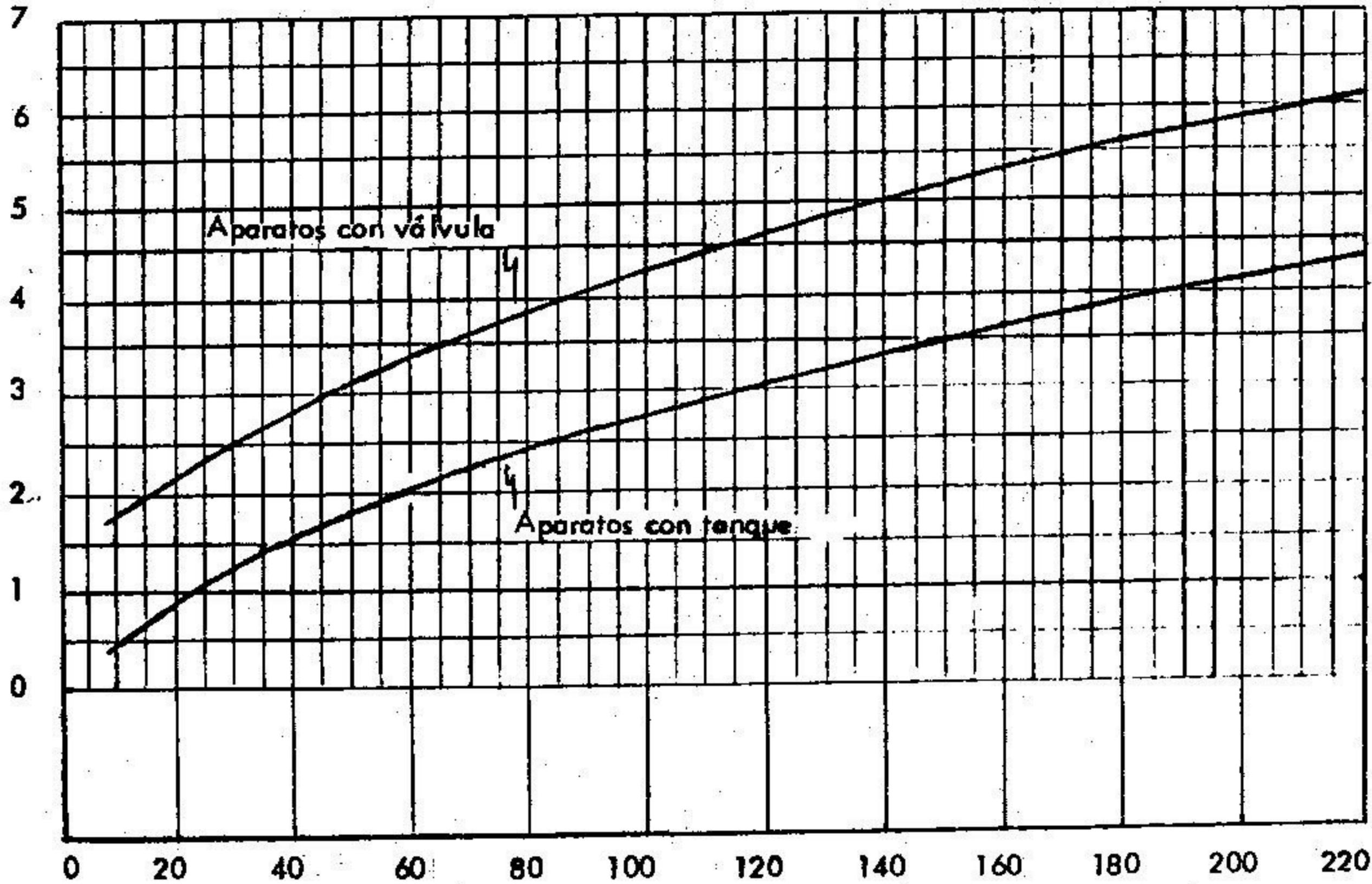
El método de Hunter es más exacto, cuando mayor es el número de baños o el número de aparatos.

MAXIMA DEMANDA DE AGUA EN EDIFICIOS - METODO HUNTER

15.

CURVA No. 1

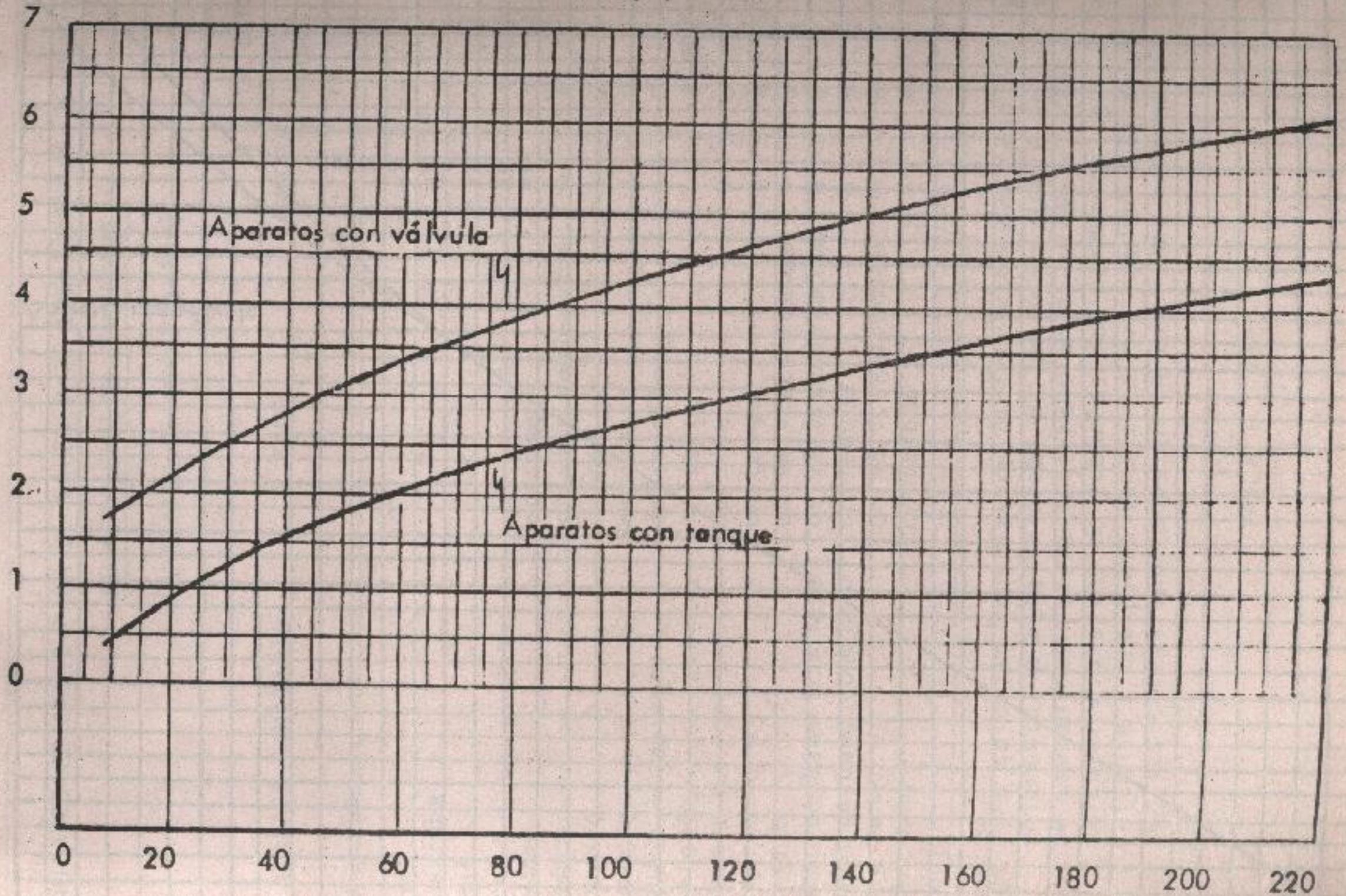
GASTO EN LITROS POR SEGUNDO



UNIDADES HUNTER

CURVA No. 1

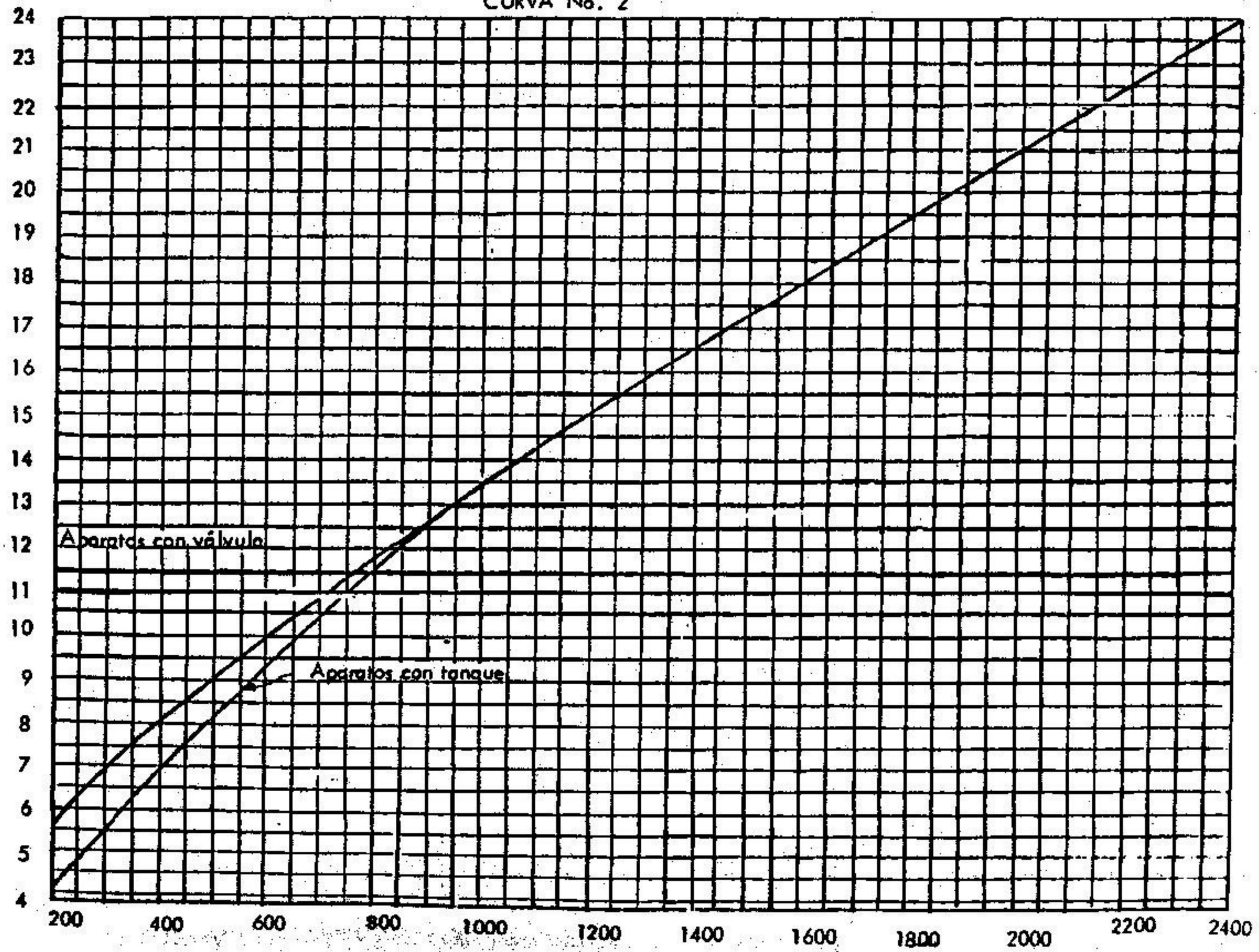
GASTO EN LITROS POR SEGUNDO



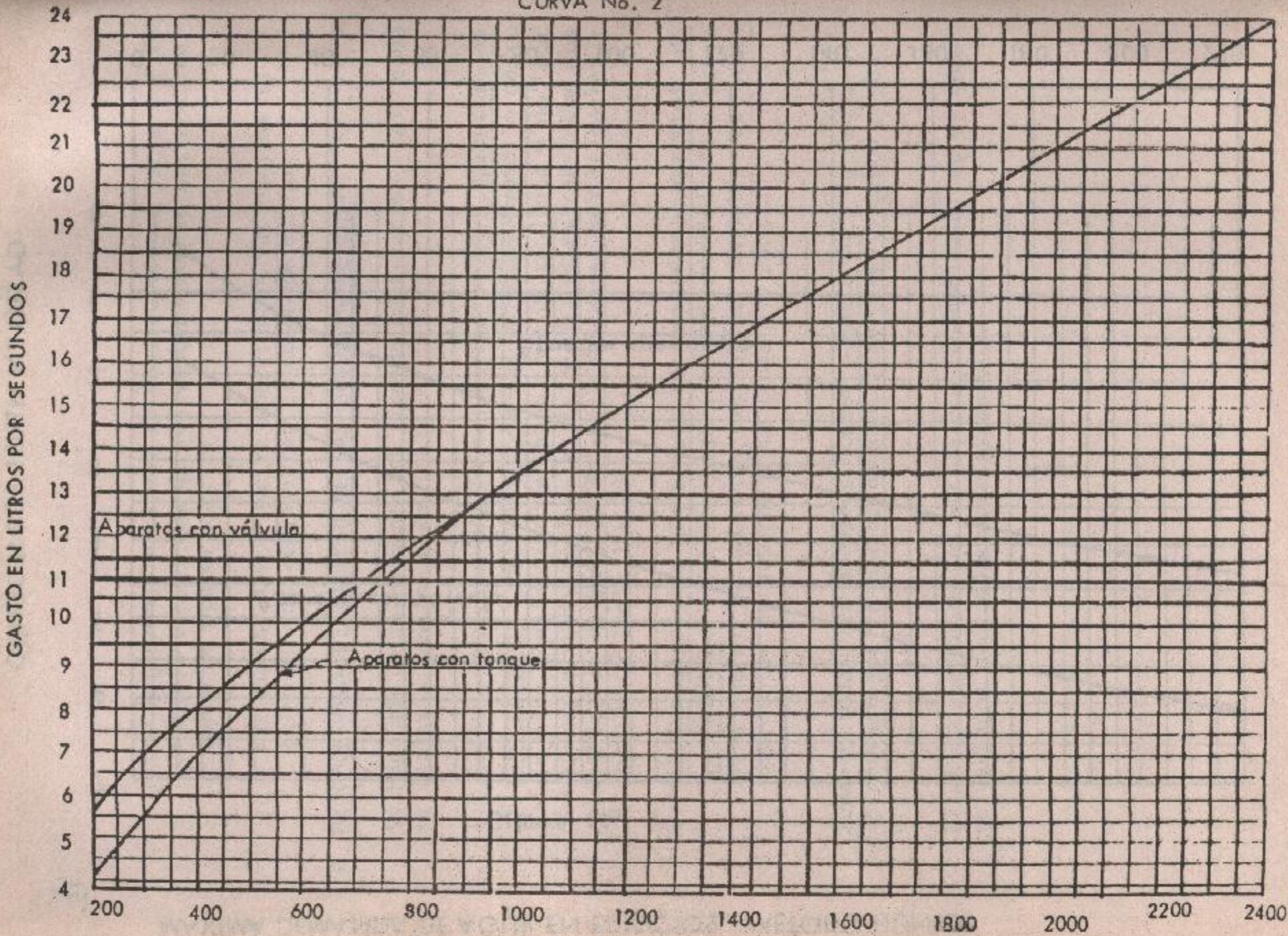
UNIDADES HUNTER

MAXIMA DEMANDA DE AGUA EN EDIFICIOS - METODO HUNTER
CURVA No. 2

GASTO EN LITROS POR SEGUNDOS



MAXIMA DEMANDA DE AGUA EN EDIFICIOS - METODO HUNTER
CURVA No. 2



**UNIDADES DE GASTO PARA EL CALCULO DE LAS TUBERIAS DE DISTRIBUCION
DE AGUA EN LOS EDIFICIOS
(APARATOS DE USO PRIVADO)**

APARATO SANITARIO	TIPO	TOTAL	UNID. DE GASTO	
			AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
Tina		2	1.50	1.50
Lavarropa		3	2	2
Bidet		1	0.75	0.75
Ducha		2	1.50	1.50
Inodoro	Con tanque	3	3	-
Inodoro	Con válv. semi-autom.	6	6	-
Lavadero	Cocina	3	2	2
Lavadero	Respostero	3	2	2
Máquina lavaplatos	Combinación	3	2	2
Lavatorio	Corriente	1	0.75	0.75
Lavadero de ropa	Mecánico	4	3	3
Urinario	Con tanque	3	3	-
Urinario	Con válv. semi-autom.	5	5	-
Cuarto de baño completo	Con válv. semi-autom.	8	6	2
Cuarto de baño completo	Con tanque	6	5	2
Medio baño	Con válv. semi-autom.	6	6	0.75
Medio baño	Con tanque	4	4	0.75

NOTA: Para calcular tuberías de distribución que conducen agua fría solamente, o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a una pieza sanitaria que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la 2a. y 3a. columna.

**UNIDADES DE GASTO PARA EL CALCULO DE LAS TUBERIAS DE
DISTRIBUCION DE AGUA EN LOS EDIFICIOS**

(APARATOS DE USO PUBLICO)

PIEZA	TIPO	TOTAL	UNID. DE GASTO	
			AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
Tina		4	3	3
Lavadero de ropa		6	4.5	4.5
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	-
Inodoro	Con válv. semi-autom.	3	3	-
Lavadero cocina	Hotel restaurante	4	3	3
Lavadero repostería ..		3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(X)	1(X)	-
Lavatorio	Corriente	2	1.50	1.50
Lavatorio	Múltiple	2(X)	1.50	1.50
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	-
Urinario	Con válv. semi-autom.	5	5	-

NOTA.- Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente, o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la 2a. y 3a. columna.

(X) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada salida.

GASTOS PROBABLES PARA APLICACION DEL METODO DE HUNTER

Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE		Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE		Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		
3	0.12	—	120	1.83	2.72	1100	8.27
4	0.16	—	130	1.91	2.80	1200	8.70
5	0.23	0.91	140	1.98	2.85	1300	9.15
6	0.25	0.94	150	2.06	2.95	1400	9.56
7	0.28	0.97	160	2.14	3.04	1500	9.90
8	0.29	1.00	170	2.22	3.12	1600	10.42
9	0.32	1.03	180	2.29	3.20	1700	10.85
10	0.34	1.06	190	2.37	3.25	1800	11.25
12	0.38	1.12	200	2.45	3.36	1900	11.71
14	0.42	1.17	210	2.53	3.44	2000	12.14
16	0.45	1.22	220	2.60	3.51	2100	12.57
18	0.50	1.27	230	2.65	3.58	2200	13.00
20	0.54	1.33	240	2.75	3.65	2300	13.42
22	0.58	1.37	250	2.84	3.71	2400	13.86
24	0.61	1.42	260	2.91	3.79	2500	14.29
26	0.67	1.45	270	2.99	3.87	2600	14.71
28	0.71	1.51	280	3.07	3.94	2700	15.12
30	0.75	1.55	290	3.15	4.04	2800	15.53
32	0.79	1.59	300	3.22	4.12	2900	15.97
34	0.82	1.63	320	3.37	4.24	3000	16.20
36	0.85	1.67	340	3.52	4.35	3100	16.51
38	0.83	1.70	380	3.67	4.46	3200	17.23
40	0.91	1.74	390	3.83	4.60	3300	17.85
42	0.95	1.78	400	3.97	4.72	3400	18.07
44	1.00	1.82	420	4.12	4.84	3500	18.40
46	1.03	1.84	440	4.27	4.96	3600	18.91
48	1.09	1.92	460	4.42	5.08	3700	19.23
50	1.13	1.97	480	4.57	5.20	3800	19.75
55	1.19	2.04	500	4.71	5.31	3900	20.17
60	1.25	2.11	550	5.02	5.57	4000	20.50
65	1.31	2.17	600	5.34	5.83		
70	1.36	2.23	650	5.85	6.09		
75	1.41	2.29	700	5.95	6.35		
80	1.45	2.35	750	6.20	6.61		
85	1.50	2.40	800	6.60	6.84		
90	1.56	2.45	850	6.91	7.11		
95	1.62	2.50	900	7.22	7.36		
100	1.67	2.55	950	7.53	7.61		
110	1.75	2.60	1000	7.84	7.85		

Para el número de unidades de esta columna es indiferente que los artefactos sean de tanque o de válvula.

NOTA.—LOS GASTOS ESTAN DADOS EN ITS/SEG Y CORRESPONDEN A UN AJUSTE DE LA TABLA ORIGINAL DEL METODO DE HUNTER.

GASTOS PROBABLES PARA APLICACION DEL METODO DE HUNTER

Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE		Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE		Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		
3	0.12	—	120	1.83	2.72	1100	8.27
4	0.16	—	130	1.91	2.80	1200	8.70
5	0.23	0.91	140	1.98	2.85	1300	9.15
6	0.25	0.94	150	2.06	2.95	1400	9.56
7	0.28	0.97	160	2.14	3.04	1500	9.90
8	0.29	1.00	170	2.22	3.12	1600	10.42
9	0.32	1.03	180	2.29	3.20	1700	10.85
10	0.34	1.06	190	2.37	3.25	1800	11.25
12	0.38	1.12	200	2.45	3.36	1900	11.71
14	0.42	1.17	210	2.53	3.44	2000	12.14
16	0.46	1.22	220	2.60	3.51	2100	12.57
18	0.50	1.27	230	2.65	3.58	2200	13.00
20	0.54	1.33	240	2.75	3.65	2300	13.42
22	0.58	1.37	250	2.84	3.71	2400	13.86
24	0.61	1.42	260	2.91	3.79	2500	14.29
26	0.67	1.45	270	2.99	3.87	2600	14.71
28	0.71	1.51	280	3.07	3.94	2700	15.12
30	0.75	1.55	290	3.15	4.04	2800	15.53
32	0.79	1.59	300	3.22	4.12	2900	15.97
34	0.82	1.63	320	3.37	4.24	3000	16.20
36	0.85	1.67	340	3.52	4.35	3100	16.51
38	0.88	1.70	380	3.67	4.46	3200	17.23
40	0.91	1.74	390	3.83	4.60	3300	17.85
42	0.95	1.78	400	3.97	4.72	3400	18.07
44	1.00	1.82	420	4.12	4.84	3500	18.40
46	1.03	1.84	440	4.27	4.96	3600	18.91
48	1.09	1.92	460	4.42	5.08	3700	19.23
50	1.13	1.97	480	4.57	5.20	3800	19.75
55	1.19	2.04	500	4.71	5.31	3900	20.17
60	1.25	2.11	550	5.02	5.57	4000	20.50
65	1.31	2.17	600	5.34	5.83		
70	1.36	2.23	650	5.85	6.09		
75	1.41	2.29	700	5.95	6.35		
80	1.45	2.35	750	6.20	6.61		
85	1.50	2.40	800	6.60	6.84		
90	1.56	2.45	850	6.91	7.11		
95	1.62	2.50	900	7.22	7.36		
100	1.67	2.55	950	7.53	7.61		
110	1.75	2.60	1000	7.84	7.85		

Para el número de unidades de esta columna es indiferente que los artefactos sean de tanque o de válvula.

NOTA.—LOS GASTOS ESTAN DADOS EN ITS/SEG Y CORRESPONDEN A UN AJUSTE DE LA TABLA ORIGINAL DEL METODO DE HUNTER.

1.5 CONSIDERACIONES A TOMAR EN CUENTA EN EL CALCULO DE LAS TUBERIAS DE DISTRIBUCION DE AGUA.

- 1.- Las tuberías de distribución se calcularán con los gastos probables obtenidos según el número de unidades de gasto de los aparatos sanitarios a servir de acuerdo con las Tablas 1 - 23, 1 - 24 y 1 - 25.
- 2.- La máxima presión estática no debe ser superior a 40 metros. En caso de presiones mayores, deberá dividirse el sistema en tramos o instalarse válvulas reductoras.
- 3.- La presión mínima de entrada de los aparatos sanitarios será de 2.00 m. salvo el caso de los que llevan válvulas semiautomáticas y los equipos especiales donde la presión mínima estará dada por recomendaciones de los fabricantes.
- 4.- Para el cálculo de las tuberías de distribución, se recomienda una velocidad mínima de 0.60 m/seg., para asegurar el arrastre de partículas y una velocidad máxima de acuerdo a la Tabla 1-26.

Diámetro en pulgadas	Límite de velocidad en m/seg.
1/2"	1.90
3/4"	2.20
1"	2.48
1 1/4"	2.85
1 1/2" y mayores	3.05

TABLA 1 - 26*

1.6 NÚMERO REQUERIDO DE APARATOS SANITARIOS

El número y tipo de aparatos sanitarios que deberán ser ins

talados en los baños, cuartos de limpieza, cocinas y otras dependencias de una obra de construcción, serán proporcionales al número de personas servidas de acuerdo a lo que se indica a continuación:

- Casa-habitación o unidad de vivienda, será dotada por lo menos de un cuarto de servicio sanitario que constará de:

un inodoro
un lavatorio
una ducha o tina

La cocina dispondrá de un lavadero.

LOCALES COMERCIALES O EDIFICIOS DESTINADOS A OFICINAS, TIENDAS O SIMILARES					
Hasta 60 m ²		1 Inodoro		1 Lavatorio	
AREA DEL LOCAL m ²	BAÑO HOMBRES			BAÑO MUJERES	
	Lav.	Inodoros	Urinarlos	Lav.	Inodoros
61 - 150	1	1	1	1	1
151 - 350	2	2	1	2	2
351 - 600	2	2	2	3	3
601 - 900	3	3	2	4	4
901 - 1250	4	4	3	4	4
Más de 1250	Uno por cada 45 personas adicionales.			Uno por cada 40 personas adic.	

TABLA 1 - 27*

- Cuando se proyecta usar servicios higiénicos comunes a varios locales, se cumplirá los siguientes requisitos:

1. Se proveerán servicios higiénicos separados para hom -

bres y mujeres, debidamente identificados, ubicados en lugar accesible a todos los locales a servir, respetándose siempre la Tabla 1 - 27.

2. La distancia entre cualquiera de los locales comerciales y los servicios higiénicos, no podrá ser mayor de 40 m. en sentido horizontal ni podrá mediar más de un piso entre ellos en sentido vertical.

- En los establecimientos industriales se proveerá de servicios higiénicos, para obreros, según lo estipulado en el Reglamento para apertura y control sanitario de plantas industriales. Para el personal de empleados, se aplicará la Tabla 1 - 27.
- En los restaurantes, cafeterías, bares, fuentes de soda y similares, se proveerán servicios higiénicos para los empleados y el personal de servicio, de acuerdo a lo estipulado en la Tabla 1 - 27 y lo indicado para establecimientos industriales.

Para el público se proveerán servicios higiénicos como sigue :

- Los locales con capacidad de atención hasta de 15 personas simultáneas, dispondrán por lo menos de un cuarto de baño dotado de un inodoro y un lavatorio. Cuando la capacidad sobrepase de 15 personas se dispondrá aparatos como sigue.

Capacidad de personas.	HOMBRES			MUJERES	
	Inodoros	Urinaríos	Lav.	Inodoros	Lav.
16 a 60	1	1	1	1	1
61 a 150	2	2	2	2	2
Por cada 100 adicionales.	1	1	1	1	1

TABLA 1 - 28*

- Para locales educacionales se proveerá servicios según lo estipulado en el Reglamento de Construcciones escolares.
- En locales de espectáculos, destinados a cines, circos, teatros, auditorios, bibliotecas y sitios de reunión pública se proveerán servicios higiénicos separados para hombres y mujeres en la siguiente proporción.

Capacidad de personas	HOMBRES			MUJERES	
	Inodoros	Lav.	Urinaris	Inodoro	Lav.
Por cada 400 personas o fracción	1	1	1 de 2 ml.	3	2

TABLA 1 - 29*

- En los teatros, circos y similares para uso de artistas, se instalarán cuartos de servicios sanitarios separados para hombres y mujeres compuestos de inodoro, lavatorio y ducha.

Asimismo, inmediatamente adyacente a las casetas de proyección de los cines, se deberá disponer de un cuarto de servicio sanitario, compuesto de inodoro, lavatorio y ducha.

Hombres: 1 inodoro, 1 urinario y un lavatorio.

Mujeres: 1 inodoro y un lavatorio.

1.7 PRESIONES DE TRABAJO DE LOS APARATOS SANITARIOS

A.- Presiones mínimas. - Las presiones de trabajo mínimas recomendadas son las siguientes :

- . Aparatos de tanque: 5 - 8 lib/pul 2 ó (3.5 - 5.6 m.)
- . Aparatos de válvula Flush. 10 - 15 lib/pul 2.8 (7.0 - 10.50 m)

- B. - Presiones Máximas. - Varían entre 30 - 50 lib/pul 2. Se puede tomar 50 lib/pul 2 ó 35. de agua, todo esto para evitar el deterioro de la grifería y una utilización ruidosa y molesta.

Existen válvulas reductoras de presión, para los casos en que la presión supere la máxima permisible.

Para conseguir la presión adecuada en los aparatos sanitarios de un edificio hasta 3 pisos de altura, es necesario que las redes de agua del servicio público mantenga una presión en el punto de alimentación de 30 a 50 lib/pul 2. En caso de una edificación más alta o inferior presión en la red pública, se proporciona la presión necesaria a los aparatos por medio de sistemas de bombas y tanques elevados o equipos electro-neumáticos de bombeo.

1.8 UNIDADES DE PRESION Y SUS EQUIVALENCIAS

- A. De carga en metros de agua a kg./cm^2 y viceversa.

$$\text{Peso} = b \times h \times \text{densidad} \text{ ----- (1-4)}$$

$$\text{Peso} = (1\text{cm}) \times (1\text{cm}) \times (100\text{cm}) \times (1\text{gr./cm}^3)$$

$$\text{Peso} = 100 \text{ gr.} = 0.10 \text{ kg.}$$

$$\text{Peso unitario} = 0.10 \text{ kg./cm}^2 \text{ (peso de 1 m. de agua)}$$

$$1 \text{ m.c.a.} = 0.10 \text{ kg./cm}^2 \text{ ----- (1)}$$

$$1 \text{ kg./cm}^2 = 10 \text{ m.c.a.} \text{ ----- (2)}$$

- B. De carga de agua en metros a lib/pul 2 y viceversa.

$$\text{Peso} = (1 \text{ pulg.}) (1 \text{ pulg.}) (100 \text{ cm.}) (1 \text{ gr./cm}^3)$$

$$\text{Peso} = 695 \text{ gr.}$$

$$1 \text{ lib} \text{ ----- } 453 \text{ gr.}$$

$$\begin{array}{r} X \\ 645 \text{ gr.} \end{array} \quad X = 1.423 \text{ lib.}$$

$$1 \text{ m.c.a.} = 1.42 \text{ lib/pulg}^2 \text{ ----- (3)}$$

$$1 \text{ lib/pulg}^2 = 0.703 \text{ m.c.a.} \text{ ----- (4)}$$

- C. De Kg./cm^2 a lib/pul 2 y viceversa.

$$(1) = (3)$$

$$0.10 \text{ kg/cm}^2 = 1.423 \text{ lib/pul}^2$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 14.23 \text{ lib/pul}^2 \quad \text{-----} \quad (5)$$

$$1 \text{ lib/pul}^2 = 0.0703 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{-----} \quad (6)$$

D. De carga de agua en pies a kg/cm^2 y viceversa.

$$1 \text{ pie de agua} = 0.0305 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{-----} \quad (7)$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 32.8 \text{ pies de agua} \quad \text{-----} \quad (8)$$

E. De carga de agua en pies a lib/pul^2 y viceversa

$$1 \text{ pie de agua} = 0.433 \text{ lib/pul}^2 \quad (9)$$

$$1 \text{ lib/pul}^2 = 2.31 \text{ pies de agua} \quad (10)$$

F. De carga de agua en metros a atmósfera y viceversa.

$$1 \text{ at.} = 10.33 \text{ m.c.a.} \quad \text{-----} \quad (11)$$

$$1 \text{ m.c.a.} = 0.097 \text{ at.} \quad \text{-----} \quad (12)$$

$$1 \text{ at.} = 14.7 \text{ lib/pul}^2 = 1.033/\text{cm}^2.$$

CAPTULO II

SISTEMA DIRECTO DE SUMINISTRO DE AGUA

2.1 DEFINICION

Es el suministro de agua a los puntos de consumo (aparatos sanitarios) directamente por la presión de la red pública.

2.2 PARTES DE QUE CONSTA

Presión mínima en la red.

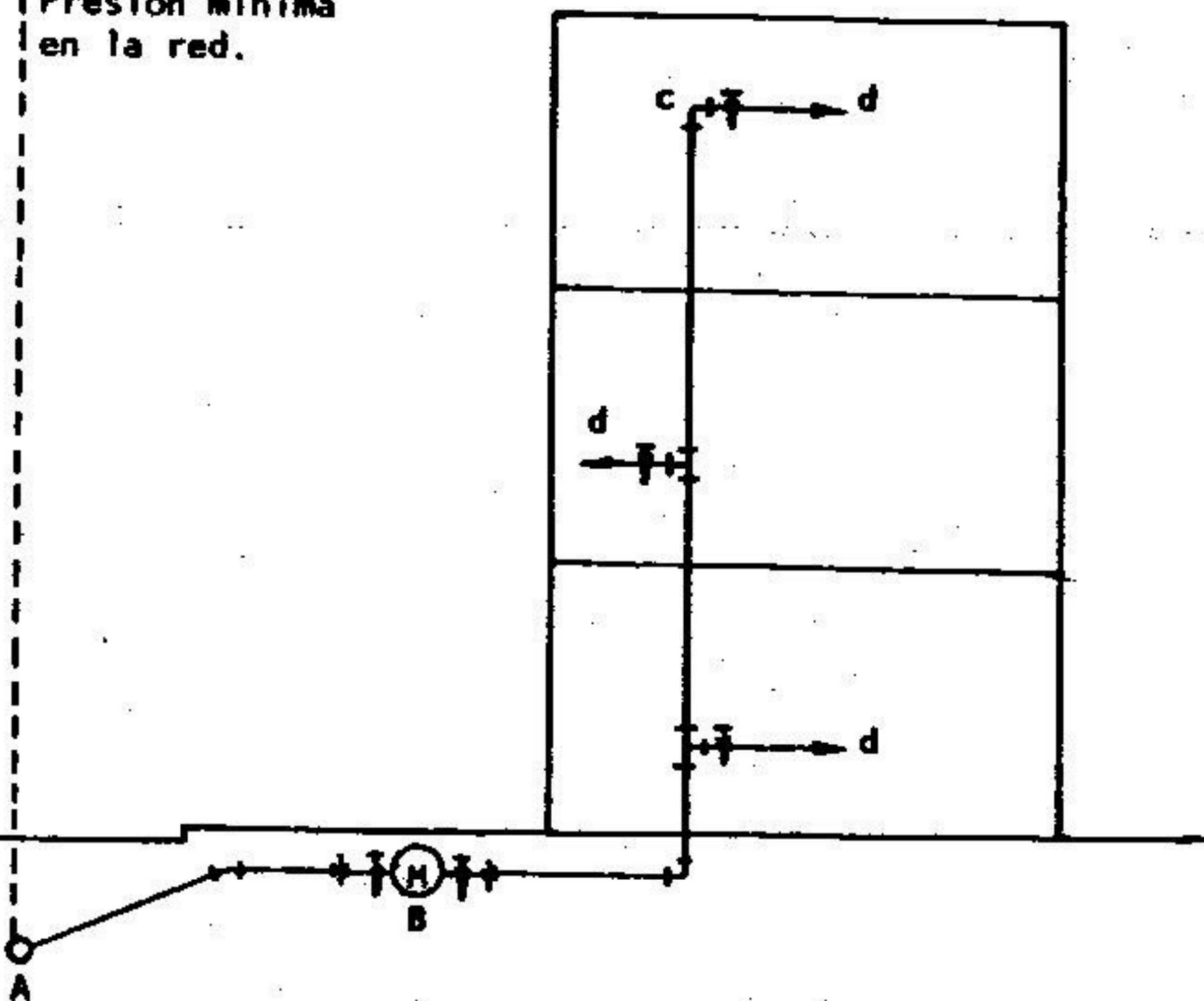


FIG. 2.1

- AB. Ramal domiciliario (acometida) desde la red pública hasta el medidor.
- B. Medidor
 7 llaves de interrupción con unión universal
- BC. Alimentador de agua, que no es tubería de impulsión, succión ni manual.
- d. Ramales de distribución.

2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTE SISTEMA

- A) Ventajas. - Es económico. Porque evita la contaminación del abastecimiento interno.
- B) Desventajas. - Se puede quedar sin el servicio, cuando el suministro público es cortado.

2.4 FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA EL CALCULO DE UN SISTEMA DIRECTO DE SUMINISTRO DE AGUA.

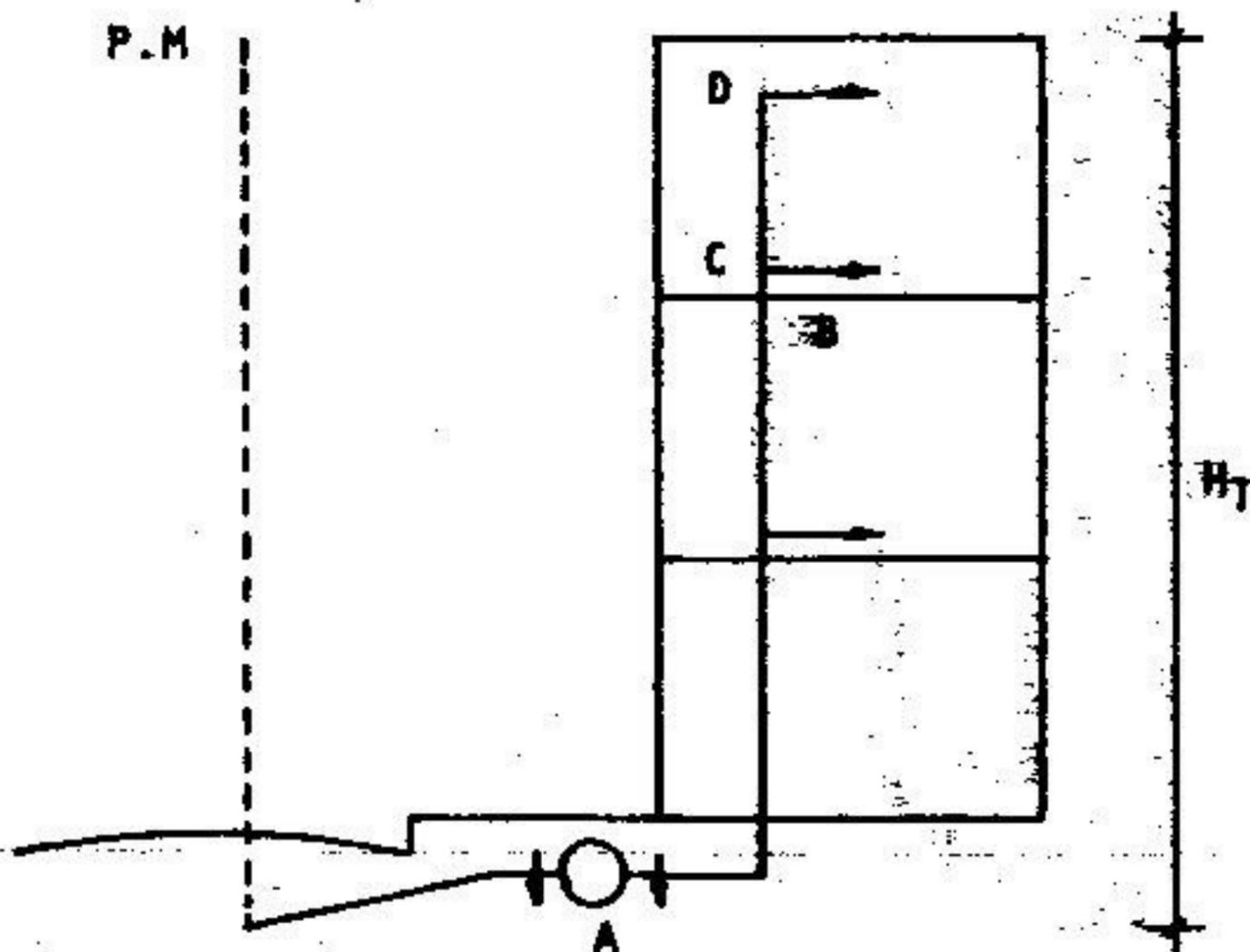


FIG. 2.2

$$P.M. = H_T + H_f + P_s$$

(2 - 1) FORMULA GENERAL

P.M. Presión en la matriz o red pública, en el punto de acometida. Ejem. para una casa de 3 pisos debe haber una presión de 30 mts. Esta presión para el diseño, lo proporciona la SEDAPAL.

H_T . Altura estática del edificio (hasta el punto de consumo más desfavorable), incluyendo la profundidad hasta la matriz.

H_f . Pérdida de carga en toda la longitud de tubería. Esta pérdida, puede ser por longitud de tubería propiamente dicha o por accesorios*

Para el cálculo de estas pérdidas se usan los abacos de HAZEN y WILLIAMS y de CRANE.

Las pérdidas por longitud de tubería se representa por H_{fL} y las pérdidas por accesorios se indica por H_{fa}

P_s . Presión de salida de los aparatos sanitarios y están ligados al tipo de aparato, así :

Aparatos de tanque 5 - 8 lib/pul.2 ó (3.50 m. - 5.60 m.)

Aparatos de válvula 10 - 15 " ó (7.00 m. - 10.55 m.)

Para el cálculo de este sistema, la presión de la calle es la que nos sirve para el diseño.

De la fórmula (2.1) indicada anteriormente, despejando H_f , tenemos :

$$H_f = P.M. - H_T - P_s \dots\dots\dots (2 - 2)$$

Esta pérdida H_f es la que hay que agotar asumiendo diámetros; pero teniendo en cuenta que la pérdida de carga total obtenida debe ser menor que H_f .

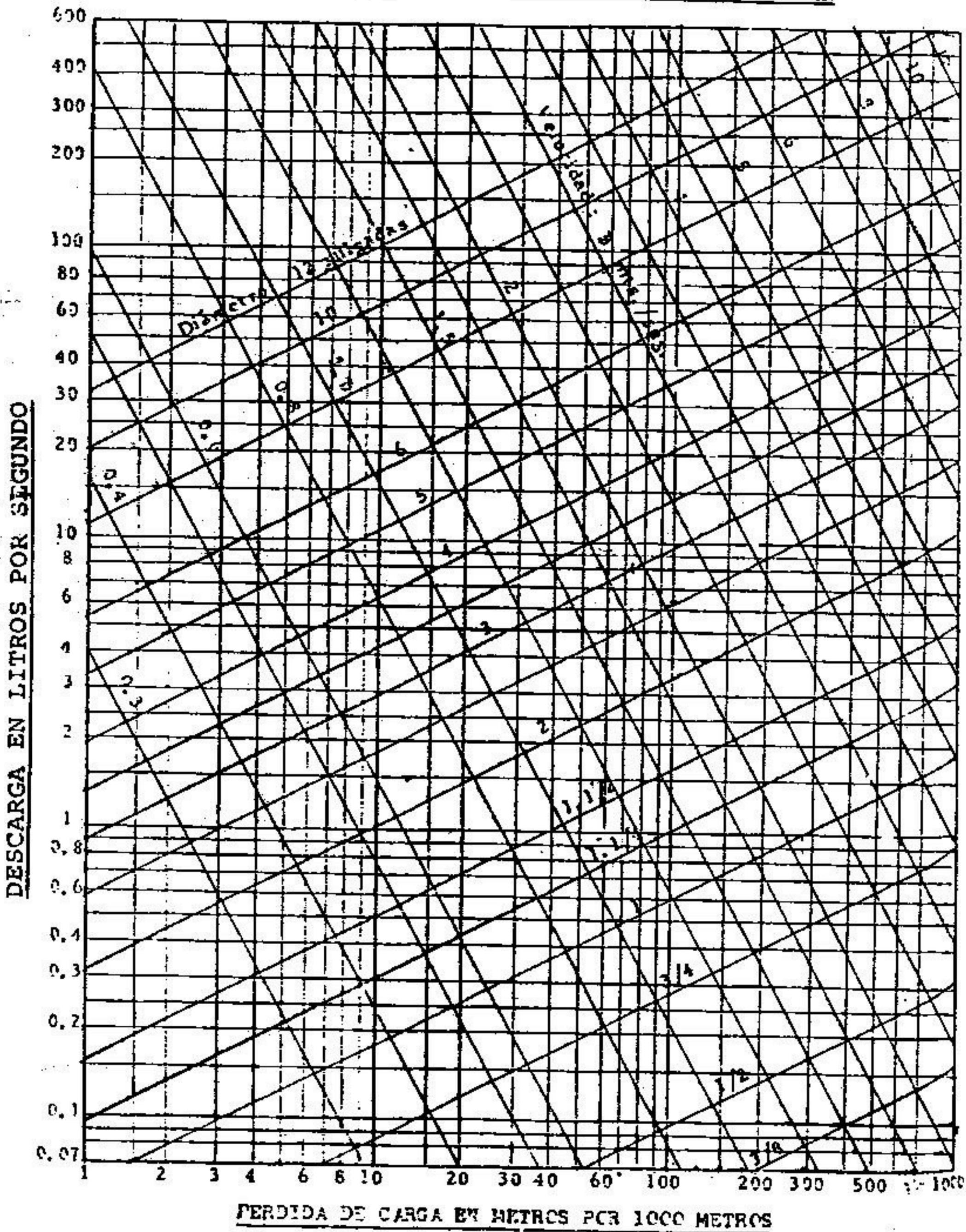
* Accesorios.- Comprende todo lo concerniente a las disposiciones para realizar empalmes entre tubos, tales como acoplamientos para la conexión con la tubería principal, codos, tes, cruces, etc.

2.5 PROCEDIMIENTO DE CALCULO

2.51 Pasos a seguir

- 1. Efectuar un esquema en planta y en elevación de las diferentes líneas, que van a abastecer agua a los diversos aparatos sanitarios, seleccionando o diferenciando la tubería de alimentación principal.**
- 2. Calcular los gastos en cada uno de los tramos de abastecimiento, sean estos alimentadores o ramales secundarios.**
- 3. Calcular la máxima demanda simultánea.**
- 4. Ubicar el punto de consumo más desfavorable, que viene a ser el más alejado horizontalmente y el más alto con respecto a la matriz o red pública.**
- 5. Obtener la pérdida de carga disponible, descontando las pérdidas de carga por concepto de altura estática, presión de salida y presión en la red pública.**
- 6. Asumir diámetros, de tal forma que la pérdida de carga que se obtenga, sea menor que la pérdida de carga disponible. Las pérdidas de carga en las tuberías y accesorios se calcula con los abacos de HAZEN y WILLIAMS y de CRANE que se muestran en las páginas siguientes.**

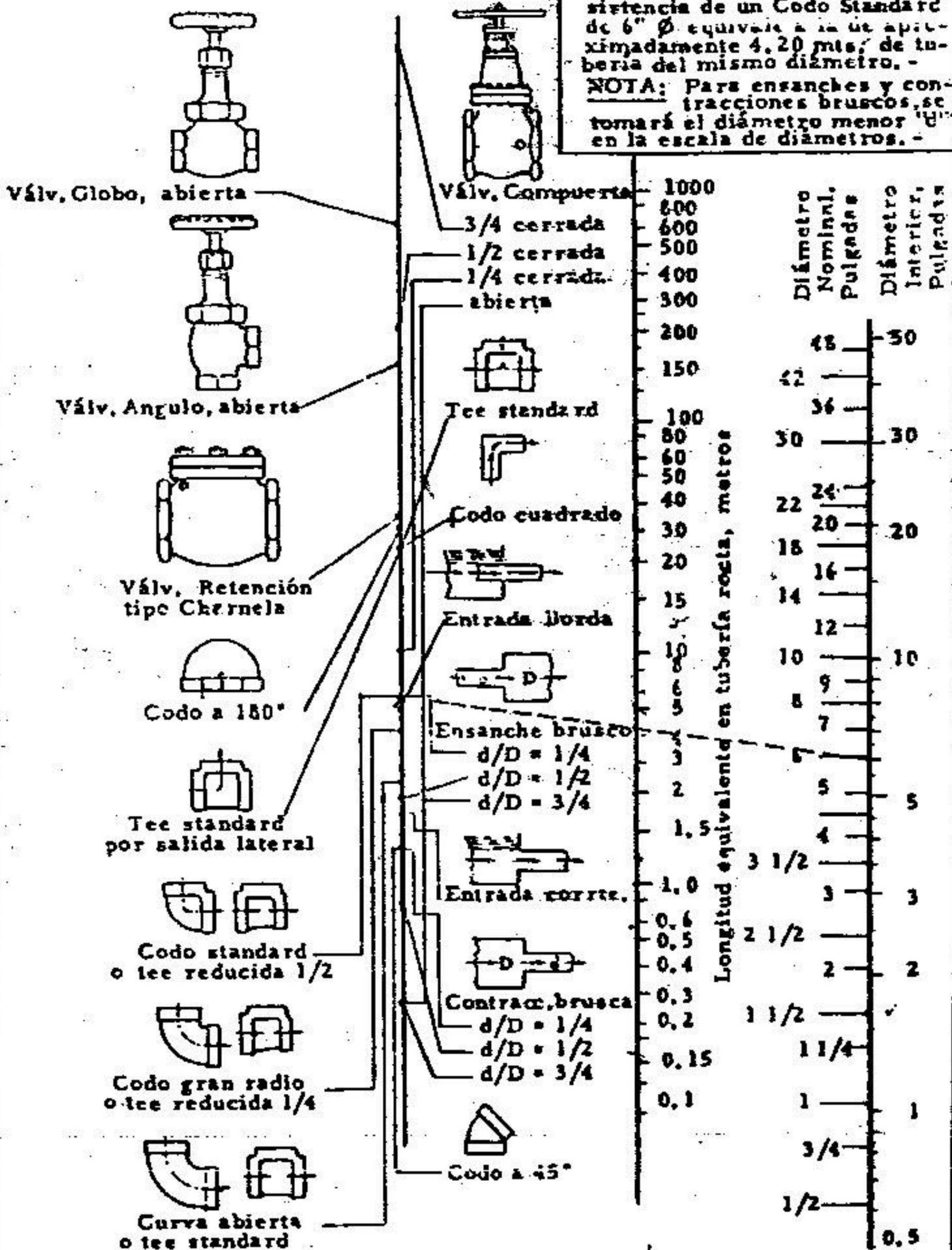
Tuberías de fierro galvanizado normal



RESISTENCIA DE VALVULAS Y ACCESORIOS AL FLUJO DE FLUIDOS

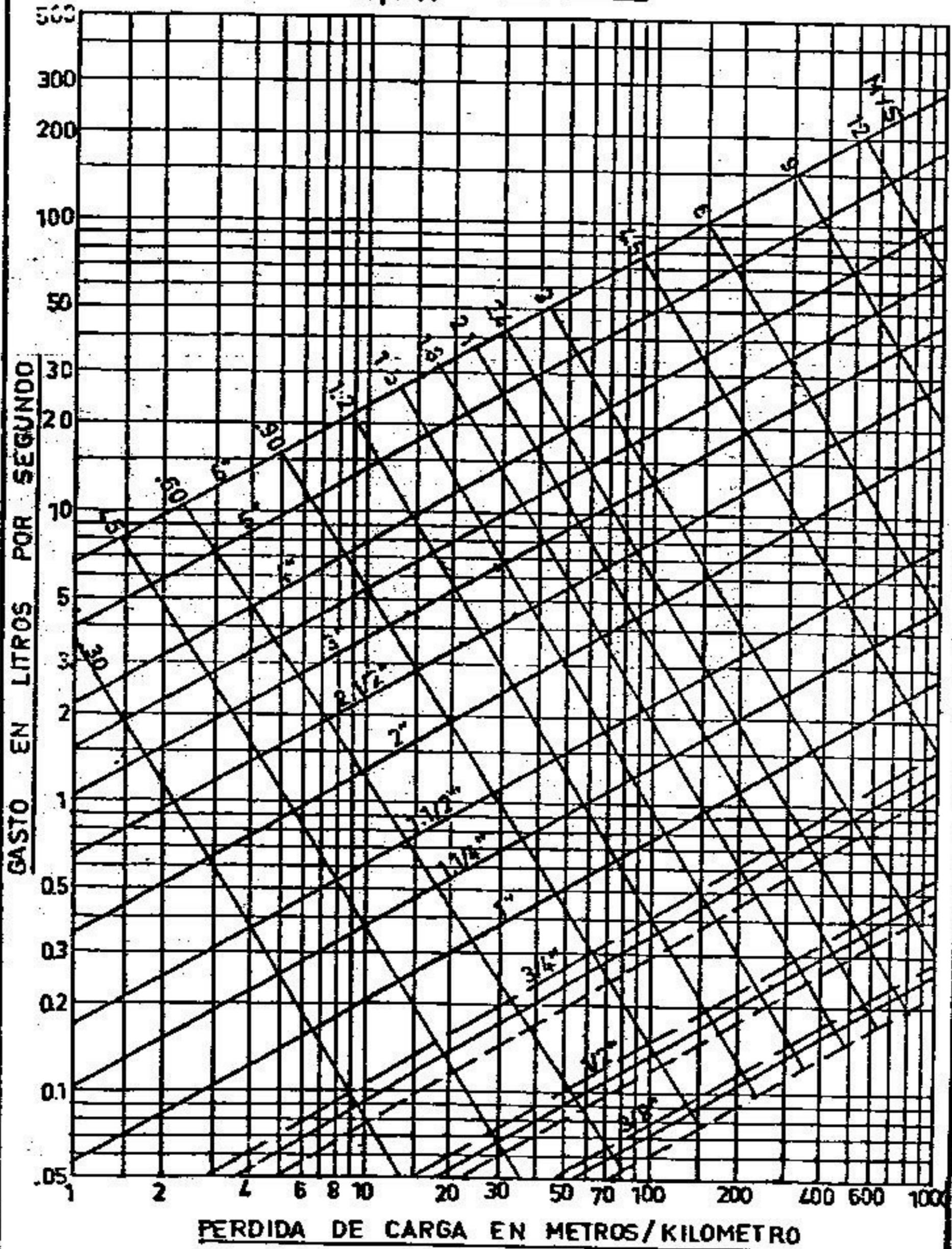
EJEMPLO: La línea punteada muestra que la resistencia de un Codo Standard de 6" ϕ equivale a la de un segmento aproximadamente 4.20 ms. de tubería del mismo diámetro.

NOTA: Para ensanches y contracciones bruscos, se tomará el diámetro menor "d" en la escala de diámetros.



Abaco para Cálculo de Tuberías de Cobre

Tipo "K"
 Tipo "L"
 Tipo "M"



6 DISEÑO DENTRO DE LOS AMBIENTES

2.61 Instrucciones.- El diseño en realidad se hace en el ambiente donde las tuberías pueden ir por el piso o por la pared. Cuando se hace por el muro, es más caro, debido a la mayor cantidad de accesorios que hay que utilizar y también por la mayor cantidad de tubería a emplear.

Cuando las tuberías van por el piso, estas deben ubicarse en el contrapiso. En los dos casos hay que seguir los ejes de la construcción.

Una recomendación importante, es que las tuberías no deben pasar por zonas íntimas, como: hall, sala, dormitorios, etc., estas deben ser llevadas por pasadizos.

2.62 Cálculo dentro de un baño.- Para comenzar a hacer el cálculo dentro de un baño, hay que definir primeramente dos cosas, a saber :

- a) Ramal.- Es la tubería de agua que une los diferentes subramales a la tubería de alimentación. Figura 2.3.
- b) Subramal.- Es la tubería de alimentación del aparato sanitario al ramal. Figura 2.3

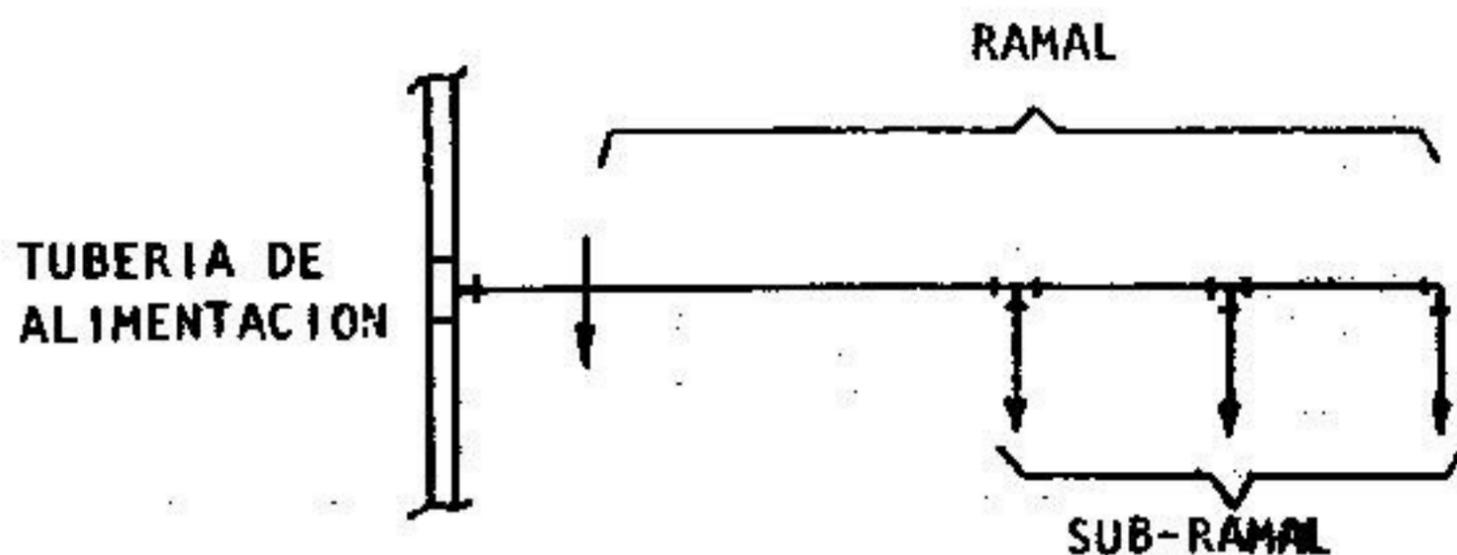


FIG. 2.3

2.63 Dimensionamiento de ramales

Se hace teniendo en cuenta :

- A. Consumo simultáneo máximo posible. El consumo simultáneo máximo posible se da cuando funcionan todos los aparatos a la vez. Y para calcular el diámetro de este ramal, se toma como base o unidad, el caño o llave de 1/2"; refiriéndose las demás salidas a esta, de tal modo que la sección del ramal en cada tramo, sea equivalente hidráulicamente a la suma de las secciones de los sub-ramales que abastecen el alimentador.

La Tabla 2.1 que a continuación se muestra, da para los diversos diámetros, el número de tuberías de 1/2" que serían necesarias para dar las mismas descargas.

La Tabla 2.2 nos proporciona los diámetros relativos de los ramales secundarios y principales.

TABLA DE EQUIVALENCIAS DE GASTOS EN TUBERIAS DE AGUA TOMANDO COMO UNIDAD LA TUBERIA DE 1/2", PARA LAS MISMAS CONDICIONES DE PERDIDA DE PRESION Y PARA UNA PRESION DADA.

DIAMETRO DEL TUBO EN PULGADAS	No. DE TUBOS DE 1/2" CON LA MISMA CAPACIDAD.
1/2"	1
3/4"	2.9
1 "	6.2
1 1/4"	10.9
1 1/2"	17.4
2"	37.8
2 1/2"	65.5
3"	110.5
4"	109.0
6"	527.0

TABLA 2 - 1

DIAMETROS RELATIVOS DE LOS RAMALES

Secundarios y Principales

DIAMETRO DEL RAMAL PRINCIPAL	NUMERO Y DIAMETRO DE LOS RAMALES QUE ABASTECERA CORRIENDO LLENOS.
1/2"	Dos 3/8"
3/4"	Dos 1/2"
1 "	Dos 3/4"
1-1/4"	Dos 1" - ó una 1" y dos 3/4"
1-1/2"	Dos 1-1/4" ó una 1-1/4" y dos 3/4"
2"	Dos 1-1/2" ó una 1-1/2" y dos 1-1/4"
2-1/2"	Dos 1-1/2" y dos 1-1/4" ó una 2" y dos 1-1/4"
3"	Uno 2-1/2" y una 2" o dos 2" y dos 1-1/2"
3-1/2"	Dos 2-1/2" ó una 3" y una 2" ó cuatro 2"
4"	Uno 3-1/2" y Una 2-1/2" ó dos 3"
6"	Tres 2-1/2" y una 2" ó seis 2"

TABLA 2 - 2

Ejemplo. Dimensionar un ramal que alimenta agua a 3 duchas y 4 lavatorios de un colegio interno, Figura 2.4.

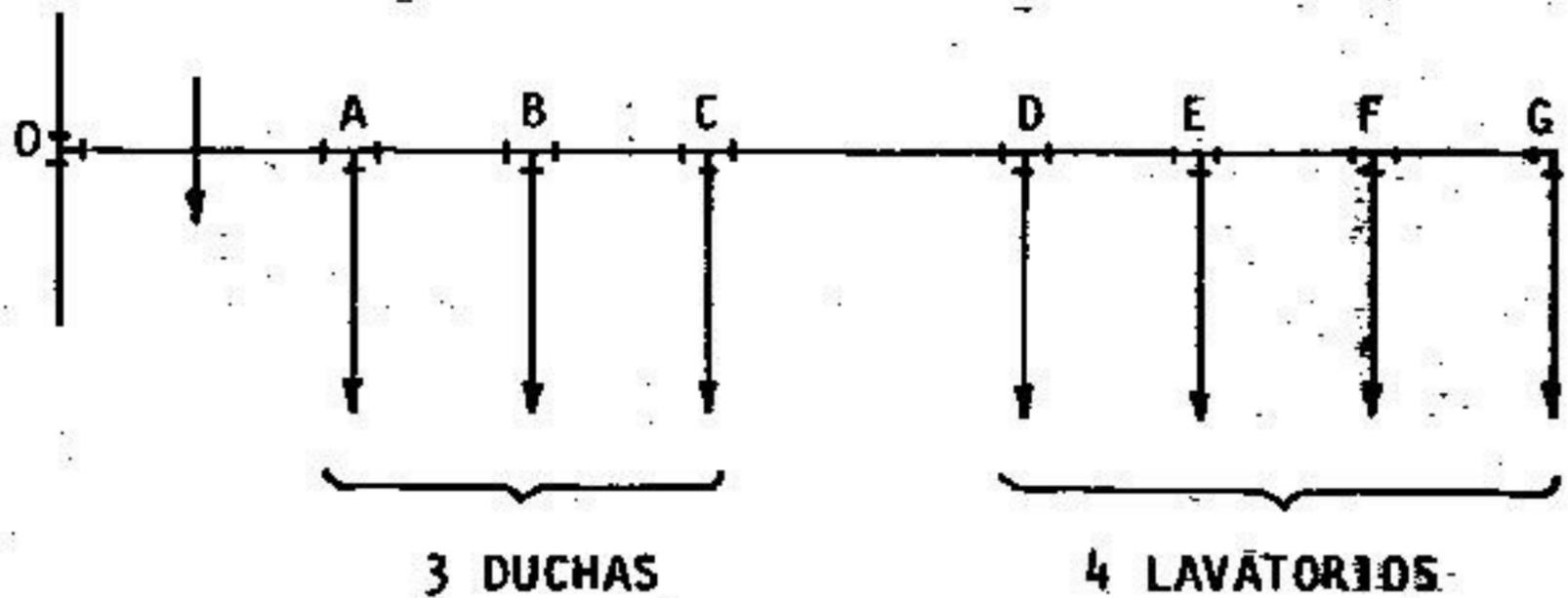


FIGURA 2.4

TRAMO	EQUIVALENCIA	DIAMETROS SELECCIONADOS
FG	1	1/2"
EF	2	1/2"
DE	3	3/4"
CD	4	3/4"
BC	6.0	1 "
AB	9.8	1 1/4"
OA	12.7	1 1/4"

NOTA. - Este método se debe emplear en locales industriales, hoteles, cuarteles, etc.

- B. Consumo simultáneo máximo probable.- Este consumo se da cuando en una vivienda particular una persona puede usar a lo más dos aparatos dentro de un baño. Para seleccionar diámetros por este método, se acostumbra asignar un porcentaje de uso de aparatos sanitarios de acuerdo a cálculo de probabilidades, que establecen valores aproximados de número de aparatos que se deben considerar que están funcionando simultáneamente.

La Tabla 2-3 que se muestra a continuación, nos indica los porcentajes de uso para los diferentes tipos de aparatos.

NUMERO DE APARATOS SANITARIOS	FACTOR DE USO	
	APARATOS TANQUE %	APARATOS DE VALVULA %
2	100	100
3	80	65
4	68	50
5	62	42
6	58	38
7	56	35
8	53	31
9	51	29
10	50	27
20	42	16
30	38	12
40	37	9
50	36	8
60	35	7
70	34	6.1
80	33	5.3
90	32	4.6
100	31	4.2
500	27.5	1.5
1000	25	1.0

TABLA 2 - 3

Ejemplo. - De los 6 aparatos sanitarios indicados en la tabla 2.3, suponiendo que son aparatos de tanque, 58% de estos están funcionando y si se trataran de aparatos de válvula 38% de estos están funcionando.

Ejemplo. - Dimensionar el ramal de alimentación que suministra agua a los siguientes aparatos sanitarios: un inodoro - de válvula, una tina, un lavatorio y una ducha, tal como se muestra en la Figura 2.5.

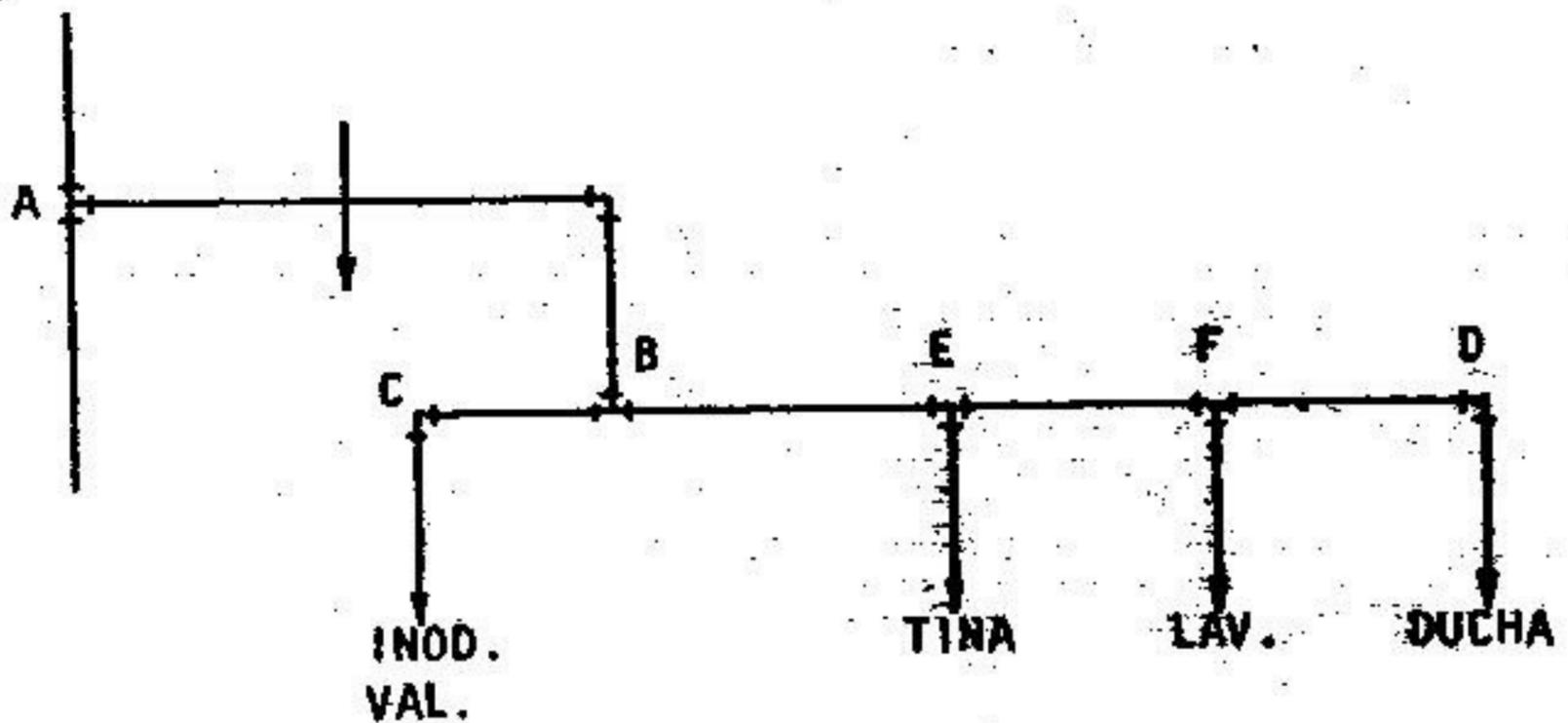


FIGURA 2.5

TRAMO	EQUIVALENCIA	DIAMETROS SELECCIONADOS
ED	1	1/2 "
EF	1	1/2 "
BE	2	1/2 "
BC	10.9	1 1/4 "
AB	12.9	1 1/4 "

2.64 Dimensionamiento de sub-ramal. - El dimensionamiento de sub-ramales, se hace de acuerdo al tipo de aparato, tal como se muestra en la TABLA 2.4.

TIPO DE APARATO	DIAMETRO DE SUB-RAMAL EN PULGADAS		
	Presión hasta de 10 m.	Presión mayor de 10 m.	Presión mínima
Lavatorio	1/2"	1/2"	1/2"
Bidet	1/2"	1/2"	1/2"
Tina	3/4" - 1/2"	3/4"	1/2"
Ducha	3/4"	1/2"	1/2"
Grifo o llave de cocina	3/4"	1/2"	1/2"
Inodoro de tanque	1/2"	1/2"	1/2"
Inodoro de válvula	1 1/2" - 2"	1"	1 1/4"
Urinario de tanque	1/2"	1/2"	1/2"
Urinario de válvula	1 1/2" - 2"	1"	1"

TABLA 2-4

Sarertnocnoside@hotmail.com

2.7 EJEMPLOS

- A. La figura 2.6, representa una vivienda de 2 plantas. El gasto o consumo de cada piso es 12.5 galones por minuto (g.p.m.), siendo la presión en la red pública 27 lb/pul.2 después de descontar la pérdida de carga en el medidor. Se trata de diseñar el ramal de alimentación AD con la condición de que exista una presión de salida en el aparato más alejado entre 5 - 10 lib/pulg.2. Todos los aparatos son de tanque y las longitudes son las siguientes: AB = 8 m., BC = 4.5 m., CD = 1 m. Las tuberías serán de fg° con C = 100.

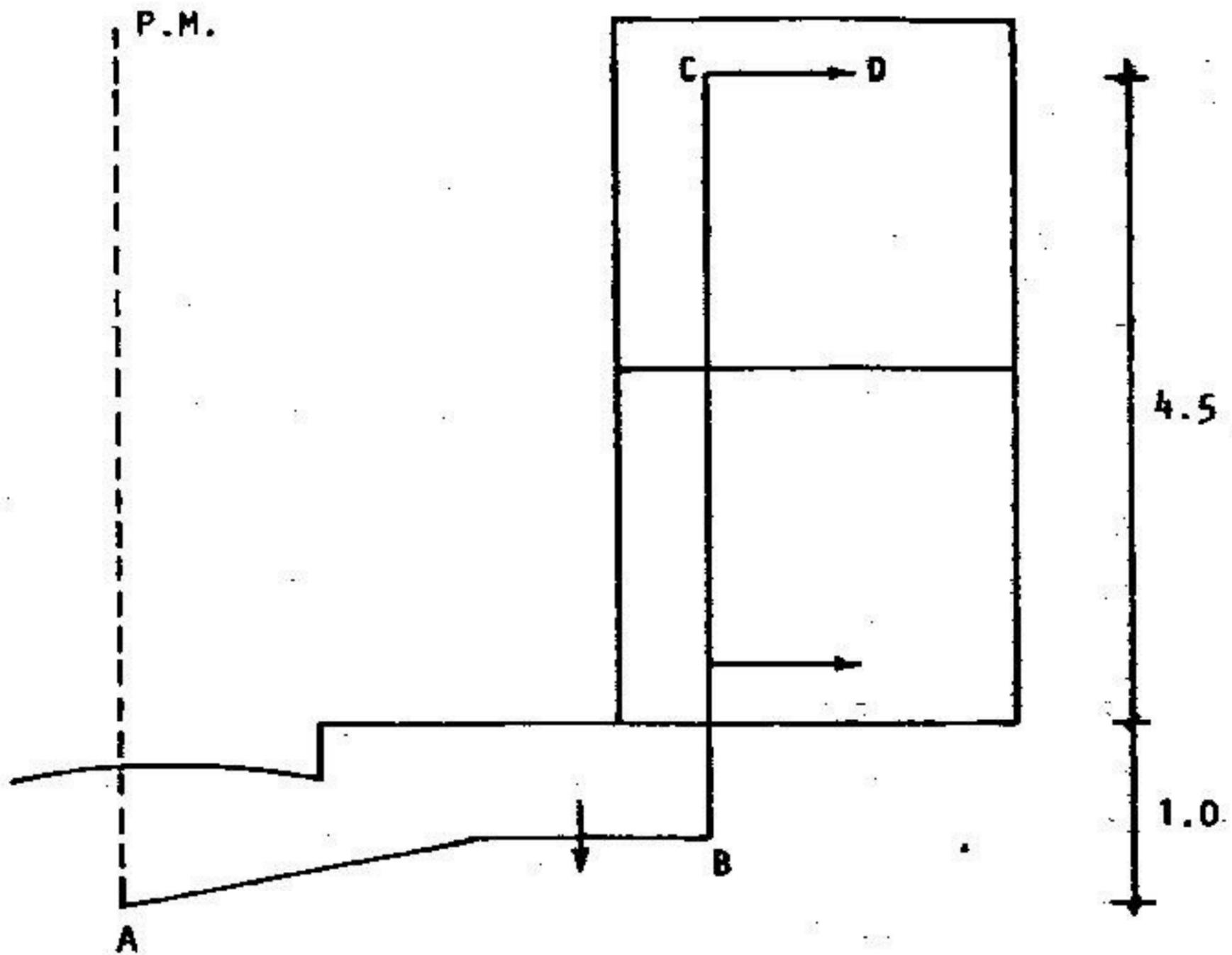


FIGURA 2.6

SOLUCION

1.- Datos

$H_T = 5.5 \text{ m.}$ (Altura estática)

$PM = 27 \text{ lib/pul.}^2 \approx 18.9 \text{ m.}$ (Presión en la matriz)

$Q_{AB} = 12.5 + 12.5 = 25 \text{ g.p.m.} = 1.58 \text{ lit/seg.}$

$1 \text{ lit/seg.} = 15.8 \text{ g.p.m.}$

2.- Cálculo de la pérdida de carga.

$$P.H. = H_T + H_f + P_s$$

Fórmula General

Despejando H_f

$$H_f = P.M. - H_T - P_s$$

Reemplazando valores tenemos :

$$H_f = 27 - 5.5 \times 1.4 - 5 = 14.3 \text{ lib/pulg}^2 < > 10 \text{ m.}$$

3.- Selección de diámetros

Tramo AB

$$Q = 1.58 \text{ lit/seg.}$$

$$\phi = 1''$$

$$s = 0.65$$

$$L = 8.0 \text{ m.}$$

Para encontrar 0.65 utilizamos el abaco de HAZEN y WILLIAM" y con caudal y diámetro conocido hallamos el valor antes mencionado. Además en cada tramo tenemos que calcular la longitud equivalente (L.e) de tubo recto - en metros de todos los accesorios y para esto usamos el "GRAFICO DE FRICCIÓN PARA VALVULAS Y ACCESORIOS".

Para el presente problema vamos a suponer que hay diferentes accesorios y para estos encontraremos su longitud equivalente.

Longitud equivalente

$$1 \text{ codo } 45^\circ \phi 1'' = 0.40$$

$$1 \text{ v.c. (Válvula de} \\ \text{compuerta} = 0.20$$

$$1 \text{ codo } 90^\circ \phi 1'' = \underline{0.70}$$

$$L.e = 1.30$$

$$H_{fAB} = (8 + 1.30) \times 0.65 = 6.04 \text{ m.}$$

LT*

LT* = Longitud total

. Tramo BC

$$Q = 0.79 \text{ lit/seg.}$$

$$\phi = 1''$$

$$L = 4.5 \text{ m.}$$

$$s = 0.18$$

Longitud equivalente

$$1 \text{ Tee } \phi 1'' = 0.50$$

$$1 \text{ codo de } 90^\circ = 0.90$$

$$L.e = 1.40 \text{ m.}$$

$$\therefore H_{fBC} = (4.5 + 1.40) \times 0.18 = 1.06 \text{ m.}$$

. Tramo CD

$$Q = 0.79 \text{ lit/seg.}$$

$$\phi = 3/4''$$

$$L = 1 \text{ m.}$$

$$s = 0.75$$

$$\therefore H_{fCD} = 1.00 \times 0.75 = 0.75 \text{ m.}$$

$$H_f = 6.04 + 1.06 + 0.75 = 7.85 < 10 \quad \text{OK!}$$

4.- Cálculo de las presiones en cada punto

$$P_B = 18.9 - (6.04 + 1.0) = 11.86 \text{ m.}$$

$$P_C = 11.86 - (4.5 + 1.06) = 6.30 \text{ m.}$$

$$P_D = 6.30 - 0.75 = 5.55 \text{ m.} > 3.50 \quad \text{OK!}$$

RESUMEN

TRAMO	LONG.	L.T.	Q	ϕ	S	H_f	PRESION
AB	8.00	9.30	1.58	1''	0.65	6.04	11.86
BC	4.50	5.90	0.79	1''	0.18	1.06	6.30
CD	1.00	1.00	0.79	3/4''	0.75	0.75	5.55

- B. La figura 2.7 representa el isométrico del agua a abastecerse en una vivienda de dos plantas y azotea. La presión en la red pública es de 28 lib/pulg^2 , después de descontar la pérdida de carga en el medidor y la altura total es 7.85 m . Se trata de diseñar los diámetros de las tuberías.

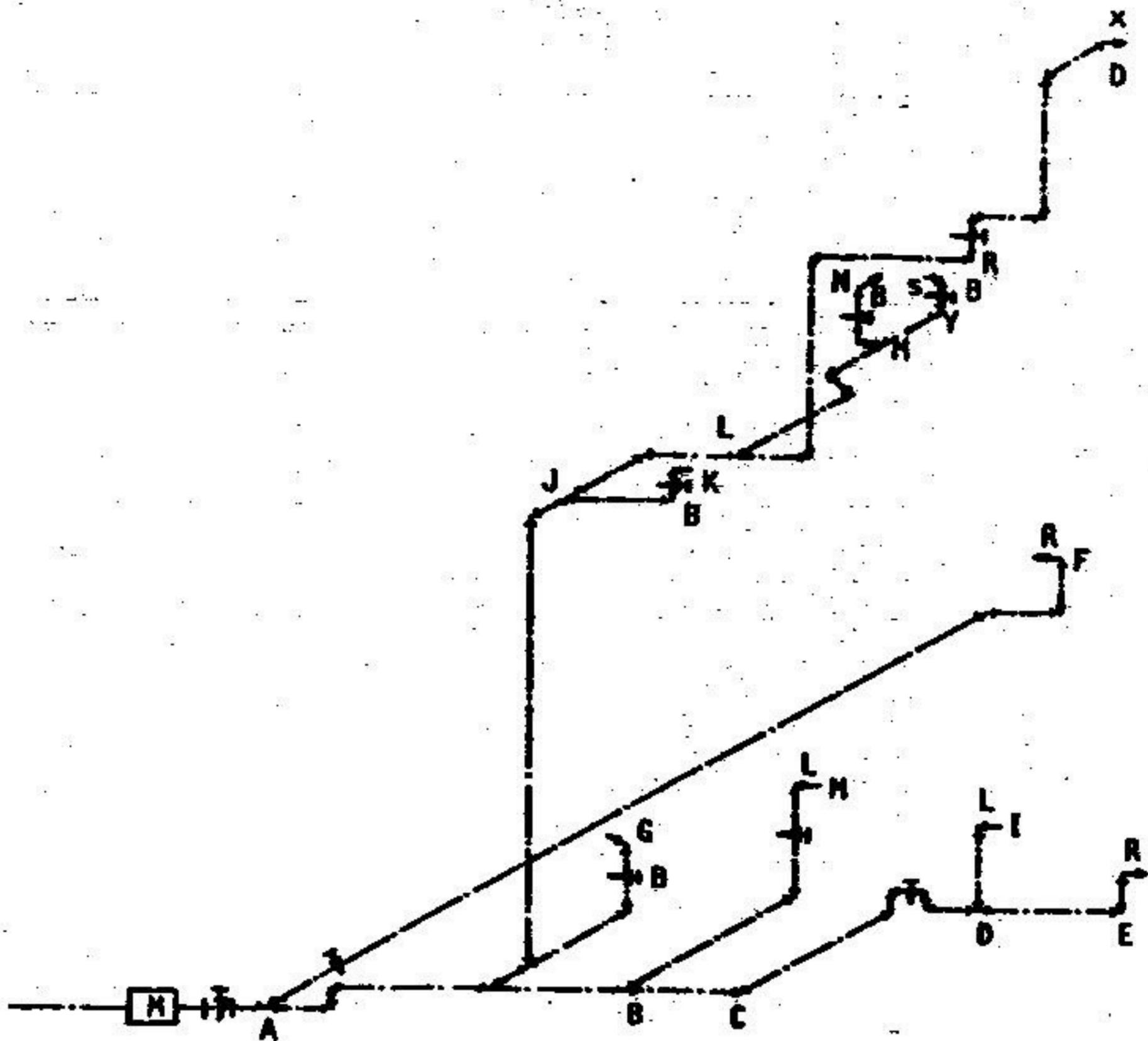


FIGURA 2.7

SOLUCION

1. Datos

Distancias

Medidor - A	=	5 m.
A - B	=	6.45 m.
B - C	=	2.50 m.
C - D	=	10.70 m.
D - I	=	0.60 m.
D - E	=	3.10 m.
C - H	=	2.60 m.
A - F	=	15.80 m.
B - J	=	3.20 m.
J - K	=	0.30 m.
J - L	=	6.00 m.
L -	=	6.70 m.
M - N	=	0.30 m.
M - S	=	2.30 m.
L - R	=	6.40 m.
B - G	=	1.80 m.
R - X	=	3.20 m.

$$H_T = 7.85 \text{ m.}$$

$$P_H = 28 \text{ lib/pul}^2 \rightarrow 19.68 \text{ m.}$$

Todos los aparatos son de tanque.

2. Cálculo de las unidades HUNTER

Llave de riego	=	2 UH	x	2	=	4 UH
Lavadero	=	3 UH	x	3	=	9 UH
1/2 baño	=	4 UH	x	2	=	8 UH
Baño completo	=	6 UH	x	3	=	18 UH
						39 UH

Utilizando la TABLA No. 1-25 con las 39 UH encontramos el caudal de diseño.

$$\therefore Q \text{ diseño} = 0.91 \text{ lit/seg.}$$

3. Cálculo de la pérdida de carga disponible.

$$PM. = H_T + H_f + P_s$$

FORMULA GENERAL

Despejando H_f tenemos :

$$H_f = PM - H_T - P_s$$

Reemplazando valores tenemos :

$$H_f = 19.68 - 7.85 - 3.5 = 8.33 \text{ m.}$$

4. Selección de diámetros y pérdida de carga en cada tramo.

. Tramo Medidor - A

$$Q = 0.91 \text{ lit/seg.}$$

$$\phi = 1'' \text{ (asumido)}$$

$$s = 0.23$$

$$L = 5.0 \text{ m.}$$

Longitud equivalente (L.e.)

$$1 \text{ válvula compuerta} = 0.20$$

$$\therefore H_{f\text{Med.-A}} = (5 + 0.20) \times 0.23 = 1.196 \text{ m.}$$

. Tramo A - B

$$Q = 0.87 \text{ lit/seg.}$$

$$\phi = 1''$$

$$s = 0.23$$

$$L = 6.45 \text{ m.}$$

L.e

$$1 \text{ Tee} = 0.50$$

$$2 \text{ codos } 90^\circ = 1.00$$

$$\hline 1.50$$

$$\therefore H_{f\text{AB}} = (6.45 + 1.50) \times 0.23 = 1.829 \text{ m.}$$

. Tramo B - J

$$Q = 0.65 \text{ lit/seg.}$$

$$\phi = 1''$$

$$L = 3.20$$

$$s = 0.12$$

L.e

$$2 \text{ Tee} = 4.00$$

$$1 \text{ codo } 90^\circ = 0.50$$

$$\hline 4.50$$

$$\therefore H_{fBJ} = (3.20 + 4.50) \times 0.12 = 0.924 \text{ m.}$$

. Tramo J - L

$$Q = 0.52 \text{ lit/seg.}$$

$$\phi = 1''$$

$$L = 6.00$$

$$s = 0.068$$

L.e

$$1 \text{ Tee} = 0.50$$

$$1 \text{ codo } 90^\circ = 0.50$$

$$\hline 1.00$$

$$\therefore H_{fJL} = (6 + 1) \times 0.068 = 0.476 \text{ m.}$$

. Tramo L - R

$$Q = 0.28 \text{ lit/seg.}$$

$$\phi = 3/4''$$

$$L = 6.40$$

$$s = 0.12$$

L.e

$$1 \text{ Tee} = 0.60$$

$$2 \text{ codos } 90^\circ = 0.90$$

$$\hline 1.50$$

$$\therefore H_{fLR} = (6.40 + 1.50) \times 0.12 = 0.948 \text{ m.}$$

5. Pérdida de carga total por longitud de tubería y accesorios.

$$H_f = 1.96 + 1.829 + 0.924 + 0.476 + 0.342 + 1.05$$

$$H_f = 5.817 \text{ m.} < 8.33 \quad \text{OK!}$$

6. Cálculo de las presiones en cada punto.

$$P_M = 19.68 \text{ m.}$$

$$P_A = 19.68 - 1.196 = 18.484 \text{ m.}$$

$$P_B = 18.484 - 0.45 - 1.829 = 16.205$$

$$P_J = 16.205 - 2.50 - 0.20 - 0.924 = 12.581 \text{ m.}$$

$$P_L = 12.581 - 0.476 = 12.105 \text{ m.}$$

$$P_R = 12.105 - 2.40 - 0.20 - 0.948 = 8.557 \text{ m.}$$

$$P_X = 8.557 - 0.30 - 1.80 - 1.543 = 4.914 \text{ m.} > 3.50 \text{ m. OK!}$$

RESUMEN

TRAMO	LONG	L.T	Q	Ø	s	H _f	PRESION
MED. - A	5.00	5.20	0.91	1"	0.23	1.196	18.484
A - B	6.45	7.95	0.87	1"	0.23	1.829	16.205
B - J	3.20	7.70	0.65	1"	0.12	0.924	12.581
J - L	6.00	7.00	0.52	1"	0.068	0.476	12.105
L - R	6.40	7.90	0.28	3/4"	0.12	0.948	8.557
R - X	3.20	6.17	0.16	1/2"	0.25	1.543	4.914

Tramo R - X

$$Q = 0.16 \text{ lit/seg.}$$

$$\delta = 1/2"$$

$$s = 0.25$$

$$L = 3.20$$

L.e

$$1 \text{ Tee} = 0.45$$

$$4 \text{ codos} = 0.90$$

$$1 \text{ VC} = 0.12$$

$$1 \text{ Tee} = 1.00$$

$$\underline{2.87}$$

$$H_{FR-X} = (3.20 + 2.87) \times 0.25 = 1.543 \text{ m.}$$

CAPITULO III

SISTEMA INDIRECTO DE SUMINISTRO DE AGUA

3.1 DEFINICION

Se llama indirecto porque el suministro de agua a los puntos de consumo (aparatos sanitarios) no es directamente por la presión de la red pública.

3.2 PARTES DE QUE CONSTA

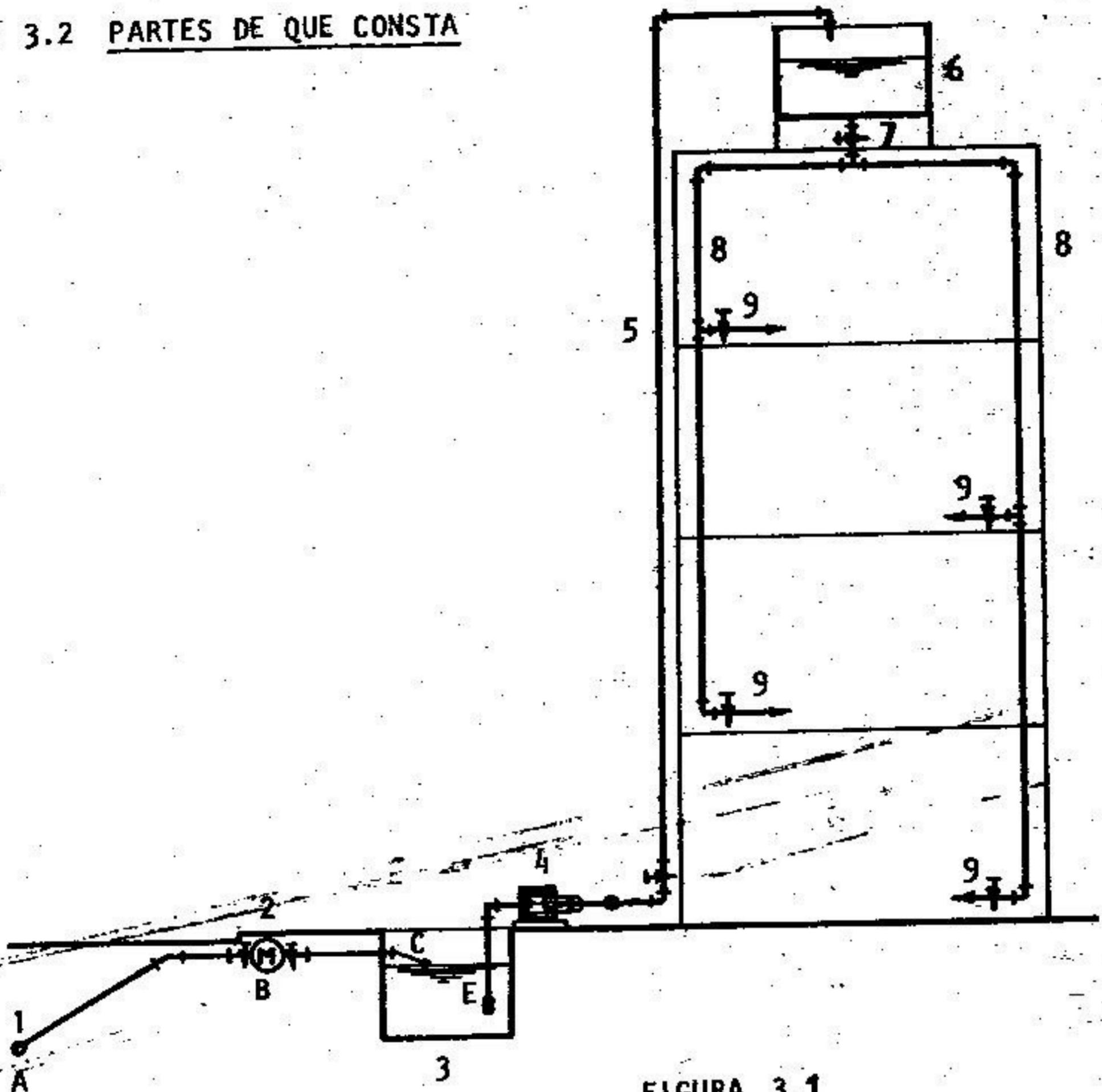


FIGURA 3.1

1. Red Pública de la ciudad o urbanizadora.
- AB. Ramal domiciliario, que viene a ser la acometida, o sea la tubería que toma el agua de la red pública hacia el edificio.
2. Medidor
- BC. Línea de alimentación. Comprendida entre el medidor y la entrega en la cisterna.
- C. Válvula a flotador
3. Cisterna. Abastace 24 horas
- E. Tubería de succión
4. Conjunto motor bomba
5. Línea de impulsión o tubería de impulsión, que bombea al agua de la cisterna al tanque elevado.
6. Tanque elevado. Depósito en la parte alta del edificio que almacena agua.
7. Salida o salidas del tanque elevado hasta el piso de la azotea.
8. Alimentador o alimentadores.
9. Ramales de distribución.

3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTE SISTEMA

A.- Ventajas

1. Permite un cierto almacenamiento de agua.
2. Las presiones que se obtiene en el edificio son más constantes, siendo esto, muy favorable para el suministro de agua caliente.

B.- Desventajas

1. Es un sistema caro con respecto al directo.
2. Hay posibilidades de contaminación del agua dentro del edificio, sea en la cisterna o en el tanque elevado.
3. Hay un recargo de refuerzo estructural dentro del edificio.

3.4 CALCULO DE CADA UNA DE SUS PARTES

- 3.41. Ramal domiciliario o acometida.- Es el tramo de tubería comprendida entre la tubería matriz pública y la ubicación del medidor o dispositivo de regulación. Fig. 3.2. El diámetro de este ramal nos proporciona LA SEDAPAL, una vez aprobado los planos por el organismo encargado de dar la licencia de construcción. Este diámetro es por lo general de $5/8''$ ó $3/4''$ y a lo máximo $1''$. El material puede ser plástico o fierro fundido.

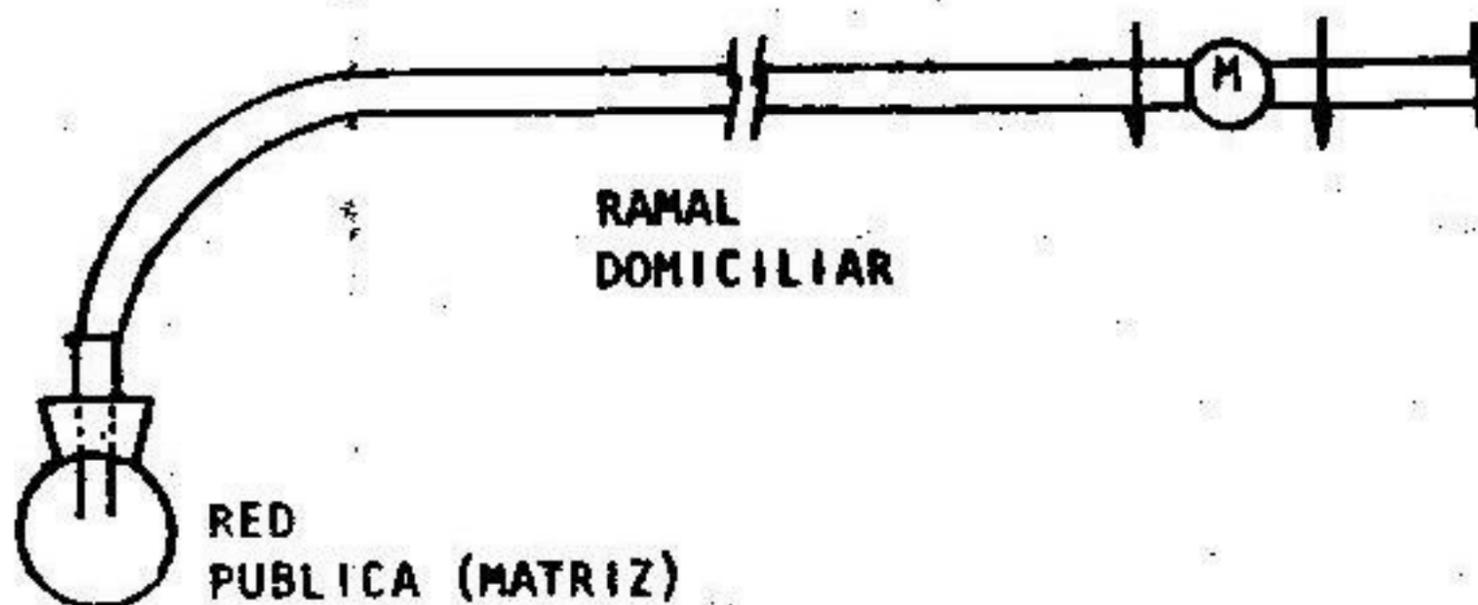


FIGURA 3.2

3.42. Medidor

3.421. Definición.- Es un dispositivo que nos permite aflorar la cantidad de agua que se abastece a un edificio o una casa, para que mediante una tarifa especial se pague el consumo de agua.

3.422. Clases

A.- Velocímetros.- Están formados de una turbina o especie de hélice que secciona el tubo de acuerdo a las revoluciones de este hélice y mediante aparatos de relojería nos indica el volumen de agua que pasa a través de él.

Ventajas

1. Son de bajo costo.
2. Permite medir aguas potables con cierta materia en suspensión.
3. No interrumpen el flujo de agua en ningún momento.

Desventajas

1. No son muy precisos
2. Las piezas tienen que ser reparadas constantemente.

B.- Volumétricos.- Están formados de compartimientos que son llenados y vaciados. Mediante aparatos de relojería nos permite conocer la cantidad de agua que pasa a través de ellos.

Ventajas

1. Son de gran precisión
2. No son de gran mantenimiento.

Desventajas

1. No admiten aguas con materia en suspensión.

Los volumétricos son usados por SEDAPAL; hay marcas como BADGER, KENT, etc.

3.423. Selección y cálculo del medidor

El medidor se selecciona en base al gasto que circula a través de la tubería; debiendo tenerse en cuenta que la máxima pérdida de carga en el medidor debe ser el 50% de la pérdida de carga disponible; es decir:

$$H_{fm} = 50\% H_f \quad (3 - 1)$$

De la presión en la red pública, para el punto más desfavorable del edificio, despejando H_f tenemos:

$$PM = H_T + H_f + P_s \quad \text{FORMULA GENERAL}$$

$$H_f = PM - H_T - P_s$$

$$\therefore H_{fm} = \frac{50}{100} (PM - H_T - P_s) \quad (3 - 2)$$

Donde:

H_{fm} = Pérdida de carga en el medidor

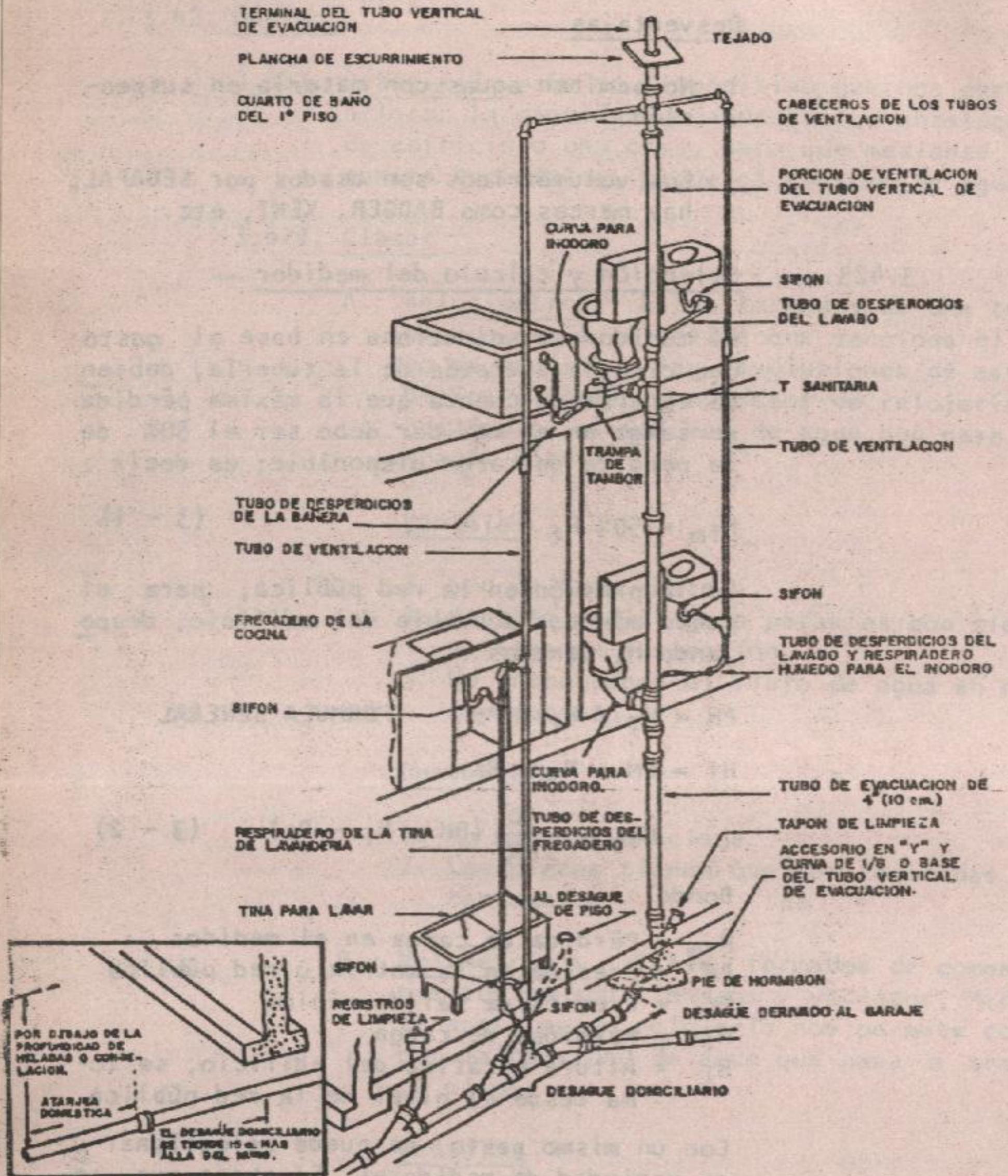
PM = Presión en la matriz o red pública

P_s = Presión de salida mínima

H_f = Pérdidas de carga

H_T = Altura estática del edificio, se toma desde el nivel de la red pública.

Con un mismo gasto, se puede seleccionar una variedad de medidores. El abaco que se muestra en la página siguiente nos permite seleccionar el diámetro del medidor.



Tubería de desague y ventilación de una casa típica de dos plantas

Ejemplo.- Calcular el diámetro del medidor para una vivienda de 2 pisos Fig. 3.3, con un gasto por piso de 12 gal/min.

La presión en la matriz es de 30 lib/pulg².

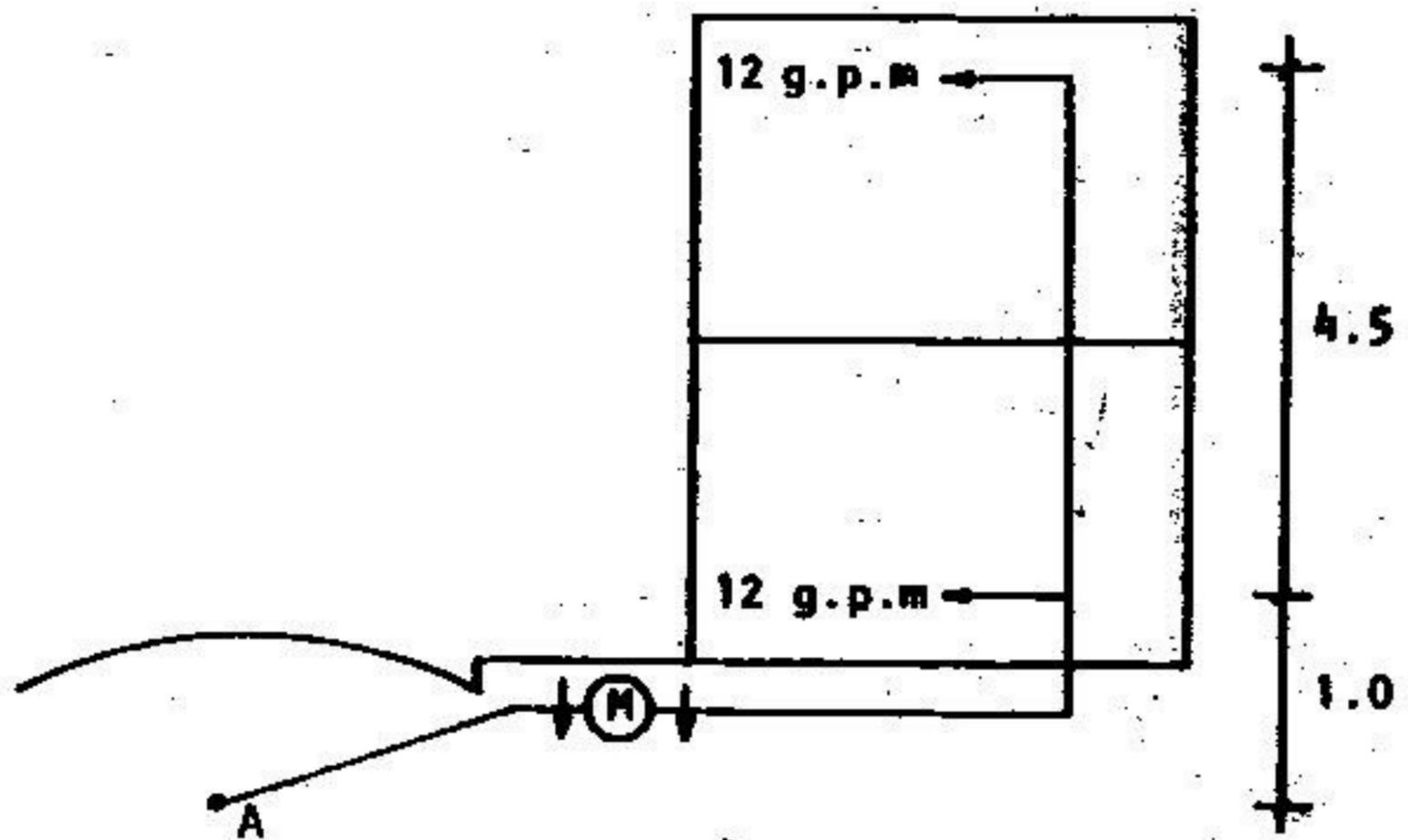


FIG. 3.3

Datos

$$PM = 30 \text{ lib/pulg}^2$$

$$AB = 10 \text{ m.}$$

$$BC = 4.5 \text{ m.}$$

$$PM = H_T + H_f + P_s \quad \text{FORMULA GENERAL}$$

Despejando H_f y reemplazando valores tenemos :

$$H_f = 30 - 5.5 \times 1.4 - 5 = 17.3 \text{ lib/pulg}^2$$

1.4 es un factor de conversión
5 corresponde a 3.5 m. de presión de salida.

$$\therefore H_{fm} = 0.5 \times 17.3 = 8.65 \text{ lib/pulg}^2$$

Utilizando el abaco (PERDIDA DE PRESION EN MEDIDOR TIPO DISCO) con el gasto total de 12 $\sqrt{12 = 24}$ gpm., y para un diámetro de 1" encontramos una pérdida de carga de 5.4 lib/pulg², menor que la máxima que acepta el medidor que es de 8.65 lib/pulg².

$$\therefore \text{Ø medidor} = 1''$$

Ejemplo. - Supongamos que tenemos un gasto de 15 gal/min. y una pérdida de carga disponible de 15 lib/pulg². Se trata de determinar el diámetro del medidor.

Solución. - Para encontrar el diámetro del medidor, primeramente se encuentra la pérdida de carga que se produce en el medidor, que como se dijo anteriormente es el 50% de la pérdida de carga disponible.

$$\therefore H_{fm} = 0.5 \times 15 = 7.5 \text{ lib/pulg}^2$$

Una vez encontrado la pérdida de carga en el medidor y con el gasto dado se utiliza el abaco titulado PERDIDA DE PRESION EN MEDIDOR TIPO DISCO, saliendo con el diámetro del medidor, así:

$$Q = 15 \text{ gal/min.}$$

$$H_{fm} = 7.5 \text{ lib/pulg}^2$$

Con los datos anteriormente indicados y para un diámetro de 3/4" encontramos una pérdida de

carga de 4.4 lib/pulg^2 . Este es menor que la máxima que acepta el medidor que es de 7.5 lib/pulg^2 .

∴ \varnothing del medidor = $3/4''$

3.43. Tubería de alimentación BC

3.431. Definición.- Es el segmento de tubería comprendida entre el medidor y la entrega en la cisterna.

3.432. Elementos a tomar en cuenta en el cálculo de esta tubería.

Es necesario tomar en cuenta datos como :

- a) Presión en la red pública
- b) Longitud de esta tubería
- c) Conocer el tiempo de llenado de la cisterna. Este tiempo se asume entre 4 y 6 horas, que son comprendidas entre las 12 y 6 de la mañana.
- d) El gasto que pasa por esta tubería
- e) Volumen de la cisterna
- f) Presión de salida en la cisterna (P_s), se supone 2 lib/pulg^2 o cero.

Ejemplo.- Conociendo la presión en la red pública de 20 lib/pulg^2 , presión de salida mínima 2 m. , desnivel entre la red pública y la cisterna 1 m. , longitud de la línea de servicio 18.50 m. volumen de la cisterna 12 m^3 , tiempo en que debe llenarse ésta desde las 12 a las 14 horas. Los accesorios a utilizar son : una válvula de paso, una válvula de compuerta, 2 codos de 90° , un codo de 45° . Se trata de seleccionar la tubería de alimentación de la red pública hacia la cisterna y el medidor. Fig. 3.4.

Datos :

$$PM = 20 \text{ lib/pulg}^2$$

$$Ps = 2 \text{ m.}$$

$$H_T = 1 \text{ m.}$$

$$L = 18.50 \text{ m.}$$

$$V_c = 12 \text{ m}^3$$

1 llave de paso

1 válvula de compuerta

2 codos de 90°

1 codo de 45°

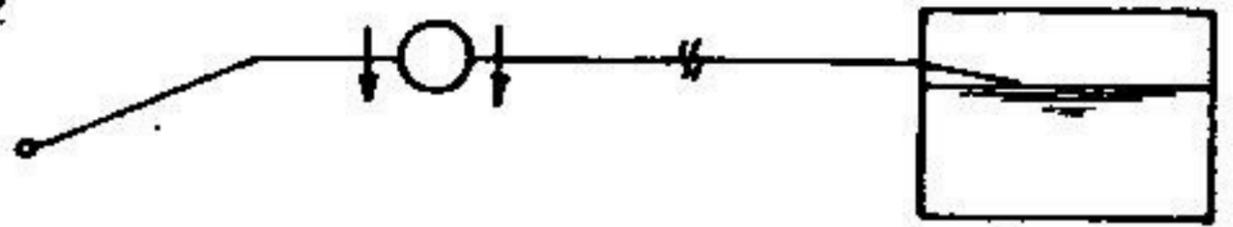


FIG. 3.4

Solución

$$PM = H_T + H_f + Ps$$

FORMULA GENERAL

1. Cálculo del gasto de entrada

$$Q = V_c / T = 12 / 4 \times 3600 = 0.833 \text{ lit/seg.}$$

2. Cálculo de la carga disponible.

De la fórmula general

$$H_f = PM - H_T - Ps$$

Despejando H_f y reemplazando valores tenemos :

$$H_f = 20 - (2 \times 1.45 + 1 \times 1.45) = 15.74 \text{ lib/pulg}^2$$

$$\therefore H_f = 15.74 \text{ lib/pulg}^2$$

3. Selección del medidor

$$H_{fm} = 0.5 H_f = 7.87 \text{ lib/pulg}^2$$

Utilizando el abaco de pérdida de presión en medidor tipo disco, con el gasto total y un diámetro de $3/4''$, encontramos una pérdida de carga de 3.8 lib/pulg^2 . Es menor a la máxima que acepta el medidor que es de 7.87 lib/pulg^2 por lo que está correcto.

La nueva pérdida de carga que debe agotarse en toda la longitud de tubería será :

$$H_f = 15.74 - 3.8 = 11.94 \text{ lib/pulg}^2 = 8.4 \text{ m.}$$

4. Selección de la tubería de entrada a la cisterna

Asumimos $\phi = 1''$

$$Q = 0.833 \text{ lit/seg.} \quad S = 0.10$$

Longitud equivalente (L.e)

$$1 \text{ válvula de compuerta} = 0.20 \text{ m.}$$

$$1 \text{ válvula de paso} = 0.20 \text{ m.}$$

$$2 \text{ codos de } 90^\circ = 1.40 \text{ m.}$$

$$1 \text{ codo de } 45^\circ = 0.40 \text{ m.}$$

$$L_e = 2.20 \text{ m.}$$

LT = Longitud de tubería + pérdida por accesorios.

$$LT = 18.50 + 2.20 = 20.70 \text{ m.}$$

Pérdida de carga en tubería (H_{f1})

$$H_{f1} = 20.70 \times 0.18 = 3.726 < 8.4 \text{ m.} \quad \text{OK!}$$

$$\phi \text{ del alimentador} = 1''$$

NOTA.- El diámetro del medidor, no es lo mismo que el diámetro de la tubería de alimentación.

3.44. Válvula flotador

3.441. Definición.- Son dispositivos que nos permiten el paso del agua a una cisterna o a un tanque elevado.

3.442. Partes de que consta.- De la Fig. 3.5, se puede decir que consta de las siguientes partes :

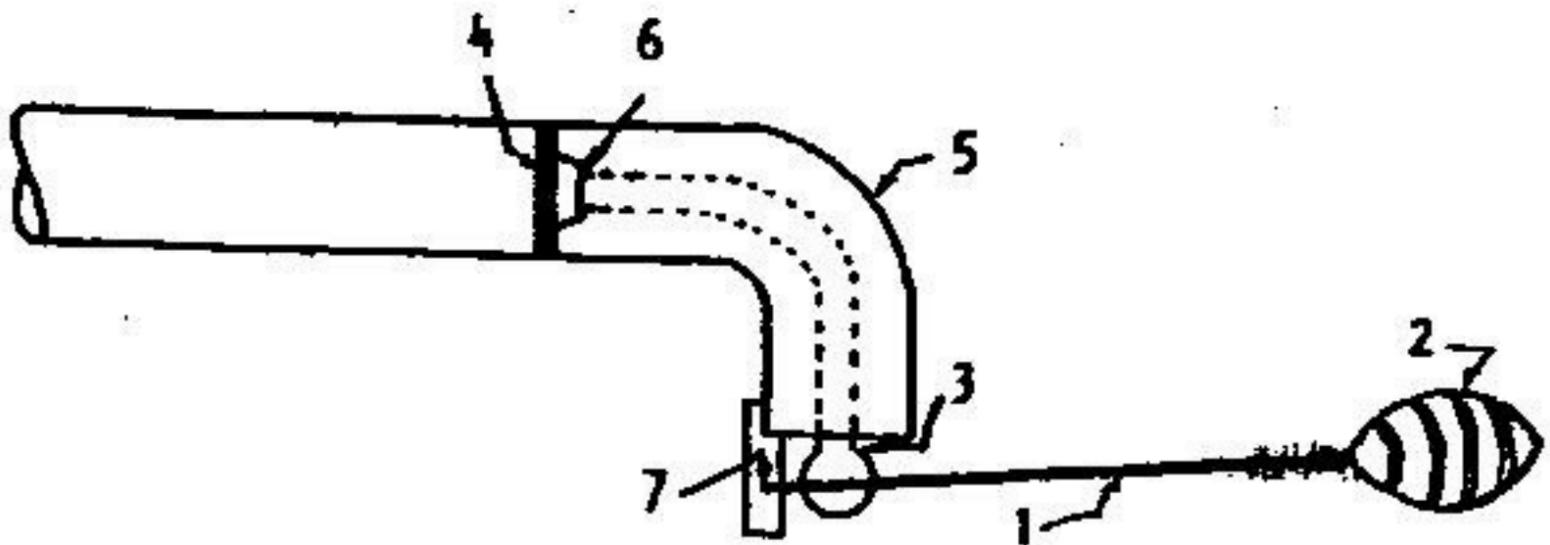


FIG. 3.5

- 1.- Varilla
- 2.- Boya o flotador
- 3.- Válvula (macho)
- 4.- Empaquetadura
- 5.- Cuerpo de la válvula
- 6.- Asiento (hembra)
- 7.- Pasador.

En el tanque elevado, es necesario prever los reboses, en caso que la válvula se malogre.

3.45. Cálculo de los volúmenes de la cisterna y tanque elevado.

El volumen de almacenamiento total para un edificio o una casa, se calcula para un día de consumo. En un sistema indirecto este volumen debe estar almacenado en la cisterna y tanque elevado.

El Reglamento Nacional de Construcciones, especifica, que el volumen mínimo que se puede almacenar en la cisterna debe ser $3/4$ del volumen de consumo diario y $1/3$ debe estar en el tanque elevado; para con un mímo de 1 m^3 para ambos.

Resumiendo todo lo dicho tenemos :

$$V_A = 3/4 V_{CD} + 1/3 V_{CD} \quad (3-3)$$

$$\therefore V_C = 3/4 V_{CD} \quad (3-4)$$

$$V_{TE} = 1/3 V_{CD} \quad (3-5)$$

Donde :

V_A = Volumen de almacenamiento

V_{CD} = Volumen de consumo diario

Ejemplo.- Tenemos una casa de 4 habitaciones y un cuarto de servicio y supongamos 2 personas por habitación. Calcular el volumen de cisterna y el tanque elevado.

Solución.-

4 habitaciones x 2 personas = 8 personas

1 cuarto serv. x 2 personas = 2 personas

TOTAL = 10 personas

Suponiendo un consumo de 300 lit/per/día residencias
Tabla 1.2 encontramos :

$$V_{CD} = 300 \times 10 = 3,000 \text{ lit/día}$$

$$\therefore \text{Volumen de cisterna (Vc)} = 3/4 \times 3000 \times 2250 \text{ lit.}$$

$$\text{Volumen de tanque elevado (V}_{TE}) = 1/3 \times 300 = 1000 \text{ lts.}$$

NOTA : El volumen mínimo de una cisterna y tanque debe ser de 1 m³.

3.46. DISEÑO DE LA CISTERNA

Hay que tomar en cuenta si se trata de residencias o de edificios de poca altura y de grandes alturas.

3.461. Caso de residencias o edificios de poca altura

Consideraciones a tomar en cuenta :

a) Ubicación.-

Pueden estar ubicados en patios interiores, jardines interiores, etc.. Se debe procurar que la cisterna esté en un mismo plano que el tanque elevado.

b) Relación entre ancho y largo.-

Se recomienda que sea 1:2 ó 1: 2 1/2, de ninguna manera de sección cuadrada. Figura 3.6. La altura de succión se recomienda que no sea mayor de 2 ó 2.5 m. La cisterna debe ser de material resistente e impermeable y dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación, mantenimiento y limpieza. Se recomienda que sea de concreto armado.

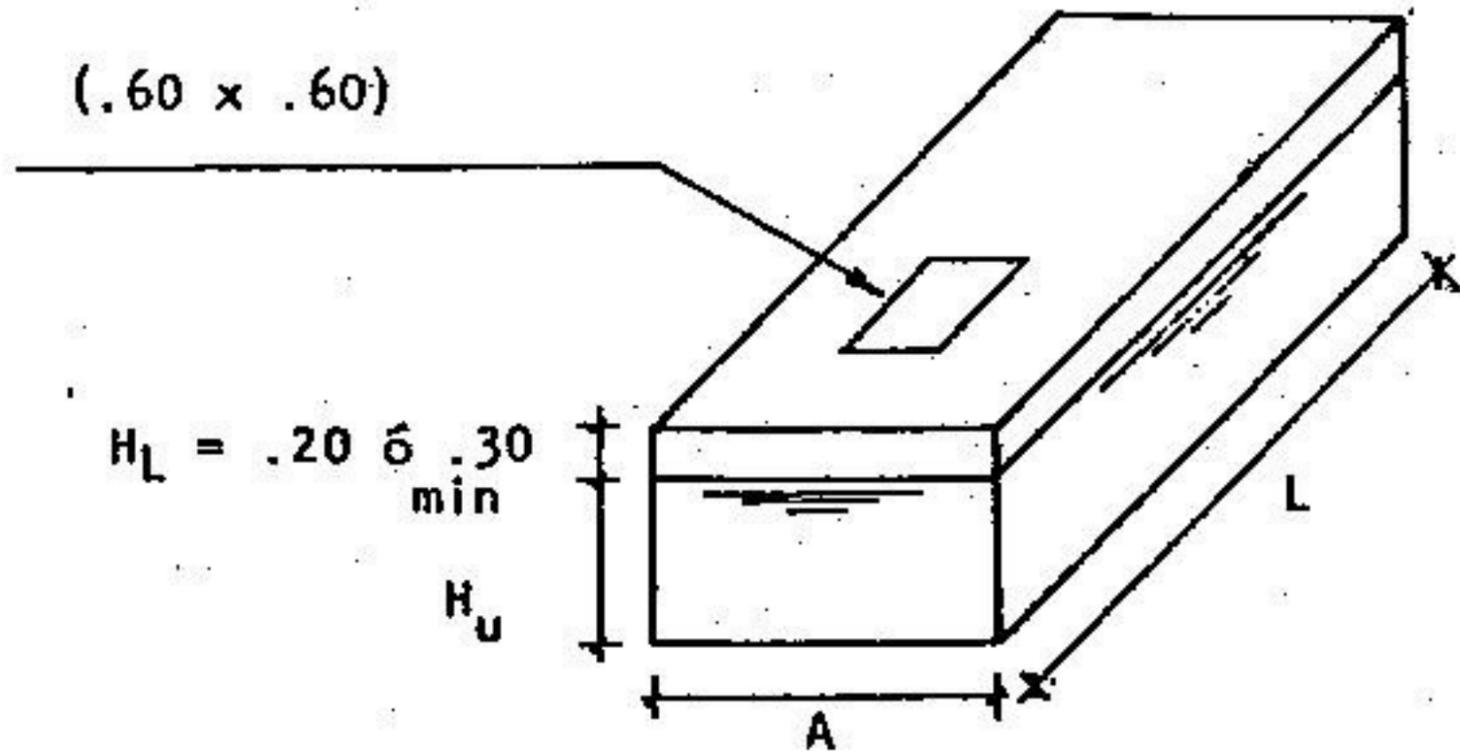
INSPECCION

FIG. 3.6

$$V_c = \frac{3}{4} V_c D$$

$$V_c = b \times H_U = L \times A \times H_U$$

$$H_U = \frac{V_c}{L \times A} \quad (3.6)$$

H_U = altura útil

L = largo de la base

A = ancho de la base

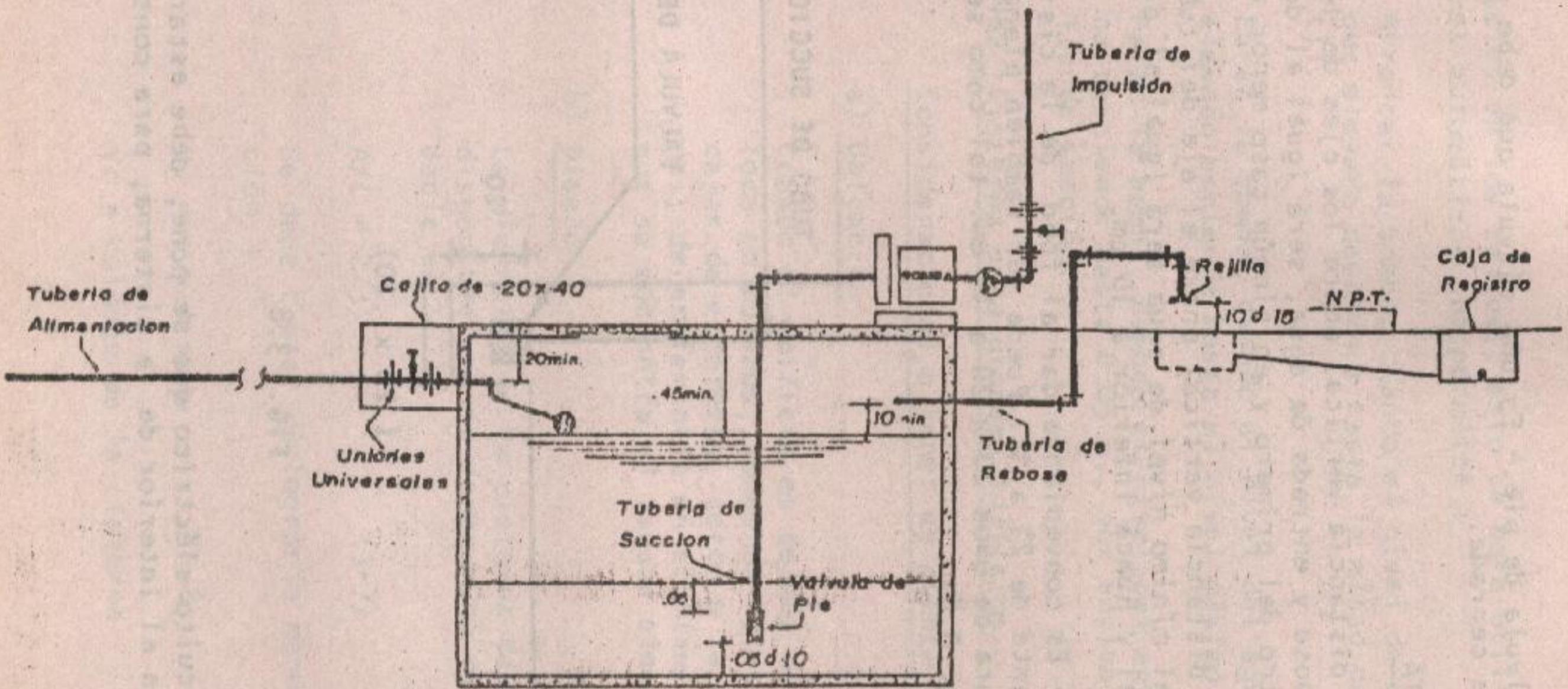
H_L = altura libre

c) Conexiones de la cisterna. - Fig. 3.7

1. Debe tener una válvula de interrupción entre dos uniones universales, esta llave deberá estar ubicada preferentemente cerca de la cisterna.
2. Tubería de succión.- Debe ser menor de 2 m. y su diámetro debe ser superior al de impulsión.
3. Rebose.- Se coloca al nivel de agua máxima, para que en caso de malograrse la válvula flotador, el agua tenga según sitio donde ir. El diámetro mínimo del tubo de rebose a instalarse deberá estar de acuerdo con la tabla 3.1. El agua proveniente de los tanques, deberá dispersarse al sistema de desagüe del edificio en forma indirecta mediante brecha o interruptor de aire de 5 cm. de altura sobre el fijo, techo u otro sitio de descarga.

CAPACIDAD DEL ESTANQUE		DIAMETRO DEL TUBO DE REBOSE
Hasta	5,000 litros	2"
5,001 a	6,000 "	2 1/2"
6,001 a	12,000 "	3"
12,001 a	20,000 "	3 1/2"
20,000 a	30,000 "	4"
Mayores de	30,000 "	6"

Tabla 3.1



CÓNEXIONES DE LA CISTERNA

Figura 317

4. Válvula de pie.- Es una válvula que debe estar siempre cerrada.

NOTA

- La distancia vertical entre los ejes de los tubos de rebose y entrada de agua, será igual al doble del diámetro del primero y en ningún caso menor de 15 cms.
- La distancia vertical entre el eje del tubo de rebose y el mínimo nivel de agua será igual al diámetro de aquel y nunca inferior a 10 cm.

NOTA.- Es conveniente dar al fondo de la cisterna una pendiente de 2% a 3%. Puede ser también plana, con una endidura de unos 20 x 20 a 30 cm. tal como se indica en la Fig. 3.8.

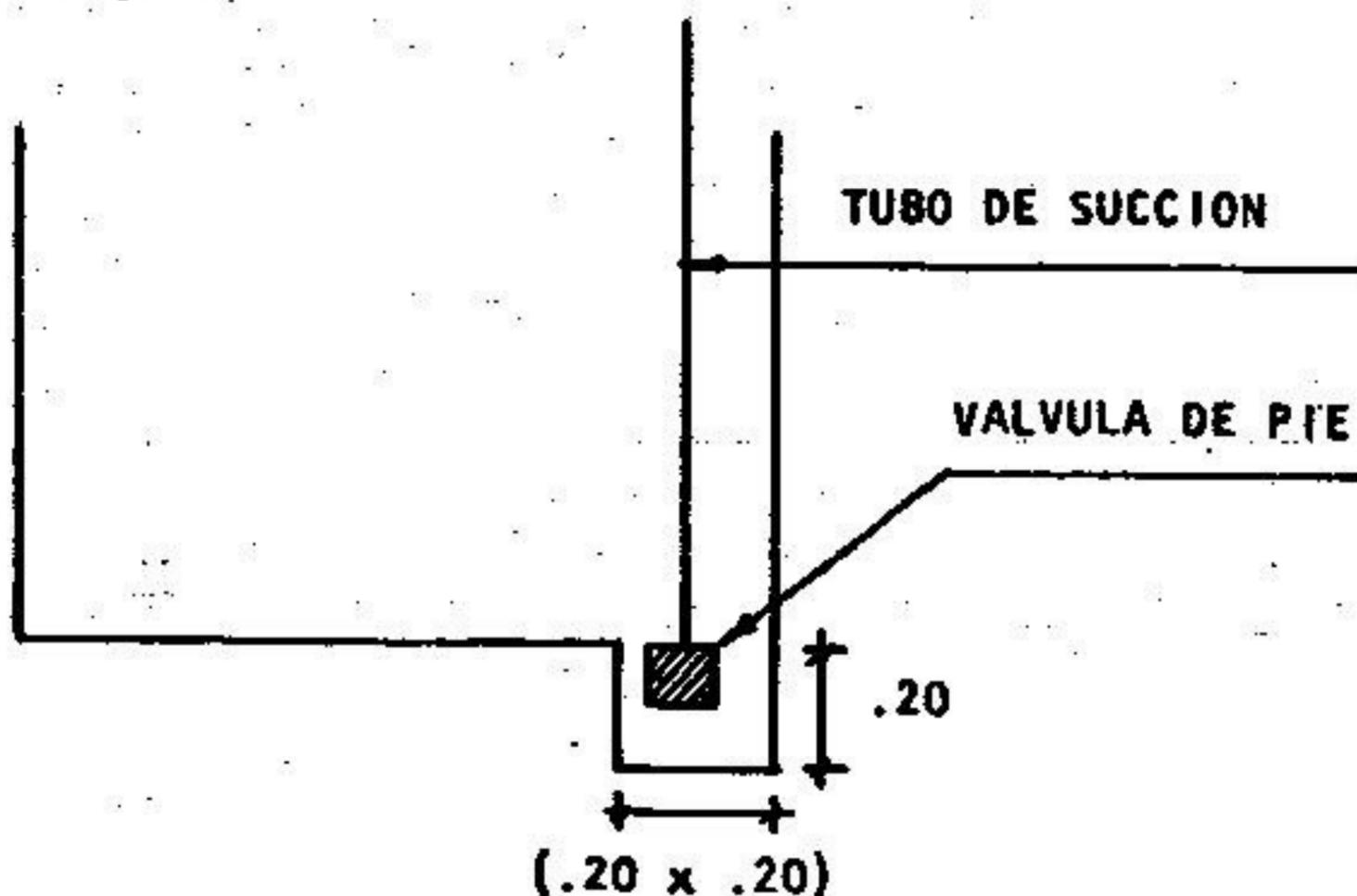


FIG. 3.8

El circuito eléctrico que se pone, debe estar en una cajita en el interior de la cisterna, para controlar los

niveles en los tanques; esto se hará utilizando interruptores automáticos que permiten :

- a) Arrancar la bomba, cuando el nivel de agua en el tanque elevado desciende hasta la mitad de su altura útil.
- b) Parar la bomba, cuando el nivel del agua en el tanque elevado asciende hasta el nivel máximo previsto.
- c) Parar la bomba, cuando el nivel del agua en la cisterna desciende hasta 0.05 m., por encima de la canastilla de succión.

3.462. Cisterna para grandes edificios

Consideraciones a tener en cuenta

a) Ubicación

Cuando el edificio es de más de 4 pisos, se coloca en sótanos, zonas de estacionamiento bajo cajas de escaleras, cerca a la caja de ascensores; de preferencia en el mismo plano vertical que se encuentra el tanque elevado.

b) Diseño

La dimensión de la cisterna depende del área disponible que se tenga. Una relación recomendable es :

$$A/L = 2/3 \quad (3-7)$$

Se debe tratar de lograr la menos altura de succión.

$$V_c = L \times A \times H_u \quad (3-8)$$

V_c = Volúmen de la cisterna

L = Largo de la base

A = Ancho de la base

Hu = Altura útil

Hl = Altura libre

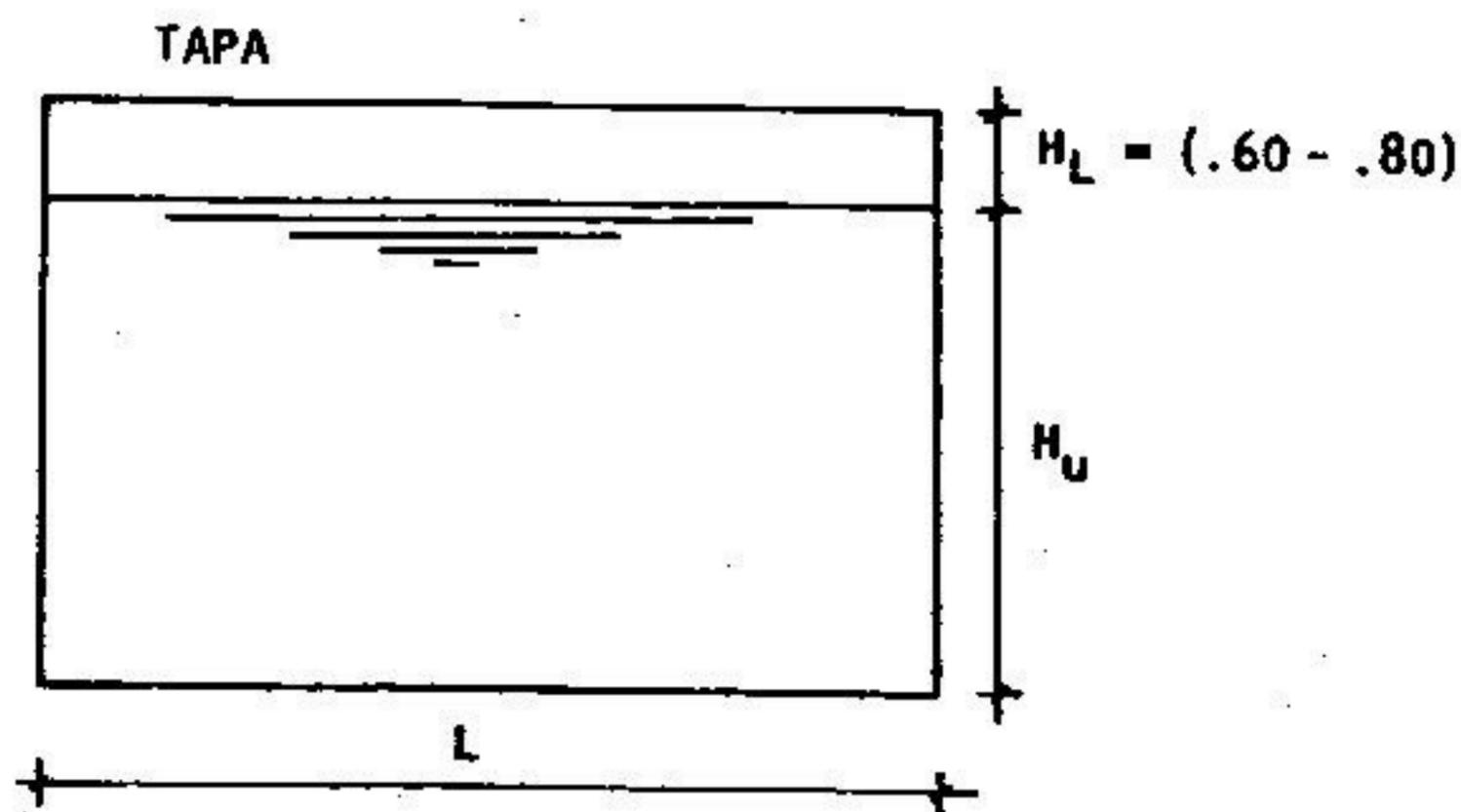


FIG. 3.9

La tapa de la cisterna debe ser del tipo sanitaria y de una dimensión de 0.60 x 0.60, que nos permite la inspección. Al costado de la cisterna, deberá ir un cuarto de bombas; así mismo una caja de desagues con su correspondiente bomba de desague, para impulsar los desechos a la red pública. Las dimensiones del pozo de desague, se diseñan de tal manera que los desechos no se detengan más de 15 minutos y las tuberías de desagues son de hierro fundido o de plástico pesado (SAP).

3.47. CALCULO DE LA TUBERIA DE IMPULSION

3.471. Definición.- Es la tubería que extrae agua de la cisterna y lo lleva al tanque elevado. De - be ser lo más corto posible para evitar pérdi - das de carga.

3.472. Cálculo de la tubería de impulsión.-

$$Q_b = V_{TE} / T \quad (3-9)$$

V_{TE} = Volúmen del tanque elevado

Q_b = Cantidad de agua a bombearse

T = Tiempo de llenado del tanque elevado (máximo 2 horas).

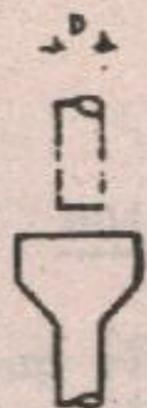
$$Q_b = A \times V = \pi \times \frac{D^2}{4} \times V \quad (3-10)$$

Despejando D , encontramos el diámetro de la tubería de impulsión :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_b}{V \times \pi}} \quad (3-11)$$

El Reglamento Nacional de Construcciones, pro - porciona los diámetros de las tuberías de im - pulsión, en función del gasto a bombearse; Ta - bla 3-2 de esta manera nos ahorramos el cálcu - lo del diámetro por la fórmula dada anterior - mente.

C. CONEXIONES DE LA CISTERNA



MALLA # 100

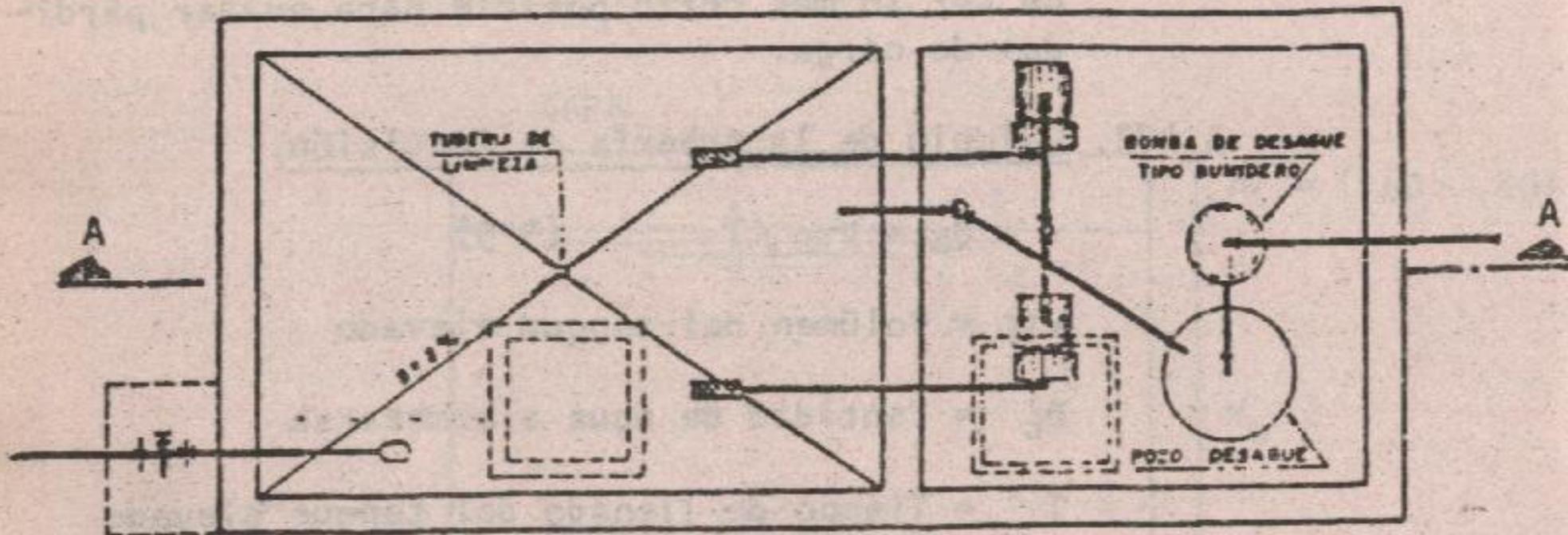


Ø MÍNIMO = 2"

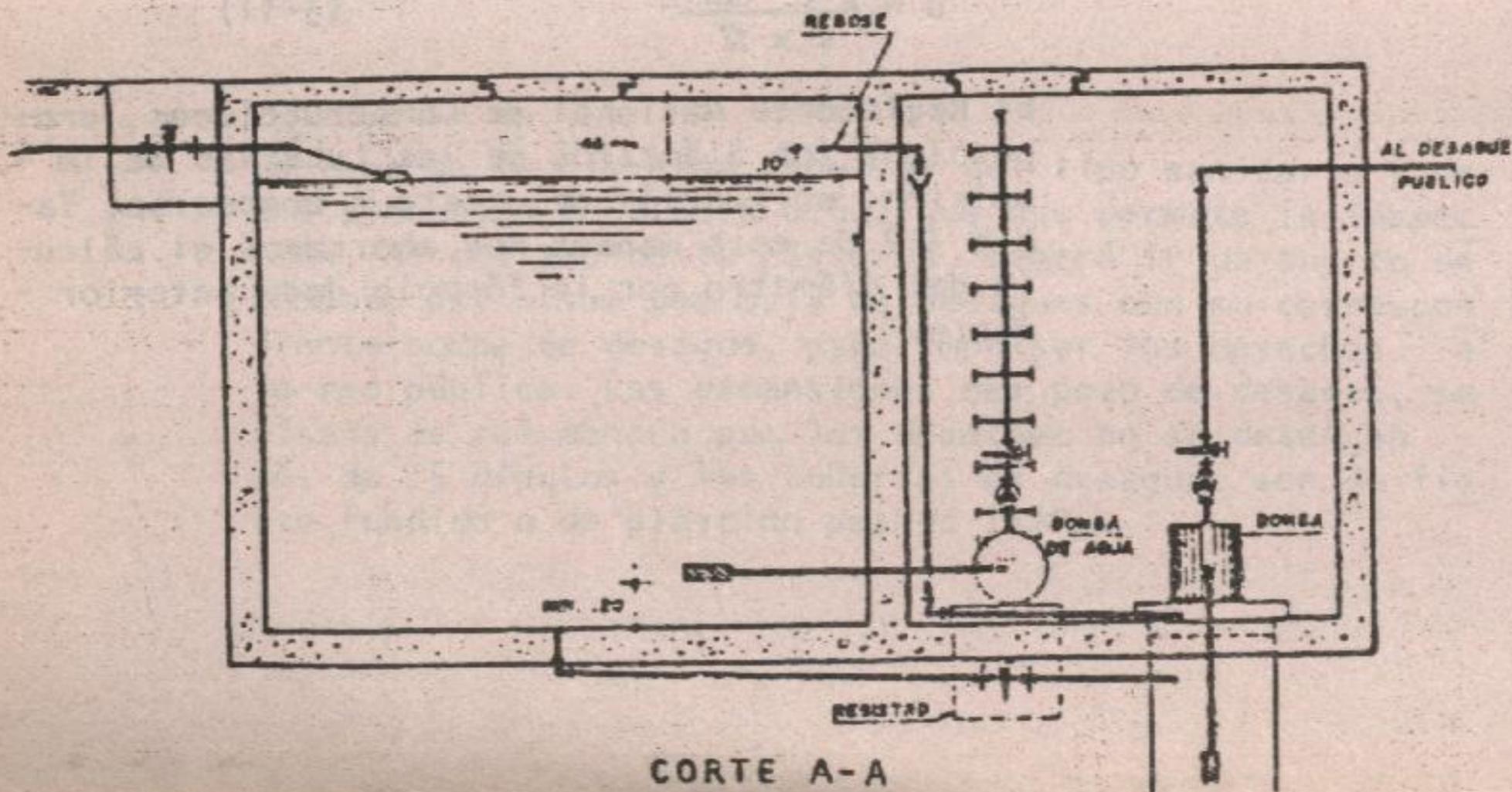
Ø 2 1/2"

Ø 2 1/2"

DETALLE DE REBOSE



PLANTA



Gasto de bombeo en lit/seg.	diámetro de la tubería de impulsión
Hasta 0.50	3/4"
" 1.00	1"
" 1.60	1 1/4"
" 3.00	1 1/2"
" 5.00	2"
" 8.00	2 1/2"
" 15.00	3"
" 25.00	4"

Tabla 3.2

Se puede estimar que el diámetro de la tubería de succión es igual al diámetro inmediatamente superior al de la tubería de impulsión indicada en la Tabla 3.2. La Fig. 3.11 representa un esquema de los empalmes de la tubería de impulsión y succión con la bomba.

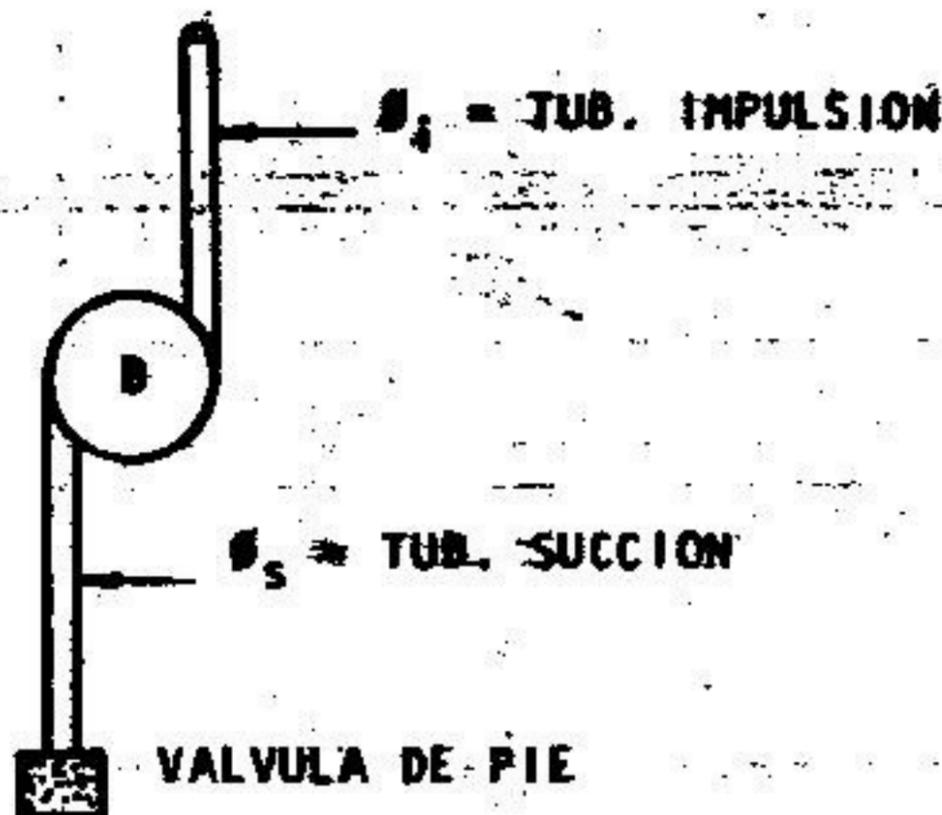


FIG. 3.11

3.48. DEL EQUIPO DE BOMBEO

3.481. Recomendaciones :

1. Los requisitos de bombeo de los sistemas - de distribución de agua instalados dentro de los edificios, deberán ubicarse en ambientes que satisfagan los siguientes requisitos: Altura mínima de 1.60 m; espacio libre alrededor de la bomba suficiente para su fácil reparación o remoción; piso impermeable con pendiente no menor de 2% hacia desagües previstos; puerta de acceso - dotada de cerradura; y ventilación adecuada del local. Los equipos que se instalan en el exterior, deberán de ser protegidos adecuadamente contra la intemperie.
2. Los equipos de bombeo, deberán instalarse sobre fundaciones de concreto adecuadamente proyectadas para absorber vibraciones. La altura mínima de estas fundaciones, deberán ser de 0.15 m. sobre el nivel del piso. Los equipos se fijarán sobre las fundaciones mediante pernos de anclaje, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
3. Para el bombeo de agua en los edificios se recomienda preferentemente la utilización de bombas centrífugas.
4. Las conexiones de la bomba a las tuberías de succión e impulsión, deberán llenar los siguientes requisitos :
 - a) Las uniones entre la bomba y las correspondientes tuberías deben ser del tipo universal o de brida.

- b) Las juntas inmediatamente adyacentes en las tuberías de impulsión de 1 1/4" y mayores será del tipo flexible.
 - c) Las tuberías de succión e impulsión deberán descansar sobre soportes independientes de las fundaciones de la bomba, instalándose con el menor número posible de codos.
5. En la tubería de impulsión inmediatamente después de la bomba, deberá instalarse una válvula de retención y una válvula de compuerta.
 6. Salvo en el caso de viviendas unifamiliares, el equipo de bombeo deberá instalarse por duplicado, manteniéndose ambos equipos en condiciones adecuadas de operación.
 7. La capacidad del equipo de bombeo debe ser equivalente a la máxima demanda de la edificación y en ningún caso inferior a 2 horas la necesaria para llenar el tanque elevado.
 8. En lugares donde se disponga de energía eléctrica, se recomienda que la bomba sea accionada por motor eléctrico de inducción, debidamente seleccionada de acuerdo con las características de la bomba. En este caso los motores deberán ser para corrientes del voltaje de la ciudad.
 9. Los motores deberán tener su alimentación independiente derivada directamente del tablero de control. Los circuitos deberán estar dotados de la protección suficiente

contra sobrecargas y corto circuito.

10. Todo motor eléctrico deberá estar identificado por una placa fija en el cual figuren grabados de forma indeleble, los datos y características del mismo o sea potencia, de corriente, voltaje, marca y número de serie y cualquier otro dato que se considere de importancia.
 11. Los equipos de bombeo para trabajo combinado con las cisternas, tanques elevados, sistemas hidroneumáticos y extinción de incendios, deberán estar dotados de interruptores automáticos que garanticen su adecuado funcionamiento.
 12. Se recomienda la instalación de interruptores-alternadores para garantizar el funcionamiento alternativo de las unidades del bombeo.
- 3.482. Cálculo del equipo de bombeo. - Nos interesa conocer el número de H.P. a utilizar.

$$\text{H.P.} = \frac{Q_b \times H_{DT}}{75 n} \quad \text{Unidades métricas} \quad (3-12)$$

Q_b = Caudal de bombeo (lit/seg.)

H_{DT} = Altura dinámica total (m.)

n = Eficiencia de la bomba (0.5 a 0.6)

1 H.P. = 736 Watts.

$$\text{H.P.} = \frac{Q_b \times H_{DT}}{3960 n} \quad \text{UNIDADES INGLESAS} \quad (3-13)$$

Q_b = Caudal de bombeo (gal/min)

H_{DT} = Altura dinámica total (pies)

n = Eficiencia de la bomba

EJEMPLO.-

Se desea calcular el caballaje de una electrobomba centrífuga para un edificio de 8 pisos; siendo la altura de impulsión desde la bomba - al tanque elevado 28 m. y la altura de succión 3 m. Se estima la población del edificio en 120 personas; una dotación de 200 lit/per/día y la eficiencia de la bomba en 60%.

Datos.-

Población = 120 personas

Dotación = 200 lit/per/día

n = 60%

H_T = 28 m. = 92.4 pies

H_s = 3 m. = 9 pies

Solución.-

. Volumen de consumo diario

$$VCD = 120 \text{ personas} \times 200 \text{ lit/per/día} = 24,000 \text{ lit} = 24 \text{ m}^3.$$

. Volumen del tanque elevado

$$V_{TE} = \frac{1}{3} \times VCD = \frac{1}{3} \times 24 = 8 \text{ m}^3$$

. Caudal de bombeo

$$Q_b = \frac{V_{TE}}{T}$$

T = tiempo de llenado del TE = 1 hora.

$$Q_b = \frac{8}{60 \times 264} = 35 \text{ g.p.m} = 2.2 \text{ lit/seg.}$$

Con el gasto concentrado y utilizando la Tabla 3.2, hallamos la tubería de impulsión, que para nuestro caso será de 1 1/2" y la tubería de succión 2"

Cálculo de la altura dinámica total

$$H_{DT} = H_s + H_T + H_{ft} \quad (3-14)$$

H_{DT} = Altura dinámica total

H_s = Altura de succión

H_T = Altura total

H_{ft} = Pérdida de carga en la tubería de succión más pérdida de carga en tubería de impulsión.

- Pérdida de carga en tuberías de succión (H_{fs})

$$Q_b = 35 \text{ g.p.m} = 2.2 \text{ lit/seg.}$$

$$s = 4.33\%$$

$$\emptyset = 2''$$

$$\therefore H_{fs} = 3.3 \times 0.043 = 0.14 \text{ m.} = 0.46 \text{ pies}$$

3.3 es igual a la longitud de tubería de succión un porcentaje del 10% por longitud equivalente de tubo recto en metros por válvulas y accesorios.

- Pérdida de carga en tubería de impulsión H_{fi}

$$Q_b = 2.2 \text{ lit/seg.}$$

$$S = 18\%$$

$$\emptyset = 1 \frac{1}{2}''$$

$$H_{fi} = 35 \times 0.18 = 6.3 \text{ m} = 20.67 \text{ pies}$$

35 es igual a la longitud de tubería de impulsión más un porcentaje del 25% por longitud equivalente de tubo recto en metros por válvulas y accesorios.

$$\begin{aligned} \therefore H_{DT} &= 9.0 + 0.46 + 92.4 + 20.67 = \\ &= 122.53 \text{ pies.} \end{aligned}$$

. Cálculo del caballaje de la bomba

$$HP = \frac{Q_b \times H_{DT}}{m \times 3960 \eta} =$$

reemplazando valores tenemos :

$$HP = \frac{35 \times 122.53}{3960 \times 0.6} = 1.8 \text{ HP}$$

$$1.8 \text{ HP} \times 0.746 \text{ KW/HP} = 1.32 \text{ KW}$$

3.49. DISEÑO DE TANQUES ELEVADOS

Pueden clasificarse de la siguiente manera :

3.491. Tanques elevados para residencias o edificios de poca altura.

Consideraciones a tomar en cuenta

a) Ubicación

Deben ubicarse en la parte más alta del edificio y debe armonizar con todo el conjunto

arquitectónico. De preferencia debe estar - en el mismo plano vertical de la cisterna, para que sea más económico.

b) Diseño

Para el diseño existen dos criterios :

- . Prefabricados. - Que pueden ser de plástico o de asbesto cemento (eternit). Hay de diferentes capacidades desde 250 litros a 2000 litros.
- . De concreto armado o albañilería. - Debe ser de sección cuadrada y se debe almacenar como mínimo 1 m^3 ó $1/3$ del volumen de consumo diario, es decir :

$$V_{TE} = \frac{1}{3} V_{CD} \text{ ó } 1 \text{ m}^3$$

$$V_{TE} = b \times H_u$$

$$V_{TE} = a \times a \times H_u$$

$$\therefore H_u = \frac{V_{TE}}{a^2} \quad (3-15)$$

b = Area de la base del tanque

a = Valor que nos damos como lado de la base.

V_{TE} = Volumen del tanque elevado, que es conocido.

NOTA. - Al tanque elevado hay que impermeabilizarlo con SIKA.

c) Conexiones. - Fig. 3.12

1. Tubería de impulsión a descarga libre; no

debe llevar flotador.

2. Tubería de rebose, que se le hace descargar a un desague indirecto, con una brecha de aire de 5 cm.
3. Tubería de limpieza.
4. Alimentador ó alimentadores.
5. Interruptor eléctrico.
6. Válvula de compuerta.

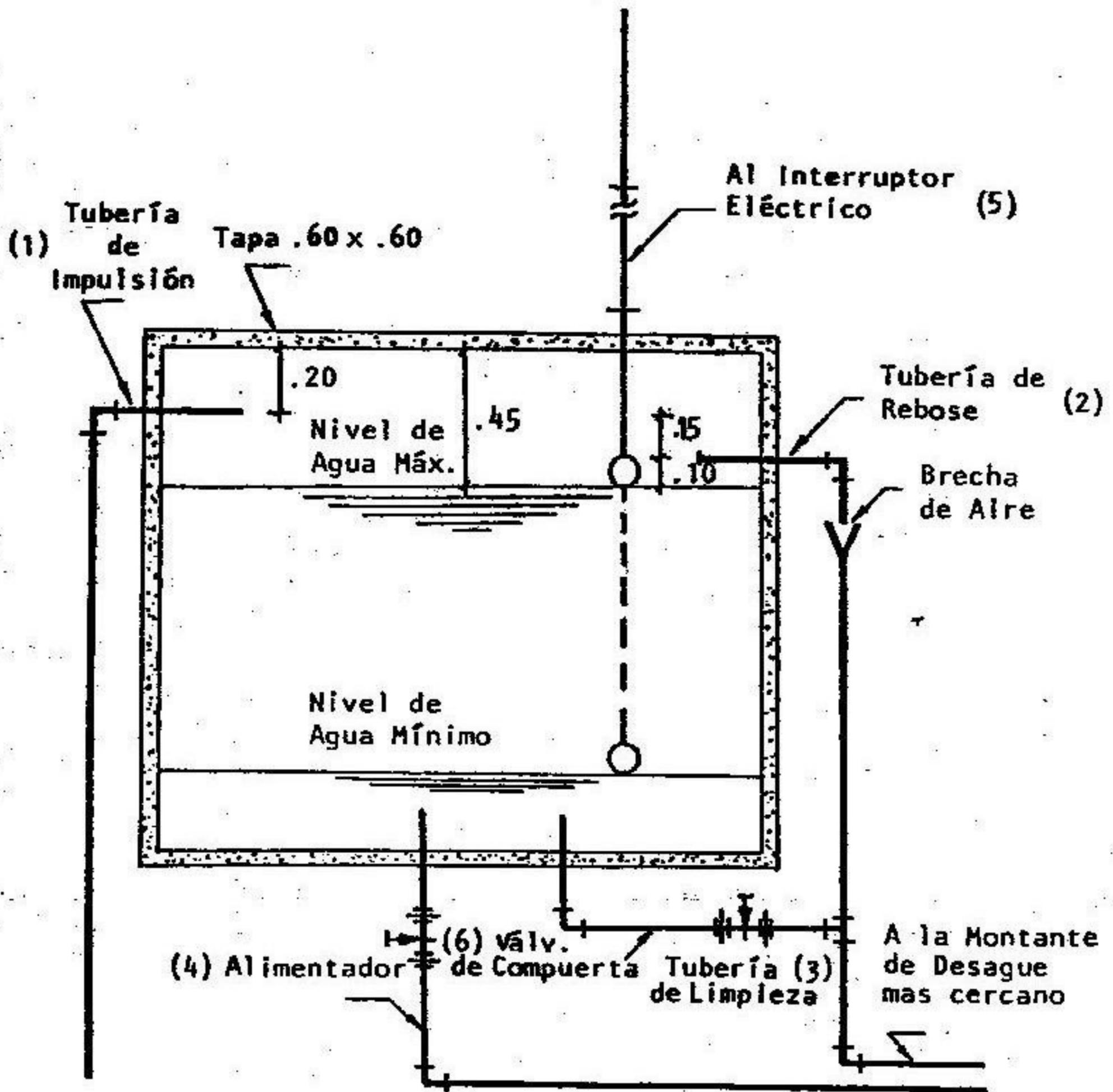


FIG. 3.12

3.492. Tanque elevado para grandes edificios

Consideraciones a tomar en cuenta

- a) Ubicación.- Para edificios de 8 a 14 pisos, la ubicación está definido por cuestiones arquitectónicas. Se ubica de preferencia sobre la caja de ascensores o de la caja de escaleras. Siempre en la parte más alta de la edificación, cuando se trate de edificios no muy altos o en pisos intermedios cuando los edificios son muy elevados.
- b) Diseño.- Para el diseño el volumen de este tanque debe contemplar el volumen de agua contra incendios.

$$V_{TE} = \frac{1}{3} V_{CD} + V_{aci} \quad (3-16)$$

$$H_u = \frac{V_{TE}}{a^2}$$

V_{aci} = Volumen de agua contra incendios = 11 m³

c) Agua contra incendios

El cálculo se hace considerando que 2 mangueras están funcionando simultáneamente a una velocidad de 3 lit/seg. durante 30 minutos; tiempo en el cual arrojan aproximadamente 11 m³, volumen considerado para el diseño de edificios de oficinas o departamentos. Para zonas industriales la velocidad que se considera es 8 lit/seg., arrojando un volumen aproximado de $2 \times 8 \times 30 \times 60 = 28 \text{ m}^3$.

Cuando se tiene bloques de edificios, para calcular el volumen de agua contra incendio se pone 2 mangueras.

El Reglamento Nacional de Construcciones, - especifica que el agua contra incendio debe estar en el tanque elevado.

La Fig. 3.13, es un esquema representativo del agua contra incendios por pisos.

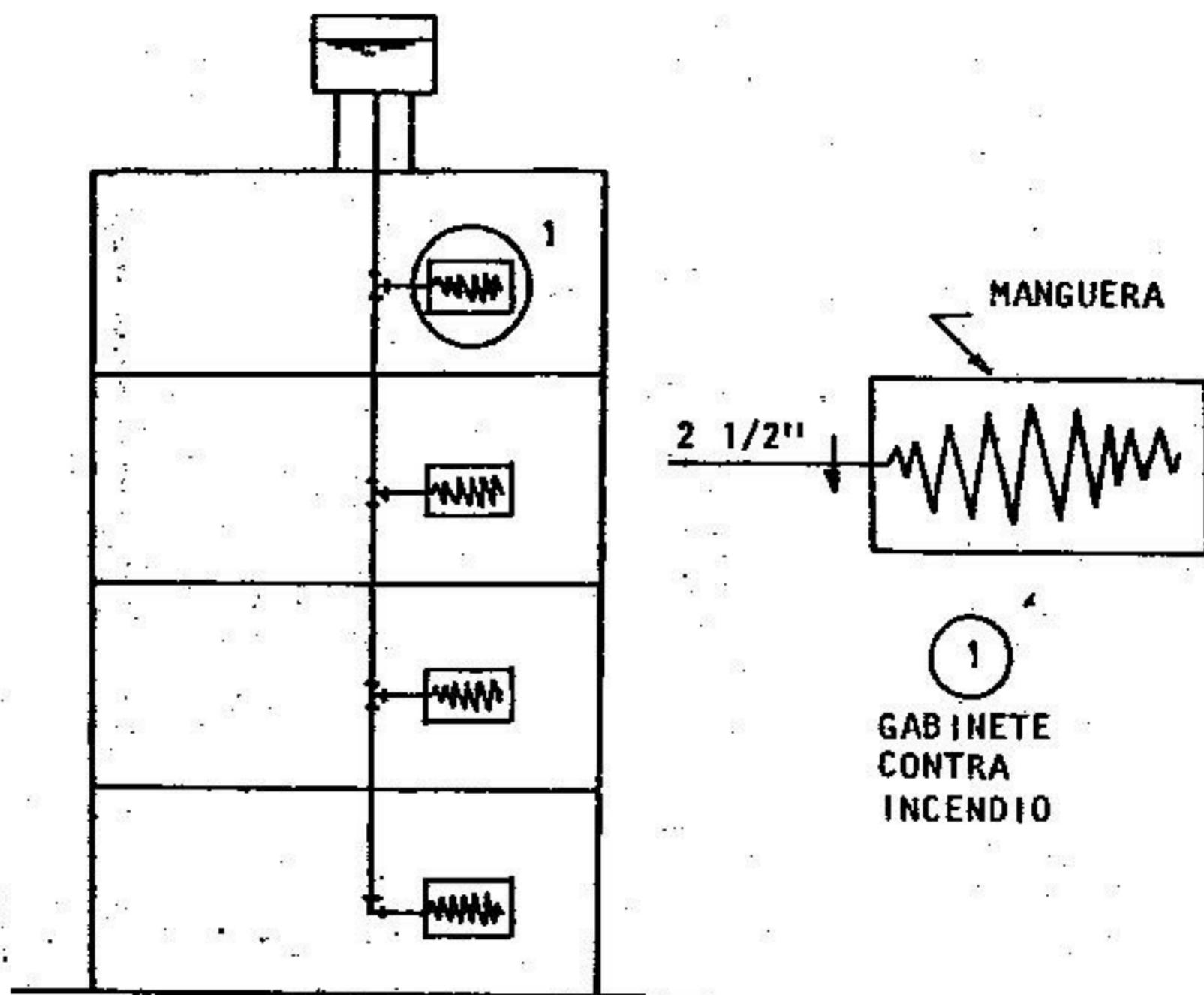


FIG. 3.13

Cuando el agua contra incendios se almacena en la parte baja, el esquema mostrado en la Fig. 3.14, se muestra los elementos a tomar en cuenta.

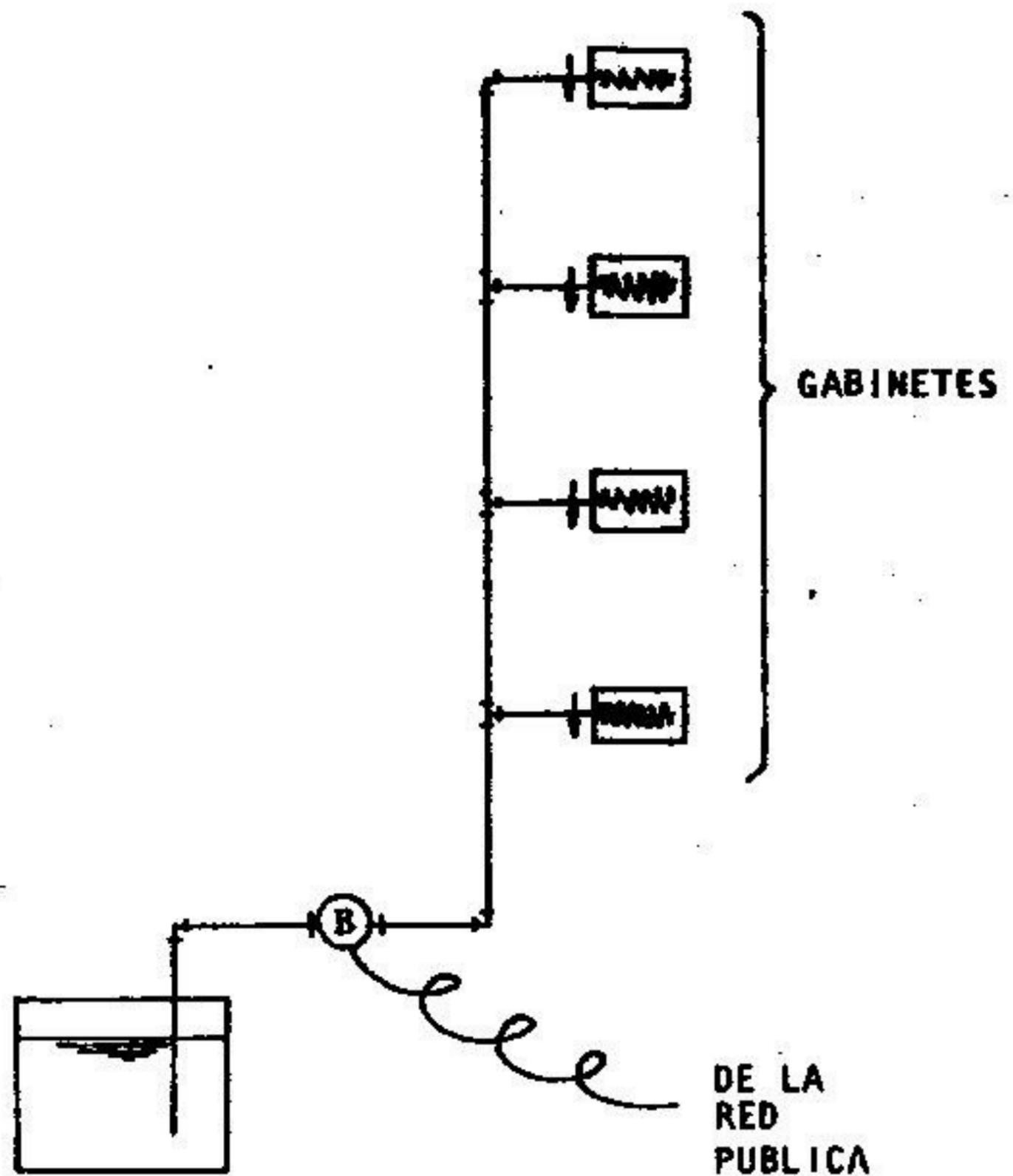


FIG. 3.14

De la Fig. 3.14 se puede decir que hay una bomba que se encarga de proporcionar la presión suficiente hacia los gabinetes.

Hay otro sistema de apagar incendios que consiste de rosiadores (Sprinkler). Este sistema está formado por una red horizontal de tuberías formando mallas, instalada a la altura inmediata a la del cielo raso de los edificios industriales, almacenes, pero no mayor de 30 cm. Estas tuberías están provistas de bocas con válvulas construídas de tal modo que se a

bren automáticamente cuando la temperatura asciende hasta 60° ó 70°C y proyectan una serie de chorros de agua sobre las instalaciones o mercaderías. Fig. 3.15

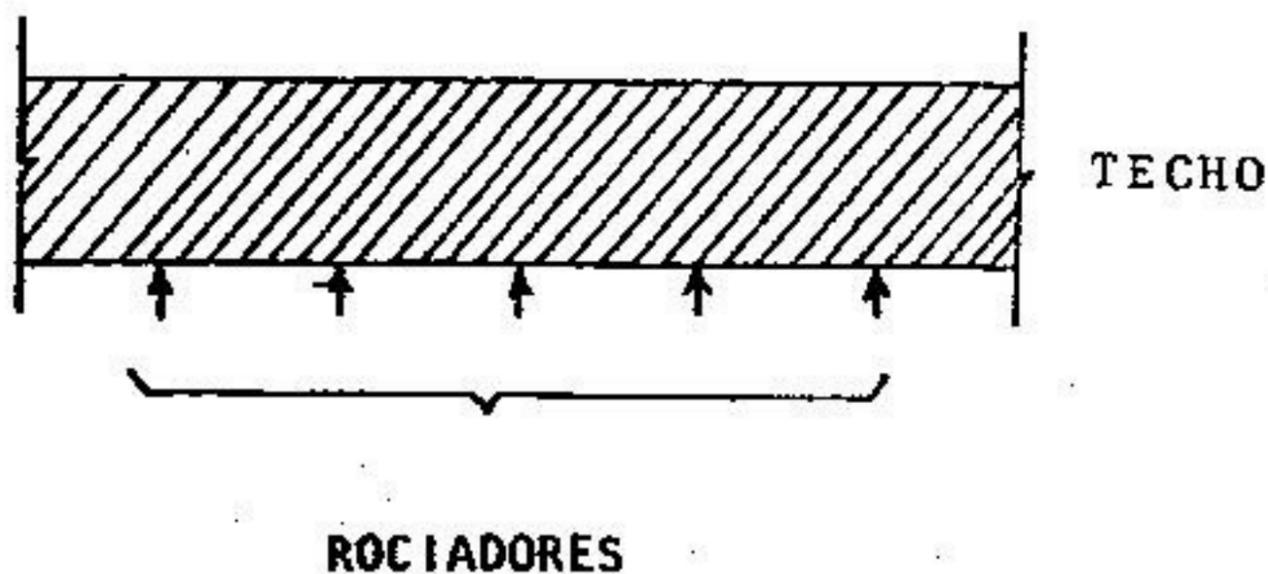


FIG. 3.15

d) Conexiones

La Fig. 3.16 representa un esquema de las diferentes conexiones a tomarse en cuenta en un tanque elevado para grandes edificios.

3.5 SALIDAS DEL TANQUE ELEVADO

3.51. Recomendaciones

En tanques de edificios altos, es conveniente que sean varios alimentadores. La Fig. 3.17 representa un esquema donde se indican la salida o salidas del tanque elevado.

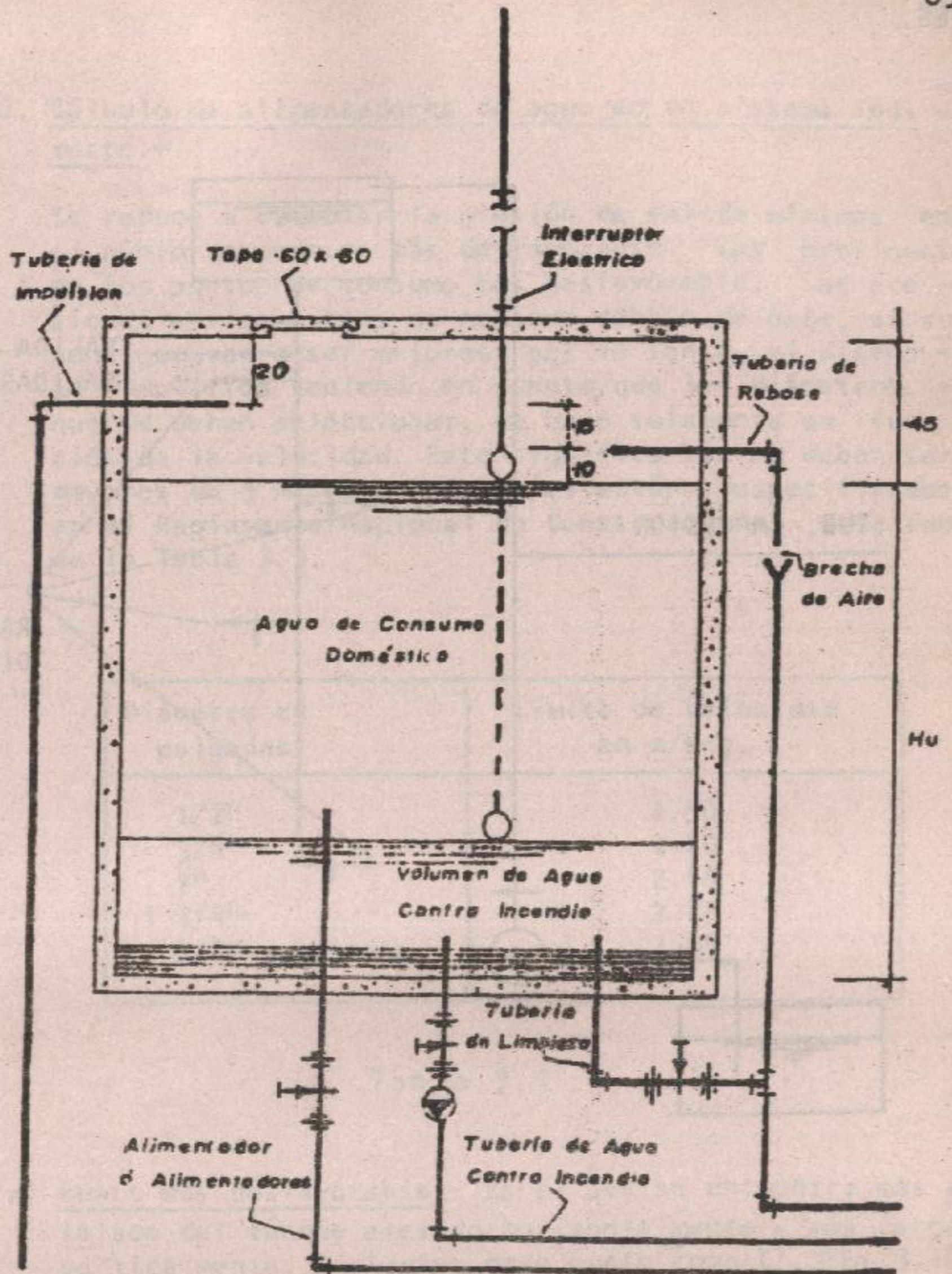


FIG. 3.16

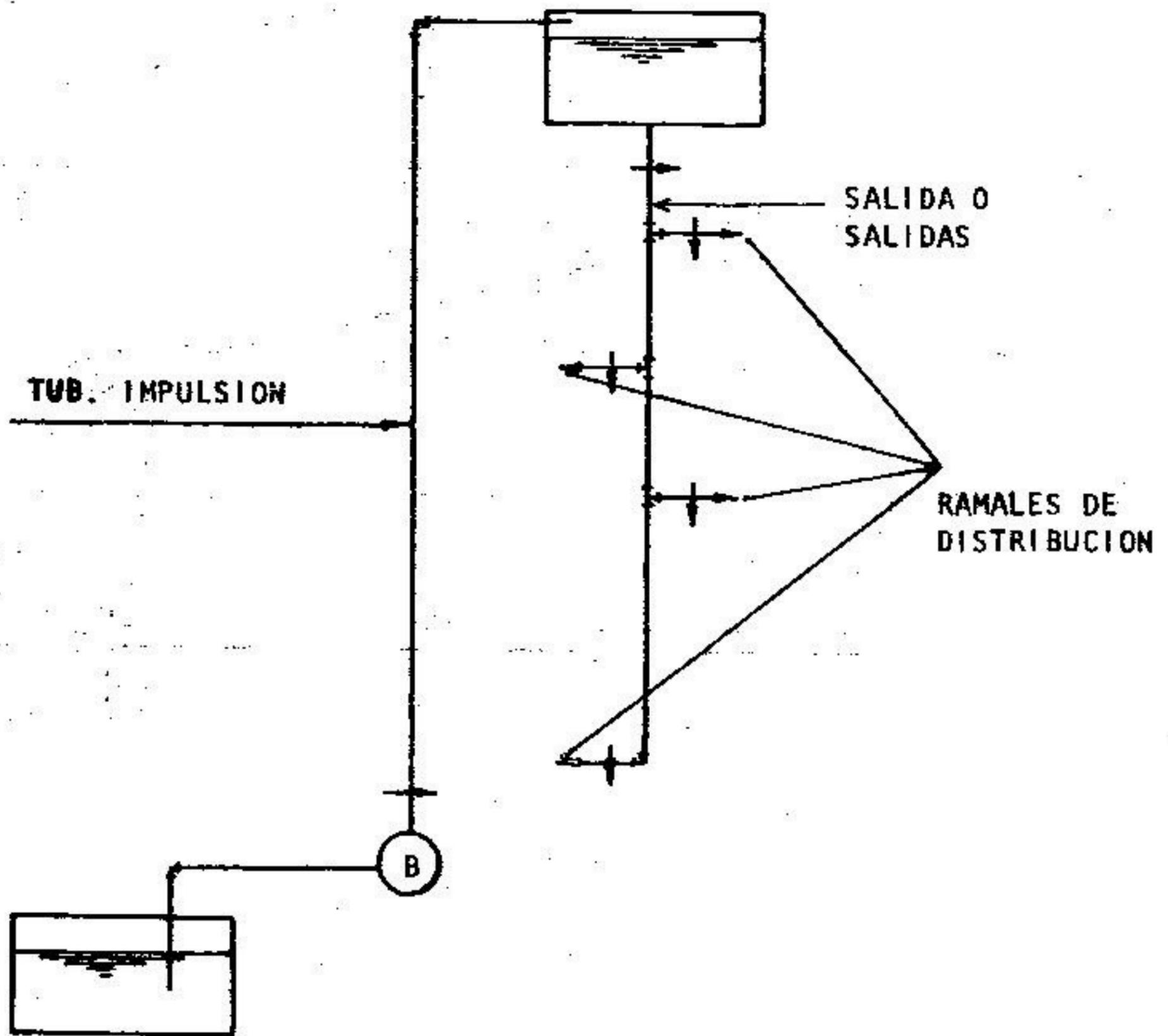


FIG. 3.17

3.52. Cálculo de alimentadores de agua en un sistema indirecto.-

Se reduce a calcular la presión de salida mínimas en el punto de consumo más desfavorable. Las presiones en los puntos de consumo más desfavorable. Las presiones en los puntos de consumo debajo de éste, se supone que van a ser mejores, por lo tanto, el diseño se simplifica teniendo en cuenta que los diámetros que se deben seleccionar, se hace solamente en función de la velocidad. Esto significa que no deben ser mayores de 3 m/seg., los cuales están especificados en el Reglamento Nacional de Construcciones y se dan en la Tabla 3.3.

Diámetro en pulgadas	Límite de velocidad en m/seg.
1/2"	1.90
3/4"	2.20
1"	2.48
1 1/4"	2.85
1 1/2" y mayores	3.05

Tabla 3.3

- a) Punto más desfavorable.- Es el que se encuentra más alejado del tanque elevado horizontalmente y más cerca verticalmente. Cualquier otro punto como C'. Fig. 3.18 está mejor ubicado, igualmente que A' y B'.

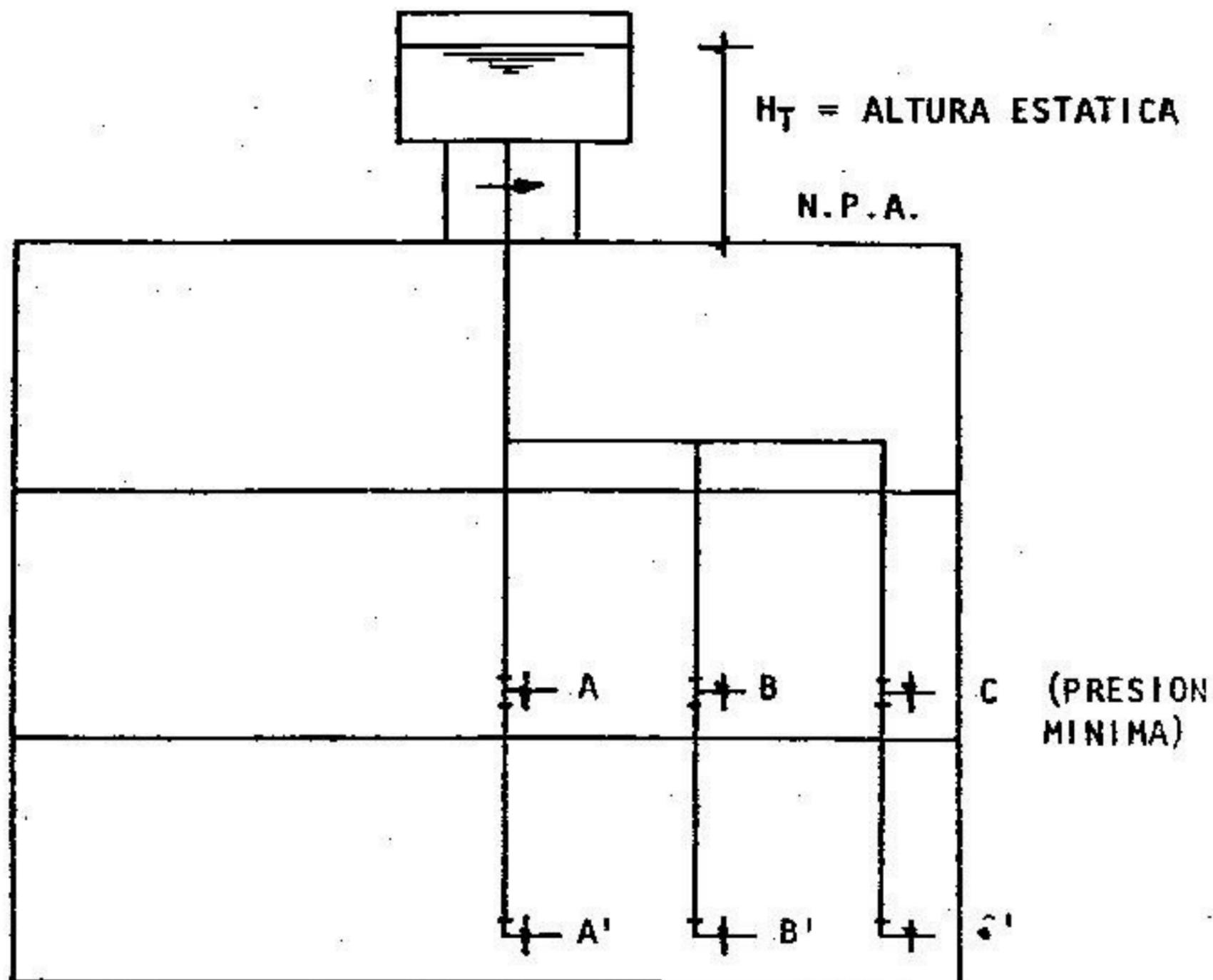


FIG. 318

- b) Cálculo de la presión en el punto de consumo más desfavorable. -

Se debe proceder de la siguiente manera :

1. Determinar la máxima gradiente hidráulica disponible $S_{\text{máx.}}$, considerando el ramal de distribución que abastece el punto de consumo más desfavorable. La máxima gradiente hidráulica, repre-

senta el cociente entre la altura disponible y la longitud equivalente.

$$S_{\text{máx}} = \frac{H_D}{L} \quad (3-17)$$

H_D = Altura disponible

L = Longitud equivalente

Altura disponible.-

Representa el resultado obtenido de descontar la presión mínima requerida a la altura estática entre el punto de consumo más desfavorable y el nivel mínimo en el tanque elevado.

Longitud equivalente.-

Está dado por la longitud real de tubería a la que se aumenta un determinado porcentaje de carga por accesorios. Se puede estimar este porcentaje en 20%, como primer tanteo y para simplicidad de los cálculos.

2. Obtener con la máxima eficiencia hidráulica y el gasto correspondiente los diámetros para cada tramo; estos diámetros son teóricos, por lo que se deben considerar los diámetros comerciales.
3. Con ambos diámetros conocidos y los gastos respectivos en cada tramo, calcular la gradiente hidráulica real.
4. Calcular la pérdida de carga real, multiplicando la longitud equivalente por la gradiente hidráulica real.

5. Calcular la presión en el punto de consumo más desfavorable, descontando a la altura estática total las pérdidas de carga en todos los tramos.
6. Tener en cuenta que cuando aumenta la altura estática de un piso inferior, también aumenta la presión, debiendo cumplirse cualquiera de las siguientes condiciones:
 - a) Que la presión en un punto "x" en el nivel del piso inferior, debe ser igual a la altura estática del punto "x" menos la suma de pérdidas de carga hasta el punto "x".
 - b) Que la presión en un punto "x" en el nivel del piso inferior, debe ser igual a la presión en el punto más bajo, más la altura entre pisos, menos la pérdida de carga en ese tramo.
7. Verificar que la presión obtenida en el punto más desfavorable sea mayor que la presión mínima requerida. De lo contrario, será necesario reajustar los diámetros obtenidos.

3.53. Cálculo de las presiones en los puntos de consumo.

Se debe tener en cuenta que habiéndose obtenido la máxima presión en los puntos más desfavorables, el resto de los tramos requerirán de diámetros menores, siempre que cumplan con las condiciones límites de velocidad y gastos. Se recomienda lo siguiente:

- a) A partir del punto más desfavorable, es necesario determinar la nueva gradiente hidráulica, debiendo cumplir cualquiera de las dos condiciones expuestas en el ítem 6 anterior. En ambos casos la longitud equivalente será la que corresponde al tramo que se está calculando.
- b) Al repetir el proceso de cálculo anterior en los

tramos subsiguientes, se nota que a medida que aumenta la altura estática disponible, también la velocidad va incrementándose hasta calcular valores superiores al máximo recomendable de 3m/seg.; por ello el cálculo se simplifica seleccionando diámetros en función de la velocidad límite.

- c) Proceder el llenado de las hojas de cálculos a fin de ir verificando los resultados.

Ejemplo. - Se quiere diseñar el alimentador de un sistema indirecto de suministro de agua mostrado en la Fig. 3.19.

Solución :

De la Figura No. 3.19 se ve que el punto más desfavorable es H.

Cálculo de la gradiente hidráulica :

$$S_{\text{máx}} = \frac{H_D}{L.e.} = \frac{(4.00 - 2.70) - 3.50}{(4.00 + 6.00 + 2.70 + 5.00) \times 1.2} = 0.15 \text{ m/m}$$

1. Cálculo del tramo AH

Tramo AC

Asumimos $\emptyset = 1 \frac{1}{2}''$

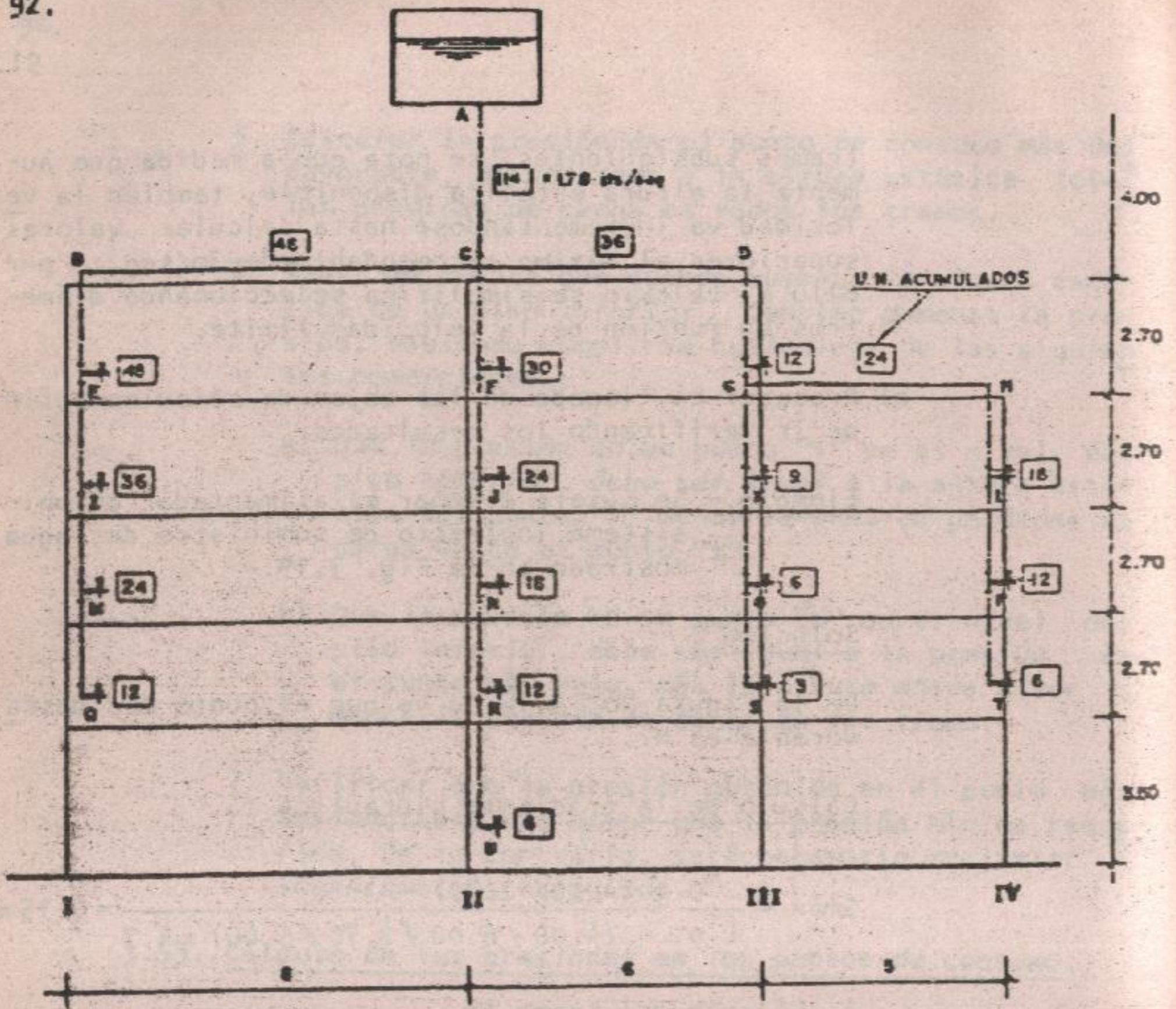


FIG. 3.19

$$Q = 1.78 \text{ lit/seg.} \quad S_r = 0.12$$

$$H_{fAC} = 0.12 \times 4.8 = 0.576 \text{ m.}$$

L.e = 4.8 = Longitud equivalente

$$P_C = 4 - 0.576 = 3.424 \text{ m.}$$

$$P_C = 3.424 \text{ m.}$$

Tramo CD

Asumimos $\phi = 1 \frac{1}{4}''$

$$Q = 0.85 \text{ lit/seg.} \quad S = 0.075$$

$$H_{fAC} = 0.075 \times 7.20 = 0.54$$

$$P_D = 3.434 - 0.54 = 2.884 \text{ m.}$$

$$\therefore P_D = 2.884 \text{ m.}$$

Otra forma de hallar la presión es la siguiente :

$$P_D = H_{CD} - H_{fAD}$$

$$P_D = 4 - (0.574 / 0.54) = 2.804 \text{ m.}$$

Tramo DG

Asumimos $\phi = 1 \frac{1}{4}''$

$$Q = 0.85 \text{ lit/seg.} \quad S_r = 0.075$$

$$H_{fDG} = 0.075 \times 3.24 = 0.243 \text{ m.}$$

$$P_G = 2.884 + 2.70 - 0.234 = 5.341 \text{ m.}$$

$$\therefore P_G = 5.341 \text{ m.}$$

Tramo GH

Asumimos $\phi = 1''$

$$Q = 0.61 \text{ lit/seg.} \quad S_r = 0.11$$

$$H_{fGH} = 0.11 \times 6.00 = 0.66 \text{ m.}$$

$$P_G = 5.341 - 0.66 = 4.681 \text{ m.}$$

$$\therefore P_G = 4.681 \text{ m.} > 3.5 \text{ m.} \quad \text{OK!}$$

Si la presión en H hubiera salido menor que 3.50 m., hay dos alternativas para salvar este inconveniente: o bien aumentamos el diámetro de la tubería o levantamos el tanque elevado.

Cálculo de las presiones a partir del punto H

Tramo HL

Sarertnocnoside@hotmail.com

$$H_D = H_{AL} - P_S - H_{fAH}$$

$$= 9.40 - 3.50 - 2.019 = 3.881 \text{ m.}$$

Otra forma es :

$$H_D = 4.681 + 2.70 - 3.50 = 3.881 \text{ m.}$$

$$L.e_{HL} = 2.70 \times 1.2 = 3.24 \text{ m.}$$

$$S_{\text{máx}} = \frac{3.88}{3.24} = 1.2 \quad 1.00$$

El cálculo se simplifica si calculamos con la velocidad máxima y el caudal. Así, para un caudal de 0.50 lit/seg. y un diámetro de tubería de 1", no debe haber una velocidad mayor de 3 m/seg.

Asumimos $\phi = 1''$

$$Q = 0.50 \text{ lit/seg.} \quad S_r = 0.08$$

$$H_{fr} = 0.08 \times 3.24 = 0.26 \text{ m.}$$

$$P_L = 4.681 / 2.70 - 0.26 = 7.121 \text{ m.}$$

$$\therefore P_L = 7.121 \text{ m.}$$

Tramo LP

Asumimos $\phi = 3/4''$

$$Q = 0.38 \text{ lit/seg.} \quad S_r = 0.18$$

$$H_{fr} = 0.18 \times 3.24 = 0.583 \text{ m.}$$

$$P_p = 7.121 / 2.70 - 0.583 = 9.238 \text{ m.}$$

$$\therefore P_p = 9.238 \text{ m.}$$

Tramo PT

Asumimos $\phi = 3/4''$

$$Q = 0.25 \text{ lit/seg.} \quad S_r = 0.085$$

$$H_{fr} = 0.085 \times 3.24 = 0.275 \text{ m.}$$

$$P_T = 9.238 / 2.70 - 0.275 = 11.663 \text{ m.}$$

$$\therefore P_T = 11.663 \text{ m.}$$

Tramo GKAsumimos $\phi = 3/4''$

$$Q = 0.32 \text{ lit/seg.} \quad S_r = 0.13$$

$$H_{fr} = 0.13 \times 3.24 = 0.421 \text{ m.}$$

$$P_K = 5.341 / 2.70 - 0.421 = 7.62$$

$$\therefore P_K = 7.62 \text{ m.}$$

Tramo K0Asumimos $\phi = 3/4''$

$$Q = 0.25 \text{ lit/seg.} \quad S_r = 0.085$$

$$H_{fr} = 0.085 \times 3.24 = 0.275 \text{ m.}$$

$$P_0 = 7.620 / 2.70 - 0.275 = 10.045$$

$$\therefore P_0 = 10.045 \text{ m.}$$

Tramo OSAsumimos $\phi = 3/4''$

$$Q = 0.12 \text{ lit/seg.} \quad S_r = 0.015$$

$$H_{fr} = 0.015 \times 3.24 = 0.048 \text{ m.}$$

$$P_S = 10.045 / 2.70 - 0.048 = 12.697 \text{ m.}$$

$$\therefore P_S = 12.697 \text{ m.}$$

CUADRO FINAL

Tramo	L	L.e	U.H	Q	Smáx.	Ø	S real	Hf real	Presión
AC	4	4.8	114	1.78	0.151	1 1/2"	0.120	0.576	3.424
CD	6	7.2	36	0.85	0.151	1 1/4"	0.075	0.540	2.884
DG	2.7	3.24	36	0.85	0.151	1 1/4"	0.075	0.243	5.341
GH	5	6.00	24	0.61	0.151	1"	0.110	0.660	4.681
HL	2.7	3.24	18	0.50	1.200	1"	0.080	0.260	7.121
LP	2.7	3.24	12	0.38	2.40	1"	0.18	0.583	9.238
PT	2.7	3.24	6	0.25	2.10	3/4"	0.085	0.275	11.663
GK	2.7	3.24	9	0.32	1	3/4"	0.13	0.421	7.620
KO	2.7	3.24	6	0.25	1	3/4"	0.085	0.275	10.045
OS	2.7	3.24	3	0.12	1	3/4"	0.015	0.048	12.697

CAPITULO IV

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA CON TANQUE HIDRONEUMÁTICO

4.1 DEFINICION

Se define como la alimentación a los puntos de consumo directamente desde la cisterna, con presión dada por un equipo hidroneumático.

4.2 PARTES

4.21 Cisterna

Debe tener una capacidad del 100% del consumo diario del edificio.

4.22 Bomba

Por lo general es una electrobomba de 1/2 ó 3/4 de caballos de vapor. Salvo el caso de viviendas unifamiliares, el equipo de bombeo deberá instalarse por duplicado igual a la demanda máxima estimada para el sistema. Otras consideraciones a tomar en cuenta son las siguientes :

- a) Las bombas deben seleccionarse para una altura dinámica de bombeo por lo menos igual a la presión máxima en el tanque hidroneumático.
- b) Bajo las condiciones de máxima demanda, las bombas tendrán intervalos mínimos de reposo de 10 minutos entre arranques consecutivos.

4.23 Tanque hidroneumático

Es un dispositivo metálico hermético de plancha galvanizada, que está regulada a 2 niveles: Presión mí-

nima y presión máxima.

Otras consideraciones

- 1.- La presión en el tanque hidroneumático, deberá garantizar en todo momento la presión mínima para el aparato más desfavorable.
2. El nivel mínimo de agua en el tanque hidroneumático, deberá tener una altura suficiente para cubrir las conexiones de entrada y salida del agua y evitar las conexiones. Se recomienda que el volumen de agua ocupado por el sello no sea inferior al 10% del volumen total del tanque.
- 3.- Para mantener todo el volumen de aire necesario en el tanque hidroneumático, deberá proveerse de un compresor fijo dotado de filtro, o un dispositivo automático cargador de aire de capacidad adecuada.
- 4.- El sistema hidroneumático deberá dotarse de los implementos que se indican a continuación :
 - a) Dispositivo de control automático y manual.
 - b) Interruptor de presión de arranque a presión mínima y parada de presión máxima.
 - c) Manómetro.
 - d) Válvula de seguridad
 - e) Válvula de compuerta que permita la operación y el desmontaje de los equipos.
 - f) Válvulas de retención de la tubería de descarga de la bomba al tanque hidroneumático.
 - g) Dispositivo de drenaje del tanque, con su correspondiente llave de compuerta.
 - h) Compresor u otro equipo que reemplace el aire perdido en el tanque hidroneumático.
 - i) Dispositivo de control automático de volúmenes de aire y de agua.
 - j) Dispositivo para detener el funcionamiento de las bombas y compresor (si lo hubiere) en caso de fal

ta de agua en la cisterna.

- k) Indicador de nivel de agua dentro del tanque.
- l) Uniones flexibles para absorber las vibraciones.

5.- En ningún caso se permitirá la conexión directa del abastecimiento de agua de la red pública al tanque hidroneumático; la tubería de abastecimiento deberá descargar en la cisterna.

NOTA: En este sistema, como precaución se puede hacer un By-pass para que en caso de deterioro del tanque hidroneumático se asegure el abastecimiento de agua por lo menos al primer piso. Fig. 4.1.

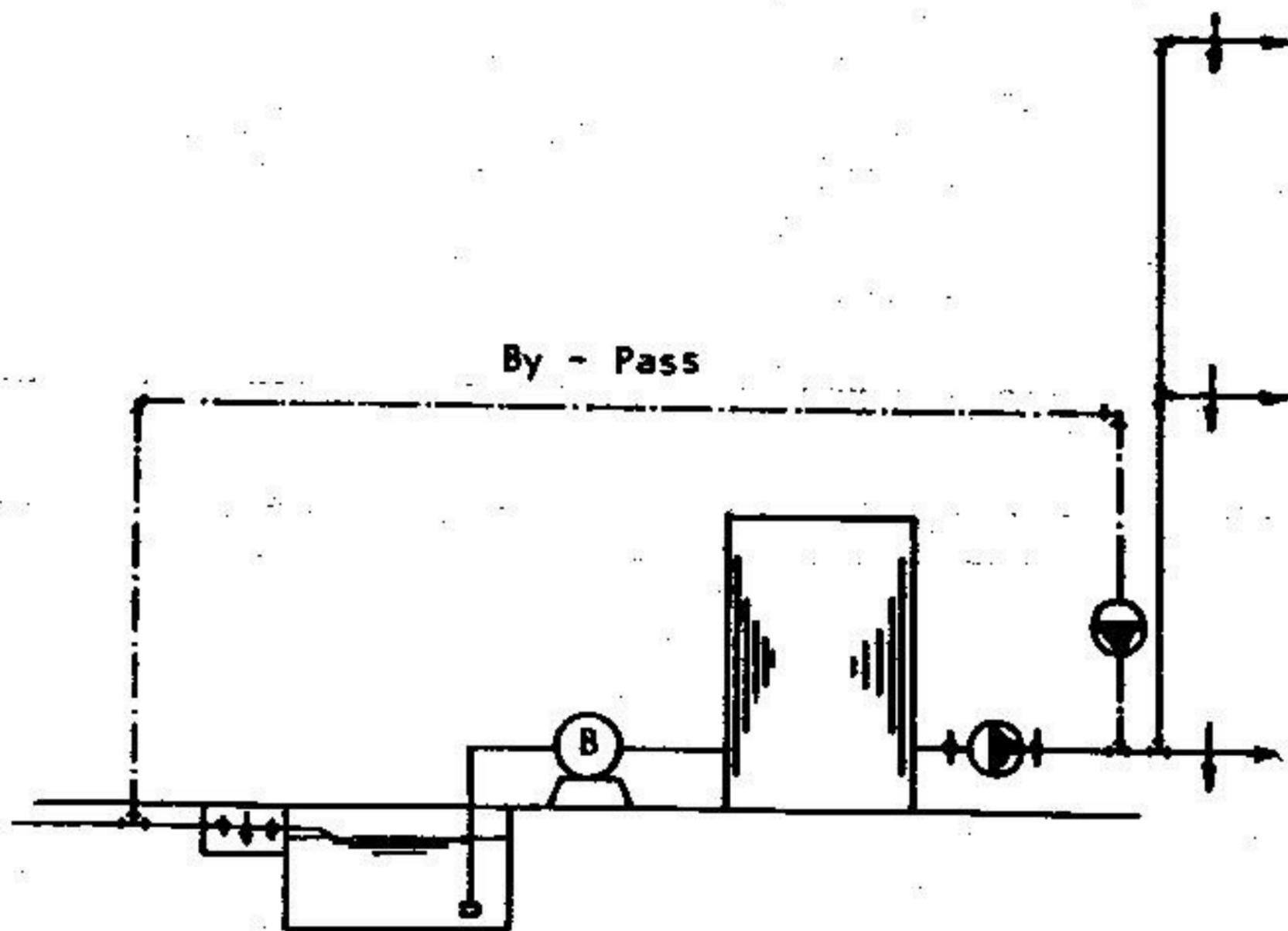


FIG. 4.1

4.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTE SISTEMA

4.31 Ventajas

1. Es un sistema económico, ya que no se requiere construir un tanque elevado.
2. Es de fácil instalación, por ser eléctrico.
3. Soluciona problemas estéticos del tanque elevado.
4. Se consigue presión conveniente, regulando en forma adecuada el equipo hidroneumático.

4.32 Desventajas

1. Al existir un corte de fluido eléctrico, también se interrumpe el flujo de agua.
2. Hay corrosión de las tuberías de agua, cuando son de F°G°

4.4 CALCULOS

4.41 Cálculo de la cisterna

Se diseña para el 100% del consumo diario.

4.42 Bomba

Aquí nos interesa conocer el caballaje de la bomba a emplear.

$$HP = \frac{Q_b \times H_D}{3960 \times \eta} \quad (4-1)$$

Q_b = Gasto a bombearse (gpm)

H_D = Altura dinámica (pies)

$n = 0.6$

$$HP = \frac{Q_b \times H_D}{75 \times n} \quad (4-2)$$

Q_b = Gasto a bombearse lit/seg.

H_D = Altura dinámico (m)

4.43 Volumen del tanque hidroneumático

Se asume como primer tanteo la siguiente expresión :

$$V_{TH} = 10 Q \quad \text{g.p.m} \quad (4-3)$$

V_{TH} = Volumen del tanque hidroneumático (galones/min)

Q = Máxima demanda simultánea.

El volumen del tanque hidroneumático, también puede calcularse por medio de abacos que proporcionan los fabricantes. Para ello, es necesario conocer el gasto en galones/hora y la presión del tanque hidroneumático. Una tabla que nos proporciona el volumen del tanque hidroneumático, es el que se muestra en la página siguiente :

Para calcular la presión de trabajo del tanque hidroneumático partimos de la fórmula siguiente :

$$P_T = H_T + H_f + P_s \quad (4-4)$$

P_T = Presión de trabajo

H_f = Pérdida de carga en todo el recorrido se considera aproximadamente $0.35 P_T$, esto para edificios comunes de 1 a 3 pisos, no muy extendidos horizontalmente.

Reemplazando valores en la expresión anterior tenemos :

$$P_T = \frac{H_T + P_s}{0.65} \quad (4-5)$$

H_T = Altura estática del edificio

P_s = Presión mínima de salida.

La presión de trabajo que da la fórmula, es la presión mínima. El rango de presiones es de 20 lib/pulg².

CUADRO DE SELECCION DE TANQUES HIDRONEUMATICOS

PRESION LIBRAS/PULG. ²										
PARADA	20	20	30	40	50	50	60	60	70	PARADA
ARRANQUE	35	40	50	50	60	70	80	80	100	ARRANQUE
PROMEDIO	275	30	40	50	55	60	75	70	85	PROMEDIO
TAMAÑO DEL TANQUE	CAPACIDAD EN GALONES/HORA									TAMAÑO DEL TANQUE
18	188	230	145	100	90	80	80	80	85	18
32	325	400	260	168	155	140	150	110	120	32
42	450	530	340	240	200	180	180	140	155	42
82	840	1020	660	475	400	355	355	270	295	82
120	1230	1500	970	695	585	520	530	400	445	120
144	1470	1800	1180	830	700	620	630	480	525	144
180	1830	2250	1480	1040	880	770	780	600	660	180
220	2250	2760	1760	1265	1060	940	950	730	800	220
315	3240	3930	2580	1810	1520	1350	1410	1040	1150	315
525	5360	6545	4260	3030	2540	2250	2360	1740	1900	525
1,000	10,400	12,500	8100	6760	4850	4300	4500	3310	3650	1000
1,500	15,300	18,200	12,180	9680	6700	5420	5730	4980	5450	1500
2000	20,400	25,000	16,200	11,500	13,000	8520	9000	6600	7280	2000
3000	30,600	37,500	24,300	17,500	19,500	12,200	13,500	9950	10,900	3000
5000	51,000	62,500	40,500	28,500	32,400	21,400	22,800	16,850	18,300	5000
7500	76,000	94,000	61,000	46,000	48,500	33,400	35,700	25,000	27,400	7500
10,000	102,000	130,000	84,000	57,600	64,800	43,400	45,000	33,100	36,600	10,000

NOTA 1. — La capacidad esta basada en carga atmosferica inicial al nivel del mar

NOTA 2. — Si no se uso cargador de aire aumenta el tamaño del tanque en 50% aproximadamente

CAPITULO V

SERVICIO DE AGUA CALIENTE

5.1 SERVICIO DE AGUA CALIENTE

Los sistemas de abastecimiento de agua caliente están constituidos por un calentador, con o sin tanque acumulador; una canalización que transporta el agua hasta la toma más alejada y a continuación una canalización de retorno que devuelve al calentador el agua no utilizada. De esta manera se mantiene una circulación constante y el agua caliente sale enseguida por el artefacto, sin necesidad de dar primero salida al agua enfriada que habría permanecido en la conducción si no existiera el escape del conducto de retorno. El principal obstáculo para la circulación es el rozamiento, por consiguiente, las cañerías deben ser lisas en su interior de diámetro amplio y sin codos bruscos. Los tubos de cobre son los más aconsejables en las instalaciones de agua caliente.

5.2 RECOMENDACIONES PARA SU INSTALACION

1. La instalación de agua caliente debe satisfacer las necesidades de consumo y ofrecer seguridad contra accidentes.
2. Los equipos deben ser contruidos con materiales adecuados y resistentes a las presiones máximas, temperatura y corrosión; y estarán provistos de todos los accesorios de seguridad y de limpieza requeridos.
3. El equipo de producción de agua caliente deberá estar provisto de dispositivos de control de temperatura, corte automático de la fuente de energía. Dichos dispositivos deberán instalarse en tal forma que suspendan el suministro de calor antes de que el agua en el tanque al -

cance la temperatura de 60°C para viviendas y de 80°C para restaurantes, hoteles, hospitales, clínicas y similares.

4. Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de presión de los sistemas de producción de agua caliente. Dichos dispositivos se graduarán de modo que puedan operar a una presión de 10% mayor que la requerida para el normal funcionamiento del sistema. Se ubicarán en el equipo de producción, o en las tuberías de agua fría, o caliente próximas a él, siempre que no existan válvulas entre el dispositivo mencionado y el equipo.
5. Deberá instalarse una llave de retención en la tubería de abastecimiento de agua fría. Dicha válvula no podrá ser colocada entre el equipo de producción de agua caliente y el dispositivo para controlar el exceso de presión.
6. Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de temperatura en los sistemas de producción de agua caliente. Estos dispositivos se ubicarán en la zona de máxima temperatura del agua, debiendo seleccionarse su capacidad de acuerdo con la capacidad calorífica del equipo y para un gasto de menor de 6 litros de agua por hora, por cada 500 K-cal de capacidad calorífica por hora (1 galón por cada 1250 B.T.U.).
7. Cuando se utiliza dispositivos combinados de temperatura y presión, deben ubicarse en la zona de máxima temperatura del agua.
8. Los escapes de vapor o agua caliente, provenientes de los dispositivos de seguridad y control, deberán disponerse en forma indirecta al sistema de drenaje, ubicando los sitios de descarga de lugares que no ocasionen accidentes a personas.
9. La distribución de agua caliente desde el equipo de pro-

ducción a los aparatos sanitarios o puntos requeridos, se puede realizar con o sin retorno de agua caliente.

10. El sistema de retorno deberá realizarse en aquellos edificios donde se instala equipos centrales de producción de agua caliente.
11. La tubería de alimentación de agua caliente se calcularán de acuerdo a lo estudiado hasta ahora.

5.3 CONSUMOS DE AGUA CALIENTE

Las dotaciones de agua caliente se hará de acuerdo a las tablas que a continuación se muestran :

RESIDENCIAL UNIFAMILIAR Y MULTIFAMILIAR	
Número de dormitorios por vivienda	Dotación diaria en litros
1	120
2	250
3	390
4	420
5	450
Más de 5 a razón de 80 litros/día por dormitorio adicional	

TABLA 5.1

MOTEL Y PENSIONES	
DOTACION DIARIA	150 lit/dormitorio
Esta cifra no incluye las dotaciones para otros servicios anexos, tales como restaurantes, bares, salones de baile, barberías y lavanderías.	

TABLA 5.2

RESTAURANTES	
Area Útil del local en m ²	Dotación diaria
Hasta 60	900 lit.
61 a 100	15 lit/m ²
más de 100	12 lit/m ²
En aquellos restaurantes donde se elaboran alimentos para ser consumidos fuera del local, se calculará una dotación complementaria a razón de 3 litros por - cubierto preparado para ese fin.	

TABLA 5.3

RESIDENCIAS ESTUDIANTILES	
	Dotación diaria
Residentes y personal	50 lit/persona

TABLA 5.4

GIMNACIOS	
Dotación diaria	10 lit/m ² de área útil

TABLA 5.5

HOSPITALES Y CLINICAS	
Hospitales y clínicas con hospitalización.	250 lit/día/persona
Consultorios médicos	130 lit/día/consultorios
Clínicas dentales	100 lit/día/unidad dental

TABLA 5.6

5.4 CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL EQUIPO DE PRODUCCION DE AGUA CALIENTE Y CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Para calcular la capacidad del equipo de producción y capacidad del tanque de almacenamiento, recurrimos a la Tabla 5.7, tabla que está dada en el Reglamento Nacional de Construcciones.

TIPO DE EDIFICIO	Capacidad del tanque de almacenamiento en relación con la dotación diaria en litros.	Capacidad horaria del equipo de producción de agua caliente en relación con la dotación diaria en litros.
Residencial unifamiliar y multifamiliares.	1/5	1/7
Hoteles y Pensiones.	1/7	1/10
Restaurantes	1/5	1/10
Gimnacios	2/5	1/7
Hospitales, clínicas, Consultorios y similares.	2/5	1/6

TABLA 5.7

La capacidad del equipo de producción de agua caliente y del tanque de almacenamiento, podrá también determinarse en base a los gastos por aparatos sanitarios, según el tipo de edificio, utilizando las cifras de la Tabla 5.8. Tabla que se encuentra en el Reglamento Nacional de Construcciones.

DIMENSIONES DE LOS TUDOS DE VENTILACION PRINCIPAL

Diámetro de la Montante	Unidades de descarga ventilados	DIAMETRO REQUERIDO PARA EL TUDD DE VENTILACION PRINCIPAL								
		1 1/4 3.18 cms.	1 1/2 3.81 cms.	2" 5.08 cms.	2 1/2" 6.35 cms.	3" 7.62 cms.	4" 10.16 cms.	5" 12.70 cms.	6" 15.24 cms.	8" 20.32 cms.
Longitud máxima del tubo en metros										
1 1/4 (3.18 cm)	2	9.00								
1 1/2 (3.81 cm)	8	15.00	45.0							
1 1/2 (3.81 cm)	42		9.0	30.0	90.0					
2" (5.08 cm)	12	9.00	23.0	60.0						
2" (5.08 cm)	20	8.0	15.0	45.0						
2 1/2 (6.35 cm)	10	9.0	30.0							
3" (7.62 cm)	10		9.0	30.0	60.0	100.0				
3" (7.62 cm)	30			18.0	60.0	150.0				
3" (7.62 cm)	60			15.0	24.0	120.0				
4" (10.16 cm)	100			11.0	30.0	78.0	300.0			
4" (10.16 cm)	200			9.0	27.0	75.0	270.0			
4" (10.16 cm)	500			6.0	21.0	54.0	210.0			
5" (12.70 cm)	200				11.0	24.0	15.0	300.0		
5" (12.70 cm)					9.0	21.0	90.0	270.0		
5" (12.70 cm)	1,100				6.0	15.0	60.0	210.0		
6" (15.24 cm)	350				8.0	15.0	60.0	120.0	390.0	
6" (15.24 cm)	620				5.0	9.0	38.0	90.0	330.0	
6" (15.24 cm)	960					7.0	30.0	75.0	300.0	
6" (15.24 cm)	1,900					6.0	21.0	60.0	210.0	
8" (20.32 cm)	600						15.0	45.0	150.0	390.0
8" (20.32 cm)	1,400						12.0	30.0	120.0	360.0
8" (20.32 cm)	2,200						9.0	24.0	105.0	330.0
8" (20.32 cm)	3,600						8.0	18.0	75.0	240.0
8" (20.32 cm)	3,600						8.0	18.0	75.0	240.0
10 (25.40 cm)	1,000							23.0	38.0	300.0
10 (25.40 cm)	2,500							15.0	30.0	150.0
10 (25.40 cm)	3,800							15.0	24.0	105.0
10 (25.40 cm)	3,800							8.0	18.0	75.0

5.5 CALENTADORES DE AGUA

5.51 Clasificación

Se clasifican de acuerdo con el agente empleado en la producción de calor; puede ser carbón, gas, fuel-oil, vapor o electricidad

Las características de un calentador de agua son: El número de litros por hora que suministra y el número de grados a que eleva la temperatura; para el servicio doméstico el agua caliente se suministra a $55^{\circ} - 60^{\circ}\text{C}$; para restaurantes y otros casos especiales se requiere a veces temperaturas de $70^{\circ} - 80^{\circ}\text{C}$.

5.52 Calentadores eléctricos

Consiste de un depósito metálico revestido con un material aislante y encerrado dentro de una envolvente también metálica.

Tienen un gran inconveniente por el alto costo que representa la calefacción eléctrica. Para amortiguar este alto costo en algunas poblaciones se han establecido tarifas más bajas para el consumo hecho fuera de las horas de máximo consumo (horas punta). Para estos casos se construye unos calentadores formados por un depósito bien aislado con dos elementos eléctricos de calentamiento, uno para las horas de tarifa normal y otro para horas de tarifa rebajada, accionadas por interruptores horarios automáticos, y con reguladores de presión y temperatura. (Fig. 5.1). Tienen otro inconveniente que es el alto costo de su mantenimiento y volumen limitado de almacenamiento; por lo general se usan de capacidades de (80 - 100 litros); pero hay también capacidades de 50, 150 y 200 litros.

Sus elementos principales son :

- 1.- Una resistencia eléctrica que permite calentar el agua.
- 2.- Un termostato regulable, que interrumpe la corriente cuando la temperatura alcanza un cierto límite y lo restablece nuevamente al descender hasta otro límite, ambas citadas de antemano. Debe así mismo poseer un termostato de comprobación.

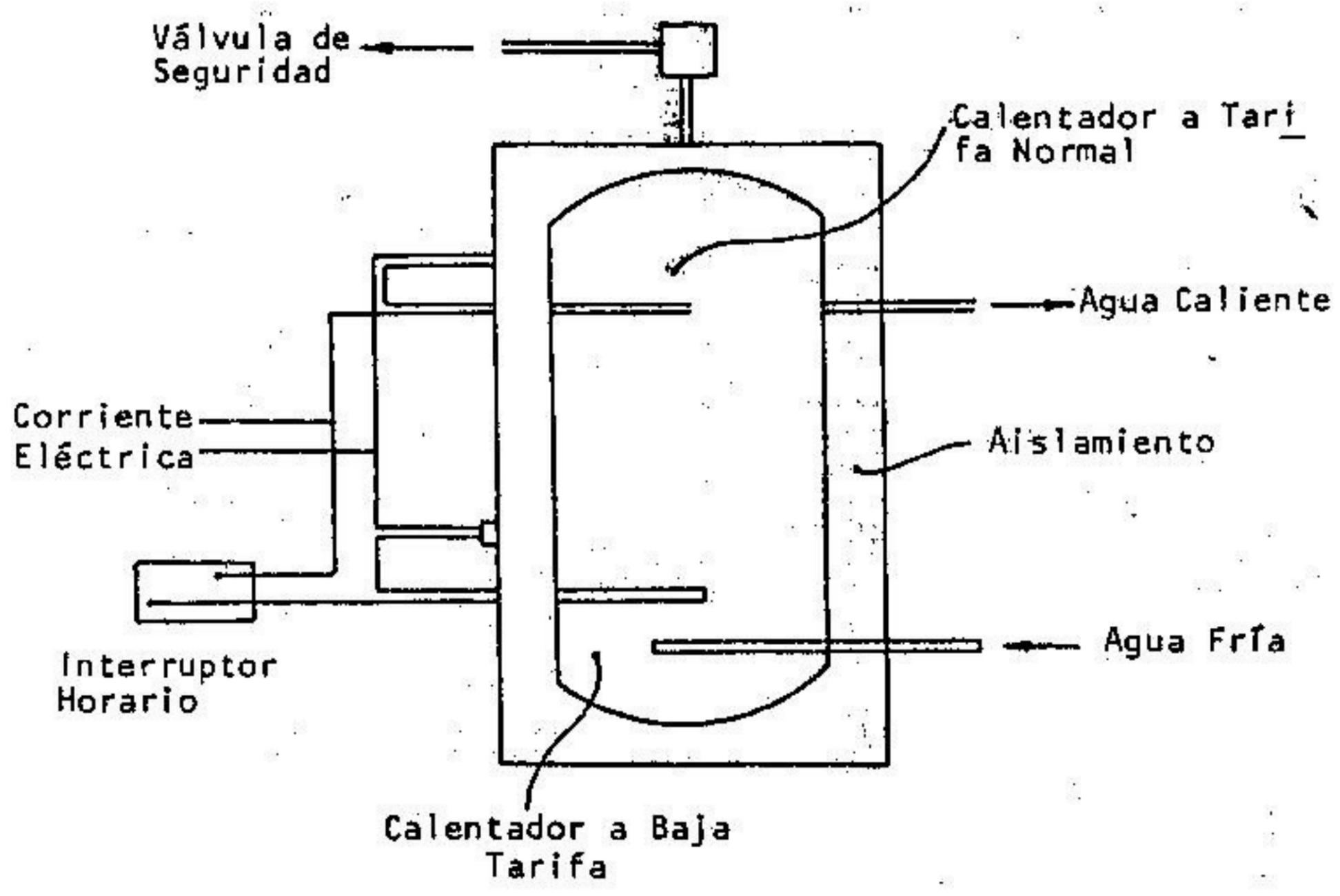


FIG. 5.1

Ubicación :

Se ubican preferentemente en el ambiente que se va a servir; también se puede colocar en zonas libres, patios de servicio, en azoteas. Por lo general los arquitectos lo ubican en closets; dentro de los baños es una buena solu -

ción.

Nota.- En una vivienda por lo general se coloca 2 termos.

5.53 Calentadores a Gas

Existen dos tipos de calentadores a gas; los instantáneos y los que tienen acumulador.

5.531 Calentadores Instantáneos o Contínuos

Estos producen el agua en forma instantánea y no tienen depósito de reserva de agua caliente. La entrada de gas se regula de acuerdo con el caudal de agua que pasa a través del calentador y se aumenta automáticamente la cantidad de gas que alimenta las llamas. Fig. 5.2. El agua circula por un serpentín de tubo de cobre, siendo calentado por un mechero de gas aplicado en la parte inferior del serpentín. Para estos calentadores es necesario que se disponga de una buena presión de agua y de un abundante y regular suministro de gas.

5.532 Calentadores con depósito acumulador

Están formados por un depósito servido por un serpentín de menor capacidad que el empleado en los calentadores instantáneos de igual capacidad. El agua del tanque pasa al serpentín donde se calienta periódicamente, a medida que lo requiere la temperatura deseada. Cuando se saca agua caliente del tanque, éste se acaba de llenar de agua fría y el termostato abre la válvula del gas y éste se enciende por medio de una llama piloto. Este tipo de calentador se fabrica con tanques de 300 a 2500 litros.

Ubicación :

Se los ubica en los baños, pasadizos, etc. Con estos calentadores se puede repartir agua a toda la casa y la tubería a emplearse debe ser de cobre.

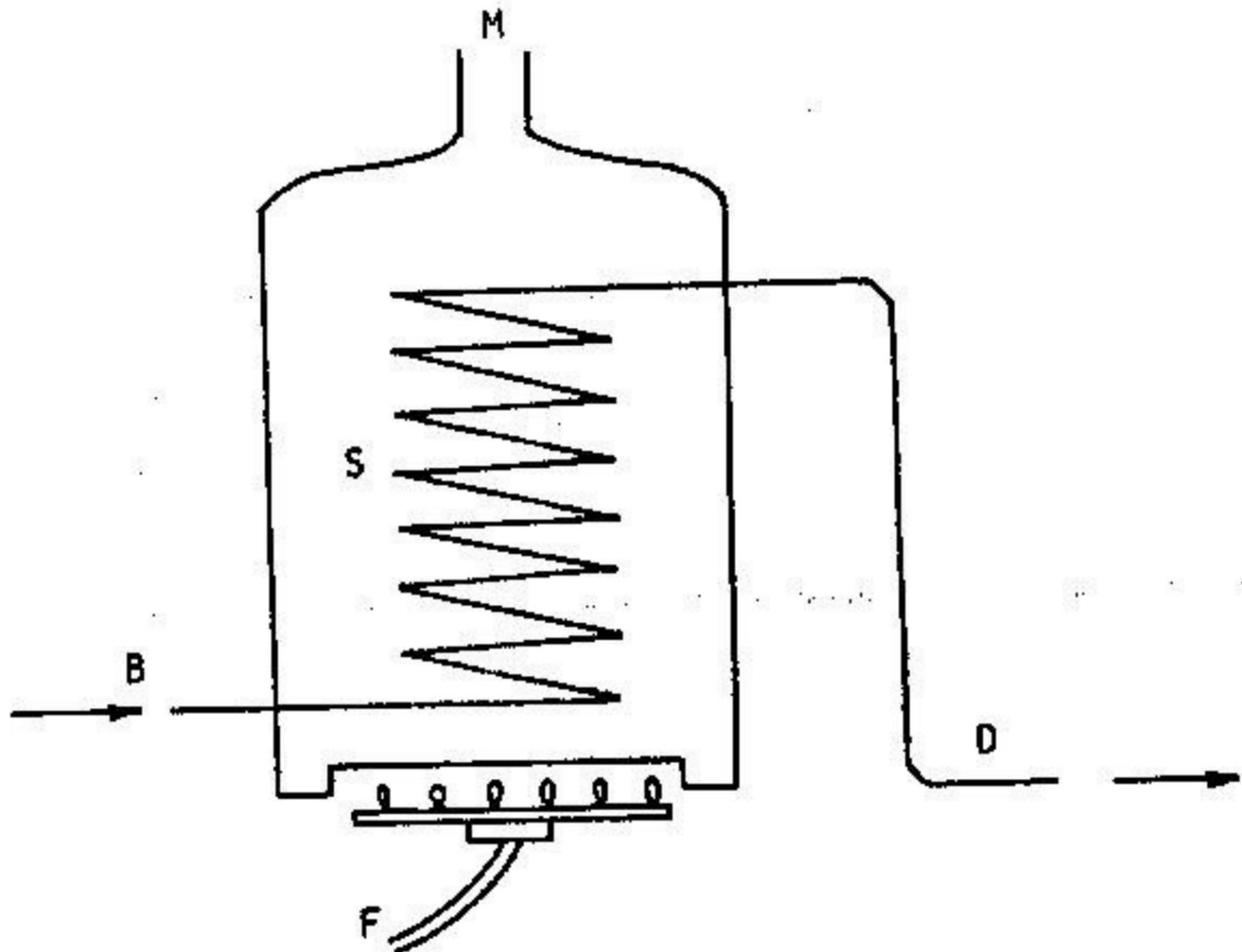


FIG. 5.2

Partes de que consta :

- S.- Serpentín
- B.- Entrada de agua fría
- D.- Salida de agua caliente
- F.- Conducto de gas
- M.- Evacuación de gas procedentes de la combustión.

CAPITULO VI

REDES DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN

6.10 DEFINICION

Son tuberías que permiten la evacuación de las aguas usadas en el predio. Además eliminan los malos olores que pueden existir en los aparatos sanitarios. Paralelamente a las tuberías de desague se abren las de ventilación, distribuidos en tal forma que impidan la formación de vacíos o alzas de presión que pudieran hacer descargar las trampas, o introducir malos olores en la edificación.

6.20 MATERIALES UTILIZADOS

Deberán utilizarse tuberías de fierro fundido y cloruro polivinilo (PVC) en: montantes y colectores para aguas servidas, residuales, industriales y aguas de lluvia.

Las tuberías más usadas son de plástico, fierro fundido y asbesto cemento. En toda área techada se exige que sea de plástico o fierro fundido; se permite el uso de tuberías de arcilla vitrificada solamente enterradas. En áreas descubiertas puede utilizarse tuberías de concreto normalizado y retirados no menos de un metro de la cimentación de la estructura básica considerada.

Cuando hubiere tuberías de desague que conduzcan líquidos corrosivos, y las correspondientes tuberías de ventilación, serán de material resistente a la corrosión.

Las tuberías de ventilación se construirán de fierro fundido o galvanizado, o asbesto cemento, o PVC u otro material previamente aprobado.

Las uniones para las tuberías deberán estar de acuerdo a la clase de estas, pudiendo ser de los siguientes tipos: espiga y campana, soldable, con bridas, roscada, o cualquier otro tipo, sujeto a aprobación.

6.30 DISEÑO DE LAS REDES DE DESAGUE

Hay que considerar :

6.31 Criterios a tomar en cuenta :

1. Ubicación de la montante
2. Ubicación de la salida de aparatos
3. Ubicación de registros de limpieza.

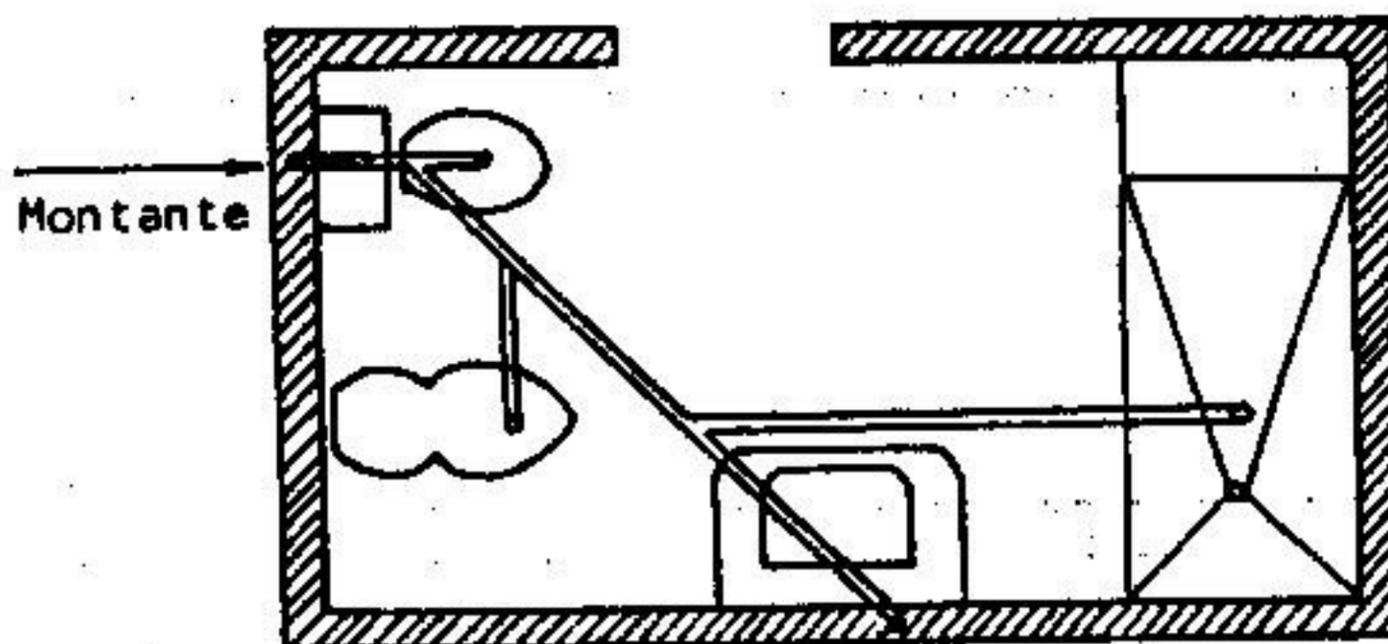


FIG. 6.1

1. Ubicación de la montante

Se debe ubicar preferentemente lo más cerca del inodoro. Debe estar en muros de 25 cm., y no debe cortar vanos de puertas y ventanas, tampoco vigas o elementos es

tructural. En caso de ser necesario debe calcularse el refuerzo correspondiente.

2. Ubicación de salida de aparatos

Se debe buscar una buena posición de los aparatos dentro del ambiente a servir, que permita una buena circulación y no resulten apretados. Hay que considerar que existen aparatos que descargan en la pared y otros en el piso, así :

- El lavatorio siempre descarga por la pared, ver Fig. 6.2, igualmente los urinarios de pared.
- El inodoro, bidet y tina descargan en el piso.

La distancia mínima del muro terminado y el eje de descarga del inodoro debe ser 30 cm.; en el caso del bidet 25 cm. y en tinas 20 cms.

NOTA: Todo aparato sanitario lleva trampa sanitaria, pero existen aparatos como el inodoro que tienen trampa incorporado.

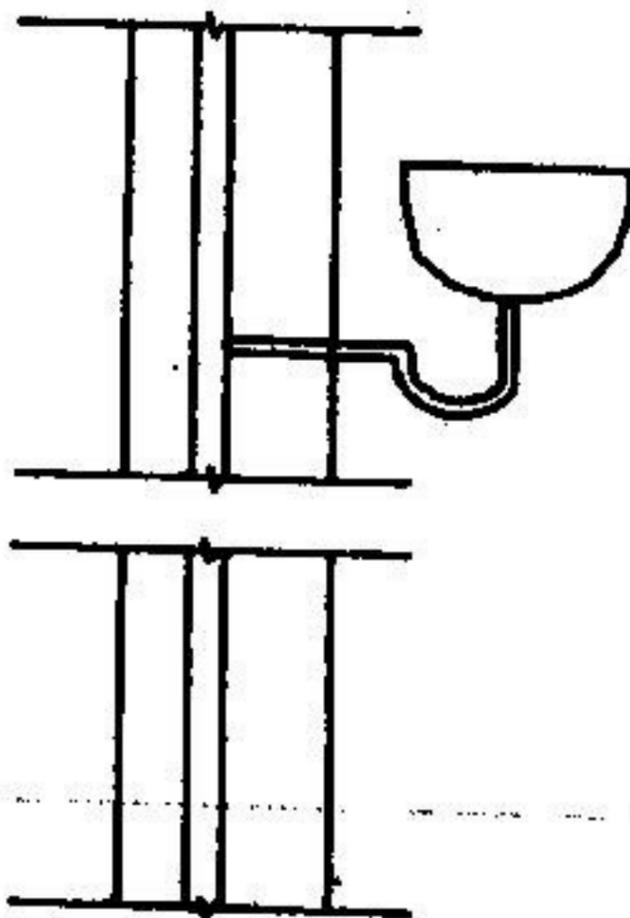


FIG. 6.2

3. Ubicación de los registros de limpieza

Se ubican estratégicamente en el baño para un eventual desatoro. Son accesorios generalmente de bronce y no deben llevar trampa. Fig. 6.3

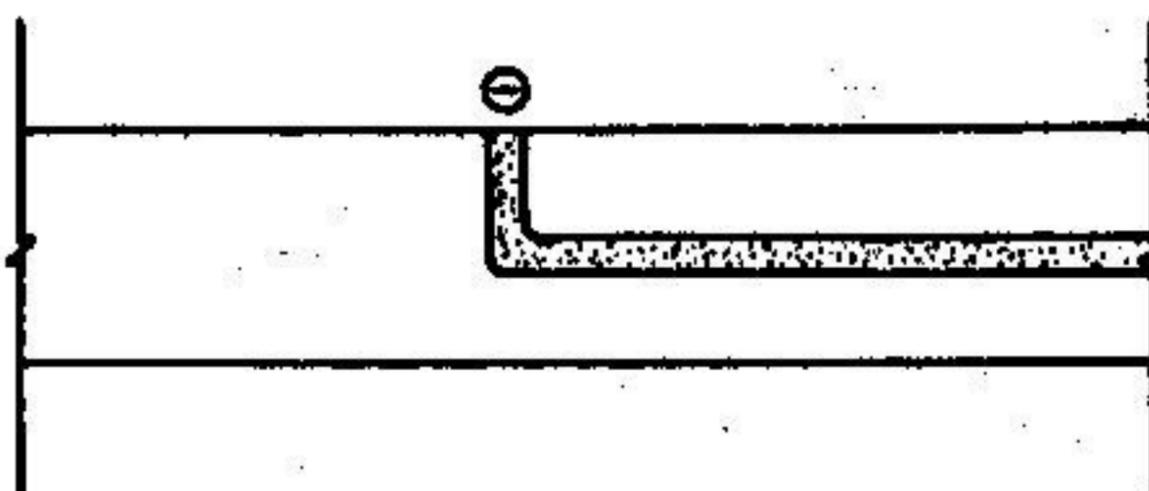


FIG. 6.3

En el primer piso es necesario poner registros de limpieza cuando existen montantes. Estos pueden estar en el piso o en la pared exterior, tal como se indica en las Figs. 6.4 y 6.5.

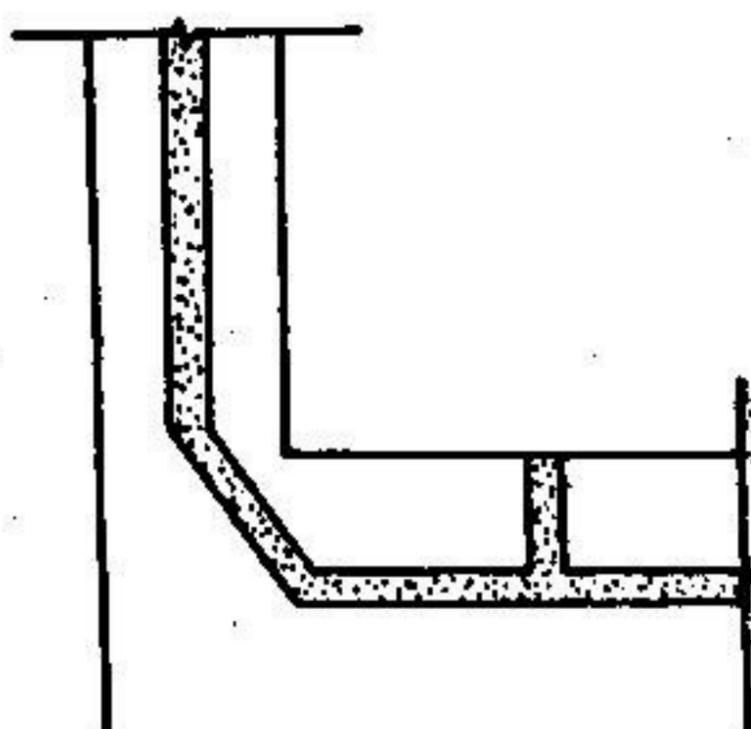


FIG. 6.4

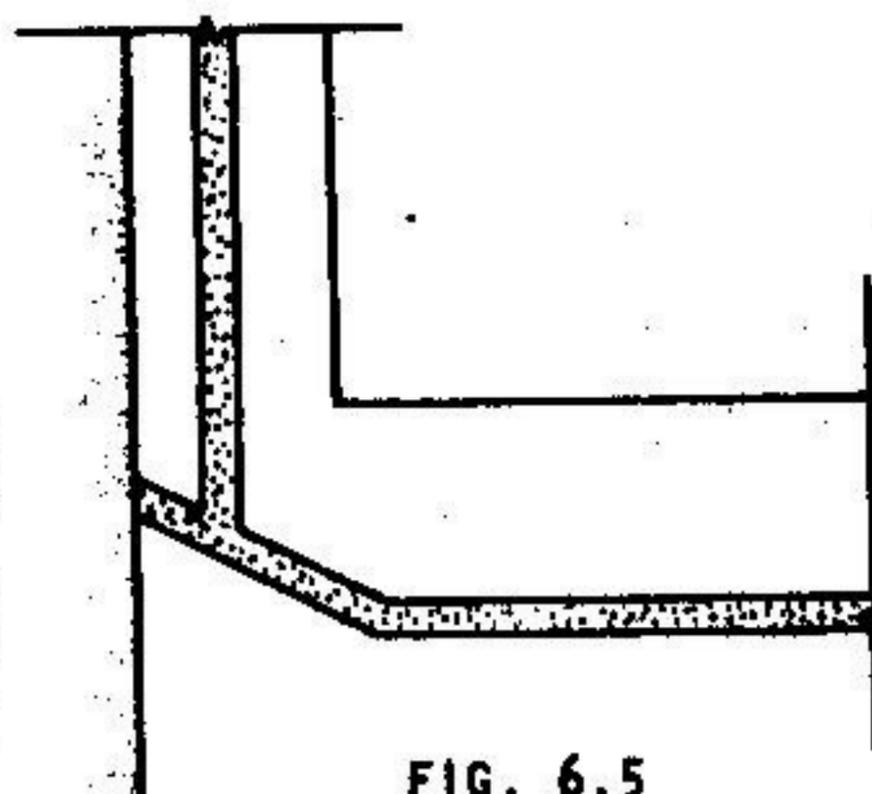


FIG. 6.5

Las tuberías en el piso no se deben colocar a 90° , sino siempre a 45°

6.32 Cálculo de los ramales de desague, montantes y colectores.

Las dimensiones de los ramales de desague, montantes y colectores, se calculan tomando como base el gasto relativo que pueda descargar cada aparato. Tabla 6.1

Para aparatos no incluidos en la Tabla 6.1, se utiliza la Tabla 6.2 y el número máximo de unidades de descarga que pueden evacuarse a un ramal de desague o montante, se puede determinar de acuerdo a la Tabla 6.3. Estas Tablas son dadas por el Reglamento Nacional de Construcciones.

TIPOS DE APARATOS	Diámetro mínimo de la trampa.	Unidades de descarga
Tina	1 1/2 - 2"	2 - 3
Lavadero de ropa	1 1/2	2
Bidet	1 1/2	3
Ducha privada	2"	2
Ducha pública	2"	3
Inodoro (WC con tanque)	3"	4
Inodoro (WC con válvula)	3"	8
Lavadero de cocina	2"	2
Lavadero con triturador de desperdicios.	2"	3
Bebedero	1"	1 1/2
Sumidero	2"	2
Lavatorio	1 1/4 - 1 1/2	1 - 2
Urinario de pared	1 1/2"	
Urinario de piso	3"	8
Urinario corrido	3"	4
Cuarto de baño (WC con tanque)	-	6
Cuarto de baño completo con inodoro (WC con válvula)	-	8

TABLA 6.1

UNIDADES DE DESCARGA PARA APARATOS NO ESPECIFICADOS	
Diámetro de la tubería de descarga del aparato	Unidades de descarga correspondiente
1 1/4" o menor	1
1 1/2"	2
2"	3
2 1/2"	4
3"	5
4"	6

Para los casos de aparatos con descarga continua, se calculará a razón de una unidad por cada 0.03 l/seg. de gasto.

TABLA 6.2

NUMERO MAXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A LOS CONDUCTOS HORIZONTALES DE DESAGUE Y A LAS MONTANTES				
Diámetro del tubo	Número máximo de unidades que pueden ser conectados ^a			
	Cualquier horizontal de desague (X)	Montantes de 3 pisos de altura	Montantes de más de 3 pisos	
			Total en la montante	Total por piso
1 1/4"	1	2	2	1
1 1/2"	3	4	8	2
2"	6	10	24	6
2 1/2"	12	20	42	9
3"	20	30	60	16
4"	160	240	500	90
5"	360	540	1100	200
6"	620	960	1900	350
8"	1400	2200	3600	600
10"	2500	3800	5660	1000
12"	3900	6000	8400	1500
15"	7000	----	----	----

(x) No incluye los ramales del colector del edificio.

TABLA 6.3

Al calcular el diámetro de los conductos de desague, se tendrá en cuenta lo siguiente :

- a) El diámetro mínimo que reciba la descarga de un inodoro (WC) será de 4" (10 cm.)
- b) El diámetro de una montante no podrá ser menor que el de cualquiera de los ramales horizontales que en él descarguen.
- c) El diámetro de un conducto horizontal de desague no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que en él descarguen.

Quando se requiere dar cambio de dirección a una montante, los diámetros de la parte inclinada y del tramo inferior de la montante, se calcularán de la manera siguiente :

- a) Si la parte inclinada forma un ángulo de 45° o más con la horizontal, se calculará como si fuera una montante.
- b) Si la parte inclinada forma un ángulo menor de 45° con la horizontal, se calculará tomando en cuenta el número de unidades de descarga que pasa por el tramo inclinado, similar a un colector con una pendiente de 4%.
- c) Por debajo de la parte inclinada, la montante en ningún caso tendrá un diámetro menor que el tramo inclinado.
- d) Los cambios de dirección por encima del más alto ramal horizontal de desague, no requieren aumento de diámetro.

El número de unidades de descarga que podrá ser evacuado a un colector, puede determinarse de acuerdo con la Tabla 6.4

NUMERO MAXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A LOS COLECTORES DEL EDIFICIO.			
Diámetro del tubo en pulgadas	Pendiente		
	1%	2%	4%
2	-	21	26
2 1/2"	-	24	31
3	20	27	36
4	100	216	250
5	390	480	575
6	700	840	1000
8	1600	1920	2300
10	2900	3500	4200
12	4600	5600	6700
15	8380	10000	12000

TABLA 6.4

6.321 Criterios de instalación

1. En edificios de 4 ó más plantas, se tratará de que las montantes vayan colocadas en conductos previstos para tal fin. Las dimensiones deben permitir la instalación, reparación, revisión o remoción de la montante.
2. Se permitirá la colocación en un mismo ducto vertical de las montantes de aguas negras y de lluvia con la tubería de abastecimiento de agua, siempre y cuando exista una separación mínima de 0.20 m., entre sus generatrices más próximas.

3. Los colectores de desagüe situados bajo tierra, deberán colocarse en zanjas excavadas - de dimensiones que permitan su fácil instalación. La profundidad de la tubería será tal que su clave está a no menos de 0.30 m., del nivel del tramo.
4. Antes de proceder a la colocación de las tuberías bajo tierra, deberá consolidarse el fondo de las excavaciones con el fin de evitar posibles desperfectos por asentamiento. Los tubos deberán estar en contacto con el terreno firme en toda su longitud de manera que queden apoyados en no menos del 25% de su superficie exterior.
5. Cuando los colectores son colocados sobre terreno de relleno, se deberán usar tubos de fierro fundido colocados sobre base bien compactada. No obstante, se permitirá utilizar los otros materiales citados anteriormente - cuando los tubos sean colocados sobre una base de concreto, cuyo espesor y resistencia - estén de acuerdo con la profundidad y características del relleno correctamente compactado.
6. No se procederá al relleno de las zanjas hasta que las tuberías no hayan sido inspeccionadas y sometidas a las pruebas correspondientes.

6.33 Instalaciones fuera de los baños

6.331 Criterios a tomar en cuenta

A. Ambientes techados en pisos altos

Se recomienda que las tuberías no efectúen

recorridos extensos; dado que existe el peligro de no cumplir con las pendientes mínimas y en todo caso habrá que proveer techos más peraltados.

En caso que las tuberías deban hacer recorridos extensos, estos deben colgarse.

Las tuberías no deben comprometer la resistencia estructural del edificio, cortando vigas o columnas.

Solamente deben usarse registros roscados y no cajas de registro.

B. Instalaciones en el primer piso

En los tramos de tuberías de desague que cruzan ambientes techados, las tuberías deberán ser de plástico o fierro fundido.

Las cajas de registro deben diseñarse en todo cambio de dirección. En ambientes descubiertos distantes, no más de 15 m. una de la otra.

La primera caja de registro debe tener una profundidad mínima de 35 cm. (caja de arranque). Es la más alejada con respecto al colector público.

Se recomienda poner para cada caja de registro 4 entradas.

C. Selección de diámetros y pendientes

Los diámetros se seleccionan en tal forma, que la velocidad no sea menor que 0,60 m/segundos. Para obtener esta velocidad es necesario

sario tantear con diferentes pendientes. La pendiente mínima entre caja y caja, debe ser de 1% si la tubería es de asbesto cemento; y del 1.5%, si la tubería es de concreto normalizado. La Tabla 6.5 nos da velocidades aproximadas para pendientes y diámetros conocidos.

VELOCIDADES APROXIMADAS PARA PENDIENTES Y DIÁMETROS CONOCIDOS					
Ø	Pendiente				
	Velocidad en m/seg.				
	0.25%	0.5%	1.04%	2.08%	4.16%
3"	0.88	1.24	1.76	2.49	3.53
4"	1.02	1.44	2.03	2.88	4.02
6"	1.24	1.76	2.49	3.53	5.00
8"	1.44	2.03	2.88	4.07	5.75
10"	1.61	2.28	3.23	4.56	6.44
12"	1.76	2.49	3.53	5.06	7.06

TABLA 6.5

La Fig. 6.6, representa un esquema de los elementos a tomarse en cuenta en la instalación exterior. De la Fig. 6.6 con la cota de la caja de arranque y las pendientes, hallamos las cotas de las demás cajas.

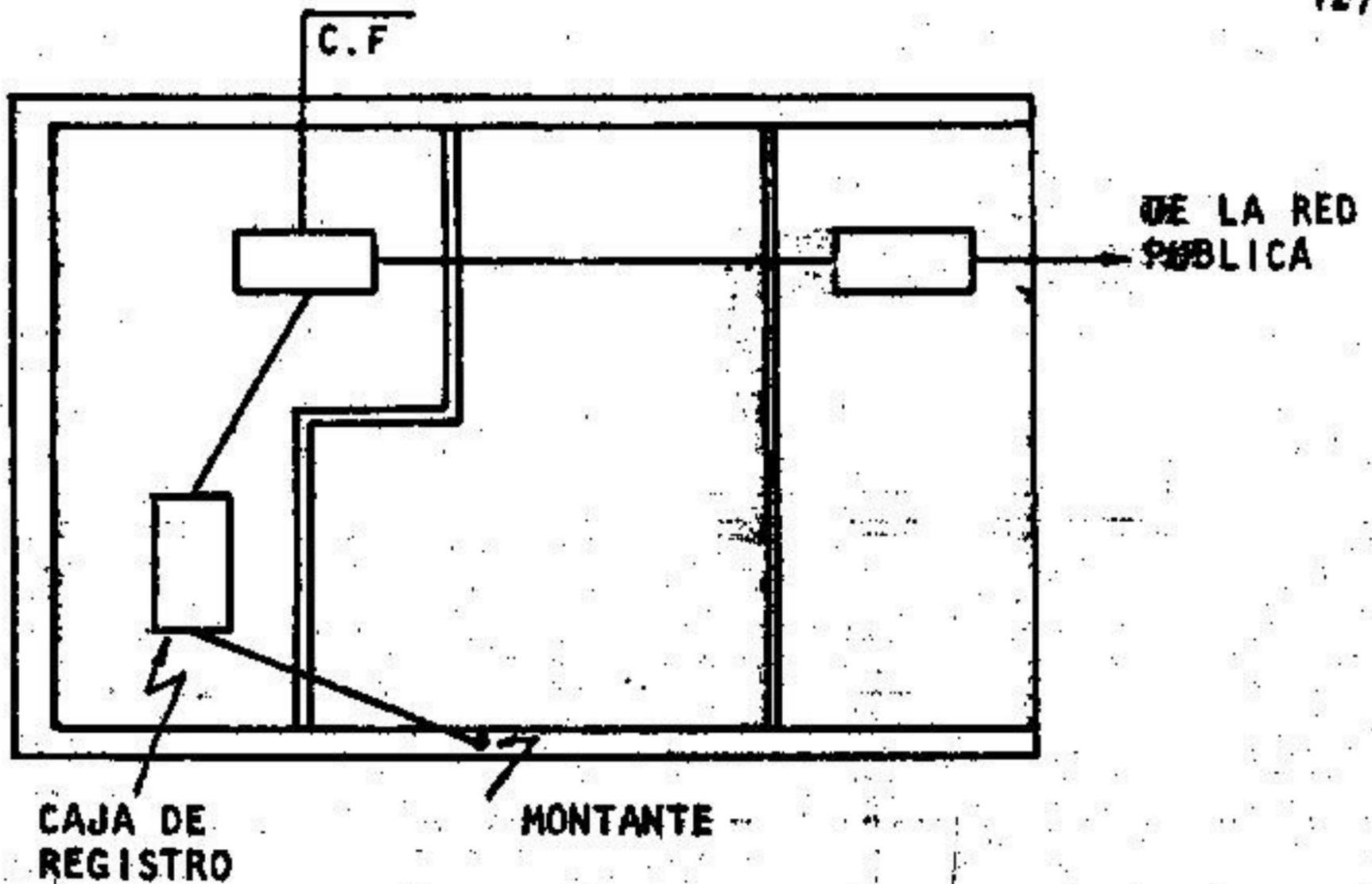


FIG. 6.6

6.40 TRAMPAS O SIFONES

6.41 Definición

Son accesorios que tienen la finalidad de almacenar en forma constante y permanente una altura de agua - (mínimo 5 cms.), la que permite que los olores producidos por la descomposición de desechos no pueden salir y malograr el ambiente interno del baño y de la casa. También impiden el paso de insectos (arañas, cucarachas, etc.). Son en diferente forma (sifón en S. P. U. etc.). Fig. 6.7



FIG. 6.7

6.42 Consideraciones a tomar en cuenta

- a) Todo aparato sanitario deberá estar dotado de una trampa o sifón cuyo sello de agua tendrá una altura no inferior a 5 cms., ni mayor de 10 cms., excepto en aquellos casos en que por su diseño especial requieran una altura de agua mayor.
- b) Las trampas o sifones se colocarán lo más cerca posible de los orificios de descarga de los aparatos sanitarios correspondientes, pero a una distancia vertical no mayor de 0.60 m., entre el orificio de descarga y el vertedero de la trampa.
- c) En piezas especiales tales como : lavaderos de ropa y cocina y otras similares, de dos o tres compartimientos, se permitirá el uso de una trampa común, siempre que se cumpla con los siguientes requisitos.
 - El fondo de cualquiera de los dos compartimientos no podrá quedar a más de 15 cms. por debajo del fondo de los restantes.
 - La distancia horizontal entre la trampa y el orificio de descarga del compartimiento más alejado, no deberá ser mayor de 0.75 cm.
 - En el caso de aparatos de tres compartimientos, la trampa común deberá estar colocada debajo del compartimiento central.
 - El diámetro nominal de la trampa, en ningún caso podrá ser menor al indicado en la Tabla 6.6, Tabla que está dada en el Reglamento Nacional de Construcciones.
 - Las trampas de las piezas sanitarias deberán estar dotadas de un tapón de limpieza, a menos que la trampa sea fácilmente removible o forme parte integral del aparato.

DIAMETRO MINIMO DE LA TRAMPA PARA DIVERSOS APARATOS SANITARIOS	
Tipo de artefacto	Diámetro mínimo de la trampa
Tina	1 1/2" - 2"
Lavadero de ropa	1 1/2"
Bidet	1 1/2"
Ducha privada	2"
Ducha pública	2"
Escupidero de dentista	1 1/4"
Esterilizados con tubería de alimentación de 1/2"	1 1/2"
Inodoro de tanque	3"
Inodoro de válvula	3"
Lavadero	1 1/2"
Lavadero con triturador de des.	2"
Bebedero	1"
Sumidero	2"
Lavatorio	1 1/4"
Lavaplatos mecánico-doméstico	2"
Urinario de pared	1 1/2"
Urinario de piso	2"

TABLA 6.6

6.50 REGISTRO, CAJAS DE REGISTRO6.51 Registros6.511 Definición

Son piezas de fierro o bronce, provistos de tapón en uno de sus extremos. Los tapones de los registros deben de ser de fierro fundido o bronce, de un espesor no menor de 4.8 mm.,

(3/16), roscados y dotados de una ranura que facilite su remoción. Fig. 6.8

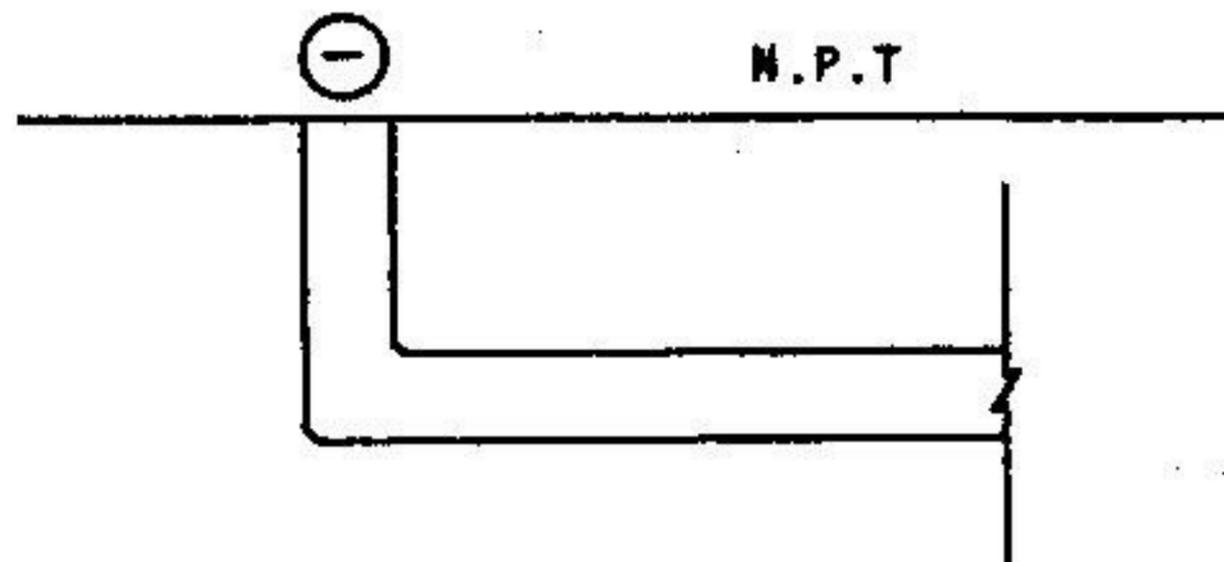


FIG. 6.8

6.512 Consideraciones a tomar en cuenta en su colocación.

- a) Los tapones de los registros no podrán estar recubiertos con mortero de cemento ni otro material. Cuando se quiere ocultarlas, deberán utilizarse tapas metálicas adecuadas.
- b) En los registros de piso, tanto la tapa como el borde superior del cuerpo, deberán quedar enrasados con el piso terminado.
- c) En conductos de diámetros menores de 4" los registros serán del mismo diámetro que el de la tubería a que sirven; en los de 4" de diámetro o mayores deberán utilizarse registros de 4" como mínimo.
- d) Los registros se deben ubicar en sitios fá-

cilmente accesibles; cuando las tuberías vayan ocultas o enterradas, deberán extenderse utilizando conexiones de 45°; hasta terminar a ras con la pared o piso acabado.

e) La distancia mínima entre el tapón de cualquier registro y una pared, techo o cualquier otro elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 45 cm. para tuberías de 4" o más y de 30 cms., para tuberías de 3" o menos.

f) Se colocarán registros en los sitios indicados a continuación :

- Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe.
- Cada 15 m. en los conductos horizontales de desagüe.
- Al pie de cada montante. Cuando ella descargue en un colector recto o una caja de registro o buzón máximo de 10 metros.
- Cada dos cambios de dirección, en los conductos horizontales de desagüe.
- En la parte superior de cada ramal de las trampas U

6.52 Cajas de registro

6.51 Definición

Es una caja destinada a permitir la inspección y desobstrucción de las tuberías de desagüe.

6.52 Consideraciones a tomar en cuenta, en su colocación.

a) Se instalarán cajas de registro en las re -

des exteriores de concreto en todo cambio de dirección, pendiente o diámetro y cada 15 metros de largo en tramos rectos.

- b) Las cajas de registro serán de concreto o de albañilería, con marco y tapa de fierro fundido, de bronce o concreto. El acabado final de la tapa podrá ser de otro material y de acuerdo al piso en que se instale.
- c) El interior de las cajas será tarrajado y pulido y el fondo deberá llevar medios cañas de diámetro de las tuberías respectivas.
- d) Las dimensiones de las cajas, se seleccionan de acuerdo al diámetro de las tuberías y a su profundidad, tal como se indica en la Tabla 6.7. La tabla se encuentra en el Reglamento Nacional de Construcciones.
- e) Para diámetros mayores de 8" o profundidades mayores de 1.20 m., deberá utilizar buzones de tipo normal Ministerio de Vivienda.

Dimensiones interiores de la caja	Diámetro máximo	Profundidad máxima
10" x 24"	4"	0.60 m.
12" x 24"	6"	0.80 m.
18" x 21"	6"	1.00 m.
24" x 24"	8"	1.20 m.

Tabla 6.7

6.60 VENTILACION SANITARIA

6.61 Definición

Son las tuberías verticales destinadas a la ventilación del sistema de desagüe de una edificación de uno o varios pisos.

6.62 Finalidad de la Ventilación Sanitaria

1. Evitar los malos olores que se producen en las redes de desagüe, por descomposición de materias orgánicas.
2. Evitar el sifonaje de las trampas sanitarias; es decir la pérdida del sello de agua.

6.63 Recomendaciones generales de diseño

1. Los tubos de ventilación deberán tener una pendiente uniforme no menor de 1%, de tal forma que el agua que pudiera condensarse en ellos, escurra a un conducto de desagüe o montantes.
2. Los tubos de ventilación conectados a un tramo horizontal del sistema de desagüe, arrancarán verticalmente o en ángulo no menor de 45° con la horizontal, hasta una altura no menor de 15 cm., por encima del nivel de rebose de los aparatos sanitarios a los cuales ventilan, antes de extenderse horizontalmente.
3. Los tramos horizontales de la tubería de ventilación, deberán quedar a una altura no menor de 15 cms. por encima de la línea de rebose del aparato sanitario más alto al cual ventilan.
4. La pendiente del trazo horizontal de desagüe, en-

tre la trampa de un aparato sanitario y el tubo vertical de desagüe, no será mayor de 2% para reducir las posibilidades de sifonaje. Excepto de los inodoros y aparatos sanitarios.

5. La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente, estará de acuerdo con la Tabla 6.8, dada por el Reglamento Nacional de Construcciones. Esta distancia es medida a lo largo del conducto de desagüe desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación y no podrá ser menor del doble del diámetro del conducto de desagüe.

Diámetro del conducto de desagüe del aparato sanitario.	Distancia máxima entre el sello de agua y el tubo de ventilación
1 1/2" (3.81 cms.)	1.10 m.
2" (5.08 cms.)	1.50 m.
3" (7.62 cms.)	1.80 m.
4" (10.16 cm.)	3.00 m.

Tabla 6.8

6. Toda montante de aguas negras o residuales industriales deberá prolongarse al exterior. Sin disminuir su diámetro, para llenar los requisitos de ventilación. En el caso de que termina en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongará por encima del piso hasta una altura no menor de 1.80 metros. Cuando la cubierta de un edificio sea un techo o terraza inaccesible, la montante será prolongada o por encima de él en forma tal que no quede sujeto a inundaciones, o por lo menos 15 cms.

7. Una tubería de ventilación nunca debe reducirse de diámetro.
8. La tubería de ventilación se instalará tan recta como sea posible y sin disminuir su diámetro, según se especifica a continuación :
 - a) El extremo inferior del tubo principal de ventilación, a la montante de aguas negras correspondiente, por debajo del nivel de conexión del ramal de desague más bajo.
 - b) El extremo superior se conectará a la montante principal correspondiente a una altura no menor de 15 cms. por encima de la línea de rebosa del aparato sanitario más alto.
9. El diámetro del tubo de ventilación principal se determinará tomando en cuenta su longitud total, el diámetro de la montante correspondiente y el total de unidades de descarga ventiladas según la Tabla 6.9
10. En los edificios de gran altura se requerirá conectar el tubo principal de ventilación a la montante por medio de tubos auxiliares de ventilación, a intervalos por lo menos cada 10 pisos, contando del último piso hacia abajo. El diámetro del tubo auxiliar de ventilación, será igual al del tubo principal de ventilación y sus conexiones. Las conexiones a éste y la montante de aguas negras, deberán hacerse por medio de accesorios tipo "Y" en la forma siguiente:
 - Las conexiones a la montante de aguas negras se harán por debajo del ramal horizontal proveniente del piso correspondiente.
 - Las conexiones al tubo de ventilación principal se harán a no menos de un metro por encima del piso correspondiente.

11. Todo aparato sanitario conectado a un ramal horizontal de desagües aguas abajo de un inodoro (WC) deberá ser ventilado en forma individual. Los diámetros mínimos para la ventilación individual se determina de acuerdo a la Tabla 6.10.

Tipo de Aparato Sanitario	Diámetro mínimo para ventilación individual
Lavatorio, inodoro, lavadero de ropa, tina, bidet, sumidero de piso.	1 1/2"
Inodoro (WC)	2"

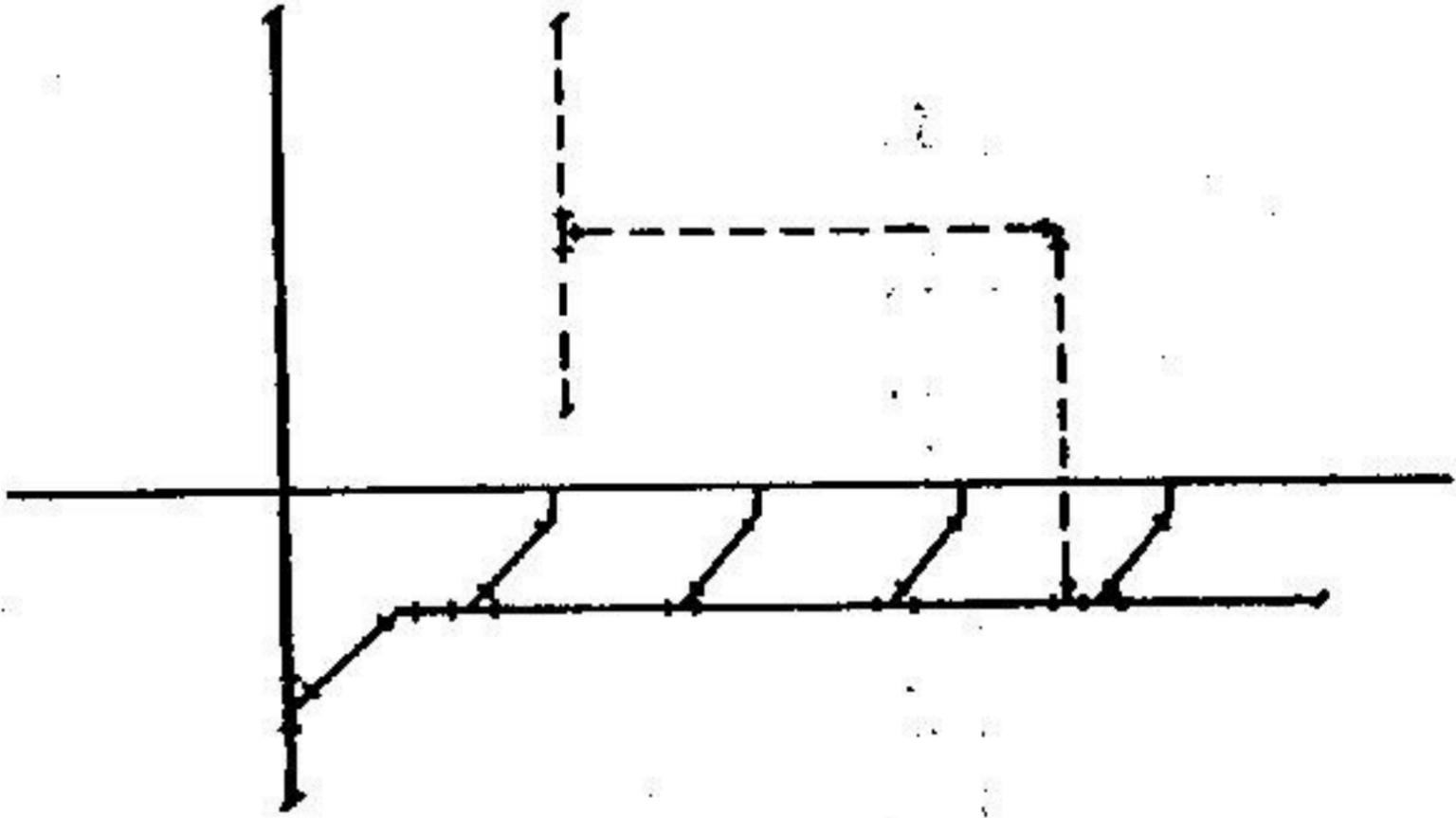
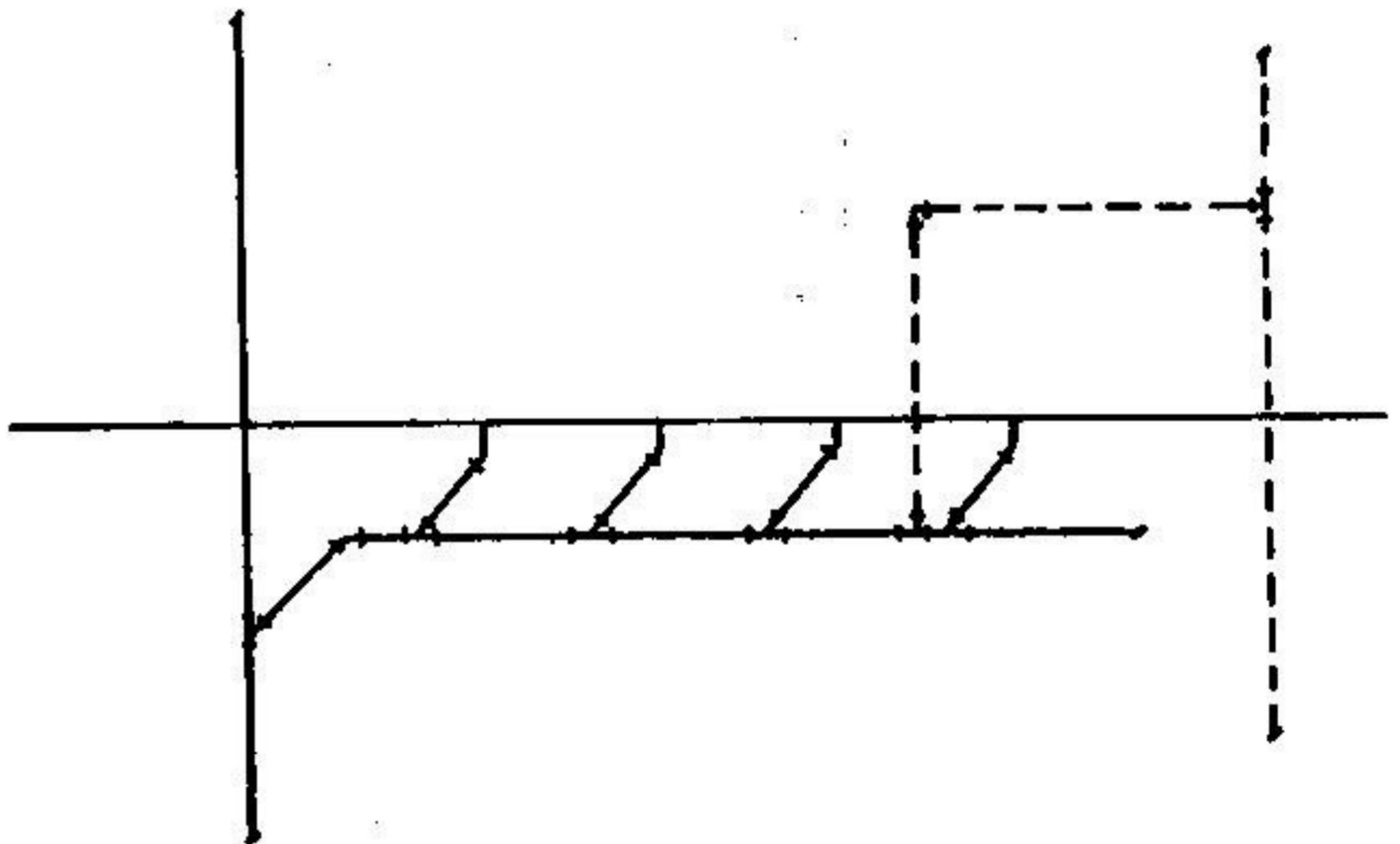
Tabla 6.10

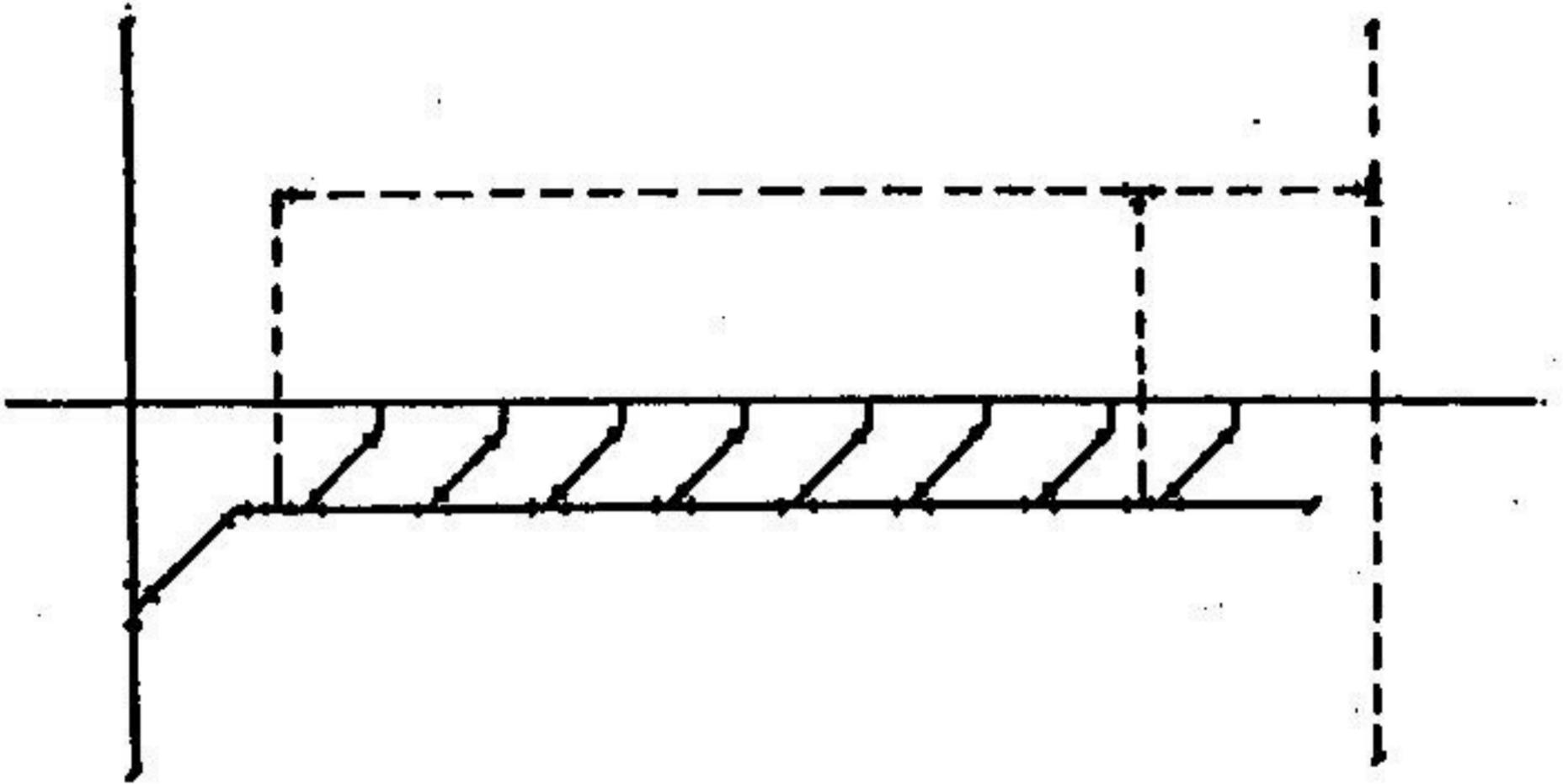
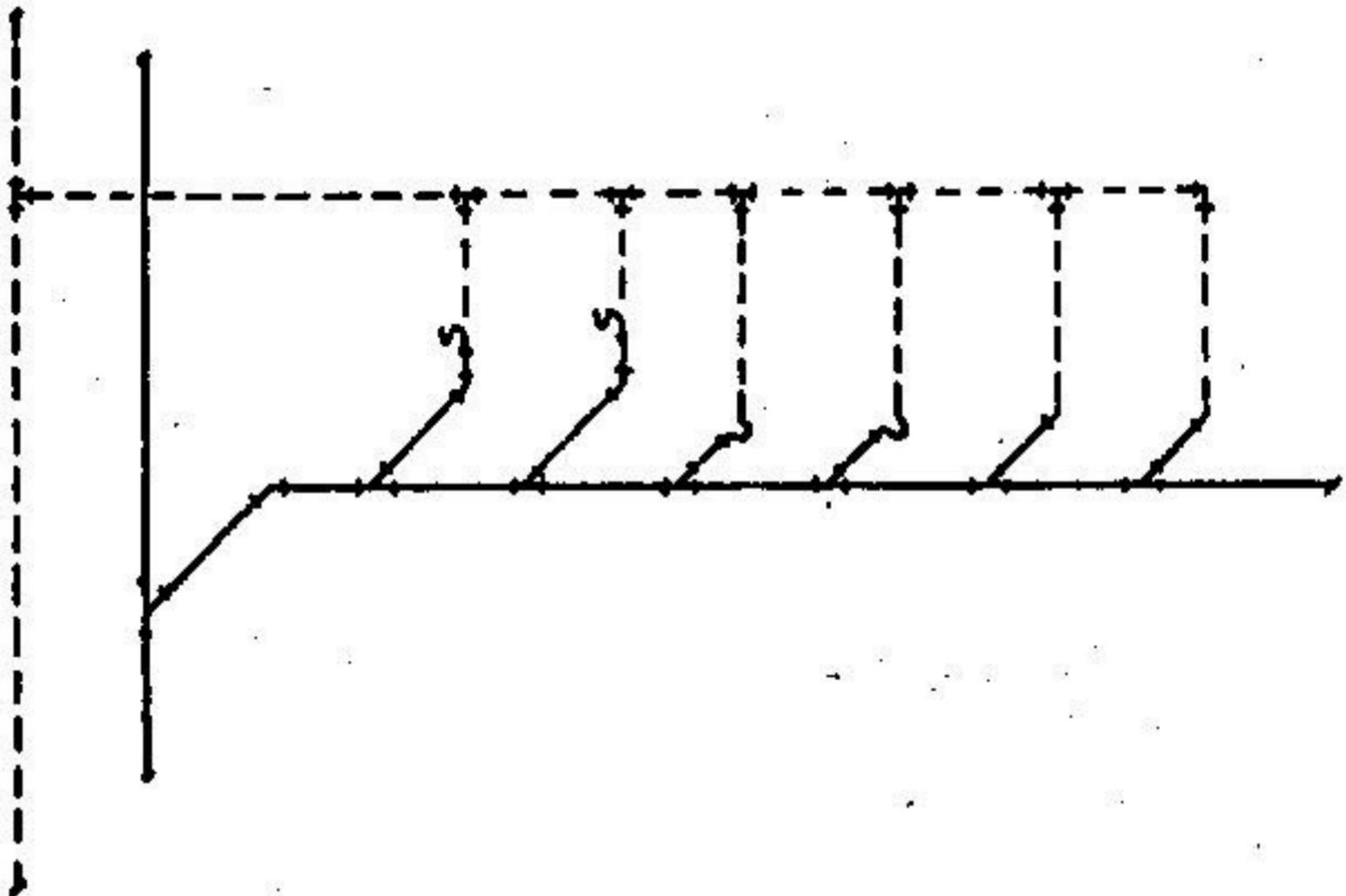
Para aparatos no especificados en la Tabla anterior, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüe el cual ventila y en ningún caso menor de 1 1/4"

Cuando la ventilación individual ya conectada a una ramal horizontal común de ventilación, su diámetro y longitud se determinarán de acuerdo con la Tabla 6.11.

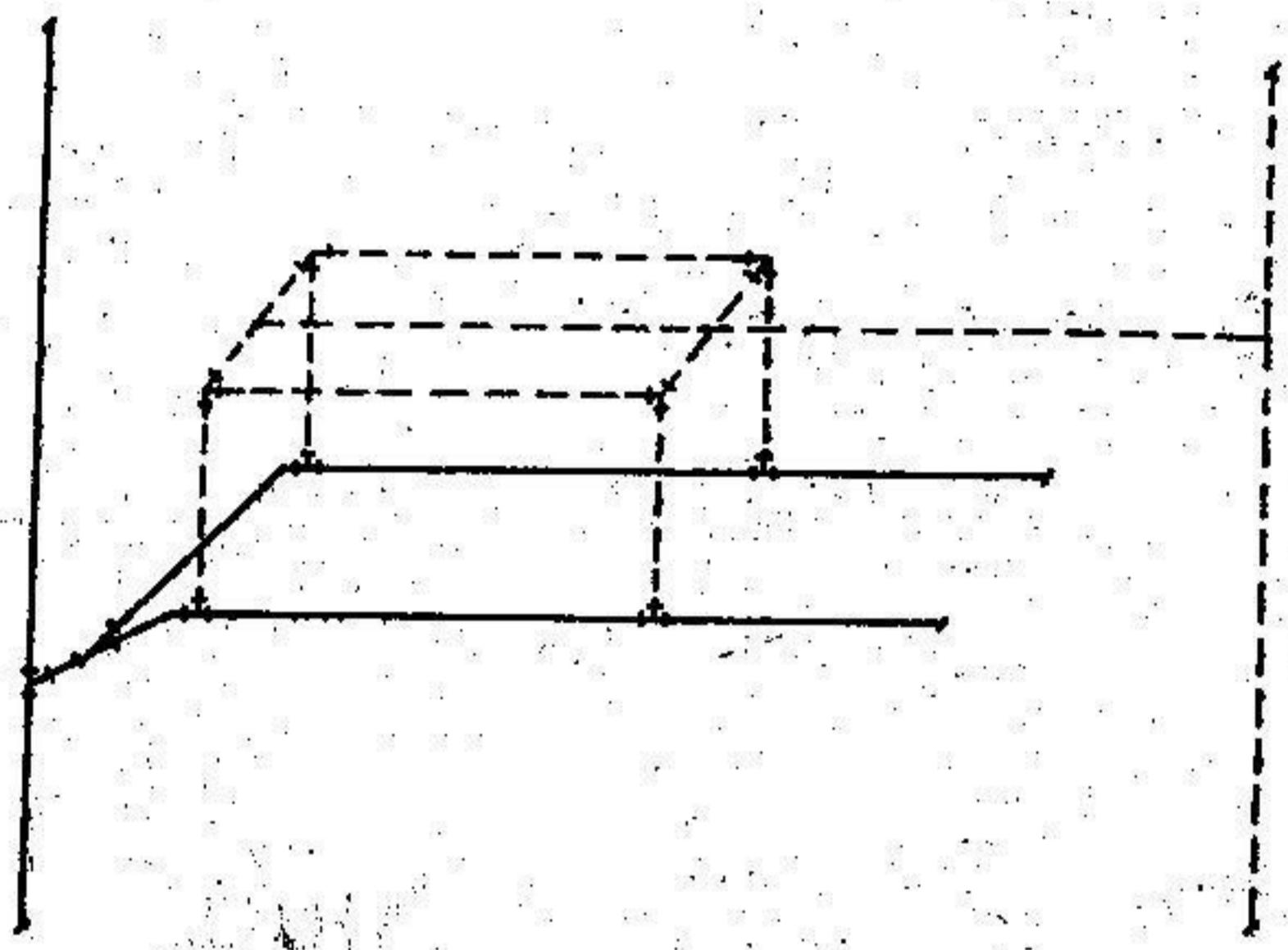
DIAMETRO DE LOS TUBOS DE VENTILACION EN CIRCUITO Y DE LOS RAMALES TERMINALES DE TUBOS DE VENTILACION INDIVIDUAL							
Diámetro de ramal horizontal de desagüe	Número máxi- mo de unida- des de des- carga.	Diámetro del tubo de ventilación					
		1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
		Máxima longitud del tubo de ventilación (m)					
1 1/2"	10	6.0					
2"	12	4.5	12.0				
2"	20	3.0	9.0				
3"	10		6.0	12.0	30.0		
3"	30			12.0	30.0		
3"	60			4.8	24.0		
4"	100		2.1	6.0	15.6	80.0	
4"	200		1.8	5.4	15.0	54.0	
4"	500			4.2	10.8	42.0	
5"	200				4.8	21.0 60.0	
5"	1100				3.0	12.0 42.0	

Tabla 6.11

6.64 Tipos de Ventilación6.641 Ventilación en Bucle6.642 Ventilación en Circuito

6.643 Ventilación con tubo adicional**6.644 Ventilación cuando los artefactos están dispuestos en dos filas.**

6.645 Ventilación Continua



Sarertnocnoside@hotmail.com

ANEXOS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

DE

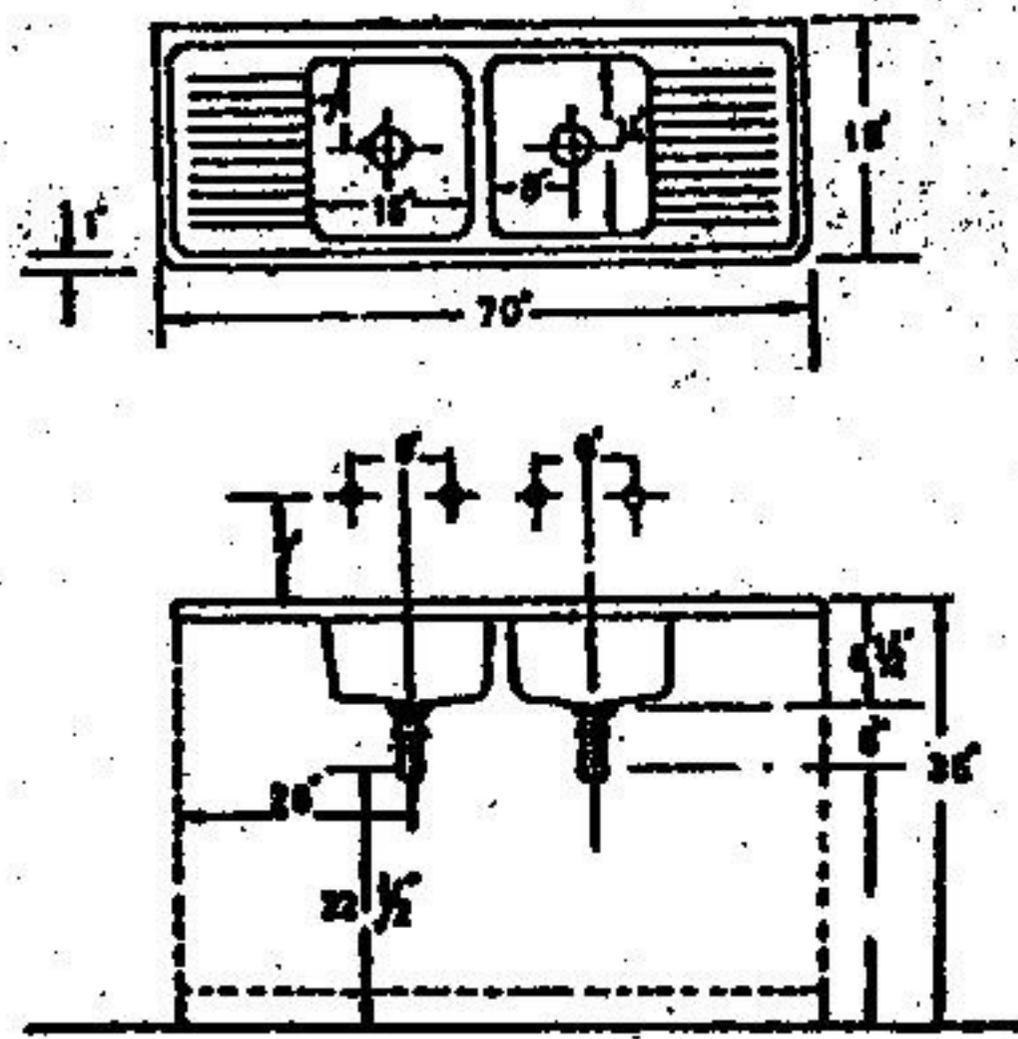
APARATOS SANITARIOS

ANEXO I

Lavadero para limpieza de acero inoxidable con doble accu-
 rridero de (18"x70") 0.45x1.75 m. para colocarse a ambos la-
 dos con sus respectivos soportes de sujeción a la pared.

Montado sobre marco de madera pintada sobre patas con torni-
 llos de nivelación, equipado con dos juegos de grifería, de
 combinación para empotrarse a la pared, grifo central cue-
 llo de ganso, 8" de la pared a la boca del grifo, llaves de
 control tipo cuchilla para acción con el antebrazo, tubo de
 suministro de 1/2" con accudos y llaves de interrupción
 a desarmador, con dos desagües de bronce con tapones de je-
 be, un chicote de 1 1/4" para cada desagüe, tubo de desagüe
 de dos entradas con una salida central, una trampa "P" de
 bronce con registro y escudo.

Todas las partes metálicas con acabado cromado.



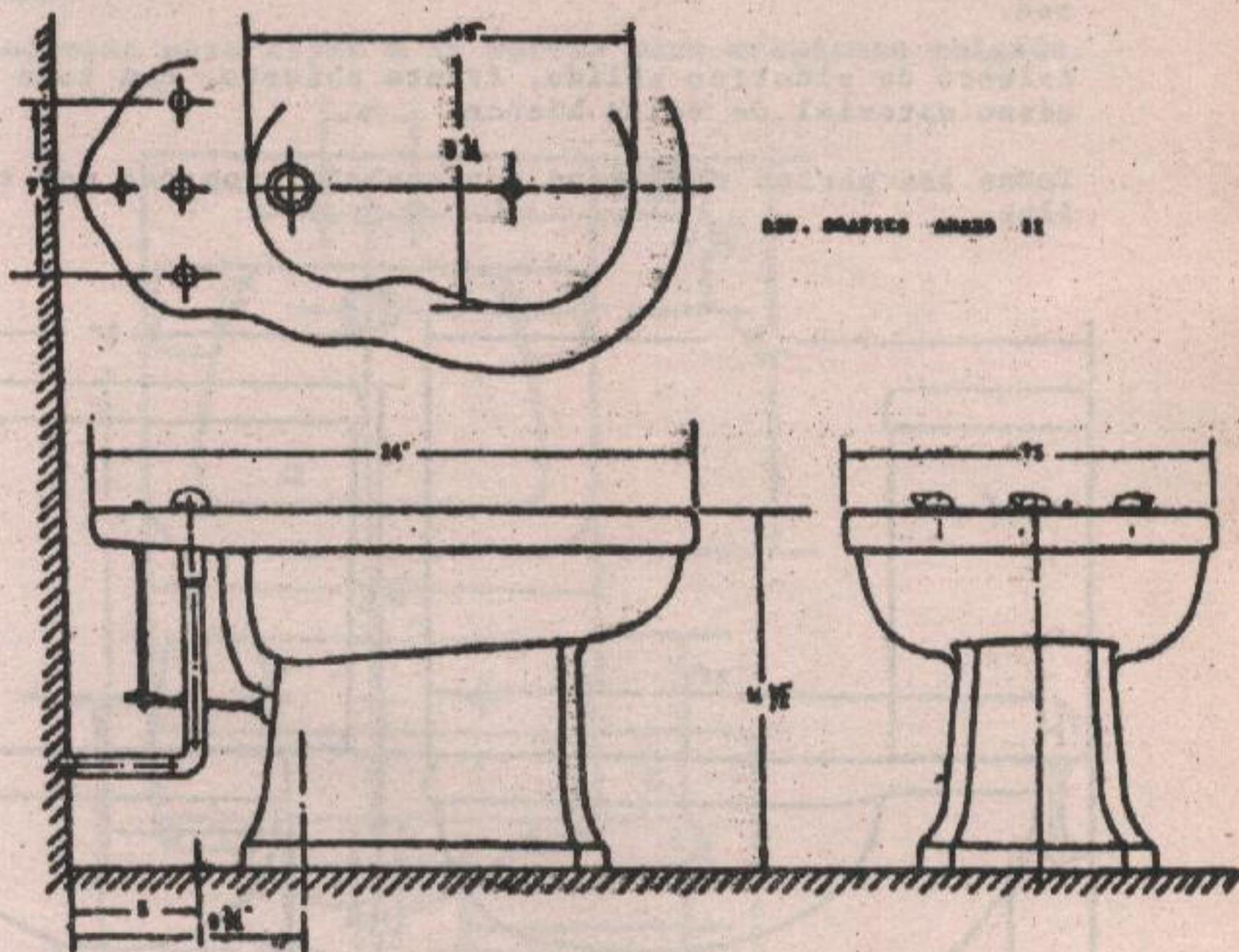
Lavadero de acero inoxidable
 2 juegos de grifería de combinación para pared
 Trampa "P", Modelo 15000.

ANEXO II

Artefacto sanitario de cerámica blanca de 365 x 605 x 380 mm. según Tabla XXI de las Normas ITINTEC 333.001.

Equipado con juego de grifería de combinación para agua fría y caliente, válvula de transferencia del borde a la ducha, - desague automático, con todos sus accesorios cromados y con sus correspondientes tubos de abasto cromados.

Todas las partes metálicas con acabado cromado; con tornillos.



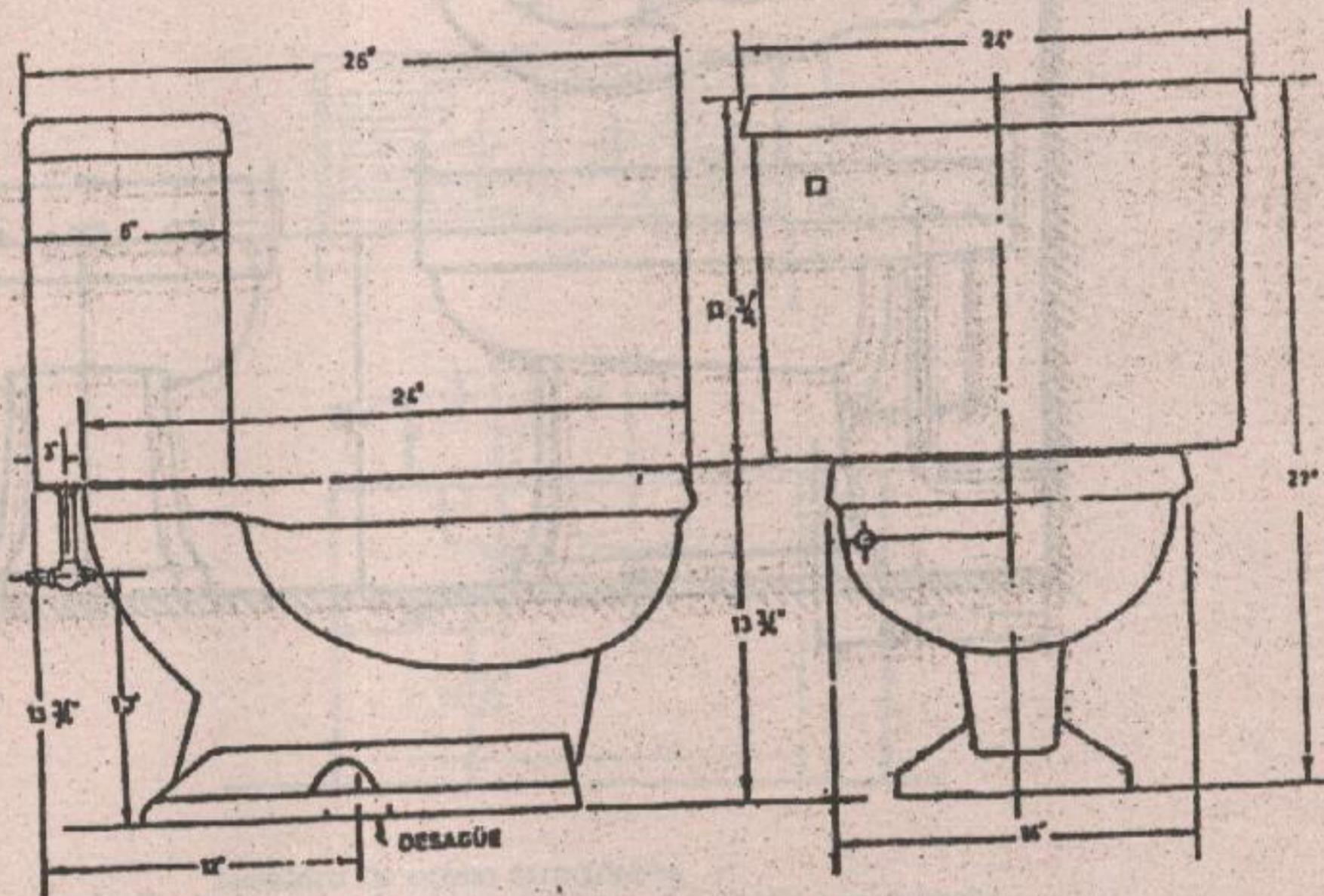
ANEXO III

Artefacto sanitario inodoro de cerámica, de tanque bajo de color blanco, clase "A", de descarga silenciosa y acción sifónica, pernos de sujeción con casquetes de loza, accesorios interiores de material plástico, válvula de control regulable, flotador de plástico. Descarga directamente accionada por palanca del estanque.

Pernos de unión de la taza al tanque con sus empaquetaduras, tuercas, contratuercas, juego completo de empaquetaduras, tuberías de abasto de bronce cromado para conexión a la pared.

Asiento de plástico sólido, frente abierto, con tapa del mismo material de color blanco.

Todas las partes metálicas con acabado cromado; con tornillos.



Inodoro con tanque
Porcelana vitrificada blanca.

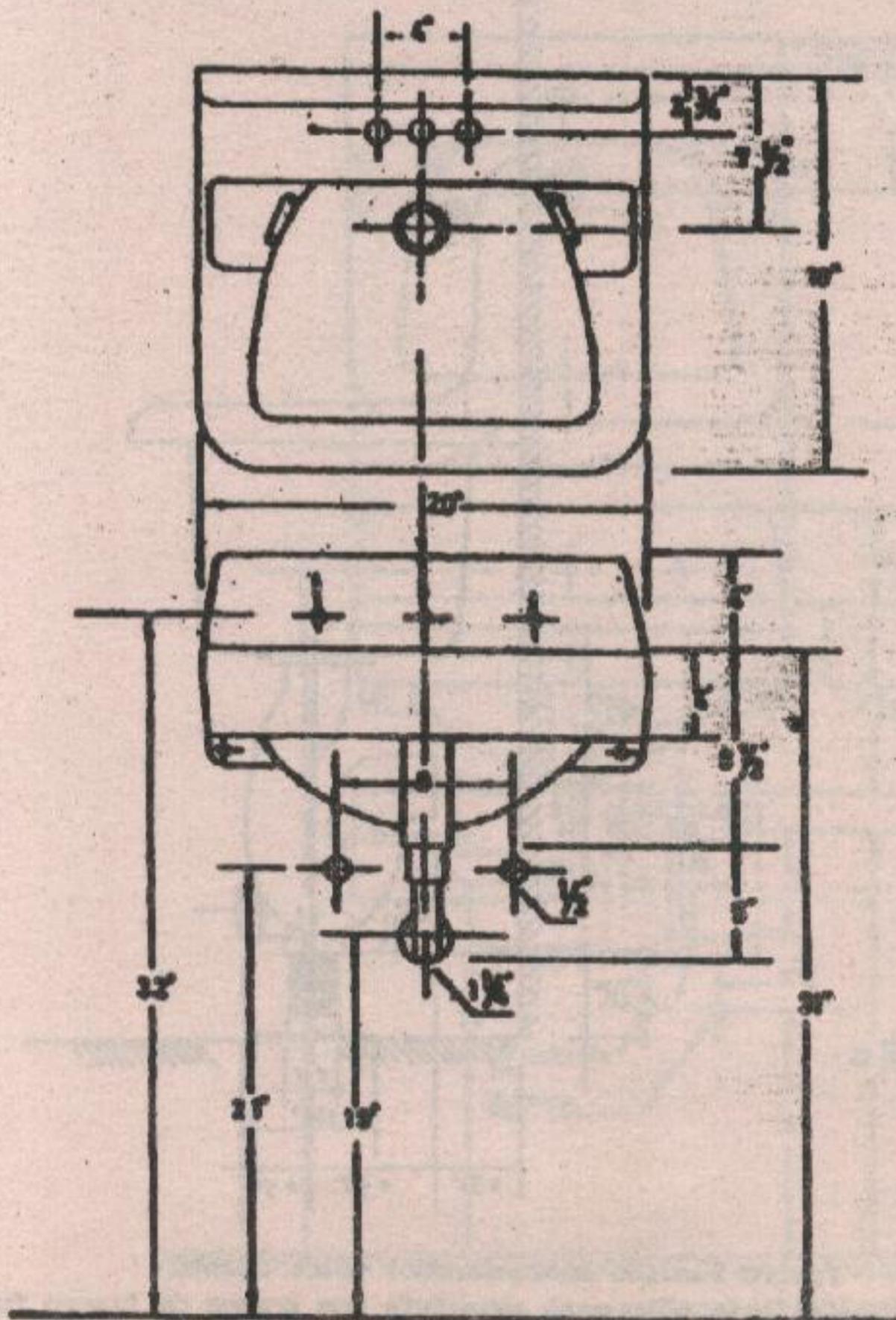
Artefacto sanitario de cerámica, lavatorio color blanco, - clase "A", modelo de pared de 320 x 505 x 450 mm. según Ta- bla XIII de la Norma Técnica 333.001 - (ITINTEC). Consisten- te en poza rectangular con depresiones para jabón y respal- do de 80 mm/ de alto, tres perforaciones para montaje de - las llaves de agua fría, caliente y grifo central.

Grifería de bronce cromado, compuesta por grifo cuello de - ganso con aereador para ser montado en el artefacto, llaves de control de muñeca para agua fría y caliente, tubos de a- baste con llave angular de interrupción regulable manualmen- te, sacudos para la pared.

Desagua tipo abierto con colador y chisote de 1 1/4" de diá- metro, trampa "P" de 1 1/4" de tipo desarmable con rosca y escudo a la pared.

Soportes :

Los soportes para fijar a la pared para artefacto colgado.



Porcelana vitrificada tra. calidad
Grifería control de codo con manijas
Tipo cuchilla.

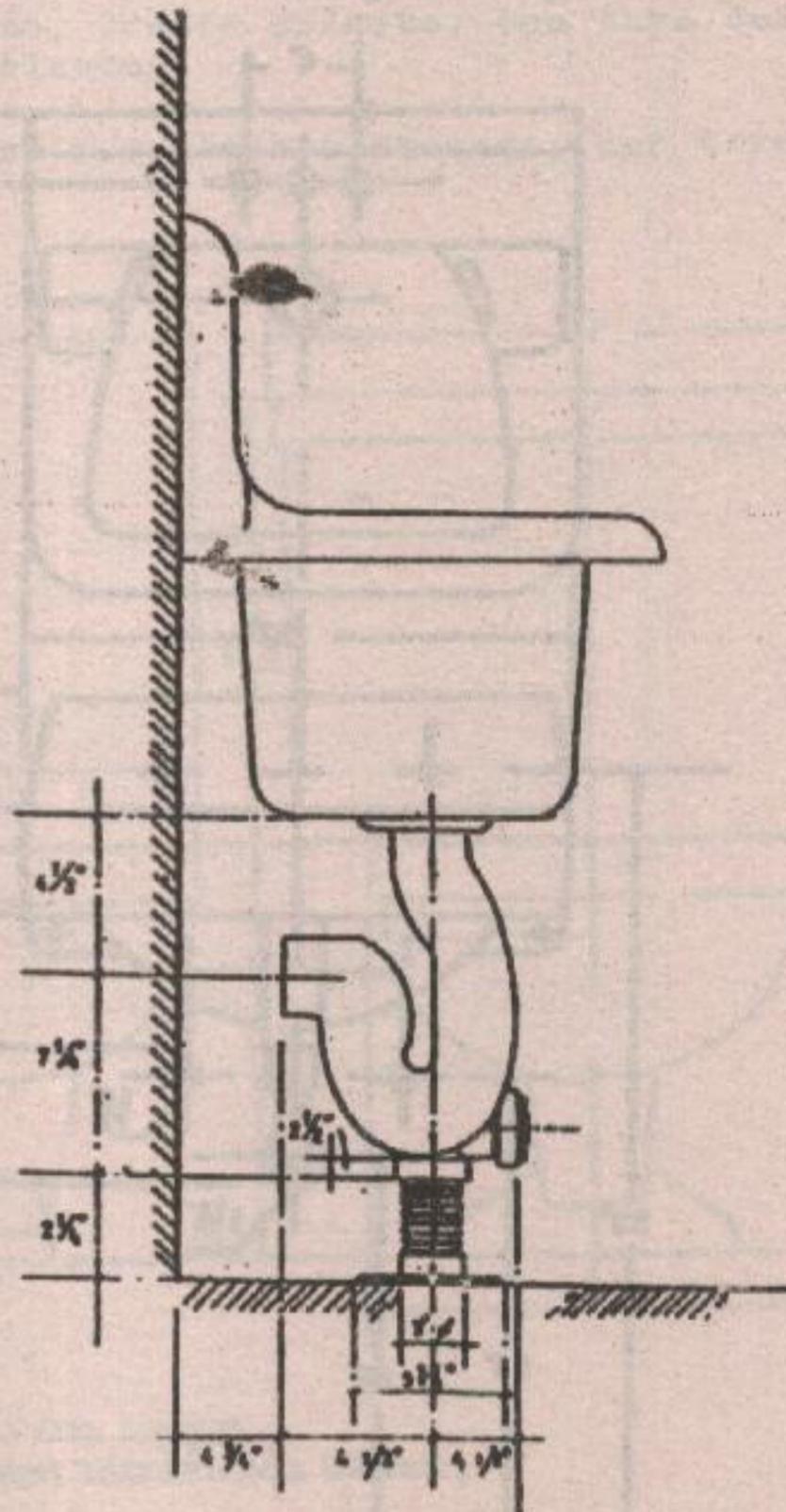
Botadero de limpieza, de fierro fundido, aporcelanado de 22" x 18" x 12", con respaldo extendido de 12" de alto, con borde redondeado aporcelanado solo en interiores.

Equipado con grifería para empotrar grifo roscado en la boca con 4 pies de manguera, llave de control, solamente para agua fría del tipo de manija.

Desague con rejilla provista de conexión para unirse a tubo de campana de fierro fundido de 3" de diámetro.

Trampa "P" de fierro fundido autosoportable, descarga a la pared.

Todas las partes metálicas serán cromadas.



Fierro fundido aporcelanado, color blanco

Grifería sólo para agua fría con trampa de fierro fundido.

ANEXO VI

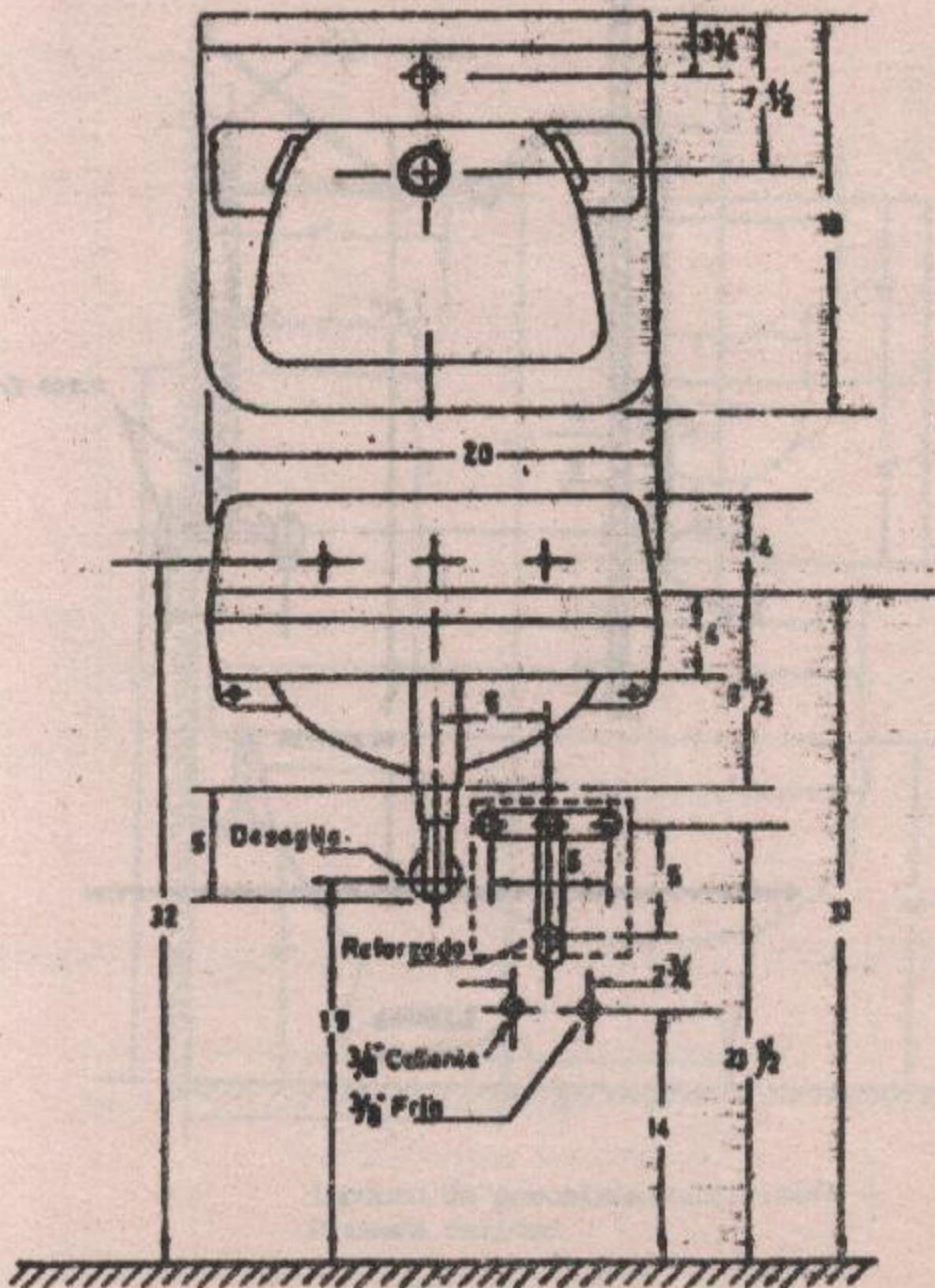
Artefacto sanitario de cerámica, lavatorio color blanco, clase "A", modelo de pared de 320 x 506 x 450 mm. según Tabla XIII de la Norma Técnica 333.001 - (ITINTEC). Consistente en poza rectangular con depresiones para jabón y respaldo de 80 mm. de alto, perforación central.

Grifería de bronce cromado, compuesta por grifo cuello de ganso con aereador para ser montado en el artefacto, válvula mezcladora operada con la rodilla (partes renovables). Tubos de suministro con escudos y válvulas angulares de interrupción para accionamiento a desarmador, tubo de abasto de la válvula al grifo.

Desagua abierto con colador y chicota de 1 1/4" de diámetro, trampa "P" de 1 1/4" del tipo desarmable con rosca y escudo a la pared. Toda la grifería integralmente cromada.

Soportes :

Los soportes para fijar a la pared para artefacto epigado.



Lavatorio de porcelana vitrificada. Ica. calidad.
Grifería control de rodilla. Mod. 37210
Modelo "CASQUI" CT12.
Trampa "P". Mod. 12560.

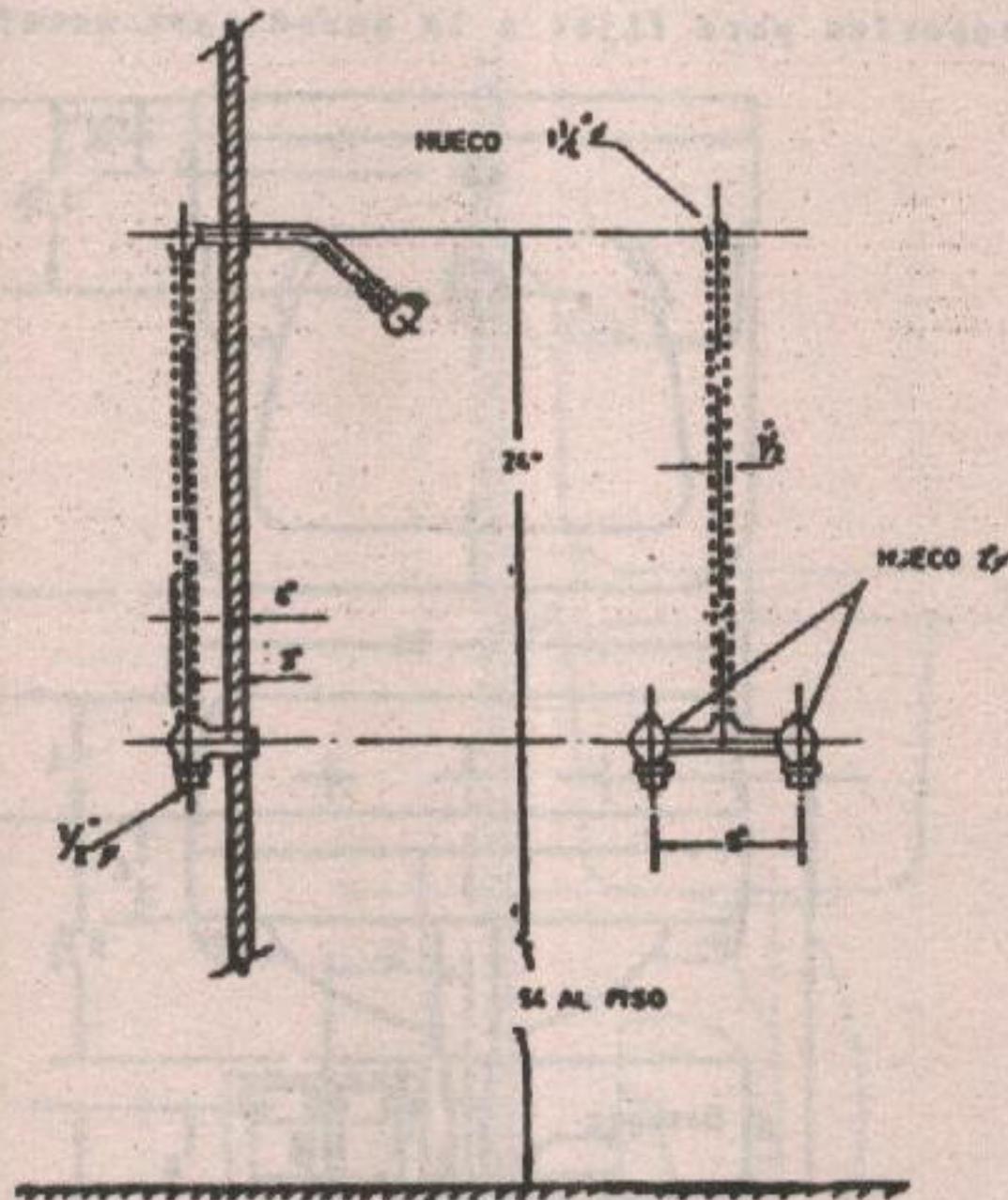
ANEXO VII

Ducha para empotrar en la pared.

Alimentación de 1/2".

Cabecera giratoria removible con articulación esférica; brazo a la pared y escudo de bronce cromados.

Llave de control con manija en cruz para agua fría y caliente, provista de escudo.



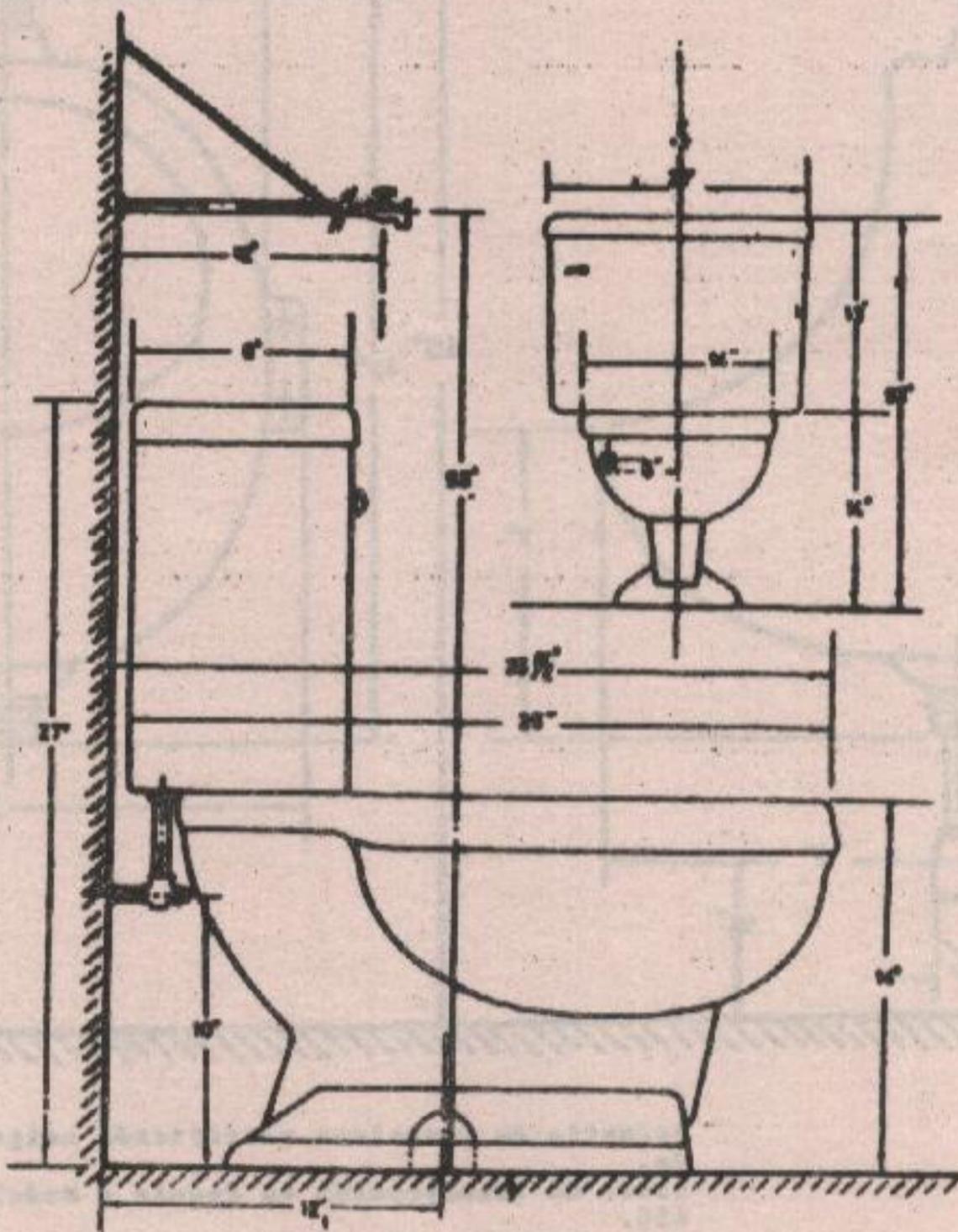
Llaves
Cabeza.

ANEXO VII-A

Duchas compuestas de dos (2) llaves para adozar a la pared, brazo cromado con su escudo; eabeza giratoria.

Bidé de loza vitrificada blanca, equipado con juego de grifería de combinación para agua fría y caliente, válvula de transferencia del bordo a la ducha, desagüe automático, con todos sus accesorios cromados y con su correspondientes tubos de abasto cromados.

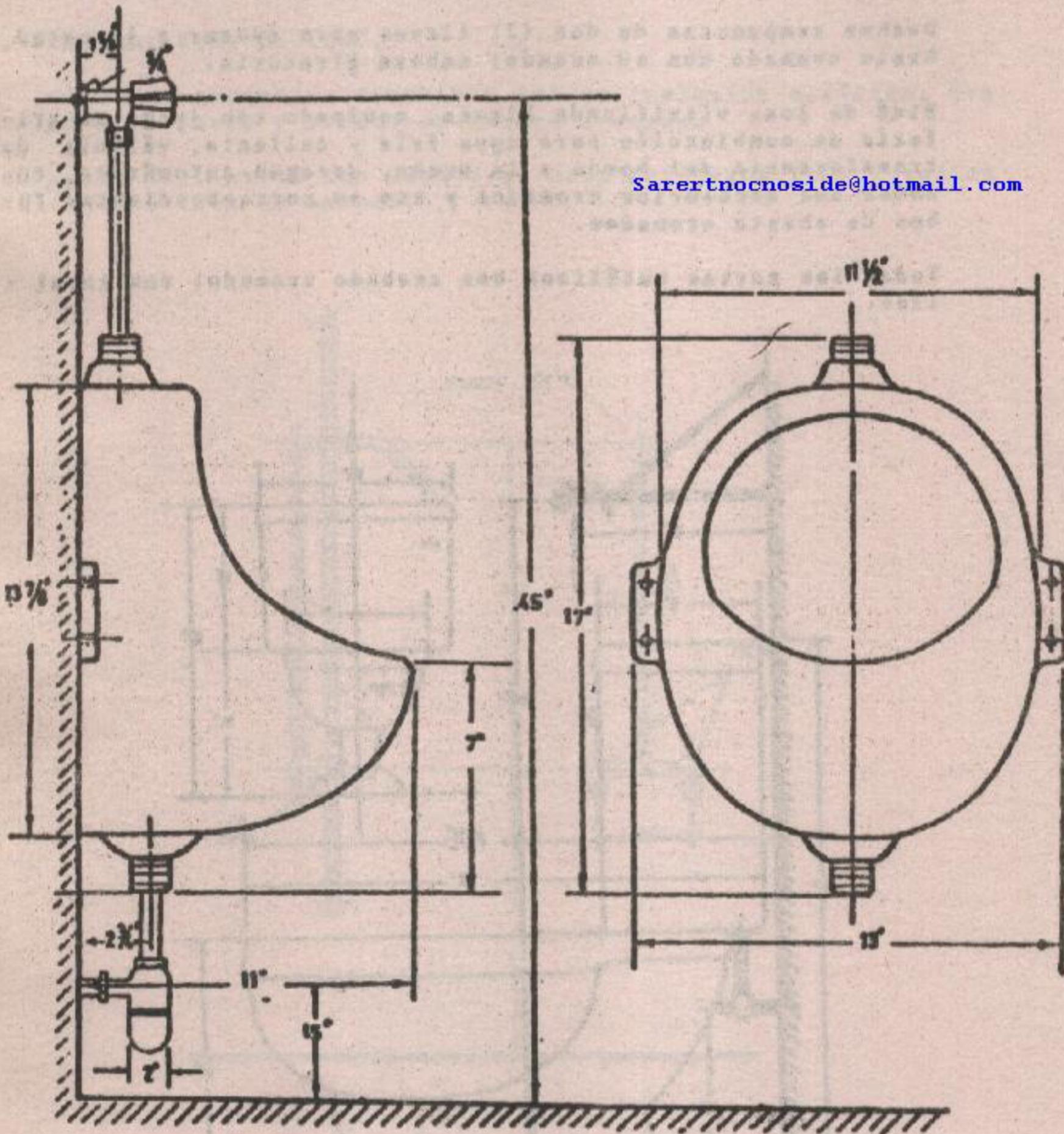
Todas las partes metálicas con acabado cromado; con tornillos.



Inodoro de porcelana vitrificada
Primera calidad.

REF. GRAFICO ANEXO VII-B

Sarertnocnoside@hotmail.com



Urinario de porcelana vitrificada selgado.
 Llave de interrupción en ángulo - Modelo 635.
 Trampa "P" - Modelo 633.