



centro de educación continua  
facultad de ingeniería, unam



PROFESORES DEL CURSO: INSTALACIONES HIDRAULICAS,  
SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS.  
(DEL 30 DE SEPTIEMBRE AL 11 DE NOVIEMBRE DE 1974).

DR. CARLOS FARIAS DE LA GARZA  
GERENTE  
BOMBAS Y SISTEMAS PICSA  
BLVD. AVILA CAMACHO # 495  
NAUCALPAN, EDO. DE MEXICO.

ING. MANUEL GUTIERREZ TELLO  
GERENTE GENERAL  
GUTIERREZ TELLO Y CIA., S.A.  
DAKOTA # 423-1er. PISO  
COL. NAPOLES  
MEXICO 18, D.F.

SR. FERNANDO F. BLUMENKRON GARCIA  
GERENTE  
COMBUSTION E INGENIERIA EN GAS  
PUEBLA 398 DESP. 501  
MEXICO 7, D.F.

LIC. OSCAR MARTINEZ FARIAS,  
APODERADO GRAL. DE LA CIA.  
AGUADELTA MEXICANA (INCENDIOS)  
COLIMA # 137-2o. PISO  
MEXICO 7, D.F.

ING. MANUEL DE ANDA  
OBRAS CIVILES E INDUSTRIALES, S.A.  
PUEBLA 387-2o. PISO  
MEXICO 7, D.F.

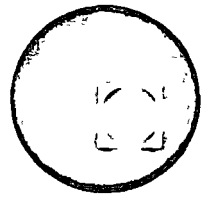
C

C

C



centro de educación continua  
facultad de ingeniería, unam



INSTALACIONES HIDRAULICAS SANITARIAS Y DE GAS  
PARA EDIFICIOS.

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTOS DIRECTO A LA RED HIDRAULICA

DR. CARLOS FARIAS DE LA GARZA.

## SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DIRECTO A LA RED HIDRAULICA

- 1.1.2.1. Determinación de la demanda máxima instantanea.
  - a).- Sistemas Empíricos: Británico y de Dawson.
  - b).- Sistema Alemán de Raíz Cuadrada.
  - c).- Sistema de Probabilidades de Hunter.
  - d).- Estudio comparativo de estos sistemas.
  - e).- Modificaciones al Sistema de Hunter y casos de pruebas efectuadas.
- 1.1.2.2. Determinación de la carga manométrica.
- 1.1.2.3. Sistema de abastecimiento directo de la Red Municipal.  
(Datos y Tablas para aplicación en casas y edificios pequeños)
- 1.1.2.4. Sistema de abastecimiento directo por Bombeo Continuo
- 1.1.2.5. Sistema de abastecimiento directo por Equipos de Presión Variable.
  - a).- Equipos Hidroneumáticos tipo Industrial.
  - b).- Equipos Hidronaumáticos tipo Doméstico.
  - c).- Diferentes tipos de cargadores de aire.
  - d).- Equipos Hidroneumáticos con HIDROPISTON.
  - e).- Equipos Hidroneumáticos de Bombeo Multiple.
  - f).- Sistema Automático "Programado" de Presión Variable.
  - g).- Ventajas y desventajas.
- 1.1.2.6. Sistemas Automáticos de Presión Constante.
  - a).- Sistemas de Presión Variable con Válvulas Reguladoras de Presión para convertirlos a presión constante.
  - b).- Sistema de Presión Constante utilizando Variadores de velocidad.
  - c).- Sistemas de Presión Constante utilizando Motores de Velocidad Variable ( APCOMATIC)
  - d).- Ventajas y desventajas.
- 1.1.2.7. Sistemas Automáticos Programados de Presión Constante.
  - a).- Estudio de demandas para calcular un Sistema Programado de Presión Constante.
  - b).- Datos para seleccionar un Sistema Automático Programado de Presión Constante.

## 1.1.2.1.

El diseño correcto del sistema de distribución de agua en un edificio es indispensable, con el fin de que los diversos muebles sanitarios puedan funcionar adecuadamente.

La cantidad requerida ya sea de agua fría o caliente, es variable dependiendo del tipo de edificio, su uso, ocupación u hora del día.

La demanda diaria de un edificio depende de muchos factores, tales como son: Facilidades sanitarias, normas de vida, localización, número de habitantes, tipo de edificio, condición socio-económica, etc. Esta demanda pueda variar desde 100 hasta 300 litros por habitante por día.

La demanda máxima instantánea, que es la que se utiliza para determinar el tamaño de la toma, del medidor, de la línea de alimentación y del equipo de abastecimiento directo en su caso, y luego para calcular la red hidráulica, no puede ser determinada de acuerdo con la demanda diaria, sino que presenta un problema más complicado, debido al hecho que los muebles sanitarios operan en forma intermitente y con frecuencias irregulares.

En casas y edificios de apartamentos, los muebles de baño se usan principalmente por las mañanas y al retirarse por la noche; los fregaderos de cocina se utilizan antes y después de los alimentos y los lavaderos y lavadoras particularmente en el curso de la mañana.

Este uso intermitente de los muebles sanitarios y el hecho de que el tiempo que están en operación sea mucho menor que aquel que están sin operar fué la razón por la que se pensó en determinar la "DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA" que permite diseñar una

red hidráulica más acorde con la realidad, en vez de calcular la red para la operación simultánea de todos los muebles que no solamente es inútil, sino que representa un costo prohibitivo.

Los métodos más conocidos para determinar esta "Demanda Máxima Instantánea" son:

a).- El Método Empírico. Estudiado en la Gran Bretaña, y por Dawson y Bowman en los E.U.A., utiliza una tabla en la que se indica la descarga de cada tipo de mueble en galones por minuto, se multiplica esta cantidad por el número de muebles de cada tipo y se suman los gastos obtenidos.

El gasto total obtenido, corresponde al gasto de todos los muebles operando simultáneamente; esta cantidad se lleva a una tabla calculada por los diseñadores de estos sistemas, en la cual se puede seleccionar el gasto máximo instantáneo, de acuerdo con las experiencias obtenidas por ellos en el curso de años de práctica.

Estos sistemas, con ciertas modificaciones, fueron utilizados por años por varios fabricantes de bombas y equipos hidro neumáticos en los E.U.A. y en México.

b).- El Método Alemán de Raíz Cuadrada, utiliza como unidad de gasto la descarga de un hidrante de  $3/8"$  (9.5 mm) operando bajo ciertas condiciones y se señala un "Factor de Carga" por unidad a este gasto (.25 lps). Para cualquier otro mueble con diferente gasto, se establece un "Factor de Carga", tomando la relación de gasto de este mueble con la del hidrante de  $3/8"$  y el resultado se eleva al cuadrado.

Posteriormente el "Factor de Carga" de cada tipo de mueble se multiplica por el número de éstos, se suman los resultados

y se saca la raíz cuadrada de esta suma. Este resultado se multiplica por el "Factor de Carga" del hidrante de 3/8" para obtener la demanda máxima de la línea de alimentación general.

El procedimiento de obtener la raíz cuadrada, en forma arbitraria cubre el hecho de que no todos los muebles operen simultáneamente.

c).- El Método de probabilidades parece haber sido empleado por primera vez por el Dr. Roy B. Hunter del "Departamento Nacional de Normas" de los E.U.A. para calcular los gastos de diseño en sistemas hidráulicos. Hunter fundó su teoría en que la operación de los muebles de mayor gasto de un sistema es el azar, lo que sin ser absolutamente real, sirve de base para la aplicación de la teoría al problema, luego determinó las frecuencias máximas del uso de estos muebles tomadas de pruebas efectuadas en hoteles y edificios de apartamentos durante las horas de mayor uso. También midió los valores característicos de las demandas de agua para los diversos muebles y el tiempo de operación de cada uno.

El sistema obtenido por Hunter de sus teorías y pruebas es aplicable especialmente para redes que abastecen un gran número de muebles y está basado en que podrá no dar satisfacción en 1% de casos.

Este valor de 1% fué escogido arbitrariamente por Hunter en sus primeras experiencias y al decir de Manas, es posible que el diseño esté excedido y que un valor de 2% pueda ser suficiente, quedando a pruebas de casos reales el determinar cual valor es el correcto. Sea lo que sea, la Teoría de Probabilidades de Hunter ha demostrado ser la más exacta y ---

racional de los tres métodos arriba descritos.

Datos obtenidos con los tres métodos anteriores en un multifamiliar de seis departamentos:

Método empleado	Capacidad lps.	Capacidad en %
Hunter	2.65	100
Alemán	3.34	126
Británico	3.97	150
Dawson	4.82	182



Hasta el año de 1957 el método más extendido para determinar la "Demanda Máxima Instantánea" en los E.U.A. y en México fué variación del Sistema Empírico que los principales fabricantes de bombas y equipos hidroneumáticos ilustraban en sus catálogos.

Sin embargo, la experiencia demostró la falta de exactitud de estos métodos y fué, al aparecer el Código de Plomería editado por Vincent Manas, que se empezó a unificar el criterio de diseñadores y contratistas y se generalizó el uso del método de probabilidades de Hunter descrito en detalle en dicho libro.

Nuevamente la práctica fué demostrando errores en este método y diversos investigadores en E.U.A. y en México se dedicaron a investigar los resultados reales de edificios en los que se había calculado la demanda basada en el Método de Hunter.

Con las facilidades existentes en los E.U.A. se instalaron medidores-registradores de flujo en diversos tipos de edificios y en diversos lugares del país y así se pudo efectuar un estudio comparativo entre el diseño original basado en el Sistema de Hunter y el gasto real obtenido por medición.

En México, aunque sin contar con los medios de los E.U.A. se pudieron hacer estudios prácticos comparativos también, utilizando los medidores de flujo, empleados como controles en los Sistemas Programados de presión constante y, muy especialmente diversos investigadores, ya sea en forma práctica o deductiva, han efectuado estudios y, unos y otros llegando al mismo resultado: que el Método de Hunter para calcular la demanda máxima instantánea dá resultados exagerados en un gran número de casos

Esto se explica fácilmente si se considera que Hunter basó su teoría en resultados de mediciones obtenidas de edificios con gran número de muebles y durante las horas de mayor uso.

Se puede considerar que su muerte no permitió la terminación de su obra pues indudablemente hubiera incluido modificaciones que pudieran aumentar o disminuir los gastos obtenidos con su Sistema utilizando las mismas consideraciones que afectan la demanda de agua mencionadas por todos los autores de la materia y detallados en el libro "Water Supply Engineering" por Babitt y Doland a saber:

- 1.- Clima y Localización.
- 2.- Uso de medidores y costo del agua.
- 3.- Calidad y presión del agua.
- 4.- Facilidades sanitarias y normas de vida.
- 5.- Condición socio-económica.

### 1.1.2.3. DETERMINACION DE LA CARGA MANOMETRICA.

La Carga Manométrica corresponde a la presión mínima a que debe suministrarse el agua para un edificio.

Para su estudio tomamos tres factores:

- a).- Altura en metros desde el punto de abastecimiento al punto más alto de descarga.
- b).- Presión que se desea tener en ese punto más alto de descarga.
- c).- Pérdida por fricción en la longitud total de tubería desde el punto de abastecimiento al de descarga, incluyendo en esta tubería la longitud equivalente a todas las conexiones y válvulas. (Esq. 7)

En los casos que la red hidráulica del edificio se abastece directamente de la red municipal, debe determinarse si la presión suministrada es suficiente para el edificio en cuestión a las horas de mayor demanda; pues de otro modo será necesario usar una bomba auxiliar (Booster) o algún otro - equipo para elevar la presión cuando sea necesario.

En el caso de México, así como de la mayor parte de los paises latinoamericanos, en los que los reglamentos, el diámetro reducido de las tuberías y tomas, las interrupciones en el servicio de agua y la falta de presión impiden considerar un abastecimiento directo a la red hidráulica o a la conexión directa de las bombas a la red municipal, se ha extendido el uso de tinacos para edificios de poca altura o de tanques de almacenamiento o cisternas para los más altos.

En el caso de que la cisterna sea subterránea, la carga manométrica antes mencionada, que es desde el punto de abastecimiento o sea la bomba, debe de ser considerada la succión como sigue:

- a).- Altura en metros desde el eje de la bomba al nivel mínimo del agua (que se recomienda no exceda de 2 m en el D.F.)
- b).- Aumentar las pérdidas por fricción correspondientes a la longitud total de la tubería de succión más la longitud equivalente en metros de las conexiones, válvulas y coladeras.

### SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO DE LA RED MUNICIPAL.

Datos para calcular tomas, tubería y medidores en casas y edificios pequeños, de acuerdo con normas de E. U. A.

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

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

2.- Determinar la presión disponible en la toma, Esta deberá ser suficiente para dar una presión de .6 Kg/Cm<sup>2</sup> en muebles de baja presión o de 10.5 Kg/Cm<sup>2</sup> en el caso de usar muebles de fluxómetro, una vez deducidas la altura del mueble y las pérdidas por fricción. En caso de presiones mayores de 4 Kg/Cm<sup>2</sup> se recomienda el uso de válvulas reguladoras de presión.

3.- La siguiente tabla puede ser utilizada para seleccionar los diámetros de toma y línea de alimentación, basados en diferentes longitudes de tubería y el total de unidades mueble. Estos diámetros han sido calculados usando 3 m. por segundo de velocidad del agua, lo que corresponde aproximadamente a 10% de pérdidas por fricción.

	TOMA	ALIMENTACION	LONGITUD TUBERIA	UNIDADES MUEBLE
1	19 mm	19 mm	15 m	25
2	19 mm	19 mm	30 m	16
3	19 mm	19 mm	45 m	15
4	19 mm	25 mm	15 m	40
5	19 mm	25 mm	30 m	33
6	19 mm	25 mm	45 m	28
7	25 mm	25 mm	15 m	50
8	25 mm	25 mm	30 m	40
9	25 mm	25 mm	45 m	30
10	25 mm	32 mm	15 m	96
11	25 mm	32 mm	30 m	65
12	25 mm	32 mm	45 m	55
13	32 mm	32 mm	15 m	150
14	32 mm	32 mm	30 m	100
15	32 mm	32 mm	45 m	65
16	32 mm	38 mm	15 m	250
17	32 mm	38 mm	30 m	160
18	32 mm	38 mm	45 m	130

## METODO EMPIRICO BRITANICO

### GASTO MAXIMO PROBABLE

DESCARGA DE MUEBLES	
MUEBLE	LITROS / SEG.
BAÑO ( PRIVADO )	0.315
BANO ( PUBLICO )	0.504
FREGADERO	0.252
LAVABO (AGUJA)	0.126
REGADERA (AGUJA)	0.126
REGADERA ( 10cm. )	0.252
REGADERA ( 15cm. )	0.504

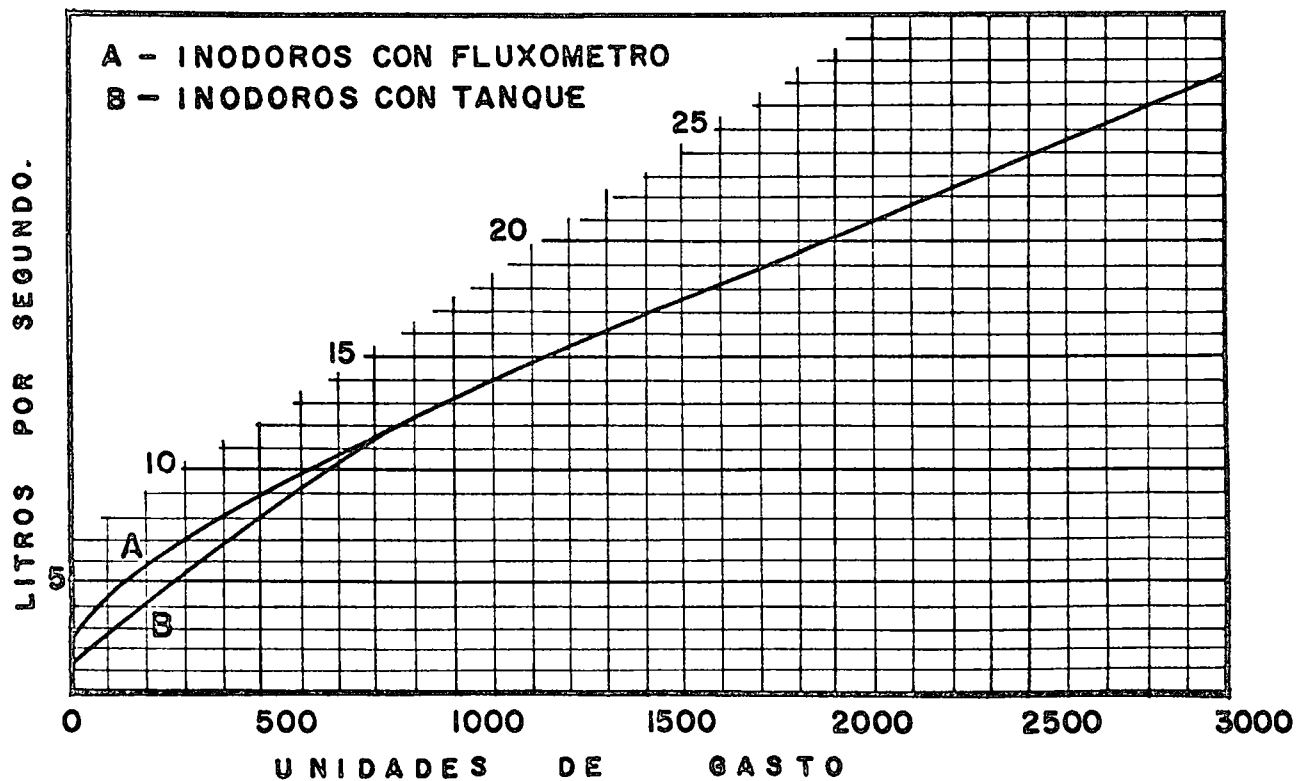
### DEMANDA MAXIMA PROBABLE

GASTO TOTAL SIMULTANEO	GASTO PROBABLE SIMULTANEO	GASTO TOTAL SIMULTANEO	GASTO PROBABLE SIMULTANEO
lps.	lps.		
0.063 a 0.756	100 %	5.103	2.331
0.882	0.819	5.292	2.457
1.008	0.913	6.741	2.642
1.134	1.008	7.745	2.835
1.260	1.102	8.946	3.024
1.445	1.197	10.269	3.276
1.636	1.291	11.844	3.528
1.890	1.417	13.608	3.843
2.205	1.512	15.624	4.095
2.520	1.638	18.018	4.473
2.898	1.764	20.727	4.851
3.339	1.890	23.814	5.355
3.843	2.016	27.405	5.985
4.473	2.142	19.845	6.552
		20 y más	20 %

tomado de "Water Supply Engineering".

**M E T O D O   D E   H U N T E R**  
**G A S T O   M A X I M O   P R O B A B L E**

<b>EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO</b>			
<b>MUEBLE</b>	<b>SERVICIO</b>	<b>CONTROL</b>	<b>U.M.</b>
EXCUSADO	PUBLICO	VALVULA	10
EXCUSADO	PUBLICO	TANQUE	5
FREGADERO	HOTEL RES	LLAVE	4
LAVABO	PUBLICO	LLAVE	2
MINGITORIO pedest.	PUBLICO	VALVULA	10
MINGITORIO pared	PUBLICO	VALVULA	5
MINGITORIO pared	PUBLICO	TANQUE	3
REGADERA	PUBLICO	MEZCLADORA	4
TINA	PUBLICO	LLAVE	4
VERTEDERO	OFICINA, etc	LLAVE	3
EXCUSADO	PRIVADO	VALVULA	6
EXCUSADO	PRIVADO	TANQUE	3
FREGADERO	PRIVADO	LLAVE	2
GRUPO BAÑO	PRIVADO	EXC. VALVULA	8
GRUPO BAÑO	PRIVADO	EXC. TANQUE	6
LAVABO	PRIVADO	LLAVE	1
LAVADERO	PRIVADO	LLAVE	3
REGADERA	PRIVADO	MEZCLADORA	2
TINA	PRIVADO	MEZCLADORA	2



tomado de un artículo del Ing. J. Díaz Barriga



VARIACIONES EN LA DEMANDA DE AGUA  
 BASADA EN LA  
 CONDICION SOCIO-ECONOMICA  
 (CASAS HABITACION)

CONDICION	CASAS	HABITANTES	l/h/d	% USO
EXCELENTE	290	908	473	100
MUY BUENA	162	520	322	68
BUENA	606	204	212	48
MEDIANA	511	1767	182	32
MODESTA	470	1796	129	28

**RESULTADO DE INVESTIGACIONES  
EN MULTIFAMILIARES PARA PERSONAS  
DE ESCASOS RECURSOS EN E. U. A .**

N O M B R E	NUMERO DE DEPTOS	NUMERO DE HAB.	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	L.P. S. SEGUN HUNTER	L.P. S. SEGUN MEDICION	% AL QUE SE REDUCE
DARROW HOMES	480	3312	5280	40.32	17.77	44.07
ROCKWELL GARDENS	140	728	1840	17.32	9.51	54.90
TAYLOR HOMES	474	2940	5214	40.20	19.60	48.76
MIDWAY GARDENS	318	670	3600	29.61	19.34	65.32
P R O M E D I O				31.86	16.50	52 %

**RESULTADOS DE INVESTIGACIONES**  
**EN EDIFICIOS DE APARTAMENTOS**  
**PARA ANCIANOS AUSPICIADOS POR**  
**EL GOBIERNO DE E. U. A.**

NOMBRE	NUMERO DE DEPTOS.	NUMERO DE HAB.	L.P.S. SEGUN HUNTER	L.P.S. SEGUN REGISTRO	% AL QUE SE REDUCE
WICKER PARK	116	191	18.12	7.88	52.00
ECKHART PARK	181	290	20.16	12.60	62.50
BLACKHAWK	252	416	25.83	17.64	68.30
MIDWEST TERRACE	129	213	16.38	10.08	61.50
ARMOUR SQUARE	198	327	22.05	13.86	62.90
GARFIELD PARK	151	249	18.27	11.03	60.40
EDGEWATER TERRACE	200	330	22.05	11.66	52.90
MADISON Y PAULINA	482	796	39.38	17.33	44.00
FRANKLIN Y DRAKE	157	259	18.90	11.97	63.30
ALDINE Y CLARK	161	249	18.27	11.03	60.40
P R O M E D I O			21.64	12.81	57.80%



























**RESULTADO DE INVESTIGACION  
EN UN HOTEL EN ACAPULCO, GRO.**

MUEBLES SANITARIOS	NUMERO DE MUEBLES	U. M. SEGUN HUNTER	TOTAL DE U. M.
W.C. FLUXOMETRO	368	6	2208
REGADERA C/TINA	368	2	736
LAVABOS	368	2	736
LAVADEROS	10	3	30
FREGADEROS	10	4	40
TOTAL EN UNIDADES MUEBLE			3750
GASTO MAXIMO CONSTANTE SEGUN HUNTER.			34.65 ef.
GASTO MAXIMO CONSTANTE SEGUN MEDICION			22.68 ef.
POR CIENTO AL QUE SE REDUCE EL GASTO			64.65%

STANDARDS OF THE HYDRAULIC INSTITUTE

TABLE ET-4

EQUIVALENT LENGTH OF NEW STRAIGHT PIPE FOR VALVES AND FITTINGS FOR TURBULENT FLOW ONLY

FITTINGS			PIPE SIZE																							
			1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24			
	REGULAR 90° ELL	SCREWED STEEL	2.3	3.1	3.6	4.4	5.2	6.6	7.4	8.5	9.3	11	13													
		C.I.											9.0	11												
	REGULAR 90° ELL	FLANGED STEEL			.92	1.2	1.6	2.1	2.4	3.1	3.6	4.4	5.9	7.3	8.9	12	14	17	18	21	23	25	30			
		C.I.											3.6	4.8		7.2	9.8	12	15	17	19	22	24	28		
	LONG RADIUS 90° ELL	SCREWED STEEL	1.5	2.0	2.2	2.3	2.7	3.2	3.4	3.6	3.6	4.0	4.6													
		C.I.											3.3	3.7												
	LONG RADIUS 90° ELL	FLANGED STEEL			1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	2.9	3.4	4.2	5.0	5.7	7.0	8.0	9.0	9.4	10	11	12	14			
		C.I.											2.8	3.4		4.7	5.7	6.8	7.8	8.6	9.6	11	11	13		
	REGULAR 45° ELL	SCREWED STEEL	.34	.52	.71	.92	1.3	1.7	2.1	2.7	3.2	4.0	5.5													
		C.I.											3.3	4.5												
	REGULAR 45° ELL	FLANGED STEEL			.45	.59	.81	1.1	1.3	1.7	2.0	2.6	2.9	4.5	5.6	7.7	9.0	11	13	15	16	18	22			
		C.I.											2.1	2.9		4.5	6.3	8.1	9.7	12	13	15	17	20		
	TEE-LINE FLOW	SCREWED STEEL	.79	1.2	1.7	2.4	3.2	4.6	5.6	7.7	9.3	12	17													
		C.I.											9.9	14												
	TEE-BRANCH FLOW	FLANGED STEEL			.69	.82	1.0	1.3	1.5	1.8	1.9	2.2	2.8	3.3	3.8	4.7	5.2	6.0	6.4	7.2	7.6	8.2	9.6			
		C.I.											1.9	2.2		3.1	3.9	4.6	5.2	5.9	6.5	7.2	7.7	8.8		
	TEE-BRANCH FLOW	SCREWED STEEL	2.4	3.5	4.2	5.3	6.6	8.7	9.9	12	13	17	21													
		C.I.											14	17												
	180° RETURN BEND	FLANGED STEEL			2.0	2.6	3.3	4.4	5.2	6.6	7.5	9.4	12	15	18	24	30	34	37	43	47	52	62			
		C.I.											7.7	10		15	20	25	30	35	39	44	49	57		
	180° RETURN BEND	SCREWED STEEL	2.3	3.1	3.6	4.4	5.2	6.6	7.4	8.5	9.3	11	13													
		C.I.											9.0	11												
	180° RETURN BEND	REG. FLANGED STEEL			.92	1.2	1.6	2.1	2.4	3.1	3.6	4.4	5.9	7.3	8.9	12	14	17	18	21	23	25	30			
		C.I.											3.6	4.8		7.2	9.8	12	15	17	19	22	24	28		
	180° RETURN BEND	LONG RAD. FLANGED STEEL			1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	2.9	3.4	4.2	5.0	5.7	7.0	8.0	9.0	9.4	10	11	12	14			
		C.I.											2.8	3.4		4.7	5.7	6.8	7.8	8.6	9.6	11	11	13		
	GLOBE VALVE	SCREWED STEEL	21	22	22	24	29	37	42	54	62	79	110													
		C.I.											65	86												
	GLOBE VALVE	FLANGED STEEL			38	40	45	54	59	70	77	94	120	150	190	260	310	390								
		C.I.											77	99		150	210	270	330							
	GATE VALVE	SCREWED STEEL	.32	.45	.56	.67	.84	1.1	1.2	1.5	1.7	1.9	2.5													
		C.I.											1.6	2.0												
	GATE VALVE	FLANGED STEEL								2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2			
		C.I.											2.3	2.4		2.6	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0		
	ANGLE VALVE	SCREWED STEEL	12.8	15	15	15	17	18	18	18	18	18	18													
		C.I.											15	15												
	ANGLE VALVE	FLANGED STEEL			15	15	17	18	18	21	22	28	38	50	63	90	120	140	160	190	210	240	300			
		C.I.											23	31		52	74	98	120	150	170	200	230	280		
	SWING CHECK VALVE	SCREWED STEEL	7.2	7.3	8.0	8.8	11	13	15	19	22	27	38													
		C.I.											22	31												
	SWING CHECK VALVE	FLANGED STEEL			3.8	5.3	7.2	10	12	17	21	27	38	50	63	90	120	140								
		C.I.											22	31		52	74	98	120							
	COUPLING OR UNION	SCREWED STEEL	.14	.18	.21	.24	.29	.36	.39	.45	.47	.53	.65													
		C.I.											.44	.52												
	BELL MOUTH INLET	SCREWED STEEL	.04	.07	.10	.13	.18	.26	.31	.43	.52	.67	.95	1.3	1.6	2.3	2.9	3.5	4.0	4.7	5.3	6.1	7.6			
		C.I.											.55	.77		1.3	1.9	2.4	3.0	3.6	4.3	5.0	5.7	7.0		
	SQUARE MOUTH INLET	SCREWED STEEL	.44	.68	.96	1.3	1.8	2.6	3.1	4.3	5.2	6.7	9.5	13	16	23	29	35	40	47	53	61	76			
		C.I.											5.5	7.7		13	19	24	30	36	43	50	57	70		
	RE-ENTRANT PIPE	SCREWED STEEL	.88	1.4	1.9	2.6	3.6	5.1	6.2	8.5	10	13	19	25	32	45	58	70	80	95	110	120	150			
		C.I.											11	15		26	37	49	61	73	86	100	110	140		
	SUDDEN ENLARGEMENT		$h = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$ FEET OF LIQUID; IF $V_2 = 0$ $h = \frac{V_1^2}{2g}$ FEET OF LIQUID																							

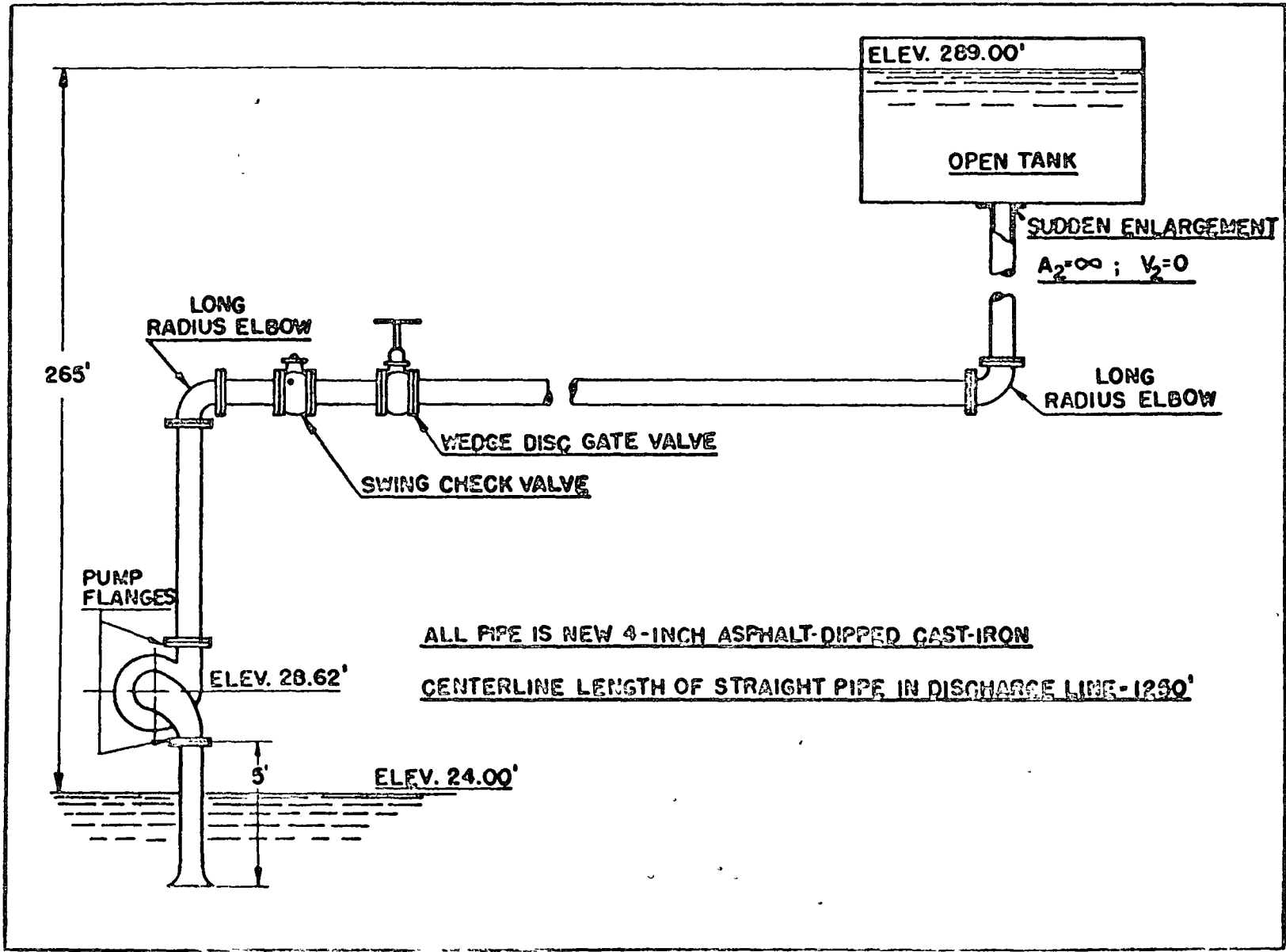


Fig. EF-1

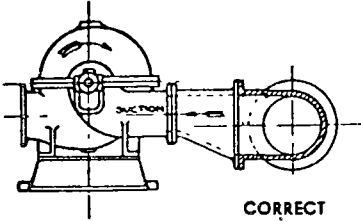
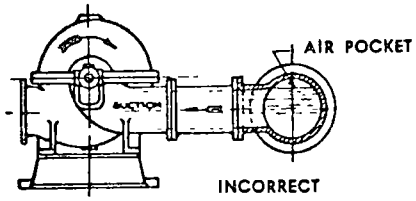


Fig. BF-44

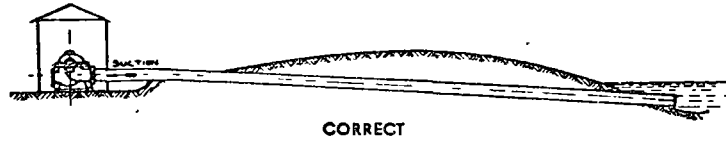
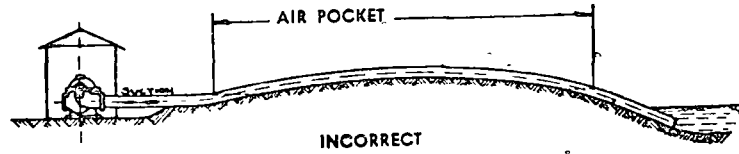


Fig. BF-45

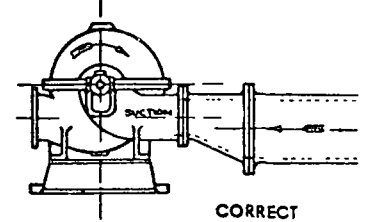
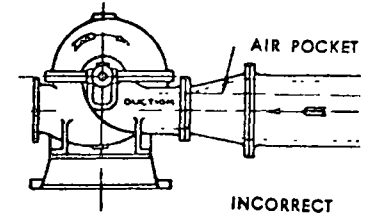
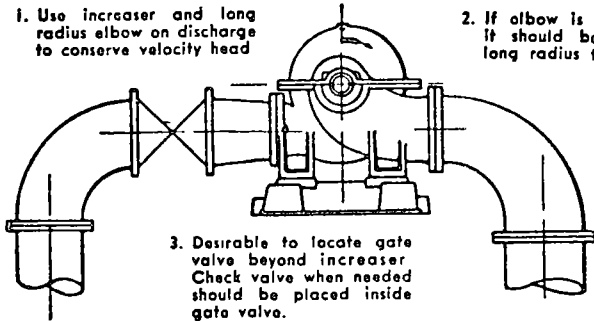


Fig. BF-46

1. Use increaser and long radius elbow on discharge to conserve velocity head

2. If elbow is necessary it should be of the long radius type.



3. Desirable to locate gate valve beyond increaser. Check valve when needed should be placed inside gate valve.

PREFERRED

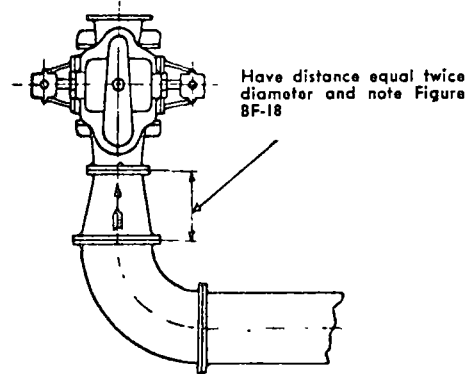
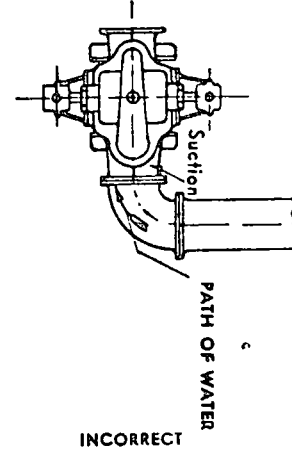


Fig. BF-47



INCORRECT





N O M O G R A M A

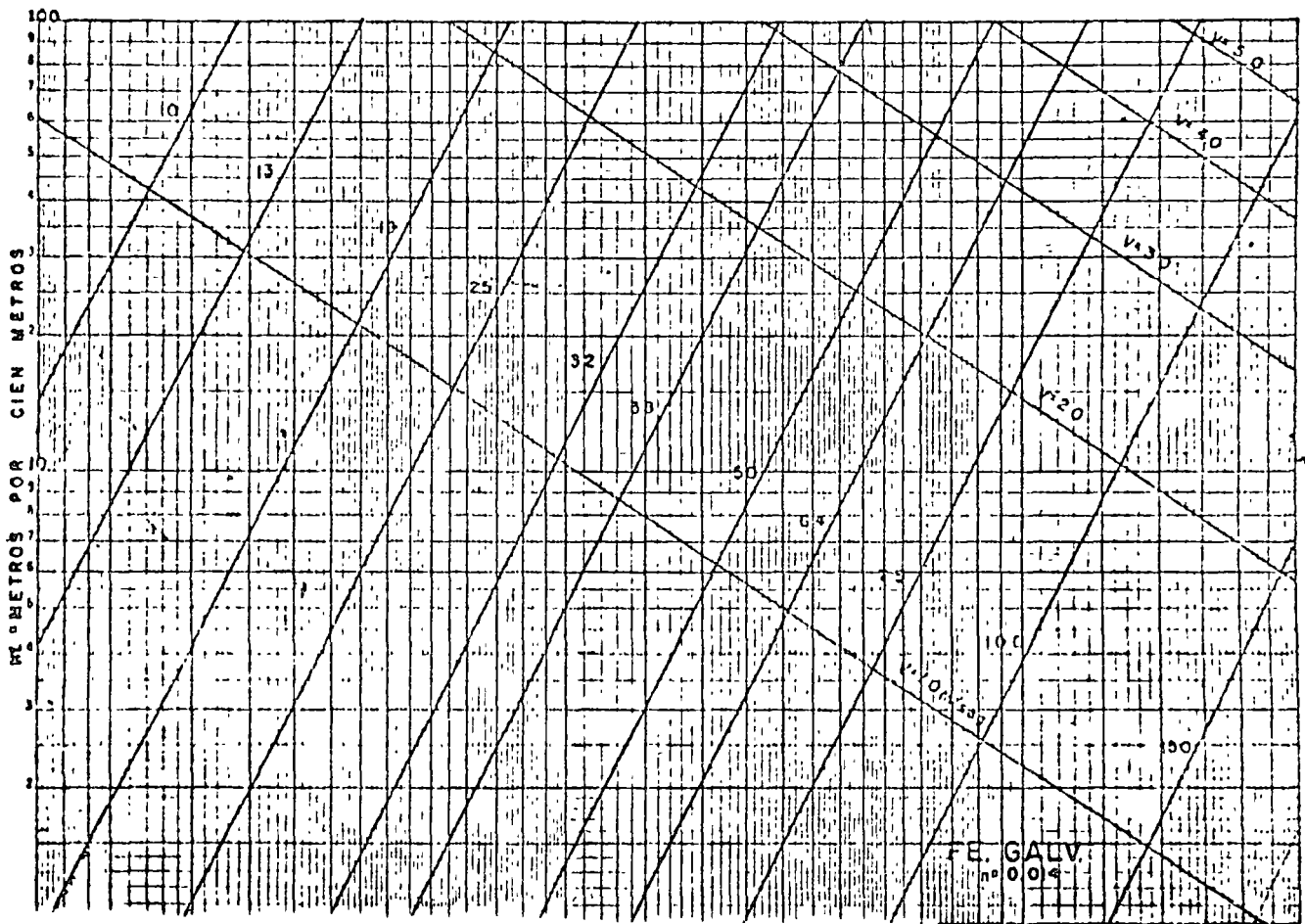
DE

PERDIDAS POR FRICCION

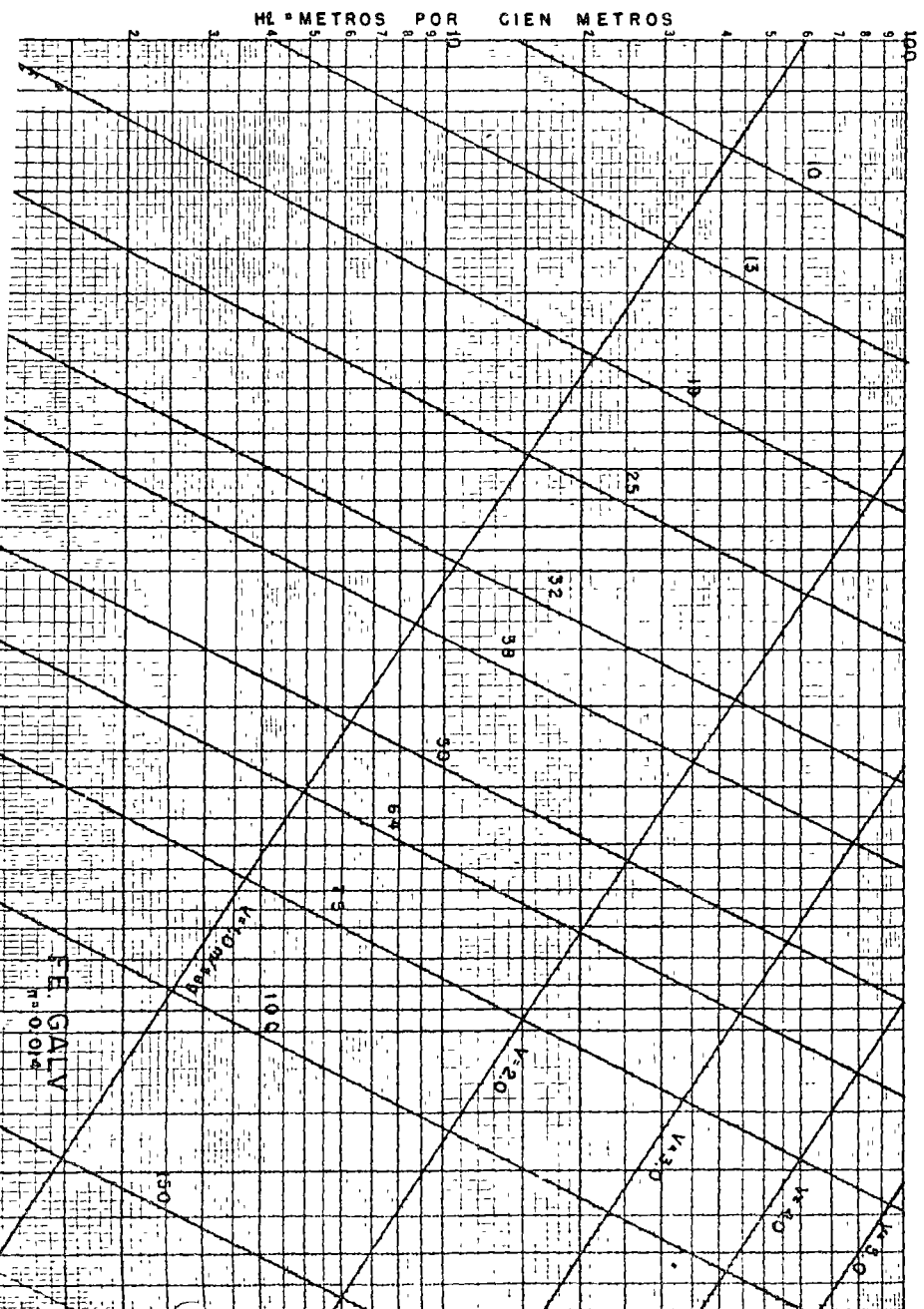
Tubería de Fierro Galvanizado



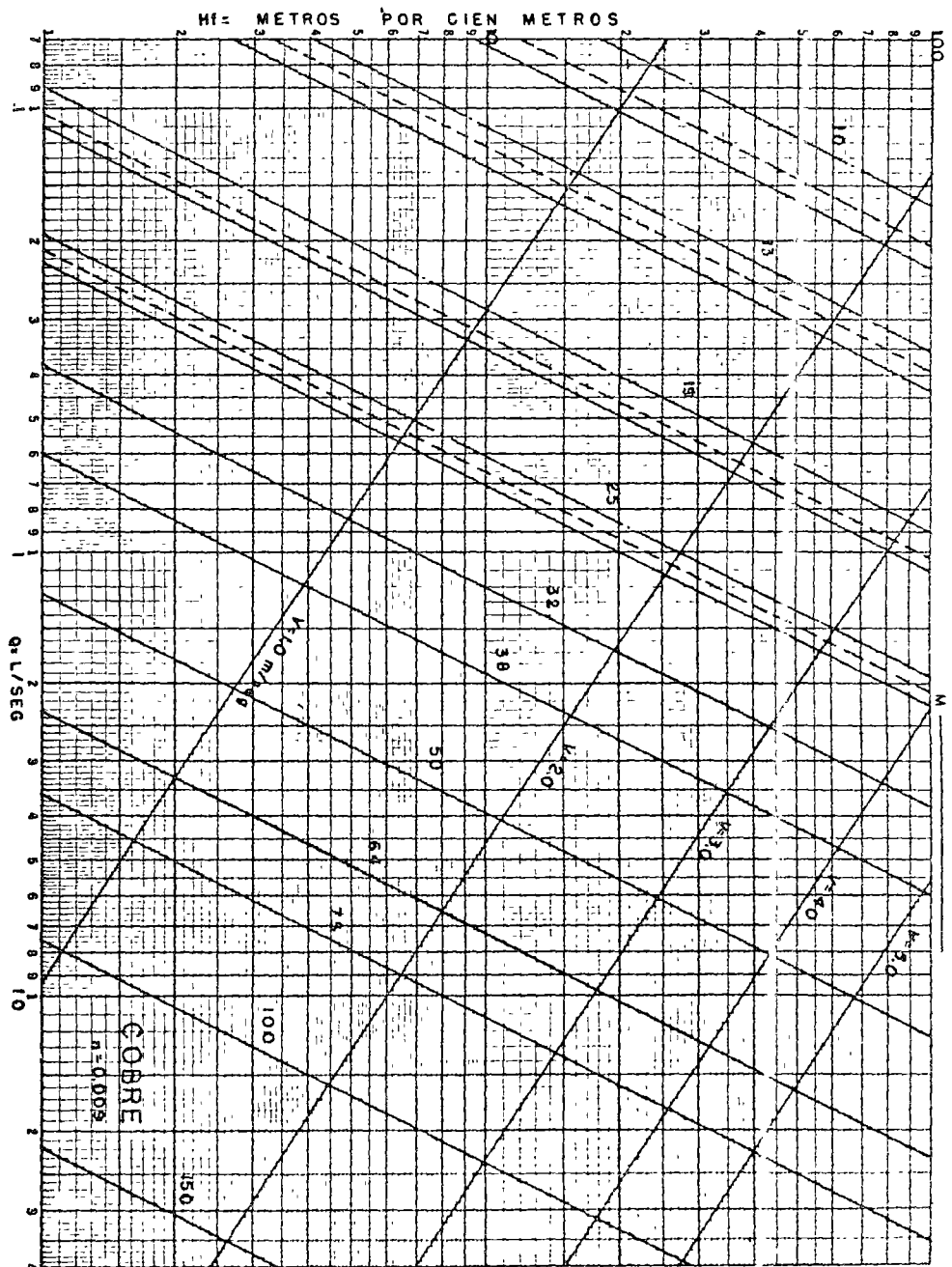
880 311 HOFFMANN & BERGER CO  
Lugarthum 14 X 8 Chile  
1910



Cortesía Ing. J. Díaz Barriga

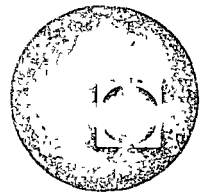


880 III KOURAL & SASSA CO  
Legenda: 1/8 X 2 Cms  
1911





centro de educación continua  
facultad de ingeniería, unam



INSTALACIONES HIDRAULICAS SANITARIAS Y DE GAS PARA  
EDIFICIOS

INSTALACIONES DE GAS L.P. Y  
NATURAL EN EDIFICIOS

ING. FERNANDO F. BLUMENKRON

Fernando F. Blumenkron

TECNICO RESPONSABLE EN GAS L. P. Y NATURAL, AUT. B-19  
DIRECCION GENERAL DE GAS, SPIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



combustion e ingenieria en GAS  
PUEBLA 398-501 MEXICO 7, D. F.  
TELS. 514-72-73, 525-88-23, 528-62-23

departamento de proyectos  
VALLADOLID No. 37

~~MEXICO 7, D. F. TEL. 511-23-98~~  
MEXICO 7, D. F. TEL. 511-23-98

L. 2 HRS

M. 2 HRS.

V. 2 HRS.

L. 2 HRS

M.V. 4 HRS

6.- INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO PARA GAS L.P. Y NATURAL EN EDIFICIOS.

DURACION 2 SEMANAS 12 HRS. L.M.V.  
DE 19.00 a 21.00 HRS.

6.0 INTRODUCCION

6.1 CONCEPTOS BASICOS

6.1.1 Características físicas, químicas y térmicas - de los hidrocarburos contenidos en el gas L.P. y en gas Natural.

6.1.2 Análisis de los gases L.P. y Natural.

6.2 LEYES GENERALES QUE RIGEN A LOS GASES

6.3 FLUJO DE GAS EN LAS TUBERIAS

6.4 DESCRIPCION DEL EQUIPO

6.4.1 Recipientes almacenadores

6.4.2 Reguladores

6.4.3 Medidores volumétricos de vapor

6.4.4 Aparatos de consumo

6.5. PROYECTO DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS.

6.5.1 Reglas generales para localización de recipientes

6.5.2 Localización y selección de reguladores

6.5.3 Instalación de Medidores

6.5.4 Tuberias

6.5.5 Localización e instalación de aparatos de consumo

6.5.6 Cálculo de instalaciones

## INTRODUCCION. IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DEL GAS L. P. Y NATURAL PARA SU CORRECTO APROVECHAMIENTO.

Es del conocimiento de toda persona relacionada con el uso del gas licuado de petroleo y gas natural, del aumento constante de su distribución en todo el país, de ahí la necesidad de contar con personal técnicamente preparado para que con sus conocimientos, pueda resolver eficientemente todos aquellos problemas que se presentan en el proyecto y ejecución de una instalación de aprovechamiento para gas, principalmente en lo que respecta a seguridad y eficiencia.

Los gases licuados de petroleo se obtienen en pozos petroleros. Se denominan hidrocarburos y son cuerpos compuestos de carbono e hidrógeno exclusivamente. Debido a sus características físicas y químicas los hidrocarburos gaseosos y mezclas de ellos, como propano, propileno, butano e isobutano se pueden licuar a presiones y temperaturas moderadas, razón por la cual se ha aprovechado para su distribución.

Los hidrocarburos, como el metano y etano, por razones económicas no se licuan y son distribuidos en su fase de vapor, denominándose gas natural.

Los gases licuados son distribuidos por Petroleos Mexicanos y Empresas Extranjeras y son transportados a las plantas de almacenamiento por medio de autos-transporte y carros-tanque de ferrocarril.

En las plantas de almacenamiento se trasiegan, a tanques portátiles y en autos-tanque a recipientes fijos o estacionarios para su consumo

De los tanques se utiliza el gas licuado en los aparatos de consumo por medio de instalaciones adecuadas. En esta utilización, el buen diseño y ejecución de la misma juega un papel muy importante.

El gas natural se conduce desde su punto de origen hasta su consumo por tuberías a diferentes presiones.

Para proyectar adecuadamente una instalación es indispensable el conocimiento de las características y comportamiento de los gases, así como las normas de fabricación, el funcionamiento y especificaciones del equipo, accesorios y sus componentes.

Para ejecutar una instalación de aprovechamiento es necesario proyectarla adecuadamente tomando en consideración todos los instructivos expedidos por la Dirección General de Gas de la S.I.C. Si su ejecución no se desarrolla apegada al proyecto y con la debida responsabilidad, para que el funcionamiento de la misma sea el indicado con todas las características de seguridad, todos los esfuerzos realizados anteriormente serían nulos.

Finalizando, si un instalador desarrolla eficientemente su trabajo y ha tenido todas las precauciones necesarias para llevarlo a cabo, se completa un ciclo de suma importancia en las actividades del Gas L. P. y Natural

## 6.1 CONCEPTOS BASICOS

### 6.1.1 Características físicas, químicas y térmicas de los hidrocarburos contenidos en el gas L.P. y en gas Natural.

#### 6.1.1.1 CONCEPTO

El concepto gas "L.P." ó "Gas Licuado de Petróleo" ó sea la combinación de diversos hidrocarburos tales como propano, butano, isobutano y mezclas de los mismos.

El llamado comercialmente Gas Natural, está compuesto principalmente de metano (94%) y pequeñas cantidades de etano, propano y butano.

El propano y el butano gaseosos a temperatura y presión ordinarias fácilmente se pueden tener en estado líquido sometidos a presiones relativamente bajas, no así el metano y el etano que, para licuarlos, es necesario someterlos a presiones mucho más altas.

Por esta razón las mezclas propano-butano sometidas a presión y a temperatura ordinarias, son líquidos que reciben el nombre de GAS LICUADO DE PETROLEO y comercialmente gas L.P.

Gracias a que las mezclas propano-butano se pueden licuar a bajas presiones es posible almacenar este producto en recipientes del orden de un millón de litros. En las plantas de almacenamiento y distribución se embotella el gas L.P. en recipientes más pequeños de 6, 10, 20, 30 y 45 kilogramos, con objeto de facilitar su transporte y distribución para su aprovechamiento como combustible en usos domésticos, comerciales e industriales.

#### PROPIEDADES DEL GAS L.P.-

Las mezclas propano-butano licuadas por presión son líquidos transparentes como el agua pero más ligeros que ésta, la densidad del gas L.P. es aproximadamente 0.530, esto quiere decir que si un litro de agua pesa 1000 gramos, un litro de gas L.P. pesa 530 gramos.

El gas L.P. en estado líquido ejerce una presión dentro del recipiente que lo contiene, debido a que está en estado de ebullición, es decir, el líquido está tratando de alcanzar un punto de equilibrio en función de la temperatura y de la cantidad de calor que absorbe del medio ambiente que rodea al recipiente, en otras palabras, al elevarse la temperatura del líquido, la presión aumenta y al disminuir la temperatura, la presión baja.

En consecuencia, siendo la presión una función de la temperatura, se ha tomado como punto de referencia la temperatura de 60°F (15.5°C) para designar la presión interior de los vapores del gas licuado de petróleo.

El gas L.P. es químicamente estable, no es tóxico, es generalmente inodoro, su acción fisiológica sobre el organismo se traduce en náuseas y en una ligera acción anestésica. En concentraciones del 20% en la atmósfera no produce ningún trastorno después de estar expuesto durante 90 minutos. En una atmósfera de 30% de gas L.P. se presentan trastornos respiratorios, sofocamiento y náuseas y una ligera acción narcótica después de 30 MINUTOS.

Otras experiencias han demostrado que en una atmósfera de 10% de gas L.P. y durante un tiempo de 8 horas no se sufre ningún trastorno. Puede presentarse la asfixia sólo por ausencia completa de oxígeno, para cuyo caso se hace necesaria la respiración artificial.

Como todos los combustibles, el gas L.P. puede producir monóxido de carbono (CO), cuando la combustión es incompleta. El CO es un gas sumamente tóxico porque se combina con la hemoglobina de la sangre en un proceso irreversible.

En una atmósfera que contenga 1% de CO se produce la muerte en casi todos los casos, en una concentración de 1 en 1,000 produce trastornos peligrosos, en concentraciones de 1 en 5,000 produce pequeñas intoxicaciones. En concentraciones de 4% produce la muerte necesariamente. Este conocimiento nos hace ver con claridad que una pequeña producción de CO en los aparatos de consumo instalados en recintos reducidos, como los cuartos de baño, es sumamente peligrosa, en los capítulos siguientes de esta obra se insistirá sobre este asunto y cómo la técnica para el uso del gas L.P. evita éste y otros muchos peligros.

#### 6.1.1.2 COMO SE OBTIENE EL GAS "L.P."

Una de las principales formas de obtener el gas "L.P." es por la separación primaria que se hace al petróleo crudo de los pozos. El petróleo crudo que sale de los pozos, es emulsionado con agua y gas en suspensión. En separadores especiales a este gas en suspensión se le quita el agua ó en otras palabras se deshidrata, pasando después al proceso de lavado, separando el butano y propano y comprimiéndolo para licuarlo. Posteriormente el petróleo crudo en su destilación desprende, como primeros productos gases licuables los cuales se integran al proceso de fraccionación y licuado.

#### 6.1.1.3 GRAVEDAD ESPECIFICA

Gravedad específica de un sólido o un líquido es la relación entre su peso y el peso de un volumen igual de agua. Gravedad específica de un gas es la relación entre su peso y el peso de un volumen igual de aire.

Propano: líquido 0.508; vapor 1.522

Butano: líquido 0.584; vapor 2.006

Metano: vapor 0.610

#### 6.1.1.4 DENSIDAD

La densidad de una substancia es el número de unidades de masa contenidas en una unidad de volumen. En el sistema métrico, es el número de gramos por centímetro cúbico ó el número de Kgs. por litro. En el sistema inglés, es el número de libras por pie cúbico, u onzas por pulgada cúbica.

Propano: líquido 31.7 libras por pie cúbico ó 0.508 Kg. por litro.  
vapor .116 libras por pie cúbico ó 1.858 gas por litro.

Butano: líquido 36.46 libras por pie cúbico ó 0.584 Kgs. por litro.  
vapor .153 libras por pie cúbico ó 2.451 gas por litro.

#### 6.1.1.5 PUNTO DE FUSION

El punto de fusión de una substancia es la temperatura a la cual ésta cambiará del estado sólido al líquido o viceversa. El punto de fusión del agua es 32°F ó 0°C, a cuya temperatura puede ser sólida ó líquida.

Propano: 305.9°F 185.8°C.  
Butano: 216.9°F 138.3°C.

6.1.1.6 PUNTO DE EBULLICION

El punto de ebullición de una substancia es la temperatura a la cual — cambiará del estado líquido al gaseoso o viceversa. (Agua: 212°F, 100°C)

Para obtener vapor del gas licuado de petróleo, es necesario mantener — su temperatura arriba del punto de ebullición.

Propano: -43.8°F -42.1°C.  
Butano: 31.1°F 0.5°C.

6.1.1.7 TEMPERATURA CRITICA

La temperatura crítica es la temperatura sobre la cual es imposible licuar un gas mediante la aplicación de presión exclusivamente, cualquiera que sea la cantidad de presión que se aplique.

Propano: 206.2°F 96.8°C.  
Butano: 305.6°F 152.0°C.

6.1.1.8 PRESION CRITICA

La presión crítica es la necesaria para licuar un gas, a la temperatura crítica.

Propano: 617 lbs. x pulg<sup>2</sup>, 43.38 Kg/cm<sup>2</sup>. (absolutas)  
Butano: 551 lbs. x pulg<sup>2</sup>, 38.74 Kg/cm<sup>2</sup>. (absolutas)

6.1.1.9 CALOR ESPECIFICO

El calor específico es la cantidad de calor (BTU's ó Calorías) necesario para elevar la temperatura de la unidad de cantidad de una substancia 1° (F ó C).

		Propano	Butano
A presión	Btu/pie cúbico	.0561	.0712
constante	Btu/libra	.432	.459
"	Cal/litro	.0005	.00063
"	Cal/kilo	.24	.255

6.1.1.10 CALOR LATENTE DE EVAPORACION

Es la cantidad de calor (Btu's ó Calorías) que debe proporcionarse a la unidad de cantidad de una substancia en estado líquido, en su punto normal de ebullición, para evaporarla completamente, a gas a la misma temperatura.

La misma cantidad de calor se desprenderá de la substancia, al cambiar del estado gaseoso al líquido.

Propano: 185Btu's x libra; 102.78 Calorías x Kg.  
Butano: 165Btu's x libra; 99.67 Calorías x Kg.

6.1.1.11 LIMITES DE INFLAMABILIDAD



Toda substancia inflamable requiere determinada cantidad de aire (u oxígeno) para que pueda llevarse a cabo su combustión. La mezcla no arderá si el aire es demasiado, o si es escaso. Las mezclas en que la sustancia inflamable se encuentra en la proporción adecuada, no mayor que su "límite" máximo de inflamabilidad, ni menor que su "límite mínimo", se quemarán o explotarán.

Los límites de inflamabilidad (máximo y mínimo) de los gases licuados de petróleo, se encuentran considerablemente cercanos uno de otro, comparados con los de otros gases combustibles. Esta circunstancia se refleja en la seguridad de los gases licuados de petróleo al usarse como combustible, ya que en caso de fuga, las probabilidades de que se forme una mezcla explosiva ó inflamable, son considerablemente menores que tratándose de otros gases.

	Metano	Propano	Butano	Acetileno	Hidrógeno
Límite Máximo de inflamabilidad: % de gas	15.0	9.5	8.4	30	74
Límite Mínimo de inflamabilidad: % de gas	4.8	2.3	1.9	2	3

**6.1.1.12 RAPIDEZ MAXIMA DE PROPAGACION DE LA FLAMA**

En tubo de 1" Diám.: pies x segundo	Propano	Butano
	2.69	2.71
Composición de la mezcla a esa máxima rapidéz: porcentaje de gas	4.71	3.66

**6.1.1.13 TEMPERATURA DE LA FLAMA**

Propano:	3,710°F,	2.043°C.
Butano:	3,735°F,	2.059°C.

Estas temperaturas deben ser consideradas como teóricamente posibles de alcanzar bajo condiciones ideales de laboratorio; pero rara vez pueden obtenerse en la práctica ordinaria comercial. Las temperaturas reales de flama alcanzadas, serán probablemente considerablemente más bajas, dependiendo de la eficiencia del quemador.

	Propano	Butano
Composición de la mezcla para la máxima temperatura; porcentaje de gas	4.4	3.5

6.1.2 Análisis de los gases L.P. y Natural

6.1.2.1 MASA

Es la medida de la resistencia que ofrece un cuerpo al movimiento, o al cambio en movimiento. Es, por lo tanto, una medida de inercia y no debe confundirse con peso, ya que es independiente de la gravedad.

6.1.2.2 PESO

Resultante de la acción de la gravedad sobre un cuerpo.

6.1.2.3 OCTANAJE

El número de octanos de un combustible (u octanaje), se deriva de una escala arbitraria calculada midiendo la máxima relación de compresión que puede ser usada en un motor de combustión interna, sin detonación audible (knock). La standar usada es derivada del iso-octano puro (Octanaje = 100) y las propiedades relativas anti-knock de cualquier otro combustible pueden definirse mediante comparación de su octanaje con el del iso-octano.

Debido a sus relativamente altos octanajes, los gases licuados de petróleo están siendo usados en un grado creciente en motores de combustión interna.

Propano:	Octanaje 125
Butano:	Octanaje 91

6.1.2.4 BTU (British Thermal Unit)

Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua pura, un grado Fahrenheit.

6.1.2.5 CALORIA

Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un litro de agua pura, un grado Centígrado.

6.1.2.6 ATOMO

Es la mínima porción de cada cuerpo simple que puede entrar en combinación con otros. Es indivisible por medios químicos.

6.1.2.7 PESO ATOMICO

Es el peso del átomo. Difiere en cada elemento. Su valor absoluto no ha sido hasta el presente bien establecido. En cambio se conoce perfectamente su valor relativo, es decir, comparado con el peso de un elemento tomado como unidad (Oxigeno 16). Antes se tomaba como unidad el hidrógeno por ser el más ligero.

Hidrógeno.....	1.0080
Carbono .....	12.0100

6.1.2.8 ATOMO-GRAMO

Es el peso atómico expresado en gramos. Así, el átomo-gramo de Carbono, cuyo peso atómico es 12.010, pesará 12.010 gramos; el átomo-gra-

mo de Hidrógeno pesa 1.0080 gramos.

6.1.2.9 MOLECULA

Es la porción mínima de una sustancia que participa de la naturaleza del todo y que puede existir en estado de libertad. Es indivisible por medios físicos.

6.1.2.10 FORMULA MOLECULAR

Los constituyentes elementales de una sustancia, o sea la clase de átomos que integran su molécula y sus proporciones relativas.

Metano:  $\text{CH}_4$   
Propano .....  $\text{C}_3\text{H}_8$   
Butano .....  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

6.1.2.11 PESO MOLECULAR

Propiedad física fundamental de una sustancia; es el peso de la molécula, y equivale a la suma de los pesos atómicos de los diferentes elementos que la integran. Su valor es relativo, como el del peso atómico. Si se dice de un cuerpo que su peso molecular es 32, se intenta expresar que su molécula pesa 2 veces lo que el átomo de Oxígeno.

Metano  $\text{CH}_4$  : Peso molecular 16.042  
Propano  $\text{C}_3\text{H}_8$  : Peso molecular 44.094  
Butano  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  : Peso molecular 58.120

6.1.2.12 MOL-GRAMO

Es el peso molecular tomado en gramos. Así la molécula-gramo de agua, de peso molecular 18, pesa 18 gramos.

## 6.2 LEYES GENERALES QUE RIGEN A LOS GASES

### 6.2.1 LEY DE BOYLE Y MARIOTTE

A una temperatura constante, el volumen de una masa dada de gas, varía en razón inversa de la presión absoluta a que el gas está sometido.  $V P = \text{constante.}$

### 6.2.2 LEY DE GAY - LUSSAC Y CHARLES

A una presión constante, el volumen de una masa dada de gas, varía en razón directa de su temperatura absoluta.

### 6.2.3 LEY DE AVOGADRO

En un volumen dado de gas, a una misma presión y a una misma temperatura, el número de moléculas gaseosas es siempre el mismo, no importando de que gas se trate.

### 6.2.4 LEY DE DALTON

La presión total de una mezcla de gases es la suma de las presiones parciales que ejercerían los gases componentes, si cada uno ocupara por sí solo el volumen ocupado por la mezcla.

## 6.3

### FLUJO DE GAS EN LAS TUBERÍAS.

#### 6.3.1

##### Tuoría de flujo en tuberías.

El método más comúnmente usado para trasladar fluidos de un punto a otro es forzándolo a fluir a través de un sistema de tuberías. La tubería de sección circular es la más frecuentemente usada porque su forma no solamente ofrece fuerza estructural sino mayor área seccional por unidad de superficie en sus paredes que cualquier otra forma.

Solo algunos problemas especiales en el mecanismo de fluidos, flujo laminar en tuberías, por ejemplo, pueden ser resueltos matemáticamente; todos los demás problemas requieren métodos de solución con determinados coeficientes experimentales. Muchas fórmulas empíricas han sido propuestas para problemas de flujo en tuberías, pero estas son extremadamente limitadas y pueden ser aplicadas solamente cuando las condiciones del problema se aproximan muy cerca de las condiciones de los experimentos de cuyas fórmulas han sido derivadas.

Dada la gran variedad de fluidos que se manejan en modernos procesos industriales, una simple ecuación, que puede ser usada para el flujo de cualquier fluido en tuberías ofrece grandes ventajas. Semejante a una ecuación es la fórmula de DARCY. Esta fórmula puede derivarse racionalmente del significado de análisis dimensionales; sin embargo, una variable en la fórmula, el factor de fricción, debe ser determinada experimentalmente. Esta fórmula tiene gran aplicación en el campo de la mecánica de fluidos y su uso es muy extenso.

La solución de cualquier problema de flujos requiere el conocimiento de las propiedades físicas del fluido que va a ser usado. Valores exactos de estas propiedades afectan el flujo de fluidos, y son viscosidad y densidad que han sido establecidos por muchas autoridades que comúnmente usan fluidos.

La viscosidad expresa la facilidad con que un fluido fluye cuando es movido por una fuerza exterior. El coeficiente de viscosidad absoluta ó simplemente la viscosidad absoluta de un fluido es una medida de su resistencia a su deformación interna. Las mieles son fluidos de gran viscosidad; el agua comparativamente es menos viscosa y la viscosidad de los gases es pequeña comparada con la del agua.

#### 6.3.2

##### Densidad, volumen específico y gravidad específica.

La densidad ó peso específico de una substancia es su peso por unidad de volumen. En el sistema métrico decimal se expresa en gramos por centímetro cúbico.

El volumen específico viene siendo la recíproca de la densidad y se expresa como la cantidad de centímetros cúbicos de espacio ocupado por un gramo de una substancia.

La densidad en gases y vapores es alterada por el cambio de presiones.

La gravidad específica es la medida relativa de la densidad.

La naturaleza del flujo en las tuberías es laminar y turbulento. Si la velocidad es pequeña el flujo es laminar, si el flujo se incrementa gradualmente se vuelve turbulento.

6.3.3 Fórmula general para el flujo de fluidos:

Fórmula de DARCY

El flujo en una tubería es siempre acompañado por la fricción del flujo de las partículas frotándose unas a otras y consecuentemente por la pérdida de energía que se efectúa en este trabajo; en otras palabras debe haber una caída de presión en la dirección del flujo.

La ecuación general para calcular la caída de presión, conocida como la fórmula de DARCY y expresada en pies del fluido es -----  
 $h' L = f L v^2 / D 2g$ . Esta ecuación puede escribirse expresando la caída de presión en lbs/plg<sup>2</sup> substituyendo apropiadamente sus unidades como sigue:

$$\Delta p = \frac{p f L v}{144 D 2g}$$

Esta ecuación es válida para flujo laminar o turbulento de cualquier líquido en tuberías.

En donde:

- $\Delta p$  = Caída de presión en lbs/plg<sup>2</sup>
- $p$  = Peso específico en lbs/pie<sup>3</sup>
- $f$  = Factor de fricción.
- $L$  = Longitud de la tubería en pies
- $v$  = Velocidad de flujo en pies/seg.
- $D$  = Diámetro de la tubería en pies
- $g$  = Aceleración de la gravedad.

6.3.4 Las fórmulas comunmente usadas para calcular el flujo de gas, son las siguientes:

Alta presión: Fórmula de COX.

$$Q = 2420 \left[ \frac{(P_1^2 - P_2^2) D^2}{S L} \right]^{1/2}$$

en donde:

- $Q$  = Gasto total en pies<sup>3</sup>/h (60°F y 30" Hg)
- $D$  = Diámetro interior de la tubería en plg.
- $P_1$  = Presión inicial absoluta en lbs/plg<sup>2</sup>.
- $P_2$  = Presión final absoluta en lbs/plg<sup>2</sup>.
- $S$  = Densidad relativa del gas (aire = 1.0)
- $L$  = Longitud en pies.

Para tuberías arriba de 76mm se utiliza la fórmula de WEYMOUTH

Baja Presión

$$Q = c \left[ \frac{(P^1 - P^2) \times d^5}{S L} \right]^{1/2}$$

en donde:

- Q = Flujo de gas en pies<sup>3</sup>/hora
- C = Constante dado por:
  - Moleswooth = 1000
  - Pole = 1350
- P<sup>1</sup> = Presión inicial en plg. de col. agua.
- P<sup>2</sup> = Presión final en plg. de col. agua.
- d = Diámetro interior en plg.
- S = Densidad relativa del gas (aire 1.0)
- L = Longitud de la tubería en yardas.

Comunmente se usa la fórmula de Pole, autorizada por la Dirección General de Gas de la S.I.C., utilizando factores para diferentes tuberías, abreviando la fórmula:

$$\% P = C^2 \times F \times L$$

en donde:

- %P = Caída de presión
- C = Consumo de gas en m<sup>3</sup>/h
- L = Longitud en metros.
- F = Factor de acuerdo a diferentes tipos y diámetros de tuberías.

Estos factores se indican en CALCULO DE TUBERIAS PARA FLUJO DE GAS L. P. en baja presión.

CALCULO DE TUBERIAS PARA FLUJO DE GAS L. P. Y NATURAL

FORMULA DEL DR. POLE:  $\%R = \frac{C2 \times S \times L}{5 \text{ d } 5} = C2 \times L \times F$

S = GRAVEDAD ESPECIFICA DEL PROPANO = 1.53, DEL GAS NATURAL = 0.6 AIRE = 1.0, P = 27.94 gr/cm<sup>2</sup> (11" COL. AGUA) GAS L. P., P = 17.78 gr/cm<sup>2</sup> (7" COL. AGUA) GAS NATURAL.

APARATOS	ESPREA	K.CAL/h	BTU'S/h.	m <sup>3</sup> /h GAS L.P.	m <sup>3</sup> /h NATURAL
<b>ESTUFA DOMESTICA</b>					
Comal & quemador	70	1,379	5,473	0.062	0.163
Horno, asador & rosticero	56	3,782	15,006	0.170	0.447
4QH		9,298	36,896	0.418	1.099
4QHC		10,677	42,369	0.480	1.262
4QHCA & 4QHCR		14,458	57,374	0.650	1.709
<b>ESTUFA RESTAURANTE</b>					
Quemador	66	1,913	7,591	0.086	0.226
Planoha & asador	56	3,782	15,006	0.170	0.447
Horno	50	8,630	34,248	0.388	1.020
<b>PARRILLA &amp; CAFETERA</b>	70	1,379	5,473	0.062	0.163
<b>CONSERVADOR DE ALIMENTOS CALIENTES/Q</b>	74	890	3,531	0.040	0.105
<b>CALEFACTOR para</b>					
120 m <sup>3</sup>	64	2,269	9,003	0.102	0.268
240 m <sup>3</sup>	56	3,782	15,006	0.170	0.447
360 m <sup>3</sup>	52	7,073	28,069	0.318	0.830
<b>CALENTADOR AGUA, ALMACENAMIENTO</b>					
Hasta 110 lts.	54	5,316	21,096	0.239	0.628
Hasta 240 lts.	47	10,655	42,280	0.479	1.259
<b>INFRAROJO POR QUEMADOR</b>	59	3,003	11,916	0.135	0.355
<b>REFRIGERADOR DOMESTICO</b>	79	369	1,465	0.0166	0.044
<b>INCINERADOR</b>	56	3,782	15,006	0.170	0.447
<b>CALENTADOR AGUA, AL PASO</b>					
Sencillo		20,686	82,089	0.930	2.445
Doble		33,365	132,402	1.500	3,944
Triple		46,711	185,363	2.100	5,521
<b>MECHERO HUNSEN</b>		512	2,030	0.023	0.060
<b>MAQUINA TORTILLADORA</b>		48,936	194,190	2.200	5.784

BTU'S x 0.252 Kcal., 1 m<sup>3</sup> PROPANO 88,268 BTU'S = 22,244 Kcal.

Kcal x 3.968 BTU'S, 1 m<sup>3</sup> GAS NATURAL 33,571 BTU'S = 8,460 Kcal.

PLG.	mm.	GALV.	F-L.P.	NAT.	CR.L	F-L.P.	NAT.	FLEX.	F-L.P.	NAT.
3/8	9.5	17.1	.493	.237	12.7	.98	.461	9.5	4.6	2.140
1/2	12.7	21.3	.154	.0732	15.9	.297	.139	12.7	.97	.452
5/8	15.9				19.1	.109	.051	15.9	.30	.138
3/4	19.1	26.7	.042	.0200	22.2	.048	.0225			
1	25.4	33.4	.0120	.0057	28.6	.0127	.0059			
1 1/4	32.0	42.2	.00283	.0013	34.9	.0044	.0021			
1 1/2	38.0	48.3	.00131	.00062	41.3	.00184	.00087			
2	50.8	60.3	.00038	.00018	54.0	.00046	.00022			
2 1/2	63.5	73.0			66.7					
3	76.2	88.9			79.4					
4	101.6	114.3			104.8					

NOMINAL DIAMETROS EXTERIORES Y FACTORES (F) P = 26.54 gr/cm<sup>2</sup>. en ESPREA



6.4 DESCRIPCION DEL EQUIPO

6.4.1 RECIPIENTES ALMACENADORES

6.4.1.1 Recipientes portátiles o intercambiables

6.4.1.1.1 Definiciones

Se entiende por recipiente portátil e intercambiable el envase metálico que por su peso y dimensiones se puede mover a mano, facilitando tanto su llenado, con gas licuado de petróleo, como su transporte e instalación.

El llenado de estos recipientes se efectúa en Plantas de Almacenamiento y su contenido se mide en kilos.

Se utilizan en instalaciones permanentes: domésticas, comerciales e industriales; y en artefactos portátiles para almacenamiento y transporte de Gas L. P.

6.4.1.1.2 Clasificación.

Su fabricación obedece a la NORMA DGN-X-5-1973 y se clasifican en tres tipos:

Tipo I.- Cilindro recto, formado por un cuerpo cilíndrico y dos casquetes semielipsoidales con relación de ejes igual a 2, brida, cuello protector y base de sustentación.

Tipo II.- Cilindro recto, formado por dos partes semicápsuladas, soldadas circunferencialmente. Los extremos de las semicápsulas deben ser de forma semielipsoidal con relación de ejes igual a 2, brida, cuello protector y base de sustentación.

Sus capacidades en kg. de Gas L. P., son las siguientes:

Tipo I : 45, 30, 20 y 10  
Tipo II : 45, 30, 20, 10, 6 y 4

Tipo III.- Este tipo corresponde a todos los recipientes que no quedan comprendidos en los tipos I y II, siempre y cuando cumplan con las especificaciones de la NORMA. Sus capacidades quedan sujetas a la Autorización de la Dirección General de Gas y su construcción a la Dirección General de Normas de la Sria. de Industria y Comercio.

6.4.1.1.3 Especificaciones.

Construcción

Tipo I.

El cuerpo cilíndrico de estos recipientes se construye con lámina rollada, soldada longitudinalmente con bayoneta, con traslape de 10mm, como mínimo; empleando el proceso de soldadura automática de arco eléctrico-sumergido. A la sección cilíndrica se le ensambla en ambos extremos la cabeza y el fondo, respectivamente, que deben ser de forma semielipsoidal con faldón recto de 20mm, de altura.

El cuerpo debe tener un doblez de bayoneta circunferencial de 10mm, en cada uno de los extremos. A la cabeza del recipiente se le suelda la brida por el procedimiento automático de arco eléctrico sumergido.

El cuello protector debe estar fijo, unido a la cabeza mediante cuatro cordones de soldadura de 2 cm de longitud como mínimo repartidos simétricamente.

La sección cilíndrica del cuello protector lleva dos orificios elípticos contrados, diametralmente opuestos, de 10.5cm como máximo en su eje vertical y 15 cm como máximo en su eje horizontal. En caso de un mayor número de orificios, la suma de sus dimensiones en su eje horizontal no debe exceder del 50% del perímetro total del cuello y además debe llevar cuatro orificios semicirculares de 2 cm de diámetro, con centro localizado en la circunferencia de contacto con la cabeza, que sirvan para drenaje del cuello.

Los 4 orificios de la base de sustentación deben tener 2 cm de diámetro y ser equidistantes, estando situados sus centros en la circunferencia de contacto con el fondo del recipiente, al cual debe soldarse la base por medio de cuatro cordones de soldadura de 3 cm de longitud, como mínimo.

#### Tipo II.

Los recipientes de este tipo se deben construir mediante la unión de dos partes de una sola pieza cada una de ellas. La unión de estas partes se hace circunferencialmente con bayoneta, con traslape de 10mm.

El procedimiento de soldadura empleado debe ser el de arco eléctrico sumergido automático. La brida, el cuello protector y el anillo de la base de sustentación se construyen de acuerdo a las condiciones señaladas para el Tipo I.

#### Tipo III.

La construcción de estos recipientes queda sujeta a autorización especial.

#### Soldadura.

La soldadura usada debe cumplir con la Norma Oficial DGN-X-58, en vigor "Electrodos Empleados en la Soldadura de Recipientes para Gas L. P."

El procedimiento desoldadura señalado en esta Norma, a excepción del que se ponga en práctica para soldar el cuello y la base, debe ser automático, de arco eléctrico sumergido. En ningún caso debe utilizarse fundente regenerado.

#### Tratamiento Térmico.

Todos los recipientes deben someterse a un tratamiento térmico para eliminar esfuerzos residuales. Este tratamiento debe efectuarse después

do que todas las partes del recipiente que lo requirieron han sido soldadas. Este tratamiento se lleva a cabo en un horno adecuado, en el que se colocan los recipientes elevándose la temperatura de éstos a 600°C, la cual debe mantenerse 7 minutos como mínimo.

La operación de relevación de esfuerzos residuales a los tipos mencionados en esta Norma queda sujeta a verificación o prueba por la Dirección General de Normas, cuando ésta así lo estime necesario para comprobar si han sido eliminados los esfuerzos internos; y si el resultado es negativo, se deben rechazar los recipientes hasta que hayan cumplido con este requisito.

#### Prueba Hidrostática.

Después del tratamiento térmico que señala el párrafo ant., todos los recipientes deben ser probados sin presentar fuga alguna. Los recipientes, una vez que han sido armados con todas sus partes sujetas a presión, y después del tratamiento térmico que señala el párrafo anterior, se someten a una presión hidrostática de 21 kg/cm<sup>2</sup>; manteniendo esta presión, se golpean todas las juntas hechas con soldadura, con un martillo cuyo peso debe ser de 250 gramos por cada milímetro de espesor de la lámina, y cuya cabeza debe ser roma para evitar que se lesione la superficie golpeada.

Los golpes serán alternados a una distancia de aproximadamente 15 cm uno de otro, y en ambos lados de la junta.

Los golpes no llevarán más impulso que el impacto resultante de la caída libre del martillo, sobre la superficie golpeada, a una altura de 10 cm.

Una vez que se termina de golpear el recipiente, en la forma señalada, la presión hidrostática se eleva a 28 kg/cm<sup>2</sup> y esta presión se mantiene sin variaciones durante el tiempo suficiente para inspeccionar minuciosamente la presencia de fugas provenientes de las juntas hechas por soldadura u otros defectos del material.

#### Hermoticidad.

Como prueba final, todos los recipientes con su válvula instalada deben ser probados a una presión de 7 kg/cm<sup>2</sup> y no deben presentar alguna fuga, siguiendo el procedimiento de la Norma Oficial DGN-X-14 en vigor.

#### Acabado

Los recipientes terminados deben tener una superficie uniforme exenta de abolladuras, pliegues, grietas y rebabas.

#### Pintura.

Los recipientes terminados deben ser pintados en toda su superficie, con pintura de aluminio. El cuello protector debe ser pintado de color rojo bormellón.

#### 6.4.1.1.4. Válvulas para recipientes portátiles para Gas L. P.

Es la válvula de paso que abre o cierra, mediante operación manual, utilizada para llenar o vaciar el recipiente.

Se entiende por válvula para recipientes portátiles para Gas L. P. el dispositivo mecánico empleado para graduar o interrumpir el flujo de gas manejado en dichos recipientes y que, en cuanto a servicio de seguridad, cumple con las especificaciones señaladas por la norma respectiva. La válvula consta de todas las partes que se ilustran en el esquema.

Estas válvulas están diseñadas para trabajar e instalarse exclusivamente en la zona de vapor del recipiente.

Están diseñadas de manera que sean suficientemente resistentes, para no presentar fugas cuando el recipiente se sujete a vibraciones o manipulaciones bruscas.

En su trabajo mecánico, las válvulas no deberán presentar irregularidades o fallas.

Sus materiales deben reunir características físicas y químicas al servicio a que están destinadas las válvulas, cumpliendo con las especificaciones de las normas de calidad correspondientes.

El roscado para la introducción en la brida del recipiente; es el correspondiente a la tubería de 19.05mm con una conicidad de 6.25% y 5.5 hilos por centímetro.

El cuerpo o carcasa de la válvula tiene dos superficies planas diametralmente opuestas que sirven de apoyo a la herramienta utilizada para introducirla en la conexión roscada de la brida del recipiente, sus dimensiones son de 12 x 25mm, y tienen 2mm de relieve mínimo sobre el cuerpo de la válvula de seguridad, la dimensión correspondiente a la separación entre las dos superficies planas tiene una tolerancia de 1.5mm en relación a la entrada de la herramienta.

El roscado para la conexión de salida es interno izquierdo paralelo con ajuste de asiento cónico sin empaques. La rosca de 5.5 hilos por centímetro, tiene no menos de 7 ni más de 9 hilos.

Para alojar o recibir el tapón, la parte superior del cuerpo o carcasa de la válvula tiene una rosca interior o exterior respectivamente.

#### VALVULA DE SEGURIDAD.

Es el dispositivo que insertado en el cuerpo de la válvula, sirve para proteger el cilindro en caso de una sobre carga de presión.

Esencialmente consta de asiento, obturador y tapón. El asiento contiene al orificio de descarga, el obturador es accionado por un resorte, y el tapón es rotén calibrador y escape.

El obturador y el resorte están contruidos de modo que su posición y movimiento dentro del cuerpo de la válvula, no se adhieran con las partes en contacto, (asiento, guía, etc.). La Posición correcta del obturador se asegura por medios mecánicos adecuados.

Las espiras extremas del resorte son planas, paralelas entre sí y perpendiculares al ojo del resorte.

Para su calibración, ajuste del resorte a la presión debida, la válvula de seguridad incluye el tapón mismo que desempeña las funciones del --- rotón del resorte, instrumento de calibración y escape. Esto último se consigue por medio de perforaciones practicadas en el asiento. Estas -- perforaciones están colocadas de tal manera que el escape se produzca - alejándose del recipiente.

La calibración de la válvula, se obtiene mediante la rosca practicada - en el tapón, que además de servir simplemente para fijar en su lugar y retener el resorte, permite mediante su avance o retroceso la compr--- sión o aflojamiento del resorte. Puesto el tapón en la posición adecuada, de acuerdo con la calibración que deba darse a la válvula, tal posi--- ción se fija mediante una operación de sellado mecánico que garantice - la posición del tapón en su ajuste correcto.

El orificio de descarga, está localizado en la parte central del asien--- to y tiene una sección mínima de 3.4mm<sup>2</sup> por cada 10 litros de capaci--- dad de agua del recipiente.

Las válvulas están dotadas de un mecanismo de seguridad que impide el - movimiento solidario del tapón con espiga en el momento de abrir o ce--- rrar la válvula.

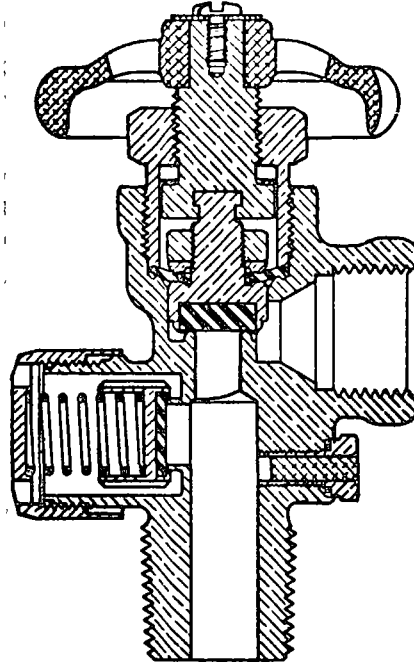
Para su manipulación las válvulas están provistas de un volante, de --- aproximadamente 55mm de diámetro que insertado en la parte superior del vástago, permite abrir o cerrar el paso del gas.

El arillo O'Ring, es un anillo de hule Neopreno, que insertado en el -- vástago, se desliza sobre la guía del cuerpo e impide el escape de gas-- por la parte superior de la válvula.

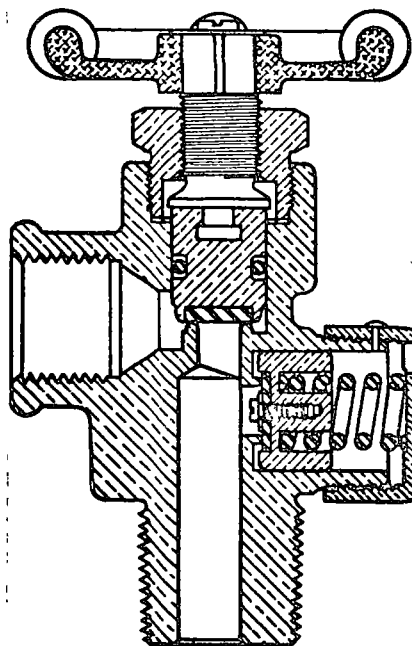
El vástago es la pieza que lleva insertado el arillo O'Ring y el asien--- to obturador de nylon. Tiene además una ranura o muesca dentro de la -- cual gira libremente el elevador de la espiga.

La Espiga es la pieza que roscada en el bonete sobresale de la válvula-- y soporta el maneral, el cual, al hacerlo girar en sentido positivo abre el paso del gas.

VALVULA DE LLENADO Y SERVICIO DE UN RECIPIENTE PORTATIL



VALVULA CON DIAFRAGMA DE NEOPRENO



VALVULA CON ANILLO  
( O'RING )

## 6.4.1.2 Recipientes fijos o estacionarios

### 6.4.1.2.1 Definiciones:

Se entiende por recipiente fijo o estacionario, el envase de acero - fabricado por soldadura (proceso de fusión por arco eléctrico), destinados a contener gas licuado de petróleo cuya densidad a 15.5°C es comprendida entre 0.504 y 0.584 y que por su diseño y construcción satisfaga las especificaciones que se establezcan.

### 6.4.1.2.2 Clasificación.

Su fabricación obedece a la Norma Oficial de Calidad para Recipientes para Gas L. P. Tipo no Portátil DGN-X-12-1968 y su clasificación queda comprendida en el Tipo I, Subtipo 2, en donde la presión de diseño deberá ser de 14.00 kg/cm<sup>2</sup> y se destinan a contener Gas L. P. de alta presión, cuya presión de vapor no exceda de 12.3 kg/cm<sup>2</sup> a 37.8°C.

### 6.4.1.2.3 Especificaciones.

#### Diseño y Construcción.

En el diseño de los recipientes especificados en esta Norma deben utilizarse las unidades del sistema métrico decimal, utilizando siempre que sea posible cantidades expresadas en números enteros y evitando fracciones. La capacidad máxima de estos recipientes deberán ser de 5,000 litros de agua.

#### Forma.

Los recipientes serán construidos exclusivamente en las formas siguientes: esféricos, cilíndricos con cabezas semiesféricas, cilíndricos con cabezas toriesféricas (capsuladas), cilíndricas con cabezas-semielipsoidales o la combinación de dos cabezas sin sección cilíndrica. Se admitirán reducciones de diámetro mediante secciones cónicas, rectas y oblicuas así como, combinaciones de dos tipos diferentes de cabezas.

El espesor del cuerpo o las cabezas, no debe ser menor del que resulta de las fórmulas de diseño.

#### Cabezas.

Los recipientes de forma cilíndrica podrán tener cabeza de cualquiera de las formas siguientes: semiesféricas, semielipsoidales, toriesféricas (capsuladas). Estas cabezas podrán ser de una sola pieza o en secciones, en cuyo cálculo se utilizará la eficiencia de juntas que corresponda.

Las cabezas semielipsoidales y toriesféricas deberán tener un faldon con una longitud mínima de tres veces el espesor nominal de la placa de las cabezas ó 25mm (lo que resulte mayor). El espesor de este faldon deberá ser en todo caso igual o superior que el requerido para un cilindro sin costura de un diámetro equivalente.

Las cabezas semiesféricas no necesitan tener faldón integral; pero - cuando lo lleven, éste deberá tener un espesor igual o mayor al necesario para un cilindro sin costura del mismo diámetro.

#### Soldaduras.

Todas las juntas por soldadura, en estos recipientes deberán ser -- por el proceso de fusión de arco eléctrico.

#### Orificios en los recipientes.

Los orificios para los coples en los recipientes podrán ser de forma circular ó elíptica.

El diámetro máximo permisible para una abertura sin refuerzo en un - recipiente será el que resulte necesario para soldar un cople de --- 80 milímetros de diámetro nominal.

#### Acabado.

Todo recipiente deberá presentar un acabado limpio, libre de golpes; soldaduras perfectas y protegidas contra corrosión externa.

#### 6.4.1.2.4 Accesorios de control y de seguridad.

El número de accesorios que como mínimo deberán tener los recipientes de este subtipo, serán los siguientes:

##### Conexión de llenado.

Esta conexión deberá estar dotada de una válvula de exceso de gasto- en combinación con una válvula de doble no retroceso.

##### Válvula de retorno de vapores.

La conexión para vapores deberá estar dotada de una válvula de no re troceso y de exceso de gasto, obligatorio para recipientes mayores - de 340 litros de agua.

##### Conexión de servicio.

Deberá llevar una válvula de paso de control manual directamente --- atornillada a la conexión del recipiente, indicando con caracteres - indelebles cuando esté conectada a la zona de líquido, en este caso, deberá llevar válvula de exceso de gasto. La ausencia de esta indica ción significará que está conectada a la zona de vapor.

##### Válvula de seguridad.

En el número que satisfaga la capacidad de descarga de aire en me--- tros cúbicos por minuto, propia para el área del recipiente.

##### Medidores de nivel de líquido.



El medidor flotador magnético será obligatorio para tanques cuya capacidad sea superior a 340 litros de agua. Además deberá de contar con un nivel de máximo llenado en todos los casos. Para recipientes de 1000 litros de agua o más, podrá llevar alternativamente el medidor de nivel rotatorio o flotador magnético.

NOTA: Los medidores de nivel de llenado máximo permisible deberán estar calibrados para que en ningún caso dicho nivel exceda al 85% de la capacidad de agua en los recipientes para instalaciones a la intemperie.

Drenaje.

Obligatorio para recipientes mayores de 340 litros comprendidos en este grupo, y deberán contar con una válvula de descarga de flujo y no retroceso colocada solamente en la parte superior del tanque, con vena hasta el fondo para poder vaciar el recipiente sin interrumpir el servicio.

#### 6.4.1.2.5 Métodos de prueba.

Prueba hidrostática.

Todos y cada uno de los recipientes una vez que han sido armados y soldados en sus partes sujetas a presión, deberán ser sometidos a una prueba hidrostática obligatoria, de acuerdo con el siguiente método.

Una vez que el recipiente ha sido llenado completamente de agua deberá elevarse la presión hidrostática a una y media veces la presión de diseño, (propia del recipiente). Deberá ser sometida a golpes con martillo en todas sus juntas por soldadura, en su longitud total los golpes serán alternados a una distancia uno de otro, 15 cms. aproximadamente a ambos lados de la junta, debiendo ser estos golpes únicamente con la fuerza originada por el peso propio del marro.

El peso del marro deberá ser de 1 kilogramo, por cada 4 milímetros de espesor de la placa de acero, debiendo además tener este marro cabeza roma para evitar que se lesione la superficie del material que se golpee.

Prueba neumática.

Esta prueba se llevará a efecto después de la prueba anterior, y de la siguiente forma:

Se instalan todos los accesorios de control en el recipiente y se aplica una presión de aire de 7 kg/cm<sup>2</sup>. Una vez elevada la presión a este valor, se aplicará jabonadura en todas las conexiones y juntas para observar si se presentan fugas, mismas que deberán ser corregidas. Si las dimensiones del recipiente lo permiten, esta prueba podrá realizarse sumergiéndose en agua totalmente.

#### 6.4.1.2.6 Descripción de los Accesorios de Control y Seguridad.

##### A.- Válvulas de Seguridad.

Cada recipiente fijo o estacionario debe estar protegido instalándole una válvula de seguridad, esta válvula opera bajo las siguientes condiciones anormales:

- 1.- Aumento en la presión interior del recipiente debido a un sobre llenado.
- 2.- Como resultado de un sobre calentamiento externo que aumente la presión en el recipiente.
- 3.- Cuando se utiliza diferente tipo de Gas L. P. al indicado para el tipo de recipiente que se trate.
- 4.- Cuando en la primer operación de llenado no se ha protegido convenientemente el recipiente, el aire que contiene le hace aumentar en exceso la presión en el interior. La norma de fabricación del recipiente señala la capacidad mínima de descarga que debe de tener la válvula de seguridad, expresada en metros cúbicos por minuto, relacionada con el área total del recipiente, estas válvulas son escogidas por el fabricante, el que calcula cual debe ser la adecuada.

No es recomendable reparar las válvulas de seguridad; cuando se note alguna fuga en ella o que tenga una operación impropia, debe regresarse a la fábrica para que se haga una correcta reparación, por lo regular nunca se venden partes para reparar válvulas de seguridad.

Si hay necesidad de cambiar una válvula de seguridad en un recipiente determinado, es preciso conseguir otra con idénticas características que la primera. Dentro de una misma dimensión en la cuerda donde se acopla al recipiente encontramos diferentes capacidades de descarga.

Las válvulas de seguridad deben ser probadas cuando menos cada cinco años, para ver si sus condiciones de servicio son seguras, esta prueba se efectúa hidráulicamente con una bomba pequeña de mano, inyectando presión para comprobar que el aditamento de seguridad abre a la presión hidráulica entre los límites para lo cual fue construida y que se indica en la placa que contiene cada válvula. Si no abre a la presión correcta, esta válvula debe mandarse a reparar con el fabricante o sustituirla con otra de iguales características. Ver figura 1.

##### B.- Válvula de Servicio de Vapor:

La válvula de Servicio de Vapor tiene las mismas características que una válvula de servicio para tanques intercambiables con la excepción de que no contiene el aditamento de seguridad. Esta válvula de paso común y corriente semejante a la usada en intercambiables, en lugar del aditamento de seguridad, normalmente --

tiene en el cuerpo el aditamento de llenado máximo permisible - lateral, con un tubo de profundidad que nos marca la altura del líquido en el interior del recipiente a 85% más o menos, según - el gas de que se trate. La válvula de servicio se localiza en la parte superior del tanque con objeto de que cuando se abra salga exclusivamente vapor del interior. Ver figura 2.

**C.- Indicador de Llenado Máximo permisible:**

Este indicador por lo regular viene adaptado a la válvula de servicio como lo indicamos en el punto anterior, pero puede venir - separado y su función es la misma que describimos.

**D.- Válvula de Llenado o de entrada para líquidos:**

Esta válvula por lo regular viene combinada con dos aditamentos - de seguridad, de no retroceso, o sea que una vez que deja de entrar líquido tiene dos aditamentos que evitan el regreso del mismo al exterior. Ver figura 3.

También la válvula de llenado puede constituir la combinación de una válvula de no retroceso y otra de exceso de gasto, esta combinación es más usual en la de vapores.

El objeto de la combinación de las dos válvulas es el de obtener más seguridad en el llenado de un recipiente estacionario, previendo que alguno de los dos aditamentos de no retroceso no cierre quedando el otro con la función total de la válvula.

En muchas ocasiones puede romperse el aditamento exterior o simplemente quedar abierto por alguna impureza que contenga el gas, lo que ocasionaría al líquido salir provocando fugas de consideración.

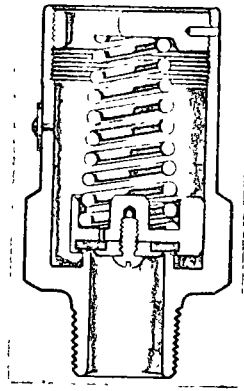
Se han dado casos en que los dos aditamentos de no retroceso no cierran, previendo ese peligro la mayoría de las mangueras de -- los autos-tanque que efectúan el llenado cuentan con una válvula check que se adapta al extremo de la misma, esta válvula opera -- de la siguiente manera:

Cuando se termina la operación de llenado se abre una pequeña -- valvulita que deja escapar el gas contenido entre esta válvula -- check y la de llenado, si éste líquido no deja de salir en un -- tiempo determinado se supone que no han operado las dos válvulas de no retroceso de la válvula de llenado, por lo que es necesario dejar la válvula check adaptada a la válvula de llenado, hasta el vaciado completo del recipiente que permita la substitución de la misma.

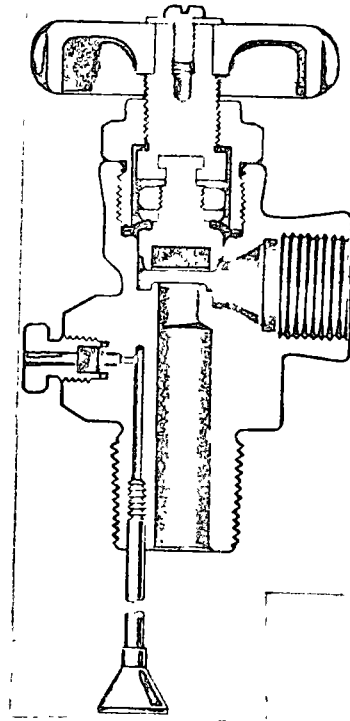
**E.- Válvula de Retorno de Vapores.**

Esta válvula consta de dos aditamentos de seguridad, el de no retroceso, y el de exceso de gasto, cuya función es similar al de la válvula de llenado, o sea tener un aditamento de seguridad -- extra por si uno de los dos falla.

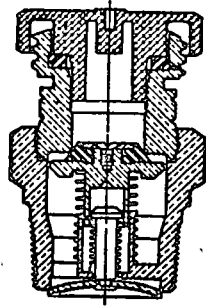
ACCESORIOS DE CONTROL Y SEGURIDAD DE UN RECIPIENTE ESTACIONARIO



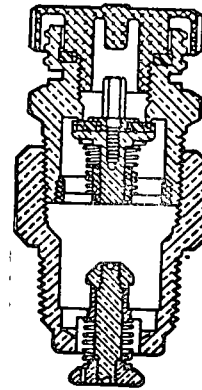
VALVULA DE SEGURIDAD  
Figura 1



VALVULA DE SERVICIO DE VAPOR  
Figura 2



VALVULA DE LLENADO  
Figura 3



VALVULA DE RETORNO DE VAPORES  
Figura 4

La falla más común se ocasiona con el desprendimiento de la parte superior de la válvula provocado por un jalón de manguera o golpe producido a la parte superior de la válvula que ocasiona la rotura, cuando esto sucede, automáticamente la válvula de exceso de gasto que se encuentra en el interior del recipiente actúa impidiendo la fuga peligrosa. Ver figura 4.

#### F.- Indicador de Nivel Magnético o Rotatorio

El objeto de estos medidores como su nombre lo indica, es el proporcionar una lectura constante del nivel de líquido de un recipiente. El indicador magnético nos lo indica constantemente y el rotatorio necesita operación manual cada vez que se desee conocer el nivel del líquido.

El medidor de nivel magnético o de flotador, consta de una barra que se encuentra en el interior del recipiente, en cuyo extremo tiene un flotador, este flotador se mantiene en la superficie del líquido del gas. Por medio de un pequeño engrane transmite el movimiento en otra barra vertical que gira y que registra ese giro a un indicador magnético que se encuentra visible en la parte superior del recipiente con un registro en círculo que marca los diferentes porcentajes de líquido según la posición del flotador

El medidor de nivel rotatorio, consta de un tubo de profundidad-curvo, una carátula y una manija indicadora; el tubo en el interior del recipiente continúa hasta la parte exterior del mismo en un pequeño tapón indicador de salida de líquido, en este extremo también ya adaptada la manija cuyo extremo debe coincidir exactamente con la posición del tubo interior, en el extremo del tubo se encuentra un tapón que obtura el orificio restringido del tubo de profundidad, para tomar lectura se coloca la manija-indicadora en la parte superior o sea al 100% que indique la carátula; se abre el tapón con lo cual empieza a salir vapor de gas, y se gira lentamente hasta que el extremo del tubo de profundidad en el interior del tanque toque o llegue al líquido, permitiendo una salida de líquido al exterior por el orificio, como la posición de la manija ha variado en su movimiento, al detenerla cuando empieza a salir líquido, nos indica exacto el porcentaje de líquido que hay en el recipiente.

#### G.- Salida de Líquidos con Aditamentos de No Retroceso y Cierre

Esta salida es indispensable en los recipientes fijos, por lo regular se encuentra en la parte inferior del recipiente, aunque últimamente se encuentra localizada en la parte superior con vena interior hasta el fondo del tanque.

El aditamento de no retroceso y cierre es una combinación de válvula de no retroceso y de exceso de gasto con tapón adicional de cierre hermético. Este aditamento se abre mediante un adaptador-especial o con una válvula manual de globo. Se utiliza principalmente para descarga de residuos o para utilizar servicios de líquidos donde se requieren grandes consumos de gas.

##### Primer Llenado:

Para efectuar el primer llenado en un recipiente estacionario fijo, es necesario "purgar" el aire que contiene en su interior, a

fin de evitar una presión en el interior del QUE pueda abrir la válvula de seguridad.

Por lo regular todos los recipientes, cuando salen de la fábrica contienen aire a presión, el cual ha sido utilizado para verificar que los aditamentos de control han sido incertados correctamente libres de fugas. Este aire sirve a su vez para efectuar pruebas de hermeticidad en la instalación, antes de ser llenado con gas L.P.

Una vez hechas esas pruebas, es necesario abrir la válvula de servicio para dejar escapar la presión hasta que se iguale con la atmosférica.

Cuando se va llenando el recipiente de gas licuado, este aire se va comprimiendo y su presión se incrementa, ya que si se llega al 85% del volumen, el aire se habrá comprimido a un octavo del volumen original, por lo que es necesario purgarlo.

Para efectuar esta purga en el lugar donde se encuentra el recipiente, es preciso cerciorarse de que no hay riesgos inmediatos como llamas, lumbres, etc., y que haya corrientes de aire que aunque sean leves dispersen la mezcla de gas-aire inflamable.

Esta purga que se efectúa abriendo la válvula de servicio, debe ser breve para evitar acumulaciones de gas-aire que formen mezclas explosivas. El olor del mismo gas nos ayuda a determinar la cantidad que se debe dejar escapar.

Se hace la observación que la purga debe descargarse a la atmósfera precisamente y no regresarla a través del retorno de vapor al auto-tanque, por la misma razón de que se saca del recipiente estacionario. Evitar presiones elevadas dentro del auto-tanque.

#### Llenado Máximo

El términos generales un recipiente fijo o estacionario, debe llenarse como máximo al 85% cuando el gas está constituido de propano y al 90% de nivel máximo cuando el gas está constituido con mezcla en su mayoría de butano y menor de propano.

Para determinar esos porcentajes contamos como ya describimos, con la válvula de llenado máximo, o con los medidores de nivel-magnético o rotatorio.

#### Sobre Llenado

Al llenar un recipiente es indispensable que el ayudante del repartidor esté pendiente de no sobre-pasar los límites máximos permisibles, pero si por error se sobre llena un tanque fijo, tendremos el problema inminente de que al aumentar la temperatura ambiente, se abra la válvula de seguridad y se produzca un escape de gas que alarme al usuario.

Si el sobre llenado se ha hecho, naturalmente es necesario retirar líquido del recipiente pudiéndose hacer en varias formas —

con cuidado extremoso para evitar peligro de que se produzca — una explosión o incendio.

Se puede retirar líquido del recipiente si se ponen a funcionar todos los aparatos de consumo del usuario, previendo que no — exista un rápido sobre calentamiento en el recipiente, esta ma- niobra es efectiva cuando los aparatos de consumo son suficien- tes para bajar rápidamente la presión del recipiente y siempre que se encuentre en azotca o muy alejado de los aparatos de con- sumo. Estando en un sitio que no represente peligro, se puede — purgar por la manguera de retorno de vapor hacia un sitio ade- cuado y en forma intermitente evitando acumulaciones de gas va- por. Esta purga también se puede hacer lentamente, cuando las — condiciones lo permitan, todo a través de alguno de los artefac- tos del recipiente.

En cualquier caso todas estas maniobras deben ser efectuadas — por personas responsables y es preferible evitarlas adiestrando a los operadores de auto-tanque, señalándoles el peligro que re- presentan.

Capacidad del recipiente estacionario fijo.

La capacidad de un recipiente se determina de acuerdo al total- de aparatos de consumo en una instalación, en relación con la — capacidad de vaporización del mismo recipiente. Si tenemos un — recipiente pequeño y un gran consumo, lo más fácil es que el re- cipiente no nos produzca la suficiente vaporización del líquido que contiene y el servicio a los aparatos será deficiente, has- ta el grado de interrumpirse la llegada del gas a los mismos.

CAPACIDAD DE VAPORIZACION DE TANQUES FIJOS EN m<sup>3</sup>/h., BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES AUTORIZADAS POR LA D.G.G., S.I.C.

TEMPERATURA AMBIENTE 44°C; F= 3.00  
 FACTOR DE DIVERSIDAD (SOLO EN EDIFICIO)60%  
 D" x L" x K = CAP.VAP.

20% GAS EN EL TANQUE; K= 60  
 PROPANO 2,500 BTU/pie<sup>3</sup>  
 88,275 BTU/m<sup>3</sup>

CAPACIDAD Litros	DIAM m.	LONG m.	VAPORIZ m <sup>3</sup> /h	FACTOR D ÷ 0.60	CAPACIDAD Litros	DIAM m.	LONG m.	VAPORIZ m <sup>3</sup> /h	FACT D ÷ 0.60
+ 300	.61	1.11	2.14	3.57	2000	1.04	2.80	9.20	15.34
340	.61	1.25	2.41	4.02	2375	.91	3.93	11.30	18.84
400	.61	1.52	2.93	4.88	+ 2600	.94	4.54	13.49	22.48
+ 500	.61	1.87	3.61	6.01	3000	1.04	4.00	13.15	21.91
600	.76	1.50	3.60	6.00	3580	1.04	4.60	15.12	25.20
+ 750	.76	1.79	4.30	7.17	+ 3700	1.04	4.64	15.25	25.42
800	.76	2.00	4.80	8.01	4330	1.04	5.33	17.52	29.20
+ 1000	.76	2.27	5.45	9.09	5000	1.16	5.19	19.03	31.72
+ 1500	.94	2.73	8.11	13.52	+ 5090	1.04	6.42	21.11	35.18

+ TATSA



## 6.4.2 Reguladores

### 6.4.2.1 Descripción

Se entiende por regulador, el dispositivo mecánico que recibiendo — una presión variable y elevada, automáticamente entrega una presión constante y predeterminada.

Todos los reguladores de presión constituyen una adaptación de principios mecánicos conocidos, utilizando la fuerza desarrollada por la presión que actúa sobre un diafragma flexible para accionar varios tipos de palancas y estructuras valvulares, y controlar así la presión. Un regulador de presión puede compararse muy bien con una balanza o columpio en su principio fundamental de funcionamiento. En la balanza tenemos fuerzas equilibradas a ambos lados del fulcro. En un regulador de presión encontramos que lo que se hace es equilibrar fuerzas contrarias.

Un regulador esta compuesto de tres partes principales, el diafragma o medios medidores, la palanca y peso o resorte o carga a presión como fuerza antagonista del diafragma y tercera, el cuerpo de válvula con su válvula interior, o medios reguladores, o válvula de admisión.

El material de que esta compuesto el diafragma es neopreno pero el material que gana terreno cada día es la Buna N con alma de Nylon. — Estos productos sintéticos son resistentes a la acción de los hidrocarburos.

### 6.4.2.2 Funcionamiento

Antes de admitir gas a la cámara del regulador formado por el diafragma y la tapa inferior, el diafragma está siendo forzado hacia — abajo por la acción del resorte que se encuentra en la parte superior, y que sirve para ajustar la presión de salida, en estas condiciones la válvula de admisión se encuentra abierta. Si abrimos el recipiente que abastece de gas al regulador, este fluye a través de la válvula de admisión de la cámara. Tan pronto como esto sucede, — existe presión dentro del cuerpo del regulador y se ejerce contra la cara inferior del diafragma.

Esta presión continúa aumentando hasta llegar a vencer la presión o fuerza del resorte mencionado, mismo que ha sido comprimido a la presión de salida requerida, consiguiendo que el diafragma se desplace hacia arriba, forzando este movimiento a que el disco de cierre que tiene en su extremo el brazo de la palanca, cierre la válvula de admisión, la cual se mantendrá cerrada durante todo el tiempo — que esten cerradas las válvulas que abastezcan aparatos de consumo — en las tuberías de servicio.

El gas contenido en estas tuberías se encontrará a la presión predeterminada.

Al abrir cualquier válvula de estos aparatos, el gas fluirá desde el cuerpo del regulador hacia la tubería y esto hará que disminuya la — presión que se esta ejerciendo contra la cara inferior del diafragma.

Al llegar a ser menor esa presión que la fuerza del resorte, éste em

pujará el diafragma hacia abajo. El diafragma al bajar, accionará el brazo de la palanca que a su vez abrirá la válvula de admisión, permitiendo nuevamente el paso del gas del recipiente hacia el interior de la cámara del regulador.

En las condiciones descritas, en la salida del regulador se contará con la presión reducida, predeterminada por el resorte y su compresión, prácticamente constante y sólo se tendrán pequeñas variaciones correspondientes a las fluctuaciones que se presenten en la presión de entrada.

Si llega a tenerse un flujo parejo a través del regulador, el diafragma se mantendrá en una posición más o menos estacionaria, con la válvula de admisión abierta ligeramente, solo para dejar pasar el volumen que se está utilizando y manteniendo así la presión deseada.

En cambio, si existen intermitencias en el flujo, el diafragma estará moviéndose hacia arriba y hacia abajo según se requiera, para mantener una presión constante de salida.

Para modificar la presión predeterminada de salida de un regulador, se aumenta o disminuye la tensión del resorte mediante el tornillo de ajuste. Apretando el tornillo contra el resorte, se aumenta la presión de salida, por el contrario aflojando el mismo tornillo, se disminuirá. Este tornillo se localiza en la tapa contraria a la cámara.

En la mayoría de los reguladores, en la tapa contraria a la cámara existe una abertura cerca de la salida que permite el movimiento libre del diafragma, al hacer posible que el aire se desaloje desde la parte superior del diafragma hacia afuera y no se ejerzan presiones contrarias al movimiento del mismo.

Así mismo, en algunos reguladores existe una válvula de relevo de presión, que consiste en un resorte colocado en el espacio interior del resorte regulador de presión, que al desplazarse hacia arriba por el movimiento del diafragma, deja abierto un conducto entre la cámara y la parte superior, consistente en una perforación en el propio diafragma. Ver figura.

### 6.4.2.3 Clasificación

Los reguladores se clasifican en dos Tipos: PRIMARIOS y SECUNDARIOS REGULADORES PRIMARIOS

Estos reguladores generalmente están constituidos por piezas y diafragmas resistentes y con orificios de entrada mayores. Están diseñados para trabajar a mayores presiones de salida que las de los reguladores comunes secundarios, cuya presión de salida normalmente es de 27.94 gr/cm<sup>2</sup> (11" col. AGUA).

Se utilizan principalmente cuando los quemadores deben operar a alta presión regulada o en otras palabras cuando es necesario mayor número de calorías para ser proporcionadas por un quemador, que por su

diseño puede tolerar variaciones en la presión de salida.

Cuando los quemadores deben recibir una alta presión determinada y sensiblemente constante, se usan dos reguladores de alta presión, el primero de ellos recibe la presión directa del tanque, con las fluctuaciones inherentes a los cambios de temperatura, y entrega al segundo una alta presión que no sufre las variaciones considerables que se pueden esperar a la salida del tanque. La salida del segundo regulador, se ajusta para la alta presión de operaciones de los quemadores y no presentará variaciones sensibles.

Otro uso de este tipo de reguladores es en las instalaciones en donde se requiere utilizar quemadores que trabajen en alta y baja presión. En este caso el regulador de baja presión o secundario se instala exclusivamente para aquellos quemadores o aparatos de consumo que trabajan en baja presión.

También se utilizan en lugares donde la fuente de abastecimiento y los aparatos de consumo es muy distante. El regulador primario se coloca directamente a la fuente de abastecimiento que generalmente es un recipiente fijo o estacionario y el regulador secundario se coloca lo más cercano posible de los aparatos de consumo. De esta manera se evitan diámetros excesivos. El sistema se denomina de primera y segunda etapa.

Este tipo de instalación es típico en edificios con gran cantidad de apartamentos o en aquellas instalaciones que utilizan una red de abastecimiento en alta presión y los aparatos de consumo están muy distantes entre sí, como en el caso de una red de distribución para diferentes casas.

Se considera regulador primario también, el regulador de una sola etapa, de baja presión en su salida y que abastece directamente a uno o varios quemadores o aparatos de consumo.

#### REGULADORES SECUNDARIOS

El regulador secundario o regulador de baja presión, recibe en su entrada el gas a una alta presión menor que aquella que se obtenga de un regulador primario. Este regulador se considera de baja presión y esta determinada en su salida, calibrado de fábrica a 27.94 gr/cm<sup>2</sup> (11" col. AGUA). Este regulador invariablemente va precedido de una válvula de cierre o corte.

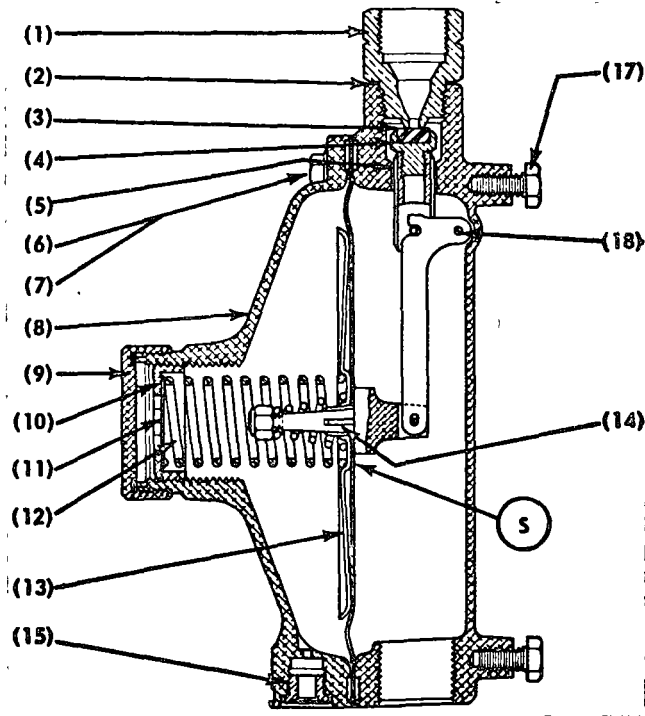
#### 6.4.2.4 Selección de reguladores

Para seleccionar el regulador adecuado para un servicio determinado debe precisarse la presión de diseño del o los quemadores que han de usarse y cual es el gasto ó consumo de los mismos, previendo además la posibilidad de que posteriormente se agregue uno o mas quemadores al sistema original. Así mismo debe tomarse en consideración el tipo de gas que vaya a utilizarse y los sistemas de reducción de presión de una o dos etapas.

Los fabricantes de reguladores proporcionan catálogos, en donde describen las características de diseño, describiendo presiones de en-

trada y la correspondiente de salida y su variación de acuerdo al ajuste del resorte. Así también la capacidad o volumen de salida de acuerdo al tamaño de la esprea de entrada y tamaño del regulador.

REGULADOR PRIMARIO O SECUNDARIO DE BAJA PRESION



- |   |                                 |    |                                 |
|---|---------------------------------|----|---------------------------------|
| 1 | Válvula de admisión             | 9  | Rondana de la tapa del tornillo |
| 2 | Rondana de la válvula           | 10 | Tornillo de ajuste              |
| 3 | Tapón de entrada                | 11 | Rondana deslizable              |
| 4 | Ensamble del reten del tapón    | 12 | Resorte                         |
| 5 | Ensamble del tapón              | 13 | Ensamble del diafragma          |
| 6 | Tornillo de ensamble del cuerpo | 14 | Ensamble de la palanca          |
| 7 | Tuerca de ensamble del cuerpo   | 15 | Salida de venteo                |
| 8 | Tapa del tornillo de ajuste     | 16 | Perno de la palanca             |

### 6.4.3.

#### Medidores volumétricos de vapor

La función de un medidor para gas de desplazamiento positivo, es medir el gas volumetricamente.

Todos los gases tienen ciertas propiedades en común en las cuales se siguen las leyes de Boyle y Charles, tales como un volumen varía en relación a la presión y temperatura. En los gases comerciales, su medición se ha hecho prácticamente tan simple como su teoría, sin embargo no hay gases reales o mezclas de gases reales, ya que es extremadamente compleja y variable su composición química y sus propiedades físicas. El gas natural es el que más se aproxima a un gas o mezcla de gases reales. Los gases manufacturados son combinaciones de hidrógeno monóxido de carbono, metano, bixido de carbono, con pequeñas cantidades de sulfuro de hidrógeno, amoníaco, bisulfuro de carbono y vapor de agua. El efecto que hacen estas mezclas al pasar por un medidor al paso del tiempo deben tomarse en consideración.

En adición a la dificultad de medir estos gases hay que tomar otros factores en consideración, el lugar donde se localizan y que hacen variar su temperatura o por condiciones climatológicas.

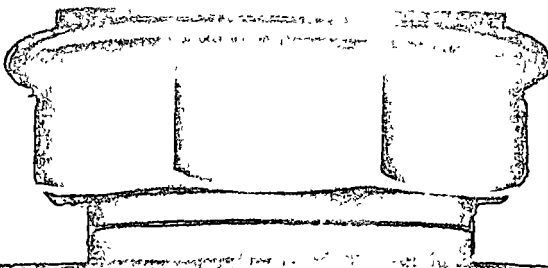
Comunmente los medidores son colocados en su sitio y pasan años sin atención, solo son visitados mensualmente por la persona que toma su lectura y se supone que cualquier otra pieza de algún mecanismo recibe mayor atención, por lo tanto es importante instalar medidores de gran calidad que mantengan registrado adecuadamente las cantidades de gas que pasan a través del mismo y su costo de mantenimiento se reduzca al mínimo.

El tipo de medidor para gas usado en aparatos de consumo comunes y corrientes es el de tipo seco, formados por dos diafragmas envolventes y válvulas deslizadoras para medición.

El principio de medición de este tipo de medidores se compara con la medición de un líquido de un tonel a través de una llave hacia una medida de volumen determinada. Cada vez que éste volumen se llena, la válvula se cierra y otra se abre para dejar escapar el volumen mencionado, cuando éste se vacía se cierra la segunda válvula y la primera se abre nuevamente, repitiendo el proceso y contando las veces que se ha efectuado, tendremos como resultado la cantidad de líquido que se encontraba en el tonel.

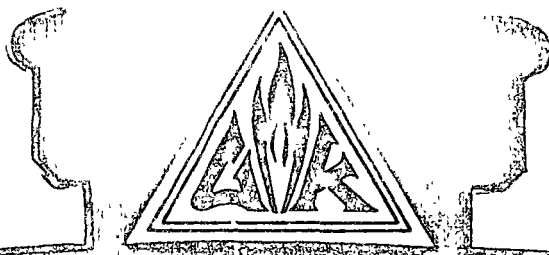
En los medidores para gas se tienen varias cámaras de medición que operan simultáneamente, algunas se llenan mientras otras se vacían, formando un proceso uniforme de entrega de gas. Cada una de estas cámaras tiene una medida determinada que al llenarse y vaciarse totalmente produce un movimiento transmitido a un registrador que al repetirse nos da el volumen total en litros y metros cúbicos de gas que pasa a través del propio medidor.

Los medidores usados comunmente en edificios de apartamentos tienen una capacidad máxima de 3 m<sup>3</sup>/h y su volumen de entrega es ajustado de fábrica a condiciones estandar de baja presión de 27.94 gr/cm<sup>2</sup> y temperatura de 15.5°C.



9 8 4 6 7 5 3 1 m<sup>3</sup>

NB  
Gattung 122, Bauart 303  
Größe 1-2, Q<sub>0</sub> - m<sup>3</sup>/h  
G. KROMSCHRODER AG.  
OSNABRÜCK  
ENr 3 70 8 8 84 79



## EL CONTADOR DE GAS *tipo monotubo* SISTEMA KROMSCHRODER

permite una instalación sencilla  
*y completamente libre de tensiones.* Las mismas piezas de la instalación sirven para la conexión, tanto por el lado izquierdo como por el derecho.

### Características de construcción de los tamaños NB 3 - NB 20

Las dimensiones pequeñas y la belleza de la forma confieren al contador un aspecto agradable. El prospecto presente tiene el tamaño original del contador NB 3.

La forma de la carcasa es estable y resistente a las presiones. La parte superior e inferior de la carcasa están estampadas de una sola pieza.

Buenas cualidades de medición. Cámaras de medición cerradas y con límite de carrera.

Gran rendimiento, pérdida de presión mínima por canales cortos.

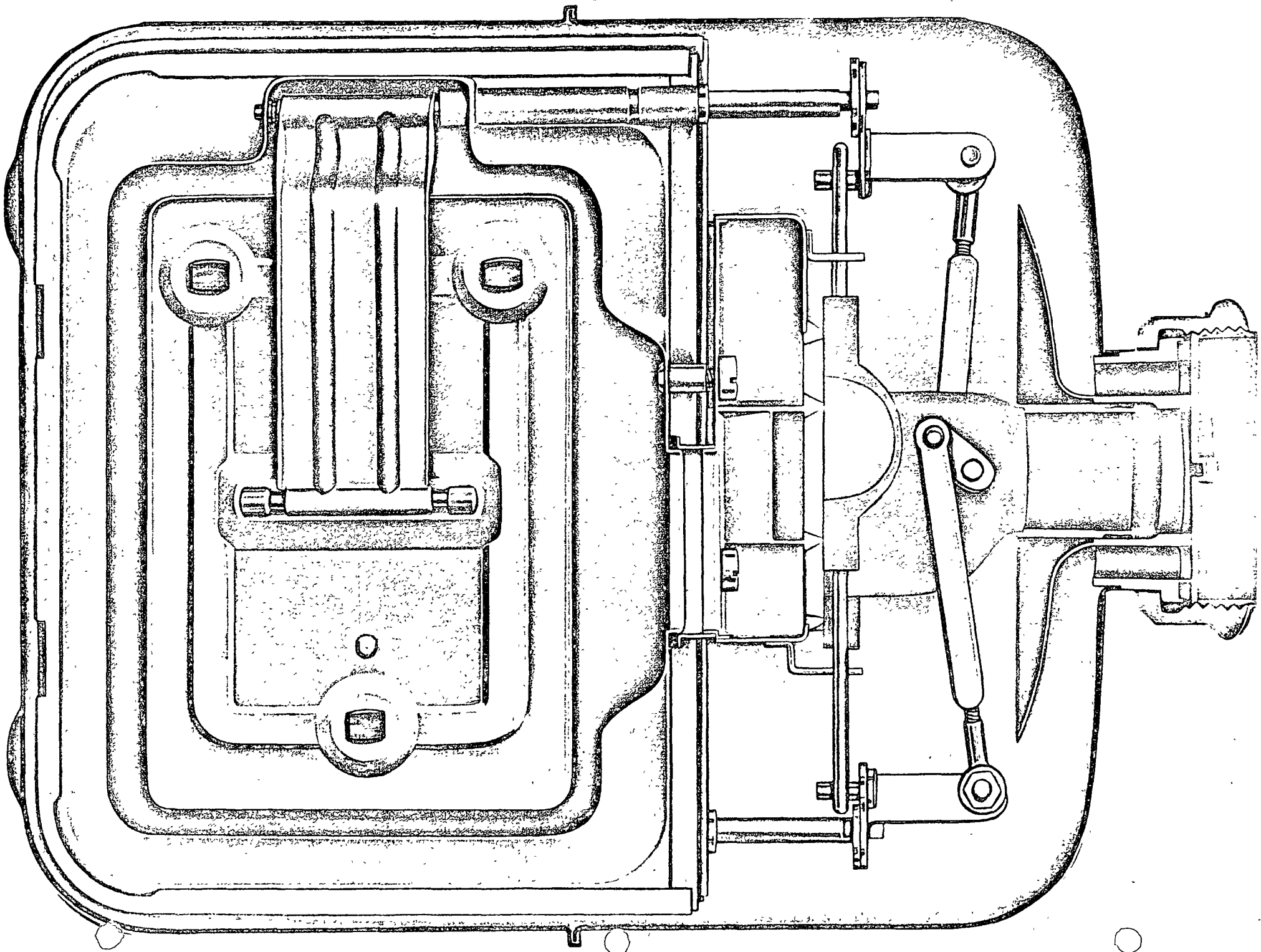
Buenas condiciones de deslizamiento de los registros. Ningún ensuciamiento del mecanismo de distribución. Las impurezas son desviadas por una tapa protectora hacia la parte inferior de la carcasa.

La carcasa del contador puede abrir y cerrarse fácilmente por tener una sola costura de soldadura.

Reparación sencilla. El mecanismo del contador se puede sacar sin dificultad alguna de la parte inferior de la carcasa, una vez abierto el contador. El recambio de membranas puede efectuarse, después de haber sido destornillado el bloque de canal y desmontadas las piezas de encaje.

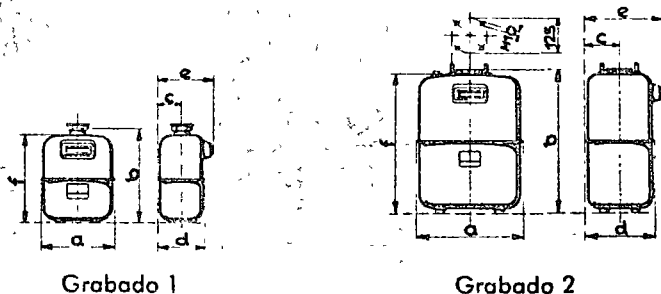
### Modo de funcionamiento

El gas entra por el canal circular del tubo doble soldado, llenando totalmente el interior de la carcasa del contador. Desde aquí pasa el gas a través de las aberturas, no cerradas momentáneamente por los registros, y los correspondientes canales del bloque de canal a las cámaras medidoras, presionando las membranas. Por este proceso el gas de las cámaras medidoras del lado opuesto es presionado en sentido contrario hacia el canal de salida, a través de la abertura de registro. Pasando por la abertura interior del tubo doble soldado llega el gas a la tubería de consumo.





*Rendimientos, medidas y pesos*  
*de los contadores de gas*  
**TIPO MONOTUBO, SISTEMA KROMSCHRÖDER**



Grabado	Tamaño	Unión	Carga normal Qe = m <sup>3</sup> /h	Carga máxima Q max. según el nuevo DIN 3374	Capacidad	Medidas en mm						Peso aprox. en kg
						a	b hasta el borde superior de la empaquetadura	c	d	e	f	
1	NB 3	25	3	6	2	198	255	63	126	154	231	2,7
	NB 6	25	6	12	5	252	323	80	160	188	300	5,0
	NB 6	32	6	12	5	252	326	80	160	188	300	5,2
	NB 10	40	10	17	10	306	426	98	196	223	398	10,0
2	NB 20	50	20	35	20	376	509	125	250	275	503	14,5

Para la unión del contador con la tubería de gas sirve una pieza de unión, montada sólidamente en la tubería. El montaje hermético de los contadores según el grabado 1 a la pieza de unión se efectúa mediante una tuerca y él de los contadores según el grabado 2, por tornillos de cabeza hexagonal. La entrada de cada contador está protegida para el transporte por una tapa de protección roscada.

**G. KROMSCHRÖDER** AKTIENGESELLSCHAFT  
**FÁBRICA DE CONTADORES DE GAS** **OSNABRÜCK**

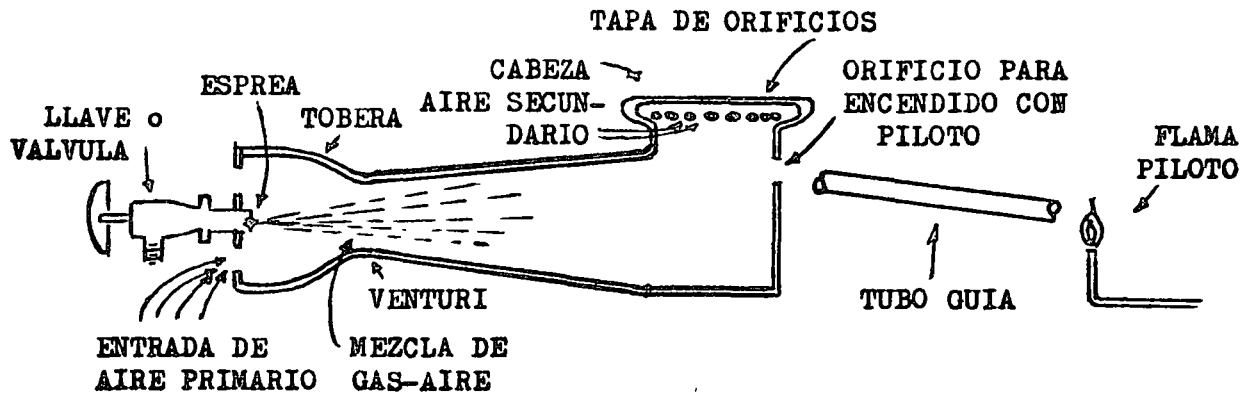
#### 6.4.4 Aparatos de consumo

Descripción y funcionamiento de aparatos de consumo más usuales.

##### 6.4.4.1 Estufas, sus quemadores.

El dibujo que aparece a continuación muestra un "corte" de un Quemador Atmosférico Común.

En él se puede apreciar la forma en que funciona:



QUEMADOR ATMOSFERICO

- 1) Al girar la perilla se abre la válvula. El gas pasa por la esprea (pequeño orificio que regula el flujo del gas, aún con toda la llave abierta) y con la presión que lleva se introduce al interior — del vénturi al hacer esto, absorbe (arrastra) una cantidad de aire a través de los agujeros de la parte anterior de la tobera; a esa cantidad de aire se le denomina "aire-primario" porque es la primera cantidad de aire del que se necesita para la combustión.
- 2) Ya mezclado el gas con una determinada cantidad de aire, el flujo sigue penetrando al vénturi, por la forma de éste, la mezcla adquiere cierta velocidad que obligará a que ella busque una salida, que será a través de los orificios de la parte superior de la cabeza — del quemador. Si previamente se ha acercado una flama de cerillo — frente a los orificios, la mezcla de aire-gas se incendiará, y al hacerlo utilizará una segunda cantidad de aire del que se encuentra en el ambiente cerca de esos orificios; a esta cantidad de aire se le denomina "aire secundario".
- 3) Al igual que la mezcla sale por los orificios de la cabeza del quemador, también saldrá por otro orificio lateral de la misma cabeza. Al salir por este orificio, el gas, que es más pesado que el aire, penetrará por el "tubo-guía" cuya "boca" está precisamente al frente de ese orificio, y por su propio peso, por gravedad, "escurrirá" o resbalará "por el interior del tubo-guía que debe encontrarse ligeramente inclinado hacia la flama del piloto. Al hacer contacto — el gas con esta flama se originará un pequeño flamazo o explosión, al explotar esa pequeña cantidad de aire-gas, el flamazo de retroceso hará que se incendie el gas que ya se encuentra saliendo por los orificios superiores, completando así el encendido del quemador.

### Calibración

La carburación de la mezcla aire-gas depende de un equilibrio adecuado de esa mezcla, lo que se logra dejando pasar la cantidad precisa de aire en relación con la cantidad de gas que la espreea permite pasar. Para ello debe ajustarse la "tapa" de la tobera que tiene unos agujeros coincidentes con la base de la mismatobera; al hacer coincidir exactamente los agujeros se permitirá un paso de mayor cantidad de aire. Si esta cantidad de aire fuera excesiva, se observará que al salir por los orificios las flamas tienden a "volarse" o despegarse de los orificios; de berá entonces irse cerrando la tapa de la tobera obstruyendo los agujeros de la entrada de aire hasta lograr que las flamas se estabilicen. - Si la entrada de aire se reduce en exceso, las puntas de las flamas presentarán un color amarillo claro, muestra evidente de falta de aire para la combustión.

En perfecto equilibrio de esa entrada de aire permitirá una flama estable y de color azul claro en el borde de cada flama que sale por su correspondiente orificio. Cuando hay polvo o impurezas en el ambiente cercano al quemador, o cuando se enciende por primera vez un quemador - las flamas, aún siendo estables y estando correctamente calibradas, desprenderán un color rojizo (no amarillo) en forma de pequeñas chispas.

El dibujo muestra una forma de tobera de las más comunes. Existen otras de diferentes formas, con la entrada de aire por la parte superior o inferior, dotadas de una tapa de Tobera en forma de abanico.

Su funcionamiento, en cuanto al principio de permitir el paso de aire primario, es idéntico a la antes detallada y el cierre en más o menos de la tapa de la tobera permitirá mayor o menor paso de aire para la combustión.

La flama del piloto también requiere un ajuste, que se logra mediante un tornillo que se encuentra en la conexión de latón que sale del tubo múltiple de alimentación de la misma estufa. El ajuste debe hacerse a modo de que la flama ( que sí es casi totalmente de color amarillo claro), tenga un largo aproximado de 1-1/2 centímetros. En todo caso debe cuidarse que la punta de esta flama alcance a llegar perfectamente a la mitad de la boca del tubo-guía, pues de lo contrario el flamazo de retroceso para el encendido provocaría una explosión mayor de lo previsto, con los riesgos correspondientes.

### Quemadores de Hornos

Los quemadores de los hornos, aunque de forma diferente, son también del tipo atmosférico, y por lo tanto su funcionamiento es idéntico, Si bien el encendido difiere un poco de los quemadores superiores.

En las estufas que no tienen termostato el encendido se hace directamente por flama de cerillo que debe acercarse a la boca de un agujero que se encuentra al frente, sobre el piso del horno y que corresponde a un tubo-guía que forma parte del mismo cuerpo del quemador, el acercamiento de la flama del cerillo (debe acercarse antes de abrir la llave) y abrir la llave del horno, se producirá el mismo efecto de flamazo de retroceso hacia el quemador y encenderá el gas que ha estado saliendo por los orificios.

En las estufas que tienen termostato el encendido se hace en igual forma, solamente que para encender el quemador, deberá encenderse la flama de piloto del horno que debe estar colocada frente a los orificios de salida del quemador.

#### Termostatos de Hornos

Una vez encendido el quemador del horno y su piloto, la flama permanecerá con la misma intensidad hasta que la temperatura interior del horno alcanza la misma que se haya marcado al girar la perilla de control; en ese momento la temperatura interior se transmitirá por medio de un "bulbo" y un tubo capilar que se encuentran en el interior del horno, en la parte superior, hasta el mismo termostato y por la dilatación resultante operará un diafragma en el interior del termostato, que accionará un cierre de conducto, que graduará la flama del quemador a una intensidad menor (llamada flama mínima), con la cual se logrará mantener la temperatura a la misma marcada en la perilla de control.

Tanto la flama del piloto como la "flama mínima", son susceptibles de graduarse mediante dos tornillos de ajuste que se encuentran al frente del termostato (quitando la perilla y el bisel).

Los termostatos son calibrados desde fábrica para que la temperatura que reciban coincida con la que marca la perilla.

#### Llaves de estufa

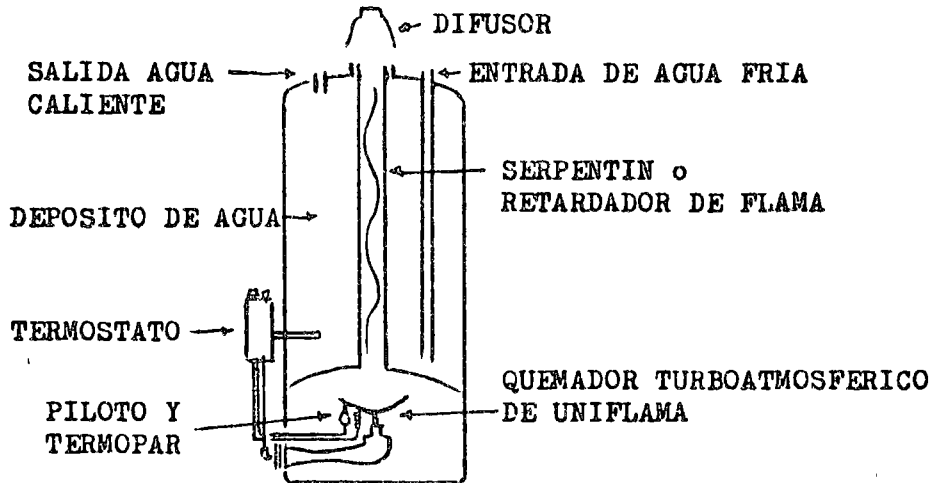
Todas las llaves de estufa son del tipo "de paso" a base de cono. Transcurrido el tiempo, las llaves suelen endurecer su operación, verdaderamente llegan a requerir un esfuerzo para operarlas, al grado de que las "perillas" o manijas de plástico no resisten y se rompen. Casi siempre esto se debe a que la grasa grafitada que lubrica su interior se ha secado y ha perdido viscosidad o bien se ha sometido a la válvula a trabajos o presiones anormales, esto origina que el "cono" interior se deteriore por el rozamiento y hasta se lleguen a formar unas rayas en forma de anillos. Esto significa un riesgo pues por falta de ajuste perfecto aún estando la llave en posición de "cerrada" seguirá pasando el gas hacia la espreea, si bien en pequeñas cantidades.

#### 6.4.6.2 Calentadores

##### Tipo "Almacenamiento ó De Depósito"

Este tipo de calentadores es el de diseño más sencillo. Es el modelo-

más popular tanto por su costo inicial como por la simplicidad de su instalación. Como su nombre lo indica, consta de un tanque vertical, cilíndrico, que admite la entrada de agua por una conexión en la parte superior y otra conexión en la misma parte superior permite la salida del agua una vez calentada solamente que presenta determinadas características que conviene mencionar. El dibujo "en corte" que aparece a continuación indica claramente su funcionamiento.



Nótese que la conexión de entrada (de agua fría) está provista de un tramo de tubo que penetra en el tanque hasta un nivel bastante bajo, cerca de la superficie que está recibiendo el calor del quemador. El objeto de este tubo de profundidad es de impedir que el agua fría — que entra se mezcle de inmediato con la caliente que, como es sabido se mantiene en la parte alta del recipiente, logrando así que al — abrir la llave para utilizar agua caliente se reciba el agua que está a la mayor temperatura, y en cambio, la fría que está entrando a recuperar la que sale, recibe rápidamente el calor del quemador.

En el interior del ducto que dá salida a los productos de combustión se encuentra un dispositivo en forma de "tirabuzón" cuyo objeto es retardar la salida de los gases calientes, lo que permite un mayor aprovechamiento del calor producido por el quemador.

El llamado sombrero o difusor, también tiene asignados papeles de importancia además de imprimir cierta presentación al aparato también — retarda un poco más la salida de gases quemados al chocar éstos contra un pequeño "plato" al centro del difusor el mismo plato impide — que la lluvia o corrientes de aire penetren al interior del calentador su forma hace que si hay un exceso de "tiro" impida que éste se ejerza en los gases calientes sino que la corriente succionaría aire del que se encuentra alrededor del difusor. En cualquier forma en — que se haga la instalación debe procurarse que éste dispositivo siempre permanezca formando parte del mismo calentador.

En la instalación de un calentador, nunca debe olvidarse el dotarlo del llamado "jarro de aire" que permita el escape de vapor de agua — producido por un calentamiento excesivo. La punta de descarga de este tubo debe sobrepasar la altura del tinaco que abastezca al calen-

tador. En caso de no ser posible la colocación de ese "jarro de aire" el calentador debe quedar protegido con una válvula de seguridad en la línea del agua caliente, procurando que la boca de descarga esté dirigida a un punto donde no haya personas en el momento de que llegara a operar.

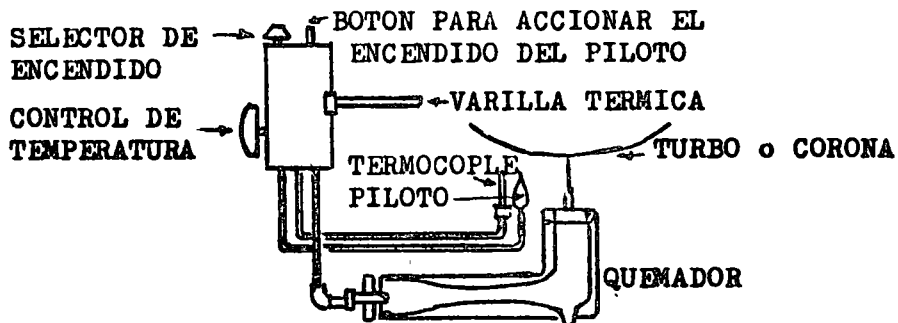
#### Quemadores

El tipo más común y eficiente en la actualidad, es el denominado turboatmosférico, uniflama, siendo el más eficiente por su perfecta combustión.

Este quemador está provisto de un piloto, a base de una simple flama colocada inmediatamente junto a la salida del quemador, el gas al salir del quemador, entrará en contacto directo con esa flama, completando el encendido. Es por tanto sumamente importante que la citada flama se encuentre colocada precisamente en forma tal que el encendido se produzca de inmediato, una mala colocación del piloto provoca peligrosos flamazos, ya que, si la flama no "presenta" la punta directamente frente a una de las salidas del quemador, el gas que sale por éste tardará demasiado tiempo en comunicarse con la flama, a mayor tiempo se establezca la comunicación del gas del quemador con la flama del piloto, mayor será la cantidad de gas sin quemarse y por lo tanto más brusca la explosión de encendido.

Los calentadores provistos de termostatos, cuya función se explicará más adelante, también están dotados, como parte integral del termostato, de un piloto que presenta en la salida de encendido 2 ó 3 flamas, una de ellas debe estar enfocada a la salida del quemador para la explosión de encendido.

#### Termostato



El termostato para calentador tiene dos funciones:

- a) Del cuerpo del termostato sobresale una barra metálica que queda colocada permanentemente en el interior del calentador, en contacto con el agua. Cuando el agua es caliente por haber sido calentada por el quemador, los metales especiales de que se compone esa barra se ven afectados por la temperatura del agua y por el efecto físico de aumento de temperatura aumentan, aunque en pequeñas frac-

ciones, el largo de la parte interna de la barra, (dilatación) por efectos de este aumento en el largo de esa barra se cierra una válvula o mecanismo interior del termostato que anteriormente estaba dejando pasar gas al quemador, con éste se interrumpe el calentamiento del agua por haber llegado ya a la temperatura deseada.

El cierre de ésta válvula o conducto solamente afecta al gas que va al quemador no impide el paso del gas al piloto, que seguirá encendido en espera de que, al usar el agua para los servicios, se enfríe el agua del interior del calentador, por renovación, y la barra del termostato registre este descenso de temperatura lo que acortará su longitud (contracción) y permitirá nuevamente el paso del gas al quemador para recuperar la temperatura perdida.

El ciclo se repetirá cuantas veces se utilice agua caliente. Desde luego, el encendido del quemador no se efectúa inmediatamente que se empieza a sacar agua del calentador sino que transcurren unos pocos minutos mientras circula el agua en su interior. El termostato viene provisto de una perilla de ajuste de temperatura, para lograr que el quemador permanezca más tiempo encendido con lo que se obtiene agua mas caliente

- b) Como parte integral del mismo termostato se encuentra otro mecanismo de seguridad que funciona independiente el que regula la temperatura del agua y opera en la forma siguiente:

Una de las 2 ó 3 flamas del piloto, que antes se mencionaron, deben encontrarse "envolviendo ó calentando con la punta al "bulbo" llamado Termocople ó Termopar, que se encuentra en la punta de una conexión con aspecto de un simple alambre, pero que está formado de dos metales de diferente aleación. Por efectos de calentamiento de esos dos metales se produce una corriente eléctrica que, aunque de muy bajo voltaje (de 12 a 25 milivolts), es capaz de accionar una pequeña bobina o electroimán.

Mientras el bulbo esté siendo calentado por la flama del piloto subsistirá esa corriente que, transmitida a la bobina, hace que ésta esté reteniendo con su fuerza magnética un mecanismo que permite el paso del gas al piloto, y al quemador, por lo que el piloto seguirá encendido en espera de recibir el gas del quemador y completar el encendido.

Como la bobina retiene el mecanismo abierto para el paso de gas al piloto, y al quemador cuando se produce la corriente eléctrica, que a su vez solo es producida por el calentamiento del bulbo, si éste se enfría por falta de flama deja de generar corriente y el mecanismo de paso de gas regresará, por efectos de un resorte, a su posición de "cierre" (se cerrará el paso de gas tanto al quemador como al piloto).

Para iniciar el encendido del piloto de termostato, se requiere oprimir manualmente un botón provisto de resorte. Al oprimir, se está dejando pasar gas solamente al piloto (no al quemador) y se requieren de 30 a 60 segundos de estar oprimiendo el botón mientras está encendido el piloto para que se haya generado la corriente eléctrica que accione la bobina, una vez que al soltar el botón haya logrado que la flama del piloto permanezca encendida se habrá preparado ya el ciclo de encendido.

4.6 Calentadores Tipo "De Paso"

Como su misma clasificación lo indica, calientan el agua al circular — ésta por el interior del aparato, efectuándose el flujo por un serpentín de tubo de cobre que se encuentra soldado a una lámina también de cobre que forma la llamada "cámara de combustión". El mismo serpentín se comunica a una "caja" en la parte alta, de alta captación de calor — debida a un gran número de placas de lámina del mismo material colocadas en forma similar a un "condensador"; al calentarse estas placas que también se encuentran soldadas al tubo de cobre por el que circula el agua, transmiten el calor que reciben del quemador en un gran porcentaje al mismo tubo esto, ayudado por el mismo calor que está recibiendo — el serpentín a través de la lámina que forma la cámara de combustión hace que la alta temperatura que produce el quemador (de mayor potencia — que el quemador de un calentador tipo "almacenamiento"), sea aprovechada en un alto grado de eficiencia permitiendo que conforme circula el agua se va calentando.

El encendido del quemador lo controla mecánicamente una válvula cuyo mecanismo depende de que al abrir la llave de agua en la tubería de "agua caliente" se "rompa" el equilibrio de presión de agua que antes se encontraba estático dentro de la válvula y por efectos de esta falta de presión en una de las "caras" de un diafragma interno se acciona un mecanismo que abre el paso del gas al quemador. Al cerrar la llave del agua, la presión hidráulica dentro de la válvula volverá a su equilibrio original y un resorte obligará a que el diafragma vuelva a su posición y con ello el mecanismo que depende del diafragma cerrará el paso del gas al quemador.

A diferencia de los Termostatos de Calentador de Depósito, pero con objeto de lograr seguridad en el manejo del gas, fuera de la válvula que controla el gas al quemador, y antes de ella, se encuentra un sistema de válvulas de seguridad, con el mismo principio de controlar el paso de gas a quemador y piloto, con los mismos elementos de Termopar, Bobina, etc., que se encuentran integrales en los Termostatos.

#### 6.4.6.4

##### Calefactores

El quemador común de los calefactores es del Tipo atmosférico, su funcionamiento es comparado con el quemador de estufas y con los de calentadores, por lo que son igualmente aplicables las reglas de control, — carburación, limpieza, etc. Prácticamente la única variación que tienen se encuentra en la forma y tamaño.

##### Controles

Muy semejantes a los controles de calentadores, hay calefactores con control "manual" o sea que cada vez que se desea produzcan calor es necesario accionar una válvula que permita el paso de gas al piloto y mediante mayor giro permita el paso de gas al quemador.

Otros calefactores están dotados de Termostato que también funciona con el mismo principio que el de calentador de agua, es decir, una vez alcanzada la temperatura ambiente el quemador vuelva a abrirse automáticamente al bajar la temperatura de la habitación, al ser registrada ésta por un elemento (similar a la "barra" del termostato de calentador), —



que en este caso se encuentra en contacto con el aire ambiente (detrás del aparato).

Al igual que el de Calentador, el termostato de Calefactor está dotado de una perilla de control que permite que el quemador permanezca encendido mayor tiempo con lo que alcanzará mayor temperatura en el ambiente. Una vez logrado el grado de temperatura que el usuario desea tener permanentemente necesitará más que accionar esta perilla de control y automáticamente abrirá y cerrará intermitentemente el quemador conforme lo requieran las condiciones del tiempo reinante.

#### Instalación

Como la estufa, el calefactor debe quedar conectado mediante un "rizo" de 1.00 a 1.20 metros de largo, que permita retirarle algunos centímetros para asear el piso de la habitación.

Aunque puede conectarse mediante manguera especial para gas, en largos no mayores de 1.50 metros, debe impedirse este tipo de instalación. Dado que los calefactores se fabrican en diversas capacidades, al escogerse la adecuada debe calcularse que el aparato (o varios de ellos si es necesario), proporcionen el poder calorífico suficiente para calentar el ambiente de la habitación en que se encuentra y de las habitaciones contiguas que estén en comunicación con la primera.

No es aconsejable instalar un calefactor dentro de un dormitorio a menos que se trate de un aparato del "Tipo Ventilado" que está diseñado en forma tal que los productos de combustión, una vez que calentaron las "cámaras" interiores, desahogan al aire libre.

#### Calefacción Central

Su diseño, en general, corresponde al mismo que un calefactor de Tipo-Ventilador, desde luego de gran capacidad, y dotado además de un "soplador" que obliga al aire calentado a circular por el interior de "ductos" con salidas estratégicamente distribuidas en las habitaciones.

Si el aparato se encuentra en lugar cerrado, debe tenerse especial cuidado en que el diámetro del Difusor o Sombrero es mucho mayor, dada su capacidad, por lo que deberá dotársele de la chimenea de ese diámetro mayor.

### 6.4.6.5 Aparatos Diversos

#### Mecheros Bunsen

Cada mechero debe estar dotado de una llave que lo controle individualmente. Pueden conectarse con manguera (su uso en laboratorios casi siempre lo requieren así).

#### Freidores

La flama del quemador o quemadores está dirigida al interior de tubos que quedan dentro de las cajas de freír para que por contacto del aceite con las paredes de esos tubos se mantenga la temperatura requerida, desde luego, la "boca" de esos tubos, contraria a la entrada de la flama, debe desahogar libremente a la parte posterior del mueble y, de —

preferencia a una chimenea que obligue a desalojar los productos de combustión fuera de la cocina.

### Incineradores

Colocados generalmente en patios, debe procederse con cierta frecuencia a la limpieza del quemador. Casi siempre están dotados de válvula manual, con paso a piloto.

### Quemadores para Industria Ligera

Los hay de diversas formas y capacidades. Los que se encuentran con más frecuencia son del tipo Atmosférico aunque su forma varía, el principio de su funcionamiento es en todo similar al de una estufa doméstica común. Los cuidados de limpieza, colocación de piloto, etc., deben tener los mismos principios que en las estufas.

Hay otros quemadores que trabajan con presión mayor que los comunes que son conocidos.

Su eficiencia no es muy alta pero dado que son capaces de quemar el gas a una presión que puede ser hasta de 15 libras por pulgada cuadrada (1.0 Kgs/cm<sup>2</sup> aproximadamente) su utilidad es grande en algunos casos: elevar a punto de ebullición grasas animales o simple agua para remover otras grasas, y un gran número de aplicaciones en que se requiere calor concentrado.

Por otra parte, existen quemadores industriales diseñados precisamente para trabajar con gas a presión alta; su forma es similar a un quemador atmosférico de estufa (constan de tobera, vénturi, agujeros de salida, etc.). Desde luego son de gran tamaño y si se recurre a estudiar detenidamente las especificaciones del fabricante se encontrará el quemador adecuado al uso que se le requiere.

Desde luego, cualquier quemador, aún los que trabajan a alta presión deben funcionar mediante un REGULADOR de presión, también de la capacidad adecuada, no deben conectarse directamente desde la válvula de servicio del recipiente de gas.

PROYECTO DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS

Se entiende por instalación de aprovechamiento para Gas L.P. ó Natural, la que conste de recipientes para almacenar gas licuado de petróleo — portátiles o fijos, artefactos de control y seguridad y redes de tuberías apropiados para conducir gas a los aparatos de consumo. En el caso de Gas Natural, los recipientes se substituyen por una caseta de control y abastecimiento, proporcionada por PEMEX.

En edificios se denominan Instalación de Aprovechamiento Doméstico — Múltiple, para Gas L.P. ó Natural.

**Clasificación**

Las instalaciones se clasifican de acuerdo a la fuente de suministro de gas:

Con recipientes portátiles

Con recipientes fijos

Para Gas Natural

Para proyectar o diseñar una instalación con recipientes portátiles, es necesario tomar en cuenta el riesgo que representa el movimiento de los recipientes en su maniobra de colocación, ya que de preferencia al localizarlos en azoteas, estas no deben estar con más de dos niveles; si se encuentran en planta baja deben estar localizados en áreas suficientemente amplias con ventilación al exterior.

La mayoría de los Edificios, se proyectan con recipientes fijos y medidores;

**6.5.1 Reglas Generales para la localización de recipientes.**

- 1.- Los recipientes deberán estar a salvo de golpes, mal trato por el movimiento de vehículos, paso de animales, utilizándose para el caso medios de protección adecuados, tales como topes o defensas firmes.
- 2.- Los recipientes se colocarán a la intemperie, a salvo de riesgos que se puedan provocar por concentración de basura, combustibles u otros materiales inflamables.
- 3.- El sitio de ubicación tendrá ventilación conveniente. Queda prohibido colocarlos en el interior de cuartos, recámaras, descansos de escaleras, construcciones o áreas que carezcan de ventilación natural.
- 4.- Ningún recipiente se instalará a menos de 20 cms. de distancia de paredes o divisiones construídas con materiales combustibles, (madera, cartón etc.) y la pared o división estará cubierta en el doble de la altura y longitud que ocupe el recipiente o recipientes, con materiales no combustibles, tales como láminas metálicas o de asbesto.
- 5.- Los recipientes se colocarán sobre piso firme y nivelado.

- 6.- El sitio para localizar los recipientes será tal que haya espacio suficiente que permita el movimiento fácil de los operarios para que efectúen las reparaciones que sean necesarias.
- 7.- Cuando existan dos o más equipos portátiles para gas L.P. en sitios tales como azoteas o patios, la distancia mínima entre un equipo y otro será de 50 centímetros, para permitir el cambio de los recipientes vacíos (por llenos) y el libre acceso a cualquiera de los equipos para su reparación.

La distancia entre un recipiente portátil y uno fijo será como mínimo de 5 metros; si existe muro de por medio, de altura mayor a la de la válvula del recipiente portátil, esa distancia podrá reducirse a un metro.

- 8.- La localización de recipientes deberá permitir su cambio con la mayor seguridad y evitar maniobras peligrosas.
- 9.- Se prohíbe instalar recipientes sobre ménsulas o repisas en fachadas exteriores o interiores de los edificios.
- 10.- Distancias - Los recipientes se colocarán a una distancia mínima de 3 metros; a) de flama; b) de boca de salida de chimeneas de combustible diferentes a gas L.P.; c) de motores eléctricos o de combustión interna; d) de anuncios luminosos; e) de ventanas de sótanos; f) de interruptores y conductos eléctricos; y g) de puertas o ventilas de casetas de elevador. En caso de que existan puertas o divisiones de por medio, la distancia se medirá a través de la abertura ventana o puerta por la cual el gas pudiera llegar a la fuente de combustión.
- 11.- La capacidad de cada recipiente portátil localizado a un nivel superior de la planta baja, no excederá de 30 kilogramos o de su equivalente en litros.

La capacidad del tanque fijo debe estar relacionada al consumo que abastezca y debe calcularse con relación a la capacidad de vaporización del recipiente, a la temperatura ambiente y tipo de gas.

#### Reglas adicionales para recipientes portátiles.

- 1.- En edificios de departamentos los recipientes portátiles, deberán instalarse en las azoteas, junto a muros o bien junto a pretilas de una altura no menor de 60 centímetros.
- 2.- En casas habitación se instalarán en el sitio que ofrezca las mejores condiciones de ventilación y se escogerá ese sitio precisamente en el siguiente orden de preferencia:
  - a) Azoteas que tengan acceso cómodo y seguro mediante escalera inclinada permanente (no de caracol ni marina), y de preferencia no mayor de dos niveles.
  - b) Patios o jardines que den a la calle.
  - c) Otros patios o jardines.
  - d) Terrazas y otros sitios similares.
- 3.- Se prohíbe colocar recipientes en cubos de luz y azotehuelas cuya -

área esté o pueda quedar circundada por construcciones de altura mayor de 5 metros y/o con superficie menor de 9.0 m<sup>2</sup>, y sitios similares en que puedan acumularse escapes de gas.

- 4.- Cuando estén localizados en patios, jardines o sitios similares, se requerirá un área de 9.0 metros cuadrados como mínimo para cada equipo portátil.
- 5.- El sitio escogido contará con ventilación permanente, que permita la mayor rapidéz en la dilución del escape de gas.
- 6.- Los recipientes portátiles se podrán instalar debajo de escaleras cuando éstas sean exteriores.

Reglas adicionales para recipientes fijos.

- 1.- En los edificios de departamentos se colocarán en las azoteas.
- 2.- En las casas habitación se instalarán en el sitio que ofrezca las mejores condiciones de ventilación y se escogerá ese sitio precisamente en el siguiente orden de preferencia:
  - a) Azoteas planas con una inclinación no mayor de cinco grados, - que tengan escalera permanente.
  - b) Patios o jardines que den a la calle.
  - c) Otros patios o jardines.
  - d) Terrazas y otros sitios similares.
- 3.- Si se instalan en jardines o patios que den a la calle, deberá — contarse con puertas o ventilas que permitan la ventilación perma nente y con protección contra vehículos que se muevan en áreas — próximas al tanque.
- 4.- Se prohíbe colocar recipientes en cubos de luz y azotehuelas, cuya área esté o pueda quedar circundada por construcciones de altura mayor de 5 metros y/o con superficie menor de 25 m<sup>2</sup>, y sitios similares en que puedan acumularse escapes de gas.  
  
Si todas las construcciones que circundan el área son de altura — menor de 5 metros y/o si su superficie es mayor de 25 metros cuadrados, se podrá instalar un recipiente cuya capacidad no exceda de 340 litros.
- 5.- No se permitirá la colocación de tanques fijos en marquesinas.
- 6.- La localización de los tanques fijos de tipo intemperie colocados en azotea deberá permitir el acceso libre y permanente entre — ellos, sin que impliquen maniobras arriesgadas para llegar al sitio de su emplazamiento.
- 7.- Los tanques tipo intemperie se podrán colocar sobre estructuras — o plataformas hechas ex-proieso, debidamente sustentados y suje— tos.
- 8.- Los tanques tipo intemperie no podrán instalarse en forma subte— rránea.
- 9.- La instalación que conste de varios tanques fijos deberá tener es

pacios libres y seguros para su operación; una distancia mínima de un metro entre tanque con capacidad hasta de 5,000 litros y 1.5 metros, entre los de capacidades mayores.

Reglas para la localización e instalación de recipientes subterráneos.

- 1.- Será necesaria la aprobación previa por parte de la Secretaría de Industria y Comercio, del proyecto de una instalación con tanque subterráneo. Sólo se autorizará el proyecto, si como resultado de una inspección se determina que no existe un lugar adecuado para instalar tanque tipo intemperie.

#### 6.5.2 Localización y selección de reguladores.

Los reguladores juegan un papel muy importante en el diseño de una instalación doméstica múltiple, debiendo conocer las necesidades de una instalación para poder seleccionarlos. Toda instalación de aprovechamiento deberá contar como mínimo con un regulador a la salida de los recipientes.

Los utilizados en recipientes portátiles, cuyas capacidades comunes son para 20 y 30 Kg, son reguladores dotados de dos entradas para ser conectados a equipos de dos recipientes mediante conexiones flexibles. En edificios estos reguladores abastecen eficientemente a una estufa de tipo doméstico y a un calentador de tipo almacenamiento, ó bien a aparatos de consumo similar que en conjunto no excedan de 1.0 m<sup>3</sup>/h que es la capacidad máxima de este tipo de reguladores. Proyecto 1. Para mayores consumos necesitamos seleccionar otro tipo de regulador y posiblemente necesitaríamos también recurrir al uso de tanques fijos.

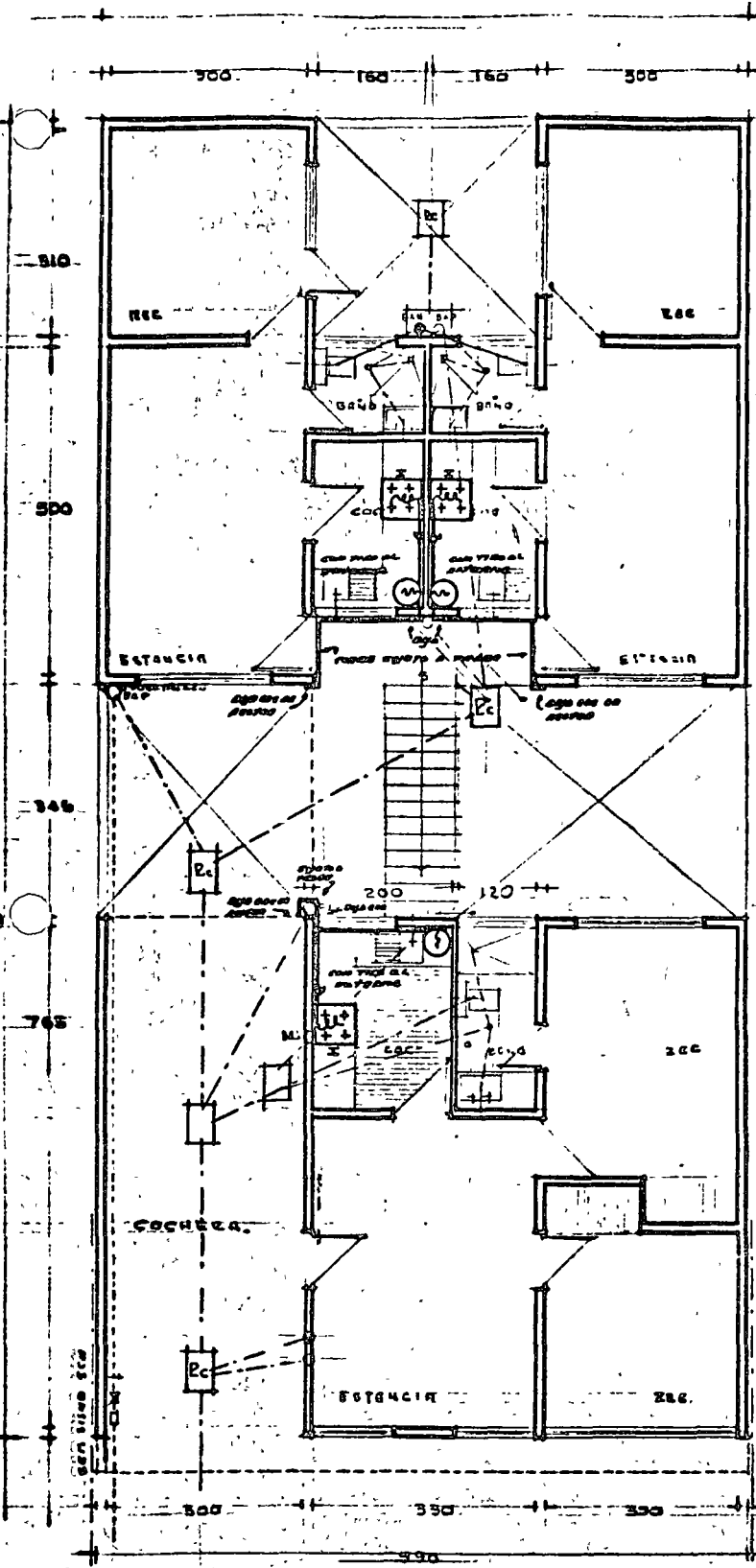
Si proyectamos una instalación con tanque fijo para servicio a varios departamentos, debemos sumar los consumos de todos los aparatos proyectados para así calcular la capacidad total y seleccionar el regulador que nos la proporcione. Este regulador deberá ser de primera etapa para baja presión y debe localizarse a la salida del tanque y cerca de los medidores que abastezcan cada uno de los departamentos. Proyecto 2.

Cuando por la forma de construcción de un edificio se tienen que colocar grupos de medidores en diferentes lugares alejados unos de otros, se deben sumar los consumos parciales para seleccionar los reguladores que en este caso se denominan secundarios, y la suma de todos los consumos nos da la capacidad requerida para el regulador primario o de primera etapa, que necesariamente debe ser de alta presión, la máxima presión de salida de estos reguladores será de 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>. A este sistema se le denomina de dos etapas. Los reguladores secundarios o de segunda etapa deben estar situados al exterior precedidos de una válvula de corte, y su localización generalmente es en azoteas donde se localizan de preferencia los medidores. Proyecto 3.

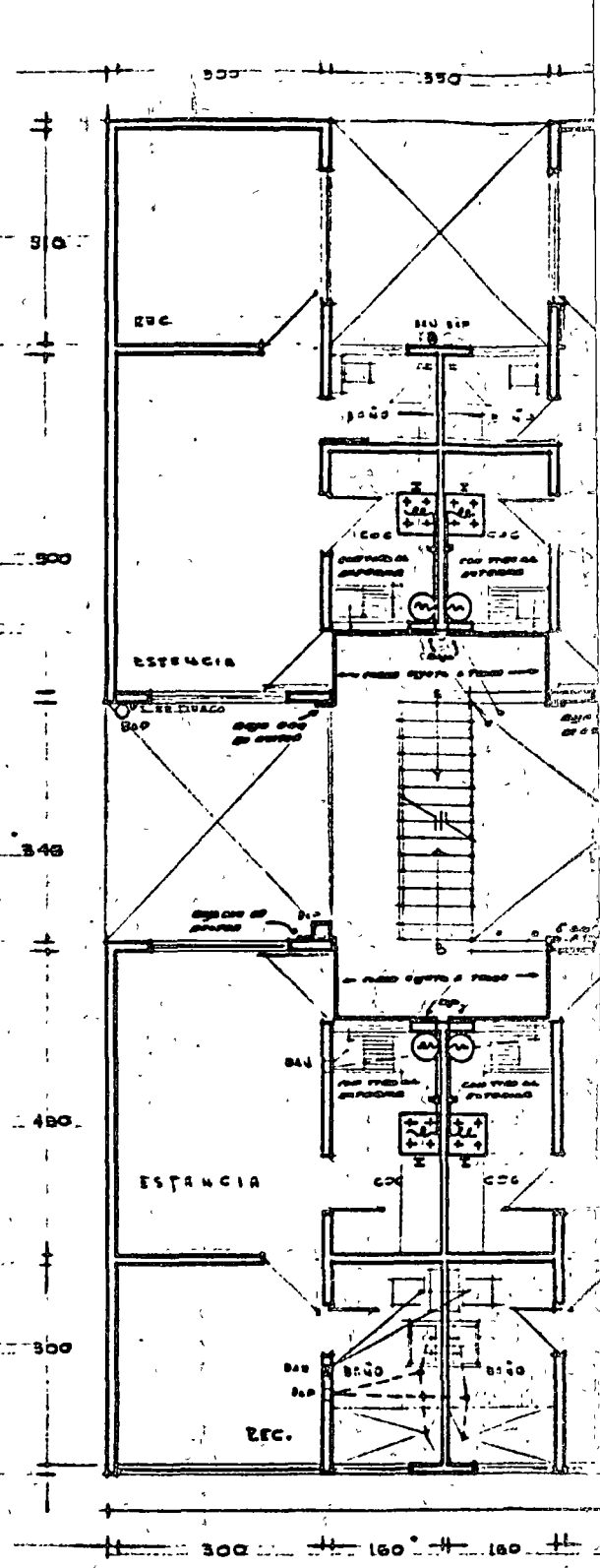
Una tabla de selección de reguladores va inscrita en el calculador de tuberías para flujo de Gas L.P. Adjunto.

#### 6.5.3 Instalación de Medidores

- 1.- Se instalarán en lugares bien ventilados, de manera que los traba-



PLANTA BAJA 1:50

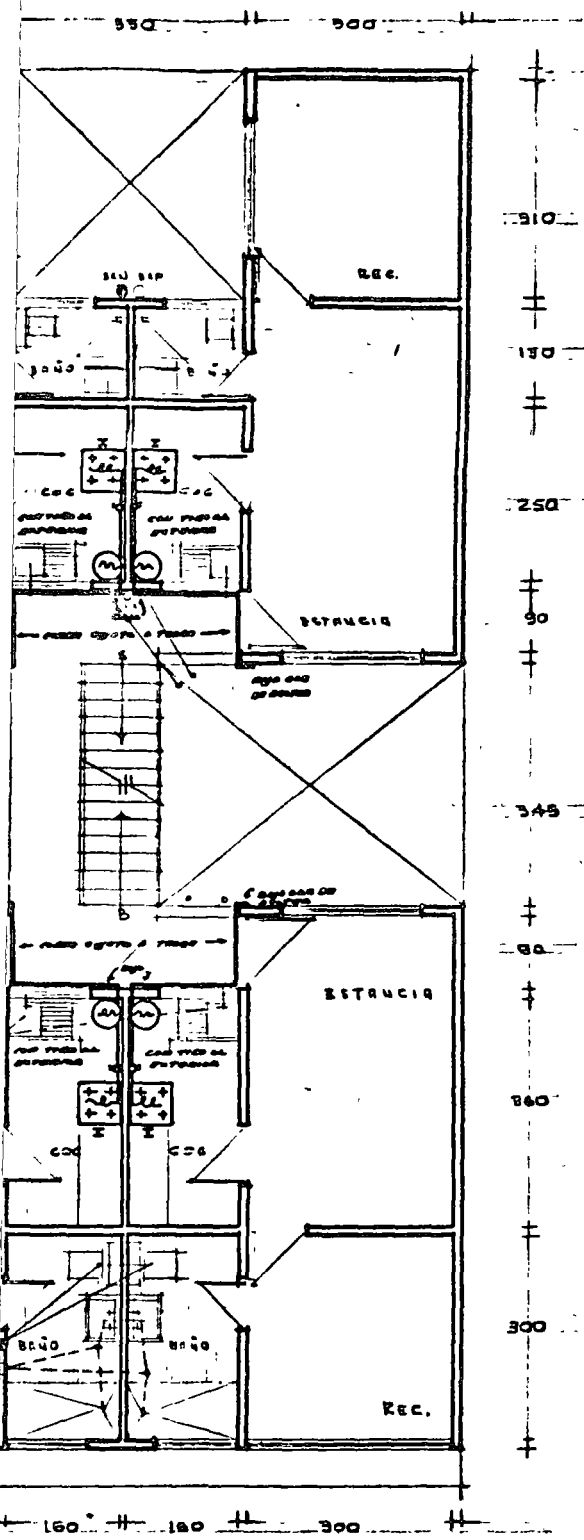


PLANTA ALTA 1:50

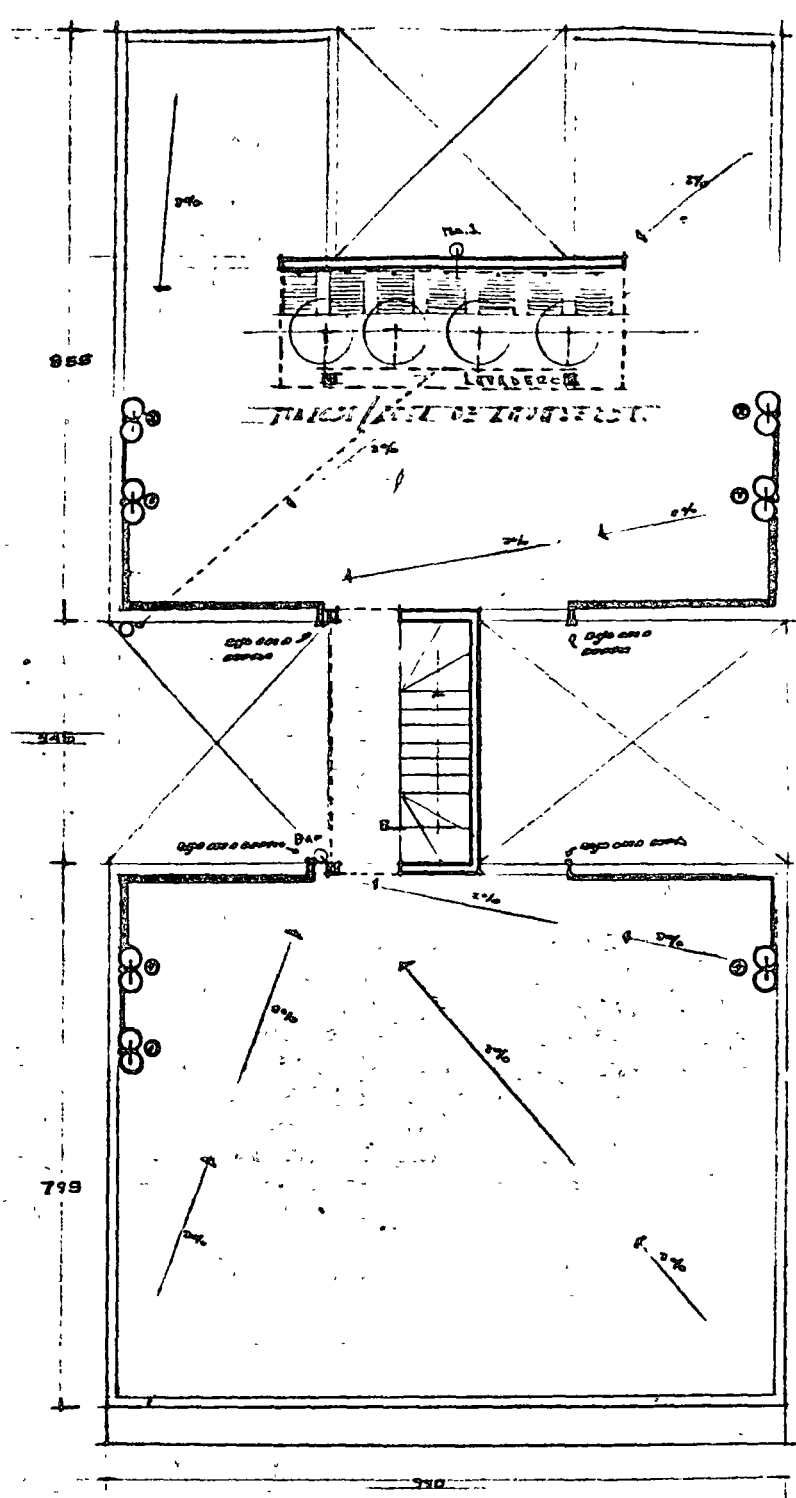
NORTE

LOCALIZACION

CALLE 214

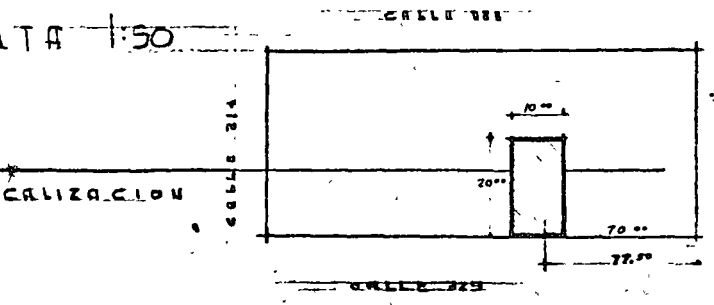


910  
 150  
 250  
 90  
 349  
 90  
 160  
 300



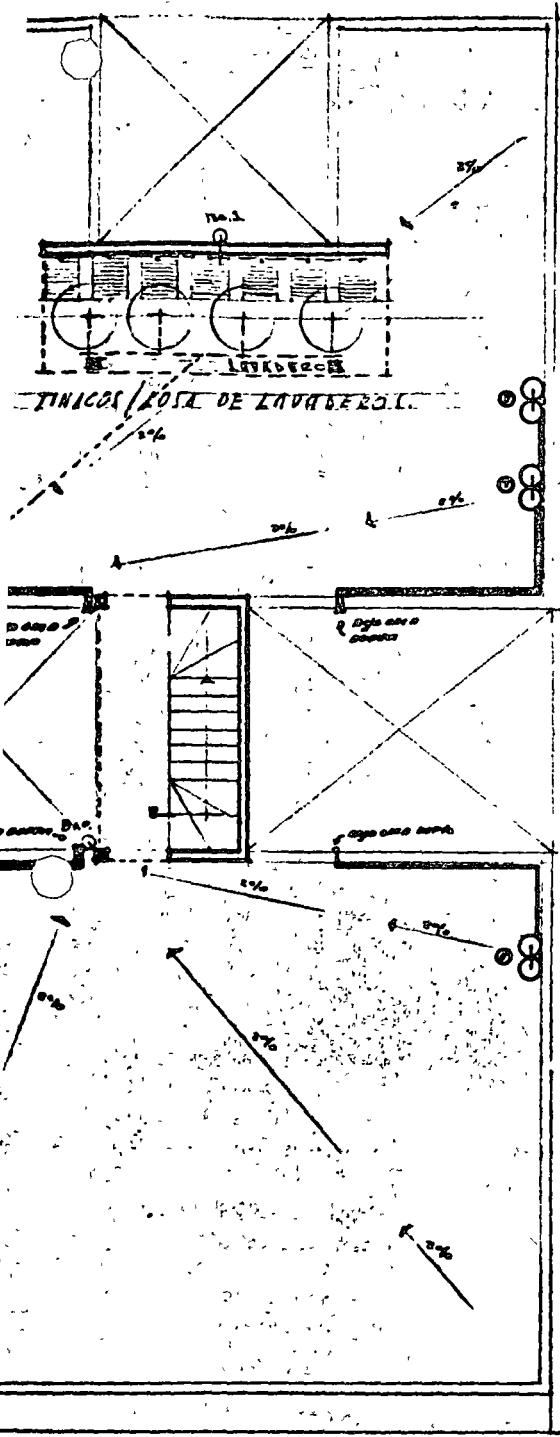
855  
 345  
 799

PLANTA AZOTEA 1:50



PROYECTO EDIFICIO DEPARTAMENTOS  
 U. B. I. C. A. P. O. CALLE 225 No. 742  
 COLONIA NUEVA ATZACOLCO  
 MEXICO, D. F.  
 PROF. ALBERTO ZAMORA MORA





710

PROYECTO I 1150

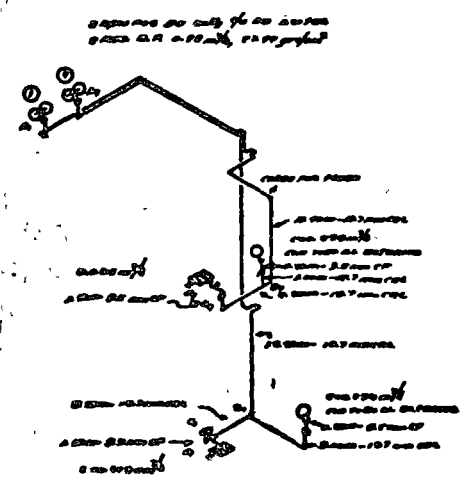
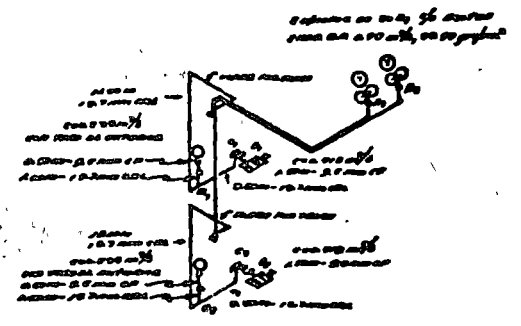
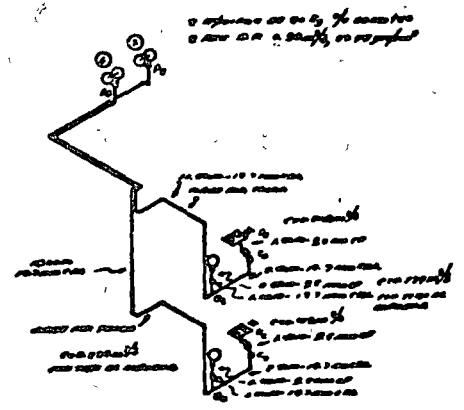
RECTO EDIFICIO DEPARTAMENTOS

CALLE 925 N. 742

NUEVA RIZCO B.L.C.

C. S. F.

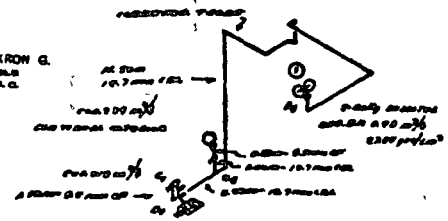
ALBERTO ZAMORA MORA



FERNANDO F. BLUMENKRON G.

TECNICO RESPONSABLE

AV. 040 D.C. S.C.

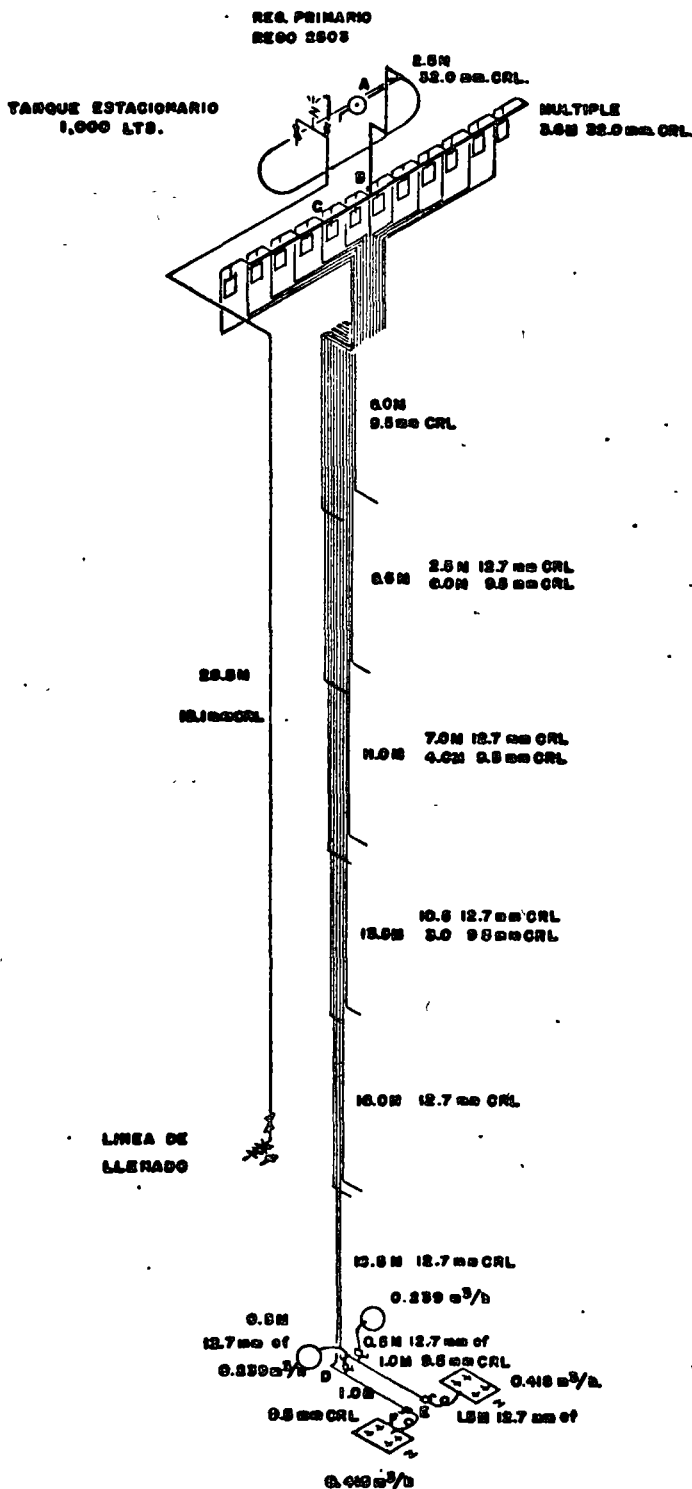


CALCULO

TIPO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
APORTE	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
RD	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
RD	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
RD	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
RD	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%

# DIAGRAMA ISOMETRICO

## INSTALACION DE APROVECHAMIENTO MULTIPLE PARA GAS L.P.



G TOTAL 7.894 m<sup>3</sup>/h.

G PARCIAL 0.657 m<sup>3</sup>/h.

AB = 0.402

BC = 0.491

CD = 2.508

DE = 0.172

EF = 0.255

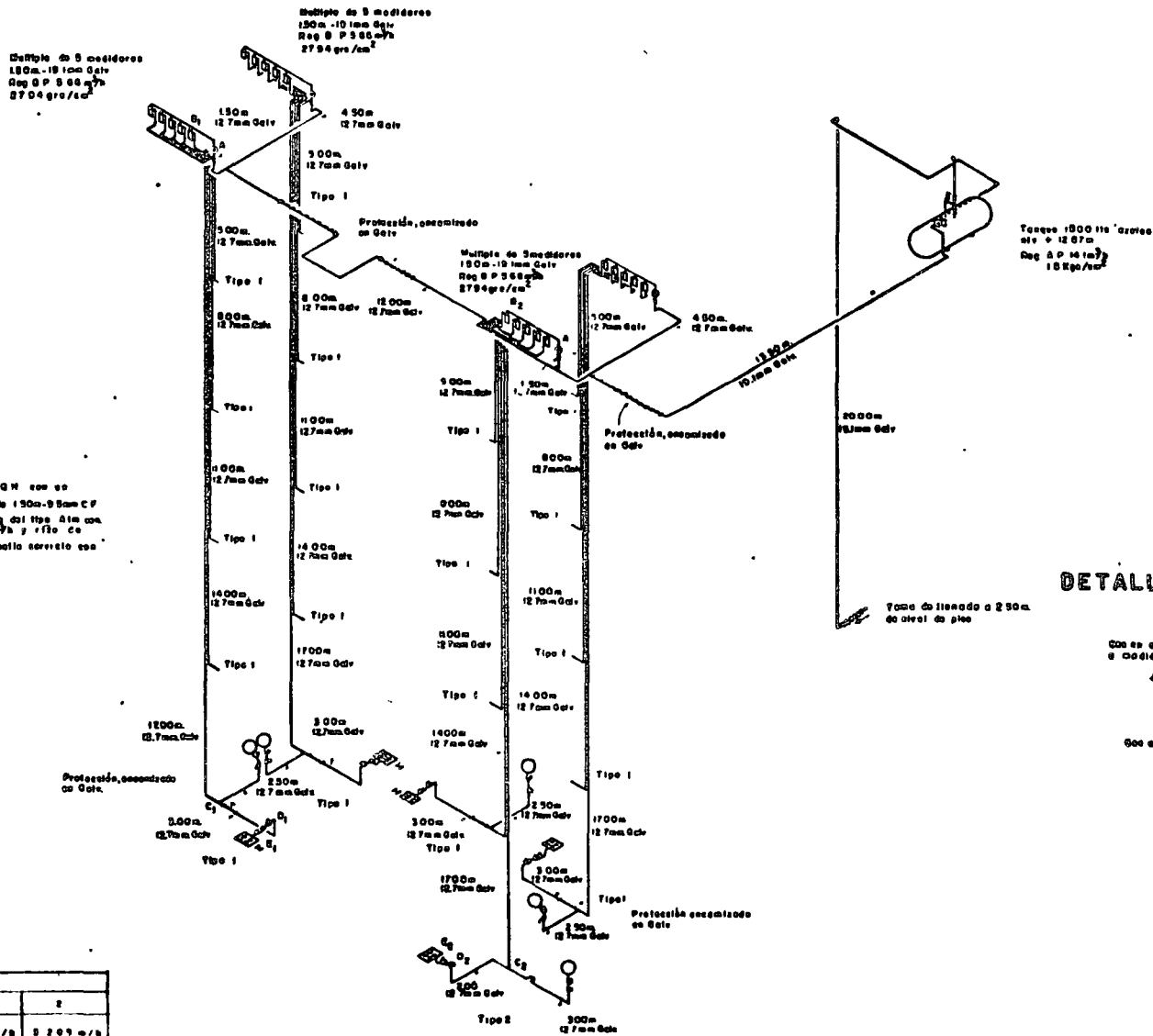
ΣGP = 3.988 %

PLANTA TIPO

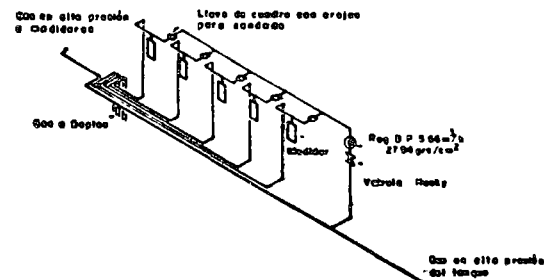
PROYECTO 2

# D I A G R A M A I S O M E T R I C O

## instalación clase "B" y "D"



### DETALLE DE MULTIPLE DE MEDIDORES



CALCULOS		
TIPO	I	II
C TOTAL	3 208 m/h	3 209 m/h
C PARCIAL	0 037 m/h	0 067 m/h
AB	0 679	0 679
BC	1 139	1 139
CD	0 081	0 054
DE	1 207	1 207
GM	3 106%	3 079%

PROYECTO 3

jos de mantenimiento se puedan hacer con facilidad.

- 2.- Se instalarán precedidos por una válvula de control con orejas para candado. Se instalará una tuerca unión tanto en la entrada como a la salida o una sola si la entrada y salida están combinadas
- 3.- Se instalarán fuera de los departamentos, agrupados en sitios de libre acceso (azoteas, patios bien ventilados o lugares similares) y deberá marcarse cada uno con el número del departamento correspondiente.
- 4.- Para compensar la pérdida de presión que sufre el gas a su paso por medidores, cuando se utilicen tales artefactos se autoriza — elevar la presión de ajuste del regulador de baja presión en — 13 gr/cm<sup>2</sup>.

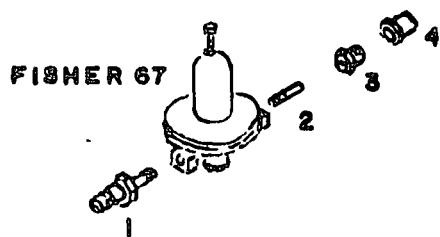
6.5.4  
6.5.4,1

#### TUBERIAS

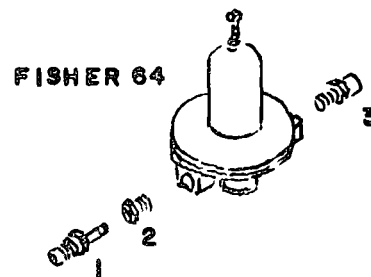
Reglas Generales para la instalación de tuberías de servicio.

- 1.- Solamente se utilizarán tuberías y conexiones fabricadas con materiales autorizados por la Dirección General de Normas para el uso de gas L.P. Tratándose de tuberías de cobre se utilizarán exclusivamente las de tipo "L" y "K".
- 2.- Para la conexión de aparatos de consumo, se podrán usar mangueras que se utilizarán exclusivamente cuando el tipo especial del servicio lo requiera (planchas, aparatos y quemadores móviles, criadoras, mecheros, aparatos sujetos a vibraciones, etc.), su longitud no excederá de 1.5 metros por aparato, ni pasará a través de paredes, divisiones, puertas, ventanas o pisos, ni quedarán ocultas o expuestas a deterioro de cualquier naturaleza. Estas mangueras obedecerán a la Norma Oficial de Calidad correspondiente que permita su uso para conducir gas L.P.
- 3.- En los sitios donde sean previsibles esfuerzos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales, se dotará de flexibilidad a la tubería, mediante rizados, curvas omega, conexiones o tramos de materiales adecuados.
- 4.- Las tuberías adosadas a la construcción, se deberán sujetar con abrazaderas, soportes o grapas adecuadas, que impidan movimientos accidentales.
- 5.- Las tuberías que atraviesen claros o queden separadas de la construcción por condiciones especiales de ésta, deberán estar sujetas con soportes adecuados.
- 6.- Deberán quedar a salvo de daños mecánicos cuando crucen azoteas, pasillos o lugares de tránsito de personas y se deberán proteger de manera que se impida su uso como apoyo al transitar.
- 7.- Queda prohibida la instalación de tuberías que atraviesen sótanos, huecos formados por plafones, cajas de cimentación, cisternas, entre-suelos, por abajo de cimientos o cimentaciones y de pisos de madera o losas; en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimeneas, conductos de ventilación o detrás de zoclos, lambrines de madera y de recubrimientos aparentes decorativos.

## CONEXION REGULADOR PRIMARIO

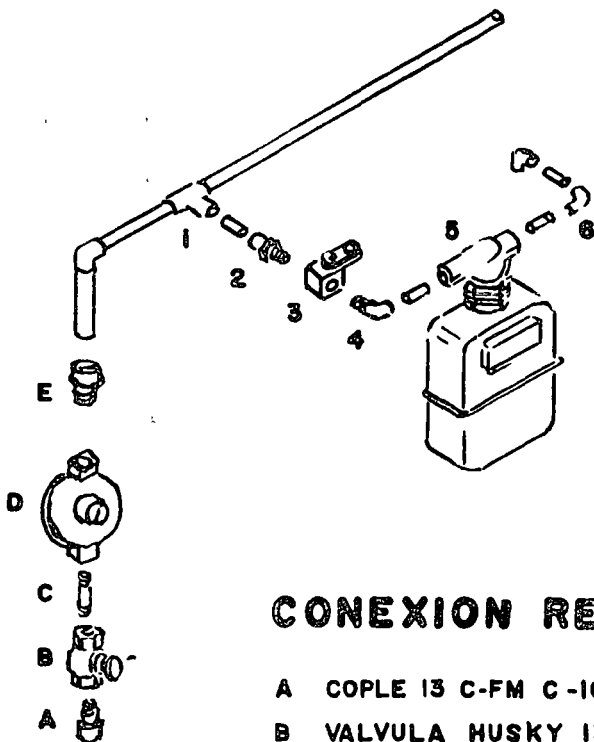


- FISHER 67**
- 1 PUNTA POL (conexión directa)
  - 2 NIPLE GALV. 6X8I
  - 3 REDUCCION BUSHING DE 6X10
  - 4 COPLE O TUBO ALTA 10X10 C-FM C-102
  - 4' COPLE O TUBO ALTA 13X10 C-FM C-102R



- FISHER 64**
- 1 PUNTA POL (conexión directa)
  - 2 REDUCCION BUSHING GALV. 6X13
  - 3 COPLE 13X13 C-FM C-101
  - 3' COPLE 19X13 C-FM C-101R

## ENSAMBLE MEDIDOR



- 1 TE X X 13 WT-600R
- 2 COPLE 13 C-FM C-101
- 3 LLAVE DE CUADRO CON OREJAS 13
- 4 CODO 13 C-FM C-101
- 5 TE MEDIDOR 13 SOLDABLE
- 6 CODO 13 WE-500 90°

## CONEXION REGULADOR SECUNDARIO

- A COPLE 13 C-FM C-101
- B VALVULA HUSKY 13
- C NIPLE GALV. 13X8I
- D REGULADOR REGO 2403-B4 O REGO 2803-B4
- E COPLE 13X19 C-FM C-101-R
- E' COPLE 19X C-FM C-101-R

- 8.- Se permitirá la instalación de tuberías en sótanos exclusivamente para abastecer los aparatos de consumo que en ellos se encuentren. Será obligatorio instalar en la tubería una válvula de cierre a mano en un punto de fácil acceso fuera del sótano y otra antes de cada aparato, así como un manómetro permanente entre ellas. Estas tuberías deberán ser visibles. El sótano deberá contar con ventilación natural o forzada.
- 9.- Cuando recorran ductos, estos deberán ser adecuados para el propósito y quedar ventilados permanentemente al exterior cuando menos en ambos extremos.
- 10.- Salvo que se les aisle apropiadamente quedarán separadas 20 centímetros como mínimo, de conductores eléctricos cuyo voltaje sea de 110 voltios o superior y de tuberías para usos industriales que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura, y no cruzarán ambientes corrosivos.
- 11.- Se dejará taponado todo extremo de tubería destinada a conectar aparatos si éstos no quedan conectados, aún cuando antes de tal extremo se cuente con llave de cierre de cualquier tipo. Los tapones serán los adecuados para el propósito y no se admitirán tapones improvisados.
- 12.- En tubos rígidos no se permitirán dobleces que tengan como propósito el evitar el uso de las conexiones correspondientes. Sólo se permitirán curvas suaves que no debiliten las paredes del tubo, por lo que estas curvas deberán ser hechas con herramienta especial, sin calentamiento previo y con la curvatura adecuada al diámetro del tubo.
- 13.- Toda tubería, exceptuando la de cobre flexible que conduzca gas L.P. en estado de vapor para servicio industrial, comercial y para uso doméstico en edificios de departamentos, deberá pintarse con pintura amarilla.
- 14.- La unión de tubería de fierro se hará por medio de roscas, bridas, juntas deslizables o soldadura de fusión de arco eléctrico. Todas las conexiones soldadas deberán ser de Norma. Si la unión o conexión de tuberías es por medio de rosca, se deberá emplear un material sellante adecuado que permita su hermeticidad, tal como litargirio con glicerina o sellantes a base de suspensión de plomo. Las tuberías de cobre rígido se unirán mediante conexiones adecuadas de norma, soldadas con soldadura de estaño. Las de cobre flexible mediante conexiones roscadas y avellanadas.
- 15.- Todas las tuberías que se localizan enterradas en patios o jardines, deberán estar a una profundidad de 60 cms. como mínimo. Las de fierro negro o galvanizado se protegerán contra corrosión con el medio adecuado, tomando en cuenta la naturaleza química del subsuelo, la longitud de dichas tuberías y la importancia de la instalación según su clasificación. Podrán utilizarse materiales bituminosos, fibra de vidrio, felpa, cinta plástica, protección catódica, etc., según corresponda. Si se utiliza protección cató-

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

#### 6.5.4.2 Tuberías ocultas en baja presión, 27.94 gr/cm<sup>2</sup>.

- 1.- Únicamente las tuberías de fierro galvanizado o cobre rígido tipo "L" o superiores, podrán instalarse ocultas. Se prohíbe el uso de tuberías flexibles.
- 2.- Se prohíbe el uso de uniones intermedias en tramos rectos menores de 6 metros no tengan desviaciones.
- 3.- No se considera oculto el tramo que se utilice para atravesar muros macizos siempre que su entrada y salida sean visibles.
- 4.- Se considerarán correctas las que recorran muros en cualquier dirección, y las instaladas en ranuras hechas en tabique macizo o tendidas en tabique hueco sin ranurar, pero ahogadas en concreto.

Cuando la trayectoria sea horizontal en muro, la ranura deberá hacerse, como mínimo a 10 centímetros sobre el nivel del piso terminado.

- 5.- Cuando se localicen sobre losas, se permitirá la instalación de tuberías en el firme, o bien, ahogadas en la parte superior de la losa, siempre que no sea planta baja de edificios de departamentos. En casas particulares, cuando los aparatos de consumo se encuentren alejados de los muros se permitirán si el piso de la planta baja es firme, sin celdas, cajas de cimentación o sótanos.
- 6.- Cuando sea imprescindible instalarlas en muros de recámaras, deberán quedar enfundadas y sus extremos darán al exterior de la recámara.

#### 6.5.4.3 Tuberías de servicio en alta presión regulada.

- 1.- Se prohíbe la instalación en el interior de recintos, de tuberías de alta presión regulada, para usos comerciales o domésticos, si no están destinadas a abastecer aparato de consumo que trabaje a dicha presión.
- 2.- Tratándose de instalaciones destinadas a usos industriales, se autorizará el uso de alta presión regulada, en el interior de recintos, si el usuario cuenta con personal encargado de la vigilancia y mantenimiento permanente de tales instalaciones que garantice su buena conservación.
- 3.- Las tuberías de alta presión regulada, en interiores o en exteriores, estarán localizadas en forma tal que se reduzcan al mínimo los riesgos siguiendo las reglas generales aplicables. Se les protegerá adecuadamente contra daños mecánicos y tratándose de las tendidas al exterior, se escogerán los sitios que ofrezcan las mejores condiciones de ventilación.
- 4.- Las tuberías visibles que conduzcan el gas a alta presión regulada deberán ser de cobre rígido "L" o de fierro galvanizado cédula 40,

- o superiores. En las ocultas o subterráneas podrá utilizarse, también las de fierro negro cédula 40 o superior. Para la protección de estas tuberías se aplicará la Regla -15.
- 5.- Toda tubería que conduzca el gas a alta presión regulada, deberá estar alejada a la distancia apropiada, que no deberá ser menor de 20 centímetros, de las de otros servicios tales como: ductos de líneas de corriente eléctrica o de teléfonos, tuberías que conduzcan fluidos corrosivos o a alta temperatura, etc.
  - 6.- Tratándose de instalaciones domésticas, incluyendo edificios y de instalaciones comerciales, estas tuberías podrán ser subterráneas en patios y jardines; pero serán visibles al exterior en todo su recorrido por la construcción.

#### 6.5.4.4 Tuberías de llenado y retorno de vapores.

Las tuberías de llenado y de retorno de vapores para recipientes fijos deberán ser de fierro negro cédula 40 soldada, o superior roscada, o de cobre rígido de Norma para las presiones de trabajo correspondientes, cuando no estén expuestas a daños mecánicos.

##### 1.- Tendido y localización.

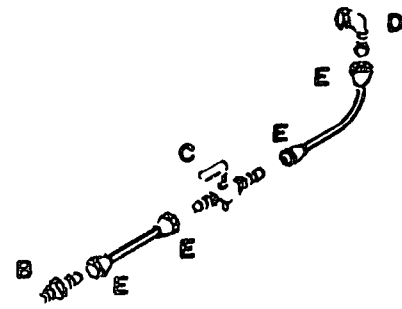
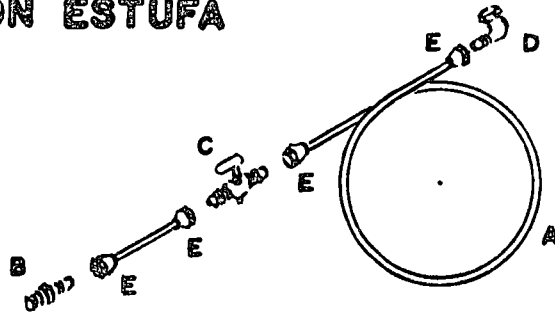
- a) Deberán instalarse por el exterior de las construcciones y ser visibles en todo su recorrido. No se considera oculto el tramo que sólo atraviere muro macizo. Si es hueco deberá ahogarse con concreto la tubería de la parte que se aloje en el muro o enfundarse.
- b) Salvo que se les aisle apropiadamente, quedarán separadas 20 centímetros como mínimo de conductores eléctricos y de tuberías para usos industriales que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura y no cruzarán ambientes corrosivos.
- c) Las bocas de toma se situarán al exterior de las construcciones a una altura no menor de 2.50 metros o a una altura menor si se les aloja en caja adecuada para evitar su manejo por personas extrañas al servicio. Se prohíbe localizarlas al nivel de la banqueta o a uno inferior. La distancia mínima de la boca de toma a flama deberá ser de 3 metros.
- d) Siempre se preferirá, para el tendido de la tubería de llenado en su bajada desde las azoteas, las fachadas de la construcción o las paredes laterales que no sean colindantes con otra propiedad.

Si la solución implica el tender la bajada por cubos de luz y/o el recorrido por pasillos, se cumplirán los siguientes requisitos:

- I.- Se utilizará tubo de fierro cédula 80 en toda su longitud desde el tanque, con conexiones para alta presión o bien cédula 40 soldada. Podrá usarse tubo de cobre rígido de norma para las presiones de trabajo correspondientes.
- II.- La boca de toma se situará al exterior de las construcciones en —



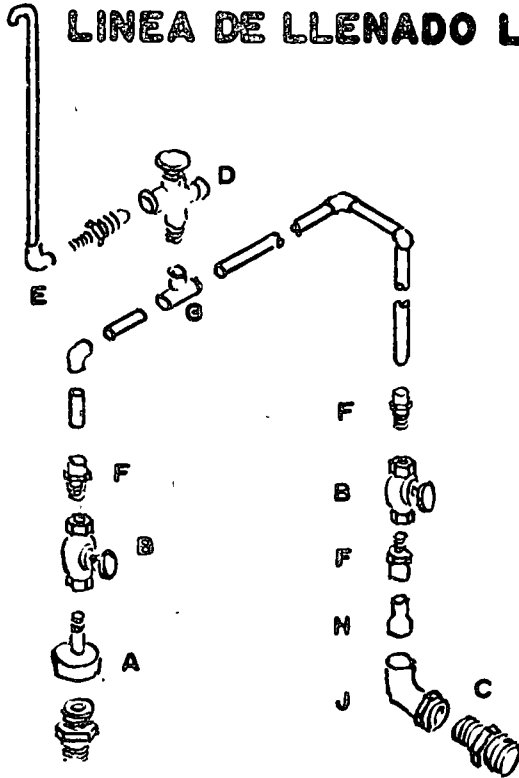
## CONEXION ESTUFA



## CONEXION CALENTADOR

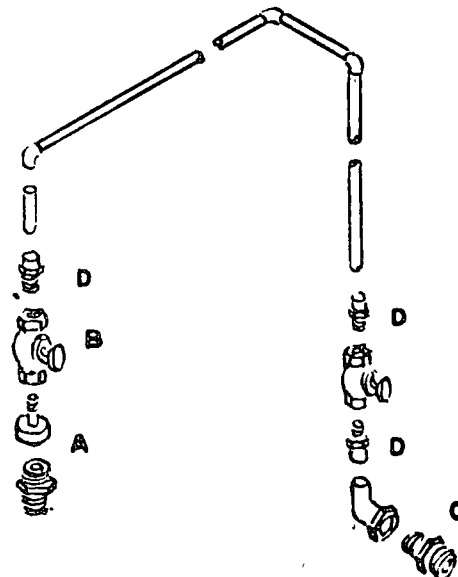
- A TUBO DE COBRE FLEXIBLE DE 13 Ó 10
- B NIPLE TERMINAL 13X13 FLARE (13X10 FLARE)
- C LLAVE DE PASO FLARE DE 13 (10)
- D CODO ESTUFA 13 FH X 13 FLARE (13 FH X 10 FLARE)
- E TUERCA CONICA DE 13 (10)

## LINEA DE LLENADO LIQUIDO



- 1 A ADAPTADOR DE LLENADO 3175
- 2 B VALVULAS DE GLOBO CMS DE 19
- 1 C VALVULA DE LLENADO LIQUIDO 7579
- 1 D VALVULA DE SEGURIDAD Y PURGA 2004
- 1 E PUNTA POL PARA PURGA CON CODO Y TUBO
- 3 F COPLE 19X19 C-FM C-101
- 1 G TE 19X19X19 C-C-FH T-302
- 1 H COPLE REDUCIDO 19X25 WC-403
- 1 J CODO 25X32 C-FH E-202-R

## LINEA DE RETORNO VAPORES



- 1 A ADAPTADOR DE RETORNO
- 2 B VALVULAS DE GLOBO CMS DE 13
- 1 C VALVULA DE RETORNO 7573-A
- 3 D COPLE 13X13 C-FM C-101
- 1 E CODO 13X19 C-FH E-202-R

las condiciones del punto c). También podrá localizarse en cubo - de luz si éste tiene comunicación permanente a la calle y siguiendo el criterio expresado en el inciso b) de la regla 2 de este capítulo.

III.- Se prohíbe el recorrido por pasillos destinados exclusivamente al tránsito de personas, si no están suficientemente ventilados en forma permanente por ambos extremos.

e) La instalación de tubería de retorno de vapor será optativa.

2.- Se omitirán las tuberías de llenado, siempre que la manguera, en toda su extensión, quede a la vista de las dos personas que lleven a cabo la maniobra de llenado, en los siguientes casos:

a) Cuando el recipiente a llenar esté localizado en sitio de acceso directo para el vehículo suministrador.

b) Cuando el recipiente no esté en sitio de acceso directo para el vehículo suministrador, pero se puede llegar a este con la manguera sin añadirle tramos adicionales, siempre que todo el tendido de la manguera se haga a la intemperie o cruzando en longitud no mayor de 12 metros, lugares tales como garages no subterráneos, o abajo de cobertizo, o por pasillos o lugares similares y que en cualesquier de estos casos se encuentre la intemperie en ambos extremos. No se permitirá recorrer con manguera pasillos cubiertos que estén destinados exclusivamente a tránsito de personas.

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

I.- Que la azotea tenga una altura no mayor de 7 metros sobre el nivel del piso.

II.- Que el sitio de ubicación del tanque sea accesible y alejado del paño frontal de la construcción no más de 10 metros.

III.- Que el lugar de paso de la manguera esté libre de obstáculos y que de existir cables de alta tensión, anuncios eléctricos o flamas de cualquier naturaleza, la distancia a que se encuentren elimine la posibilidad de riesgo anormal.

IV.- Que el tendido de la manguera desde el auto-tanque hasta el paño de la construcción se haga sobre el piso.

3.- Las tuberías de llenado de líquido deberán contar con los siguientes accesorios:

a) Válvula de control manual para una presión de trabajo de 28Kg/cm<sup>2</sup>, inmediatamente después del acoplador con cuerda ACME al recipiente.

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

- c) Válvula de seguridad localizada entre las dos válvulas de cierre manual, en la zona más alta de esta tubería, cuyo ajuste de apertura deberá ser de 17.58 kg/cm<sup>2</sup>.
  - d) Tubería de purga, controlada con válvula de control manual, — que terminará hasta sobresalir en lugar bien ventilado y orientada en forma tal que sean mínimos los riesgos por el gas purgado.
- 4.- Las tuberías de llenado deberán ostentar el color rojo cuando estén destinadas a conducir gas L.P. en estado líquido y amarillo — las que se utilicen para el retorno de vapores. La Dirección General de Gas podrá autorizar el uso de otros colores, si lo justifican razones de estética y no hay posibilidad de confusiones.
- 5.- Las tuberías de retorno de vapor deberán estar dotadas de los siguientes accesorios:
- a) Inmediatamente después del acoplador, dotado de opresor con — cuerda ACMÉ al recipiente, una válvula de cierre a mano de presión de trabajo de 28 kg/cm<sup>2</sup>.
  - b) En la boca de la toma una válvula de cierre a mano para una — presión de trabajo de 28 kg/cm<sup>2</sup>, y una válvula automática combinada de exceso de flujo y de no retroceso.

#### 6.5.4.5 Prueba de hermeticidad

- 1.- Toda tubería que conduzca gas deberá ser objeto de prueba de hermeticidad antes de ponerla en servicio.
- 2.- Las tuberías ocultas o subterráneas deberán probarse antes de descubrirlas.
- 3.- Para efectuar las pruebas a baja presión, se utilizarán exclusivamente gas L.P., aire o gas inerte. Para las pruebas a mayores presiones se usarán sólo aire y gas inerte, tales como anhídrido carbónico y nitrógeno. No se permitirá ningún otro fluido; jamás se utilizará oxígeno en cualquiera de estas pruebas.
- 4.- Las tuberías que conduzcan gas a baja presión se probarán como sigue:
  - a) Antes de conectar los aparatos de consumo, las tuberías deberán soportar una presión manométrica de 500 gr/cm<sup>2</sup>, registrada por manómetro adecuado, durante un período no menor de 10 minutos, sin que el manómetro registre caída de presión alguna.
  - b) Se efectuará una segunda prueba, con los aparatos de consumo — conectados a las tuberías, en la que tuberías y accesorios de control de los aparatos de consumo, deberán soportar una presión manométrica de 26.36 gr/cm<sup>2</sup>, durante un período no menor de 10 minutos, sin registrarse caída de presión alguna.
- 5.- Las tuberías que conduzcan gas en alta presión regulada, en la — prueba deberán soportar una presión manométrica no menor de dos —

veces la presión de trabajo, durante un período mínimo de 24 horas sin mostrar caída de presión alguna. Se utilizará manómetro adecuado.

- 6.- Pruebas de hermeticidad en tuberías de llenado (líquido y vapor) y de vaporizadores (alta presión no regulada):
  - a) Esta prueba se efectuará en la tubería con todos sus accesorios instalados, con excepción de la válvula de seguridad de la tubería de llenado, en cuyo lugar se pondrá el manómetro adecuado, debiendo soportar una presión de 21 kg/cm<sup>2</sup>, durante un período no menor de 24 horas, sin acusar caída de presión alguna.
  - b) La válvula de seguridad para la tubería de líquido tendrá un ajuste de 17.58 kg/cm<sup>2</sup>.
- 7.- En todos los casos, una vez que el manómetro registre la presión requerida, la fuente de presión deberá desconectarse del sistema, antes de llevar a cabo las pruebas.
- 8.- Después de haber efectuado las pruebas de hermeticidad, cuando se haya utilizado aire y gas inerte, se purgarán adecuadamente las tuberías antes de ponerlas en servicio. Una vez hecho lo anterior se hará el encendido de pilotos y quemadores, asegurándose de que éstos y sus motores funcionen correctamente, y se verificará mediante jabonadura que no haya fugas en parte alguna de los aparatos estando en funcionamiento, es decir, encendidos.

#### 6.5.5 Localización e instalación de los aparatos de consumo.

- 1.- La presión de gas en los orificios de salida de las espreas de los aparatos de consumo tipo doméstico será la proporcionada por los reguladores primarios o secundarios (27.94 gr/cm<sup>2</sup>) con tolerancia de un 5%. Esta presión se denomina Baja Presión Regulada. Los cálculos de caída de presión, 5% para las instalaciones se rigen por la fórmula del Dr. Pole autorizada por la Dirección General de Gas de la S.I.C., en otro tipo de instalaciones pueden utilizarse otro tipo de fórmulas, descritas anteriormente.
- 2.- El consumo se determina, siempre que sea posible, directamente por las especificaciones señaladas por el fabricante o bien basándose en el calibre de las espreas de cada quemador. En hoja adicional se anotan los consumos más usuales para consumos de Gas L.P. y Natural, así como los factores correspondientes a cada tubería.
- 3.- Llaves ó válvulas de control. Además de las válvulas de control que se instalen para comodidad de los usuarios serán obligatorias las siguientes:
  - a) Una llave de corte con maneral de cierre a mano, antes de cada aparato de consumo, instalada en la tubería rígida. Cuando la totalidad de la instalación de paso en la tubería flexible, debiendo quedar firmemente sujeta al muro con abrazaderas o grapas a ambos lados de la llave. Tratándose de aparatos de consu-

mo permanentemente fijos (tales como hornos empotrados, calentadores de agua, cocinas integrales, etc.), también se podrá instalar la llave de corte en tubería flexible sin engrapar si el tramo de ésta tiene una longitud no mayor de 50 centímetros.

Cuando las condiciones de instalación y aparatos no permitan la colocación de una llave de corte accesible para cada aparato, se instalarán una o más llaves de corte mediante la cual o las cuales se cuente con el medio para controlar la totalidad de los aparatos.

- b) En locales comerciales o industriales, una válvula de cierre general, de acción manual, localizada bien visible, en el interior, en sitio libre y de fácil acceso. Cuando no sea posible cumplir estos requisitos de localización en el interior, se colocará al exterior en las condiciones señaladas. Pero en este caso se proveerá el medio adecuado para evitar que manejen esta válvula personas ajenas al servicio del usuario.
- c) Cuando los aparatos de consumo sean de uso colectivo (escuelas, laboratorios, sanatorios, etc.), se instalará una válvula general de cierre a mano en lugar adecuado, bien visible y de fácil acceso, para que sea operada exclusivamente por personal docente o administrativo.
- d) En las instalaciones domésticas múltiples abastecidas por tanque fijo en que no se usen medidores deberá instalarse una válvula de cierre manual en lugar accesible en un punto antes de la entrada individual de la tubería a cada departamento o casa.

- 4.- Todo aparato de consumo se localizará en forma tal que se tenga fácil acceso al mismo y a sus llaves de control.
- 5.- Cuando los aparatos sean instalados en el interior de construcciones, el sitio elegido para localizarlos deberá permitir una ventilación satisfactoria que impida que el ambiente se vicie con los gases de combustión y sin corrientes de aire excesivas que pueden apagar los pilotos o quemadores.
- 6.- Cuando los aparatos de consumo se instalen en recintos cerrados (closets, nichos, cuarto de máquinas, etc.), será obligatorio instalar chimenea o tiro directo hasta el exterior para desalojar los gases de la combustión, así como proveer el medio adecuado para permitir la entrada permanente de aire del exterior en cantidad suficiente para que el funcionamiento del quemador sea eficiente.
- 7.- Se prohíbe instalar calentadores de agua en cuartos de baño, recámaras y dormitorios; la localización de estos aparatos deberá llenar los siguientes requisitos:

- a) Preferiblemente se instalarán a la intemperie o en sitios-

al aire libre, permanentemente ventilados, con soportes adecuados que impidan esfuerzo a las tuberías de agua y de gas debiendo observarse para su instalación, las recomendaciones del fabricante que no se opongan a este instructivo.

- b) Si se instalan en lugares cerrados (cocinas, closets, nichos interiores o cuartos de lavado o planchado, etc.), será obligatorio instalar tiro o chimenea que desaloje libremente al exterior los gases de combustión. Estos tiros deberán tener un diámetro no menor al de la salida del difusor (el cual deberá no ser removido del propio aparato), y deberán tener pendiente ascendente en toda su trayectoria hacia la salida. En caso de que varios calentadores desalojen a una sola chimenea, ésta deberá tener el diámetro adecuado para su funcionamiento satisfactorio.

- c) Cuando la instalación de agua está alimentada por tinacos elevados, los calentadores de almacenamiento deberán estar provistos de jarro de aire cuyo extremo final rebase el borde superior del tinaco; o bien de válvula de relevo de presión si se trata de un sistema cerrado de tubería de agua.

En este último caso, si el calentador queda localizado a la intemperie, debe vigilarse que el escape de la válvula de exceso de flujo quede orientado hacia donde no represente peligro; si el calentador queda instalado en el interior de la construcción, debe vigilarse que la válvula de presión esté dotada de tubería que desaloje agua y vapor a la intemperie.

8.- La localización de los calefactores deberá reunir los siguientes requisitos:

- a) Los que se instalen en recámaras y dormitorios, deberán ser de "tipo" "ventilado", cuyo diseño permita desalojar al exterior los gases de combustión.

- b) Los movibles se conectarán a la tubería fija con rizo de cobre flexible de 1.20 a 1.50m. de longitud. Podrán conectarse con manguera adecuada para conducir gas L.P. en estado de vapor, cuya longitud no será mayor de 1.5m.

9.- Tratándose de estufas domésticas no fijas, será obligatoria la instalación de un rizo de tubo de cobre flexible cuya longitud mínima será de 1.5m.

10.- Si las condiciones de la habitación de tipo popular hacen indispensable que la estufa doméstica se instale en recámara, será obligatorio proveer ventilas permanentes abiertas hacia el exterior, a nivel de piso y a nivel superior al de la cubierta de la estufa.

11.- En la instalación de aparatos de consumo se atenderán las instrucciones del fabricante que no se opongan a este instructivo y en defecto de ellas, se adoptarán las medidas de seguridad que aconseje la técnica aceptada como buena para estos trabajos.

## 6.5.6 Cálculo de instalaciones.

### 6.5.6.1 Cálculo de tuberías para flujo de Gas L. P. a aparatos de consumo en baja presión.

Los quemadores que se usan en aparatos domésticos a baja presión, están diseñados para operar a una presión constante de 27.94 mm de columna de agua ---- (11", 6.35 onzas, 27.94 gr/cm<sup>2</sup>). Esta presión de gas sale a través de una osprea y se mezcla con la presión atmosférica en un venturi para llegar a las salidas del quemador. Si la presión de salida en la osprea es mayor a la estipulada habrá deficiencia en la combustión, originando un mayor gasto y en algunas ocasiones que las flamas se levanten del quemador. Si la presión es baja, también habrá deficiencia en la combustión originando poco calentamiento, flamas amarillas y un consecuencia desperdicio de gas.

Todos los reguladores para servicio de gas a las tuberías y a los aparatos de consumo en baja presión están calibrados de fábrica a la presión de 27.94 cm de columna de agua, y es tolerable un 5% menos de presión que se desperdicia en el trayecto de la tubería para llegar a las ospreas del quemador, o sea, a una presión de 26.54 cm de columna de agua, para que trabajen adecuadamente a esta disminución del 5% máximo se la llama CAIDA DE PRESION.

En consecuencia, para que los aparatos de consumo trabajen adecuadamente no deben cambiarse la presión en el regulador y debe calcularse el diámetro ---- correcto para lograr que la presión llegue a los aparatos con un 5% de caída máxima.

Para estos cálculos se ha aceptado la fórmula del Dr. POLE, que traducida al sistema métrico decimal es la siguiente.

$$C = K \left[ \frac{D^5 P}{SL} \right]^{1/2}$$

en donde:

- C = Consumo en m<sup>3</sup> de gas por hora.
- K = Coeficiente de flujo (70.7)
- D = Diámetro interior de la tubería en cms.
- P = Caída de presión en kg/cm<sup>2</sup>.
- S = Densidad del Gas.
- L = Longitud de la tubería en metros.

Para facilitar los cálculos se hicieron varias operaciones algebraicas y como resultado de ellas se obtuvo la siguiente fórmula para un cálculo rápido y sencillo.

$$P = C^2 F L$$

en donde:

- P = Caída de Presión no mayor a 5%.
- C = Consumo de gas L. P. en m<sup>3</sup>/h
- L = Longitud en metros
- F = Factor que se determina para diferentes tubos.

Una explicación para calcular acompañada de datos adicionales referentes al Gas L. P. se adjunta en el Calculador Circular.

6.5.6.2 Cálculo de tuberías para flujo de Gas Natural a aparatos de consumo en ba  
ja presión.

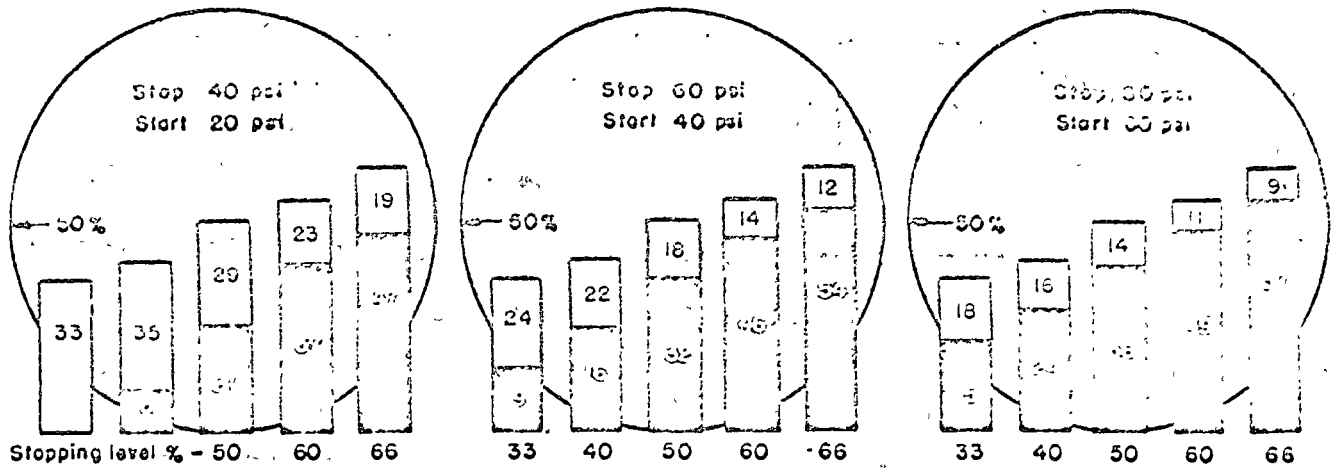
Los quemadores que se usan en aparatos domésticos a baja presión, gas natural, están diseñados para operar a una presión constante de 17.78 mm de columna de agua (7", 17.78 gr/cm<sup>2</sup>). Los reguladores que dan servicio de gas natural a este tipo de aparatos de consumo en baja presión, están calibrados de fábrica a esta presión de salida.

Para el cálculo se utiliza la misma fórmula del Dr. POLE anteriormente descrita, lo único que cambia de los cálculos para Gas L. P., son los factores

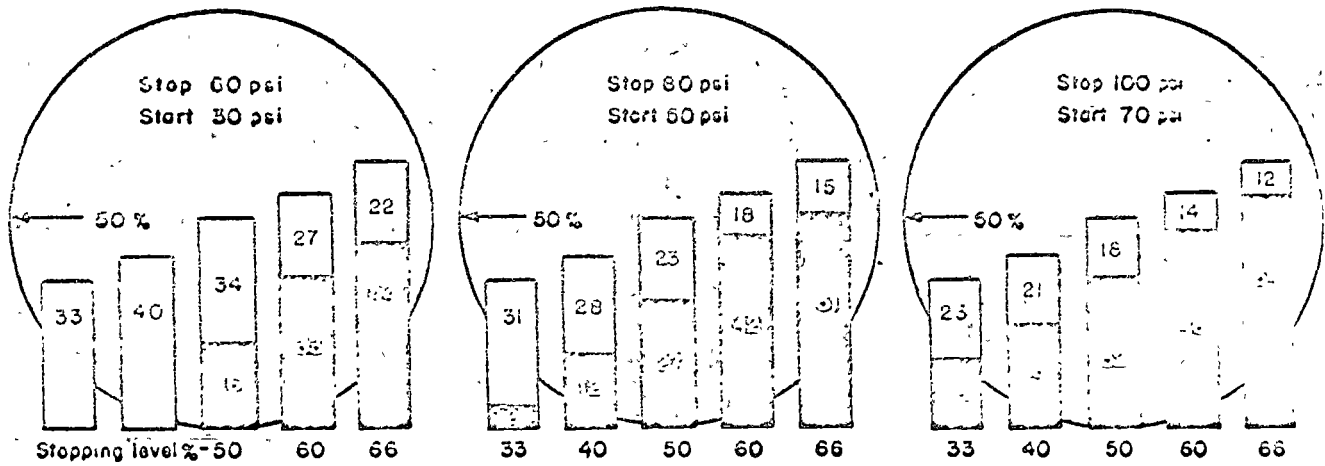
Estos factores se describen en la tabla de factores para tuberías que conduzcan Gas Natural.



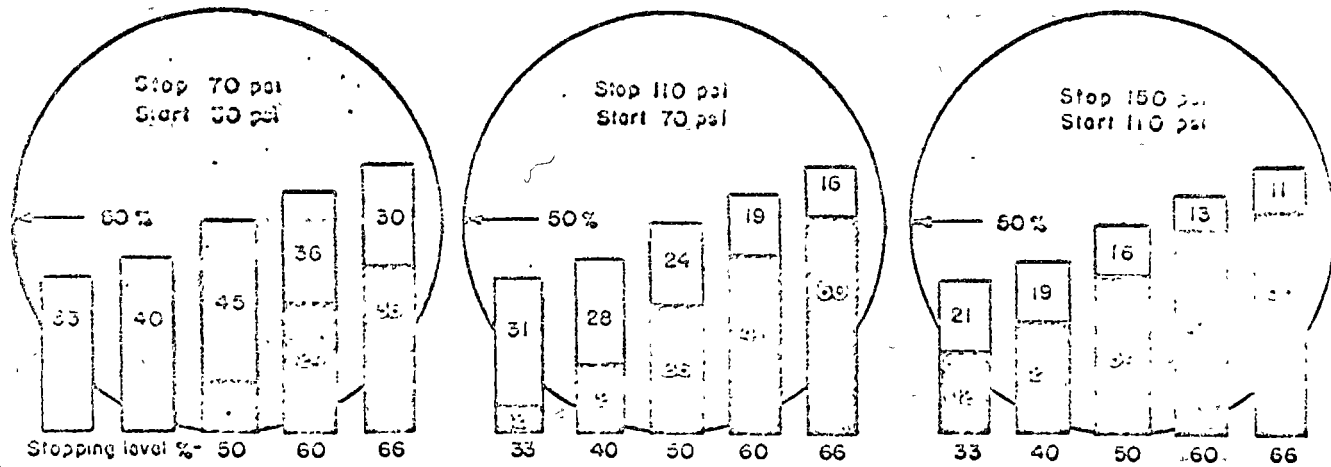
### 3 Tank Operation Under 20-psi Pressure Differential



### 4 Tank Operation Under 30-psi Pressure Differential



### 5 Tank Operation Under 40-psi Pressure Differential



Column height indicates high or stopping level at % of tank capacity, 33, 40, etc.  
 Upper number in column gives % total tank capacity withdrawn between pressure limits  
 Lower number in column represents % total tank capacity left at starting pressure

T A B L A I Esquema No. 13

Volumen al que se reduce el aire libre al ser comprimido a diferentes presiones.  
( Datos tomados de pruebas efectuadas en E.U.A.)

Presión	Kg./cm <sup>2</sup>	2.8	3.5	4.2	5.6	7.0	8.75	10.50	14
	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	400	50	60	80	100	125	150	200
Volumen en aire libre		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Volumen en aire comprimido		27%	22.0%	19.8%	15.6%	12.9%	10.6%	9%	6.9%

T A B L A II

Aire libre requerido para suministrar el volumen de aire comprimido en tanques hidroneumáticos por cada 100 Lts. de capacidad del tanque.

Presión	kg./cm <sup>2</sup>	1.4 - 2.8	2.1 - 3.5	2.8 - 4.2	4.2 - 5.6	5.6 - 7	7 - 8.75	8.4 - 10.5	11.9-14
	Lbs/Pulg.	20 - 40	30 - 50	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100-125	120 - 150	170 - 200
Capacidad total tanque litros		100	100	100	100	100	100	100	100
Capacidad de aire comprimido en lts.		50	50	50	50	50	50	50	50
Capacidad en litros de aire libre		185	270	250	320	390	470	555	725
Presión en lts.		1	1.25	1.5	2	2.25	2.5	3	

DATOS PARA SELECCIONAR  
UN EQUIPO HIDRONEUMATICO

- 1° Determinar la capacidad de las bombas utilizando el Método de Hunter para "Demandas Máximas Instantáneas" (Esquema 2) y convertir el gasto obtenido a litros por minuto.
- 2° Determinar la presión de operación de las bombas de acuerdo con los datos suministrados en la página 1.1.2.3. para obtener la "Carga Manométrica".
- 3° Determinar la presión máxima de operación de las bombas, sumando a la presión de operación, la presión diferencial que se seleccione en el esquema N° 12, basado en la presión del sistema y en la extracción de agua más adecuada.
- 4° Seleccionar la curva de la bomba que pueda operar correctamente dentro de las presiones y gasto arriba indicados.
- 5° Determinar los ciclos de operación a que se desea operen las bombas, basado en el tipo de equipo o en las características de la curva de las bombas, de acuerdo con la siguiente tabla:

Ciclos de Operación	Minutos de Operación	Minutos de descanso
15	2	2
10	3	3
7-1/2	4	4
5	6	6
4	7-1/2	7-1/2

- 6° Determinar en el Esquema 12, en la tabla de diferencial de presión que corresponde, la extracción de agua en por ciento de acuerdo con el volumen de agua más adecuado: 33%, 40%, 50%, 60%, 66%.

7° Seleccionar la Capacidad del Tanque Hidroneumático con los datos obtenidos en los incisos 1, 5 y 6 utilizando la siguiente fórmula:

Gasto en l.p.m. de la bomba por minutos de operación

Extracción de agua en por ciento.

Ejemplo:

Demanda Máxima Instantánea:	100 l.p.m.
Operación de la bomba a 7-1/2 ciclos por hora:	4 minutos.
Extracción de agua a 50% de Volumen tabla 3:	29%
Capacidad del tanque:	$\frac{100 \times 4}{.29} = 1379 \text{ lts.}$

8° Seleccionar la capacidad del Cargador de Aire en la Tabla II, Esquema N° 13.

Ejemplo:

Capacidad tanque:	1379 lts.
Capacidad del cargador a 1.4-2.8 Kg/Cm <sup>2</sup>	1 lt/100 lts.
	$\frac{1379 \times 1}{100} = 13.79 \text{ lts.}$

9° Si se desea usar compresora de aire, esta debe de ser una capacidad mínima en litros por minuto del 2% de la capacidad total del tanque.

Esto puede ser solamente en el caso de que la red tenga servicio continuo y que la presión sea suficiente para satisfacer las necesidades de casas unifamiliares o edificios de un máximo de cuatro niveles, es decir que el servicio tenga una presión mínima de 2 Kgs/cm<sup>2</sup> (20 mts ) en el peor lugar y en la peor hora, o sea en el sitio más elevado del terreno y a la hora de máximo consumo.

En este caso, la toma domiciliaria de cada casa unifamiliar o departamento debe tener la capacidad suficiente para dar el servicio de los muebles sanitarios, pudiéndose decir que: ( Fig. 1 )

Casas o departamentos con un baño y cocina requieren una toma de 20mm.

Con dos baños y cocina, toma de 25mm.

En el caso de los departamentos situados en el cuarto nivel de los edificios, requerirán también tomas de 25mm, aún cuando tengan un solo baño, - dado que las pérdidas por presión aunadas a la altura del edificio, ponen a éstos departamentos en cierta desventaja.

B).- Sistema de abastecimiento por gravedad.

B-1).- Tanque de almacenamiento elevado.

Se utiliza cuando el abastecimiento de la red es intermitente o bien cuando el abastecimiento del predio es por medio de un pozo y cuando la presión es suficiente para alimentar directamente dicho tanque elevado, mismo que regulariza el servicio en el curso del día.

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

B-2).- Tanque elevado de regularización y cisterna de almacenamiento.

El sistema general del edificio seguirá siendo por gravedad, pero se deriva del anterior, cuando la presión de la fuente de abastecimiento no es suficiente para alimentar directamente el tanque elevado ( Fig. 2 ).

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

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

La capacidad del tanque elevado en este caso debe ser de un mínimo de 1/4 del consumo diario.

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

DOTACIONES Y CONSUMO

Para calcular el consumo de cualquier tipo de construcción o incluso de un fraccionamiento, tenemos que tener en cuenta la dotación que se le asigne a cada persona para que al tener el total de estas que-

habite una construcción o un fraccionamiento, podamos saber cual será el consumo diario del conjunto.

DOTACIONES DE AGUA

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

Habitación tipo popular 150 L/Persona-día

Habitación de interés social 200 L/Persona-día

Residencias y departamentos 250 a. 500 L/Persona-día

Oficinas (edificios de) 70 L/empleado-día

En el caso de oficinas puede estimarse también a razón de:

10 L/m2 de área rentable.

Hoteles 500 L/huésped-día

Cines 2 L/espectador-función

Fábricas (sin consumo industrial) 100 L/obrero

Hay que sumar los obreros de los tres turnos.

Baños públicos 500 L/bañista-día

Escuelas 100 L/alumno-día

Clubes (servicio de baños) 500 L/bañista-día

En el caso de clubes hay que adicionar las dotaciones por cada concepto diferente, es decir; bañistas, restaurante, riego de jardines,

auditorios o salones de reunión, etc.

Restaurantes 15 a 30 L/comensal

Lavanderías 40 L/Kg de ropa seca

60° A.C.

Hospitales 500 a 1,000 L/cama-día.

Riego de Jardines 5 L/m<sup>2</sup> Superficie sembrada de césped cada vez que se riegue.

Riego de patios 2 L/m<sup>2</sup>

( Para casos especiales, sugerimos se consulte a la Comisión Técnica de la Asociación Nacional de Contratistas de Instalaciones Sanitarias e Hidráulicas, - A. C. )

#### C I S T E R N A S :

Conocido el consumo diario se calcula la capacidad de la cisterna, - la cual debe ser suficiente para abastecer la construcción con un mínimo de  $\frac{2}{3}$  del consumo diario.

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

8 M<sup>3</sup> para cubrir un siniestro durante  $\frac{1}{2}$  hora

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

mayo en caso de solicitarlo la Compañía Aseguradora.

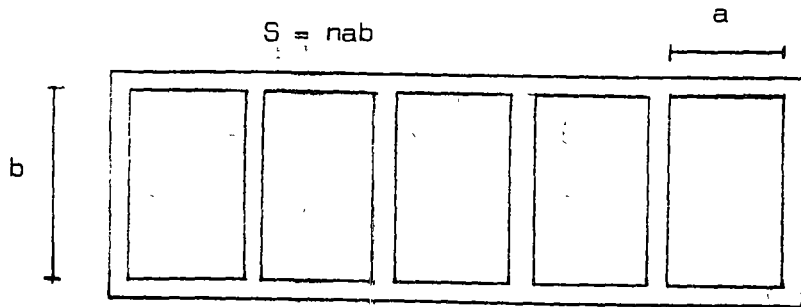
#### PROPORCIONES DE LAS CISTERNAS MAS ECONOMICAS:

Una vez decidido el espesor de la lámina de agua dentro de la cisterna y el volumen que se va a almacenar, queda definida la superficie total que deben tener los compartimientos, cuyo número se fija en atención a sus -- dimensiones constructivas, a fin de no tener que recurrir a espesores exagerados en las losas de concreto con que se cubrirán éstos.

Si la cisterna, de (S) metros cuadrados de superficie en planta, - se subdivide en (n) compartimientos, siendo cada uno de (a) metros por (b) me



tros, en planta, se tiene que



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

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

pero como  $b = S/na$ :

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

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

$$dM/dn (n + 1) - 2S/b^2 = 0$$

o sea que

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

de lo que resulta que las proporciones de cada compartimiento están en la relación

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

y por otra parte se ve que el mínimo de muros se obtiene cuando la suma de los longitudinales es igual a la de los muros transversales:

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

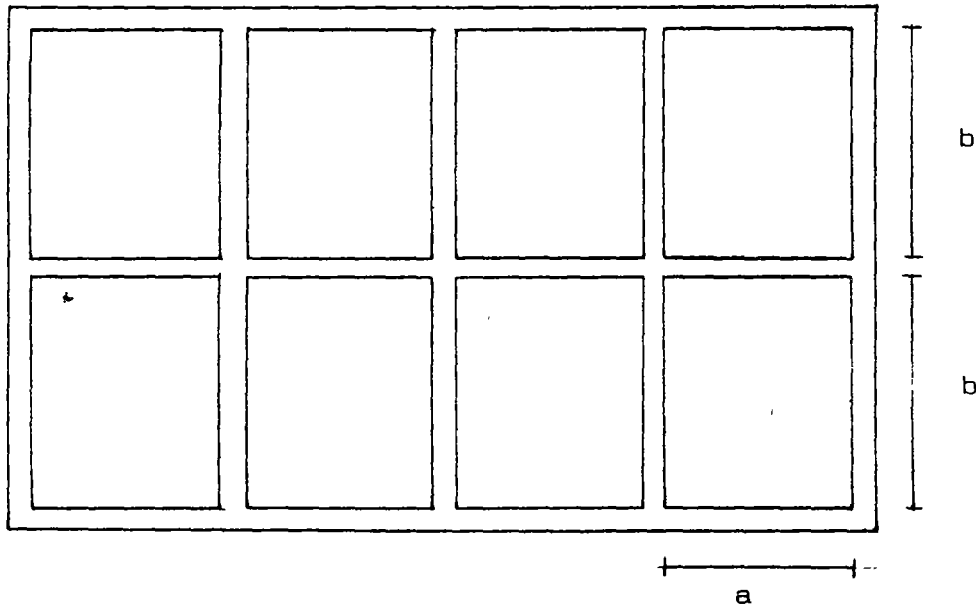
Según lo anterior las proporciones óptimas de cada compartimiento, en cisternas de una sola hilera de celdas son como sigue:

Número de celdas	Proporciones de los lados
$n$	$a:b$

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

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

$$S = nab$$



Desarrollo de los muros:

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

o también

$$M = 3S / 2b + ( n + 2 ) = 0$$

por lo que

$$n + 2 = 3S/2b^2 = 3na/2b$$

de lo que resultan las proporciones de cada celda:

$$a/b = (2n + 4) / 3n$$

y también en este caso el mínimo de muros se obtiene cuando el desarrollo de los transversales es igual al de los muros longitudinales.

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

De acuerdo con lo anterior, las proporciones óptimas para cada compartimiento, en cisternas con dos hileras de celdas son:

Número total de celdas	Proporciones de los lados
n	a : b
2	4 : 3
4	1 : 1
6	8 : 9
8	5 : 6
10	4 : 5
12	7 : 9
14	16 : 21
16	3 : 4
18	20 : 27
20	11 : 15

Así, por ejemplo, una cisterna de 72 000 litros, con un metro de lámina de agua y de 3 compartimientos, puede construirse con dimensiones a = 4.00 metros y b = 6.00 metros en cada compartimiento, dando un largo total de 12 metros, más 4 espesores de muro, y una anchura total de 6 metros, más el grueso de 2 muros. Esta misma cisterna podría tener 10 compartimientos de a = 2.40 m por b = 3.00 m, con una longitud total de 12 metros más 6 gruesos de

muro y un ancho, en total, de 6 metros más 3 espesores de muro.

Igualmente, una cisterna de 200m<sup>2</sup> en planta, con 10 compartimientos en 2 hileras, resulta con dimensiones de 4.00 m x 5.00 m en cada compartimiento, dando una longitud total de 20 metros más 6 espesores de muro, y una anchura total de 10 metros más el grueso de 3 muros.

En los tres ejemplos anteriores puede comprobarse que los muros longitudinales miden lo mismo que los transversales, sin tomar en cuenta — los espesores:

Primer ejemplo.— Los muros longitudinales miden  
 $12 \text{ m} \times 2 = 24 \text{ metros}$ , en tanto que los transversales suman  
 $6 \text{ m} \times 4 = 24 \text{ metros}$ .

Segundo ejemplo.— Total de muros longitudinales:  
 $3 \times 5 \times 2.40 \text{ m} = 36 \text{ metros}$ ; suma de muros transversales:  
 $2 \times 3.00 \text{ m} \times 6 = 36 \text{ metros}$ .

Tercer ejemplo.— Muros transversales con desarrollo total de  
 $2 \times 5.00 \text{ m} \times 6 = 60 \text{ metros}$ ; muros longitudinales:  
 $3 \times 5 \times 4.00 \text{ m} = 60 \text{ metros}$ .

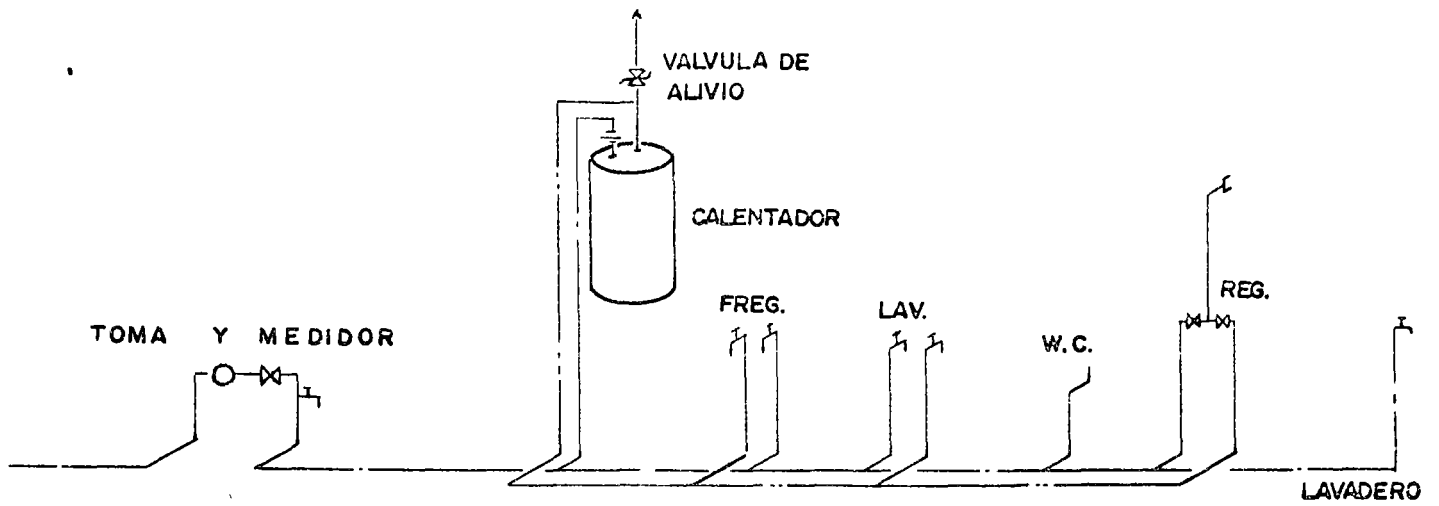


FIG. 1.- ABASTECIMIENTO DIRECTO POR PRESION DE LA RED MUNICIPAL.

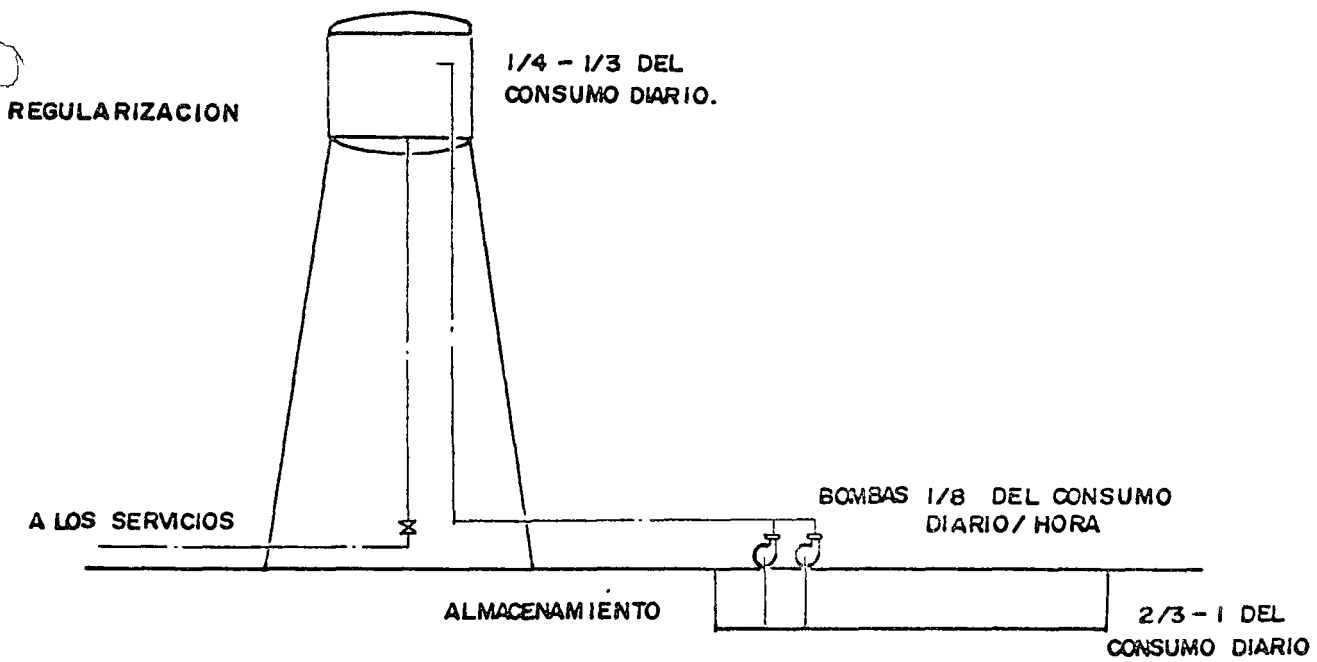


FIG. 2.- ABASTECIMIENTO CON CISTERNA Y TANQUE ELEVADO.

Fig.3 CORTE DE CISTERNA

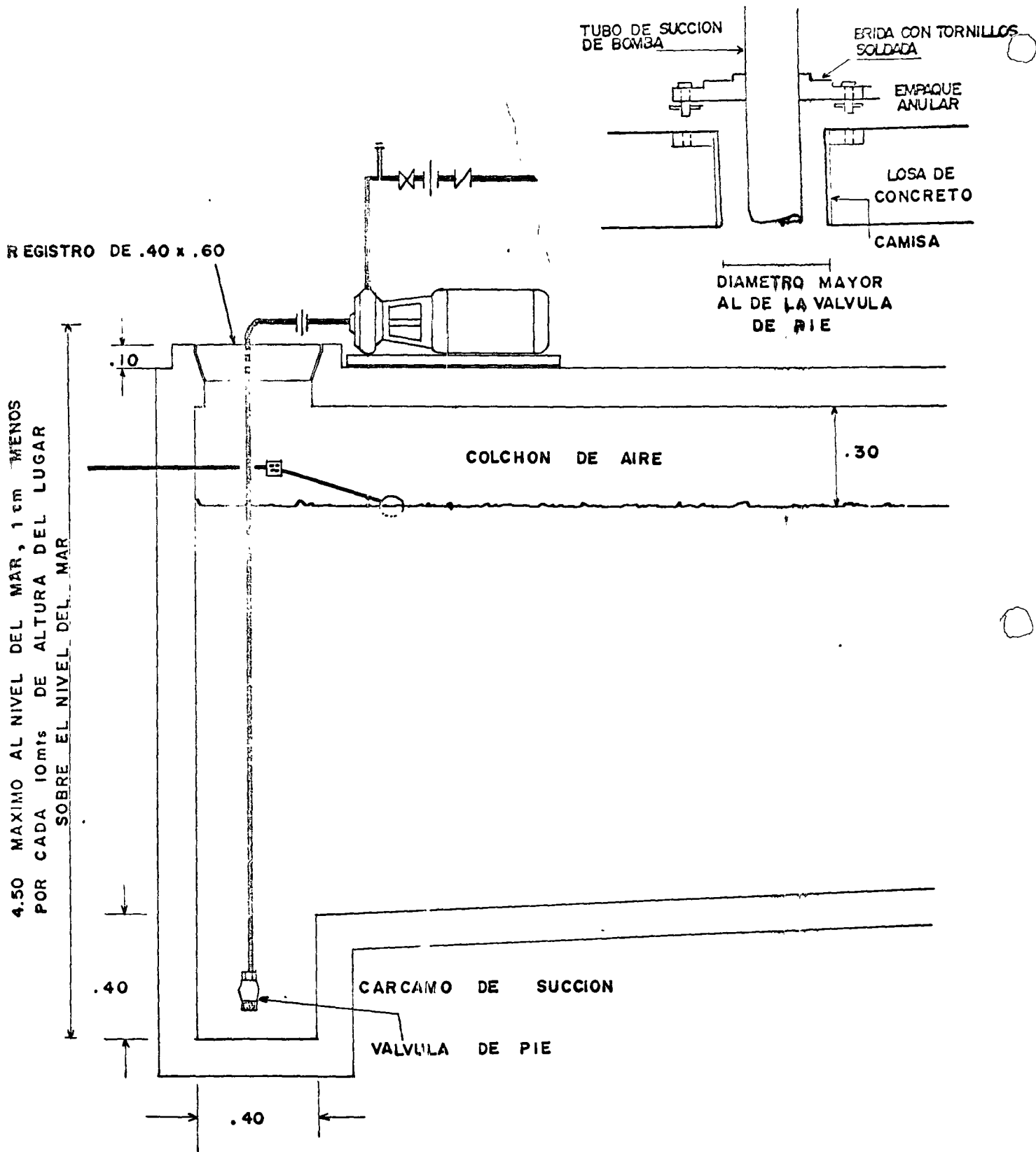
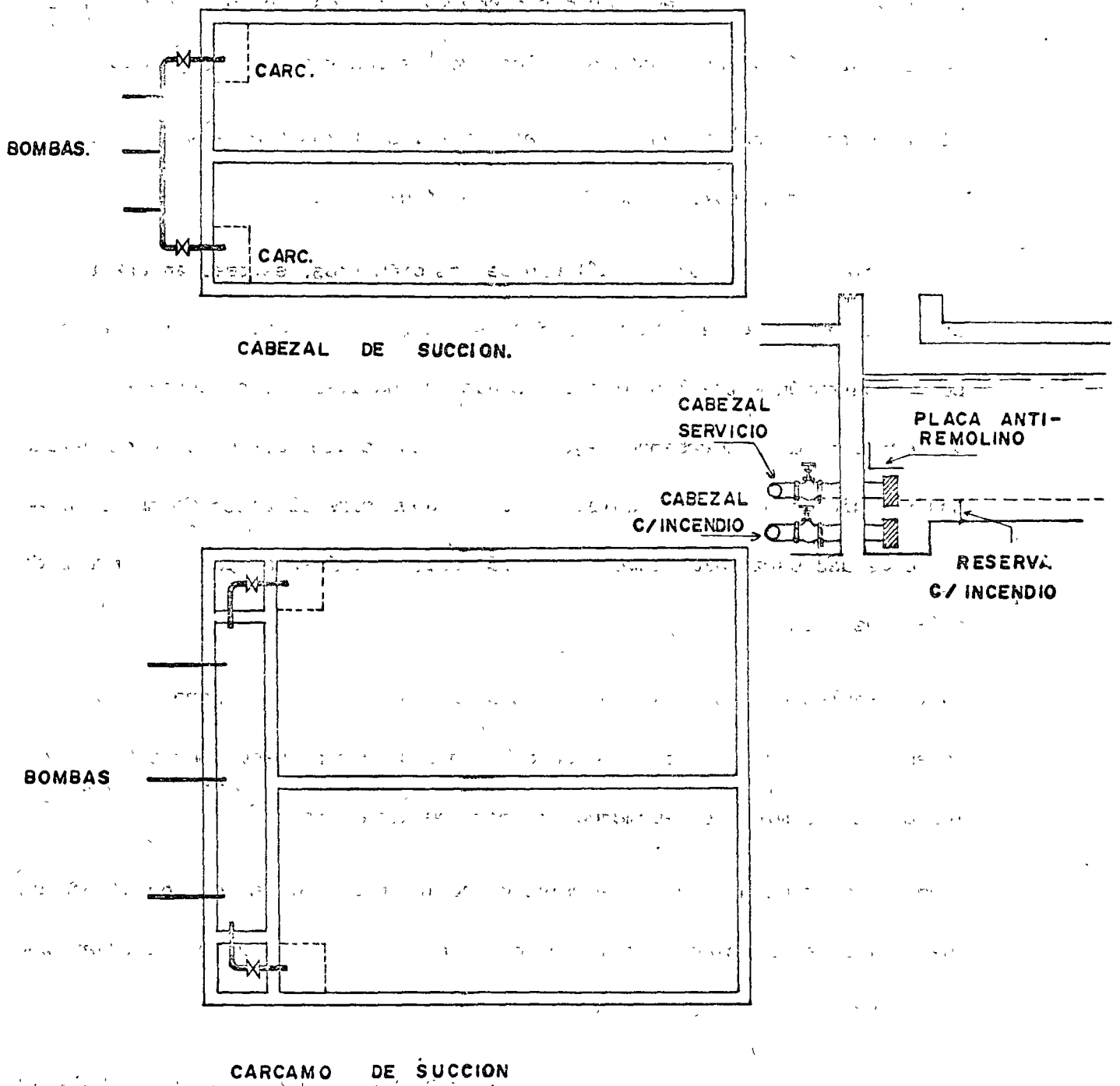


Fig. 4

# CISTERNAS DE DOBLE CELDA.

PROT



NOTA: SE DEVERA PREVER LA RESERVA MINIMA  
 CONTRA INCENDIO MEDIANTE NIVELES DE  
 SUCCION DE LAS BOMBAS.

## INSTALACIONES HIDRAULICAS .-

### DISTRIBUCION DE AGUA FRIA EN LOS EDIFICIOS.

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

El proyecto de los mismos se base en hacer los trazos que permitan los recorridos más cortos para evitar excesos de pérdidas de presión.

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

En las tablas que se anexan se muestran las unidades correspondientes a diferentes muebles o grupos de muebles, tanto de uso privado como público y —  
(Tabla No. 5)  
los diámetros mínimos recomendables para su alimentación.

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

Para obtener el gasto de la tubería, interviene un factor de uso simultáneo ya que no es posible que exista la probabilidad de que todos los usuarios y en forma simultánea operen las llaves del servicio al 100% de ellas por lo-



tanto, o mayor número de muebles, dicho factor se reducirá. Existen las curvas de Hunter que dan el máximo consumo probable de acuerdo con el número de unidades muebles, diferenciando la curva correspondiente el predominio de los muebles de sistema normal o el de los muebles de fluxómetro.

Obteniendo el gasto del ramal o columna de alimentación, puede utilizarse el monograma para obtener el diámetro de las tuberías, de acuerdo con la calidad de éstas y con la pérdida de presión que se deseé. (Tabla No. 6)

Cabe hacer notar que las curvas de Hunter, tienen márgenes muy amplios de seguridad. (Fig. 5 y 6)

Para facilitar el cálculo de las pérdidas de presión, existen tablas que dan la equivalencia de las conexiones considerándolas como tramos de tubería recta. (Ver tabla No. 4)

Las pérdidas de carga podemos calcularlas con la fórmula

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

$f = 0.05$  en diámetros de 13 a 25mm

$f = 0.04$  en diámetros de 32 a 50mm

$f = 0.03$  en diámetros de 60 a 150mm

$l$  = Longitud equivalente de tubería ( tubería más conexiones )

$d$  = Diámetro de la misma

$v$  = Velocidad =  $Q/A$

$g$  = Aceleración de la gravedad.

Sin embargo no es estrictamente exacto, ya que las coeficientes varían en función de las condiciones de la superficie interna de las tuberías y la propia velocidad.

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

La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles no debe ser mayor de 3.5 Kgs/cm<sup>2</sup> ( 35 mts. H ) debiendo considerarse sobre los muebles — más altos de la instalación 1 Kg/cm<sup>2</sup> (10 mts ) si son de fluxómetro y 0.5 - Kg/cm<sup>2</sup> (5 mts ) si son muebles ordinarios. ( mínimos 0.700 Kg/cm<sup>2</sup> y 0.200 - Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente ).

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

#### Cámaras de aire o presión.-

Son pequeños tubos tapados en un extremo, del mismo diámetro que la tubería - de alimentación de cada mueble o columna de alimentación, con una longitud mínima de 60 cms. en las cuales se forma una cámara de aire que tiene por obje- to reducir los golpes de ariete ocasionados por el cierre brusco de las lla— ves y que hacen percibir fuertes ruidos en la instalación.

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

#### Jarros de Aire.-

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

#### Válvulas eliminadoras de aire.-

Tiene el mismo objeto que el "jarro de aire", pero se instala en los sistemas

que trabajan a presión por bombas y en los cuales no pueden tenerse extremos abiertos. Son pequeños receptáculos con un elemento de flotador, el cual cae por su peso cuando hay aire dentro de la válvula, dejándolo escapar y cerrándose cuando el agua vuelve a llenar el receptáculo. (fig. 10)

Válvulas Check .-

De varios tipos, como son verticales, horizontales o de columpio, con émbolos verticales o de balanceo que permiten el flujo dentro de la tubería en un solo sentido. (ver fig. 8)

Reductoras de Presión .-

Válvulas que por medio de oponer una fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y resortes, reducen la presión dentro de las tuberías. (fig. 11)

MUBLES SANITARIOS QUE COMO MINIMO SE REQUIEREN EN DIVERSOS TIPOS DE EDIFICIOS:

HABITACIONES: 1 excusado por vivienda o departamento.

- 1 lavabo.
- 1 Tina regadera.
- 1 fregadero.
- 1 Lavadero

ESCUELAS

primarias: 1 excusado por cada 100 niños o fracción.

- 1 excusado " " 35 niñas.
- 1 urinario " " 30 niños.
- 1 lavabo " " 60 personas.
- 1 bebedero " " 75 " .

ESCUELAS

Secundarias: 1 excusado por cada 100 hombres.

- 1 " " " 45 mujeres.
- 1 urinario " " 30 hombres.
- 1 lavabo " " 100 personas.
- 1 bebedero " " 75 personas.

EDIFICIOS DE -  
OFICINAS O PUBLI  
COS.

- 1 persona por cada 10 m2
- 1 excusado . 1 - 15 personas
- 2 " 16 - 35 personas
- 3 " 36 - 55 "
- 4 "" 56 - 80 "
- 5 " 81 -110 "
- 6 " 111 -150 "

1 más por cada 40 personas adicionales.

URINARIO.- Se suprime un excusado por cada urinario instalado sin que el número de excusados sea menor que de 2/3 de lo anotado.

1 lavabo.- 1 - 15 personas

- 2 lavabos 16 - 35 personas.
- 3 " 36 - 60 personas.
- 4 " 61 - 90 personas.
- 5 " 91-125 personas.

1 adicional por cada 45 personas más o fracción.

1 bebedero por cada 75 personas. Nos se deben instalar dentro de los sanitarios.

---

**ESTABLECIMIENTOS FABRILES.**  
( talleres, fundiciones )

---

- 1 excusado .- 1 - 15 personas
- 2 " 16 - 35 "
- 3 " 36 - 60 "
- 4 " 61 - 90 "
- 5 " 91 -125 "

1 adicional por cada 30 personas adicionales.

URINARIO.- Se suprime un excusado por cada urinario que se instale sin que el número de excusados se reduzca a menos, de 2/3 de los arriba indicados.

1 lavabo por cada 100 personas.

1 lavabo más por cada 10 personas adicionales. Cuando hay peligro de contaminación de la piel con materias venenosas, infecciosas o irritantes, instalar 1 lavabo por cada 5 personas. En otros casos puede instalarse un lavabo por cada 15 personas. Cada 60-cm. de lavabo corrido o cada 45 cm. de lavabo circular común, - con llaves de agua por cada espacio, se considerarán equivalentes a un lavabo.

1 regadera por cada 15 personas, si en su trabajo están expuestos a calor excesivo o a contaminación de la piel con sustancias venenosas, infecciosas o irritantes.

1 Bebedero por cada 75 personas.

---

**DORMITORIOS**

---

1 excusado por cada 10 hombres.

1 excusado por cada 8 mujeres.

Si hay más de 10 personas, agregar un excusado por cada 25 hombres adicionales y un excusado por cada 20 mujeres con exceso de 8.

1 urinario por cada 25 hombres, si hay más de 150 hombres agregar un urinario por cada 50 hombres adicionales.

1 lavabo por cada 12 personas. Agregando un lavabo por cada 20 hombres y uno por cada 15 mujeres. Se recomienda poner lavabos dentales adicionales en los sanitarios comunes.

1 regadera por cada 8 mujeres y además

1 tina por cada 30 mujeres. Para más de 150 personas agregar una regadera por cada 20 personas.

1 bebedero por cada 75 personas.

1 vertedero por cada 100 personas.

1 lavabo por cada 50 personas.

---

CINES, TEATROS  
AUDITORIOS

---

1 excusado para hombres 1 - 100 personas

1 " " mujeres 1 - 100 "

2 " " hombres 101 - 200 "

2 " " mujeres " " "

3 " " hombres 201 - 400 "

3 " " mujeres " " "

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

1 urinario para 1 - 200 hombres

2 " " 201 - 400 "

3 " " 401 - 600 "

1 " adicional por cada 500 hombres más

1 lavabo para 1 - 200 personas.

2 " " 201 - 401 "

3 " " 401 - 750 "

1 " adicional por cada 500 personas más.

1 bebedero por cada 100 personas.

---

SERVICIOS PROVISIONALES SANITARIOS  
PARA TRABAJADORES:

---

1 excusado y un urinario por cada 30 trabajadores.

Si se usan urinarios corridos se considerarán las siguientes equivalencias:

60 cm lineales = 1 urinario.

90 - 1.20 = 2 "

1.50 = 3 "

1.80 = 4 "

---

COMENTARIOS GENERALES:

---

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





" TABLAS UTILES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS "

DE ALIMENTACION DE AGUA.

Tabla No. 1

CANTIDAD DE AGUA PROMEDIO USADO EN LOS SISTEMAS DE PLOMERIA DE LOS EDIFICIOS.

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

---

TABLA 2

NUMERO DE TUBOS DE  $\frac{1}{2}$ " QUE PUEDEN SUBSTITUIRSE POR UN TUBO SIMPLE EN UN EDIFICIO PROMEDIO, CONSIDERANDO SU USO SIMULTANEO.

Diámetro del tubo	1"	1- $\frac{1}{4}$ "	1 $\frac{1}{2}$ "	2"	2- $\frac{1}{2}$ "	3"
Número de tubos de $\frac{1}{2}$ "	3 a 5	6 a 11	12 a 44	45 a 100	101 a 220	221 a 430
Diámetro del tubo	3- $\frac{1}{2}$ "	4"	5"	6"	8"	
Número de tubos de $\frac{1}{2}$ "	431 a 700	701 a 1200	1201 a 2400	2401 a 5000	5000 en Adelante	

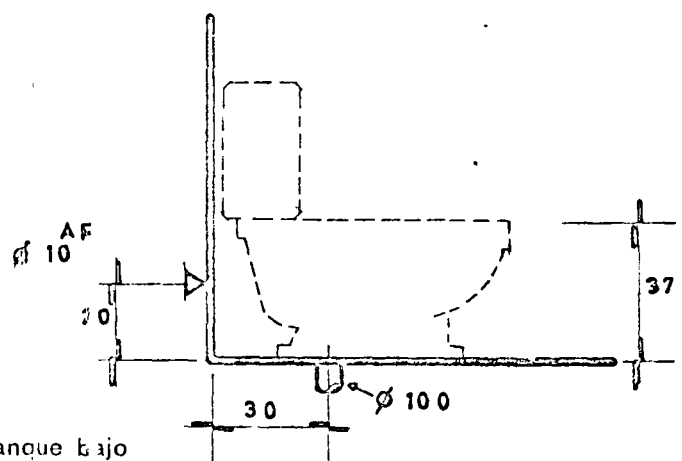
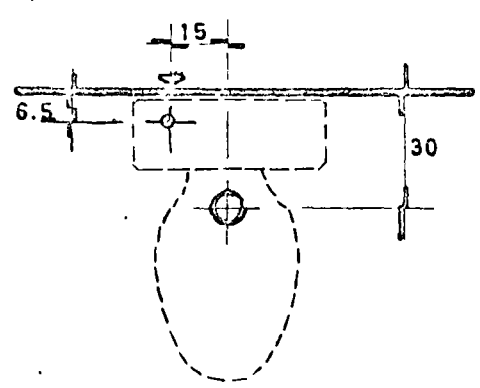
Tabla No. 3

EQUIVALENCIA DE COSTOS EN NUCLEOS  
CONCENTRADOS

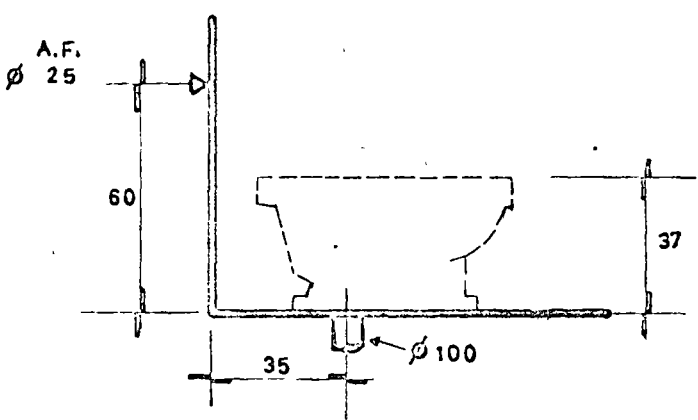
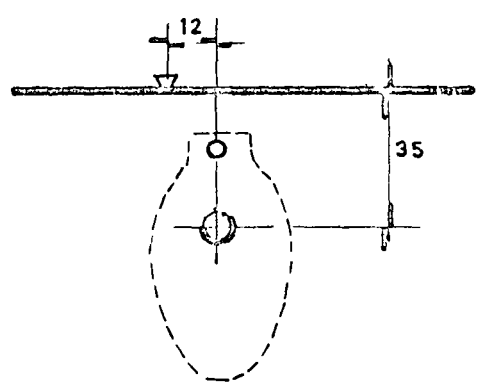
1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/8"
0.1103	0.244	0.543	1.000	2.100	3.95	8.13
1 1/2"	2"	2-1/2"	3"	3-1/2"	4"	5"
12.20	23.50	37.60	66.50	97.50	135.90	246.00
6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"
399.00	822.00	1495.00	2,370.00	3,040.00	4320.00	5890.00
20"	24"					
7840.00	12730.00					

# GUIA MECANICA DE ALIMENTACION Y DESAGÜES DE MUEBLES SANITARIOS

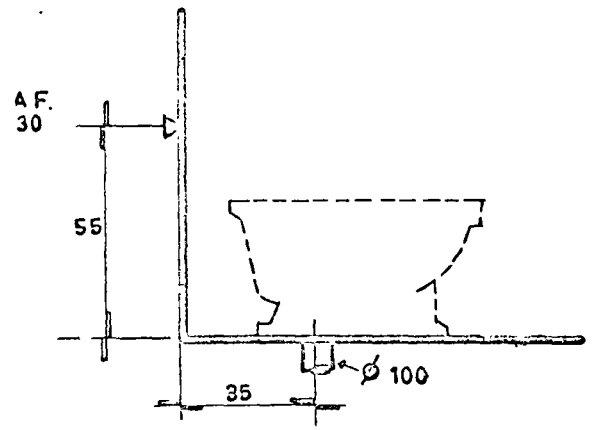
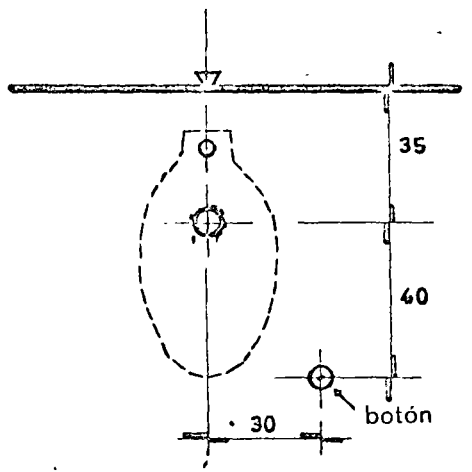
Ing. Sergio Zepeda Cornejo Puebla, Pue.



INODOROS de tanque bajo



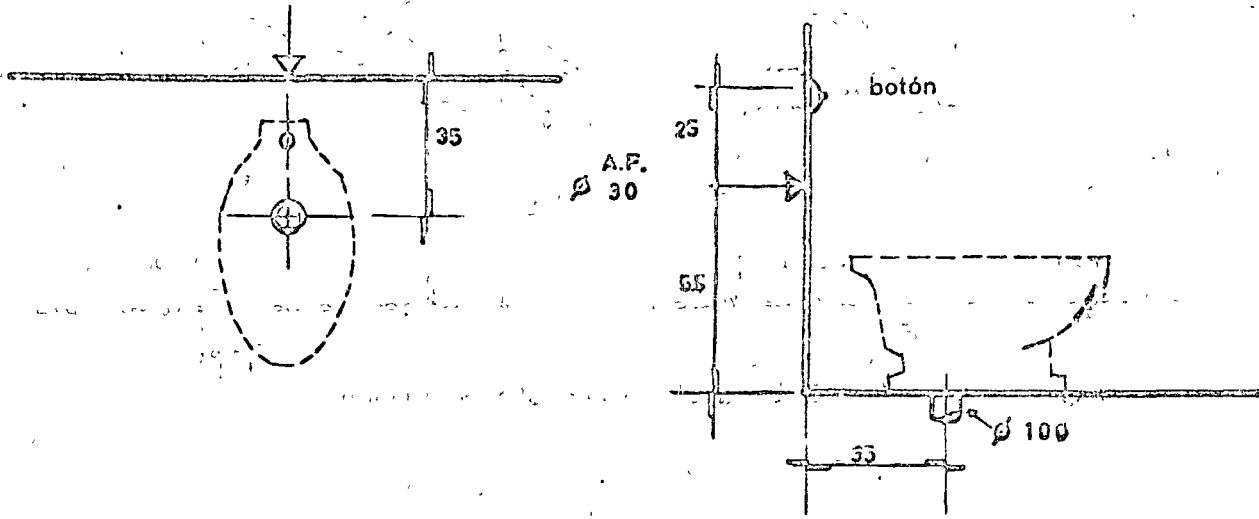
INODOROS con fluxómetro (ro de palanca, entrada superior)



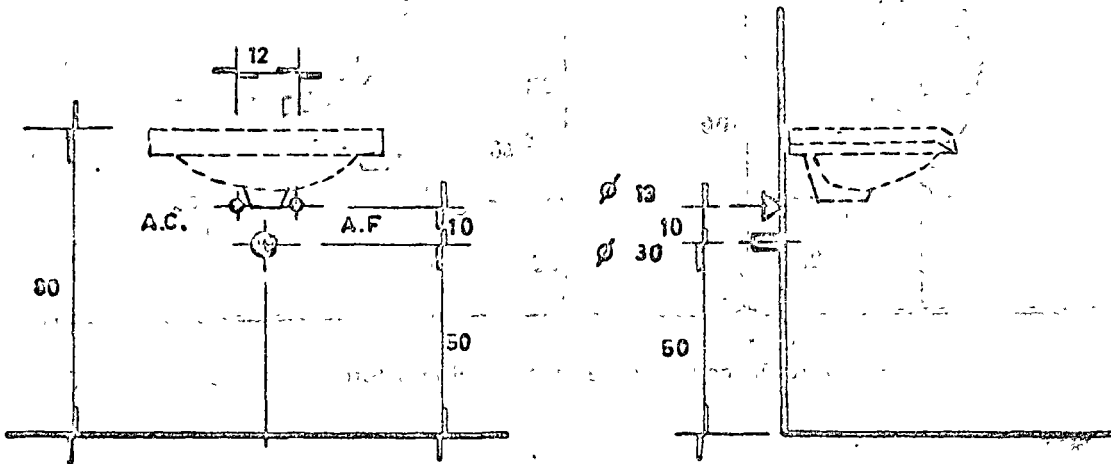
INODOROS con fluxómetro de botón al piso (entrada superior)

GUIA MECANICA DE ALIMENTACION

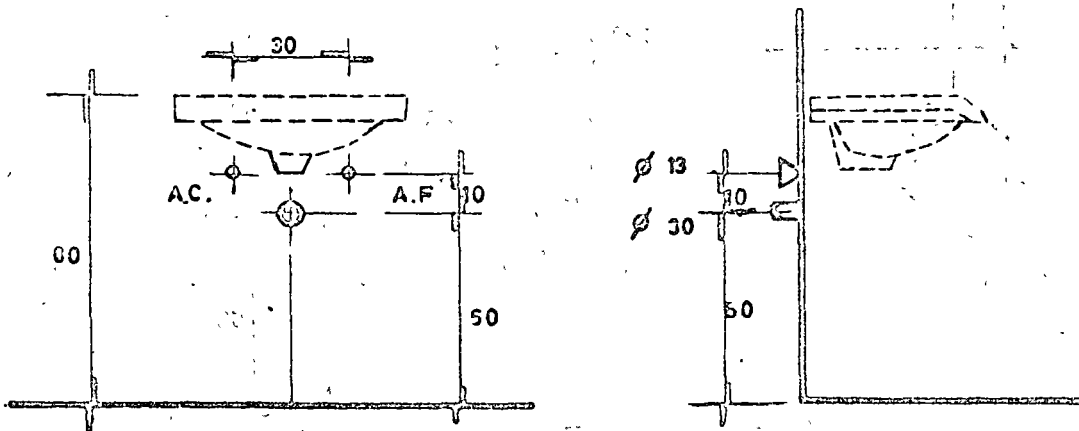
Ing. Sergio Zapoda Cornejo  
Puebla, Pue.



INODOROS con fluxómetro de botón a la pared (entrada superior)



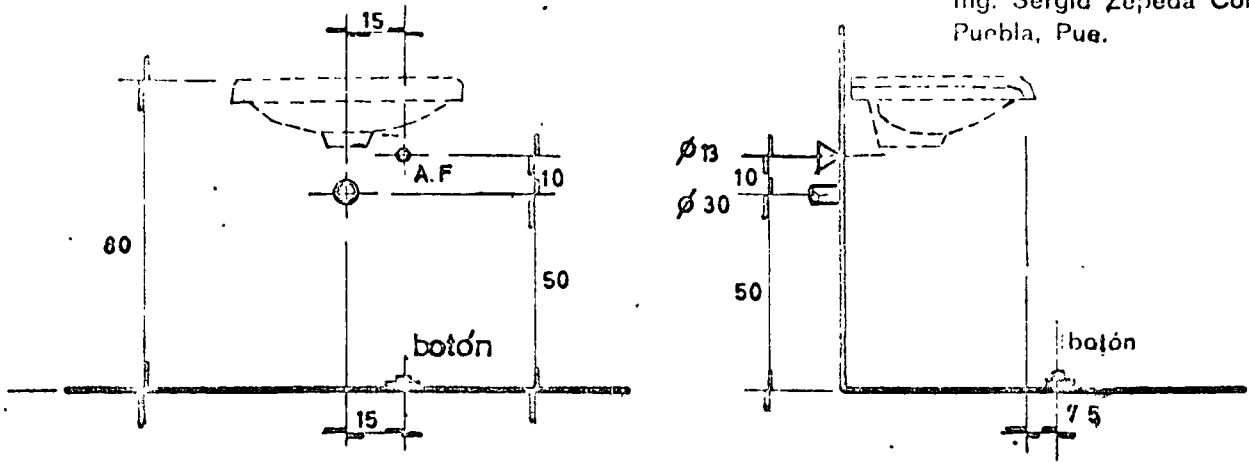
LAVABOS de pared, taladro a 12 cm (individuales o mezcladora)



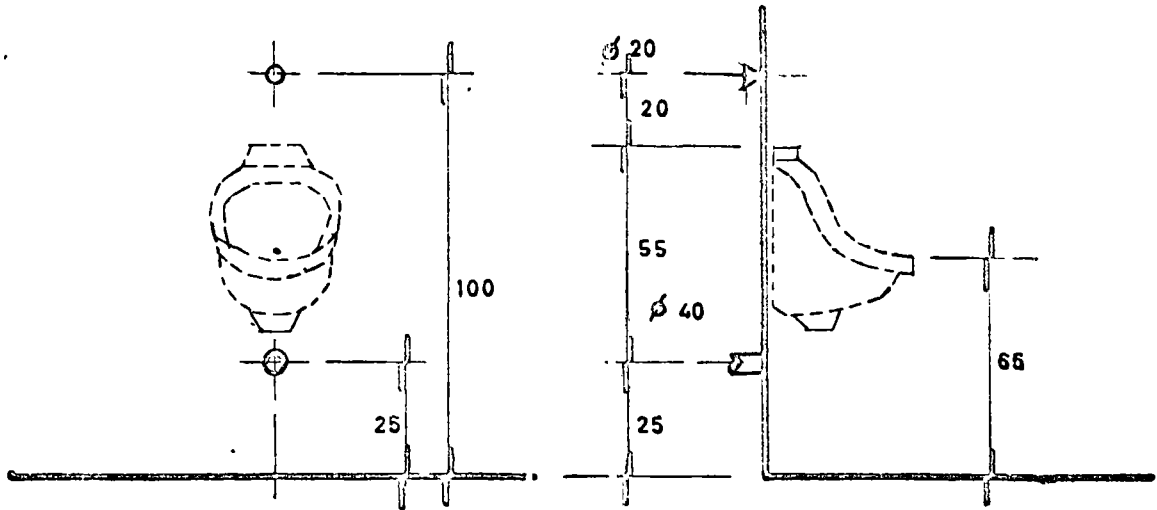
LAVABOS de pared, taladros a 30 cm (mezcladora)

GUIA MECANICA DE ALIMENTACION

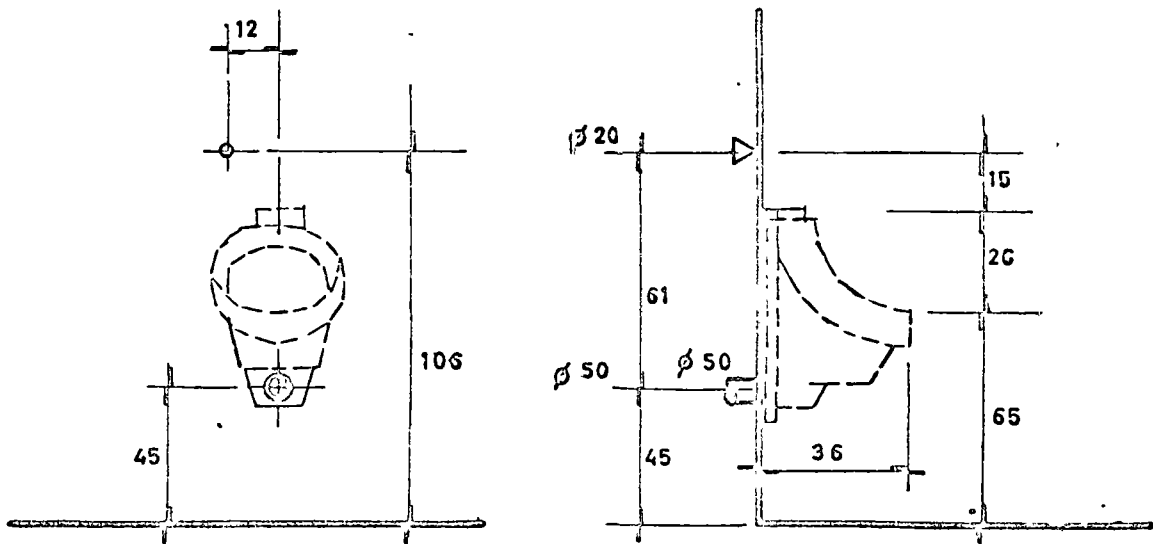
Ing. Sergio Zepeda Cornejo  
Puebla, Pue.



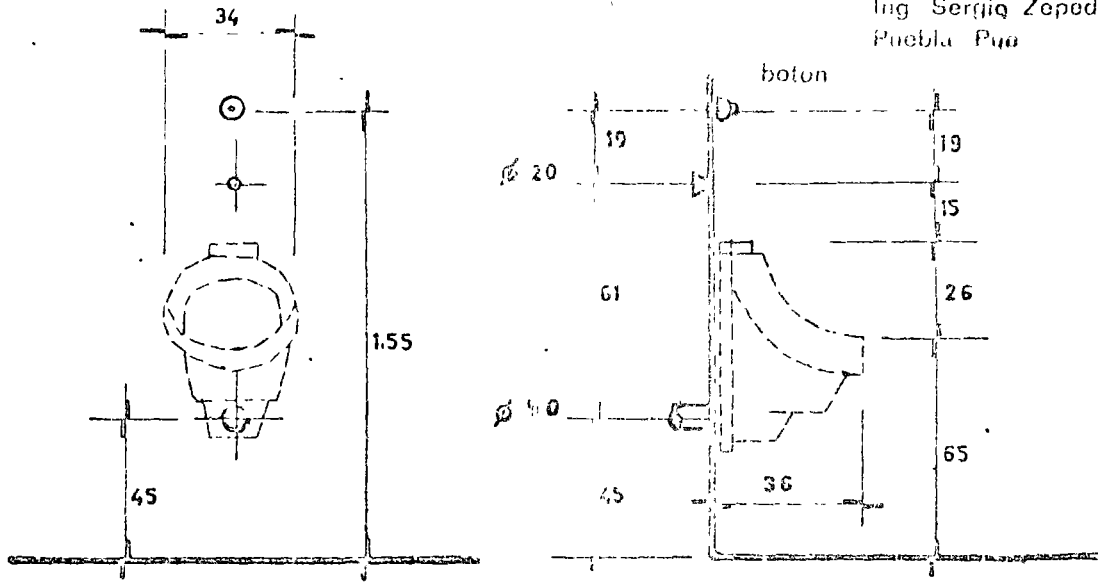
LAVABOS con válvula de botón al piso de 13 mm



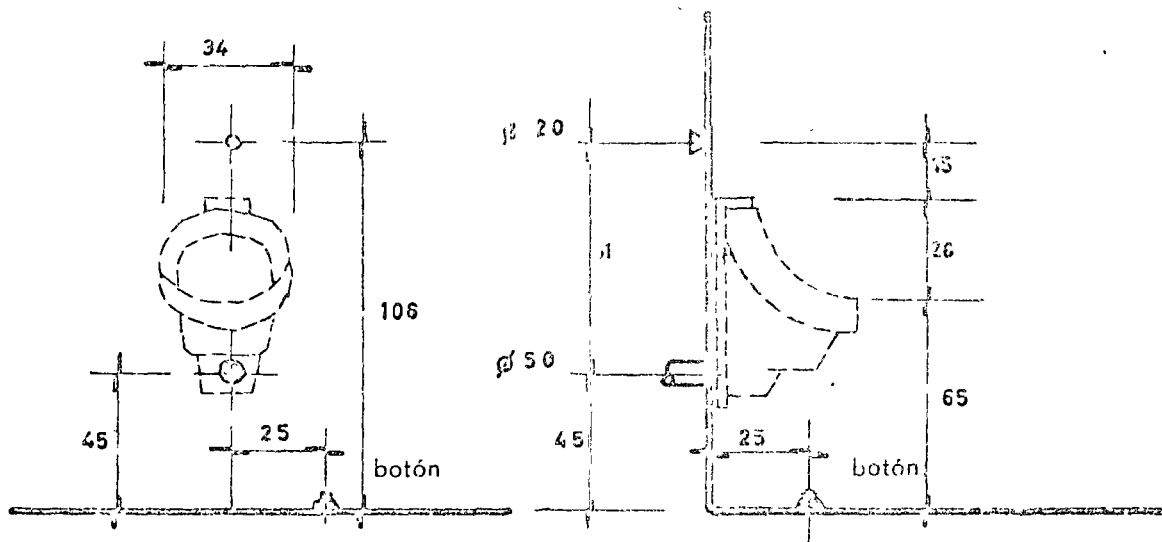
MINGITORIOS con llave de resorte, sifón exterior



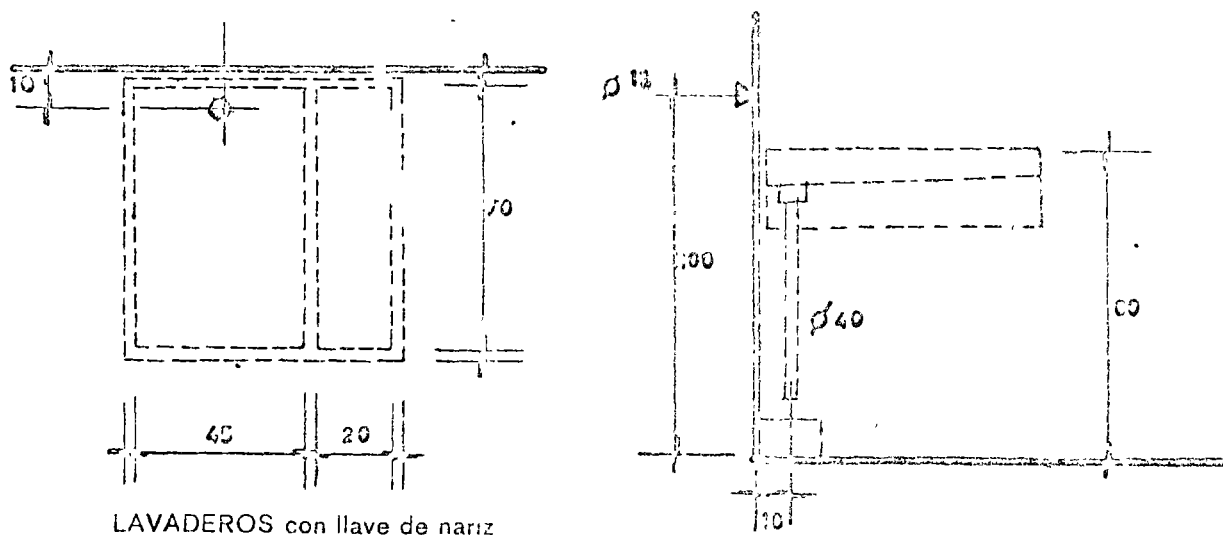
MINGITORIOS con fluxómetro de balanza (entrada superior) sifón integral.



MINGITORIOS con fluxómetro de botón a la pared, (entrada superior) sifón integral



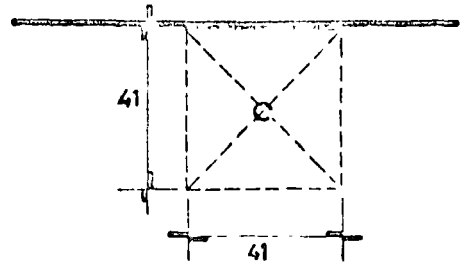
MINGITORIOS con fluxómetro de botón al piso, (entrada superior) sifón integral.



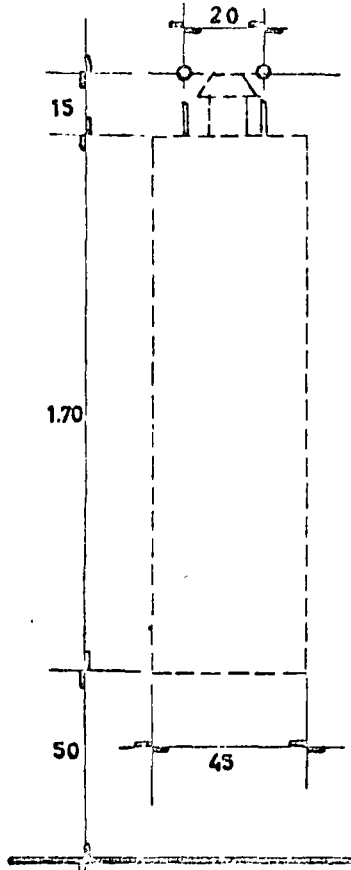
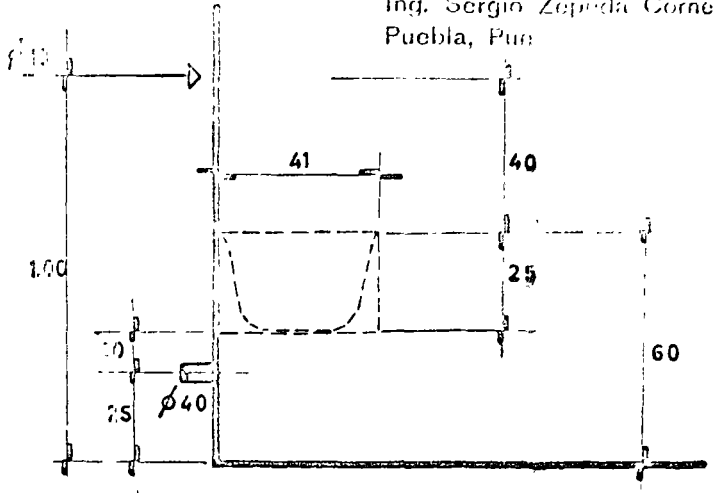
LAVADEROS con llave de nariz

GUIA MECANICA DE ALIMENTACION

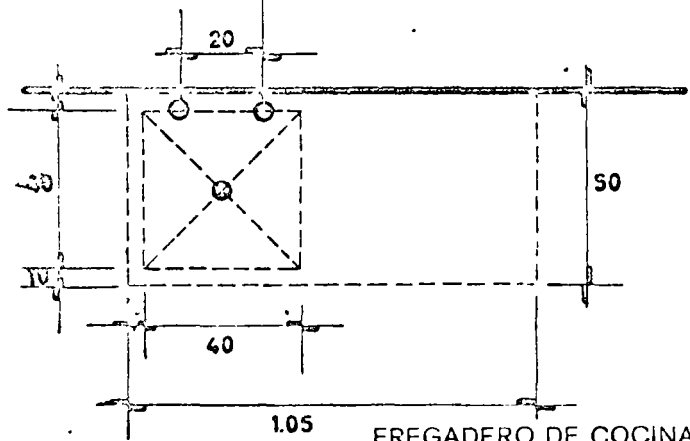
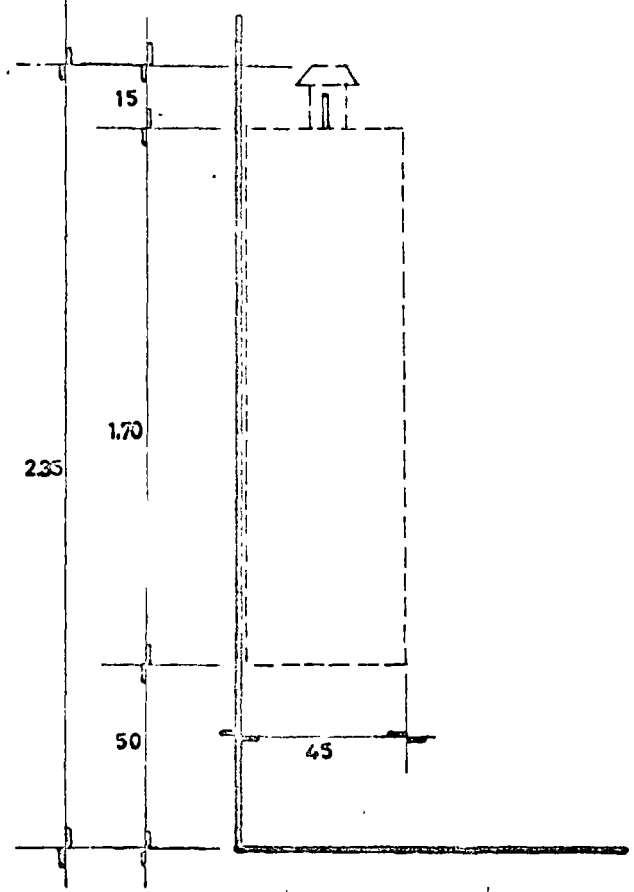
Ing. Sergio Zepeda Cornejo  
Puebla, Pue



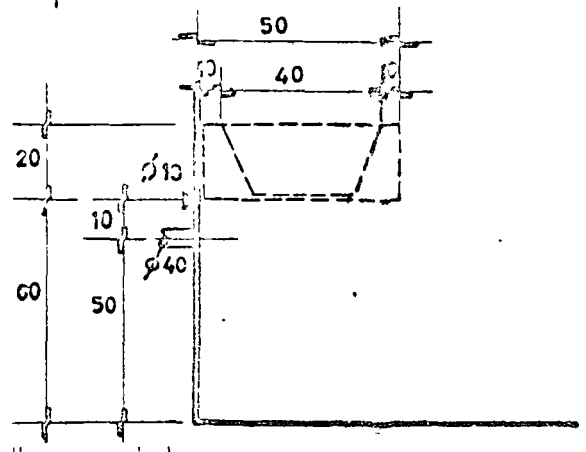
VERTERO con llave de nariz



CALENTADOR DE GAS (cap. 150 litros)

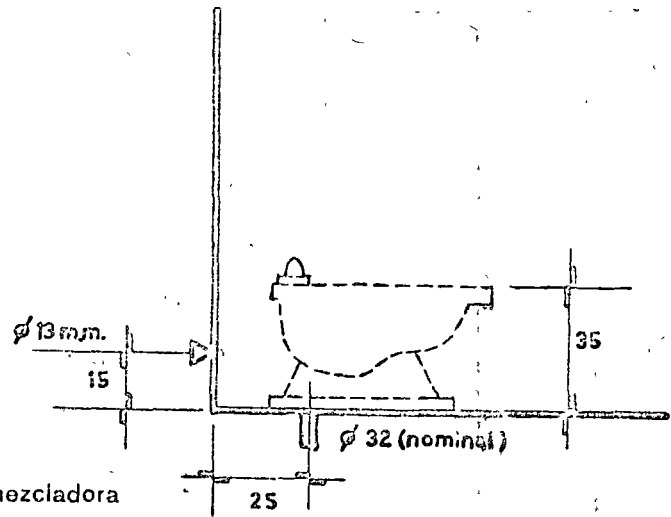
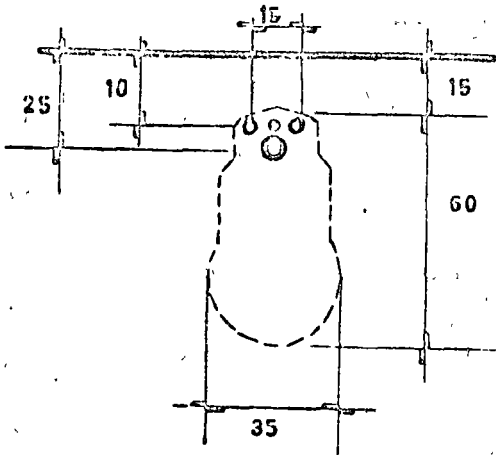


FREGADERO DE COCINA con llave mezcladora

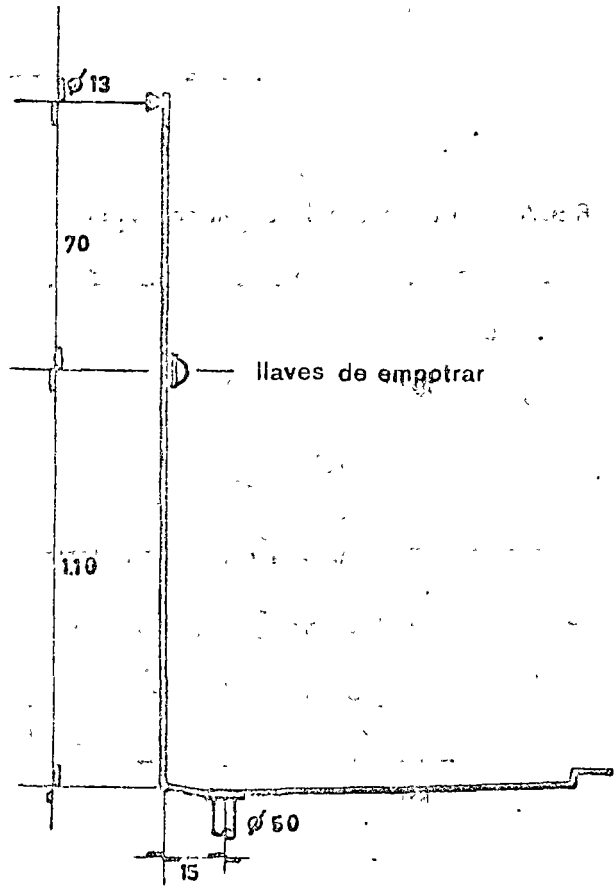
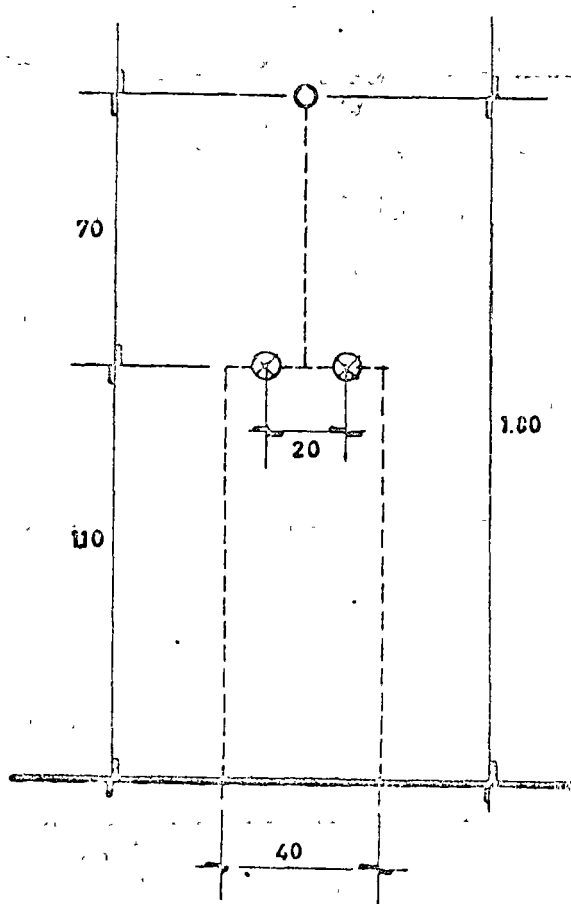




Ing. Sergio Zopada Cornejo  
Puebla, Pue.



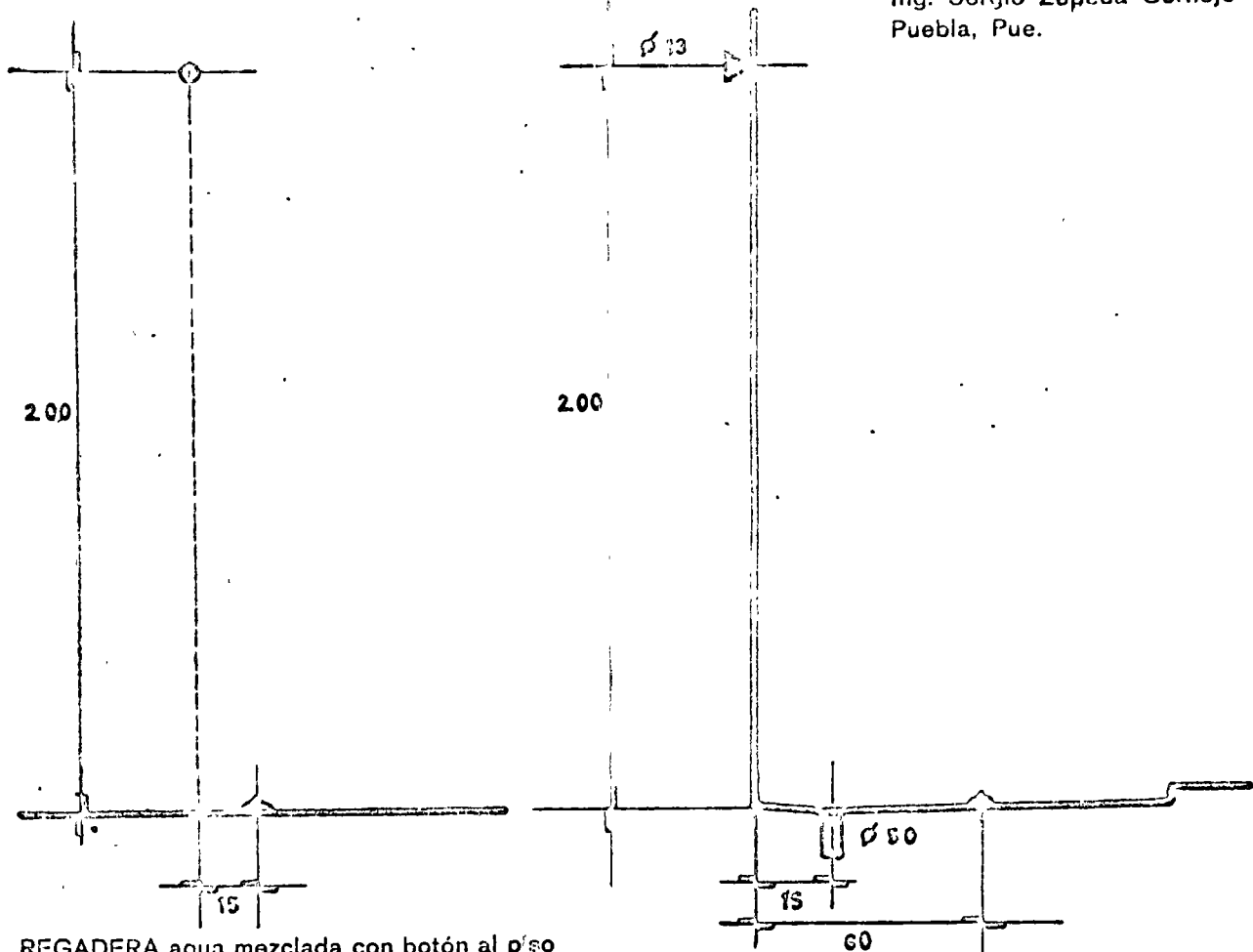
BIDET con llave mezcladora



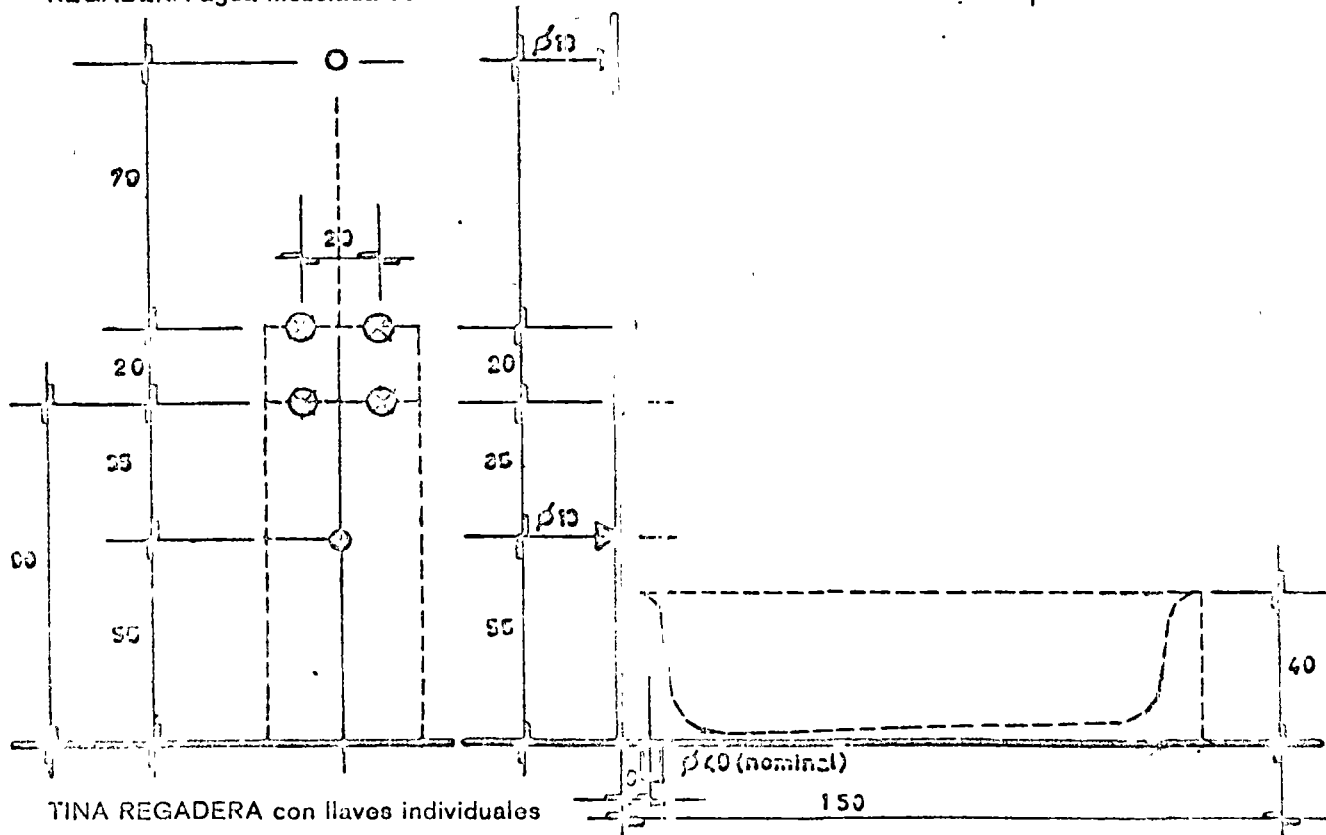
REGADERA con llaves individuales (do empotrar)

# GUIA MECANICA DE ALIMENTACION

Ing. Sergio Zepeda Cornojo  
Puebla, Pue.



REGADERA agua mezclada con botón al p'iso



TINA REGADERA con llaves individuales

Tabla No. 4

LONGITUD DE TUBO EQUIVALENTE A CONEXIONES Y VALVULAS							
Diámetro Conexión	Longitud equivalente (m)						
	L 90°	L r.	L	cop T	V comp	V glob.	V angulo
10	.30	.18	.46	.09	.06	2.40	1.20
13	.60	.37	.91	.18	.12	4.60	2.40
19	.75	.46	1.20	.25	.15	6.10	3.65
25	.90	.55	1.50	.27	.18	7.60	4.60
32	.20	.75	1.80	.37	.24	10.70	5.50
38	.50	.90	2.15	.46	.30	13.70	6.70
50	.15	1.20	3.00	.60	.40	16.80	8.55
64	.45	1.50	3.65	.75	.50	19.80	10.40
75	.00	1.85	4.60	.90	.60	24.40	12.20
* 90	.65	2.15	5.50	1.10	.73	30.50	15.25
100	.30	2.45	6.40	1.20	.82	38.10	16.80
* 125	.20	3.00	7.60	1.50	1.00	42.70	21.35
150	6.10	3.65	9.15	1.85	1.20	50.30	24.40

\* No usadas comunmente

LONGITUD EQUIVALENTE A TUBERIA PARA DIFERENTES APARATOS:				
Aparato	Diámetro del tubo			
	13	19	25	32
Calentador agua ver. 110 lt. 19 mm.	1.20	5.20	17.10	
Calentador agua horiz. 1101 lts. 19	.37	1.50	4.90	
Medidor de agua (sin válvulas):				
16 mm. conexión de 13 mm.	2.05	8.55	27.45	
16 mm. conexión de 19 mm.	1.45	6.10	19.50	
19 mm. conexión de 19 mm.	1.05	4.25	13.70	
25 mm conexión de 25 mm.		2.75	9.15	35.10
32 mm conexión de 25 mm.		1.35	4.25	16.45
Ablandador de agua		15-61.00.		

=====  
=====  
 TABLA No. 5  
=====  
=====

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO

Mueble:	Servicio:	Control: U.M.
Excusado	público	Válvula 10
Excusado	público	tanque 5
Fregadero	hotel rest.	llave 4
Lavabo	público	llave 2
Mingitorio pedestal	público	válvula 10
Mingitorio pared	público	válvula 5
Mingitorio pared	público	tanque 3
Regadera	público	mezcladora 4
Tina	público	llave 4
Vertedero	oficina etc.	llave 3
Excusado	privado	válvula 6
Excusado	privado	tanque 3
Fregadero	privado	llave 2
Grupo baño	privado	exc. válv. 6
Grupo baño	privado	exc. tan- que. 6
Lavabo	privado	llave 1
lavadero	privado	llave 3
Regadera	privado	mezcladora 2
Tina	privado	mezcladora 2

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

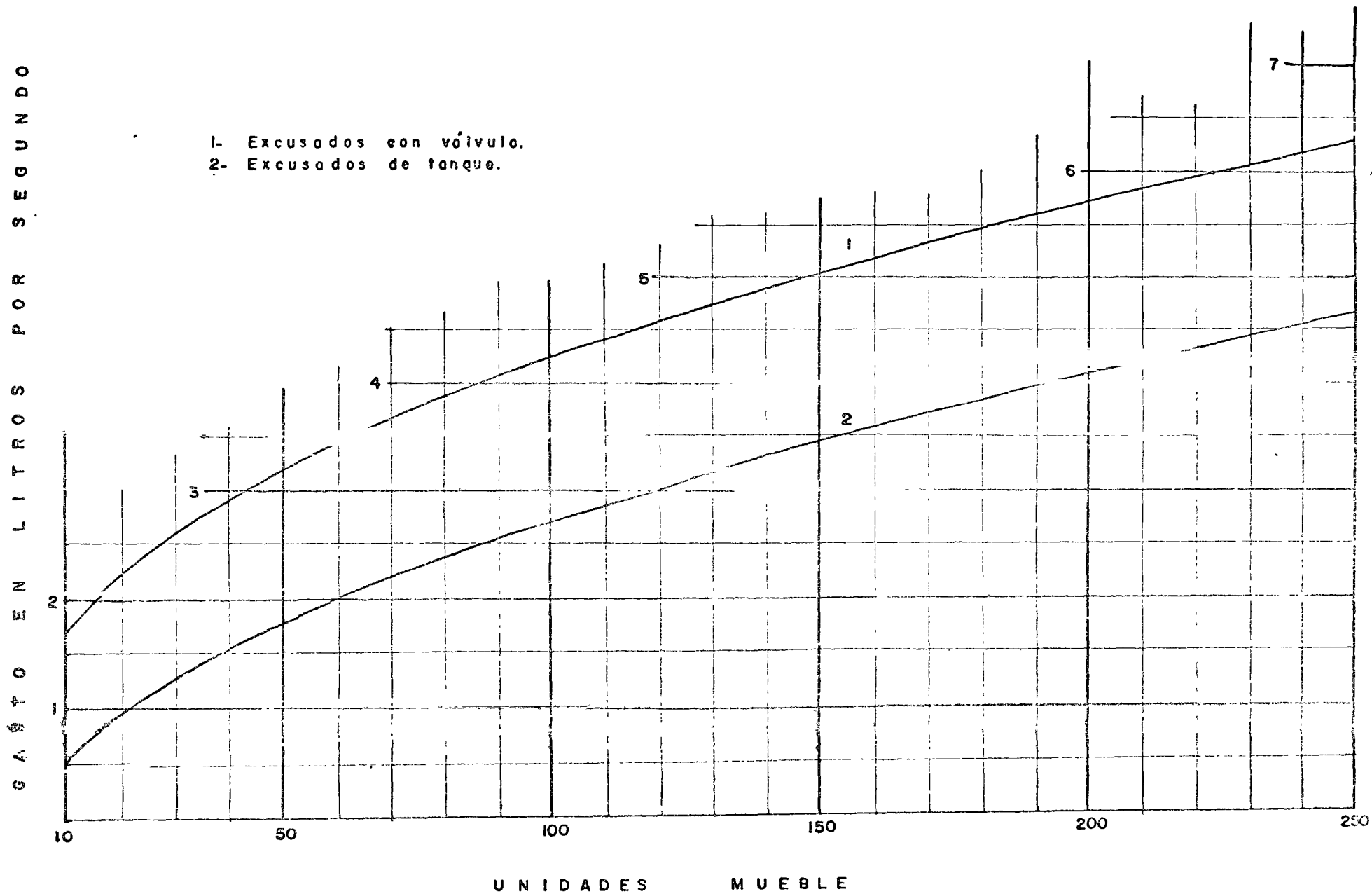
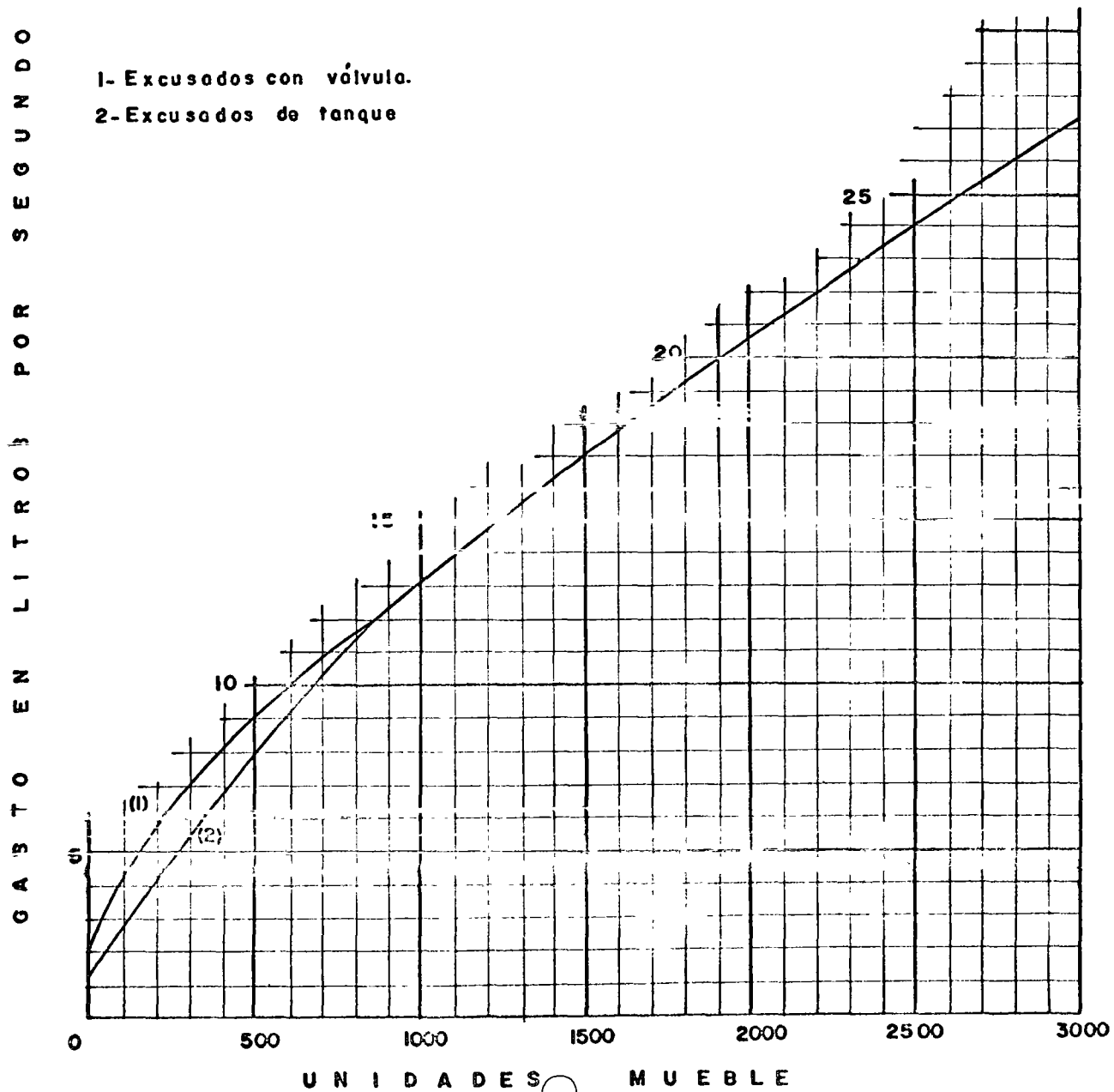


Fig. 6

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



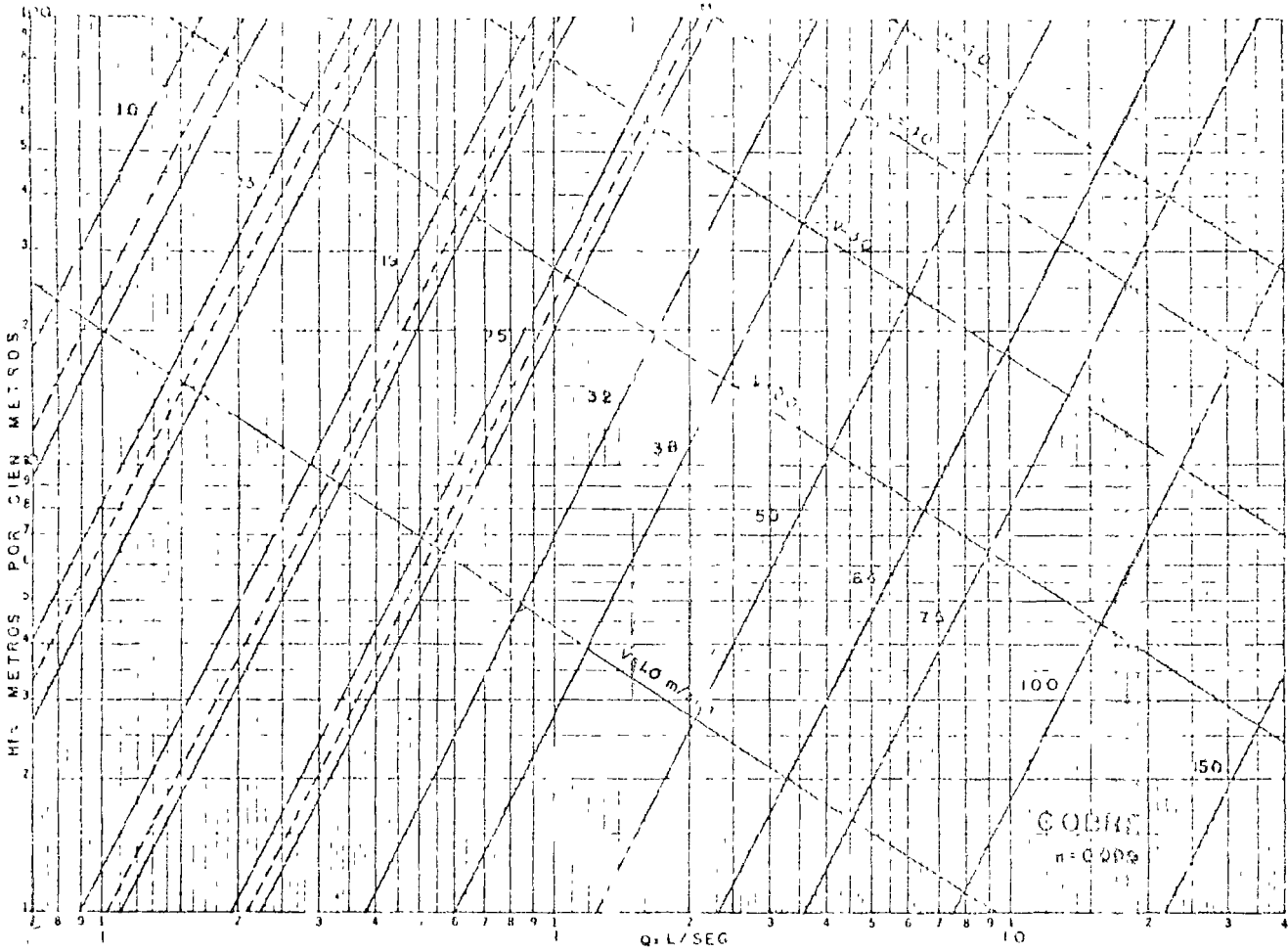
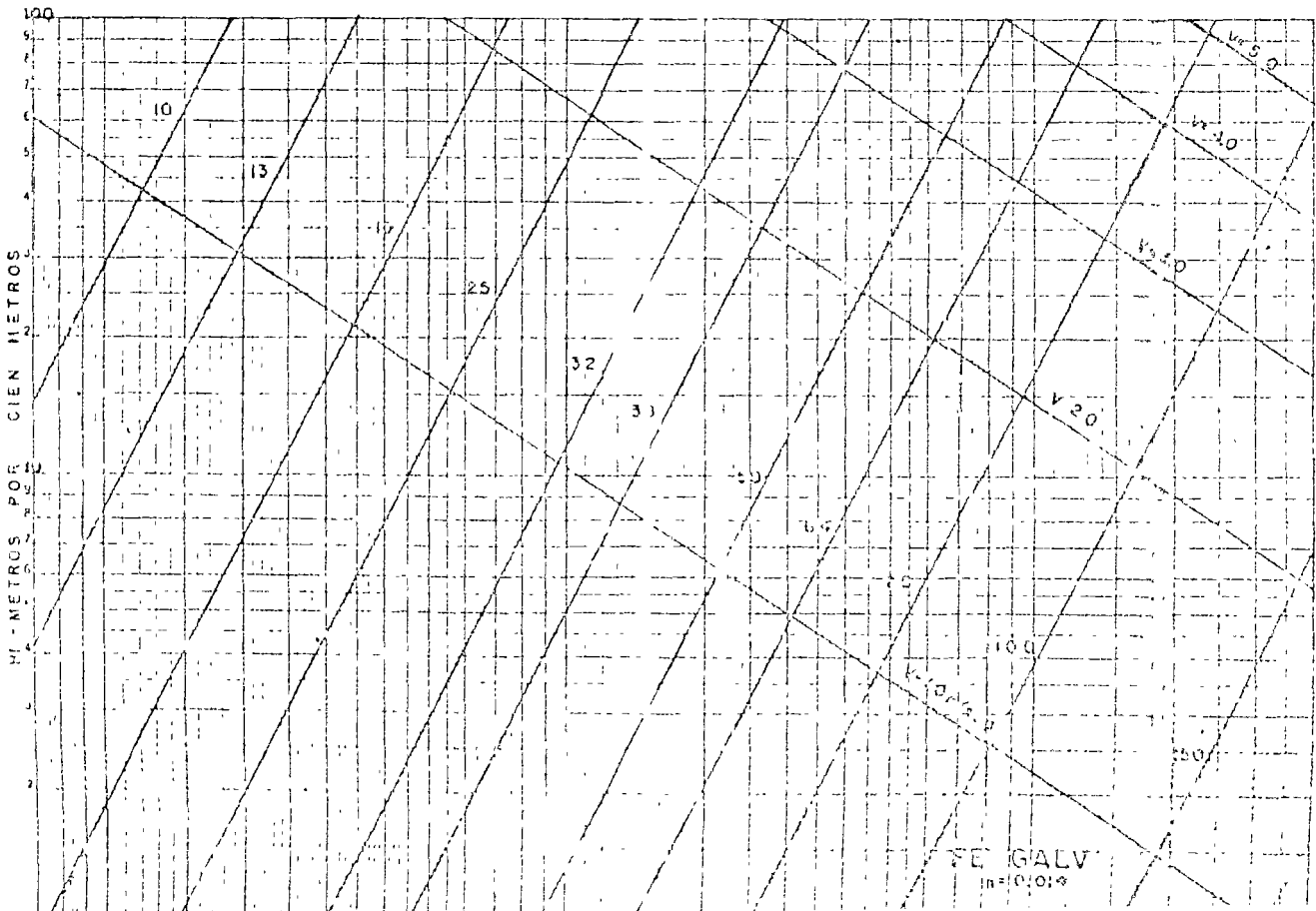


Tabla No. 6

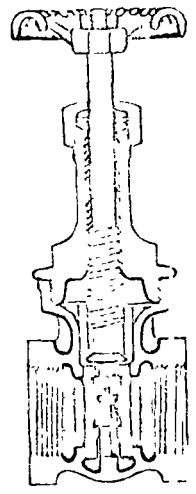
REV. 1911 KEUFFEL & ESSER CO  
Logarithmic Chart  
MADE IN U.S.A.



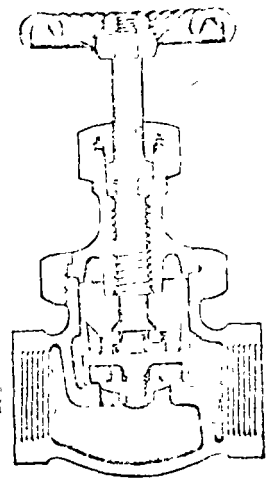
SE GALV  
 $n = 0.012$

### VALVULAS DE SECCIONAMIENTO

Fig. 7



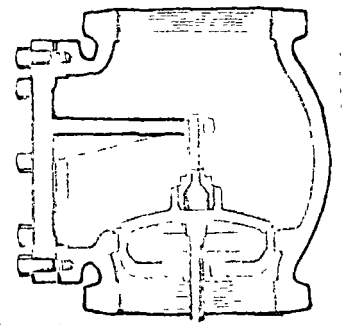
Válvula de compuerta



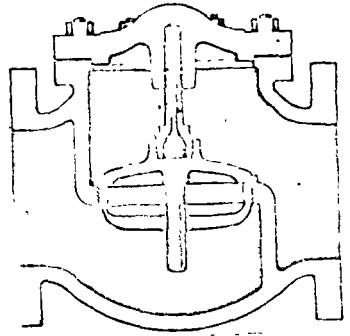
Válvula de globo

### VALVULAS DE RETENCION (check)

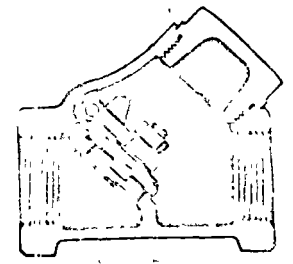
Fig. 8



Valv. check vertical



válv. check horizontal



valv. check columpio



Purga de aire.

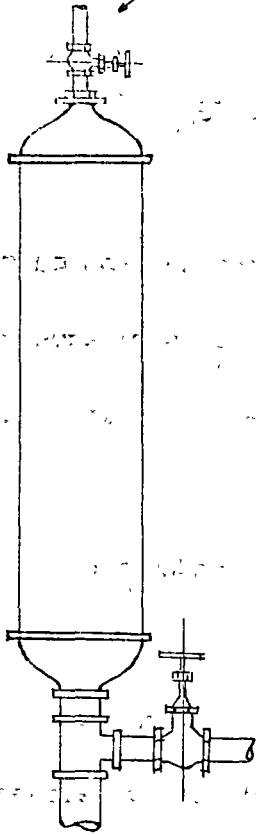


Fig. 9  
CAMARA DE PRESION RECARGABLE

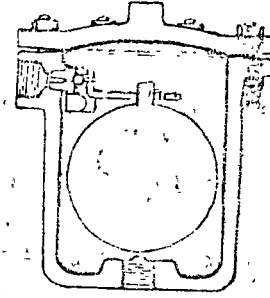


Fig. 10  
Válvula eliminadora  
de aire

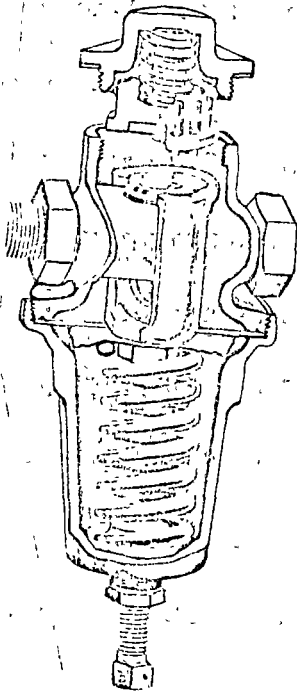


Fig. 11  
Válvula reductora de presión

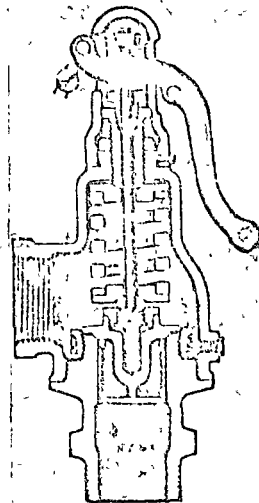


Fig. 12  
Válvula de seguridad.

## INSTALACIONES HIDRAULICAS.

### SISTEMAS DE AGUA CALIENTE EN LOS EDIFICIOS

#### EQUIPOS DE CALENTAMIENTO.

A).- Calentadores del tipo de paso ( $Q_{max} = \text{instantáneo}$ ), son calentadores con serpentines interiores en cuyo interior circula el agua y que debido a su gran superficie de contacto, provocan un rápido incremento de la temperatura del líquido. (ver Fig. 13)

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

B).- Calentadores del tipo de almacenamiento ( $Q_{max. \text{Horario}}$ ), son aparatos formados por un recipiente de capacidad variable con un elemento productor de calor en su interior (eléctrico, vapor o agua caliente) o exteriormente (gas, diesel, etc.). (ver fig. 14)

En los calentadores de gas el recipiente está formado por un cilindro hueco, teniendo poca superficie de contacto con el fuego, por lo que incrementan lentamente la temperatura, con una eficiencia del 50% al 60% solamente.

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

Al calcular la capacidad de los calentadores de depósito hay que tener en cuenta que el recipiente no contiene agua caliente en su totalidad, sino que se establecen zonas de agua muy caliente en su parte superior, templada

en su zona intermedia y fría en la inferior, provocada por la diferencia de densidad del agua fría y caliente y por lo tanto, hay que estimar solamente en 75% de agua caliente, la capacidad del aparato.

Sistemas Centrales de agua caliente.

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

A.- Calderas de agua caliente

Pueden considerarse como grandes calentadores con su tanque de almacenamiento interior o exterior.

Nos ocuparemos de los que tienen su tanque exterior, ya que son los que corresponden a sistemas de grandes edificios.

El aparato en sí contiene únicamente el elemento productor de calor y el serpentín de tubos de cobre o celdas de fierro fundido que transmiten el calor al líquido, el cual sale por tuberías hacia el tanque de almacenamiento de agua caliente, estableciéndose una circulación por termosifón o forzada entre la caldera y el tanque (fig. 19).

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

B.- Calderas de agua caliente con intercambiador de calor.

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

Para tal fin se utilizan intercambiadores de calor de agua caliente y en esta forma el agua que alimenta a la caldera y que pasa por el intercambiador, forma un circuito cerrado. El agua de consumo pasa por el intercambiador y va al servicio (fig. 20)

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

C.- Calderas de agua caliente de tubos de humo.

Estas calderas de gran capacidad consisten en un recipiente conteniendo el agua a través del cual pasa unos fluxes, por los que circula el calor, combinándose como en los casos anteriores con un tanque de almacenamiento o su intercambiador (fig. 18)

D.- Calderas de vapor utilizándose éste para obtener agua caliente.

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

La temperatura para servicio doméstico es de 63° normalmente y en caso de Restaurantes o servicios especiales es de 83°.

## C A L D E R A S

### 1.- Calderas de tubos de humo.

Ya explicadas con anterioridad, son en principio aquellas cuyos fluxes pasan los gases calientes y en cuyo envolvente se encuentra el líquiquido. (ver fig. 15)

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

### 2.- Calderas de tubos de agua.

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

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

## INTERCAMBIADOR DE CALOR

Consiste en un serpentín o fluxes de cobre, cuya gran superficie de contacto puede transmitir el calor al líquido circundante ( fig. 17 )

Estos elementos pueden como ya dijimos, considerarse como calentadores instantáneos, cuando su envolvente es un cilindro de pequeño diámetro o de almacenamiento, cuando están en inmersión dentro del líquido contenido en un gran tanque (fig. 18)

./.

## D I S T R I B U C I O N D E A G U A C A L I E N T E

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

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

## A).- Distribución Superior

En este caso la tubería de agua caliente sube hasta el nivel superior en el cual se hace una red de distribución, bajando en los puntos convenientes para alimentar los diferentes núcleos y posteriormente se interconectan todos los puntos inferiores con una tubería que regresa hasta la caldera. (fig. 21)

## B).- Distribución inferior.

La red se ejecuta en el nivel inferior abasteciendo a las columnas alimentadoras, las cuales tienen una conexión al retorno, en el nivel superior que baja a una línea colectora de retorno en el inferior. ( fig. 18)

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

## A I S L A M I E N T O S

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

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

## D I L A T A C I O N E S

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

La dilatación en tuberías de cobre es de 1.02 mm/mt. para 60°C. de temperatura ( $0.17\text{mm/m}/10^\circ \text{ c T}$ ), por lo cual hay que evitar grandes recorridos de una línea en tramos rectos. Cuando se requieran éstos, hay que instalar juntas de dilatación que pueden ser del tipo de fuelle o deslizantes que se obtienen en el mercado o deformando la tubería para formar omegas o simplemente buscando recorridos en los cuales los quiebres de la red — permitan por la elasticidad de la tubería que se absorban estas dilataciones y contracciones. (ver figs. 23 24, 25 y 26)

## J A R R O S D E A I R E

Como detalle especial, en casos de sistemas abiertos por gravedad, los jarros de aire para la red de agua caliente, deben ser más altos que los de agua fría, dada la diferente densidad de la caliente.

En edificios altos deben exceder a las de agua fría en 5 cm. por cada metro de altura de la construcción o 15 cms. por piso.

FORMULAS PRACTICAS PARA EL CALCULO DE EQUIPOS DE CALENTAMIENTO  
DE AGUA.

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

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

El objeto de este artículo es dar a conocer unas sencillas fórmulas, basadas en la teoría y en el criterio normalmente establecido para este tipo de equipos, siendo alguna de ellas para aplicarlas a cualquier marca reconocida y otras específicamente para las calderas a gas o diesel cuyo número de modelos se da en millares de Btu/h producidas en el hogar, cuando la caldera está al nivel del mar, como es el caso de la marca Hydrotherm, aprobada por la Asociación Nacional de Contratistas de Instalaciones Sanitarias e Hidráulicas, A.C. (ANCISH).

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



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

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

La nomenclatura usada para estas fórmulas es la siguiente:

G = probable demanda máxima, en litros por hora.

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

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

h = Duración de la carga pico, en horas.

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

Tf = Temperatura del agua fría en °C.

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

1).- CAPACIDAD DEL TANQUE DE AGUA CALIENTE:

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

2).- CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO DE LA CALDERA:

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

3).- PROBABLE DEMANDA MAXIMA:

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

4).- CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO EN ALBERCAS:

M3 de alberca por 555 = Kcal/hora, a la salida.

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

Combustible: gas LP.

Rendimiento de la caldera: 80%

Altura: 2240 m S.N.M.

Presión barométrica: 585 mm Hg ( al nivel del mar:  
760 mm Hg ).

Duración carga pico: 4 horas.

Dotación agua caliente: 100 L/hab-día.

Incremento de temperatura: 50°C.

Consumo horario: 1/7 del consumo diario.

Capacidad bruta de calentamiento para albercas:

0.555°C/h = 1° F/h.

5).- CALDERA NECESARIA PARA AGUA CALIENTE:

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

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

6).- CALDERA NECESARIA PARA CALENTAMIENTO DE ALBERCAS:

$$\text{Mod lo} = (m^3) \times 3.5$$

Haremos algunos ejemplos de aplicación de las fórmulas anteriores.

Primero, para las de uso general:

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

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

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

$$T = 10000 \text{ litros}$$

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

$$C = \frac{(4 \times 2850) - 0.75 \times 10000}{4} = 975 \text{ L/h.}$$

$$\text{Entrega de calor} = 975 \times 45 = 43900 \text{ Kcal/s.}$$

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

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

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

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

$$T = \frac{4(430 - 175)}{0.75} = 1360 \text{ litros}$$

c).- Caldera para calentamiento de una alberca con 120 m<sup>3</sup> de capacidad:

$$120 \times 555 = 66\,600 \text{ Kcal/hora, de salida.}$$

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

del lugar en que la caldera va a ser instalada, en cuyo caso habrá que multiplicar su capacidad al nivel del mar, por la presión barométrica local y dividir el producto entre 760mm Hg, que es la presión atmosférica normal - al nivel del mar. En seguida anotamos las presiones barométricas de algunas poblaciones y su relación con la del nivel del mar. tomada como 100%.

LUGAR	ALTITUD m	PRESION BAROMETRICA - mm Hg	RELACION %
Acapulco, Gro.	0	760	100.0
Aguascalientes, Ags.	1879	612	80.5
Celaya, Gto.	1754	621	81.7
Ciudad Juárez, Chih.	1137	667	87.8
Ciudad Victoria, Tams.	321	733	96.4
Colima, Col.	494	719	94.6
Cuernavaca, Mor.	1538	637	83.8
Chihuahua, Chih.	1423	645	84.9
Chilpancingo, Gro.	1250	658	86.6
Durango, Dgo.	1898	610	80.3
Guadalajara, Jal.	1589	633	83.3
Guanajuato, Gto.	2037	601	79.1
Jalapa, Ver.	1399	647	85.1
México, D. F.	2240	585	77.0
Monterrey N. L.	534	715	94.1
Morelia, Mich.	1923	609	80.1
Nogales, Son.	1177	664	87.4
Oaxaca, Oax.	1563	635	83.6
Orizaba, Ver.	1248	659	86.7
Pachuca, Hgo.	2445	573	76.1
Puebla, Pue.	2150	593	78.0
Querétaro, Gro.	1842	614	80.8
Saltillo, Coah.	1609	632	83.2
San Cristobal las Casas, Chis.	2128	594	78.2
San Luis Potosí, S.L.P.	1877	612	80.5
Taxco, Gro.	1755	621	81.7
Tepic, Nay.	918	684	90.0
Tlaxcala, Tlax.	2252	586	77.1
Toluca Edo. de Méx.	2675	557	73.3
Tuxtla Gutiérrez, Chis.	536	715	94.1
Zacatecas, Zac.	2612	561	73.8

NOTA: Excepto Acapulco, no se incluyen puertos de mar y poblaciones -

teriores para ellas.

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

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

De acuerdo con el catálogo "Hydrotherm", por ejemplo, sería una caldera Modelo MR-420-LP, con una entrega de calor de  $(420\ 000 \text{ Btu/h}) \times 0.8 = 336\ 000 \text{ Btu/h}$  al nivel del mar, o sean  $336\ 000 \times 0.252 = 84\ 672$  - - Kcal/h con 760 mm Hg de presión barométrica, y  $84\ 672 \times 585/760 = 65\ 175$  Kcal/h a 2240 m de altura sobre el nivel del mar ( 585 mm de mercurio de presión barométrica), y con consumo de gas L.P. de 9.32 Kg/hora de servicio.

e).- Caldera para un Hotel con 75 cuartos. Suponiendo un promedio de tres personas por cuarto:

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

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

$$\text{Modelo} = 4.6 \times 225 - 0.06 \times 5.000 = 735$$

Consultando el catálogo se usaría una caldera Modelo MR-750-LP, - con una entrega de calor de:

Esta caldera tiene una entrega de calor de  $750 \times 0.8 \times 252 \times 585/760 = 116\ 375$  Kcal/h.

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

Al corregir la capacidad de una caldera en proporción a la presión barométrica, aproximadamente hay que reducir el 1% por cada 100 m de altura sobre el nivel del mar, a menos que se conozca la presión barométrica (b)-

importantes situadas a menos de 300m de altitud.

Dado, por otra parte, que, como es bien sabido, Btu es la cantidad de calor necesario para elevar un grado Fahrenheit ( $5/9^{\circ}\text{C}$ ) la temperatura de una libra de agua (0.4536 Kg), y como la Kilocaloría es la cantidad de calor requerida para que se eleve un grado centígrado la temperatura de un Kilogramo de agua resulta que

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

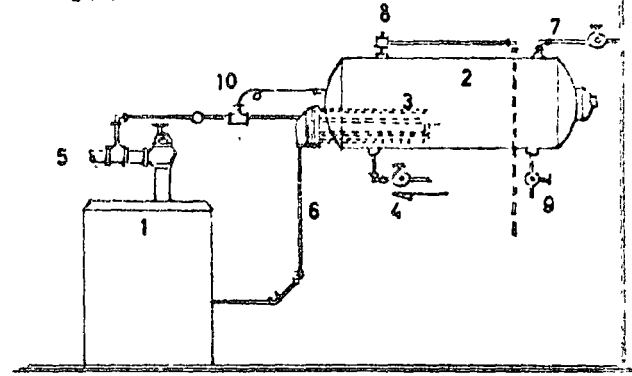
y entonces una caldera que tenga 80% de rendimiento y en la cual la combustión en el hogar produzca, por ejemplo, 100 000 Btu/h, al nivel del mar, tendrá una cantidad de calor de entrada de 25 200 Kcal/h y entregará  $25\ 200 \times .8 = 20\ 160$  Kcal/h al nivel del mar, como en Acapulco, y a cualquier otra altitud entregará  $(20 \times 160) \times (b/760)$  Kcal/h, de tal manera que en Aguascalientes, por ejemplo podrá entregar el 80.5% de 20 160 Kcal/h, o sean 16 230 Kilocalorías por hora. con las que podría calentar  $10^{\circ}\text{C}$  a  $60^{\circ}\text{C}$  unos 325 litros de agua por hora.

Tomado de un artículo del Ing. S.  
Zepeda, de la revista HIDROMECHANICA.

PRODUCCION DE AGUA CALIENTE A VAPOR

CRITERIO CLIFFOR STROCK 4-206

- 1.- CALDERA
- 2.- TANQUE DE AGUA CALIENTE
- 3.- ELEMENTO DE CALEFACCION
4. ENTRADA DE AGUA FRIA
- 5 ALIMENTACION DE VAPOR
6. RETORNO DE CONDENSADO
7. SALIDA DE AGUA CALIENTE
8. VALVULA DE ALIVIO
9. PURGA O DREN.
10. VALVULA TERMOSTATICA



COLUMNA 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TIPO DE EDIFICIO	CONSUMO MAXIMO HORARIO DE AGUA CALIENTE GALONES POR HORA												CONSUMO DIARIO MEDIO	DURACION DEL PEAK EN HORAS
	TINA	LAVAPLATOS	LAVA PIÉS	FREGADERO COCINA	LAVADERO	FREGADERO BARRA	LAVABO PRIVADO	LAVABO PUBLICO	LAVADERO	FREGADERA	VERTEDERO	DEMANDA MAXIMA POR HORA		
APARTAMENTOS	15	15	3	10	25	10	3	5	75	60	20	0.20	10	4
DORMITORIO	30	-	3	-	35	-	3	10	100	200	15	0.25	10	4
GIMNASIO	30	-	12	-	-	-	3	10	-	200	-	0.60	+	+
HOTEL	20	30	3	20	35	20	3	10	150	75	30	0.30	15	4
PLANTA IND.	30	30	12	20	-	-	3	15	-	200	20	0.70	+	+
EDIFICIO ALTO	-	-	-	-	-	-	3	10	-	150	20	0.20	7.5	3
OFICINAS	-	-	-	-	-	-	3	8	-	-	15	0.15	7.5	3
RESIDENCIA	15	15	3	10	25	10	3	-	75	50	15	0.30	10	4
Y. M. C. A.	30	30	12	20	30	20	3	10	100	200	20	0.30	+	+
RESTAURANT DYN.	BARATO			2 GAL. POR COMIDA				1.5 GAL. x C.			15	10		
RESTAURANT 2 COMIDAS	MEDIANO			LAVADO MANUAL	15 GAL. " " LAVADO				2.5 " " MAQ.			10	4	
RESTAURANT 1 COMIDA	CARO			1 GAL. " " MAQ.				4.5 " " MAQ.			5	3		
HOSPITAL	80 a 100 GALONES POR CAMA													
GARAGE	50 GALONES (a 50°C) POR CARRO LAVADO													

+ DEBE CALCULARSE INDIVIDUALMENTE

$C_m$  = CONSUMO MAXIMO HORARIO =  $\Sigma$  CONSUMOS TOTALES DE MUEBLES  
 $D$  = DEMANDA MAXIMA HORARIA =  $f_{13} C_m$   
 $C_D$  = CONSUMO MEDIO DIARIO =  $f_{14} D$   
 $q$  = CAPACIDAD DEL CALENTADOR =  $f C_D$   
 $Q$  = CAPACIDAD DEL TANQUE =  $\frac{4}{3} [H_p (D - q)]$   
 $H_p$  = DURACION DEL PEAK

$f = \begin{cases} \text{minima} & 5 \% \\ \text{media} & 7\frac{1}{2} \% \\ \text{generosa} & 10 \% \end{cases}$

continuo sumergido: 5%, 10%, 15%, 20%  
 intermitente calentado directamente: 10%, 15%, 20%

## CALENTADORES DE AGUA

## Vista interior del calentador

- 1 Boton para abrir el paso del gas al piloto
- 2 Quemador del piloto
- 3 Tornillo regulador del agua
- 4 Venturi
- 5 filtro de agua
- 7 Tornillo regulador del dispositivo de ignición
- 8 Entrada de agua fria
- 9 Entrada de gas
- 10 Salida de agua caliente

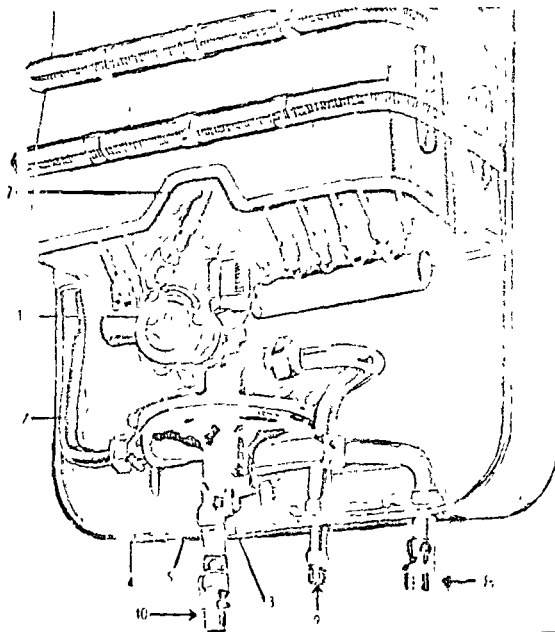


fig.13 CALIENTADOR DE PASO

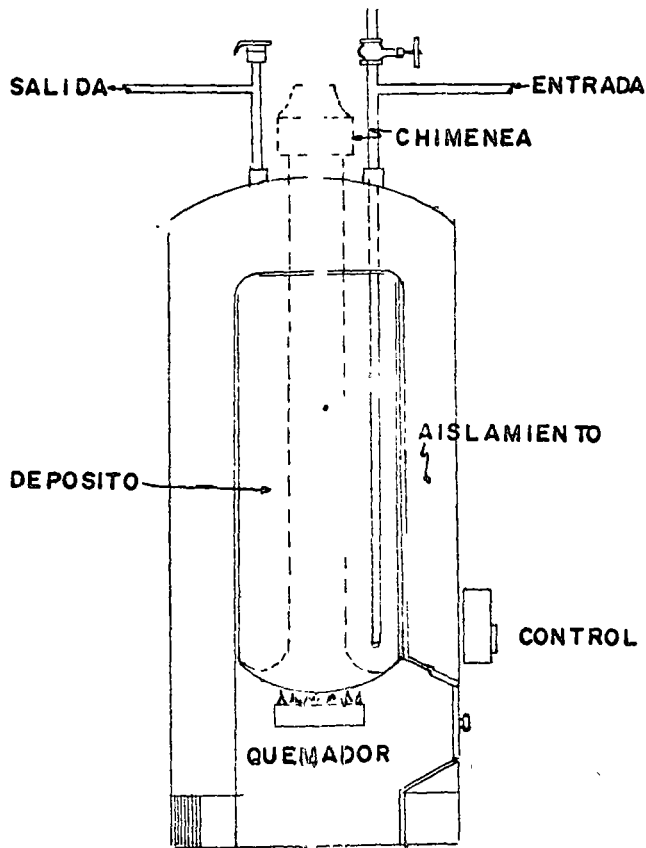
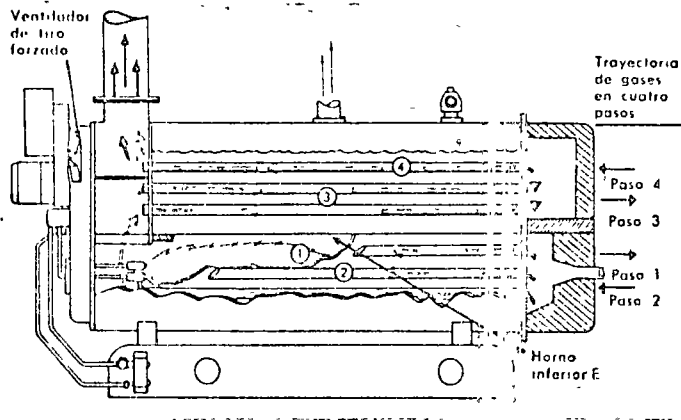


Fig. 14 .

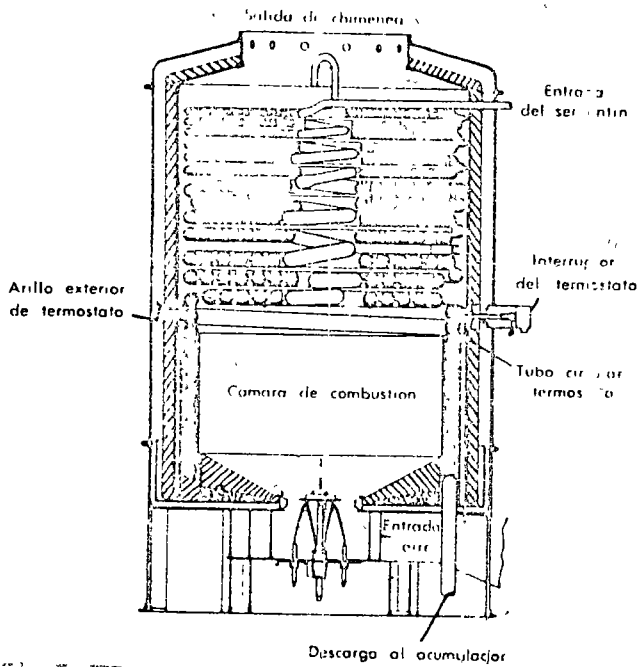
CALENTADOR DE ALMACENAMIENTO



# GENERADORES DE VAPOR (CALDERAS)



(fig. 15)  
de Tubos de humo



(fig. 16)  
de Tubos de agua

cubierta

serpentin

coraza

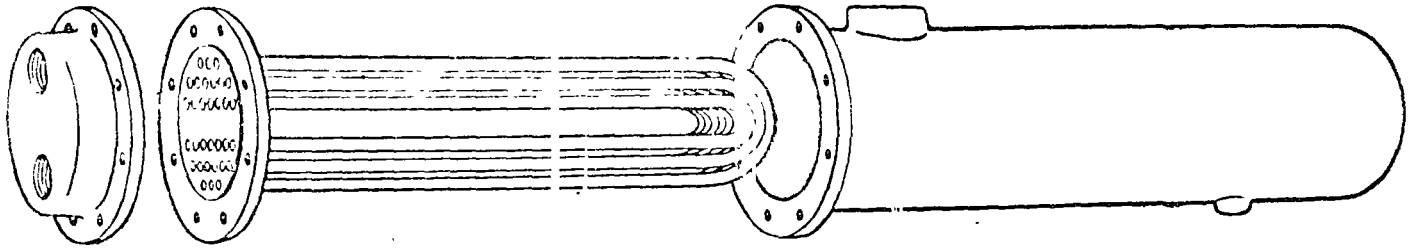


Fig. 17 INTERCAMBIADOR DE CALOR

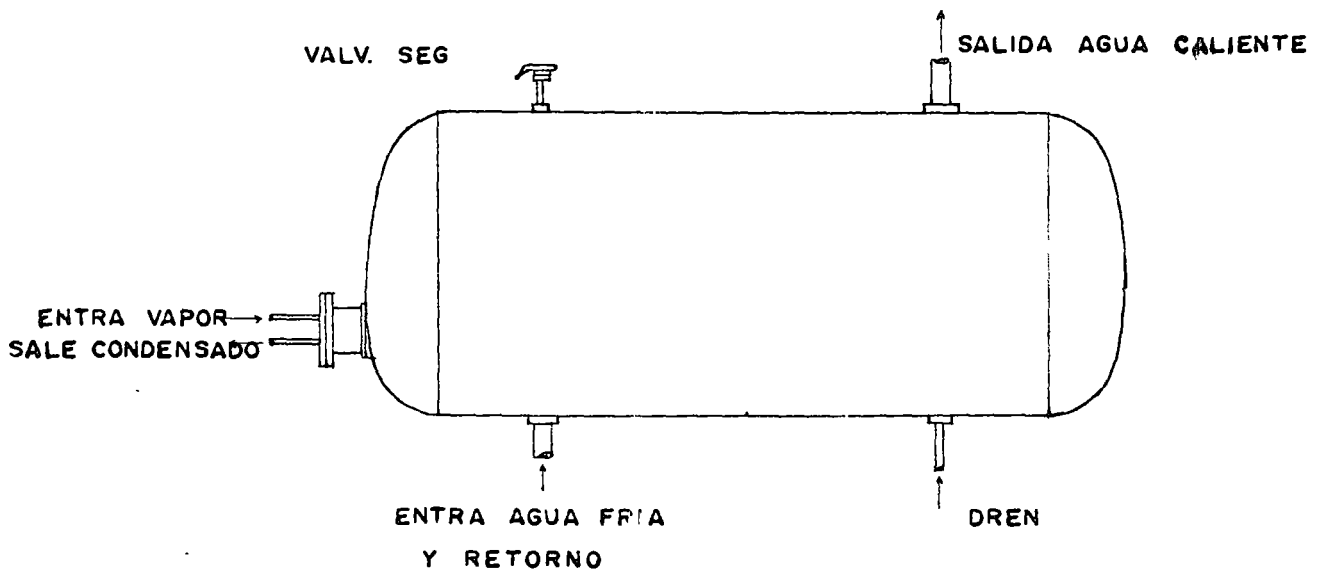


Fig. 18 TANQUE DE AGUA CALIENTE CON INTERCAMBIADOR DE CALOR

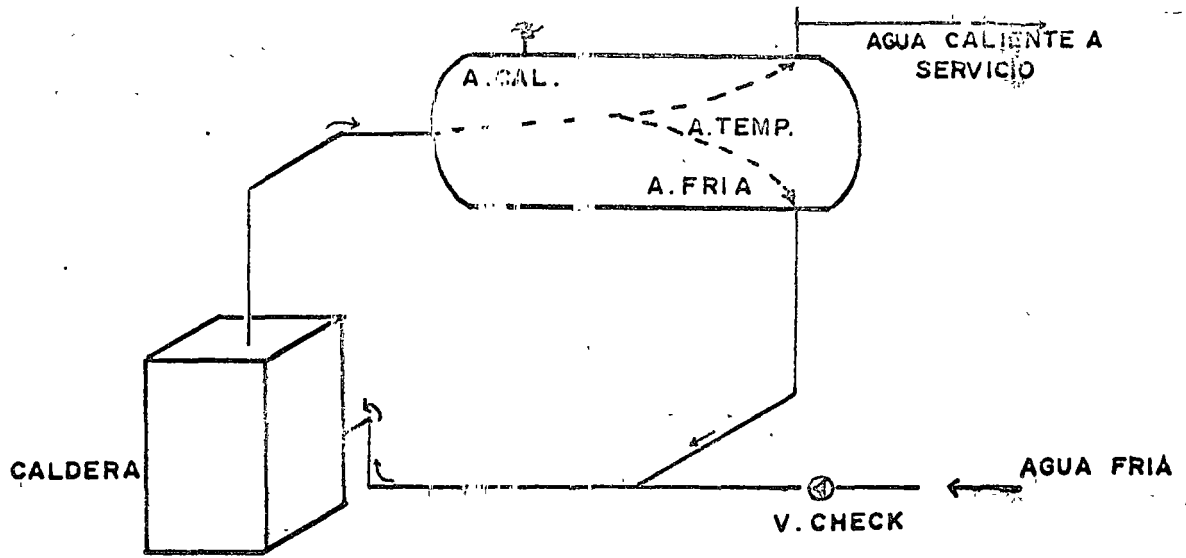


FIG. 19 CALDERA DE AGUA CALIENTE CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

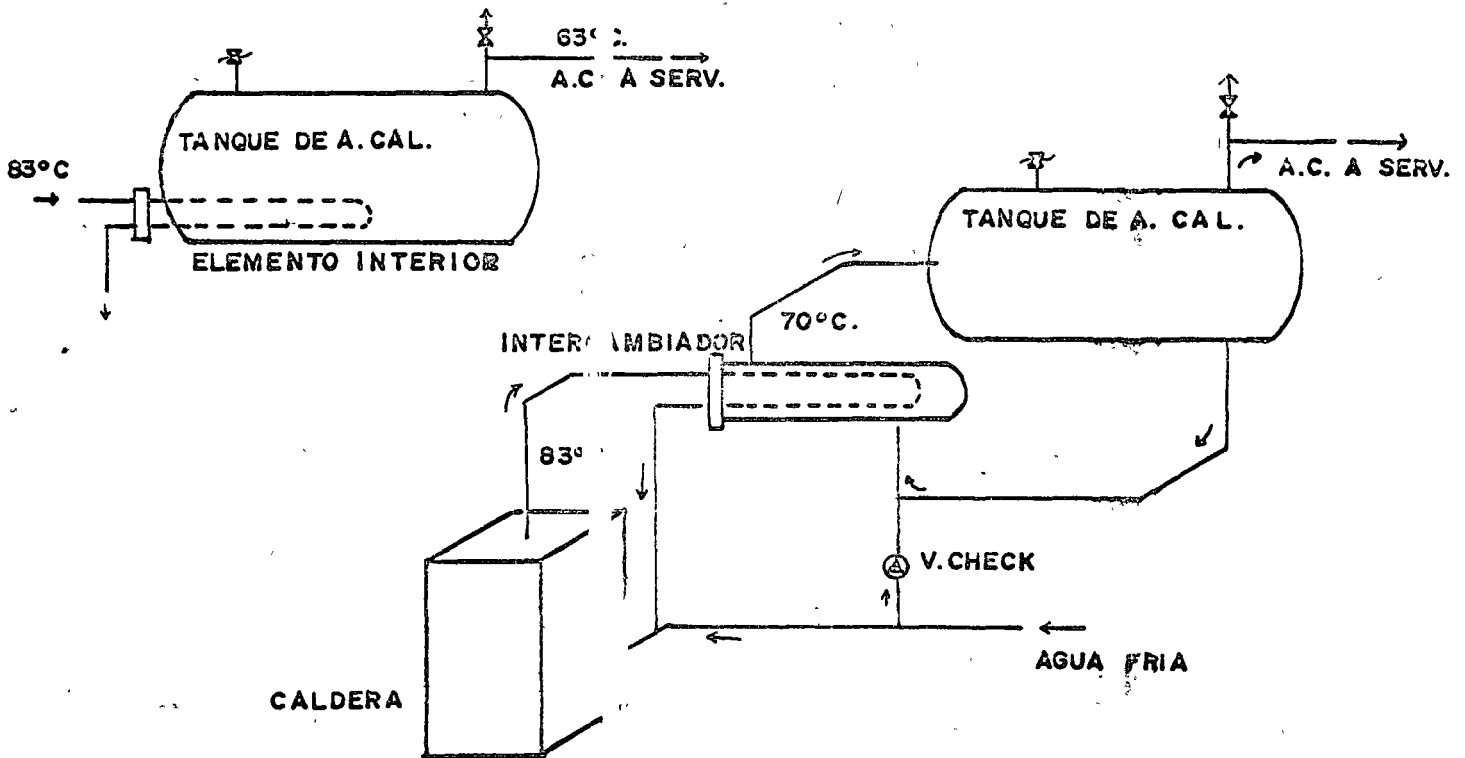


FIG. 20 CALDERA DE AGUA CALIENTE CON INTERCAMBIADOR DE CALOR TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y RETORNO  
DE AGUA CALIENTE

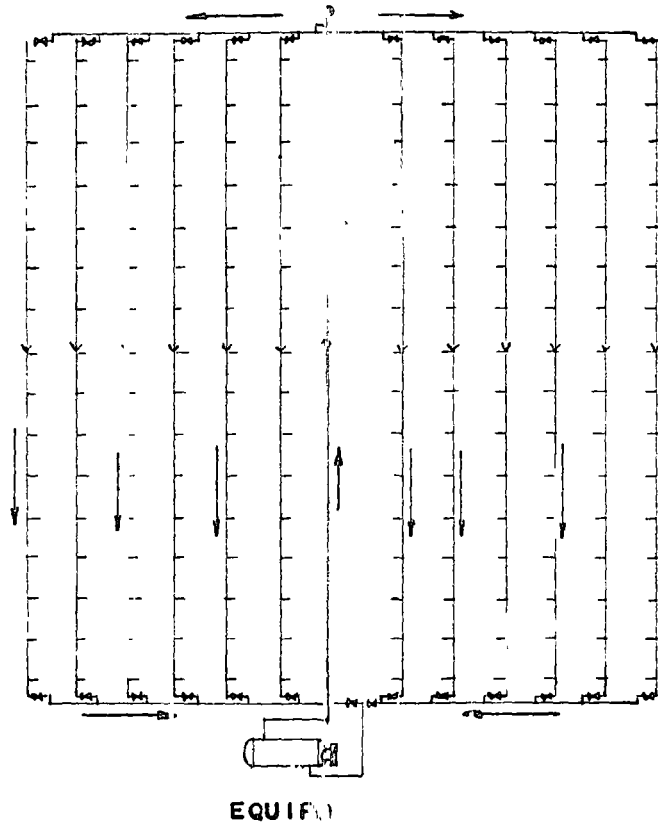


Fig. 21  
A- RETORNO DIRECTO

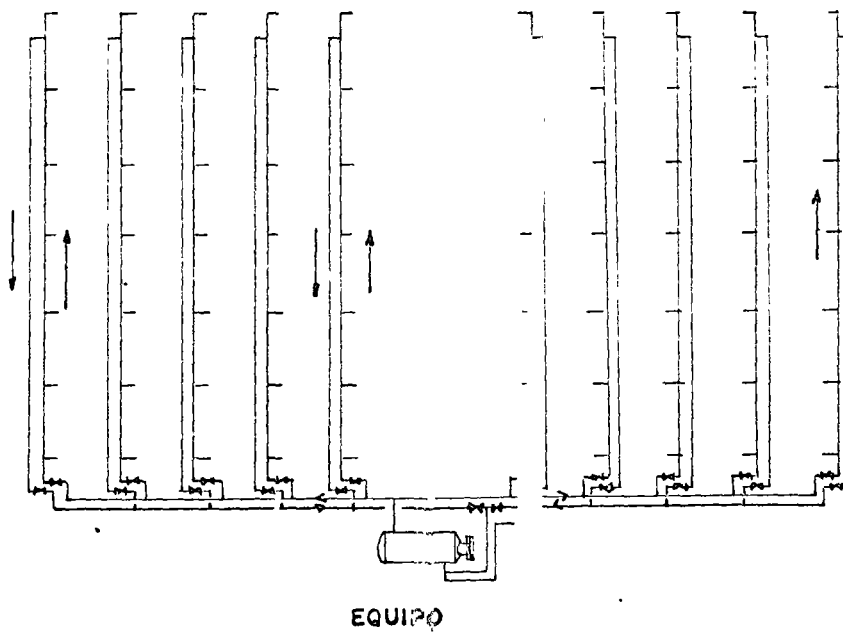


Fig. 22  
B- RETORNO MUTIPL.

# JUNTAS DE DILATACION

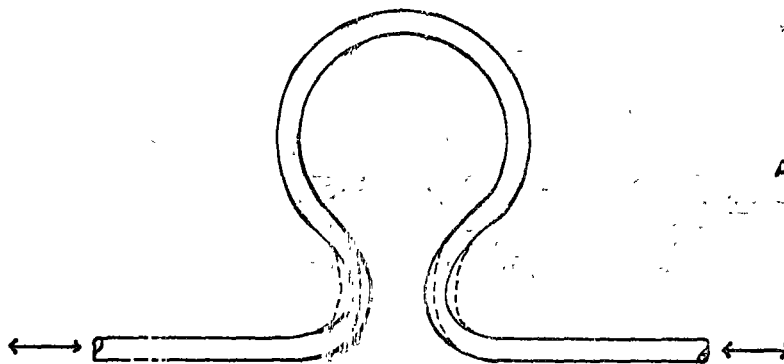


Fig. 23  
A.- CON TUBERIA

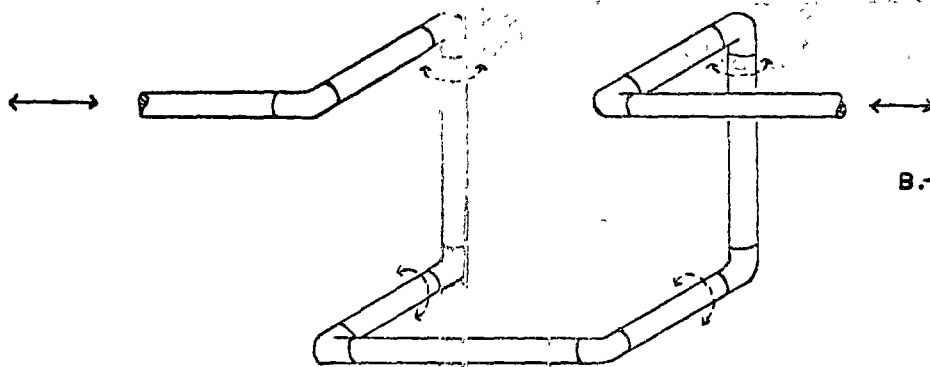
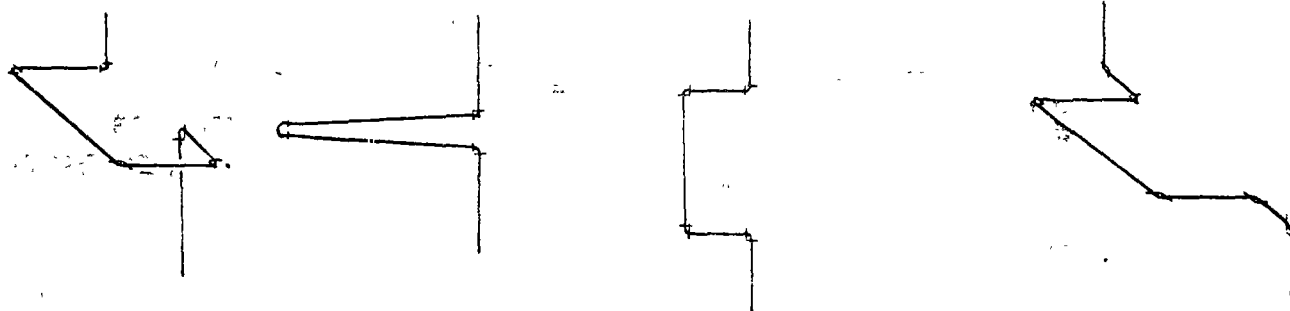


Fig. 24  
B.- CON CONEXIONES



JUNTAS DE DILATACION

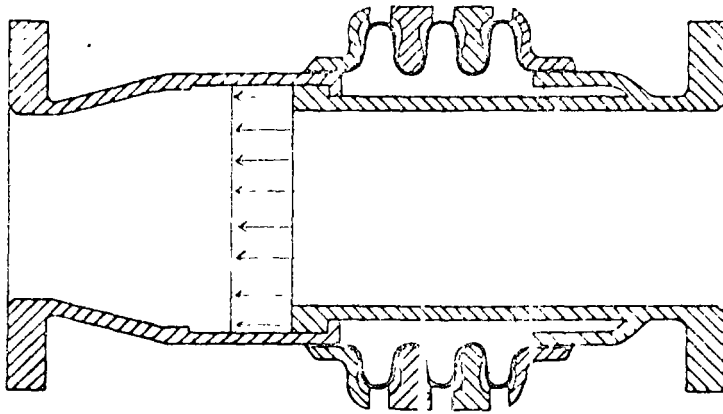


Fig. 25  
C.-CORRUGADA

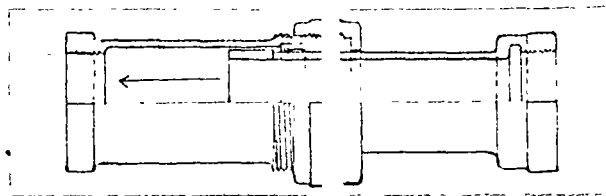
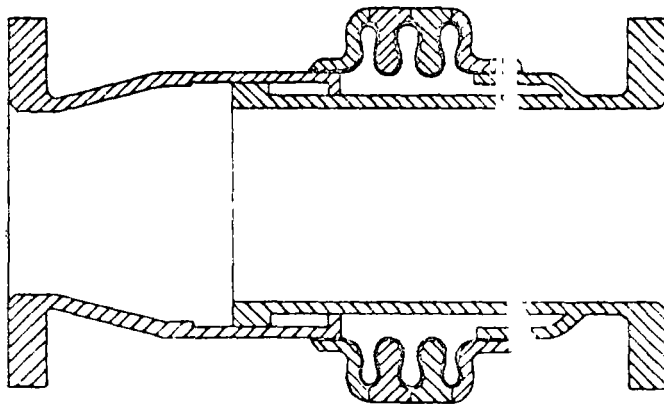


Fig. 26  
D.-TELESCOPICA

## INSTALACIONES SANITARIAS.

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

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

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

La capacidad de los ramaleos horizontales quedan mostrados en la —  
( /Tabla No. 12)  
tabla anexa y la pendiente mínima, en la zona de sanitarios es 2% en — diámetros menores de 100mm y de 1% para diámetro de 100mm o mayores.

En este tipo de instalación, está prohibido el uso de quiebres a 90° — en el plano horizontal, debiendo ser a 45°. En los cambios de vertical a horizontal si se permite el uso de piezas a 90°

./.

## Bajadas de aguas negras.-

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

Cabe hacer notar que no debe limitarse la altura de las columnas por temor al aumento de velocidad del agua. En los edificios altos, la máxima velocidad de caída es adquirida al llegar al tercer nivel, de acuerdo con la aceleración de  $9.81 \text{ m/seg.}^2$ , pero posteriormente el razonamiento con las paredes de la tubería que es una fuerza opuesta impide que aumente. El poner un obstáculo o quiebre en la bajada, perjudica la instalación por provocar presiones y depresiones en el aire de la propia columna. (ver Pag. 4-8)

Los diámetros de las bajadas de aguas negras están en función tanto de las unidades de descarga que reciben, como por el número de intervalos con que las reciben, siendo el punto crítico los edificios de tres niveles, por la razón expuesta anteriormente pero aumentando su capacidad receptora; si hay más niveles que descarguen en ella, ya que disminuye el factor de simultaneidad de descarga. (ver tabla No. 14)

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

En el pié de la bajada debe aumentarse el diámetro del colector, para evitar que en este punto se acumule el agua que descarga, evitando la fluidez. (ver tabla No. 13)

\* Ver hoja anexa.



### Zonificación.-

Para evitar diámetros excesivos en las bajadas de los edificios muy altos, se dividen en zonas de 10 a 15 plantas y se ponen bajadas independientes a cada zona, dependiendo del espacio disponible en el ducto arquitectónico.

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

### Colectores de concreto.-

Al construir los albañales de concreto, hay que tener cuidado de que en los registros no se haga la media caña sino una vez terminada la obra, dejando el tubo corrido durante su proceso para evitar que entren materias extrañas (arena, tabique, cascajo, palos, etc.), que posteriormente ocasionan serias obstrucciones. Terminada la obra, se rompe la clave y se hace la media caña, teniendo cuidado que la altura de ésta sea igual al diámetro del tubo. (fig. 28).

### Obturación hidráulica aprovechando registros de mampostería.-

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

En este caso, al registro se le adapta un codo invertido que forma un sello automático con el nivel del registro. (fig. 29)

....

#### VENTILACION DE LAS BAJADAS DE AGUAS NEGRAS.

Toda bajada de aguas negras debe prolongarse en su parte superior hasta salir de la construcción, con tubería del mismo diámetro que la bajada, nunca debe reducirse.

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

#### SISTEMA DE DOBLE VENTILACION.

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

Esta ruptura puede presentarse también por la expulsión al exterior del agua del obturador.

Por lo tanto, la doble ventilación evita los siguientes casos.

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

.....

Se requiere por lo tanto ventilar cada uno de los obturadores del sistema o sus líneas, de tal manera que las contrapresiones se alivien por dicha ventilación y las depresiones se satisfagan por el mismo conducto. Las longitudes y diámetros de los conductos de doble ventilación y se llama doble, dado que el sistema de bajadas y colector deben tener su propia ventilación, deben ser tales que permitan el paso del aire necesario para equilibrar las presiones interiores del sistema (fig.(27)).

El sistema de doble ventilación debe ser construido de tal manera que cualquier escurrimiento que haya dentro de él, concurra al albañal. Los diámetros recomendados están en función de la longitud de las tuberías y figuran en la tabla anexa. (ver tabla No. 15)

#### SISTEMA PLUVIAL.

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

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

En la tabla que se presenta, de la Ciudad de México, en un periodo de 49 años, la precipitación pluvial rebasó los 100mm/hora, en 46 años; la presión pluvial de 150mm/hora fué rebasada en 12 años y la de 200mm por hora en cinco años. (ver tabla No. 7)

.....

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

Se hace la aclaración que no vale la pena sobrepasar este límite, si se tiene en cuenta que el cálculo de los conductos verticales, se hace para manejar un gasto equivalente a un cuarto de tubo y no a tubo lleno, consecuentemente se deduce que en una precipitación mayor, su capacidad no se ve afectada. (ver tabla No. 9)

Las bajadas pluviales se diseñan por lo tanto, de acuerdo con el área que reciben y generalmente no deben quedar a más de 20mts. de separación, para evitar fuertes rellenos en las azoteas, ya que la pendiente recomendable en estas es del 2% con un mínimo de 1.5%.

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

Los albañales de aguas pluviales pueden trabajar a tubo lleno, pero hay que tener mucho cuidado que las pérdidas de fricción no sean tan fuertes que la pendiente hidráulica sea tal que pueda hacer subir el agua dentro de la columna y provoque un aumento de presión, dentro del albañal que en muchos casos pueda aflorar por los registros, levantando la tapa de éstos. La capacidad de los albañales con 1% de pendiente figuran en la tabla anexa. Para otras pendientes expresadas en por ciento, la velocidad, el gasto y las superficies desaguadas se obtienen multiplicando los valores de la-

tabla por la raíz cuadrada de la pendiente en %. (ver tabla No. 10)

Se hace notar que aunque los conductos verticales de aguas negras no deben combinarse con las aguas pluviales, los albañales si pueden conjuntar los dos servicios. ( ver hojas de desagües combinados ).(pag 4-9)

Una observación de importancia en que en las superficies de terrazas de los grandes edificios, hay que tener en cuenta los escurrimientos ocasionados por la lluvia sobre las fachadas de la construcción, dado que en muchos casos la fuerza del viento hace que la lluvia caiga sobre -- ellas con ángulos de 30°, 45° y hasta 60°, por lo que las bajadas de -- las terrazas recibirán un incremento de mucha consideración, que de no ser previsto provocará serios transtornos.

Para 30° se toma como área de captación de lluvia el 50% de la superficie de la fachada correspondiente (  $\text{seno } 30^\circ = 0.5$  ), en tanto que para 45° y 60° respecto a la vertical, habrá que tomar 70.7% y 86.6% respectivamente.

$$Q = v A \quad A = \frac{Q}{v} \quad R = \frac{A}{\pi D} = \frac{Q}{\pi D v}$$

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad S = 1 \quad n = 0.010$$

$$\sqrt[5]{\frac{1}{0.010}} \frac{Q^{2/3}}{\pi^{2/3} D^{2/3} v^{2/3}} = 100 \frac{Q^{2/3}}{\pi^{2/3} D^{2/3}}$$

$$v = 100^{3/5} \frac{Q^{2/5}}{\pi^{2/5} D^{2/5}} = 10 \left( \frac{Q}{D} \right)^{0.4}$$

como:

$$Q [m^3/s]; v [m/s]; A [m^2]; R [m]; S [m/m]$$

en un ejemplo:

$$D = 100 \text{ mm}$$

$$Q = 6.662 \text{ L/seg}$$

$$v = 10 \left( \frac{6.662}{100} \right)^{0.4} = 3.393 \text{ m/seg}$$

Este caso corresponde a una bajada en la que el area ocupada por el flujo del agua descendente es  $\frac{1}{4}$  del area del círculo.

DESAGUES COMBINADOS

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

Para una intensidad de precipitación (  $i$  )

en mm/h y una superficie desaguada (  $S$  )

en m<sup>2</sup>, el gasto pluvial es:

$$Q_p = \frac{Si}{3.600} \text{ (L/seg)}$$

El gasto adicional de aguas negras nunca se toma menor de 2.5 L/seg.

(descargada de un excusado ), al aplicar la fórmula empírica:

$$Q = \frac{\sum Ud}{100} \text{ (L/seg)}$$

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

$$Q_T = \frac{Si}{3.600} + \frac{\sum Ud}{100} \text{ (L/seg)}$$

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

## CONDUCCION ADECUADA DE LAS AGUAS PLUVIALES

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

Ha sido costumbre inveterada, de numerosos constructores, considerar una bajada pluvial de 10cm de diámetro por cada 100m<sup>2</sup> de azotea. Examinamos la validez de esta regla tradicional, la que, entre paréntesis, no está fundada en la capacidad hidráulica de la bajada, sino en la conveniencia de evitar grandes rellenos en las azoteas, al dar a éstas las pendientes necesarias para el escurrimiento del agua de lluvia hacia las bajadas.

En un tubo vertical, parcialmente lleno, el agua desciende adheriéndose a la pared interior, de tal manera que el líquido forma un cilindro hueco de diámetro exterior igual al diámetro interior del conducto. Así, por ejemplo, para un tubo vertical de 15cm de diámetro interior, por el que baja el agua, llenando la cuarta parte de la sección interior del tubo, el hueco de 13cm. de diámetro, por lo que el espesor del anillo de agua adherido a la pared interior del tubo es de apenas un centímetro, o sea de un 15% del diámetro. En general, si el agua llena la  $n$ -ésima parte del tubo, de diámetro interior ( $D$ ) fig. 1, el espesor ( $E$ ) de la lámina de agua adherida a la pared interior es:

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



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

$$E = \frac{150}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{4-1}{4}} \right) = 75 ( 1 - 0.866 )$$

$$= 75 \times 0.134 = 10 \text{ mm}$$

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

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

Conviene decir, de paso, que, según la experiencia, las bajadas pluviales no deben llenarse a más de una tercera parte, como se comprobará más adelante, y que en estas condiciones el espesor de la lámina de agua en la bajada es el 9.175% del diámetro o sea de poco más de 9mm en una bajada de 10cm. de diámetro.

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

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

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

$$S = 1.00$$

Al aplicar la fórmula de Manning.

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

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

$$V = 100 R^{2/3} \quad (3)$$

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

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

Para una bajada de 10 cm de diámetro, llena a la cuarta parte, el radio hidráulico, según la ecuación es:

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

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

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

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

obtenemos el gasto:

$$Q = 33.93 \frac{\text{dm}}{\text{seg}} \times 0.19635 \text{ dm}^2 = 6.662 \text{ lit/seg.}$$

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

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

\*

Por ende, hay lugares, como la Ciudad de México, en los que se presentan aguaceros mucho más intensos. En el Distrito Federal han llegado a registrarse hasta 20 mm en 5 minutos, o sean 240mm/h, pero el promedio de los aguaceros máximos anuales es cercano a los 150mm/h. Tomando como base de cálculo esta última intensidad para el Distrito Federal, cada 24 m<sup>2</sup> de azotea — aportan un litro por segundo y entonces la bajada de 10cm puede desaguar, — llena a la cuarta parte,

$$.66 \times 24 = 160 \text{ m}^2 \text{ de azotea.}$$

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

Para el caso de edificios altos con exteriores de vidrio, de metal o de — otros materiales impermeables, hay que tomar en cuenta el agua pluvial que — escurre de una fachada considerando que la lluvia cae con una inclinación — de 30° respecto de la vertical, por lo cual el agua captada es la mitad de — la que captaría una azotea de igual superficie que la fachada, ya que el co — seno de 30° vale 0.50.

El artículo 27 del Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios — prescribe que "Por cada 100 m<sup>2</sup> de azotea o de proyección horizontal en te — chos inclinados, se instalará por lo menos un tubo de bajada pluvial de 7.5

cm. de diámetro o uno de área equivalente al tubo circular ya especificado. Para desaguar marquesinas, se permitirá instalar bajadas pluviales con diámetro mínimo de 5 cm o de una área equivalente, para superficies hasta de 25 m<sup>2</sup> como máximo".

Según el Reglamento, un tubo de bajada de 75 mm de diámetro puede desaguar 100 m<sup>2</sup> de azotea, o sea que debe conducir un gasto de 4.167 litros por segundo en un aguacero de 150mm/h de intensidad, ya que el agua llovería en esa área a razón de 150 x 100 = 15,000 litros en 3,600 segundos que tiene la hora.

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

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

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

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

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

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

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

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

Al aplicar la ecuación (6) a las bajadas de 75 y 50mm mencionadas en el re-

glamento, resulta que en aguaceros de 150 mm/h, y desaguando 100 y 25 m<sup>2</sup> de azotea, respectivamente, la bajada de 75mm estará ocupada en su función

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

o sea que el anillo de agua será el 29.9% de la sección del tubo de 75mm (por lo menos de una tercera parte), y la bajada de 50mm tendrá ocupada una fracción

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1.8} \times 1.042 \times 0.6}{3.1416 \times 0.6 \times 50 \times 1.6} = 0.2489$$

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

En igual forma se puede saber que durante el peor aguacero, de 240 mm/h de intensidad, la bajada de 75mm con 100 m<sup>2</sup> de azotea se llenará en un 39.6% y la de 50mm con 25 m<sup>2</sup> de área desaguada bajará al 33.0%

Se ve que la bajada de 50mm para 25 m<sup>2</sup> de azotea tiene la capacidad adecuada, ya que con la precipitación media máxima anual en el Distrito Federal trabaja llena a la cuarta parte, y bajo el aguacero peor se llena a la tercera parte. En cambio, la de 75mm para 100m<sup>2</sup> de azotea está sobrecargada — proporcionalmente un 20%, puesto que en vez de llenarse el 25% con el aguacero medio máximo, se llena casi al 30%, y bajo la peor precipitación, en vez de llenarse al 33%, se llena casi al 40%.

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

Conviene aclarar, de paso, que una bajada pluvial llena a la cuarta parte, conectada a una punta de albañal del mismo diámetro y al 2% de pendiente, hace que la punta del albañal se llene totalmente, como se comprobará al tratar acerca de albañales. A la luz de esta aclaración y de la conclusión que la precede, podemos darnos cuenta de como trabajan las bajadas pluviales señaladas en la norma ASA A40.8 ( American Standard National Plumbing Code o Norma Nacional Reglamentaria para Plomeria en los E.E.U.U. ) expedida por la Asociación Norteamericana de Normas ( American Standards Association ) en 1955. En esta norma, todas las bajadas tienen asigracas superficies de azotea proporcionales a su capacidad respectiva e inversamente proporcionales a la intensidad de la lluvia. Así, por ejemplo, una bajada de 4" (101.6mm) puede desaguar, según la norma norteamericana, una superficie de 285 m<sup>2</sup> ( 3,070 pies cuadrados ) con una intensidad de lluvia de 152.4 milímetros por hora ( 6 pulgadas por hora ), ó 427 m<sup>2</sup> ( 4,600 pies cuadrados ) con 101.6 mm/h ( 4 pulgadas por hora ). En estas condiciones la bajada debe conducir un gasto de 12 litros por segundo y se llena al 35%; pero con el aguacero 60% más intenso, la bajada se llena al 46%, excediendo en mucho del 25% y del 33% recomendables. Igual ocurre con una bajada de 2" (50.8 mm) la que, según el artículo 13.6.1. de la norma americana, puede desaguar 40.59 m<sup>2</sup> (480 pies cuadrados) bajo una lluvia de 152.4 mm/h ( 6" por hora ). En efecto, como 6" equivalen a medio pie, la bajada recibe un caudal de 480 x 0.5 = 240 pies cúbicos por hora, o sea 1/15 de pie cúbico por segundo, y como el pie mide 3.048 decímetros, un pie cubico tiene 3.048<sup>3</sup> = 28.317 litros, por lo que el gasto de la bajada es de 28.317/15 = 1.888 litros por segundo, y el agua ocupará en la bajada según la ecuación (8), la fracción

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1.8} \times 1.888^{0.6}}{3.1416^{0.6} \times 50.8^{1.6}} = 0.3467 = 3.5 \%$$

y con aguaceros 1.6 veces mas intensos,

$$\frac{1}{N} = 0.3467 \times 1.6^{0.6} = 0.45966 = 4.6 \%$$

Por lo que respecta al empleo de bajadas cuadradas o rectangulares, en su sustitución de las redondas, hay discrepancia entre el Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios y la Norma Norteamericana para Plomería, pues en tanto que nuestro reglamento pide que las bajadas rectangulares tengan la misma área de succión que la redonda, la norma americana indica que el diámetro del círculo inscrito en la rectangular es el de la bajada redonda equivalente. Ambas equivalencias son falsas, ya que un conducto rectangular de lados (a) y (b) y con área igual a la de un tubo redondo tiene un radio hidráulico menor que el redondo, puesto que el perímetro de contacto del rectangular es  $2(a+b)$ , mayor que el perímetro  $(3.1416D)$  del circular. Así por ejemplo una sección rectangular de 6 cm x 13 cm es aproximadamente igual a la de un tubo de 10cm. La sección rectangular es  $6 \times 13 = 78 \text{ cm}^2$  y la del redondo  $3.1416 \times 10^2/4 = 78.54 \text{ cm}^2$ , pero el radio hidráulico del primero es  $78/(2(6+13)) = 78/38 = 2.052 \text{ cm}$ , si va lleno, ó  $20.52/4 = 5.13 \text{ mm}$  si el agua ocupa la cuarta parte, en tanto que el radio hidráulico del tubo lleno a la cuarta parte es  $100 \text{ mm}/4 \times 4 = 6.25 \text{ mm}$ , y por lo consiguiente, el agua corre más aprisa por el redondo que por el rectangular, dando mayor velocidad en la proporción de  $(6.25/5.13)^{2/3} = 1.14$  y mayor gasto en la proporción  $78.54 \times 1.14/78 = 1.15$  o sea un 15% más de caudal en la bajada redonda que en la rectangular de igual área aproximadamente.

En cuanto al criterio americano, consistente en tomar como equivalente el -

diámetro del círculo inscrito en un conducto rectangular, es absurdo, puesto que lo mismo se puede inscribir un círculo de 10 cm en un conducto de 10cm x 10cm, que en uno de 10cm x 20cm, o de 10cm x 30cm.

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

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

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

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

o sean 10 cm, con diferencia de menos de  $\frac{1}{4}$  de milímetro.

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

$$ab = D^2 \tag{8}$$

$$\text{y entonces } b = D^2/a \tag{9}$$

de modo que una bajada de 4 cm x 14 cm = 56 cm<sup>2</sup> puede sustituir a una redonda de 7.5, pues 7.5x7.5 = 56.25 cm<sup>2</sup>, o una de 5cm x 20cm suple a una de 10cm de diámetro, porque 5x20 = 10x10.

Diámetro de la bajada	Intensidad media máxima anual del lugar, para aguaceros de 5 minutos, expresada en mm/h				
	75mm/h	100mm/h	125mm/h	150mm/h	200mm/h
50mm	50 m <sup>2</sup>	38 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>
63mm	91	68	55	46	34
75mm	148	111	89	74	56
100mm	320	240	192	160	120
125mm	550	435	348	290	217
150mm	943	707	566	471	354
200mm	2030	1523	1218	1015	761



Tabla No. 7

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

1923	103.2	1935	120.0	1947	147.6	1959	240.0
1924	117.6	1936	120.0	1948	240.0	1960	102.0
1925	103.0	1937	169.2	1949	120.0	1961	90.0
1926	12.2	1938	126.0	1950	156.0	1962	132.0
1927	117.6	1939	124.8	1951	120.0	1963	108.0
1928	204.0	1940	108.0	1952	114.0	1964	162.0
1929	126.0	1941	102.0	1953	150.0	1965	189.6
1930	96.0	1942	120.0	1954	132.0	1966	120.0
1931	126.4	1943	123.6	1955	186.0	1967	150.0
1932	132.0	1944	144.0	1956	120.0	1968	255.6
1933	122.4	1945	138.0	1957	120.0	1969	120.0
1934	100.8	1946	211.2	1958	96.0	1970	126.0

Hasta el 23 de Julio de 1971 174.0

Tabla No. 8

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

AÑO	5 min.	10 min.	30min.	60min.	L/m2 en 24 horas
1948	240.0	124.8	60.0	38.5	41.0
1949	120.0	63.0	33.0	18.5	26.7
1950	156.0	126.0	47.0	43.3	80.5
1951	120.0	105.0	55.0	35.2	46.3
1952	114.0	60.0	40.0	26.6	41.1
1953	150.0	93.0	45.0	26.8	34.3
1954	132.0	102.0	39.8	23.0	41.1
1955	186.0	120.0	53.0	57.0	66.4
1956	120.0	90.0	51.0	26.3	30.4
1957	120.0	60.0	35.0	26.9	27.9
1958	96.0	75.0	51.4	26.7	39.5
1959	240.0	169.2	66.0	33.6	36.2
1960	102.0	96.0	58.8	40.2	47.8
1961	90.0	88.8	57.2	31.5	40.9
1962	132.0	90.0	56.8	38.2	53.5
1963	108.0	102.0	50.8	26.0	45.7
Promedio	109	98	50	32	44 L/m2

NOTA.- Adoptando para proyectar desagües pluviales, a escala arquitectónica, una intensidad de 150mm/h para los primeros 5 minutos de aguacero, y designando por (t), en minutos, la duración de la lluvia, la intensidad (i), en mm/h, para la Ciudad de México, puede obtenerse mediante la fórmula:

$$i = \frac{3000}{15 + t} \text{ (mm/h)}$$

Tabla No. 9  
 SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES  
 LLENAS A LA CUARTA PARTE

Diámetro de la bajada.	Intensidad máxima considerada en el sur para aguaceros de 5 minutos				
	75mm/h	100mm/h	125mm/h	150mm/h	200mm/h
50mm	50 m <sup>2</sup>	38 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>
63	91	68	55	46	34
75	148	111	89	74	56
100	320	240	192	160	120
125	580	435	348	290	217
150	943	707	566	471	354
200	2030	1523	1218	1015	761

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

Tabla No. 10) DESAGUES A TUBO LLENO Y AL 1% DE PENDIENTE

Diámetro mm	Velocidad m/seg.	Gasto en L/seg.	Superficie desaguada en m <sup>2</sup> a 150 mm/h	Superficie desaguada en m <sup>2</sup> a 100 mm/h
100	0.570	4.477	107	161
150	0.747	13.199	317	475
200	0.905	28.425	682	1 023
250	1.050	51.539	1 237	1 855
300	1.186	83.807	2 011	3 017
375	1.376	151.95	3 647	5 470
450	1.554	247.09	5 930	8 895
600	1.882	532.14	12 771	19 157
750	2.184	964.84	23 156	34 734
900	2.466	1569.9	37 654	56 482
1050	2.733	2366.6	56 799	85 199
1200	2.988	3378.9	81 094	121 640
1500	3.467	6126.4	147 032	220 549

NOTA.- Para otras pendientes, expresadas en tanto por ciento, la velocidad, el gasto y las superficies desaguadas se obtienen -- multiplicando los valores de la tabla por la raíz cuadrada de la pendiente en %.

Tabla No. 11

D METROS MINIMOS RECOMENDADOS EN LOS DESAGUES Y CARGAS DE  
DIFERENTES MUEBLES SANITARIOS.

Tipos de mueble sanitario	Desagüe mínimo	Unidad de desagüe
Baño con excusado de tanque, lavabo y tina o regadera	75 mm.	6 Ud.
Baño con excusado de fluxómetro lavabo y tina o regadera.	75 mm	8 Ud.
Bebedero	25	0.5
Bidet (supuesto) 40 mm		3
Coladera de piso en baño o sanitario.	50	1
Excusado de tanque	75	4
Excusado de fluxómetro	75	8
Fregadero doméstico	40	2
Fregadero doméstico con triturador	40	3
Fregadero para ollas y trastos	40	4
Lavabo con tapón chico	32	1
Lavabo con tapón grande	40	2
Lavabos corridos múltiples, por = (supuesto) 40 cada juego de llaves.		2
Lavabo dental	32	1
Lavabo para cirujanos	40	2
Lavabo para peluquería o salón de belleza,	40	2
Lavadora de platos doméstica.	40	2
Lavadora con pileta	32	1
Lavadora o pileta	25	1
Regadera doméstica	50	2
Regadera múltiples por cada uno	50	3
Sillón dental o escupidera	32	1
Tina con o sin regadera		
con desagüe de	40	2
" " "	50	3
Urinario de colgar	40	4
" de pedestal (sup. )	75	8
" de piso	50	4
" corrido por cada 60cm (sup. )	40	2
Vertedero con fluxómetro (hospital)	75	8
" de aseo	75	3
" de aseo con sifón "P"	50	2
" de cirugía.	40	3
Descarga continua o intermitente de bombas vectoras, equipo de clima o similares con Q en L/S	25 mm	32Q

Tipos de muebles sanitario					Desagüe mínimo	Unidad de desagüe
Desagües no	clasificados de:				32	
" "	" "	" "	" "	" "	40	
" "	" "	" "	" "	" "	50	
" "	" "	" "	" "	" "	60	
" "	" "	" "	" "	" "	75	
" "	" "	" "	" "	" "	100	

Tabla No. 12

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

DIAMETRO DE RAMAL		MUEBLES EN UNA MISMA PLANTA	MUEBLES DIRECTOS AL ALBAÑAL.
1 1/4"	32mm	1 ud	1 ud
1 1/2"	40mm	2	3
2 "	50	6	6
2 1/2 "	50	9	12
3"	75	16	20
4"	75	90	160
5"	75	200	360
6"	75	350	620
8"	75	600	1400
10"	75	1000	2500
12"	75	1500	3900
16"	75	—	7000

Tabla No.13 CAPACIDAD MAXIMA (Ud) PARA ALBAÑALES Y RAMALES DE ALBAÑAL PARA DIVERSAS PENDIENTES.

DIAMETRO	0.5%	1%	2%	4%
1 ¼" 32mm	—	—	1 Ud	1 Ud
1 ½" 40	—	—	3	3
2" 50	—	—	21	26
2 ½" 60	—	—	24	31
3" 75	—	20 Ud	27	36
4" 100	—	180	216	250
5" 125	—	360	480	575
6" 150	—	720	840	1000
8" 200	1400 Ud	1600	1920	2300
10" 250	2500	2900	3500	4200
12" 300	3900	4600	5600	6700
15" 375	7000	8300	10000	12000

Tabla No. 14 CAPACIDAD TOTAL MAXIMA DE COLUMNAS DE DESAGUE ( en Ud ).

DIAMETRO	CON DESAGUE EN 3 NIVELES	CON DESAGUE + EN 3 NIVELES
32 mm 1¼"	2 Ud	2 Ud
40 mm 1½"	4	8
50 mm 2"	10	24
60 2½"	20	42
75 3"	30	60
100 4"	240	500
125 5"	540	1100
150 6"	960	1900
200 8"	2200	3600
250 10"	3800	5600
300 12"	6000	8400

Tabla No. 15  
 TABLA DE CAPACIDADES DE LAS COLUMNAS  
 DE DOBLE VENTILACION.

COLUMNA DESAGUE $\phi$	Ud conect	C.D.V. $\phi$ 32	C.D.V. $\phi$ 40	C.D.V. $\phi$ 50	C.D.V. $\phi$ 60	C.D.V. $\phi$ 75	C.D.V. $\phi$ 100	C.C.V. $\phi$ 125	CDV $\phi$ 150	C.D.V. $\phi$ 200
32 mm	2 Uc	3 pisos	---	---	---	---	---	---	---	---
40	8	5 "	15 p.	---	---	---	---	---	---	---
50	10	3 "	10 p.	---	---	---	---	---	---	---
50	12	3 "	7 "	20 p.	---	---	---	---	---	---
50	20	2 "	5 "	15 "	---	---	---	---	---	---
60	42	---	3 "	10 "	30 p.	---	---	---	---	---
75	10	---	3 "	10 "	20 "	60 p.	---	---	---	---
75	30	---	---	6 "	20 "	50 "	---	---	---	---
75	60	---	---	5 "	8 "	40 "	---	---	---	---
100	100	---	---	3 "	10 "	26 "	100 p.	---	---	---
100	200	---	---	3 "	9 "	25 "	90 "	---	---	---
100	500	---	---	2 "	7 "	18 "	70 "	---	---	---
125	1100	---	---	---	2 "	5 "	20 "	70 p.	---	---
150	350	---	---	---	2 "	5 "	20 "	40 "	130 p.	---
150	1900	---	---	---	---	2 "	7 "	20 "	70 "	---
200	600	---	---	---	---	---	5 "	15 "	50 "	130 p.
200	3600	---	---	---	---	---	2 "	6 "	25 "	80 "
250 v	1000	---	---	---	---	---	---	7 "	12 "	100 "
250	5600	---	---	---	---	---	---	2 "	5 "	25 "

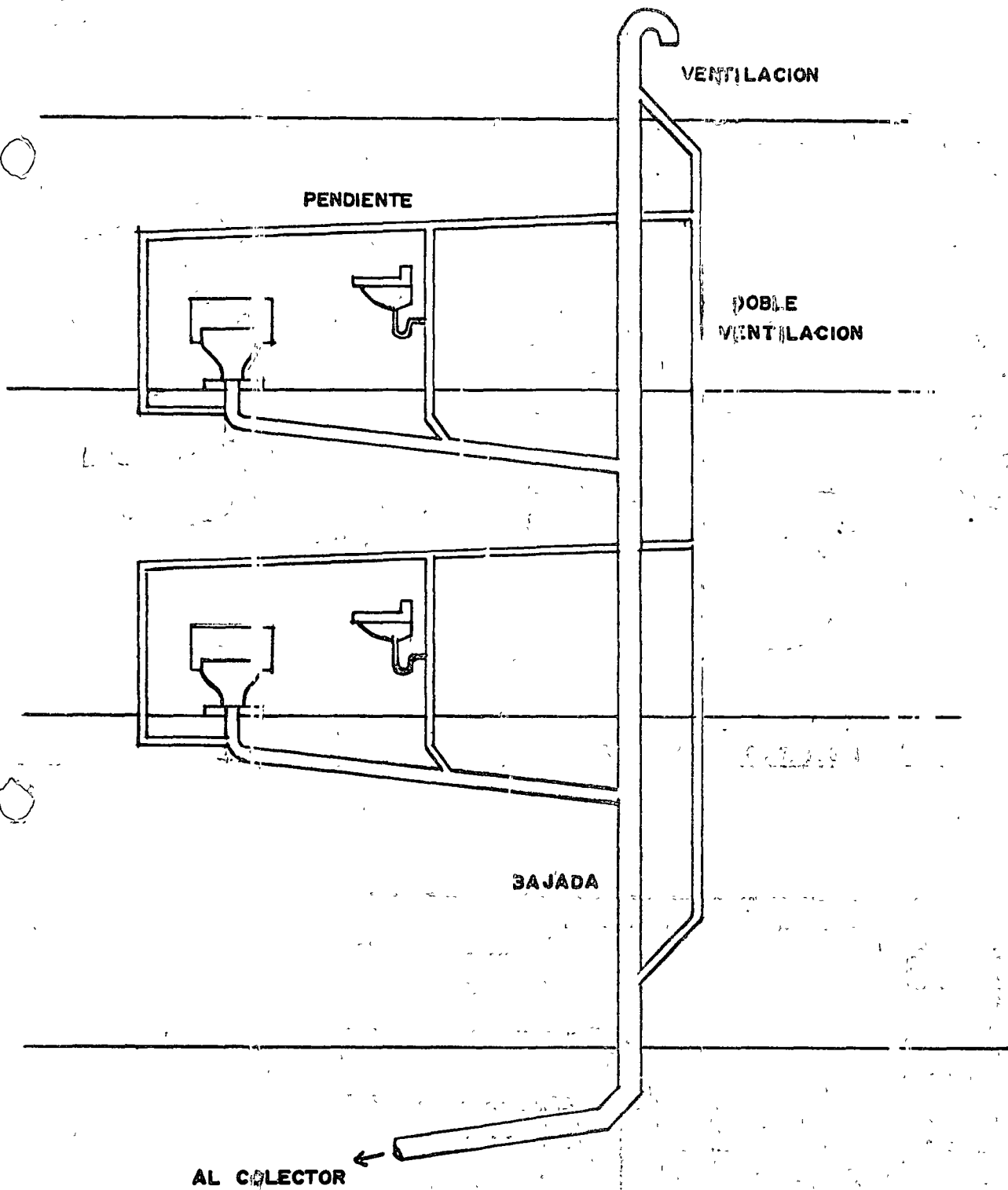
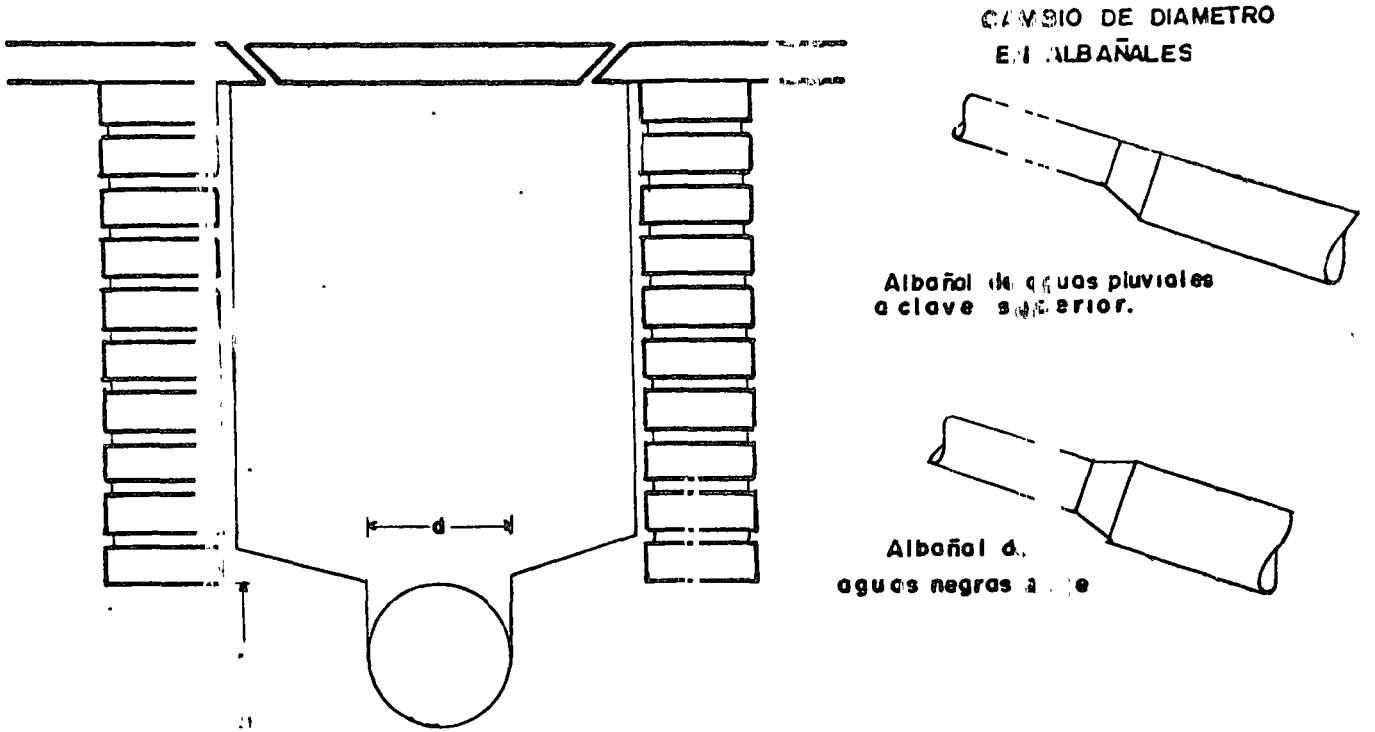


FIG. 27 SISTEMA DE DOBLE VENTILACION.



F G. 28. REGISTRO DE ALBAÑAL

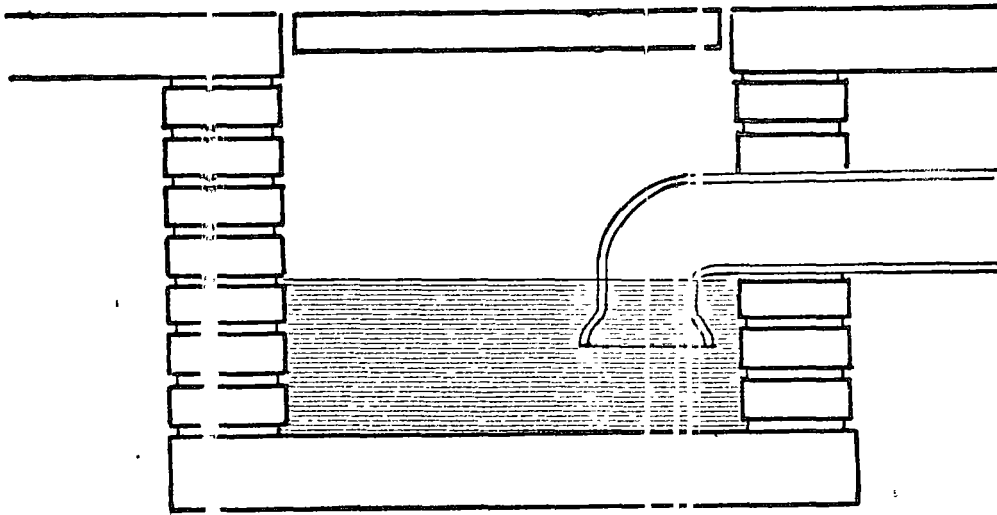


Fig. 29.- OBTURACION HIDRAULICA EN REGISTROS





centro de educación continua  
facultad de ingeniería, unam



INSTALACIONES HIDRAULICAS SANITARIAS Y DE GAS PARA  
EDIFICIOS

INSTALACIONES SANITARIAS

ING. MANUEL DE ANDA  
ING. MANUEL GUTIERREZ TELLO.

## ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES

## POR BOMBEO

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

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

Los cárcamos de aguas pluviales normalmente son de capacidad muy grande — que resultan antieconómicos, ya que hay que almacenar no menos de 50 lts.— por cada m<sup>2</sup> de área de captación.

Las bombas pueden ser:

a).— De cárcamo húmedo.—

Cuando los impulsores de la bomba se encuentran dentro del cárcamo, teniendo motores normales fuera de él.

b).— De cárcamo seco.—

Cuando las bombas se encuentran fuera del cárcamo.

c).— Bombas sumergibles

Cuando tanto la bomba como el motor se encuentran dentro del líquido.

d).— Eyectores por aire comprimido.

En todos los casos el paso de esfera de los impulsores debe ser mínimo de 75mm.

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

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

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

#### ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS POR FOSA

##### SEPTICA.

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

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

Las fosas sépticas tienen tres camaras. La primera donde se recibe el producto en la sedimentación, la segunda la de fermentación, donde las bacterias anderobias destruyen el producto y por último la cámara de oxigenación en donde mueren las bacterias anderobias y actúan aerobias.

El agua que ha pasado por la fosa séptica debe descargarse a un pozo de absorción o a lechos de drenes, donde se filtrará la tierra. A estos pozos de absorción deben concurrir también las aguas servidas de otros muebles sanitarios. (ver figs. 30 y 31)

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

ESPECIFICACION PARA CONSTRUCCION DE DRENES  
=====

Consistirán en canalizaciones realizadas con tubería de 100mm de diámetro, propia para dren, es decir, con perforaciones en su lecho interior. Los tu bos se conectarán sin poner material en sus campanas, en zanjas a una profundidad de 45 cms. bajo el nivel de piso terminado. (ver fig. 32)

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

La pendiente será de 1:250 para conseguir que el agua se infiltre en la tie rra.

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

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

Los ensayos de filtración del terreno, se harán haciendo perforaciones de 30x30cms. a la profundidad de instalación de los drenes y para los pozos de absorción de la mitad de la profundidad calculada. Los hoyos se llenarán — con agua con un tirante de 15 cms. y se anotará el tiempo que tardará el ni vel en descender 2.5 cms. Los caudales admisibles y las longitudes calculadas en la siguiente forma son:

<u>TIEMPO QUE TARDA EL AGUA EN DESCENDER 2.5 cms. ( en minutos )</u>	<u>CAUDAL EN ZANJAS DE DRENAJE ( Lts. X mto. lineal )</u>	<u>CAUDAL EN POZOS DE ABSORCION ( Lts. X M2. )</u>
1	50	215
2	40	175
10	20	95
50	10	45
60	8	30

ELECCION DE DRENES O POZO DE ABSORCION.- Si el suelo es poroso y la cantidad de líquidos es relativamente reducida, lo más indicado es el pozo absorbente.- Para terrenos no porosos, se empleará la red de drenes en zanjas de 45 cms. de profundidad. Para los terrenos impermeables lo más acertado es formar la red de colectores en zanjas profundas con filtro de arena y distribuidores transversales encima de aquellos. La corriente de los ramales debe ser muy lenta para para que la salida del agua pueda efectuarse adecuadamente. Por lo tanto el campo de drenaje debe tener poca pendiente y en caso de que esta pendiente sea excesiva, las filas de drenes se pondrán perpendicularmente a la pendiente.

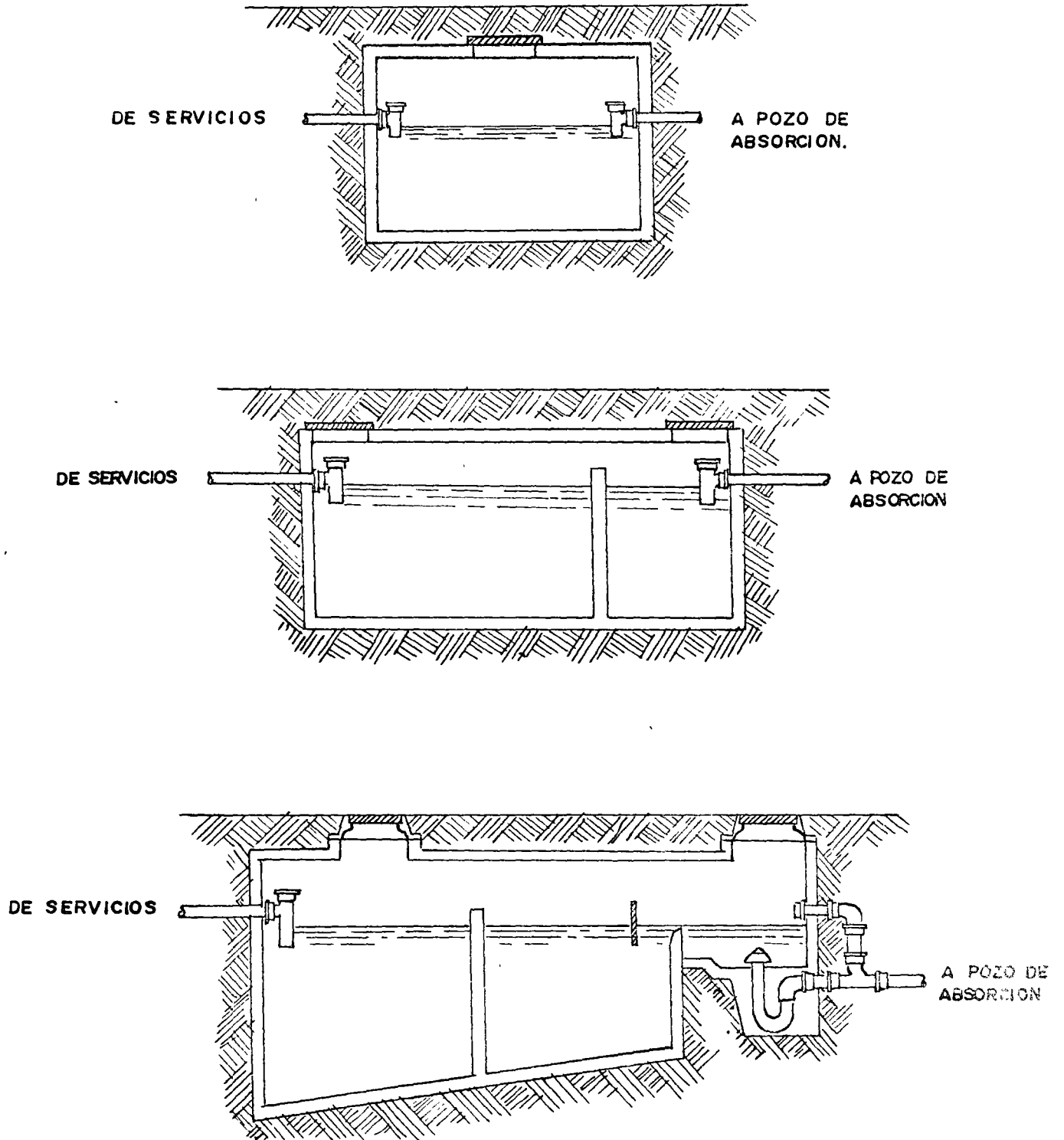
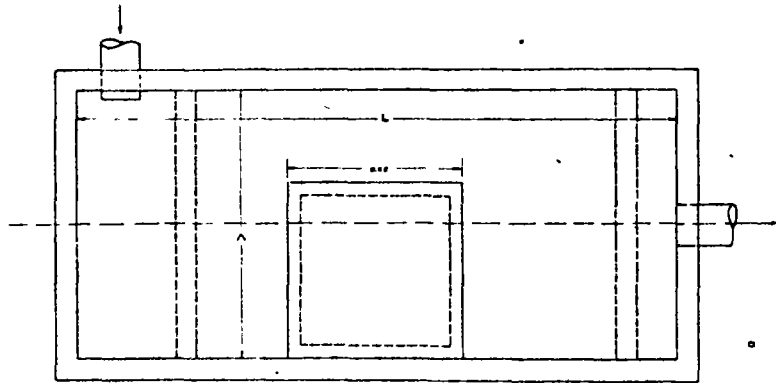
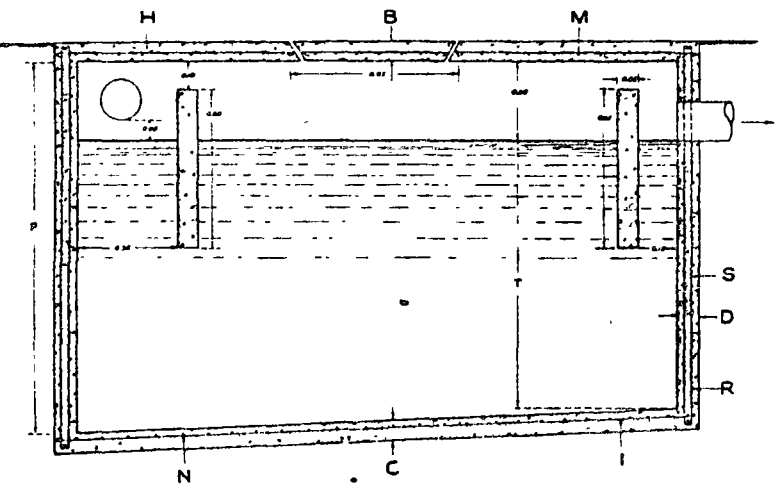


FIG. 30 DIFERENTES TIPOS DE FOSAS SEPTICAS

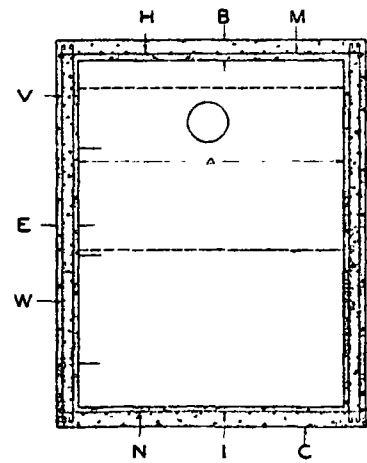


CUADRO ESTRUCTURAL

TANQUE	ESPESES			CANTIDADES DE MATERIAL				VARILLAS # 10 LONGITUDINALES			VARILLAS # 10 TRANSVERSALES			VARILLAS # 10 DIAGONALES			VARILLAS # 10 EN LA PARED DEL FONDO			VARILLAS # 10 EN LA PARED DEL FONDO			VARILLAS # 10 EN LA PARED DEL FONDO			VARILLAS # 10 EN LA PARED DEL FONDO		
	B	C	D	E	Concreto	Grava	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla	Grasilla
1	10	15	15	25	13	13	22	6	3	1	241	33	9	110	25	10	16	23	3	241	33	9	110	25	10	16	23	3
2	10	15	20	20	6	31	31	173	12	5	373	33	14	161	25	72	101	165	5	373	33	14	161	25	72	101	165	5
3	10	20	20	25	115	60	60	10	31	30	466	30	18	195	25	55	195	10	6	466	30	18	195	25	55	195	10	6
4	15	20	25	30	104	111	172	677	56	8	531	30	31	746	18	61	246	9	14	531	30	31	746	18	61	246	9	14
5	15	25	30	35	156	118	176	1071	83	11	657	40	45	728	145	83	281	75	20	657	40	45	728	145	83	281	75	20



CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL

CUADRO FUNCIONAL

TANQUE	N.º DE RESERVAS	CAPACIDAD DE LA FOSA	DIMENSIONES			
			A	B	C	D
1	10	1807	240	76	63	75
	15	2650	130	725	100	131
	20	3293	110	748	112	141
	25	4348	115	772	120	158
	30	5400	115	788	125	164
	40	6912	135	830	135	175
	50	7790	145	857	143	186
	60	10215	150	857	155	191
	80	13481	170	813	170	212
	100	16776	180	852	185	228
	125	20826	195	881	200	244
	150	24780	210	898	215	251
	175	28908	225	930	225	271
	200	33102	230	967	230	277
	225	37148	240	985	240	281
	250	41100	250	1000	250	286
	300	49763	255	1041	265	314

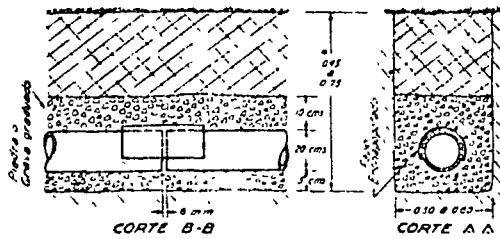
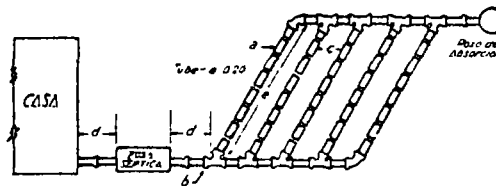
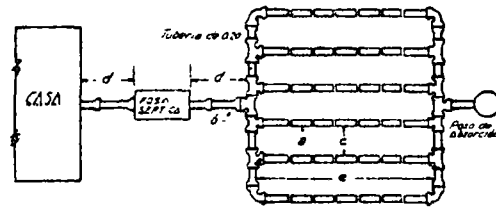
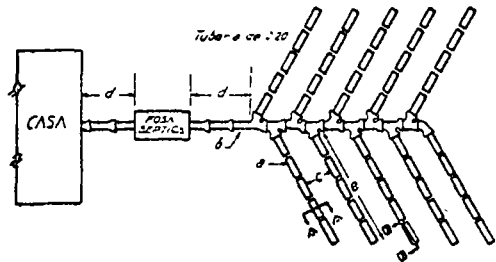
SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA  
DIRECCION GRAL. DE INGENIERIA SANITARIA  
DEPARTAMENTO DE SANEAMIENTO

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA  
DIRECCION GRAL. DE INGENIERIA SANITARIA  
DEPARTAMENTO DE SANEAMIENTO

**FOSA SEPTICA TIPO.**  
PARA DIFERENTES CAPACIDADES



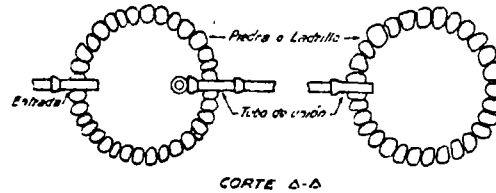
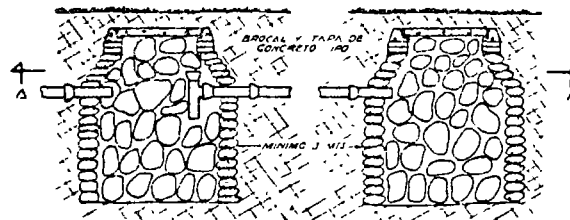
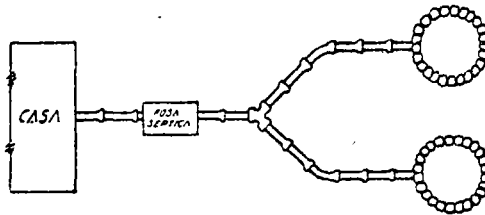
**DETALLES DE UN CAMPO DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA DEL EFLUENTE DE FOSA SEPT.**



**DATOS GENERALES**

- a) Pendiente de 0.5%
- b) Pendiente de 1%
- c) Distancia mayor de 250 m
- d) Distancia menor de 300 m
- e) Distancia menor de 1800 m

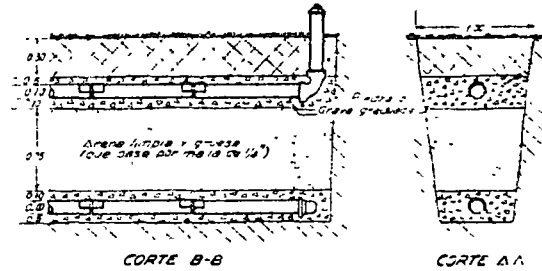
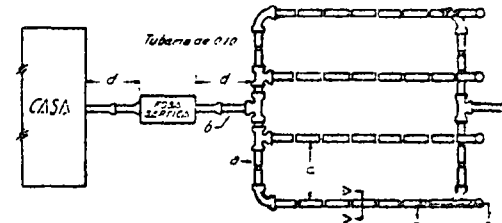
**DISPOSICION DE LOS POZOS DE ABSORCION PARA FOSA SEPTICA.**



**DATOS DE CONSTRUCCION PARA CAMPO DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA Y POZO DE ABSORCION**

NATURALEZA DEL TERRENO	CAMPO DE DISTRIBUCION		POZO DE ABSORCION
	LONGITUD APROXIMADA DE TUBERIA DE 120 DE DIAMETRO EN M. POR PERSONA	AREA EFECTIVA DE ABSORCION REQUERIDA POR PERSONA EN M <sup>2</sup>	
Arena gruesa o grava	350	100	no sirve
Arena fina	450	125	
Arena fina con barro	750	150	
Barro con arena	1800	—	
Barro con mucho barro	—	300	
Barro con poca arena	—	—	
Barro compacto	no sirve	no sirve	no sirve

**DISPOSICION DEL EFLUENTE DE FOSA SEPTICA POR DISTRIBUCION DE UN FILTRO SUBTERRANEO.**



**NOTA:**  
Longitud requerida para la tubería de un filtro subterráneo 450 a 600 M lineales por persona

**PRUEBA DE ABSORCION PARA POZO**

TIEMPO QUE TARDA EL AGUA PARA BAJAR 25 CM (EN MINUTOS)	AREA DE ABSORCION REQUERIDA EN EL POZO EN M <sup>2</sup>
2	100
5	125
10	150
30	370
Mayor de 30	no sirve

Disetos para una colación de 150 lts/hab. ca

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA  
DIRECCION GRAL DE INGENIERIA SANITARIA  
DEPARTAMENTO DE BANCAMEN TO

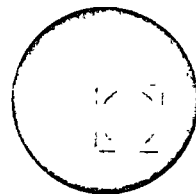
**DISPOSICIONES DEL EFLUENTE PARA FOSAS SEPTICAS TIPO.**

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Fecha	Fecha	Fecha
Escala	Escala	Escala





centro de educación continua  
facultad de ingeniería, unam



PROFESORES DEL CURSO: INSTALACIONES HIDRAULICAS,  
SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS.  
(DEL 30 DE SEPTIEMBRE AL 11 DE NOVIEMBRE DE 1974).

DR. CARLOS FARIAS DE LA GARZA  
GERENTE  
BOMBAS Y SISTEMAS PICSA  
BLVD. AVILA CAMACHO # 495  
NAUCALPAN, EDO. DE MEXICO.

ING. MANUEL GUTIERREZ TELLO  
GERENTE GENERAL  
GUTIERREZ TELLO Y CIA., S.A.  
DAKOTA # 423-1er. PISO  
COL. NAPOLES  
MEXICO 18, D.F.

SR. FERNANDO F. BLUMENKRON GARCIA  
GERENTE  
COMBUSTION E INGENIERIA EN GAS  
PUEBLA 398 DESP. 501  
MEXICO 7, D.F.

LIC. OSCAR MARTINEZ FARIAS,  
APODERADO GRAL. DE LA CIA.  
AGUADELTA MEXICANA (INCENDIOS)  
COLIMA # 137-2o. PISO  
MEXICO 7, D.F.

ING. MANUEL DE ANDA  
OBRAS CIVILES E INDUSTRIALES, S.A.  
PUEBLA 387-2o. PISO  
MEXICO 7, D.F.



= ABASTECIMIENTO DE AGUA =

HIDRANTES INTERIORES:

	30 MIN.	120 MIN.	PRESION *
RIESGOS CHICOS	8,400 lts.	33,600 lts.	2.45 kg/cm <sup>2</sup> (35 psi)
RIESGOS MEDIANOS	14,400. lts.	57,600 lts.	2.8 kg/cm <sup>2</sup> (40 psi)
RIESGOS GRANDES	39,000 lts.	156,000 lts.	2.8 kg/cm <sup>2</sup> (40 psi)

\* PRESION REQUERIDA ULTIMO HIDRANTE CON CHIFLON CHORRO SOLIDO.

CON CHIFLON NEBLINA LA PRESION REQUERIDA  
EN TODOS LOS RIESGOS ES DE:..... 3.5 kg/cm<sup>2</sup> ( 50 psi )

HIDRANTES EXTERIORES E INTERIORES:

	30 MIN.	120 MIN.	PRESION *
RIESGOS CHICOS	10,500 lts.	42,000 lts.	2.45 kg/cm <sup>2</sup> (35 psi)
RIESGOS MEDIANOS	20,400 lts.	81,600 lts.	2.8 kg/cm <sup>2</sup> (40 psi)
RIESGOS GRANDES	57,000 lts.	228.00 lts.	2.8 kg/cm <sup>2</sup> (40 psi)

\* PRESION REQUERIDA ULTIMO HIDRANTE CON CHIFLON CHORRO SOLIDO.

CON CHIFLON DE NEBLINA LA PRESION RE-  
QUERIDA EN TODOS LOS RIESGOS ES DE:.. 3.5 kg/cm<sup>2</sup> ( 50 psi )

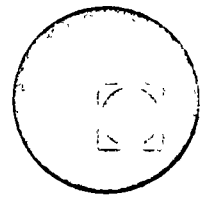
LONGITUD DE MANGUERAS EN ULTIMO HIDRANTE:

RIESGOS CHICOS Y MEDIANOS	70 MTS.
RIESGOS GRANDES.....	100 MTS.





centro de educación continua  
facultad de ingeniería, unam



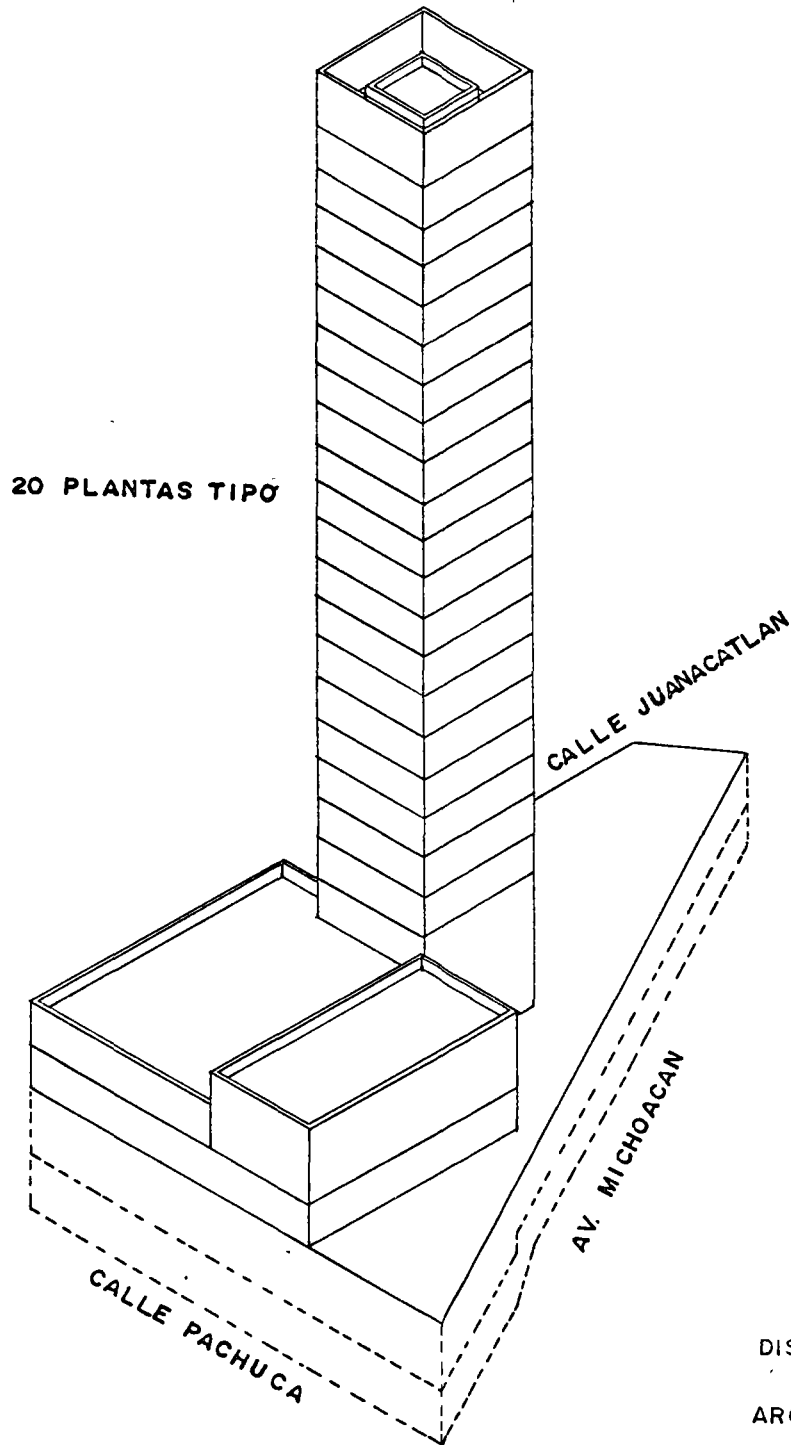
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS  
PARA EDIFICIOS

Ing. Manuel Gutiérrez Tello  
Ing. Manuel de Anda

INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR

NUEVO EDIFICIO ADMINISTRATIVO

7-1



DISEÑO ARQUITECTONICO

ARQ. RAUL HENRIQUEZ INCLAN

ARQ. LUIS GRANDA GARCIA



MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO PARA EL INSTITUTO MEXICANO DEL COMERCIO EXTERIOR, QUE SE CONSTRUIRA EN LAS CALLES DE PACHUCA, DE ESTA CIUDAD.

El Instituto Mexicano del Comercio Exterior proyecta construir un edificio para alojar sus oficinas Administrativas en el predio ubicado entre la Av. Michoacán, Av. Juan Acatlán y Calle de Pachuca, Col. Condesa de esta ciudad.

Para dicho efecto, el Centro de Diseño del Instituto, bajo la Dirección del Sr. Arq. Raúl Enriquez Inclán y la colaboración del Sr. Arq. Luis Granda, diseñó un edificio que cuenta con los siguientes elementos.

Dos sótanos bajo el nivel de banqueta en los que se localizarán los estacionamientos de automóviles y bodegas, así como la cisterna y los cuartos de máquinas, para la instalación hidráulica, sistema de extracción y la instalación eléctrica.

En planta baja se han dejado áreas de una gran amplitud a fin de destinarlas a exposiciones de los productos que el Instituto promueve para su venta al extranjero.

En la planta mezanine se localizan las casetas de computación, el conmutador telefónico, seis salas de juntas y un auditorio con capacidad de 300 personas.

A partir de este nivel, se proyectó una torre de 20 pisos de altura, con una superficie por nivel de aproximadamente  $600 \text{ mts}^2$ . En esta torre se localiza el núcleo central de servicios en el que se instalarán siete elevadores, las escaleras de servicio y un núcleo de sanitario, alternándose en cada nivel para damas y caballeros.

Además en la planta baja se encuentra un estacionamiento descubierto con capacidad para noventa y ocho automóviles y unas zonas de jardinería para ornato auxiliar en la zona de exposiciones.

El primer paso a dar en el diseño de instalación hidráulica y sanitaria fué calcular las dimensiones y capacidad de la cisterna, así como el diámetro de la toma domiciliaria que debería ser pedida al Departamento del Distrito Federal. Las consi-

deraciones y el cálculo mencionado son los siguientes:

CALCULO No. 1

MEMORIA DE CALCULO DE LA TOMA DOMICILIARIA.

Area Oficinas.....	10,000 M <sup>2</sup>			
Dotación por M <sup>2</sup> .	10 Lts..			
Dotación oficinas	100,000 Lts.			
Auditorio No. expectadores	300			
Dotación por espectador	5 Lts.			
Dotación espectadores	1,500 Lts.			
No. de autos	214			
Dotación por auto	10 Lts.			
Dotación autos	2140 Lts.			
Area exposiciones	2,274 M <sup>2</sup> .			
Dotación por M <sup>2</sup> . Exp.	5 Lts.			
Dotación exposiciones	11,370 Lts.			
Area jardines.	1,000 M <sup>2</sup>			
Dotación por M <sup>2</sup> jardines	5 Lts.			
Dotación riego jardines	5,000 Lts.		LONG. EQUIV. CONEX.	
Futura demanda aire acondicionado	15,000 Lt <sup>s</sup> !			
Dotación diaria total	135,010 Lts.			
		Codos 90°	11x 1.85 =	20.35
Reserva c/incendio (63 l.p.s. x 30 min.)	113,400 Lt	tee paso	1x0.50 =	0.90
Capacidad cisterna	250 M <sup>3</sup>	V. Globo	1x24.40=	24.40
Tiempo de servicio	8 Hs	V. Flot.	1x12.20=	12.20
		Medidor	1x24.40=	24.40
				<u>82.25</u>
Gasto requerido = Qr.	= $\frac{135,010}{28,800}$			= 4.69 l.p.s.

CALCULO DE TOMA CON  $\phi$  75mm = 0.075 M.

Datos:

$H_f = 3.55 \times 1.48 = 5.25$   
 $H + H_c - h_f = 10 + 3.15 - 5.48 = 7.67 \text{ m.}$   
 $H = 10 \text{ mts. Col. de agua}$   
 $L = 75 \text{ mts. long. de toma}$   
 $* Le = 82.25$   
 $Lt = 82.25 + 75 = 157.25$   
 $H_c = \text{Prof. cist.} = 3.15 \text{ m.}$   
 $V = 0.85 \times 110 \times R^{0.63} \times S^{0.54} = 0.85 \times 110 \times 0.083 \times 0.135$   
 $V = 1.04 \text{ m/seg.}$   
 $Q_i = v.a. Q_i = 1.04 \times 0.004769 = 0.0049 \text{ M}^3/\text{seg.} = 4.9 \text{ Lts/seg.}$

COMO  $Q_i > Q_r$  LA TOMA CON  $\phi$  75mm ES CORRECTA.

Para seleccionar los equipos de bombeo del sistema de abastecimiento de agua a presión, se requirió hacer el siguiente cálculo:

CALCULO No. 2

MEMORIA DE CALCULO Y DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO PARA ABASTECIMIENTO DE LOS NUCLEOS SANITARIOS DEL NUEVO EDIFICIO ADMINISTRATIVO DEL INSTITUTO MEXICANO DEL COMERCIO EXTERIOR QUE SE CONSTRUYE EN LAS CALLES DE PACHUCA, EN LA COL. CONDESA EN ESTA CIUDAD.

A) CONSIDERACIONES.

Por la altura del edificio, se decidió utilizar dos sistemas de abastecimiento, alta y baja presión. A su vez, se dividirá cada uno de ellos en otros dos, mediante válvulas reductoras de presión. Con esta solución se podrá obtener una presión más uniforme en el abastecimiento a los diferentes servicios sanitarios.

El sistema de alta presión alimentará a los 14 niveles superiores (desde el nivel  $+ 35.95$ , hasta el niv.  $+ 81.45$  de sanitarios), contando con válvula reductora de presión para los primeros 10 niveles (del  $35.95$  al  $67.45$ ).

El sistema de baja presión alimentará a los 12 niveles inferiores (desde el nivel  $- 4.62$ , hasta el niv.  $+ 32.45$  de sanitarios), contando con válvulas reductoras de presión para los primeros 5 niveles (del  $- 4.62$  al  $+ 7.95$ )

Se ha diseñado un sistema de "CASCADA", es decir, el equipo de bombeo a alta presión, succionará de la descarga del de baja presión succionando este de la cisterna localizada en el sótano 2.

De ésta manera el equipo de baja presión tendrá la capacidad total de gasto del edificio, con una carga suficiente para el niv. + 32.45 y el equipo de alta presión tendrá la capacidad de los 14 últimos niveles adicionando solamente la carga necesaria del niv. + 32.45 para abastecer al nivel + 81.45.

## B) CALCULO.

### 1.- SISTEMA DE ALTA PRESION.

Estando el último servicio en el nivel + 81.45 y el tanque de presión en el niv. - 4.70, se obtiene una carga de:  $H = 81.45 + 4.7 = 86.15$  m.

Suponiendo  $\Delta P_{fr} = 13.85$  m (perdida por fricción)

Se requiere una presión mínima por min. =  $86.15 + 13.85 + 10$   
= 110 m.

(siendo 10 = presión operación de fluxómetros).

Con un rango diferencia de operación de 7.5 m. en cada uno de los equipos de bombeo (por los controles de presión), este tanto se duplica para obtener:

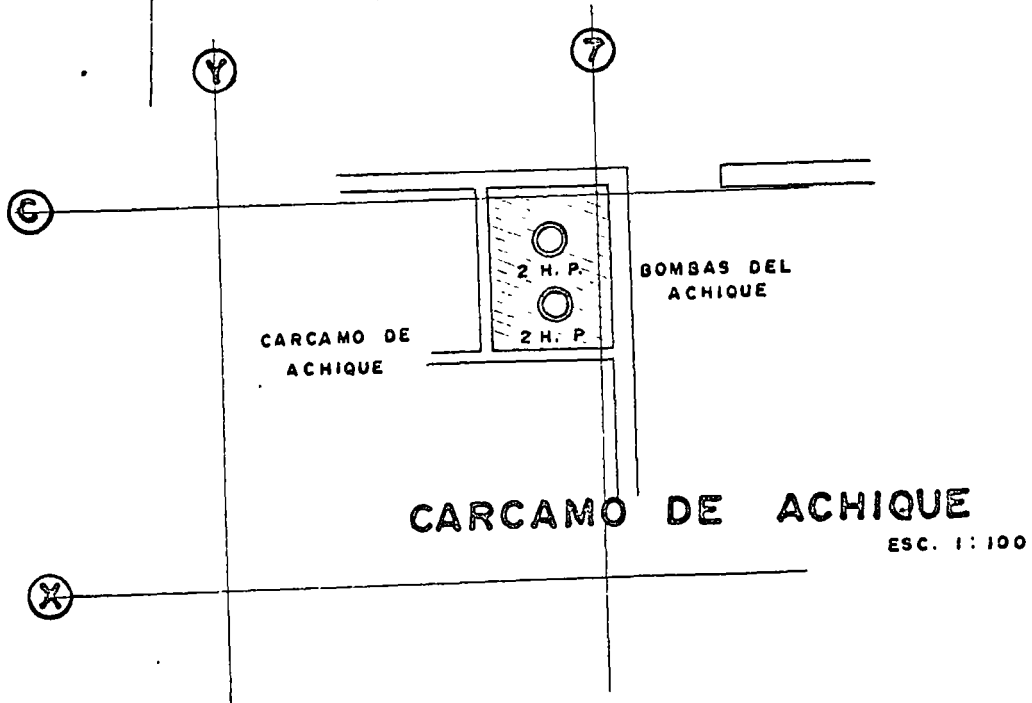
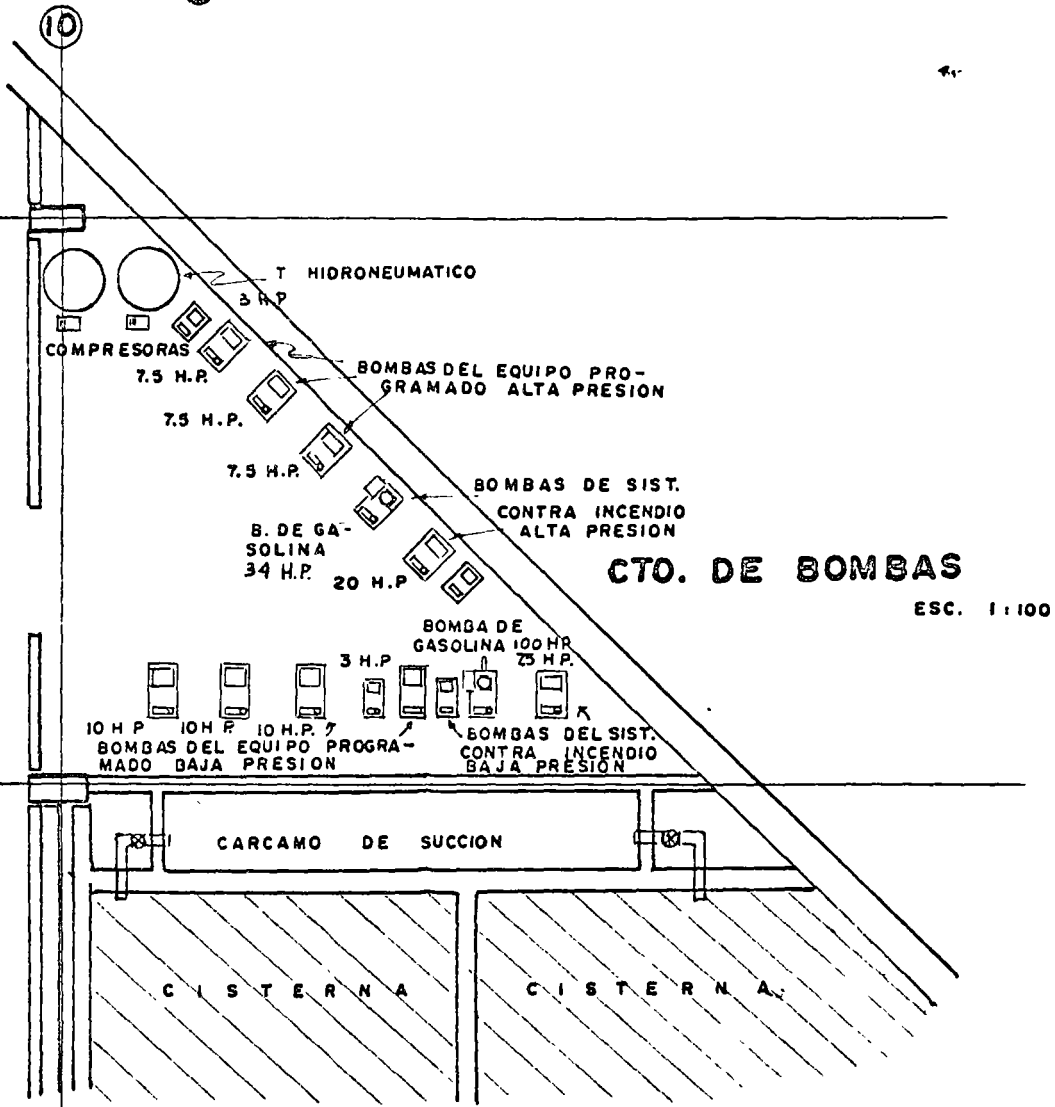
$P. \text{ Máx.} = 110 + 15 = 125$  m (presión paro al nivel del equipo)

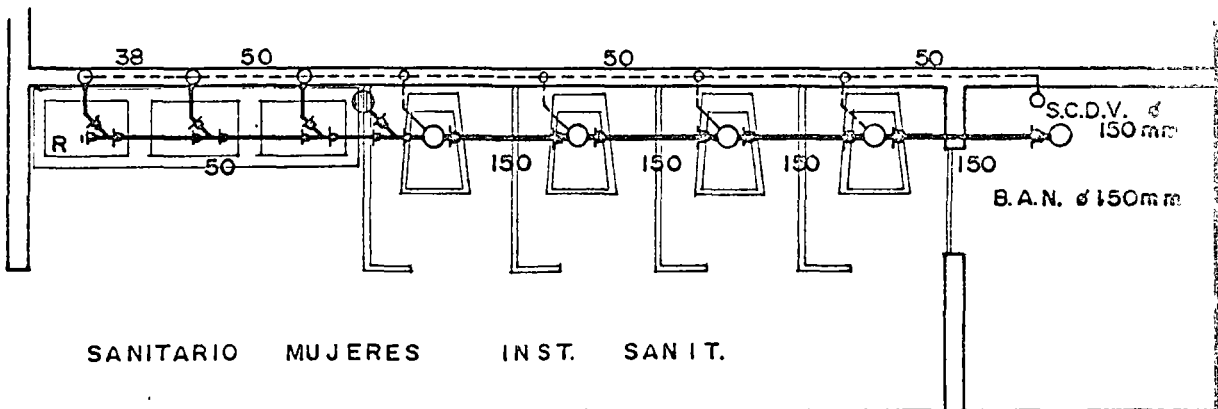
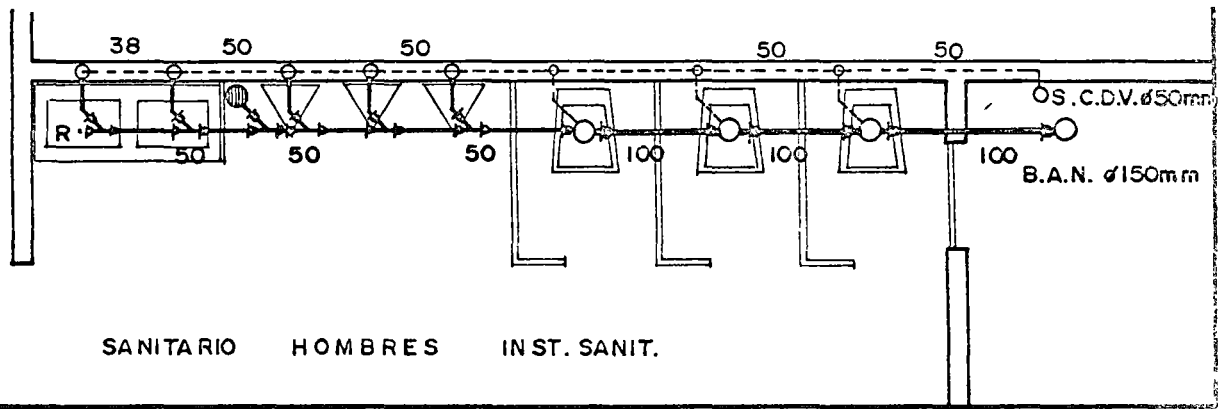
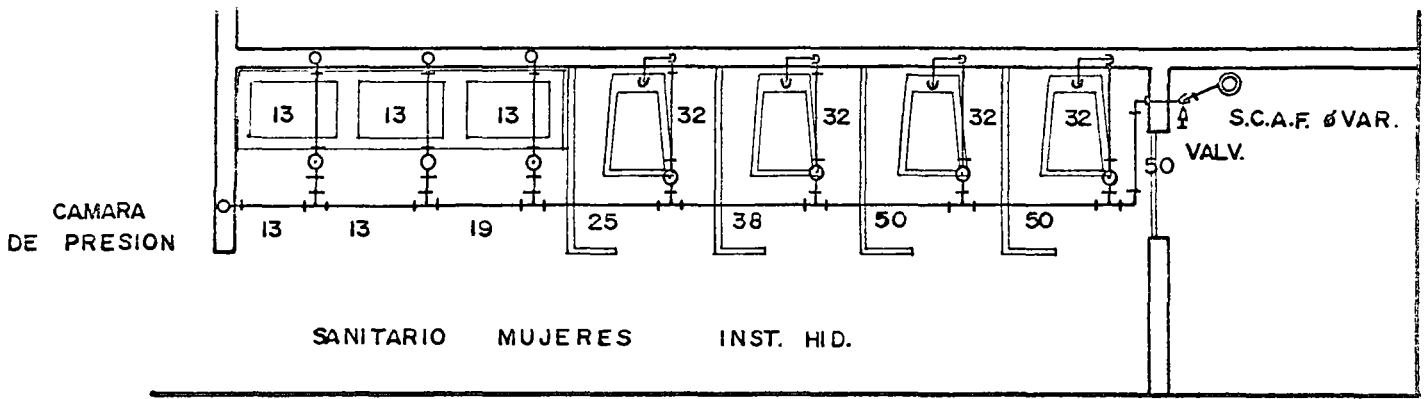
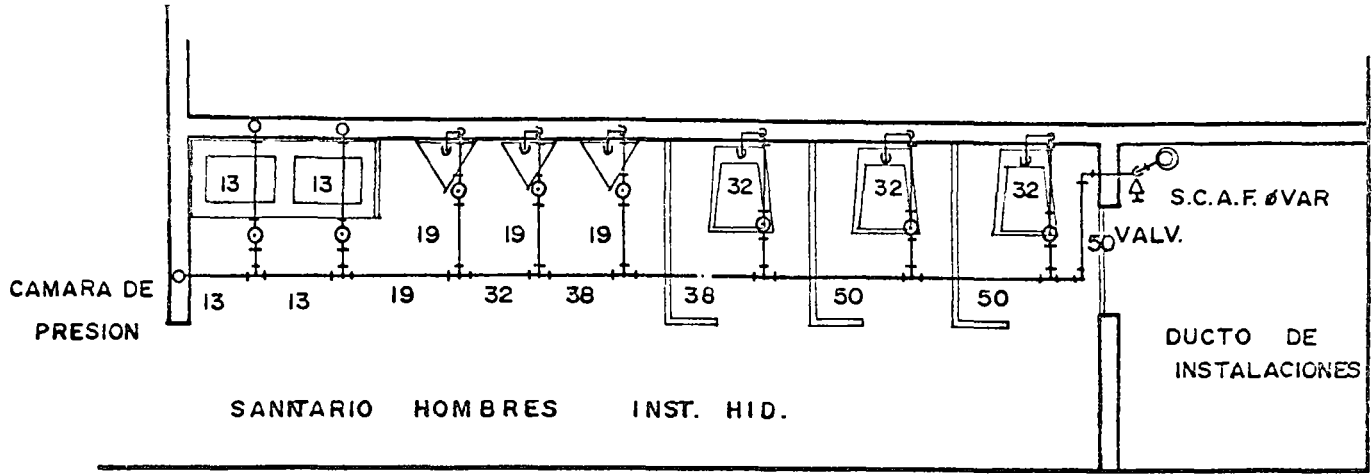
Por lo que en el niv. + 81.45, tendremos una carga máxima de:  $125 - 86.15 = 38.85$  m.

Limitando, para proteger los accesorios de los muebles sanitarios, la presión del suministro de agua a  $5 \text{ Kg/cm}^2$  y tomando en cuenta que la altura de los entresijos de 3.5m, deberá alimentarse de ésta columna exclusivamente a los cuatro sanitarios superiores (del niv. + 70.95 al nivel + 81.45) ya que en el niv. + 70.95, habrá una presión máxima de:

$38.85 + 10.50 = 49.35$  m. (equivalente a  $4.936 \text{ Kg/cm}^2$ )

Continuando hacia los niveles inferiores, se debe considerar un ramal de





la columna de este sistema en la que se instalará una estación reductora de presión, en el sanitario del niv. + 67.45, se requiere también una carga de 10 m. para la operación de los fluxómetros, en este nivel se estima una pérdida por fricción de 7 m, por que la carga total deberá ser de:

$$H = 10 + 7 = 17 \text{ m.}$$

Recordando la limitación de la presión del suministro a  $5 \text{ Kg/cm}^2$ , se obtiene una columna disponible para:

$$50 - 17 = 33 \text{ m}$$

Con la modulación de la altura de los entresijos a 3.50 m. el máximo número de estos <sup>es</sup> de nueve, por lo que se decidió establecer el sanitario en el niv. + 35.95 como el más bajo de este sistema.

De esta manera la carga máxima en la columna en ese nivel es de:

$$\text{Carga en niv. + 35.95} = \text{carga en niv. + 81.45} + \text{dif. niv. (35.95)}$$

$$\begin{aligned} \text{o sea : } H &= 38.85 + (81.45 - 35.95) \\ &= 38.85 + 45.50 + 45.50 = 84.35 \end{aligned}$$

Por lo que deberán instalarse válvulas reductoras de presión con un rango de operación de 8.5 a  $5 \text{ Kg/cm}^2$ .

## 2.- SISTEMA DE BAJA PRESION

El sanitario inmediato inferior, corresponde al niv. + 32.45 que con relación al nivel del equipo (-4.70), está a 37.15 m. arriba, con una carga de operación de los mismos 10 m. de las consideraciones anteriores, más pérdida por fricción estimada en 7.85 m. y un diferencial de operación de 7.5 m. (de un solo equipo), se obtiene la carga máxima de operación del sistema:

$$H = 32.45 + 4.70 + 10.0 + 7.85 + 7.50 = 62.5 \text{ m.}$$

Por lo que en el nivel  $\pm 32.45$  se dispondrá de una carga de:

$$62.5 - 32.45 - 4.70 = 25.35 \text{ m.}$$

De los doce sanitarios inferiores del edificio, los siete superiores se encuentran dentro de las zonas de planta tipo y los cinco restantes a los niveles de planta mezanine, baja y sótanos 1 y 2, por lo que se decidió cortar la columna de alimentación de este sistema en esta división, es decir en forma directa a los siete superiores y con válvulas reductoras de presión a los cinco inferiores.

De esta manera la carga sobre el niv.  $\pm 11.45$  será de:

$$26.35 + (32.45 - 11.45) = 46.35 \text{ m.}$$

O sea se encuentra dentro de nuestras limitaciones de presión.

Previendo que en las exposiciones de planta baja algunas ocasiones se requiera un suministro para equipos especiales (de cocina, laboratorios, etc) con una presión mayor de la normal se ha decidido dejar una carga de 32mm en este nivel (equivalente a  $3.2 \text{ Kg/cm}^2$ ), por lo que la carga en el niv.  $\pm 7.95$  será de: 25 m.

En estas circunstancias, la estación reductora de presión deberá tener el siguiente rango:

$$\text{Carga en nivel } \pm 7.45 \text{-----} 25 \text{ m.}$$

$$\text{Carga en nivel } - 4.62 \text{-----} 25 \text{ m. } \pm 7.45 \pm 4.62 \pm 2.83 \text{ (hf)}$$

Como en el niv.  $- 4.70$ , se dispone de una carga máxima de 62.5 m, las válvulas reductoras de presión deberán operar:

$$\text{de } 6.25 \text{ a } 4.0 \text{ Kg/cm}^2.$$



### 3.- GASTO

Los cuatro sanitarios de los niveles superiores (dos de damas y dos de caballeros) tienen un total de:

Inodoros-----	14 x 10	140
Mingitorios-----	6 x 5	30
Lavabos-----	10 x 2	20
(+ reserva p/ futuros 1 toilet por nivel)		<u>32</u>
		222 U.M.

22 U.M. Equivalente a un gasto de 6.l.p.s.

Los siguientes diez sanitarios, (cinco de damas y cinco de caballeros) en los que se ha considerado también una presión para futuras instalaciones de 8 U.M. por nivel, tienen:

Inodoros-----	24 x 10 =	240
Mingitorios-----	12 x 5 =	60
Lavabos-----	25x 2=	50
Preparaciones---	10x 8=	<u>80</u>
		555 U.M.

555 U.M. equivalente a un gasto de 9.5 l.p.s.

Lo que indica que el sistema de alta presión tendrá un gasto de:

$$222 + 555 = 777 \text{ U.M.}$$

777 U.M., equivalente a un gasto de 11.2 l.p.s.

Los siete niveles superiores del sistema de baja presión (tres de damas y cuatro de caballeros), en los que hay la misma consideración de ampliaciones futuras, tienen:

Inodoros	24 x 10 =	240
Mingitorios	12 x 5 =	60
Lavabos	17 x 2 =	34
Preparaciones	7 x 8 =	<u>56</u>
		390 U.M.

390 U.M., equivalente a un gasto de 8 l.p.s../.

Los cinco niveles inferiores de sanitarios del edificio, adicionando los núcleos sanitarios y otras demandas de planta mezzanine, planta baja y sótano, tienen:

Inodoros-----	26x 10 =	260
Mingitorios ----	17x 5 =	85
Lavabos -----	24x 2 =	48
Regaderas -----	5x 4 =	20
Tarjas -----	1x 4 =	4
Salidas -----	11x3 =	33
		<u>450 U.M.</u>

450 U.M. equivalente a 8.5 l.p.s.

Con los datos anteriores se obtienen el gasto de la columna de baja presión:

$$390 + 450 = 840 \text{ U.M.}$$

$$840 \text{ U.M. equivalen a un gasto de } 12 \text{ l.p.s.}$$

Además se obtiene el gasto total del edificio, que es como se estableció en un principio, el gasto del sistema de baja presión.

Alta presión	777 U.M.
Baja presión	<u>840 U.M.</u>
E =	1,617 U.M.

1,617 U.M, equivalen a un gasto de Q total = 17.5 l.p.s.

Los gastos ( ó capacidades) de las válvulas reductoras de presión deberán ser:

I.- El sistema de alta presión-----9.5 l.p.s.

II.- El sistema de baja presión-----8.5 lp.s

### C.- OPERACION DE LOS EQUIPOS

Los equipos trabajan en forma automática, programados por controles de presión.

El sistema de baja presión contará con bomba piloto, compresora con tanque de presión de aire y cuatro bombas de servicio.

La bomba piloto mantendrá la presión en el tanque cuando las demandas sean pequeñas; al incrementarse éstas, en forma automática se conectará sucesivamente las bombas de servicio hasta satisfacer las demandas desconectándose sucesivamente conforme ésta vaya decreciendo, hasta quedar disponible únicamente la bomba piloto.

El funcionamiento de las bombas de trabajo se alternará en forma automática en cada uno de los ciclos de operación.

El equipo de alta presión estará constituido por una bomba piloto, una compresora con tanque de presión de aire y tres bombas de servicio debiendo tener una operación similar a la del sistema de baja presión.

#### D).- DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS.

Los equipos seleccionados tienen las siguientes características:

1.- Bomba tipo centrífuga horizontal, acoplada directamente a motor eléctrico horizontal a prueba de goteo de 3 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 2 polos, 2900/3450 R.P.M. 50/60 ciclos, con capacidad de 2.75 l.p.s. en la presión de arranque de  $5.65 \text{ Kg/cm}^2$  y 2.08 l.p.s. en la presión de paro de  $6.40 \text{ Kg/cm}^2$ .

CUATRO.- Bombas tipo centrífugas horizontales con succiones de 51mm y descarga de 38mm, acopladas directamente a motores eléctricos horizontales a prueba de goteo de 10.H.P, 220/440 volts, 3 fases, 50/ 60 ciclos, 2900 r.p.m., 2 polos, teniendo cada una, la capacidad de 8.7 l.p.s., en la presión de arranque de  $5.65 \text{ Kg/cm}^2$  y de 6.93 l.p.s. en la presión de paro de  $6.40 \text{ Kg/cm}^2$ .

UN.- Tanque de presión cilíndrico horizontal con capacidad nominal de 2500 lts. ./.

(1.16 x 2.44), fabricado con lámina 5/16" para una presión de trabajo de 9 Kg/cm<sup>2</sup>.

UN.- Control de operación electrónica marca Sidus, construído a base de dos módulos de circuito impreso, modelo TPO-SBA-1x30 - 4 x 100-LBS Alar con instalación eléctrica totalmente hecha de fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

- a) Alternador simultaneador para cuatro bombas y operación de un piloto
- b) Protección por bajo nivel de succión.
- c) Control de operación por presión en el tanque.
- d) Control de compresor.
- e) Arrancadores magnéticos a tensión completa con protección térmica para las bombas y el compresor.
- f).- Interruptores termomagnéticos para las bombas, control y compresor
- g).- Seis luces piloto.
- j).- Alarma visual y auditiva.

UNA.- Compresora acoplada por medio de banda a motor eléctrico de 3/4 H.P, 220 volts, 3 fases, 4 polos, 1750 r.p.m.

UNA.- Válvula solenoide de tres vías con bobina de 220 volts (6mm)

UN.- Manómetro de carátula de 115 mm, con escala de 0 a 7 Kg/cm<sup>2</sup>

UN.- Tubo de nivel con llaves de prueba.

UNA.- Válvula de seguridad de 19mm, marca Magna.

## 2.- SISTEMA DE ALTA PRESION.

UNA.- Bomba tipo centrífuga horizontal, acoplada directamente a motor eléctrico horizontal, a prueba de goteo de 3 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 2 polos, 2900 /3450, e.p.m. 50/60 ciclos, con capacidad de 2.33 l.p.s. en la presión de arranque de 6.25 Kg/cm<sup>2</sup> y de 1.58 l.p.s. en la presión de paro de 7.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

TRES.- Bombas tipo centrífuga horizontales, con succión de 51mm y descarga de 38mm con sello mecánico, acoplado directamente a motores eléctricos a prueba de goteo de 7.5 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 2 polos, 50/60 ciclos, 2900 /3450 r.p.m.

UN.- Tanque de presión cilíndrico horizontal con capacidad nominal de 2.500 lts. , 1.16x 2.44 m. , fabricado con lámina 7/16" para una presión de trabajo de 14 Kg/cm.

UN.- Control de operación electrónica marca Sidus construído a base de módulos de circuito impreso, modelo TPO-BA-Ix30-3 x 7.50 -LBS- Alar con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

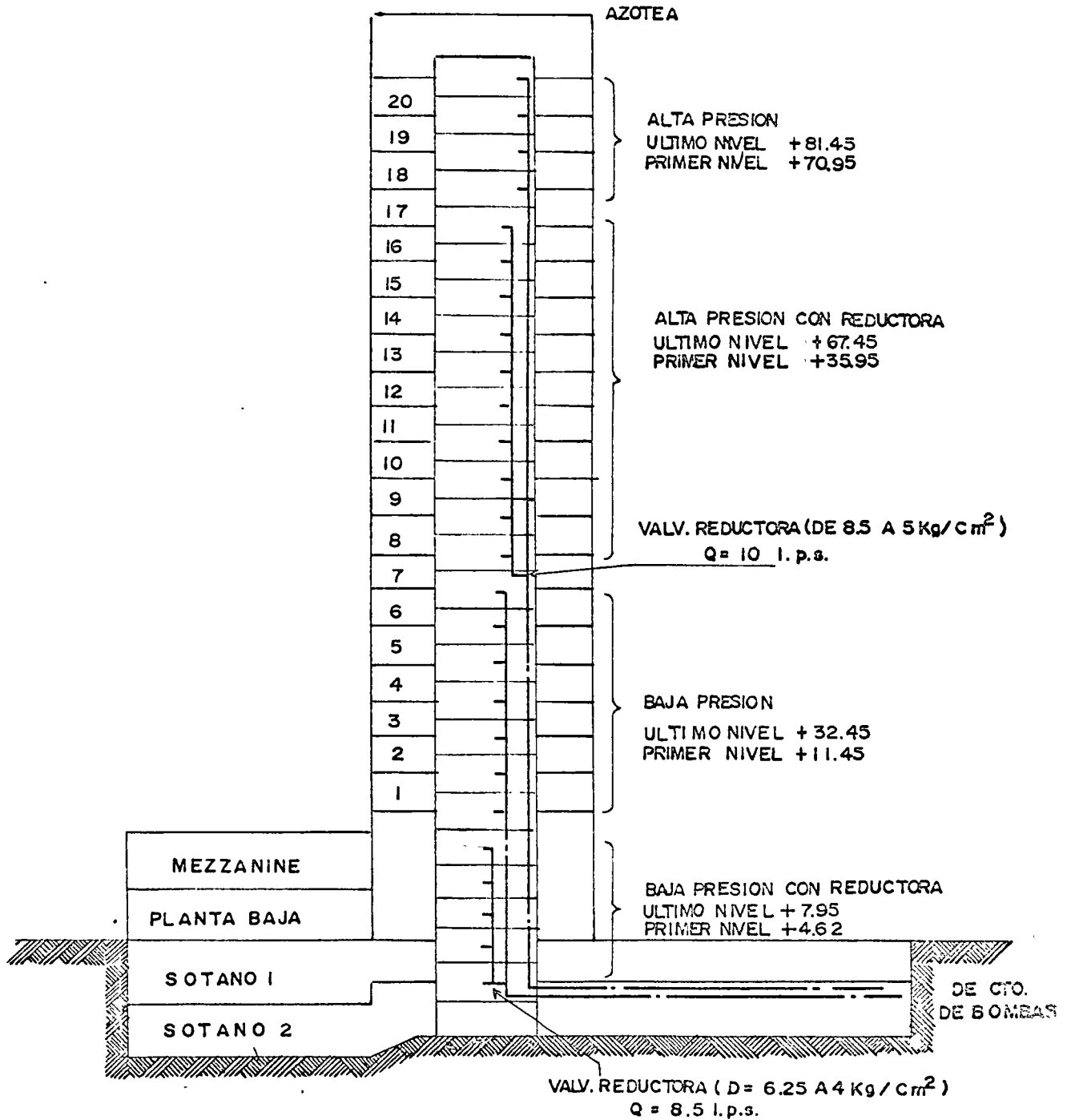
- a) Alternador simultaneador para cuatro bombas,
- b).- Protección por bajo nivel de succión.
- c).- Control de operación por presión en el tanque.
- d).- Control de compresor.
- e).- Arrancadores magnéticos a tensión completa con protección térmica para las bombas y el compresor.
- f).- Interruptores termomagnéticos para las bombas, control y compresor,
- g).- Cinco luces piloto.
- h) .- Cinco selectores de tres posiciones.
- i).- Alarma visual y auditiva.

UNA.- Compresora acoplada por medio de banda a un motor eléctrico de 1 H.P, 220 volts, 3 fases, 4 polos, 1450/1750 r.p.m.

UN.- Manómetro de carátula de 115mm, con escala de 6 a 14 Kg/cm<sup>2</sup>.

UN.- Tubo de nivel con llaves de prueba.

UNA.- Válvula de seguridad de 19mm marca Magna.



CORTE DE COLUMNAS DE AGUA FRIA ALTA Y BAJA PRESION

A continuación, se diseñó el sistema de abastecimiento en el interior de los núcleos sanitarios, pero en diferentes plantas del edificio, así como el cálculo correspondiente de las redes de alimentación en las diferentes presiones, obteniéndose el siguiente:

### CALCULO No. 3

#### SANITARIOS DAMAS.

##### TRAMO "A"

	Nº	U.M.		
Lavabos	3 x 2 =	6	U.M. de llave	Consultamos la tabla de equivalencia de U.M. a gasto (fig. 5, Hoja 2-22)
Lavabos	4 x 10 =	40	U. M. de válvula	
			6 U. M. de llave	≈ 0.4 l.p.s.
			40 U. M. de válvula	≈ 2.8 l.p.s.
				3.2 l.p.s. Gasto total

Calculamos el diámetro necesario en tubo de cobre en tabla 6, hoja 2-24  
Localizamos el gasto (3.2 l.p.s.), consideramos la pérdida por fricción (Hf) entre 5 y 10% y en la interconexión de las líneas, tomamos el diámetro inmediato superior

$$\varnothing 50\text{mm Hf} = 7\%$$

##### Tramo "B"

Lavabos	3 x 2 =	6	U.M. de llave	≈	0.4 l.p.s.
Inodoros	3 x 10 =	30	U.M. de válvula	≈	2.6 l.p.s.
			Gasto total		3.0 l.p.s. $\varnothing 50\text{mm Hf}=5.5\%$

##### TRAMO "C"

Lavabos	3 x 2 =	6	U.M. de llave	≈	0.4 l.p.s.
	2 x 10 =	20	U.M. de válvula	≈	2.2 l.p.s.
			Gasto total		2.6 l.p.s. $\varnothing 50\text{mm Hf}=4.5\%$

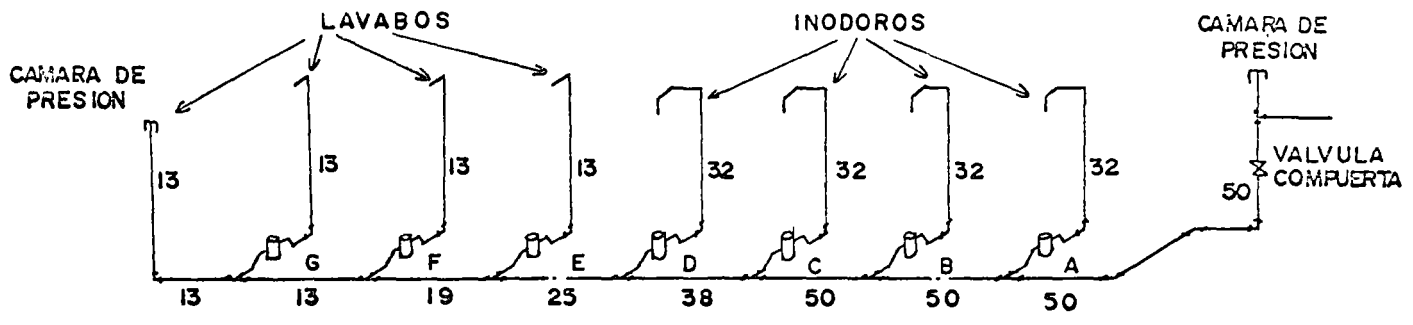
##### TRAMO "D"

Lavabos	3x 2 =	6	U.M. de llave	≈	0.4 l.p.s.
	1x10 =	10	U.M. de válvula	≈	1.7 l.p.s.
					2.1 l.p.s. $\varnothing 38\text{mm Hf}=12\%$

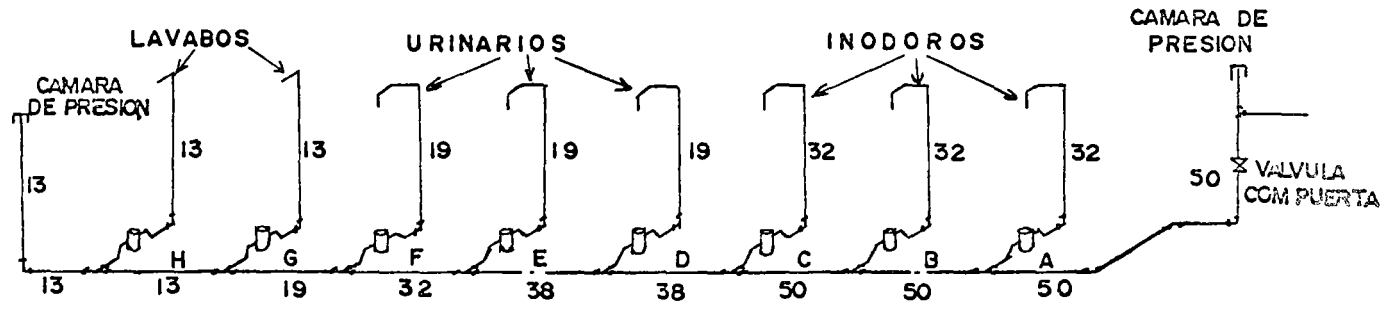
##### Tramo "F"

Lavabos	2 x 2 =	4	U.M. de llave	≈	0.3 l.p.s.
---------	---------	---	---------------	---	------------

etc., etc.



SANITARIO MUJERES



SANITARIO HOMBRES



## SANITARIOS DE CABALLEROS

## TRAMO "A"

Lavabos  $2 \times 2 = 4$  U.M. de llave  
 Urinarios  $3 \times 5 = 15$  U.M. de válvula } Sumamos unidades iguales  
 Inodoros  $3 \times 10 = 30$  U.M. de válvula } 45 U. M. de válvula

4 U.M. de llave  $\approx 0.3$  l.p.s.  
 45 U.M. de válvula  $\approx \frac{3.1}{3.4}$  l.p.s.  
 $3.4$  l.p.s. Hf=7.5%  $\phi$  50 mm.

## Tramo "B"

Lavabos  $2 \times 2 = 4$  U.M. de llave  $\approx 0.3$  l.p.s.  
 Urinarios  $3 \times 5 = 15$  U.M. de válv. } 35 U.M.  $\approx 2.7$  l.p.s.  
 Inodoros  $2 \times 10 = 20$  U.M. de válv. }  $3.0$  l.p.s.  $\phi$  50mm Hf=6%

## TRAMO "C"

Lavabos  $2 \times 2 = 4$  U.M. de llave  $\approx 0.3$  l.p.s.  
 Urinarios  $3 \times 5 = 15$  U.M. de válv. } 25 U.M.  $\approx 2.4$  l.p.s.  
 Inodoros  $1 \times 10 = 10$  U.M. de válv. }  $2.7$  l.p.s.  $\phi$  50mm Hf=4.5%

## TRAMO "D"

Lavabos  $2 \times 2 = 4$  U.M. de llave  $\approx 0.3$  l.p.s.  
 $3 \times 5 = 15$  U.M. de válv.  $\approx \frac{2.0}{2.3}$  l.p.s.  
 $2.3$  l.p.s.  $\phi$  38mm Hf=13%

## TRAMO "E"

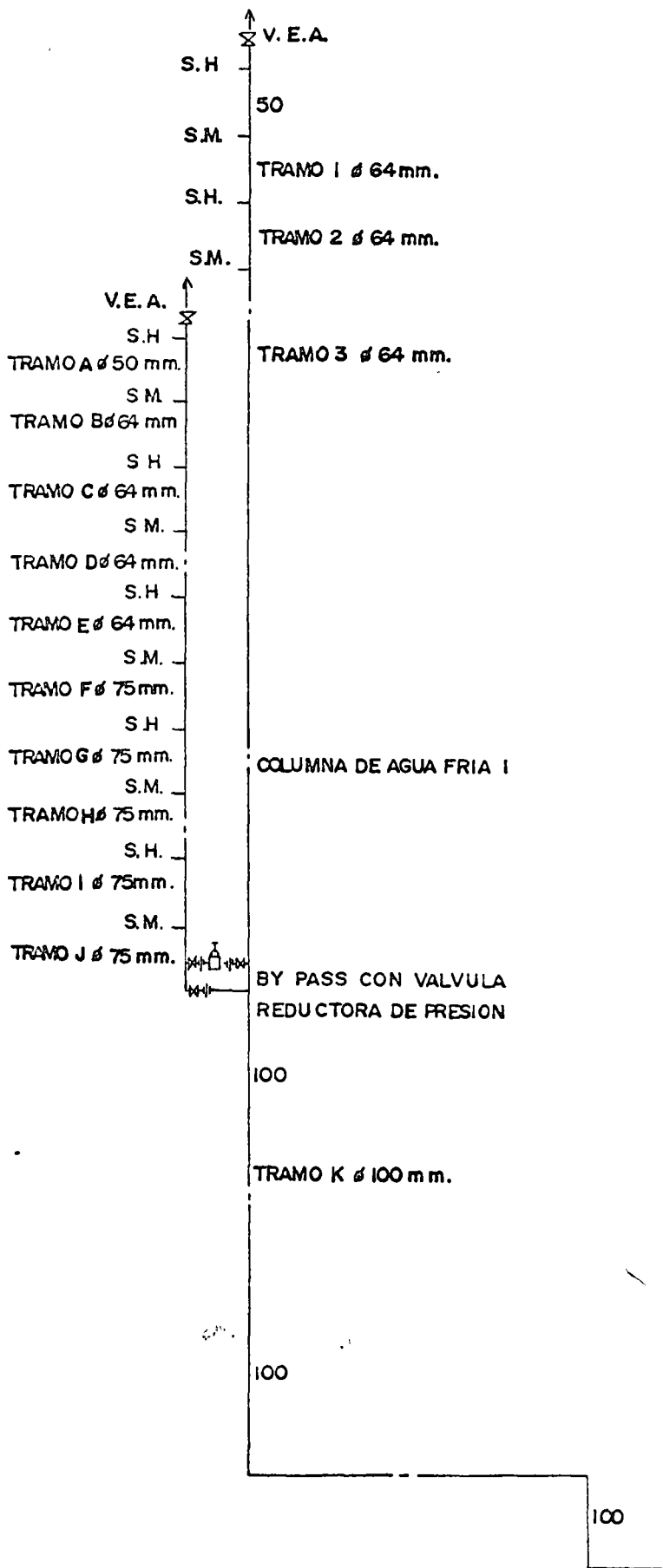
Lavabos  $2 \times 2 = 4$  U.M. de llave  $\approx 0.3$  l.p.s.  
 Urinarios  $2 \times 5 = 10$  U.M. de válv.  $\approx \frac{1.7}{2.0}$  l.p.s.  
 $2.0$  l.p.s.  $\phi$  38mm Hf=11%

## TRAMO "F"

Lavabos  $2 \times 2 = 4$  U.M. de llave  $\approx 0.3$  l.p.s.  
 $1 \times 5 = 5$  U.M. de llave  $\approx \frac{1.2}{1.5}$  l.p.s.  
 $1.5$  l.p.s.  $\phi$  32mm Hf=15%

TRAMO "B"  $\phi$  19mm

TRAMO "H"  $\phi$  13mm



COLUMNA DE AGUA FRIA I

DEL EQUIPO HIDRONEUMATICO DE ALTA PRESION

## COLUMNA DE ALTA PRESION - 1

Sanitarios Damas 6 U.M. de llave  
40 U.M. de válvula.

Sanitarios hombres 4 U.M. de llave  
45 U.M. de válvula

## TRAMO 1

6 + 4 = 10 U.M. de llave  $\approx$  0.5 l.p.s.  
40 + 45 = 85 U.M. de válvula  $\approx$  3.9 l.p.s.  
Gasto total 4.4 l.p.s.  
 $\emptyset$  64mm, Hf = 3.6%

## TRAMO 2

U.M. acumulada 10 + 6 = 16 U.M. de llave  $\approx$  0.7 l.p.s.  
De 1 85 + 40 = 125 U.M. de válv.  $\approx$  4.7 l.p.s.  
5.4 l.p.s.  
 $\emptyset$  64mm, Hf .5.4%

## TRAMO 3.

U.M. acum. 16 + 4 = 20 U.M. de llave  $\approx$  0.9 l.p.s.  
De 2 125 + 25 = 170 U.M. de válvula  $\approx$  5.3 l.p.s.  
6.2 l.p.s.

## COLUMNA DE ALTA PRESION -2

TRAMO A Igual a la alimentación del sanitario  $\emptyset$  50mm

TRAMO B Igual al tramo 1 de A.P. - 1  $\emptyset$  64mm Hf. 3.6%

Por tanteos calculamos donde cambia de diámetro.

## TRAMO "F"

No. total de U.M.

30 U.M. de llave  $\approx$  1.3 l.p.s.

255 U.M. de válv.  $\approx$  6.4 l.p.s.

Gasto total: 7.7 l.p.s.  $\emptyset$  75mm Hf 4.7%

## TRAMO "J"

No. total de U.M.

50 U.M. de llave  $\approx$  1.8 l.p.s.

425 U.M. de válv.  $\approx$  8.4 l.p.s.

10.2 l.p.s.  $\emptyset$  75mm Hf 8%

## TRONCAL DE ALTA PRESION TRAMO "K"

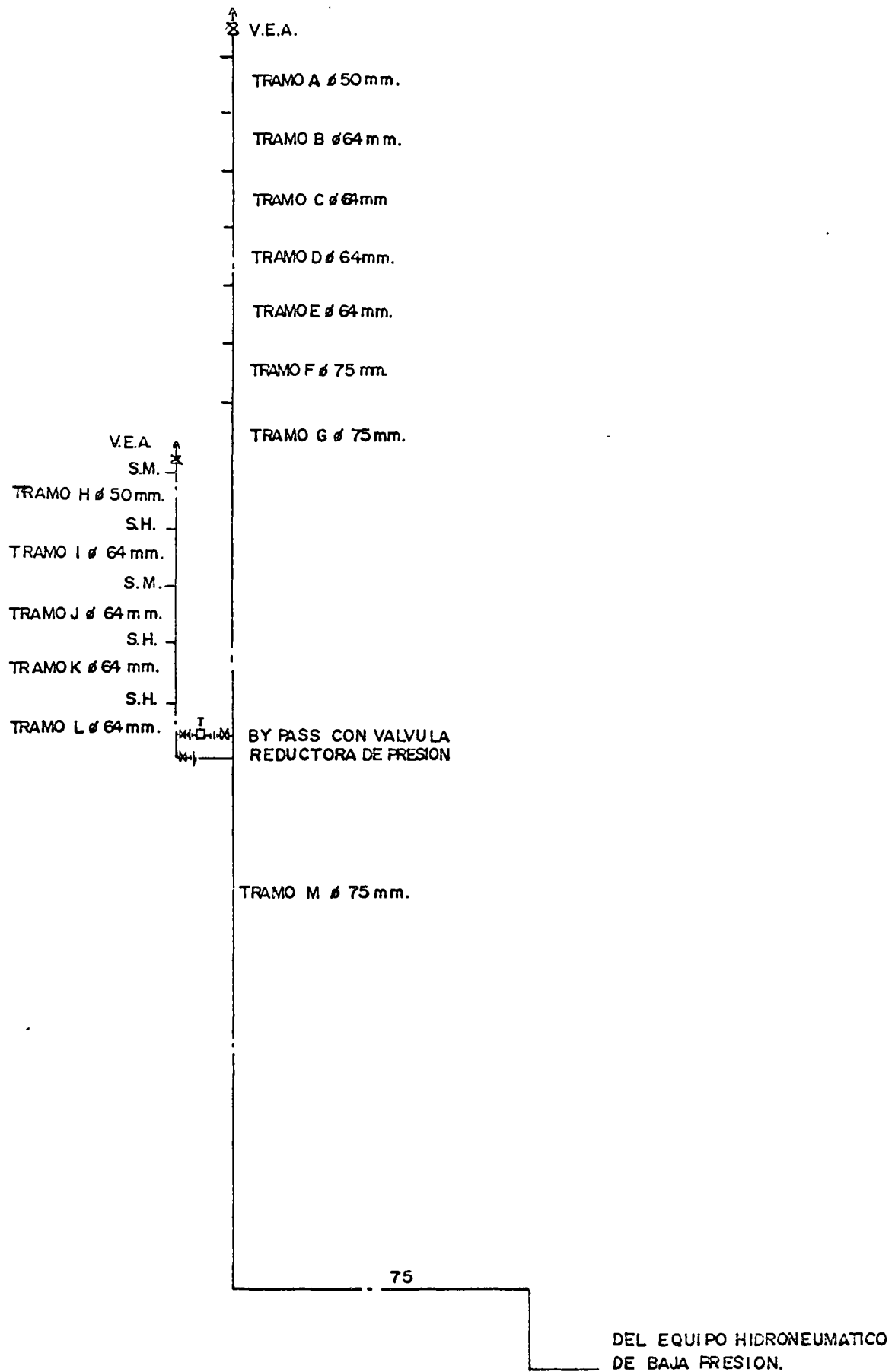
Unidades muebles.

Tramo 3 + Tramo J.

20 U.M. + 50 U.M. = 70 U.M. de llave 2.2 l.p.s.

170 U.M. + 425 U.M. = 595 U.M. de válv. 10.0 l.p.s.

12.2 l.p.s.  $\emptyset$  100mm Hf 2.5%





El siguiente paso corresponde al diseño y cálculo de las líneas de desagüe para el sistema de aguas negras y jabonosas en los núcleos sanitarios, habiéndose llegado a las siguientes conclusiones.

#### CALCULO No. 4

##### SANITARIOS HOMBRES

Lavabos	2 x 2	= 4
Urinarios	3 x 4	= 12
Inodoros	3 x 8	= <u>24</u>
		40 U.D.

Localizamos este dato en la tabla No. 12, Hoja 4-22 y nos da 100mm (Admite un máximo de 90 U.D.)

##### SANITARIO MUJERES.

Lavabos	3 x 2	= 6 U.D.
Inodoros	4 x 8	= <u>32</u> U.D.
		38 U.D. Ø 100mm

Bajadas de aguas negras.

Como la carga máxima es la que rige, el diámetro de la bajada de aguas negras, únicamente calculamos el punto más bajo de la B.A.N.

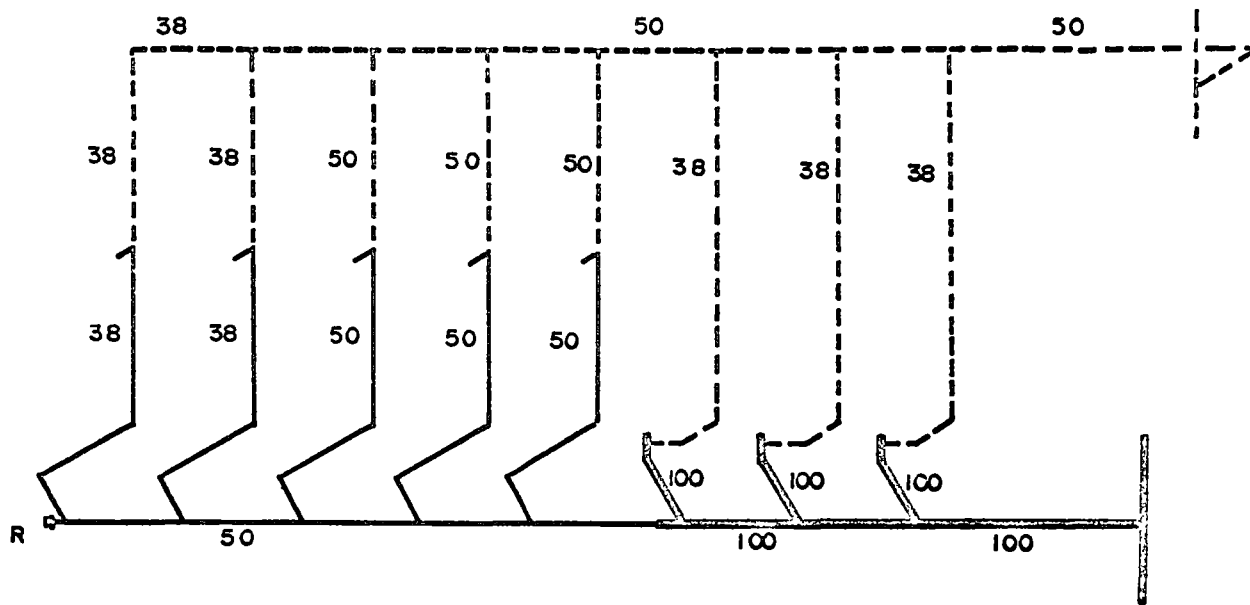
#### COLUMNA DE DESAGUE (B.A.N.)

Lavabos	60x 2	= 120 U.D.
Urinarios	36x 4	= 144 U.D.
Inodoros	84 x8	= <u>672</u> U.D.
		936 U.D.

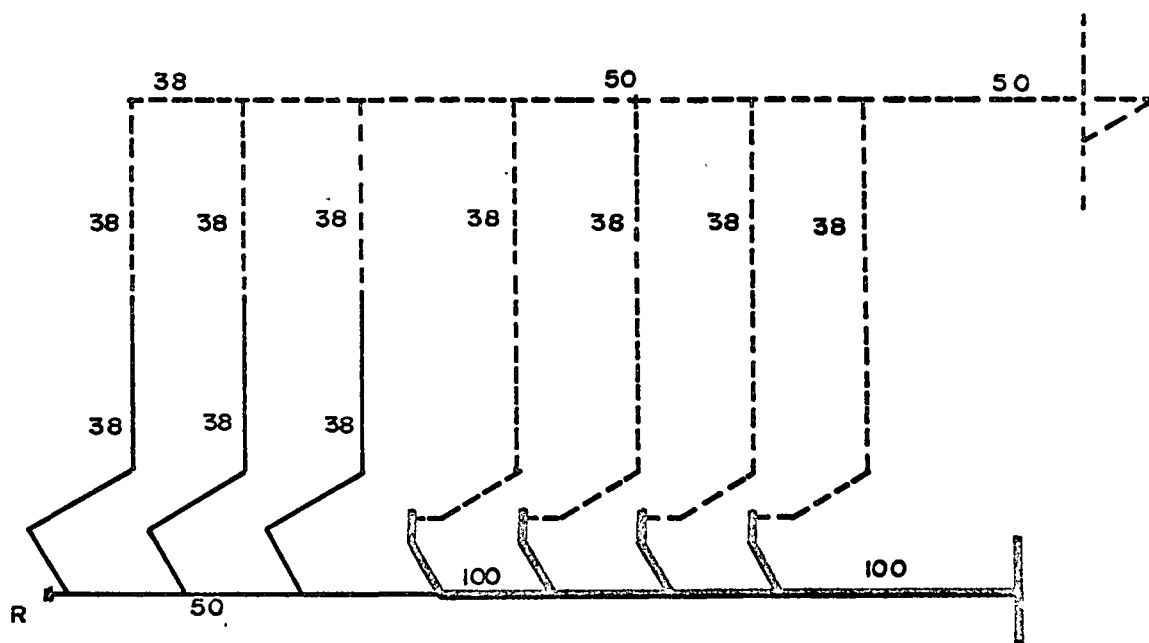
+ 8.00 U.D. por piso (preparaciones) 160 Ud.

Total = 1096 U.D.

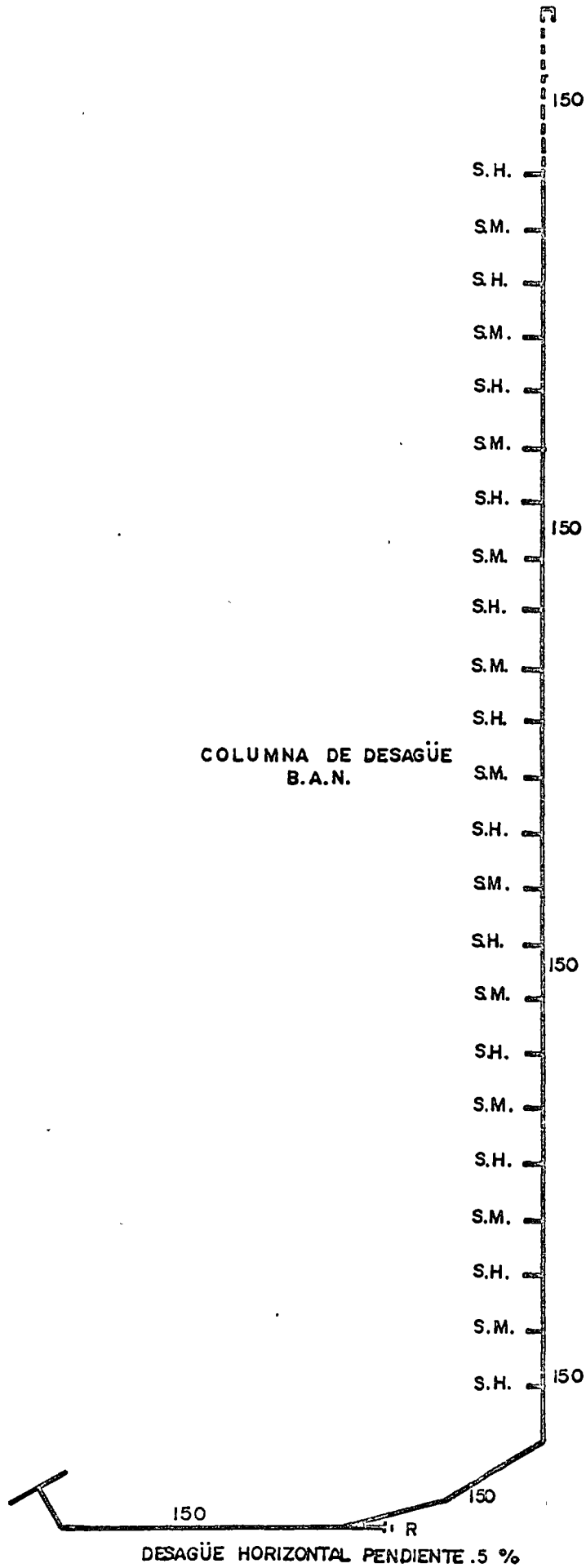
Consultamos la Tabla No. 14, Hoja 4-23



DESAGÜE SANITARIO HOMBRES



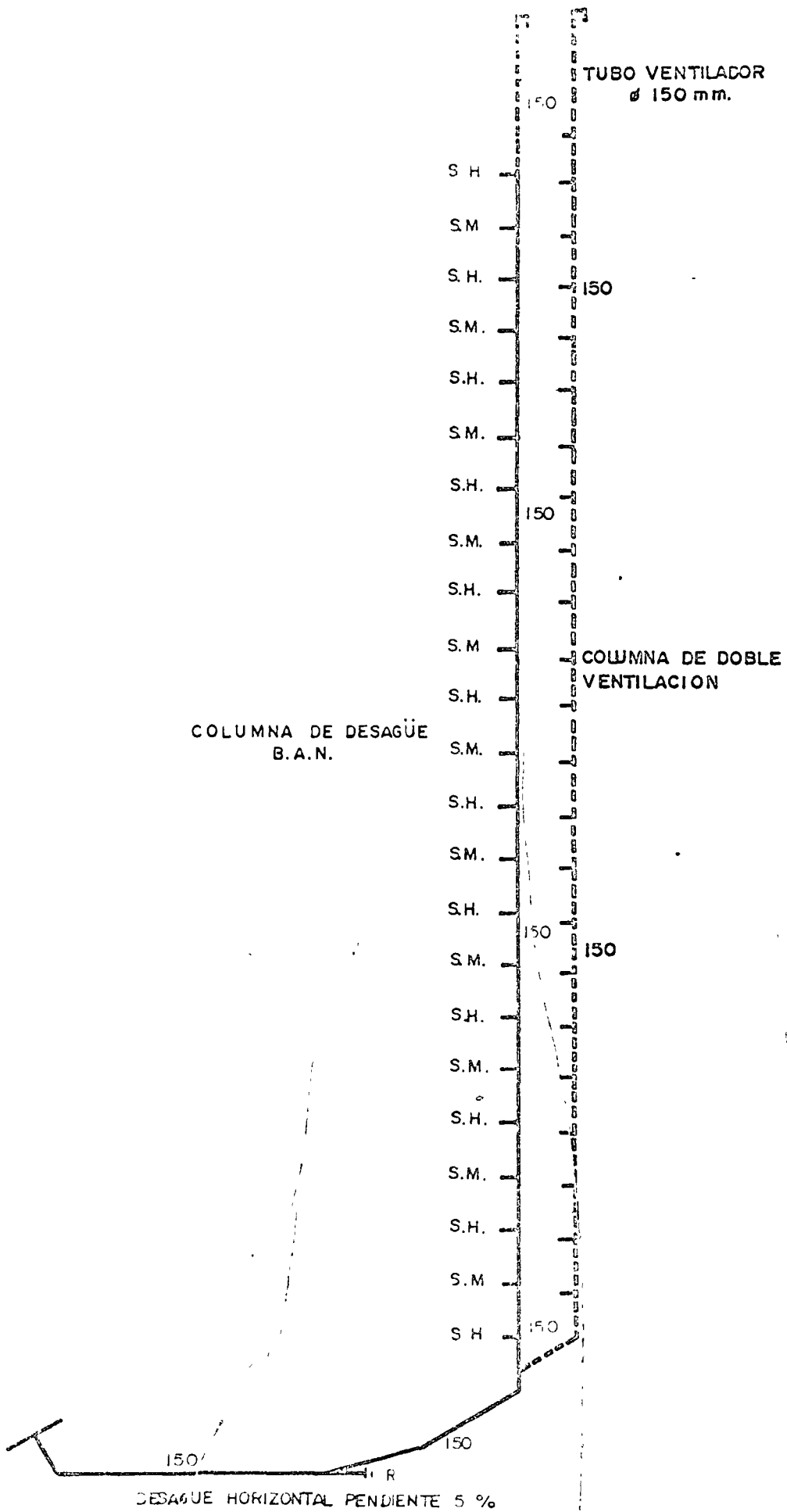
DESAGÜE SANITARIO MUJERES



COLUMNA DE DESAGÜE  
B.A.N.

DESAGÜE HORIZONTAL PENDIENTE .5 %





Buscamos en el renglón de bajada con desagües en más de tres niveles y localizamos 1100 U.D. que corresponde a 125 mm, como la bajada la proyectamos en fo. fo. y en este material, existen 100 y 150mm, elegimos 150mm.

### DESAGUE HORIZONTAL

Por razones constructivas hubo necesidad de darle una pendiente máxima de 0.5%.

Consultando la tabla No. 13 hoja 4-23.

Localizamos en 0.5% las U.D. y nos dá un diámetro de 200mm 8".

————— O O O —————

Se diseñó un sistema de doble ventilación unitaria para los diferentes muebles sanitarios del conjunto, con interconexiones a una columna general de doble ventilación alojada en el ducto de instalaciones del núcleo central, con las siguientes dimensiones:

### CALCULO No. 5

Datos :            No. de pisos        20  
                       U.D. de la B.A.N. 1096 UD.  
                       diámetro de la B.A.N. 150mm

De la tabla No. 15 Hoja 4-24 , nos da un diámetro de columna de doble ventilación de 125mm, como la proyectamos en fierro fundido y no hay este diámetro, quedará 150mm.

————— O O O —————

Para recibir las precipitaciones pluviales en las azoteas de los diferentes niveles del edificio se tomó en cuenta una precipitación de 150mm/hora con las siguientes consideraciones:

1- BAJADA No. 1 RECIBE AGUAS PLUVIALES (TORRE)

$625 \text{ m}^2 = 26 \text{ lps.}$

2- BAJADA No. 2 RECIBE AGUAS PLUVIALES

$985 \text{ m}^2 = 41.04 \text{ lps.}$

3- BAJADA No. 3 RECIBE AGUAS PLUVIALES

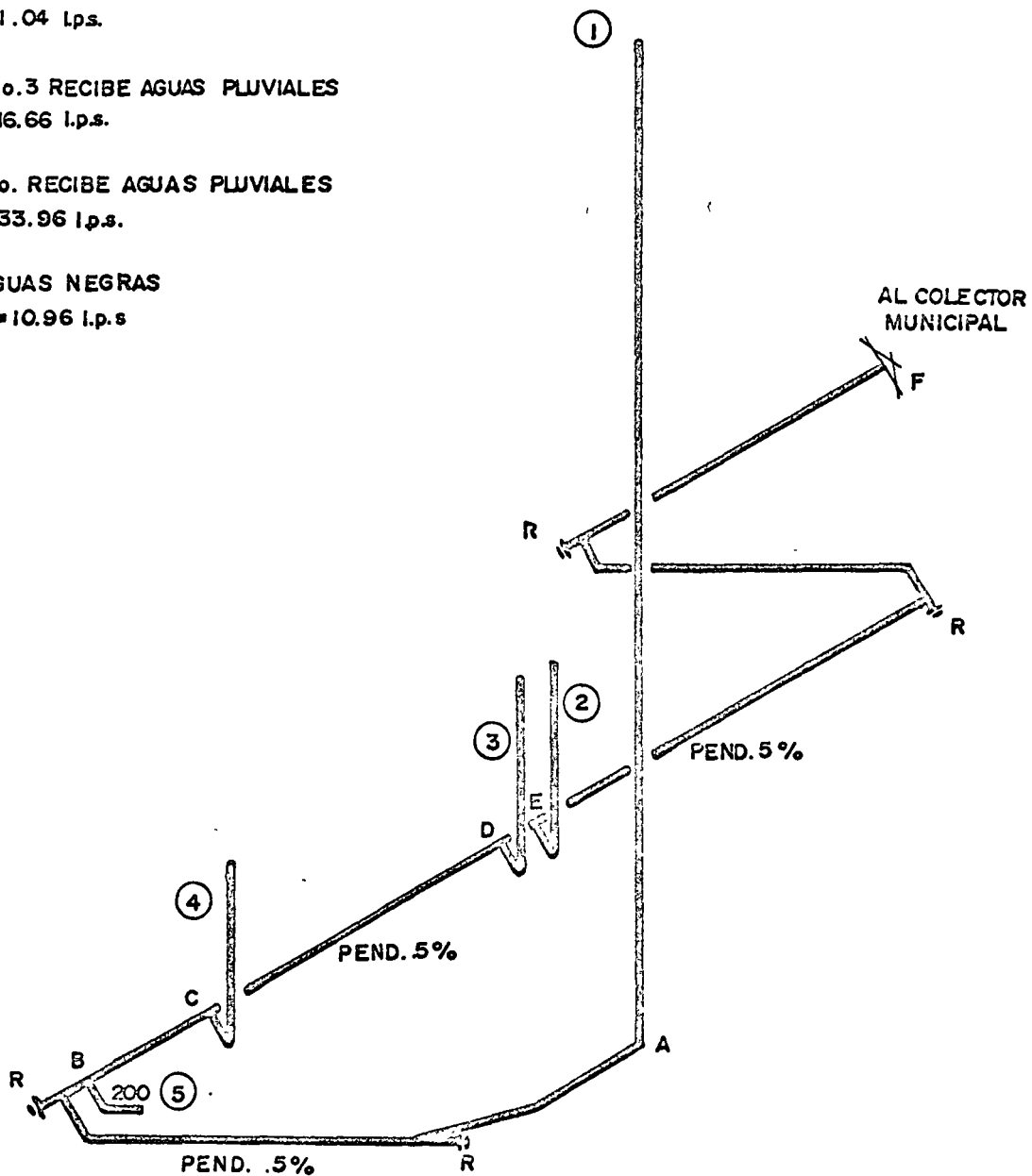
$400 \text{ m}^2 = 16.66 \text{ l.p.s.}$

4- BAJADA No. RECIBE AGUAS PLUVIALES

$815 \text{ m}^2 = 33.96 \text{ l.p.s.}$

5- RECIBE AGUAS NEGRAS

$1096 \text{ u.d.} = 10.96 \text{ l.p.s}$



## CALCULO No. 6 DE SISTEMA DE AGUAS PLUVIALES

### A).- Cálculo de bajadas.

1.- B.A.P. No. 1 Para el cálculo de esta bajada consultamos

la tabla No. 9, la cual se refiere a bajadas pluviales llenas a la cuarta parte y en la columna de 150mm/h. , que corresponde a la precipitación pluvial en el D.F. En dicha columna, vemos que para  $625 \text{ M}^2$  (ver diagrama) necesitamos un diámetro de 200mm, con capacidad máxima de  $1015 \text{ M}^2$ .

2.- B.A.P. No. 2. Para esta bajada procederemos de la misma manera, es decir que  $985 \text{ M}^2$ , corresponde un diámetro de 200mm, con capacidad máxima de  $1015 \text{ M}^2$ .

3.- B.A.P. No. 3 y 4. Para estos casos se sigue el mismo procedimiento que los números 1 y 2 y tenemos que para dichas áreas ( $400 \text{ M}^2$  y  $815 \text{ M}^2$ ), corresponde el diámetro de 150mm y 200mm respectivamente.

NOTA: En el cálculo del área de las bajadas anteriores se consideró en un 50% el área de las fachadas, tomando en cuenta el ángulo de incidencia de la lluvia ( $30^\circ$ )

### B).- CALCULO DE DESAGUES HORIZONTALES.

1.- Tramo A-B. Este tramo recibe la bajada de aguas pluviales No. 1, con  $625 \text{ M}^2$  y una pendiente de 0.5%

Con estos datos podemos conocer el diámetro de dicho tramo, usando la tabla No. 10, Hoja 4-20, la cual se refiere a desagües a tubo lleno, con pendiente del 1%. Como la pendiente en este caso es del

0.5%, debemos tomar en cuenta la nota de la misma tabla.

Haciendo operaciones tenemos que  $1237 M^2$ , multiplicado por la raíz de  $0.5 = (0.7)$  nos da  $866 M^2$  (Área más aproximada a  $625 M^2$ ), que corresponde a un diámetro de 250mm.

## 2- TRAMO B-C.

De la bajada No. 1, recibimos  $625 M^2 = 26$  l.p.s. más la descarga de la B.A.N. 1096 U.D. = 10.96 l.p.s. de modo que el tramo BC, lleva:  $26 + 10.96 = 36.96$  l.p.s. y se requiere un tubo de 300mm de diámetro, al 0.5% de pendiente.

## 3.- TRAMO C-D.

Gasto acumulado =  $36.96$  l.p.s. + B.A.P - 4 =  $33.96$  l.p.s.

$36.96 + 33.96 = 70.92$  l.p.s., se requiere un tubo de 380mm de diámetro al 0.5% de pendiente.

## 4.- TRAMO D-E.

Gasto acumulado =  $70.92$  l.p.s. + B.A.P. - 3 =  $16.66$  l.p.s.

$70.92 + 16.66 = 87.58$  l.p.s., se requiere un tubo de 380 mm de diámetro, al 0.5% de pendiente.

## 5.- TRAMO E-F.

Gasto acumulado =  $87.58$  l.p.s. + B.A.P. - 2 =  $41.04$  l.p.s.

$87.58 + 41.04 = 128.62$  l.p.s., se necesita un tubo de 450mm de diámetro al 0.5% de pendiente.

————— O O O —————  
 Paara recibir los desagües de los núcleos sanitarios y de los escurrimientos de aguas sucias en las rampas de acceso y losas del sótano se diseñó un cárcamo de aguas negras alojado en la parte inferior del ducto vertical de instalaciones en el nivel - 4.70, correspondiente al sótano No. 2, en el que se instalará un equipo duplex de bombeo para desalojo de estas aguas hacia el

albañal suspendido de la losa de planta baja que saldrá por gravedad hacia su conexión del drenaje municipal en las calles adyacentes del predio.

Como se ve en la figura correspondiente, las bombas seleccionadas son del tipo sumergible y el cárcamo deberá estar cerrado herméticamente a fin de evitar la fuga de malos olores hacia los sótanos.

Las bombas seleccionadas tienen una capacidad de 200 lts, por minuto contra una carga dinámica total de 10 mts, debiendo tener un paso de cera de 75mm (3") y una descarga mínima de 100mm (4") hacia su conexión al albañal de planta baja.

Con los demás equipos de bombeo seleccionados su operación deberá ser automática y el equipo que se ha seleccionado es el siguiente:

DOS.- Bombas tipo sumergible para aguas negras de 100mm, sello mecánico, acopladas directamente a motores eléctricos verticales de 2 H.P, 220 volts, 3 fases, 2 polos, 2950 r.p.m.

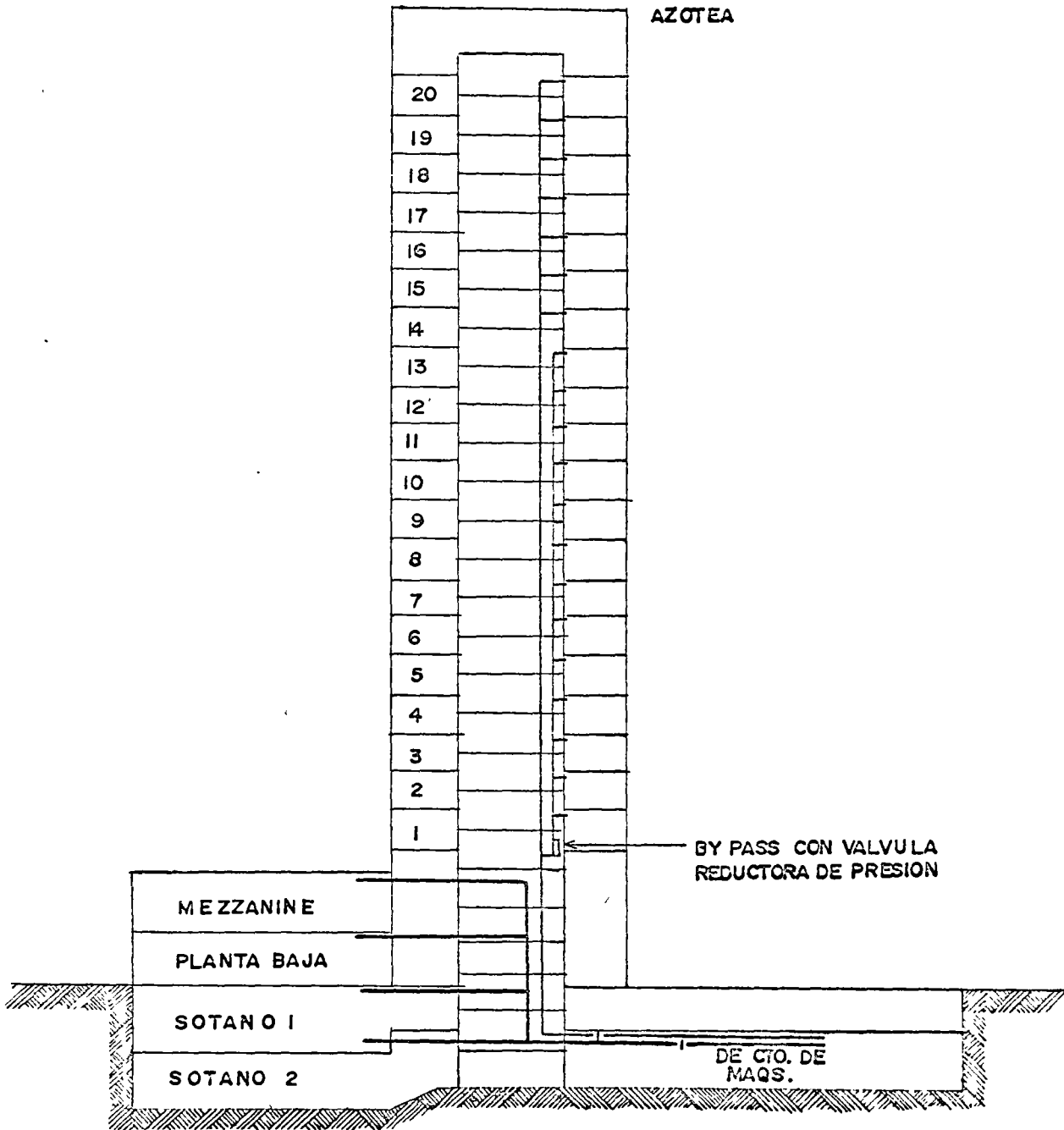
UN.- Control de operación electrónico marca Sidus, construído a base de módulos de circuito impreso modelo TNB-2BA-CLBS-Alar, con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

- a).- Alternador Simultaneador para dos bombas.
- b).- Protección por bajo nivel de succión.
- c).- Control de operación por bajo nivel.
- d).- Arrancadores magnéticos a tensión completa con protección térmica para las bombas.
- e).- Interruptores termomagnéticos para las bombas y el control.
- f).- Luces piloto.
- g).- Selectores de tres posiciones.
- h).- Alarma visual y auditiva por bajo nivel en la succión.

./.

# INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR

## NUEVO EDIFICIO ADMINISTRATIVO



CORTE DE COLUMNAS DE AGUA CONTRA INCENDIO

El edificio contará con un sistema de protección contra incendio mediante hidrantes, conteniendo mangueras en todos sus niveles, a fin de cubrir el área en un 100% y cuenta además con un sistema de rociadores ---- (Sprinklers) en la zona de exposiciones y bodegas, que es aquella en la que se ha considerado un mayor riesgo por lo diverso de los productos y materiales expuestos o almacenados.

El sistema de hidrantes con manguera, reúne las características que la Asociación Mexicana de Compañías de Seguro pide para este tipo de riesgos, es decir, se cuenta con una reserva constante en la cisterna de sistema contra incendio que nunca es tocada por las bombas de sistema de abastecimiento doméstico, se cuenta con bombas a las diferentes presiones operadas por motores con dos fuentes de energía, decir electricidad y combustion interna, se cuenta con hidrantes con manguera de 38mm de diámetro que cubren el 100% de su área, contará además con alarmas audiovisuales de incendio y los sistemas rociadores funcionarán mediante controles totalmente automáticos de detección de temperatura y humo y los diseños hidráulicos de las redes de abastecimiento a los dos sistemas para combatir los riesgos (ver las figuras correspondientes), tienen las capacidades requeridas por los Reglamentos.

En forma similar el cálculo de los equipos de bombeo de abastecimiento para el sistema doméstico, el equipo de bombeo para sistema de protección contra incendio se ha dividido en dos presiones de operación, la primera de ellas cubrirá los dos niveles de estacionamiento, la planta baja y la planta mezanine. El sistema de alta presión cubrirá los 20 pisos de la torre de plantas tipo.



También en esta ocasión, el sistema de bombeo es de "Cascada" , ya que el sistema de alta presión tiene su succión en la descarga del sistema de baja presión.

En estas condiciones, el sistema de baja presión abastecerá en su totalidad a las redes de rociadores localizados en la planta sótano 1 y planta baja, además de los gabinetes con manguera en los niveles que cubren. Según el Reglamento de la Asociación Mexicana de Cía. de Seguros y de la M.F.P.A. (National Fire Protection Association), se deberá tomar en cuenta para efectos de cálculo el funcionamiento simultáneo máximo de dos hidrantes en el riesgo, por lo que no nos obligó a duplicar los gastos en los diferentes sistemas.

De esta manera, el sistema de abastecimiento a baja presión requerirá una capacidad mínima de los 63 Lts. por segundo, requeridos para el funcionamiento del sistema de rociadores contra la carga dinámica total suficiente, para operar los chorros de manguera en el nivel de mezanine, que el fabricante pide con una presión mínima de 3.5 Kg/ y el sistema de alta presión cubrirá el riesgo con un gasto mínimo de 300 lts, por minuto y la presión de 3.5 Kg/cm<sup>2</sup> en el último nivel del edificio.

En estas condiciones el equipo seleccionado fué el siguiente:

SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO, BAJA PRESION.

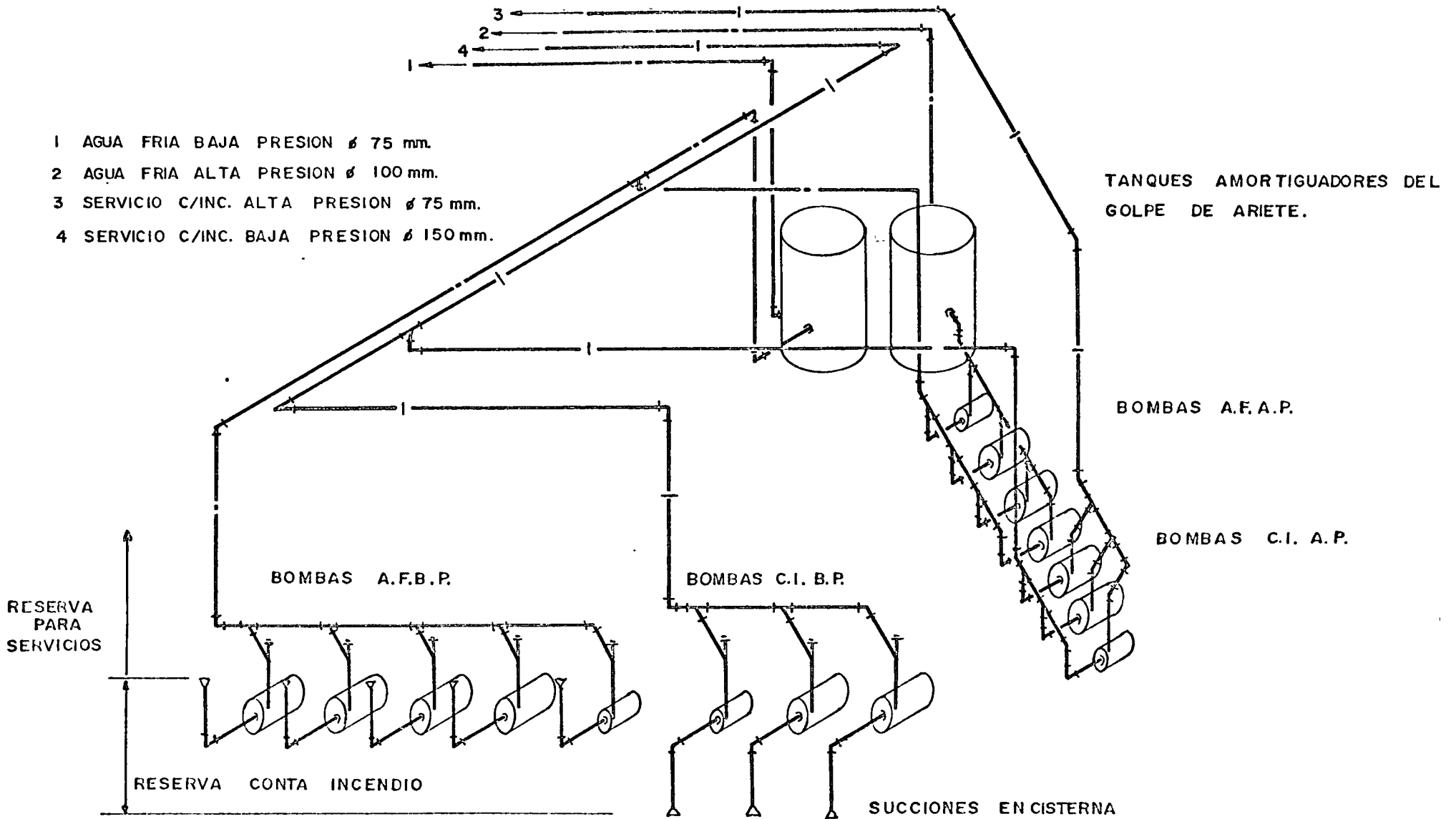
Características de operación:

- Gasto total.....63 lps."
- Presión de operación.....4.55 Kg/cm<sup>2</sup>.

Equipo seleccionado:

UNA Bomba marca Fairbanks Morse, centrífuga horizontal, modelo 5460-6 con succión de 203mm y descarga de 152 mm, sello mecánico, acoplados

- 1 AGUA FRIA BAJA PRESION  $\varnothing$  75 mm.
- 2 AGUA FRIA ALTA PRESION  $\varnothing$  100 mm.
- 3 SERVICIO C/INC. ALTA PRESION  $\varnothing$  75 mm.
- 4 SERVICIO C/INC. BAJA PRESION  $\varnothing$  150 mm.



ESQUEMA ISOMETRICO CTO. DE BOMBAS.

por medio de cople flexible marca Falk a motor eléctrico horizontal a prueba de goteo de 7.5 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 4 polos, 1450 r.p.m.

UNA.- Bomba Jockey marca Jacuzzi, tipo centrífuga horizontal, modelo C3HDL1, con succión de 38mm, y descarga de 25mm, sello mecánico, acoplada a motor eléctrico horizontal a prueba de goteo de 3 H.P., 220/440 volts, 3 fases, 50/60 ciclos, 2900 /3450 r.p.m., 2 polos.

UN.- Control de operación electrónica marca Sidus, construído a base de módulos de circuito impreso, modelo CCI-1BA-LBS-Alar, con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

- a).- Protección por bajo nivel de succión.
- b).- Control de operación por presión.
- c).- Interruptores termomagnéticos para la bomba y el control.
- d).- Luces piloto.
- e).- Selectores de tres posiciones.
- f).- Alarma visual y auditiva por bajo nivel en la succión.
- g).- Retardador de tiempo.

UN.- Arrancador magnético a tensión reducida en combinación con interruptor termomagnético con bobina de 220 volts y 2 elementos térmicos para protección.

DOS.- Manómetros de carátula de 115mm, con escala de 0 a 7 Kg/cm<sup>2</sup>.

UN.- Tablero de control electrónico, marca Sidus (bomba Jockey, construído a base de módulos de circuito impreso, modelo TCI-1BA-3C-LBS, con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

- a) Protección por bajo nivel de succión.
- b) Control de operación por presión en la línea.
- c) Interruptores termomagnéticos para la bomba y el control.
- d) Arrancadores magnéticos a tensión completa con protección térmica.
- e) Selector de tres posiciones.
- f) Retardador de tiempo.
- g) Luz piloto.

UNA.- Bomba marca Fairbanks Morse, modelo 5460-6, con succión de 203mm y descarga de 152mm, acoplada por medio de cople flexible, marca Falk a motor de combustión interna, marca Rolls Royce, Modelo C4N, con potencia nominal continua de 100 H.P. (efectiva en la ciudad de -- México de 71.25 H.P), incluye tanque de combustible, tablero de instrumentos y arranque eléctrico.

#### D).- SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO, ALTA PRESION.

Características de operación:

Gasto No. 1 .....	5 lps.
Gasto No. 2 .....	7.5 lps.
Presión No. 1 .....	11.4 Kg/cm <sup>2</sup> .
Presión No. 2 .....	7.3 Kg/cm <sup>2</sup> .

Equipo seleccionado:

UNA.- Bomba marca Fairbanks Morse, tipo centrífuga horizontal, modelo 5892-1-½, con succión de 51mm y descarga de 38mm, sello mecánico, acoplada directamente a motor eléctrico horizontal a prueba de goteo de 20 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 2 polos, 2900/3450 r.p.m. 50/60 ciclos.

UNA.- Bomba Jockey marca Jacuzzi, tipo centrífuga horizontal, modelo C5H6A11, con succión de 51mm, y descarga de 38mm, sello mecánico, acoplada directamente a motor eléctrico de 5 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 50/60 ciclos, 2900/3450 R.P.M. 2 polos.

UN.- Control de operación electrónica marca Sidus, construído a base de módulos de circuito impreso modelo CCI-1BA-LBS-Alar con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

- a) Protección por bajo nivel de succión.
- b).- Control de operación por presión en la línea ( $12 \text{ Kg/cm}^2$ ).
- c).- Interruptores termomagnéticos para la bomba y el control.
- d).- Luces piloto.
- e) Selectores de tres posiciones.
- f) Alarma visual y auditiva por bajo nivel en la succión.
- g) Retardador de tiempo.

UN.- Arrancador magnético a tensión reducida con combinación , con interruptor termomagnético para 20 H.P, con bobina de 220 volts.

UN.- Control de operación electrónica marca Sidus, construído a base de módulos de circuito impreso, modelo TCI-1BA-5C-LBS-Alar, con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

- a) Protección por bajo nivel de succión.
- b) Control de operación por presión en la línea. ( $12 \text{ Kg/cm}^2$ ).
- c) Arrancador magnético a tensión completa , con protección térmica.
- d) Interruptores termomagnéticos para la bomba y el control.
- e) Luces piloto.

f) Selector de tres posiciones

g) Alarma visual y auditiva por bajo nivel de succión.

h) Retardador de tiempo.

Dos Manómetros de carátula de 115mm, con escala de 0 a 14 Kg/cm<sup>2</sup>.

UNA.- Bomba marca Fairbanks Morse, centrífuga horizontal, modelo 5592 1-½, con succión de 51mm, y descarga de 38mm, sello mecánico, acopladas por medio de cople flexible marca Falk a un motor de combustión interna, marca Volkswagen con potencia nominal de 34 H.P, (efectiva de 24.2 H.P, incluye tanque de combustión, tablero de instrumentos y arranque eléctrico.