

5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON**

**BASES PARA EL DISEÑO DE
INSTALACIONES Y SUMINISTRO
DE AGUA CALIENTE**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :
ARTURO GALLARDO SANTIBAÑEZ

ASESOR: ING. LUIS P. VILLEGAS MUÑOZ

MÉXICO.

283891

2000.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ARAGÓN

DIRECCION

ARTURO GALLARDO SANTIBAÑEZ
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 1 de abril del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. LUIS P. VIGUERAS MUÑOZ pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado, "BASES PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES Y SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México., 6 de abril de 1998
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ

c c p Jefe de la Unidad Académica.
c c p Jefatura del Area de Ingeniería Civil.
c c p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/Ila.

A MIS PADRES:

SIRVA EL PRESENTE TRABAJO COMO UN TRIBUTO A SU ESFUERZO Y DEDICACION.

POR QUE NUNCA PODRE PAGAR Y TERMINAR DE AGRADECER TODO LO QUE HAN DADO. POR QUE SU SACRIFICIO MERECE SER RECOMPENSADO. POR QUE MIS LOGROS SE LOS DEDICO CON TODO MI AMOR. PORQUE SUPIERON EQUILIBRAR UN NOBLE CORAZON CON UNA MANO DURA.

POR ESO, Y MAS GRACIAS.

JORGE Y ADELA

A MIS HEMANOS:

QUE NUNCA HE NECESITADO PREGUNTAR SI ESTAN, PORQUE SIEMPRE HE SENTIDO SU APOYO. QUIERO QUE ESTA SEA UNA FORMA DE MOSTRAR QUE SU EJEMPLO Y CONSEJO LOS HE LLEVADO CON MIGO.

POR QUE ESAS CATORCE MANOS SIEMPRE ESTARAN SUMADAS A DOS MAS.

JUAN ENRIQUE
JOSE MARTÍN
ANA MARIA
MARIA TERESA
JORGE
LAURA
BENJAMÍN

GRACIAS POR SER MI FAMILIA
POR QUE VALE LO QUE ES Y NO LO QUE PUDO SER

AGRADEZCO

A MI ESCUELA:

POR QUE TODOS LOS ESFUERZOS SON INÚTILES SI NO SE TIENEN LA OPORTUNIDAD QUE ME BRINDO.

A MIS PROFESORES:

QUE CON ENTUSIASMO Y DEDICACIÓN COMPARTIERON SUS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIA. DÁNDOME UN GRAN EJEMPLO.

A MI ASESOR DE TESIS:

QUIEN LLEVA LA DOCENCIA MAS ALLA DE LA ESCUELA. UNA PERSONA CON ETICA Y EXPERIENCIA A QUIEN LE GUSTA COMPARTIR SUS CONOCIMIENTOS CON SUS PUPLOS. EN QUIEN HE ENCONTRADO EN LA CARRERA UN PROFESIONISTA Y EN LA VIDA UN AMIGO.

ING. LUIS P. VIGUERAS MUÑOZ

BASES PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES Y SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE

INTRODUCCION

I.	ANTECEDENTES	4
II.	COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO	7
II.1.	Circulación del agua en tuberías.	8
II.2.	Perdida de carga por fricción en tuberías.	9
II.3.	Perdida de carga por fricción en conexiones y válvulas.	12
II.3.1.	En función de la carga de velocidad.	12
II.3.2.	En función de la longitud equivalente.	15
II.5.	Formulas usuales en el calculo de tuberías.	39
II.6.	Dilatación térmica de los tubos.	42
II.7.	Tuberías.	45
II.7.1.	Tubos de fierro galvanizado.	45
II.7.2.	Tubos de cobre.	49
II.7.3.	Tubería de plástico.	57
III.	REQUERIMIENTOS DE AGUA CALIENTE	63
III.1.	Por el numero de cuartos.	65
III.2.	Por el numero de personas.	67
III.3.	Por el método de equipos instalados.	68
III.4.	Cuantificación de unidades mueble.	70
IV.	CALDERAS Y CALENTADORES	
IV.1.	Calentadores.	77
IV.1.1.	Calentadores de agua por carbón.	78
IV.1.2.	Calentadores de agua por gas.	79
IV.1.2.1.	Calentadores de paso.	82
IV.1.2.2.	Modo de funcionamiento.	82
IV.1.2.3.	Consideraciones para su colocación.	85
IV.1.2.4.	Calentadores de deposito.	86
IV.1.2.5.	Consideraciones para su colocación.	88
IV.1.3.	Calentadores de agua eléctricos.	89
IV.1.4.	Calentadores de agua solares.	99
IV.2.	Válvulas de seguridad y jarros de aire.	101
IV.2.1.	Válvulas de seguridad.	101
IV.2.2.	Jarros de aires.	104
IV.2.2.1	Jarros de aire de agua fría.	104
IV.2.2.2	Jarros de aire de agua caliente.	105

IV.3.	Calderas o sistemas centrales de agua caliente.	107
IV.3.1.	Selección practica del equipo.	107
IV.3.2.	Sistema de alimentación de agua a la caldera.	110
IV.3.3.	Calderas de tubos de humo.	113
IV.3.4.	Calderas de tubos de agua.	116
IV.3.5.	Calderas de agua caliente.	117
IV.3.6.	Calderas de agua caliente con intercambiador de calor.	118
IV.3.7.	Formulas practicas para el calculo de equipos de calentamiento de agua.	119
IV.4.	Intercambiador de calor.	122
IV.5.	Mezcladoras automáticas de agua.	126
V. DISTRIBUCION		
V.1.	Método de Hunter.	133
V.2.	Métodos de distribución.	143
V.2.1.	Distribución de agua caliente alimentación directa.	143
V.2.2.	Distribución de agua caliente con circulación interior.	144
V.2.3.	Sistema de distribución superior de agua caliente.	146
V.2.4.	Sistema de distribución de agua caliente con alimentadores verticales ascendentes y líneas de circulación individuales.	48
V.2.5.	Distribución de agua caliente sistema en anillo.	150
V.3.	Bombas de recirculación.	151
V.4.	Retorno de agua caliente.	156
V.5.	Formato de calculo de retorno de agua caliente	163
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
V.1.	Conclusiones.	166
V.2.	Recomendaciones.	168
BIBLIOGRAFIA		169

INTRODUCCIÓN

El alto costo que alcanza el agua, al calentarla nos debe hacer reflexionar sobre la manera de cómo hacer para que a esta se le pueda dar el mejor uso posible.

El costo por traerla desde las fuentes de captación es alto, el cual va incrementado día a día y si ha este costo se le aumenta además lo que representa su calentamiento nos damos cuenta que el agua caliente tiene un gran costo. Si de alguna manera se obtuviera el costo del agua caliente que se desperdicia al enfriarse esta en la tubería, y el del agua que se desperdicia cuando se abre la llave para esperar a que comience a salir agua a la temperatura deseada, nos daríamos cuenta que se son recursos mal empleados.

Si se propone el calentamiento del agua a un bajo costo o ninguno utilizando la radiación solar o tal vez, utilizando un método más favorable que fuera más rendidor y provechoso como el utilizar sistemas centrales de calefacción para una comunidad o un conjunto de casas, estos abastecidos con recirculación para que al abrir la llave se tuviera agua caliente al instante así como el agua fría.

Por otra parte la utilización de los calentadores solares que si bien es una inversión costosa pero que en el transcurso del tiempo nos retribuiría en un mejor beneficio en costo de agua caliente, siendo una propuesta que se debería considerar con mayor seriedad.

Es por lo anterior que en el presente trabajo se presentan las formas y métodos para la obtención y distribución de agua caliente. A continuación se exponen de manera breve el contenido de cada uno de los capítulos que integran el documento.

CAPITULO I. Se refiere a los antecedentes, se mencionan los diferentes tipos de inmuebles que requieren de agua caliente y la importancia que representa la distribución de este servicio para garantizar el buen funcionamiento del inmueble.

CAPITULO II. Partiendo del comportamiento hidráulico tanto del agua como de los materiales empleados en su distribución. Tomando como consideración principal el retorno de agua caliente para poder tener esta en el momento de su

uso para tal fin nos valemos del propio movimiento térmico del agua y cuando son grandes distancias, del uso de bombas recirculadoras.

En el comportamiento térmico del agua así como de los materiales, por una parte el del agua nos favorece al realizarse un movimiento térmico de recirculación y el de los materiales es un fenómeno de dilatación que si no consideramos podría acarrear grandes problemas, en las uniones de las tuberías, en las que debemos colocar juntas flexibles, esta dilatación de las tuberías dependerá del material de esta.

CAPITULO III. En el cálculo de una red de distribución es indispensable tener conocimiento del volumen de agua que se va a utilizar en l.p.m. o en U.M. que se van a requerir para cubrir adecuadamente la demanda diaria de agua caliente. Para la cuantificación de esta demanda se presentan tres métodos, los cuales se utilizaran según el criterio del calculista y la ubicación climática del inmueble y su uso.

CAPITULO IV. Según el volumen de agua que se demande se determinara el sistema de calentamiento de agua más adecuado; en la actualidad se cuenta en el mercado con múltiples sistemas de calentamiento, a diferentes temperaturas y volúmenes, se considera el uso de calentadores para el abastecimiento de pequeños volúmenes de agua a no altas temperaturas y el uso de calderas para grandes volúmenes de agua caliente a diferentes temperaturas. La implementación de un sistema de calentamiento dependerá tanto del volumen de agua como de los materiales de combustión que se hallen en la región, lo que se debe reflejar en los gastos de operación.

En la instalación de los equipos de calentamiento se deben considerar aditamentos de seguridad que van desde los jarros de aire, las válvulas eliminadoras de aire asta las válvulas de seguridad que son parte fundamental de las calderas.

Existen además otros aditamentos para hacer mas funcionales estos sistemas de distribución de agua caliente como lo son, los intercambiadores de calor y las mezcladoras automáticas de agua.

CAPITULO V. El método de distribución que se emplee en una red con o sin retorno de agua caliente debe ser

considerando obtener el máximo beneficio de la inversión. Los métodos que se presentan son opciones que se pueden proponer en una distribución según el criterio del calculista de la red.

Una red de retorno de agua caliente debe contemplar el uso de bombas recirculadoras, las que deben instalarse tanto en forma correcta como en lugares en que el funcionamiento sea el más favorable.

Cuando se a definido la red de distribución, se hace el cálculo del dimensionamiento de la tubería. Se presenta un ejemplo, en donde se desarrolla la teoría de distribución con retorno de agua caliente.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. El compromiso de los técnicos de buscar nuevas alternativas para cuidar los recursos y hacer proyectos que sean funcionales, seguros y económicos.

A
N
T
E
C
E
D
E
N
T
E
S

CAPITULO I

I. ANTECEDENTES.

Así como la estructura de los edificios es la base de su seguridad y los acabados de su apariencia, las instalaciones lo vuelven funcional e incluso habitable.

Los edificios pueden ser destinados a servir como habitacionales, oficinas, hospitales, laboratorios, naves industriales, centros comerciales, centros de espectáculos, etc. Cada uno requiere de instalaciones que lo hagan funcionar adecuadamente, ello llevará a prever la integración de instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, de alumbrado y sistemas de aire, gases, de intercomunicación, y contra incendios, etc.

Una instalación hidráulica es la prolongación dentro del edificio de la red municipal de distribución de agua potable, y su eficiencia y su calidad en gran medida estarán determinadas por ella, aunque desde luego se harán modificaciones si el servicio no es continuo o el apropiado.

Una de estas modificaciones que se le harán al agua es, el calentarla para los diversos servicios que se requiera.

Las aplicaciones del agua caliente son por demás amplias y por esto sus métodos de obtención, varían según el uso y la demanda que se pretende cubrir.

El método más usual para el calentamiento de agua, es mediante la utilización de vapor y un tanque de agua caliente. Siendo recomendable en la mayoría de los casos, contar con un tanque de almacenamiento grande de agua caliente y una caldera de vapor relativamente pequeña. Para calcular la capacidad del tanque de almacenamiento de agua caliente y del tamaño de la caldera, es necesario considerar; la demanda total en litros, temperatura a la que se desea elevar el agua y los tipos de servicios a que se destinará la instalación.

El funcionamiento del sistema debe ser satisfactorio y a la vez seguro. La seguridad de los sistemas debe hacerse dentro de las normas para protegerlos de una presión excesiva y evitar accidentes a las personas o daños a la propiedad. Un diseño satisfactorio se alcanza cuando cumple objetivos tales como:

-Cubrir adecuadamente la demanda de agua caliente.
-La presión, volumen y temperatura están correctamente controlados.

La temperatura del agua debe ser apropiada para las condiciones de servicio requeridas, y un correcto funcionamiento de los aparatos instalados. Para la mayoría de los aparatos con suministro de agua caliente en los que las personas entran en contacto con el agua la temperatura debe limitarse a la escala de 82 a 88°C para esterilizar.

Las lavadoras caseras por recomendación de los fabricantes se les deben suministrar agua caliente a 74°C.

La conservación de la energía en el suministro de agua caliente, es factor importante en el diseño de grandes edificios. Generalmente un diseño satisfactorio se logra con un conjunto de sistemas de abastecimiento, ligeramente inferior a una escala de temperatura, operando al máximo en 40°C. Por ejemplo los lavamanos de servicio público deben estar equipados que limiten el suministro de agua caliente a un máximo de 0.032 lt/seg y la temperatura de salida debe limitarse a 48°C.

La medida más positiva para la conservación de energía es la que aísla eficazmente toda la tubería de suministro, tubería de recirculación, tanques y calentadores de manera que conserve el calor allí dentro y reduzca aun mínimo el gasto y pérdida del calor en el ambiente.

Los sistemas operados y controlados automáticamente son una necesidad practica para mantener la temperatura en la escala establecida. Generalmente los sistemas mecánicos ha nivel inferior no son fiables para mantener el control de la temperatura correctamente en el surtidor y no se recomienda excepto en circunstancias especiales.

La utilización eficiente de fuentes de calor económicas y obtenibles es la consideración más importante sobre el equipo que debe instalarse en una construcción dada.

En las áreas donde una clase de combustible o de energía es más económica que las demás la cuestión del ahorro puede ser el factor decisivo en la selección del equipo.

C
O
M
H
P
I
O
D
R
R
T
A
U
M
L
I
E
C
N
O
T
O

CAPITULO II

II. COMPORTAMIENTO HIDRAULICO

En tuberías cualquier causa perturbadora sea un elemento o dispositivo que establezca o eleve la turbulencia, cambiar la dirección o alterar la velocidad, origina una pérdida de carga.

A consecuencia de la inercia y de torbellinos, parte de la energía mecánica disponible se convierte en calor y se disipa bajo esta forma, resultado de una pérdida de carga. En la práctica, las tuberías no son constituidas exclusivamente de tubos rectilíneos y del mismo diámetro. Usualmente incluyen piezas especiales y conexiones que, por la forma y disposición, elevan la turbulencia, provocan fricciones y causan el choque de partículas dando origen a pérdidas de carga. Además se presentan en las tuberías, otros hechos particulares como válvulas, medidores, etc., también responsables de pérdidas de esta naturaleza.

A estas pérdidas se les conoce como pérdidas locales, localizadas, accidentales o singulares, por el hecho de resultar especialmente de puntos o partes bien determinadas de la tubería, al contrario de lo que ocurre con las pérdidas a consecuencia el flujo a lo largo de la tubería.

II.1 CIRCULACIÓN DEL AGUA EN TUBERÍAS

Formula racional para cualquier fluido.

$$NR = \frac{Vdw}{\mu g} \dots\dots\dots (1)$$

$$NR = \frac{Vd}{\nu} \dots\dots\dots (2)$$

En donde:

NR : Número de Reynols, que representa la relación de las fuerzas de inercia a las fuerzas de viscosidad cuando:

- NR < 2000 el régimen es laminar, velocidad critica baja.
- NR > 3000 el régimen es turbulento, velocidad critica alta.
- V : Velocidad del flujo.
- d : Diámetro del tubo.
- w : Densidad del fluido.
- μ : Viscosidad cinética, en poises y stobes.

Para flujo laminar: $f = \frac{64}{NR}$

$$\text{Para flujo turbulento: } f = \frac{a}{(NR)^b}$$

a y b : Coeficientes.

f : Coeficiente de fricción, de la formula de Chezy-Darcy.

II.2. PERDIDA DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

Son muchos los investigadores que han tratado de determinar las leyes que rigen el flujo o circulación de los fluidos en las tuberías. Una de las primeras expresiones de la pérdida de energía en una tubería fue desarrollada por Chezy en 1775. Se han desarrollado muchas otras fórmulas empíricas a partir de datos de ensayos y la mayoría de ellas parten de la hipótesis de que la pérdida de energía sólo depende de la velocidad, las dimensiones del conducto y la rugosidad de la pared. Los trabajos de Hagen, Poiseuille y Reynolds demostraron que la densidad y la viscosidad del fluido influyen en la pérdida de energía, y más tarde principalmente como deducción del trabajo de Nikuradse, se reconoció generalmente que el efecto de la rugosidad no depende del valor absoluto de ésta sino de su relación al diámetro del tubo.

De todas las fórmulas usadas para determinar las pérdidas de energía en las tuberías, solamente la fórmula de Darcy-Weisbach, permite la evaluación apropiada del efecto de cada uno de los factores que afectan la pérdida.

Esto se logra trasformando el coeficiente de rozamiento f en función del número de Reynolds (R_n) Como se ilustra en los nomogramas 2.1.1

La fórmula de Darcy-Weisbach fue utilizada para calcular los monogramas y tablas de pérdidas de carga por fricción en tuberías que conducen agua a presión .

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

en la que:

- h_f = Pérdida de carga de fricción, en metros de columna de fluido.
- f = Factor de fricción, sin dimensiones, que depende de la rugosidad de la pared interior del tubo, del diámetro interior del tubo, de la velocidad promedio del flujo y de la viscosidad del fluido.
- L = Longitud del tubo en metros.
- V = Velocidad promedio del flujo.
- g = Aceleración de la gravedad, considerada constante e igual a 9.80665 m/seg^2

Para la determinación del factor de fricción f en la zona de flujo laminar ($R_n \leq 2000$) se utilizó la fórmula de Poiseuille que es:

$$f = \frac{64}{R_n}$$

y para la zona de flujo turbulento ($R_n > 4000$) se usó la fórmula de P.K. Swamee y A.K. Jain que fue desarrollada en 1976 y actualmente se considera que es la fórmula explícita que proporciona los valores más aproximados a los de la fórmula de Colebrook-White. La expresión matemática de la fórmula de Swamee-Jain es:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{R_n^{0.9}} \right) \right]^2}$$

en donde:

- f = Factor de fricción sin dimensiones.
- ϵ = Rugosidad absoluta de la pared interior del tubo, en metros.
- D = Diámetro real interior del tubo, en metros.
- R_n = Número de Reynolds e igual a VD/ν .

Para el cálculo de nomogramas y tablas se hicieron las siguientes consideraciones:

- ⇒ Se consideró una temperatura del agua de 10°C y una viscosidad cinemática de $\nu = 1,308 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$.
- ⇒ La longitud "L" se tomó igual a 100 metros con objeto de tener las pérdidas de carga en metros de columna de agua por 100 metros de tubo.
- ⇒ Las rugosidades absolutas que generalmente se consideran para tubos nuevos de cobre y de acero o hierro negro son:

Cobre:	ϵ	= 0.00001524 m
Acero o hierro negro	ϵ	= 0.00004572 m.

Como en todos los tubos aumenta la rugosidad con el transcurso del tiempo y el valor de este aumento no se puede predecir, para tomar en cuenta este efecto de envejecimiento se aumentaron, "a priori", las rugosidades absolutas para el cálculo de las tablas. Las rugosidades usadas fueron:

Para el tubo de cobre: $\epsilon = 0.00003048 \text{ m}$, o sea 20 veces mayor que la del tubo nuevo.

Para el tubo de acero o de fierro negro la rugosidad de cálculo fue: $\epsilon = 0.0002286$ m, o sea 5 veces mayor que la del tubo nuevo.

Para propósitos prácticos se puede considerar que el peso volumétrico del agua a 10°C es de 1.0 kg/dm^3 .

II.3. PERDIDA DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

Existen dos métodos para calcular estas pérdidas: El de la carga de velocidad y el de la longitud equivalente.

II.3.1. EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE VELOCIDAD:

Esta forma de cálculo es la más precisa y está dada por la expresión:

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

en la que:

h = Pérdida de carga en la conexión o válvula, en metros de columna de agua.

V = Velocidad media de flujo, en metros/segundo, en una tubería de diámetro igual al de la válvula o conexión.

g = Aceleración de la gravedad y que para propósitos prácticos se considera constante igual a 9.80665 metros/seg².

K = Coeficiente de fricción de la conexión o válvula, sin dimensiones, y que depende de su tipo y de su diámetro.

Para la determinación de los valores de "K" se siguieron los criterios de la casa CRANE en su libro Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe, en los que el valor de "K" es igual al factor de fricción f en la zona de turbulencia (f_t) multiplicado por un cierto número que llamaremos "Nc", de acuerdo al tipo de conexión o válvula. En nuestro caso, en lugar de usar el factor de fricción en la zona de turbulencia (f_t), se uso el correspondiente a una velocidad de 2 m/seg (f_2), ya sea en cobre, fierro galvanizado o acero, ya que es una velocidad promedio. De acuerdo con esto, $K = (f_2) (N_c)$.

A continuación se indican en las tablas 2.1.2 y 2.1.3 los valores de (f_2) y de (N_c) que se usaron para determinar los valores de "K", y en las tablas 2.1.4 a.2.1.7 se muestran los coeficientes de fricción "K" para diferentes tipos de conexiones y válvulas comúnmente usadas.

TABLA 2.1.2





VALORES DE "F ₂ " PARA V = 2.0 METROS/ SEGUNDO			
DIAM. (mm)	CONEXIONES SOLDABLES DE COBRE	CONEXIONES Y VALVULAS ROSCADAS	CONEXIONES SOLDABLES DE ACERO Y VALVULAS BRIDADAS
13	0.029	0.050	0.045
19	0.027	0.045	0.041
25	0.025	0.041	0.038
32	0.024	0.037	0.034
38	0.023	0.036	0.033
50	0.021	0.033	0.030
64	0.020	0.031	0.029
75	0.019	0.029	0.027
100	0.018	0.027	0.025
150			0.024
200			0.023
250			0.021
300			0.020

TABLA 2.1.3.

VALORES DE "N _c " PARA CONEXIONES Y VALVULAS					
CONEXION	ROSCADA o SOLDABLE DE COBRE	SOLDABLE DE ACERO	VALVULA	ROSCADA	BRIDADA
CODO DE 45°	16	16	COMPUERTA	8	8
CODO DE 90°	30	20	GLOBO	340	340
TE (salida recta)	20	20	RETENCION	100	50
TE (salida a 90°)	60	60	DE PIE CON PICHANCHA	420	

TABLA COEFICIENTE DE FRICCION "K"

2.1.4 Conexiones soldables de cobre

DIAM mm	"				
13	0 029	0 464	0 87	0 58	1 74
19	0 027	0 432	0 81	0 54	1 62
25	0 025	0 400	0 75	0 50	1 50
32	0 024	0 384	0 72	0 48	1 44
38	0 023	0 368	0 69	0 46	1 38
50	0 021	0 336	0 63	0 42	1 26
64	0 020	0 320	0 60	0 40	1 20
75	0 019	0 304	0 57	0 38	1 14
100	0 018	0 288	0 54	0 36	1 08

TABLA

2.1.5.

Conexiones roscadas





DIAM. mm	"				
13	0 050	0 800	1 50	1 00	3 00
19	0 045	0 720	1 35	0 90	2 70
25	0 041	0 656	1 23	0 82	2 46
32	0 037	0 592	1 11	0 74	2 22
38	0 036	0 576	1 08	0 72	2 16
50	0 033	0 528	0 99	0 66	1 98
64	0 031	0 496	0 93	0 62	1 86
75	0 029	0 464	0 87	0 58	1 74
100	0 027	0 432	0 81	0 54	1 62

TABLA COEFICIENTE DE FRICCION "K"

2.1.6

Conexiones soldables de acero











DIAM. mm	ft				
12	0 045	0 72	0 90	0 90	2 70
19	0 041	0 656	0 82	0 82	2 46
25	0 038	0 608	0 76	0 76	2 28
32	0 034	0 544	0 68	0 68	2 04
38	0 033	0 528	0 66	0 66	1 98
50	0 030	0 480	0 60	0 60	1 80
64	0 029	0 464	0 58	0 58	1 74
75	0 027	0 432	0 54	0 54	1 62
100	0 025	0 400	0 50	0 50	1 50
150	0 024	0 384	0 48	0 48	1 44
200	0 023	0 368	0 46	0 46	1 38
250	0 021	0 336	0 42	0 42	1 26
300	0 020	0 320	0 40	0 40	1 20

TABLA COEFICIENTE DE FRICCION "K"

2.1.7.

Válvulas roscadas y bridadas

DIAMETRO mm							
13	0 40	17 0	5 0	21 0	0 36	15 30	2 25
19	0 36	15 3	4 5	18 90	0 328	13 94	2 05
25	0 328	13 94	4 1	17 22	0 304	12 92	1 90
32	0 296	12 58	3 7	15 54	0 272	11 56	1 70
38	0 288	12 24	3 6	15 12	0 264	11 22	1 65
50	0 264	11 22	3 3	13 86	0 240	10 20	1 50
64	0 248	10 54	3 1	13 02	0 232	9 86	1 45
75	0 232	9 86	2 9	12 18	0 216	9 18	1 35
100	0 216	9 18	2 7	11 34	0 200	8 50	1 25
150					0 192	8 16	1 20
200					0 184	7 82	1 15
250					0 168	7 14	1 05
300					0 160	6 80	1 00

II.3.2. EN FUNCION DE LA LONGITUD EQUIVALENTE

Un método relativamente reciente, para tomar en cuenta las pérdidas locales es el de las longitudes equivalentes de tubería. Una tubería que comprende diversas piezas especiales y otras características, bajo el punto de vista de pérdidas de carga, equivale a una tubería rectilínea de mayor extensión. en esta simple idea se basa un nuevo método para la consideración de las pérdidas locales, método de gran utilidad en la práctica.

Consiste en sumar a la extensión del tubo, para simple efecto de cálculo, extensiones tales que correspondan a la misma pérdida de carga que causarían la piezas especiales existentes en la tubería. A cada pieza especial corresponde una cierta extensión ficticia y adicional. Teniéndose en consideración todas las piezas especiales y demás causas de pérdida, se lleva a una extensión virtual de la tubería. En este caso, la longitud total equivalente que se debe usar para el cálculo es:

$$L = L_m + L_e$$

en la que:

L = Longitud total equivalente, en metros.

L_m = Longitud real del tramo en consideración, en metros

L_e = Longitud equivalente en conexiones y válvulas, en metros.

Para facilitar el calculo, en las tablas 2.1.8, 21.9 y 2.1.10 se muestran la longitudes equivalentes de las conexiones y válvulas más usuales.

Para el cálculo de las tablas se consideró que la pérdida de carga por fricción en una conexión o válvula es igual a la producida en una tubería de longitud " L_e " en condiciones iguales de gasto y diámetro, o sea:

$$h = K \frac{V^2}{2g} = h_f \cdot L_e$$

en la que:

h = Pérdida de carga por fricción, en metros de columna de agua.

h_f = Pérdida de carga por fricción en la tubería, en metros de columna de agua por metro de tubo.

L_e = Longitud equivalente de la conexión o válvula, en metros.

$$L_e = \frac{K \frac{V^2}{2g}}{h_f}$$

igual a:

$$L_e = K \frac{V^2}{2g h_f}$$

LONGITUD EN METROS DE TRAMO RECTO DE CONDUCCION EQUIVALENTE A LAS PERDIDAS DE CARGA DE DIVERSOS ACCESORIOS

Clase de resistencia estada	Diámetros de las tuberías [1] (mm)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	manguito de unión	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	0,20	0,25
	cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	4,00	5,00
	codo o curva de 45°	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25	1,45	1,63
	curva de 90°	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97	2,61	3,42
	codo de 90°	0,38	0,50	0,63	0,75	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,94	3,99
	te de 45°	1,02	0,84	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
	te arqueada o de curvas (pantalones)	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60
	te confluencia de ramal (paso recto)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
	te derivación a ramal	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90	7,70	8,90
	válvula retención de batiente de piston	0,20	0,30	0,55	0,75	1,15	1,50	1,90	2,65	3,40	4,85	6,60	8,30
	válvula retención paso de escuadra	1,33	1,70	2,32	2,85	3,72	4,67	5,75	6,91	8,48	11,1	12,8	15,4
	válvula de compuerta abierta	5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0	42,0	51,0
	válvula de paso recto y asiento inclinado	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,08	1,44	1,70
	válvula de globo	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69	8,80	10,8	13,1
	válvula de escuadra o ángulo (abierta)	4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	39,0	47,5
	válvula de asiento de paso recto	1,90	2,55	2,35	4,00	5,60	6,65	8,60	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5
	intercambador	—	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	—	—	—	—	—
	radiador	—	—	—	2,10	5,00	12,5	13,2	14,2	25,0	—	—	—
	radiador con válvula	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,0
	caldera	3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,1	11,4	12,7	14,0	15,0
	contador general individual o divisionario	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,0

* Para tuberías lisas (k = 0,05 mm) multiplicar los valores del cuadro por 1,40

TABLA 2.1.R.

LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES, EN METROS















DIAMETRO NOMINAL		CODO DE 45°	CODO DE 90° STANDARD	CODO DE 90° RADIO GRANDE	TEE	TEE	TUERCA DE UNION	COPE
mm	Pulg.							
13	1/2	0.25	0.47	0.32	0.32	0.95	0.32	0.32
19	3/4	0.33	0.63	0.42	0.42	1.26	0.42	0.42
25	1	0.42	0.80	0.53	0.53	1.60	0.53	0.53
32	1 1/4	0.56	1.06	0.70	0.70	2.10	0.70	0.70
38	1 1/2	0.65	1.22	0.82	0.82	2.45	0.82	0.82
50	2	0.84	1.58	1.05	1.05	3.15	1.05	1.05
64	2 1/2	1.00	1.88	1.25	1.25	3.76	1.25	1.25
75	3	1.24	2.33	1.56	1.56	4.68	1.56	1.56
100	4	1.63	3.06	2.05	2.05	6.14	2.05	2.05
125	5	2.05	3.84	2.56	2.56	7.69	2.56	2.56
150	6	2.46	4.62	3.08	3.08	9.24	3.08	3.08
200	8	3.24	6.08	4.05	4.05	12.16	4.05	4.05
250	10	4.07	7.63	5.09	5.09	15.27	5.09	5.09
300	12	4.85	9.10	6.06	6.06	18.19	6.06	6.06

TABLA 2.1.9

LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS

DIAMETRO NOMINAL		VALVULA COMPUERTA	VALVULA DE GLOBO		VALVULA DE "CHECK"			VALVULA DE MAC
			ASIEN TO SIN GUIA	ASIEN TO CON GUIA	HORIZONTAL DE CHARNELA	TIPO GLOBO SIN GUIA	TIPO GLOBO CON GUIA	
mm.	pulg.							
13	1/2	0.21	5.37	7.11	2.13	5.37	7.11	0.28
19	3/4	0.27	7.12	9.42	2.83	7.12	9.42	0.38
25	1	0.35	9.06	11.99	3.60	9.06	11.99	0.48
32	1 1/4	0.46	11.92	15.77	4.73	11.92	15.77	0.63
38	1 1/2	0.53	13.90	18.40	5.52	13.90	18.40	0.74
50	2	0.68	17.85	23.63	7.09	17.85	23.63	0.95
64	2 1/2	0.82	21.32	28.22	8.47	21.32	28.22	1.13
75	3	1.01	26.50	35.07	10.52	26.50	35.07	1.40
100	4	1.33	34.77	46.02	13.81	34.77	46.02	1.84
125	5	1.67	43.59	57.69	17.31	43.59	57.69	2.31
150	6	2.00	52.38	69.32	20.80	52.38	69.32	2.77
200	8	2.64	68.92	91.22	27.37	68.92	91.22	3.65
250	10	3.31	86.53	114.53	34.36	86.53	114.53	4.58
300	12	3.94	103.10	136.45	40.94	103.10	136.45	5.48

BASIS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES Y SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE

II. COMPORTAMIENTO HIDRAULICO

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Diámetro 13 mm

2.3.10.

GASTO c/s	v = 21 m/s							
		k = 0.40	k = 17.0	k = 5.0	k = 21.0	k = 0.36	k = 15.30	k = 2.25
0.10	0.310	0.12	5.27	1.55	6.51	0.11	4.74	0.70
0.11	0.314	0.13	5.34	1.57	6.59	0.11	4.80	0.71
0.12	0.316	0.13	5.37	1.58	6.64	0.11	4.83	0.71
0.13	0.319	0.13	5.42	1.60	6.70	0.11	4.88	0.72
0.14	0.321	0.13	5.46	1.61	6.74	0.12	4.91	0.72
0.15	0.324	0.13	5.51	1.62	6.80	0.12	4.96	0.73
0.16	0.326	0.13	5.54	1.63	6.85	0.12	4.99	0.73
0.17	0.327	0.13	5.56	1.64	6.87	0.12	5.00	0.74
0.18	0.329	0.13	5.59	1.65	6.91	0.12	5.03	0.74
0.19	0.331	0.13	5.63	1.66	6.95	0.12	5.06	0.74
0.20	0.332	0.13	5.64	1.66	6.97	0.12	5.08	0.75
0.21	0.333	0.13	5.66	1.67	6.99	0.12	5.09	0.75
0.22	0.334	0.13	5.68	1.67	7.01	0.12	5.11	0.75
0.23	0.335	0.13	5.70	1.68	7.04	0.12	5.13	0.75
0.24	0.336	0.13	5.71	1.68	7.06	0.12	5.14	0.76
0.25	0.337	0.13	5.73	1.69	7.08	0.12	5.16	0.76
0.26	0.338	0.14	5.75	1.69	7.10	0.12	5.17	0.76
0.27	0.339	0.14	5.76	1.70	7.12	0.12	5.19	0.76
0.28	0.340	0.14	5.78	1.70	7.14	0.12	5.20	0.77
0.29	0.341	0.14	5.80	1.71	7.16	0.12	5.22	0.77
0.30	0.341	0.14	5.80	1.71	7.16	0.12	5.22	0.77
0.31	0.343	0.14	5.83	1.72	7.20	0.12	5.25	0.77
0.32	0.343	0.14	5.83	1.72	7.20	0.12	5.25	0.77
0.33	0.344	0.14	5.85	1.72	7.22	0.12	5.26	0.77
0.34	0.344	0.14	5.85	1.72	7.22	0.12	5.26	0.77

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Diámetro 19 mm








GASTO lps	$v^2 2g hf$							
		$k = 0.36$	$k = 15.3$	$k = 4.5$	$k = 18.90$	$k = 0.328$	$k = 13.94$	$k = 2.05$
0.21	0.463	0.17	7.08	2.08	8.75	0.15	6.45	0.95
0.22	0.465	0.17	7.11	2.09	8.79	0.15	6.48	0.95
0.23	0.469	0.17	7.18	2.11	8.86	0.15	6.54	0.96
0.24	0.470	0.17	7.19	2.12	8.88	0.15	6.55	0.97
0.25	0.472	0.17	7.22	2.12	8.92	0.15	6.58	0.97
0.26	0.474	0.17	7.25	2.13	8.96	0.16	6.61	0.97
0.27	0.476	0.17	7.28	2.14	9.00	0.16	6.64	0.98
0.28	0.478	0.17	7.31	2.15	9.03	0.16	6.66	0.98
0.29	0.479	0.17	7.33	2.16	9.05	0.16	6.68	0.98
0.30	0.481	0.17	7.36	2.16	9.09	0.16	6.71	0.99
0.31	0.482	0.17	7.37	2.17	9.11	0.16	6.72	0.99
0.32	0.483	0.17	7.39	2.17	9.13	0.16	6.73	0.99
0.33	0.484	0.17	7.41	2.18	9.15	0.16	6.75	0.99
0.34	0.486	0.17	7.44	2.19	9.19	0.16	6.77	1.00
0.35	0.487	0.18	7.45	2.19	9.20	0.16	6.79	1.00
0.36	0.487	0.18	7.45	2.19	9.20	0.16	6.79	1.00
0.37	0.489	0.18	7.48	2.20	9.24	0.16	6.82	1.00
0.38	0.490	0.18	7.50	2.21	9.26	0.16	6.83	1.00
0.39	0.491	0.18	7.51	2.21	9.28	0.16	6.84	1.01
0.40	0.492	0.18	7.53	2.21	9.30	0.16	6.86	1.01
0.42	0.493	0.18	7.54	2.22	9.32	0.16	6.87	1.01
0.44	0.495	0.18	7.57	2.23	9.36	0.16	6.90	1.01
0.46	0.496	0.18	7.59	2.23	9.37	0.16	6.91	1.02
0.48	0.497	0.18	7.60	2.24	9.39	0.16	6.93	1.02
0.50	0.498	0.18	7.62	2.24	9.41	0.16	6.94	1.02
0.52	0.499	0.18	7.63	2.25	9.43	0.16	6.96	1.02
0.54	0.501	0.18	7.67	2.25	9.47	0.16	6.98	1.03
0.56	0.502	0.18	7.68	2.26	9.49	0.16	7.00	1.03
0.58	0.503	0.18	7.70	2.26	9.51	0.16	7.01	1.03
0.60	0.504	0.18	7.71	2.27	9.53	0.17	7.03	1.03
0.62	0.504	0.18	7.71	2.27	9.53	0.17	7.03	1.03
0.64	0.505	0.18	7.73	2.27	9.54	0.17	7.04	1.04
0.66	0.506	0.18	7.74	2.28	9.56	0.17	7.05	1.04
0.68	0.507	0.18	7.76	2.28	9.58	0.17	7.07	1.04
0.70	0.508	0.18	7.77	2.29	9.60	0.17	7.08	1.04

TABLA 2.1.10. LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO
Diámetro 25 mm

GASTO lps	$\sqrt{v, 2g/hf}$							
		k = 0.328	k = 13.94	k = 4.1	k = 17.22	k = 0.304	k = 12.92	k = 1.90
0.30	0.635	0.21	8.85	2.60	10.93	0.19	8.20	1.21
0.32	0.639	0.21	8.91	2.62	11.00	0.19	8.25	1.21
0.34	0.644	0.21	8.98	2.64	11.09	0.20	8.32	1.22
0.36	0.648	0.21	9.03	2.66	11.16	0.20	8.37	1.23
0.38	0.651	0.21	9.07	2.67	11.21	0.20	8.41	1.24
0.40	0.652	0.21	9.09	2.67	11.23	0.20	8.42	1.24
0.42	0.656	0.22	9.14	2.69	11.30	0.20	8.48	1.25
0.44	0.658	0.22	9.17	2.70	11.33	0.20	8.50	1.25
0.46	0.662	0.22	9.23	2.71	11.40	0.20	8.55	1.26
0.48	0.664	0.22	9.26	2.72	11.43	0.20	8.58	1.26
0.50	0.667	0.22	9.30	2.73	11.49	0.20	8.62	1.27
0.52	0.668	0.22	9.31	2.74	11.50	0.20	8.63	1.27
0.54	0.670	0.22	9.34	2.75	11.54	0.20	8.66	1.27
0.56	0.672	0.22	9.37	2.76	11.57	0.20	8.68	1.28
0.58	0.675	0.22	9.41	2.77	11.62	0.21	8.72	1.28
0.60	0.676	0.22	9.42	2.77	11.64	0.21	8.73	1.28
0.62	0.677	0.22	9.44	2.78	11.66	0.21	8.75	1.29
0.64	0.679	0.22	9.47	2.78	11.69	0.21	8.77	1.29
0.66	0.680	0.22	9.48	2.79	11.71	0.21	8.79	1.29
0.68	0.682	0.22	9.51	2.80	11.74	0.21	8.81	1.30
0.70	0.683	0.22	9.52	2.80	11.76	0.21	8.82	1.30
0.72	0.684	0.22	9.53	2.80	11.78	0.21	8.84	1.30
0.74	0.686	0.23	9.56	2.81	11.81	0.21	8.86	1.30
0.76	0.687	0.23	9.58	2.82	11.83	0.21	8.88	1.30
0.78	0.688	0.23	9.59	2.82	11.85	0.21	8.89	1.31
0.80	0.689	0.23	9.60	2.82	11.86	0.21	8.90	1.31
0.82	0.690	0.23	9.62	2.83	11.88	0.21	8.91	1.31
0.84	0.691	0.23	9.63	2.83	11.90	0.21	8.93	1.31
0.86	0.691	0.23	9.63	2.83	11.90	0.21	8.93	1.31
0.88	0.693	0.23	9.66	2.84	11.93	0.21	8.95	1.32
0.90	0.694	0.23	9.67	2.85	11.95	0.21	8.97	1.32
0.92	0.695	0.23	9.69	2.85	11.97	0.21	8.98	1.32
0.94	0.696	0.23	9.70	2.85	11.99	0.21	8.99	1.32
0.96	0.696	0.23	9.70	2.85	11.99	0.21	8.99	1.32
0.98	0.699	0.23	9.74	2.87	12.04	0.21	9.03	1.33

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

2.1.10.

Diámetro 32 mm








GASTO lps	$v^2/2g/hf$							
		$k = 0.296$	$k = 12.58$	$k = 3.7$	$k = 15.54$	$k = 0.272$	$k = 11.56$	$k = 1.70$
0.60	0.929	0.27	11.69	3.44	14.44	0.25	10.74	1.58
0.62	0.933	0.28	11.74	3.45	14.50	0.25	10.79	1.59
0.64	0.934	0.28	11.75	3.46	14.51	0.25	10.80	1.59
0.66	0.937	0.28	11.79	3.47	14.56	0.25	10.83	1.59
0.68	0.939	0.28	11.81	3.47	14.59	0.26	10.85	1.60
0.70	0.941	0.28	11.84	3.48	14.62	0.26	10.88	1.60
0.72	0.945	0.28	11.89	3.50	14.69	0.26	10.92	1.61
0.74	0.948	0.28	11.93	3.51	14.73	0.26	10.96	1.61
0.76	0.949	0.28	11.94	3.51	14.75	0.26	10.97	1.61
0.78	0.951	0.28	11.96	3.52	14.78	0.26	10.99	1.62
0.80	0.953	0.28	11.99	3.53	14.81	0.26	11.02	1.62
0.82	0.955	0.28	12.01	3.53	14.84	0.26	11.04	1.62
0.84	0.957	0.28	12.04	3.54	14.87	0.26	11.06	1.63
0.86	0.959	0.28	12.06	3.55	14.90	0.26	11.09	1.63
0.88	0.961	0.28	12.09	3.56	14.93	0.26	11.11	1.63
0.90	0.964	0.29	12.13	3.57	14.98	0.26	11.14	1.64
0.92	0.964	0.29	12.13	3.57	14.98	0.26	11.14	1.64
0.94	0.967	0.29	12.16	3.58	15.03	0.26	11.18	1.64
0.96	0.969	0.29	12.19	3.59	15.06	0.26	11.20	1.65
0.98	0.970	0.29	12.20	3.59	15.07	0.26	11.21	1.65
1.00	0.971	0.29	12.22	3.59	15.09	0.26	11.22	1.65
1.05	0.975	0.29	12.27	3.61	15.15	0.27	11.27	1.66
1.10	0.978	0.29	12.30	3.62	15.20	0.27	11.31	1.66
1.15	0.980	0.29	12.33	3.63	15.23	0.27	11.33	1.67
1.20	0.982	0.29	12.35	3.63	15.26	0.27	11.35	1.67
1.30	0.987	0.29	12.42	3.65	15.34	0.27	11.41	1.68
1.40	0.989	0.29	12.44	3.66	15.37	0.27	11.43	1.68
1.50	0.994	0.29	12.50	3.68	15.45	0.27	11.49	1.69
1.60	0.998	0.30	12.55	3.69	15.51	0.27	11.54	1.70
1.70	1.001	0.30	12.59	3.70	15.56	0.27	11.57	1.70
1.80	1.003	0.30	12.62	3.71	15.59	0.27	11.59	1.71
1.90	1.009	0.30	12.69	3.73	15.68	0.27	11.66	1.72
2.00	1.010	0.30	12.71	3.74	15.70	0.27	11.68	1.72
2.10	1.012	0.30	12.73	3.74	15.73	0.28	11.70	1.72
2.20	1.014	0.30	12.76	3.75	15.76	0.28	11.72	1.72

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

2.1.10.

Diámetro 38 mm








GASTO lps	$v^2/2g/hf$	 $k = 0.288$	 $k = 12.24$	 $k = 3.6$	 $k = 15.12$	 $k = 0.264$	 $k = 11.22$	 $k = 1.65$
0.80	1.135	0.33	13.89	4.09	17.16	0.30	12.73	1.87
0.82	1.140	0.33	13.95	4.10	17.24	0.30	12.79	1.88
0.84	1.144	0.33	14.00	4.12	17.30	0.30	12.84	1.89
0.86	1.146	0.33	14.03	4.13	17.33	0.30	12.86	1.89
0.88	1.147	0.33	14.04	4.13	17.34	0.30	12.87	1.89
0.90	1.148	0.33	14.05	4.13	17.36	0.30	12.88	1.89
0.92	1.150	0.33	14.08	4.14	17.39	0.30	12.90	1.90
0.94	1.153	0.33	14.11	4.15	17.43	0.30	12.94	1.90
0.96	1.154	0.33	14.12	4.15	17.45	0.31	12.95	1.90
0.98	1.159	0.33	14.19	4.17	17.52	0.31	13.00	1.91
1.00	1.162	0.33	14.22	4.18	17.57	0.31	13.04	1.92
1.10	1.171	0.34	14.33	4.22	17.71	0.31	13.14	1.93
1.20	1.179	0.34	14.43	4.24	17.83	0.31	13.23	1.95
1.30	1.184	0.34	14.49	4.26	17.90	0.31	13.28	1.95
1.40	1.191	0.34	14.56	4.29	18.01	0.31	13.36	1.97
1.50	1.198	0.35	14.66	4.31	18.11	0.32	13.44	1.98
1.60	1.203	0.35	14.72	4.33	18.19	0.32	13.50	1.98
1.70	1.207	0.35	14.77	4.35	18.25	0.32	13.54	1.99
1.80	1.212	0.35	14.83	4.36	18.33	0.32	13.60	2.00
1.90	1.216	0.35	14.88	4.38	18.39	0.32	13.64	2.01
2.00	1.219	0.35	14.92	4.39	18.43	0.32	13.68	2.01
2.10	1.222	0.35	14.96	4.40	18.48	0.32	13.71	2.02
2.20	1.224	0.35	14.98	4.41	18.51	0.32	13.73	2.02
2.30	1.227	0.35	15.02	4.42	18.55	0.32	13.77	2.02
2.40	1.229	0.35	15.04	4.42	18.58	0.32	13.79	2.03
2.50	1.234	0.36	15.10	4.44	18.66	0.33	13.85	2.04
2.60	1.236	0.36	15.13	4.45	18.69	0.33	13.87	2.04
2.70	1.237	0.36	15.14	4.45	18.70	0.33	13.88	2.04
2.80	1.239	0.36	15.17	4.46	18.73	0.33	13.90	2.04
2.90	1.240	0.36	15.18	4.46	18.75	0.33	13.91	2.05
3.00	1.242	0.36	15.20	4.47	18.78	0.33	13.94	2.05
3.10	1.243	0.36	15.21	4.47	18.79	0.33	13.95	2.05
3.20	1.246	0.36	15.25	4.49	18.84	0.33	13.98	2.06
3.30	1.247	0.36	15.26	4.49	18.85	0.33	13.99	2.06
3.40	1.249	0.36	15.29	4.50	18.88	0.33	14.01	2.06

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

2.1.10.

Diámetro 50 mm








GASTO lps								
								$v = 2g \cdot hf$
1.50	1.597	0.42	17.92	5.27	22.13	0.38	16.29	2.40
1.60	1.602	0.42	17.97	5.29	22.20	0.38	16.34	2.40
1.70	1.612	0.43	18.09	5.32	22.34	0.39	16.44	2.42
1.80	1.619	0.43	18.17	5.34	22.44	0.39	16.51	2.43
1.90	1.630	0.43	18.29	5.38	22.59	0.39	16.63	2.45
2.00	1.635	0.43	18.34	5.40	22.66	0.39	16.68	2.45
2.10	1.642	0.43	18.42	5.42	22.76	0.39	16.75	2.46
2.20	1.648	0.44	18.49	5.44	22.84	0.40	16.81	2.47
2.30	1.651	0.44	18.52	5.45	22.88	0.40	16.84	2.28
2.40	1.658	0.44	18.60	5.47	22.98	0.40	16.91	2.49
2.50	1.661	0.44	18.64	5.48	23.02	0.40	16.94	2.49
2.60	1.665	0.44	18.68	5.49	23.08	0.40	16.98	2.50
2.70	1.669	0.44	18.73	5.51	23.13	0.40	17.02	2.50
2.80	1.674	0.44	18.78	5.52	23.20	0.40	17.07	2.51
2.90	1.677	0.44	18.82	5.53	23.24	0.40	17.11	2.52
3.00	1.680	0.44	18.85	5.54	23.28	0.40	17.14	2.52
3.10	1.691	0.45	18.97	5.58	23.44	0.41	17.25	2.54
3.20	1.680	0.44	18.85	5.54	23.38	0.40	17.14	2.52
3.30	1.682	0.44	18.87	5.55	23.31	0.40	17.16	2.52
3.40	1.695	0.45	19.02	5.59	23.49	0.41	17.29	2.54
3.50	1.691	0.45	18.97	5.58	23.49	0.41	17.25	2.54
3.60	1.697	0.45	19.04	5.60	23.52	0.41	17.31	2.55
3.70	1.700	0.45	19.07	5.61	23.56	0.41	17.34	2.55
3.80	1.700	0.45	19.07	5.61	23.56	0.41	17.34	2.55
3.90	1.698	0.45	19.05	5.60	23.53	0.41	17.32	2.55
4.00	1.705	0.45	19.13	5.63	23.63	0.41	17.39	2.56
4.10	1.708	0.45	19.16	5.64	23.67	0.41	17.42	2.56
4.20	1.710	0.45	19.19	5.64	23.70	0.41	17.44	2.57
4.30	1.709	0.45	19.17	5.64	23.69	0.41	17.43	2.56
4.40	1.716	0.45	19.25	5.67	23.78	0.41	17.50	2.57
4.50	1.712	0.45	19.21	5.65	23.73	0.41	17.46	2.57
4.60	1.714	0.45	19.23	5.66	23.76	0.41	17.48	2.57
4.70	1.715	0.45	19.24	5.66	23.78	0.41	17.49	2.57
4.80	1.721	0.45	19.31	5.68	23.85	0.41	17.55	2.58
4.90	1.719	0.45	19.29	5.67	23.83	0.41	17.53	2.58

TABLA 2.1.10. LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO
Diámetro 64 mm

GASTO lps	v ² 2g/hl							
		k = 0.248	k = 10.54	k = 3.1	k = 13.02	k = 0.232	k = 9.86	k = 1.45
3.00	2.068	0.51	21.80	6.41	26.93	0.48	20.39	3.00
3.10	2.074	0.51	21.86	6.43	27.00	0.48	20.44	3.01
3.20	2.076	0.51	21.88	6.44	27.03	0.48	20.47	3.01
3.30	2.082	0.52	21.94	6.45	27.11	0.48	20.53	3.02
3.40	2.086	0.52	21.99	6.47	27.16	0.48	20.57	3.02
3.50	2.087	0.52	22.00	6.47	27.17	0.48	20.58	3.03
3.60	2.092	0.52	22.05	6.49	27.24	0.49	20.63	3.03
3.70	2.099	0.52	22.12	6.51	27.33	0.49	20.70	3.04
3.80	2.100	0.52	22.13	6.51	27.34	0.49	20.71	3.05
3.90	2.105	0.52	22.19	6.53	27.41	0.49	20.76	3.05
4.00	2.107	0.52	22.21	6.53	27.46	0.49	20.78	3.06
4.20	2.114	0.52	22.28	6.55	27.52	0.49	20.84	3.07
4.40	2.109	0.52	22.23	6.54	27.46	0.49	20.79	3.06
4.60	2.122	0.53	22.37	6.58	27.63	0.49	20.92	3.08
4.80	2.127	0.53	22.42	6.59	27.69	0.49	20.97	3.08
5.00	2.140	0.53	22.56	6.63	27.86	0.50	21.10	3.10
5.20	2.130	0.53	22.45	6.60	27.73	0.49	21.00	3.09
5.40	2.143	0.53	22.59	6.64	27.90	0.50	21.13	3.11
5.60	2.150	0.53	22.66	6.67	27.99	0.50	21.20	3.12
5.80	2.151	0.53	22.67	6.67	28.01	0.50	21.21	3.12
6.00	2.147	0.53	22.63	6.66	27.95	0.50	21.17	3.11
6.20	2.150	0.53	22.66	6.67	28.99	0.50	21.20	3.12
6.40	2.158	0.54	22.75	6.69	28.10	0.50	21.28	3.13
6.60	2.162	0.54	22.79	6.70	28.15	0.50	21.32	3.13
6.80	2.162	0.54	22.79	6.70	28.15	0.50	21.32	3.13
7.00	2.167	0.54	22.84	6.72	28.21	0.50	21.36	3.14
7.20	2.167	0.54	22.84	6.72	28.21	0.50	21.36	3.14
7.40	2.173	0.54	22.90	6.74	28.29	0.50	21.43	3.15
7.60	2.174	0.54	22.91	6.74	28.31	0.50	21.45	3.15
7.80	2.173	0.54	22.90	6.74	28.29	0.50	21.43	3.15
8.00	2.176	0.54	22.94	6.75	28.33	0.50	21.46	3.16

TABLA 2.1.10. LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO
Diámetro 75 mm

GASTO lps	$v^2/2g \cdot hf$							
		$k = 0.232$	$k = 9.86$	$k = 2.9$	$k = 12.18$	$k = 0.216$	$k = 9.18$	$k = 1.35$
4.00	2.709	0.63	26.71	7.86	33.00	0.59	24.87	3.66
4.20	2.720	0.63	26.82	7.89	33.13	0.59	24.97	3.67
4.40	2.726	0.63	26.88	7.91	33.20	0.59	25.02	3.68
4.60	2.734	0.63	26.96	7.93	33.30	0.59	25.10	3.69
4.80	2.740	0.64	27.02	7.95	33.37	0.59	25.15	3.70
5.00	2.749	0.64	27.11	7.97	33.48	0.59	25.24	3.71
5.20	2.757	0.64	27.18	8.00	33.58	0.60	25.31	3.72
5.40	2.762	0.64	27.23	8.01	33.64	0.60	25.36	3.73
5.60	2.772	0.64	27.33	8.04	33.76	0.60	25.45	3.74
5.80	2.777	0.64	27.38	8.05	33.82	0.60	25.49	3.75
6.00	2.784	0.65	27.45	8.07	33.91	0.60	25.56	3.76
6.20	2.790	0.65	27.51	8.09	33.98	0.60	25.61	3.77
6.40	2.793	0.65	27.54	8.10	34.02	0.60	25.64	3.77
6.60	2.800	0.65	27.61	8.12	34.10	0.60	25.70	3.78
6.80	2.812	0.65	27.73	8.15	34.25	0.61	25.81	3.80
7.00	2.812	0.65	27.73	8.15	34.25	0.61	25.81	3.80
7.20	2.807	0.65	27.68	8.14	34.19	0.61	25.77	3.79
7.40	2.822	0.65	27.82	8.18	34.37	0.61	25.91	3.81
7.60	2.809	0.65	27.70	8.15	34.21	0.61	25.79	3.79
7.80	2.815	0.65	27.76	8.16	34.29	0.61	25.84	3.80
8.00	2.818	0.65	27.79	8.17	34.32	0.61	25.87	3.80
8.20	2.835	0.66	27.95	8.22	34.53	0.61	26.03	3.83
8.40	2.831	0.66	27.91	8.21	34.48	0.61	25.99	3.82
8.60	2.840	0.66	28.00	8.24	34.59	0.61	26.07	3.83
8.80	2.846	0.66	28.06	8.25	34.66	0.61	26.13	3.84
9.00	2.849	0.66	28.09	8.26	34.70	0.62	26.15	3.85
9.20	2.845	0.66	28.05	8.25	34.65	0.61	26.12	3.84
9.40	2.846	0.66	28.06	8.25	34.66	0.61	26.13	3.84
9.60	2.856	0.66	28.16	8.28	34.79	0.62	26.22	3.86
9.80	2.849	0.66	28.09	8.26	34.70	0.62	26.15	3.85
10.00	2.853	0.66	28.13	8.27	34.75	0.62	26.19	3.85
10.20	2.855	0.66	28.15	8.28	34.77	0.62	26.21	3.85
10.40	2.866	0.66	28.26	8.31	34.91	0.62	26.31	3.87
10.60	2.863	0.66	28.19	8.29	34.82	0.62	26.25	3.86
10.80	2.859	0.66	28.19	8.29	34.82	0.62	26.25	3.86

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

2.1.10

GASTO lps	$v^2/2g \cdot hf$	Diámetro 150 mm			GASTO lps	$v^2/2g \cdot hf$	Diámetro 150 mm		
		k = 0.2	k = 8.5	k = 1.25			k = 0.2	k = 8.5	k = 1.25
7.00	3 834	0.77	32.59	4.79	15.00	4 014	0.80	34.12	5.02
7.40	3 855	0.77	32.77	4.82	15.40	4 014	0.80	34.12	5.02
7.80	3 869	0.77	32.89	4.84	15.80	4 032	0.81	34.27	5.04
8.20	3 881	0.78	32.99	4.85	16.20	4 021	0.80	34.18	5.04
8.60	3 893	0.78	33.09	4.87	16.60	4 028	0.81	34.23	5.04
9.00	3 903	0.78	33.18	4.88	17.00	4 029	0.81	34.25	5.04
9.40	3 918	0.78	33.30	4.90	17.40	4 044	0.81	34.37	5.06
9.80	3 926	0.79	33.37	4.91	17.80	4 036	0.81	34.30	5.05
10.20	3 934	0.79	33.44	4.92	18.20	4 042	0.81	34.36	5.05
10.60	3 948	0.79	33.56	4.94	18.60	4 059	0.81	34.50	5.07
11.00	3 952	0.79	33.59	4.94	19.00	4 056	0.81	34.48	5.07
11.40	3 960	0.79	33.66	4.95	19.40	4 051	0.81	34.43	5.06
11.80	3 952	0.79	33.59	4.94	19.80	4 056	0.81	34.48	5.07
12.20	3 958	0.79	33.64	4.95	20.20	4 058	0.81	34.49	5.07
12.60	3 963	0.80	33.66	4.98	20.60	4 069	0.81	34.59	5.09
13.00	3 996	0.80	33.97	5.00	21.00	4 069	0.81	34.59	5.09
13.40	4 002	0.80	34.01	5.00	21.40	4 070	0.81	34.60	5.09
13.80	4 000	0.80	34.00	5.00	21.80	4 072	0.81	34.61	5.09
14.20	4 000	0.80	34.00	5.00	22.20	4 082	0.82	34.70	5.10
14.60	4 008	0.80	34.07	5.01					

LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO
Diámetro 150 mm

GASTO lps	$v^2/2g \cdot hf$	Diámetro 150 mm			GASTO lps	$v^2/2g \cdot hf$	Diámetro 150 mm		
		k = 0.192	k = 8.16	k = 1.20			k = 0.192	k = 8.16	k = 1.20
10.0	6 203	1.19	50.62	7 444	30.0	6 701	1.28	54.67	8 041
11.0	6 232	1.20	50.85	7 478	31.0	6 711	1.29	54.76	8 053
12.0	6 299	1.21	51.40	7 559	32.0	6 711	1.29	54.76	8 053
13.0	6 343	1.22	51.76	7 612	33.0	6 740	1.29	55.00	8 088
14.0	6 400	1.23	52.22	7 680	34.0	6 757	1.30	55.14	8 108
15.0	6 420	1.23	52.39	7 704	35.0	6 759	1.30	55.15	8 111
16.0	6 443	1.24	52.57	7 732	36.0	6 752	1.30	55.10	8 102
17.0	6 483	1.24	52.90	7 780	37.0	6 770	1.30	55.24	8 124
18.0	6 512	1.25	53.14	7 814	38.0	6 775	1.30	55.28	8 130
19.0	6 523	1.25	53.23	7 828	39.0	6 774	1.30	55.28	8 129
20.0	6 551	1.26	53.46	7 861	40.0	6 792	1.30	55.42	8 150
21.0	6 579	1.26	53.68	7 895	41.0	6 803	1.30	55.51	8 164
22.0	6 592	1.27	53.79	7 910	42.0	6 803	1.31	55.51	8 164
23.0	6 604	1.27	53.89	7 925	43.0	6 797	1.31	55.46	8 156
24.0	6 630	1.27	54.10	7 956	44.0	6 809	1.31	55.56	8 171
25.0	6 640	1.27	54.18	7 968	45.0	6 813	1.31	55.59	8 176
26.0	6 653	1.28	54.29	7 984	46.0	6 83	1.31	55.73	8 196
27.0	6 671	1.28	54.44	8 005	47.0	6 82	1.31	55.65	8 184
28.0	6 678	1.28	54.43	8 004	48.0	6 83	1.31	55.73	8 196
29.0	6 673	1.28	54.43	8 004	49.0	6 83	1.31	55.73	8 196

TABLA 2.1.10. LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO
 Diámetro: 200 m

GASTO lps	$v^2/2g/hf$				GASTO lps	$v^2/2g/hf$			
		k = 0.184	k = 7.82	k = 1.15			k = 0.184	k = 7.82	k = 1.15
20.0	8.869	1.63	69.36	10.20	60.0	9.508	1.75	74.35	10.93
22.0	8.943	1.65	69.93	10.28	62.0	9.524	1.75	74.48	10.95
24.0	9.010	1.66	70.46	10.36	64.0	9.519	1.75	74.44	10.95
26.0	9.068	1.67	70.91	10.43	66.0	9.547	1.76	74.66	10.98
28.0	9.121	1.68	71.33	10.49	68.0	9.552	1.76	74.70	10.98
30.0	9.148	1.68	71.54	10.52	70.0	9.585	1.76	74.95	11.02
32.0	9.193	1.69	71.89	10.57	72.0	9.599	1.77	75.06	11.04
34.0	9.201	1.69	71.95	10.58	74.0	9.595	1.77	75.03	11.03
36.0	9.269	1.71	72.48	10.66	76.0	9.616	1.77	75.20	11.06
38.0	9.289	1.71	72.64	10.68	78.0	9.622	1.77	75.24	11.06
40.0	9.332	1.72	72.98	10.73	80.0	9.616	1.77	75.20	11.06
42.0	9.350	1.72	73.12	10.75	82.0	9.628	1.77	75.29	11.07
44.0	9.376	1.73	73.32	10.78	84.0	9.629	1.77	75.29	11.07
46.0	9.437	1.74	73.80	10.85	86.0	9.648	1.78	75.45	11.09
48.0	9.440	1.74	73.82	10.86	88.0	9.654	1.78	75.49	11.10
50.0	9.414	1.73	73.62	10.83					
52.0	9.435	1.74	73.78	10.85					
54.0	9.495	1.75	74.25	10.92					
56.0	9.462	1.74	73.99	10.86					
58.0	9.527	1.75	74.50	10.96					

TABLA 2.1.10. LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO

lps					GASTO $v^2/2g/hf$ lps						
	k = 0.480	k = 0.60	k = 0.60	k = 1.80		k = 0.480	k = 0.60	k = 0.60	k = 1.80		
1.50	1.597	0.77	0.96	0.96	2.87	3.50	1.691	0.81	1.01	1.01	3.04
1.60	1.602	0.77	0.96	0.96	2.88	3.60	1.697	0.81	1.02	1.02	3.05
1.70	1.612	0.77	0.97	0.97	2.90	3.70	1.700	0.82	1.02	1.02	3.06
1.80	1.619	0.78	0.97	0.97	2.91	3.80	1.700	0.82	1.02	1.02	3.06
1.90	1.630	0.78	0.98	0.98	2.93	3.90	1.698	0.82	1.02	1.02	3.06
2.00	1.635	0.78	0.98	0.98	2.94	4.00	1.705	0.82	1.02	1.02	3.07
2.10	1.642	0.78	0.99	0.99	2.96	4.10	1.708	0.82	1.02	1.02	3.07
2.20	1.648	0.79	0.99	0.99	2.97	4.20	1.710	0.82	1.03	1.03	3.08
2.30	1.651	0.79	0.99	0.99	2.97	4.30	1.709	0.82	1.03	1.03	3.08
2.40	1.658	0.80	0.99	0.99	2.98	4.40	1.716	0.82	1.03	1.03	3.09
2.50	1.661	0.80	1.00	1.00	2.99	4.50	1.712	0.82	1.03	1.03	3.08
2.60	1.665	0.80	1.00	1.00	3.00	4.60	1.714	0.82	1.03	1.03	3.09
2.70	1.669	0.80	1.00	1.00	3.00	4.70	1.715	0.82	1.03	1.03	3.09
2.80	1.674	0.80	1.00	1.00	3.01	4.80	1.721	0.83	1.03	1.03	3.10
2.90	1.677	0.80	1.01	1.01	3.02	4.90	1.719	0.83	1.03	1.03	3.09
3.00	1.680	0.81	1.01	1.01	3.02	5.00	1.722	0.83	1.03	1.03	3.10
3.10	1.691	0.81	1.01	1.01	3.04	5.20	1.723	0.83	1.03	1.03	3.10
3.20	1.690	0.81	1.01	1.01	3.02						
3.30	1.682	0.81	1.01	1.01	3.03						
3.40	1.695	0.81	1.02	1.02	3.05						

LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO
Diámetro: 64 mm

GASTO $v^2/2g/hf$ lps					GASTO $v^2/2g/hf$ lps						
	k = 0.464	k = 0.58	k = 0.59	k = 1.74		k = 0.464	k = 0.58	k = 0.58	k = 1.74		
2.00	1.991	0.92	1.15	1.15	3.46	5.00	2.140	0.99	1.24	1.24	3.72
2.20	2.011	0.93	1.17	1.17	3.50	5.20	2.130	0.99	1.24	1.24	3.71
2.40	2.033	0.94	1.18	1.18	3.54	5.40	2.143	0.99	1.24	1.24	3.73
2.60	2.043	0.95	1.18	1.18	3.55	5.60	2.150	1.00	1.25	1.25	3.74
2.80	2.057	0.95	1.19	1.19	3.58	5.80	2.151	1.00	1.25	1.25	3.74
3.00	2.068	0.96	1.20	1.20	3.60	6.00	2.147	1.00	1.25	1.25	3.74
3.10	2.074	0.96	1.20	1.20	3.61	6.20	2.150	1.00	1.25	1.25	3.74
3.20	2.076	0.96	1.20	1.20	3.61	6.40	2.158	1.00	1.25	1.25	3.75
3.30	2.082	0.97	1.21	1.21	3.62	6.60	2.162	1.00	1.25	1.25	3.76
3.40	2.086	0.97	1.21	1.21	3.63	6.80	2.162	1.00	1.25	1.25	3.76
3.50	2.087	0.97	1.21	1.21	3.63	7.00	2.167	1.01	1.26	1.26	3.77
3.60	2.092	0.97	1.21	1.21	3.64	7.20	2.167	1.01	1.26	1.26	3.77
3.70	2.099	0.97	1.22	1.22	3.65	7.40	2.173	1.01	1.26	1.26	3.78
3.80	2.100	0.97	1.22	1.22	3.65	7.60	2.174	1.01	1.26	1.26	3.78
3.90	2.105	0.98	1.22	1.22	3.66	7.80	2.173	1.01	1.26	1.26	3.78
4.00	2.107	0.98	1.22	1.22	3.67	8.00	2.176	1.01	1.26	1.26	3.79
4.20	2.114	0.98	1.23	1.23	3.68	8.20	2.176	1.01	1.26	1.26	3.79
4.40	2.109	0.98	1.22	1.22	3.67	8.40	2.179	1.01	1.26	1.26	3.79
4.60	2.122	0.98	1.23	1.23	3.69	8.60	2.180	1.01	1.26	1.26	3.79
4.80	2.127	0.99	1.23	1.23	3.70	8.80	2.184	1.01	1.27	1.27	3.80

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO

2.1.10.

Diámetro: 75 mm

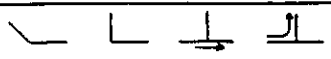
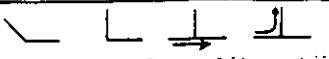








GASTO $v^2/2g$ Hf lps					GASTO $v^2/2g$ Hf lps						
	$k = 0.432$	$k = 0.54$	$k = 0.54$	$k = 1.62$		$k = 0.432$	$k = 0.54$	$k = 0.54$	$k = 1.62$		
3.00	2.641	1.14	1.43	1.43	4.28	7.00	2.812	1.21	1.52	1.52	4.56
3.20	2.659	1.15	1.44	1.44	4.31	7.20	2.807	1.21	1.52	1.52	4.55
3.40	2.667	1.15	1.44	1.44	4.32	7.40	2.822	1.22	1.52	1.52	4.57
3.60	2.687	1.16	1.45	1.45	4.35	7.60	2.809	1.21	1.52	1.52	4.55
3.80	2.698	1.17	1.46	1.46	4.37	7.80	2.815	1.22	1.52	1.52	4.56
4.00	2.709	1.17	1.46	1.46	4.39	8.00	2.818	1.22	1.52	1.52	4.56
4.20	2.720	1.18	1.47	1.47	4.41	8.20	2.835	1.22	1.53	1.53	4.59
4.40	2.726	1.18	1.47	1.47	4.42	8.40	2.831	1.22	1.53	1.53	4.59
4.60	2.734	1.18	1.48	1.48	4.43	8.60	2.840	1.23	1.53	1.53	4.60
4.80	2.740	1.18	1.48	1.48	4.44	8.80	2.846	1.23	1.54	1.54	4.61
5.00	2.749	1.19	1.48	1.48	4.45	9.00	2.849	1.23	1.53	1.53	4.62
5.20	2.757	1.19	1.49	1.49	4.47	9.20	2.845	1.23	1.54	1.54	4.61
5.40	2.762	1.19	1.49	1.49	4.47	9.40	2.846	1.23	1.54	1.54	4.61
5.60	2.772	1.20	1.50	1.50	4.49	9.60	2.856	1.23	1.54	1.54	4.63
5.80	2.777	1.20	1.50	1.50	4.50	9.80	2.849	1.23	1.53	1.53	4.62
6.00	2.784	1.20	1.50	1.50	4.51	10.00	2.853	1.23	1.54	1.54	4.62
6.20	2.790	1.21	1.51	1.51	4.52	10.20	2.855	1.23	1.54	1.54	4.62
6.40	2.793	1.21	1.51	1.51	4.52	10.40	2.866	1.24	1.55	1.55	4.64
6.60	2.800	1.21	1.51	1.51	4.54	10.60	2.863	1.24	1.55	1.55	4.64
6.80	2.812	1.21	1.52	1.52	4.56	10.80	2.859	1.24	1.54	1.54	4.63
						11.00	2.863	1.24	1.55	1.55	4.63

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO

2.1.10.

Diámetro: 150 mm

GASTO lps	$v^2/2g \cdot hf$				GASTO lps	$v^2/2g \cdot hf$					
	 $k = 0.384$	 $k = 0.48$	 $k = 0.48$	 $k = 1.44$		 $k = 0.384$	 $k = 0.48$	 $k = 0.48$	 $k = 1.44$		
10.0	6 203	2 38	2 98	2 98	8 93	30.0	6 701	2 57	3 22	3 22	9 65
11.0	6 232	2 39	2 99	2 99	8 97	31.0	6 711	2 58	3 22	3 22	9 66
12.0	6 299	2 42	3 02	3 02	9 07	32.0	6 711	2 58	3 22	3 22	9 66
13.0	6 343	2 44	3 04	3 04	9 13	33.0	6 740	2 59	3 24	3 24	9 70
14.0	6 400	2 46	3 07	3 07	9 22	34.0	6 757	2 59	3 24	3 24	9 73
15.0	6 420	2 47	3 08	3 08	9 24	35.0	6 759	2 60	3 24	3 24	9 73
16.0	6 443	2 47	3 09	3 09	9 28	36.0	6 752	2 59	3 24	3 24	9 72
17.0	6 483	2 49	3 11	3 11	9 34	37.0	6 770	2 60	3 25	3 25	9 75
18.0	6 512	2 50	3 13	3 13	9 38	38.0	6 775	2 60	3 25	3 25	9 76
19.0	6 523	2 50	3 13	3 13	9 39	39.0	6 774	2 60	3 25	3 25	9 75
20.0	6 551	2 52	3 14	3 14	9 43	40.0	6 792	2 61	3 26	3 26	9 78
21.0	6 579	2 53	3 16	3 16	9 47	41.0	6 803	2 61	3 27	3 27	9 80
22.0	6 592	2 53	3 16	3 16	9 49	42.0	6 803	2 61	3 27	3 27	9 80
23.0	6 604	2 54	3 17	3 17	9 51	43.0	6 797	2 61	3 27	3 27	9 79
24.0	6 630	2 55	3 18	3 18	9 55	44.0	6 809	2 61	3 27	3 27	9 80
25.0	6 640	2 55	3 19	3 19	9 56	45.0	6 813	2 62	3 27	3 27	9 81
26.0	6 653	2 55	3 19	3 19	9 58	46.0	6 83	2 62	3 28	3 28	9 83
27.0	6 671	2 56	3 20	3 20	9 61	47.0	6 82	2 62	3 28	3 28	9 83
28.0	6 678	2 56	3 21	3 21	9 62	48.0	6 83	2 62	3 28	3 28	9 83
29.0	6 670	2 56	3 20	3 20	9 60	49.0	6 83	2 62	3 28	3 28	9 83

LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO

Diámetro: 200 mm









GASTO lps	$v^2/2g \cdot hf$				GASTO lps	$v^2/2g \cdot hf$					
	 $k = 0.368$	 $k = 0.46$	 $k = 0.46$	 $k = 1.38$		 $k = 0.368$	 $k = 0.46$	 $k = 0.46$	 $k = 1.38$		
20.0	8 869	3 26	4 08	4 08	12 24	60.0	9 508	3 50	4 37	4 37	13 12
22.0	8 943	3 29	4 11	4 11	12 34	62.0	9 524	3 50	4 38	4 38	13 14
24.0	9 010	3 32	4 14	4 14	12 43	64.0	9 519	3 50	4 38	4 38	13 14
26.0	9 068	3 33	4 17	4 17	12 51	66.0	9 547	3 51	4 39	4 39	13 17
28.0	9 121	3 36	4 20	4 20	12 59	68.0	9 552	3 52	4 39	4 39	13 18
30.0	9 148	3 37	4 21	4 21	12 62	70.0	9 585	3 53	4 41	4 41	13 23
32.0	9 193	3 38	4 23	4 23	12 69	72.0	9 599	3 53	4 42	4 42	13 25
34.0	9 201	3 39	4 23	4 23	12 70	74.0	9 595	3 53	4 41	4 41	13 24
36.0	9 269	3 41	4 26	4 26	12 79	76.0	9 616	3 54	4 42	4 42	13 27
38.0	9 289	3 42	4 27	4 27	12 82	78.0	9 622	3 54	4 43	4 43	13 29
40.0	9 332	3 43	4 29	4 29	12 88	80.0	9 616	3 54	4 42	4 42	13 27
42.0	9 350	3 44	4 30	4 30	12 90	82.0	9 628	3 54	4 43	4 43	13 29
44.0	9 376	3 45	4 31	4 31	12 94	84.0	9 629	3 54	4 43	4 43	13 29
46.0	9 437	3 47	4 34	4 34	13 02	86.0	9 648	3 55	4 44	4 44	13 31
48.0	9 440	3 47	4 34	4 34	13 03	88.0	9 654	3 55	4 44	4 44	13 32

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO

2.1.10.

Diámetro: 100 mm

GASTO lps	$v^2/2g \cdot hf$					GASTO lps	$v^2/2g \cdot hf$				
		k = 0.4	k = 0.5	k = 0.5	k = 1.50			k = 0.4	k = 0.5	k = 0.5	k = 1.50
6.00	3.788	1.52	1.89	1.89	5.68	14.00	4.000	1.60	2.00	2.00	6.00
6.20	3.804	1.52	1.90	1.90	5.71	14.20	4.000	1.60	2.00	2.00	6.00
6.40	3.801	1.52	1.90	1.90	5.70	14.40	4.014	1.61	2.01	2.01	6.02
6.60	3.806	1.52	1.90	1.90	5.71	14.60	4.008	1.60	2.00	2.00	6.01
6.80	3.834	1.53	1.92	1.92	5.75	14.80	4.023	1.61	2.01	2.01	6.03
7.00	3.834	1.53	1.92	1.92	5.75	15.00	4.014	1.61	2.01	2.01	6.02
7.20	3.847	1.54	1.92	1.92	5.77	15.20	4.027	1.61	2.01	2.01	6.04
7.40	3.855	1.54	1.93	1.93	5.78	15.40	4.014	1.61	2.01	2.01	6.02
7.60	3.855	1.54	1.93	1.93	5.78	15.60	4.024	1.61	2.01	2.01	6.04
7.80	3.869	1.55	1.93	1.93	5.80	15.80	4.032	1.61	2.02	2.02	6.05
8.00	3.875	1.55	1.94	1.94	5.81	16.00	4.017	1.61	2.01	2.01	6.02
8.20	3.881	1.55	1.94	1.94	5.82	16.20	4.021	1.61	2.01	2.01	6.03
8.40	3.892	1.56	1.95	1.95	5.84	16.40	4.025	1.61	2.01	2.01	6.04
8.60	3.893	1.56	1.95	1.95	5.84	16.60	4.028	1.61	2.01	2.01	6.04
8.80	3.897	1.56	1.95	1.95	5.85	16.80	4.029	1.61	2.01	2.01	6.04
9.00	3.903	1.56	1.95	1.95	5.85	17.00	4.029	1.61	2.01	2.01	6.04
9.20	3.912	1.56	1.96	1.96	5.87	17.20	4.046	1.62	2.02	2.02	6.07
9.40	3.918	1.57	1.96	1.96	5.88	17.40	4.044	1.62	2.02	2.02	6.07
9.60	3.925	1.57	1.96	1.96	5.89	17.60	4.040	1.62	2.02	2.02	6.06
9.80	3.926	1.57	1.96	1.96	5.89	17.80	4.036	1.61	2.02	2.02	6.05
10.00	3.931	1.57	1.97	1.97	5.90	18.00	4.048	1.62	2.02	2.02	6.07
10.20	3.934	1.57	1.97	1.97	5.90	18.20	4.042	1.62	2.02	2.02	6.06
10.40	3.937	1.57	1.97	1.97	5.91	18.40	4.051	1.62	2.03	2.03	6.08
10.60	3.948	1.58	1.97	1.97	5.92	18.60	4.059	1.62	2.03	2.03	6.09
10.80	3.952	1.58	1.98	1.98	5.93	18.80	4.053	1.62	2.03	2.03	6.08
11.00	3.952	1.58	1.98	1.98	5.93	19.00	4.056	1.62	2.03	2.03	6.08
11.20	3.961	1.58	1.98	1.98	5.94	19.20	4.061	1.62	2.03	2.03	6.09
11.40	3.960	1.58	1.98	1.98	5.94	19.40	4.051	1.62	2.03	2.03	6.08
11.60	3.948	1.58	1.97	1.97	5.92	19.60	4.054	1.62	2.03	2.03	6.08
11.80	3.959	1.58	1.98	1.98	5.94	19.80	4.056	1.62	2.03	2.03	6.08
12.00	3.978	1.59	1.99	1.99	5.97	20.00	4.058	1.62	2.03	2.03	6.09
12.20	3.958	1.58	1.98	1.98	5.94	20.20	4.058	1.62	2.03	2.03	6.09
12.40	3.971	1.59	1.99	1.99	5.97	20.40	4.071	1.63	2.04	2.04	6.11
12.60	3.983	1.59	1.99	1.99	5.97	20.60	4.069	1.63	2.03	2.03	6.10
12.80	3.983	1.59	1.99	1.99	5.97	20.80	4.068	1.63	2.03	2.03	6.10
13.00	3.996	1.60	2.00	2.00	5.99						
13.20	4.000	1.60	2.00	2.00	6.00						
13.40	4.002	1.60	2.00	2.00	6.00						
13.60	4.003	1.60	2.00	2.00	6.01						
13.80	4.000	1.60	2.00	2.00	6.00						

TABLA 2.1.10. LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO
 Diámetro: 13 mm

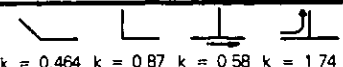
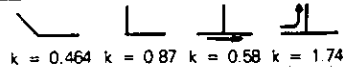
GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		$k = 0.464$	$k = 0.87$	$k = 0.58$	$k = 1.74$			$k = 0.464$	$k = 0.87$	$k = 0.58$	$k = 1.74$
0.10	0.384	0.18	0.33	0.22	0.67	0.30	0.479	0.22	0.42	0.28	0.83
0.11	0.393	0.18	0.34	0.23	0.68	0.31	0.480	0.22	0.42	0.28	0.84
0.12	0.402	0.19	0.35	0.23	0.70	0.32	0.482	0.22	0.42	0.28	0.84
0.13	0.408	0.19	0.35	0.24	0.71	0.33	0.484	0.22	0.42	0.28	0.84
0.14	0.415	0.19	0.36	0.24	0.72	0.34	0.487	0.23	0.42	0.28	0.85
0.15	0.421	0.20	0.37	0.24	0.73	0.35	0.489	0.23	0.43	0.28	0.85
0.16	0.427	0.20	0.37	0.25	0.74	0.36	0.492	0.23	0.43	0.29	0.86
0.17	0.432	0.20	0.38	0.25	0.75	0.37	0.492	0.23	0.43	0.29	0.86
0.18	0.437	0.20	0.38	0.25	0.76	0.38	0.495	0.23	0.43	0.29	0.86
0.19	0.441	0.20	0.38	0.26	0.77	0.39	0.496	0.23	0.43	0.29	0.86
0.20	0.446	0.21	0.39	0.26	0.78	0.40	0.498	0.23	0.43	0.29	0.87
0.21	0.449	0.21	0.39	0.26	0.78	0.41	0.499	0.23	0.43	0.29	0.87
0.22	0.454	0.21	0.39	0.26	0.79	0.42	0.501	0.23	0.44	0.29	0.87
0.23	0.456	0.21	0.40	0.26	0.79	0.43	0.502	0.23	0.44	0.29	0.87
0.24	0.460	0.21	0.40	0.27	0.80	0.44	0.505	0.23	0.44	0.29	0.87
0.25	0.462	0.21	0.40	0.27	0.80						
0.26	0.466	0.22	0.41	0.27	0.81						
0.27	0.469	0.22	0.41	0.27	0.82						
0.28	0.473	0.22	0.41	0.27	0.82						
0.29	0.475	0.22	0.41	0.28	0.83						

TABLA 2.3.10. LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO
Diámetro: 19 mm

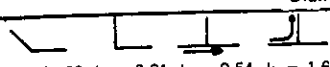
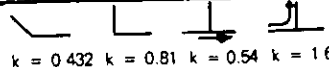
GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		k = 0.432	k = 0.81	k = 0.54	k = 1.62			k = 0.432	k = 0.81	k = 0.54	k = 1.62
0.15	0.566	0.24	0.46	0.31	0.92	0.45	0.715	0.31	0.58	0.39	1.16
0.16	0.579	0.25	0.47	0.31	0.94	0.46	0.718	0.31	0.58	0.39	1.16
0.17	0.587	0.25	0.48	0.32	0.95	0.47	0.720	0.31	0.58	0.39	1.17
0.18	0.595	0.26	0.48	0.32	0.96	0.48	0.722	0.31	0.58	0.39	1.17
0.19	0.602	0.26	0.49	0.33	0.97	0.49	0.725	0.31	0.59	0.39	1.17
0.20	0.610	0.26	0.49	0.33	0.99	0.50	0.728	0.31	0.59	0.39	1.18
0.21	0.614	0.27	0.50	0.33	0.99	0.51	0.730	0.32	0.59	0.39	1.18
0.22	0.621	0.27	0.50	0.34	1.01	0.52	0.732	0.32	0.59	0.40	1.19
0.23	0.628	0.27	0.51	0.34	1.02	0.53	0.735	0.32	0.60	0.40	1.19
0.24	0.632	0.27	0.51	0.34	1.02	0.54	0.738	0.32	0.60	0.40	1.20
0.25	0.639	0.28	0.52	0.35	1.04	0.55	0.740	0.32	0.60	0.40	1.20
0.26	0.644	0.28	0.52	0.35	1.04	0.56	0.742	0.32	0.60	0.40	1.20
0.27	0.650	0.28	0.53	0.35	1.05	0.57	0.743	0.32	0.60	0.40	1.20
0.28	0.655	0.28	0.53	0.35	1.06	0.58	0.745	0.32	0.60	0.40	1.21
0.29	0.659	0.28	0.53	0.36	1.07	0.59	0.748	0.32	0.61	0.40	1.21
0.30	0.663	0.29	0.54	0.36	1.07	0.60	0.749	0.32	0.61	0.40	1.21
0.31	0.668	0.29	0.54	0.36	1.08	0.61	0.752	0.32	0.61	0.41	1.22
0.32	0.672	0.29	0.54	0.36	1.09	0.62	0.753	0.33	0.61	0.41	1.22
0.33	0.676	0.29	0.55	0.37	1.10	0.63	0.754	0.33	0.61	0.41	1.22
0.34	0.680	0.29	0.55	0.37	1.10	0.64	0.757	0.33	0.61	0.41	1.23
0.35	0.683	0.30	0.55	0.37	1.11	0.65	0.759	0.33	0.61	0.41	1.23
0.36	0.687	0.30	0.56	0.37	1.11	0.66	0.760	0.33	0.62	0.41	1.23
0.37	0.690	0.30	0.56	0.37	1.12	0.67	0.761	0.33	0.62	0.41	1.23
0.38	0.694	0.30	0.56	0.37	1.12	0.68	0.762	0.33	0.62	0.41	1.23
0.39	0.697	0.30	0.56	0.38	1.13	0.69	0.765	0.33	0.62	0.41	1.24
0.40	0.700	0.30	0.57	0.38	1.13	0.70	0.767	0.33	0.62	0.41	1.24
0.41	0.704	0.30	0.57	0.38	1.14						
0.42	0.707	0.31	0.57	0.38	1.15						
0.43	0.710	0.31	0.58	0.38	1.15						
0.44	0.713	0.31	0.58	0.39	1.16						

TABLA 2.1.10. LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO

Diámetro: 25 mm

GASTO lps					GASTO lps						
	$k = 0.400$	$k = 0.75$	$k = 0.50$	$k = 1.50$		$k = 0.400$	$k = 0.75$	$k = 0.50$	$k = 1.50$		
0.30	0.829	0.33	0.62	0.41	1.24	0.90	1.028	0.41	0.77	0.51	1.54
0.32	0.843	0.34	0.63	0.42	1.26	0.92	1.033	0.41	0.77	0.52	1.55
0.34	0.853	0.34	0.64	0.43	1.28	0.94	1.036	0.41	0.78	0.52	1.55
0.36	0.867	0.35	0.65	0.43	1.30	0.96	1.039	0.42	0.78	0.52	1.56
0.38	0.874	0.35	0.66	0.44	1.31	0.98	1.040	0.42	0.78	0.52	1.56
0.40	0.884	0.35	0.66	0.44	1.33	1.00	1.041	0.42	0.78	0.52	1.56
0.42	0.896	0.36	0.67	0.45	1.34	1.05	1.052	0.42	0.79	0.53	1.58
0.44	0.902	0.36	0.68	0.45	1.35	1.10	1.058	0.42	0.79	0.53	1.59
0.46	0.910	0.36	0.68	0.46	1.37	1.15	1.065	0.43	0.80	0.53	1.60
0.48	0.918	0.37	0.69	0.46	1.38	1.20	1.072	0.43	0.80	0.54	1.61
0.50	0.927	0.37	0.70	0.46	1.39	1.25	1.075	0.43	0.81	0.54	1.61
0.52	0.932	0.37	0.70	0.47	1.40	1.30	1.083	0.43	0.81	0.54	1.62
0.54	0.939	0.38	0.70	0.47	1.41	1.35	1.087	0.43	0.82	0.54	1.63
0.56	0.947	0.38	0.71	0.47	1.42	1.40	1.092	0.44	0.82	0.55	1.64
0.58	0.952	0.38	0.71	0.48	1.43	1.45	1.098	0.44	0.82	0.55	1.65
0.60	0.958	0.38	0.72	0.48	1.44	1.50	1.103	0.44	0.83	0.55	1.65
0.62	0.964	0.39	0.72	0.48	1.45	1.55	1.106	0.44	0.83	0.55	1.66
0.64	0.970	0.39	0.73	0.49	1.46	1.60	1.110	0.44	0.83	0.56	1.67
0.66	0.975	0.39	0.73	0.49	1.46	1.65	1.115	0.45	0.84	0.56	1.67
0.68	0.980	0.39	0.74	0.49	1.47	1.70	1.12	0.45	0.84	0.56	1.68
0.70	0.985	0.39	0.74	0.49	1.48	1.75	1.12	0.45	0.84	0.56	1.68
0.72	0.990	0.40	0.74	0.50	1.49	1.80	1.13	0.45	0.85	0.56	1.69
0.74	0.995	0.40	0.75	0.50	1.49						
0.76	0.999	0.40	0.75	0.50	1.50						
0.78	1.003	0.40	0.75	0.50	1.50						
0.80	1.011	0.40	0.76	0.51	1.52						
0.82	1.014	0.41	0.76	0.51	1.52						
0.84	1.015	0.41	0.76	0.51	1.52						
0.86	1.019	0.41	0.76	0.51	1.53						
0.88	1.023	0.41	0.77	0.51	1.53						

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO

2.1.10. Diámetro: 32 mm

GASTO lps					GASTO lps						
	$k = 0.384$	$k = 0.72$	$k = 0.48$	$k = 1.44$		$k = 0.384$	$k = 0.72$	$k = 0.48$	$k = 1.44$		
0.50	1.104	0.42	0.79	0.53	1.59	0.90	1.238	0.48	0.89	0.59	1.78
0.52	1.110	0.43	0.80	0.53	1.60	0.92	1.243	0.48	0.89	0.60	1.79
0.54	1.118	0.43	0.80	0.54	1.61	0.94	1.248	0.48	0.90	0.60	1.80
0.56	1.128	0.43	0.81	0.54	1.62	0.96	1.253	0.48	0.90	0.60	1.80
0.58	1.135	0.44	0.82	0.54	1.63	0.98	1.258	0.48	0.91	0.60	1.81
0.60	1.144	0.44	0.82	0.55	1.65	1.00	1.261	0.48	0.91	0.61	1.82
0.62	1.154	0.44	0.83	0.55	1.66	1.05	1.272	0.49	0.92	0.61	1.83
0.64	1.161	0.45	0.84	0.56	1.67	1.10	1.282	0.49	0.92	0.62	1.85
0.66	1.168	0.45	0.84	0.56	1.68	1.15	1.291	0.50	0.93	0.62	1.86
0.68	1.176	0.45	0.85	0.56	1.69	1.20	1.301	0.50	0.94	0.62	1.87
0.70	1.180	0.45	0.85	0.57	1.70	1.30	1.319	0.51	0.95	0.63	1.90
0.72	1.189	0.46	0.86	0.57	1.71	1.40	1.331	0.51	0.96	0.64	1.92
0.74	1.192	0.46	0.86	0.57	1.72	1.50	1.347	0.52	0.97	0.65	1.94
0.76	1.200	0.46	0.86	0.58	1.73	1.60	1.368	0.52	0.98	0.65	1.96
0.78	1.206	0.46	0.87	0.58	1.74	1.70	1.372	0.53	0.99	0.66	1.98
0.80	1.213	0.47	0.87	0.58	1.75	1.80	1.383	0.53	1.00	0.66	1.99
0.82	1.218	0.47	0.88	0.58	1.75	1.90	1.390	0.53	1.00	0.67	2.00
0.84	1.222	0.47	0.88	0.59	1.76	2.00	1.400	0.54	1.01	0.67	2.02
0.86	1.229	0.47	0.88	0.59	1.77	2.10	1.407	0.54	1.01	0.68	2.03
0.88	1.232	0.47	0.89	0.59	1.77	2.20	1.416	0.54	1.02	0.68	2.04
						2.30	1.423	0.55	1.02	0.68	2.04

LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO
Diámetro: 38 mm

GASTO lps					GASTO lps						
	$k = 0.368$	$k = 0.69$	$k = 0.46$	$k = 1.38$		$k = 0.368$	$k = 0.69$	$k = 0.46$	$k = 1.38$		
0.80	1.405	0.52	0.97	0.64	1.94	2.00	1.647	0.61	1.14	0.76	2.27
0.82	1.410	0.52	0.97	0.65	1.95	2.10	1.659	0.61	1.14	0.76	2.29
0.84	1.419	0.52	0.98	0.65	1.96	2.20	1.664	0.61	1.15	0.77	2.30
0.86	1.423	0.52	0.98	0.65	1.96	2.30	1.680	0.62	1.16	0.77	2.32
0.88	1.431	0.53	0.99	0.66	1.97	2.40	1.689	0.62	1.17	0.78	2.33
0.90	1.438	0.53	0.99	0.66	1.98	2.50	1.699	0.63	1.17	0.78	2.34
0.92	1.443	0.53	1.00	0.66	1.99	2.60	1.710	0.63	1.18	0.79	2.36
0.94	1.450	0.53	1.00	0.67	2.00	2.70	1.716	0.63	1.18	0.79	2.37
0.96	1.457	0.54	1.01	0.67	2.01	2.80	1.724	0.63	1.19	0.79	2.38
0.98	1.462	0.54	1.01	0.67	2.02	2.90	1.733	0.64	1.20	0.80	2.39
1.00	1.466	0.54	1.01	0.67	2.02	3.00	1.743	0.64	1.20	0.80	2.41
1.10	1.493	0.55	1.03	0.69	2.06	3.10	1.748	0.64	1.21	0.80	2.41
1.20	1.517	0.56	1.06	0.70	2.09	3.20	1.765	0.65	1.21	0.81	2.42
1.30	1.538	0.57	1.06	0.71	2.12	3.30	1.762	0.65	1.22	0.81	2.43
1.40	1.558	0.57	1.08	0.72	2.15	3.40	1.766	0.65	1.22	0.81	2.44
1.50	1.577	0.58	1.09	0.73	2.18						
1.60	1.593	0.59	1.10	0.73	2.20						

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO

2.1.10.

Diámetro: 50 mm

GASTO $v^2/2g/hf$ lps						GASTO $v^2/2g/hf$ lps					
k = 0.336 k = 0.63 k = 0.42 k = 1.26						k = 0.336 k = 0.63 k = 0.42 k = 1.26					
1.50	2.013	0.68	1.27	0.85	2.54	3.50	2.319	0.78	1.46	0.97	2.92
1.60	2.039	0.69	1.28	0.86	2.57	3.60	2.333	0.78	1.47	0.98	2.94
1.70	2.062	0.69	1.30	0.87	2.60	3.70	2.344	0.79	1.48	0.98	2.95
1.80	2.086	0.70	1.31	0.88	2.63	3.80	2.350	0.79	1.48	0.99	2.96
1.90	2.105	0.70	1.33	0.88	2.65	3.90	2.354	0.79	1.48	0.99	2.97
2.00	2.126	0.71	1.34	0.89	2.68	4.00	2.367	0.80	1.49	0.99	2.98
2.10	2.145	0.72	1.35	0.90	2.70	4.10	2.376	0.80	1.50	1.00	2.99
2.20	2.160	0.72	1.36	0.91	2.72	4.20	2.383	0.80	1.50	1.00	3.00
2.30	2.178	0.73	1.37	0.91	2.74	4.30	2.386	0.80	1.50	1.00	3.01
2.40	2.192	0.74	1.38	0.92	2.76	4.40	2.397	0.81	1.51	1.01	3.02
2.50	2.207	0.74	1.39	0.93	2.80	4.50	2.406	0.81	1.52	1.01	3.03
2.60	2.221	0.75	1.40	0.93	2.80	4.60	2.412	0.81	1.52	1.01	3.04
2.70	2.235	0.75	1.41	0.94	2.82	4.70	2.415	0.81	1.52	1.01	3.04
2.80	2.248	0.76	1.42	0.94	2.83	4.80	2.425	0.81	1.53	1.02	3.06
2.90	2.270	0.76	1.43	0.95	2.86	4.90	2.433	0.82	1.53	1.02	3.07
3.00	2.277	0.77	1.43	0.96	2.87	5.00	2.438	0.82	1.54	1.02	3.07
3.10	2.280	0.77	1.44	0.96	2.87	5.20	2.451	0.82	1.54	1.03	3.09
3.20	2.297	0.77	1.45	0.96	2.89						
3.30	2.308	0.78	1.45	0.97	2.91						
3.40	2.315	0.78	1.46	0.97	2.92						

LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO

Diámetro: 64 mm

GASTO $v^2/2g/hf$ lps						GASTO $v^2/2g/hf$ lps					
k = 0.32 k = 0.60 k = 0.40 k = 1.20						k = 0.32 k = 0.60 k = 0.40 k = 1.20					
2.50	2.686	0.86	1.61	1.07	3.22	5.00	3.003	0.96	1.80	1.20	3.60
2.60	2.697	0.86	1.62	1.08	3.24	5.20	3.032	0.97	1.82	1.21	3.64
2.70	2.722	0.87	1.63	1.09	3.27	5.40	3.030	0.97	1.82	1.21	3.64
2.80	2.738	0.88	1.64	1.09	3.28	5.60	3.060	0.98	1.84	1.22	3.67
2.90	2.754	0.88	1.65	1.10	3.30	5.80	3.062	0.98	1.84	1.22	3.67
3.00	2.769	0.89	1.66	1.11	3.32	6.00	3.075	0.98	1.85	1.23	3.69
3.10	2.788	0.89	1.67	1.12	3.35	6.20	3.097	0.99	1.86	1.24	3.72
3.20	2.798	0.90	1.68	1.12	3.36	6.40	3.112	0.99	1.87	1.24	3.73
3.30	2.815	0.90	1.69	1.13	3.38	6.60	3.119	1.00	1.87	1.25	3.74
3.40	2.828	0.90	1.70	1.13	3.39	6.80	3.135	1.00	1.88	1.25	3.76
3.50	2.845	0.91	1.71	1.14	3.41	7.00	3.145	1.01	1.89	1.26	3.77
3.60	2.856	0.91	1.71	1.14	3.43	7.20	3.161	1.01	1.90	1.26	3.79
3.70	2.871	0.92	1.72	1.15	3.45	7.40	3.172	1.02	1.90	1.27	3.81
3.80	2.883	0.92	1.73	1.15	3.46	7.60	3.178	1.02	1.91	1.27	3.81
3.90	2.893	0.93	1.74	1.16	3.47	7.80	3.190	1.02	1.91	1.28	3.83
4.00	2.906	0.93	1.74	1.16	3.49	8.00	3.198	1.02	1.92	1.28	3.84
4.20	2.932	0.94	1.76	1.17	3.52	8.20	3.211	1.03	1.93	1.28	3.85
4.40	2.949	0.94	1.77	1.18	3.54	8.40	3.219	1.03	1.93	1.29	3.86
4.60	2.957	0.95	1.77	1.18	3.55	8.60	3.224	1.03	1.93	1.29	3.87
4.80	2.966	0.96	1.79	1.19	3.58	8.80	3.234	1.03	1.94	1.29	3.88

TABLA LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE EN METROS DE TUBO

2.3.10.

Diámetro: 75 mm

GASTO v^2 2g/hf lps					GASTO v^2 2g/hf lps						
	$k = 0.304$	$k = 0.57$	$k = 0.38$	$k = 1.14$		$k = 0.304$	$k = 0.57$	$k = 0.38$	$k = 1.14$		
3.00	3.233	0.98	1.84	1.23	3.69	7.00	3.726	1.13	2.12	1.42	4.25
3.20	3.287	1.00	1.87	1.25	3.75	7.20	3.738	1.14	2.13	1.42	4.26
3.40	3.318	1.01	1.89	1.26	3.78	7.40	3.772	1.15	2.15	1.43	4.30
3.60	3.350	1.02	1.91	1.27	3.82	7.60	3.770	1.15	2.15	1.43	4.30
3.80	3.383	1.03	1.93	1.29	3.86	7.80	3.791	1.15	2.16	1.44	4.32
4.00	3.413	1.04	1.95	1.30	3.89	8.00	3.805	1.16	2.17	1.45	4.34
4.20	3.447	1.05	1.96	1.31	3.93	8.20	3.815	1.16	2.17	1.45	4.35
4.40	3.471	1.06	1.98	1.32	3.96	8.40	3.841	1.17	2.19	1.46	4.38
4.60	3.502	1.06	2.00	1.33	3.99	8.60	3.841	1.17	2.19	1.46	4.38
4.80	3.520	1.07	2.01	1.34	4.01	8.80	3.858	1.17	2.20	1.47	4.40
5.00	3.542	1.08	2.02	1.35	4.04	9.00	3.870	1.18	2.21	1.47	4.41
5.20	3.568	1.08	2.03	1.36	4.07	9.20	3.878	1.18	2.21	1.47	4.42
5.40	3.588	1.09	2.05	1.36	4.09	9.40	3.882	1.18	2.21	1.48	4.43
5.60	3.613	1.10	2.06	1.37	4.12	9.60	3.900	1.19	2.22	1.48	4.45
5.80	3.631	1.10	2.07	1.38	4.14	9.80	3.898	1.18	2.22	1.48	4.44
6.00	3.652	1.11	2.08	1.39	4.16	10.00	3.925	1.19	2.24	1.49	4.47
6.20	3.668	1.12	2.09	1.39	4.18	10.20	3.932	1.20	2.24	1.49	4.48
6.40	3.685	1.12	2.10	1.40	4.20	10.40	3.935	1.20	2.24	1.50	4.49
6.60	3.717	1.13	2.12	1.41	4.24	10.60	3.950	1.20	2.25	1.50	4.50
6.80	3.708	1.13	2.11	1.41	4.23	10.80	3.949	1.20	2.25	1.50	4.50

II.4. FÓRMULAS USUALES EN EL CALCULO DE TUBERÍAS

Fórmulas de pérdidas por fricción, basadas en la formula de Darcy.

$$h_f = f \frac{L}{d} * \frac{V^2}{2g}$$

Para tubería de cobre y plástico: $f = 0.020$

Para tubería galvanizada: $f = 0.035$

⇒ Para tubería de cobre Clase M

$$\frac{d^5}{10^{-10}} = 16.5 * \frac{q^2}{(hf/L)}$$

$$\frac{hf}{L} = 29 * 10^{-10} \frac{q^2}{d^5}$$

⇒ Paratuberías de fierro galvanizado cedula 40

$$\frac{d^5}{10^{-10}} = 29 * \frac{q^2}{(hf/L)}$$

$$\frac{hf}{L} = 29 * 10^{-10} \frac{q^2}{d^5}$$

En donde:

d : Diámetro del tubo en metros.

q : Gasto en L.P.S.

hf / L : Pendiente hidráulica

Fórmulas de pérdidas por fricción, basadas en la formula de Manning:

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

⇒ Para tuberías de asbesto-cemento:

$$hf = KLQ^2 * 10^{-6}$$

Siendo:

K = 160	para	Ø = 4"
K = 20	para	Ø = 6"
K = 4	para	Ø = 8"
K = 1.2	para	Ø = 10"
K = 0.5	para	Ø = 12"

⇒ Para tubería de cobre tipo "M"

$$hf = KLQ^2 * 10^{-2}$$

Siendo:

K = 85	para	Ø = 3/4"
K = 20	para	Ø = 1"
K = 7	para	Ø = 1 1/4"
K = 2.8	para	Ø = 1 1/2"
K = 0.7	para	Ø = 2"
K = 0.2	para	Ø = 2 1/2"

⇒ Para tuberías de hierro galvanizado.

$$hf = KLQ^2 * 10^{-2}$$

Siendo:

K = 180	para	Ø = 3/4"
K = 50	para	Ø = 1"
K = 11.5	para	Ø = 1 1/4"
K = 5	para	Ø = 1 1/2"
K = 1.35	para	Ø = 2"
K = 0.50	para	Ø = 2 1/2"
K = 0.15	para	Ø = 3"

⇒ Para tuberías de Plástico rígido (PVC).

$$hf = KLQ^2 * 10^{-2}$$

Siendo:

K = 60	para	Ø = 3/4"
K = 15	para	Ø = 1"
K = 5	para	Ø = 1 1/4"
K = 2	para	Ø = 1 1/2"
K = 0.40	para	Ø = 2"
K = 0.15	para	Ø = 2 1/2"

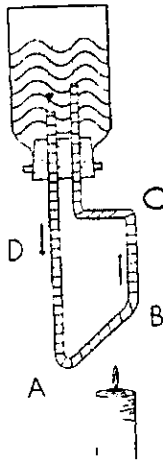
En que:

- hf: Perdida por fricción en metros.
- L : Longitud de la sección en metros.
- Q : Gasto en litros por minuto.
- K : Constante:

Valores del coeficiente "n" (Manning)

Asbesto cemento	0.009 a 0.010
Cobre	0.009
Plástico	0.009
fo. Galvanizado	0.014
Concreto	0.013 a 0.016

El agua al elevar su temperatura a mas de 4°C empieza a perder peso y tener dilatación, esta propiedad hace que se desplace hacia arriba generándose un movimiento como puede verse en el comportamiento de un termo sifón como lo indica el siguiente diagrama.



TERMOSIFÓN

La propiedad descrita se aprovecha en las instalaciones hidráulicas para agua caliente colocando una tubería de retorno, de manera que el agua no utilizada regrese a la fuente calorífica. Este sistema es empleado generalmente en edificios con alto consumo de agua caliente como por ejemplo hospitales y hoteles.

II.5. DILATACIÓN TÉRMICA DE LA TUBERÍA

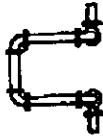
En las instalaciones de agua caliente es muy importante contar con una firme sujeción de los tubos ya que los cambios de temperatura harán que tiendan a desplazarse; debido a las dilataciones que se presenten en las tuberías por las frecuentes variaciones de temperatura.

La dilatación en tuberías de cobre es de 1.02 mm/m para 60°C, de temperatura (0.17 mm/m/10°C), por lo que hay que evitar grandes recorridos en un tramo recto. Cuando se requieran estos hay que instalar juntas de dilatación que puedan ser del tipo de fuelle o deslizantes que se pueden conseguir en el mercado o hacerlas deformando la tubería para formar bucles o simplemente buscando recorridos en los cuales los quiebres en la red, permitan por la elasticidad de la tubería que se absorban estas dilataciones.

Para calcular el desplazamiento que tendrá una tubería por dilatación se presenta la siguiente tabla:

INCREMENTO DE LA TEMPERATURA °C	DILATACIÓN	
	ACERO mm/m	COBRE mm/m
10	0.12	0.17
20	0.23	0.34
30	0.35	0.51
40	0.46	0.68
50	0.58	0.85
60	0.69	1.02
70	0.81	1.19
80	0.92	1.36
90	1.04	1.53
100	1.15	1.70

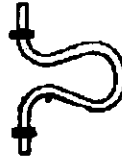
En los siguientes esquemas se presentan los diferentes elementos que se pueden emplear para absorber las dilataciones que se presentan en las tuberías:



JUNTAS GRATORIAS



CONEXION FLEXIBLE

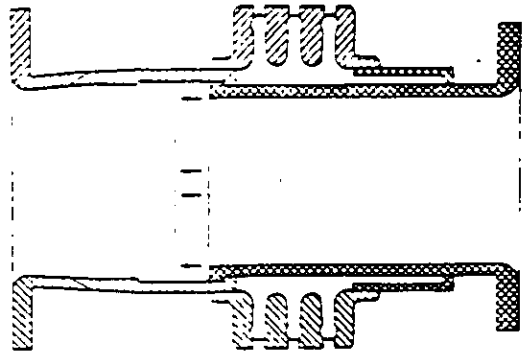


DOBLADURA EN EL TUBO

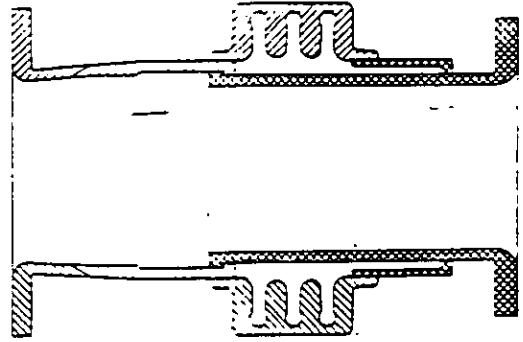


JUNTA DE EXPANSION

JUNTAS DE DILATACION



CORRUGADA



TELESCOPICA

II.6. TUBERÍA

En las instalaciones hidráulicas es importante el conocer todos los materiales que pueden intervenir en su elaboración, para así poder ofrecer un buen sistema de abastecimiento de agua, el cual tenga una buena funcionalidad durante su vida útil.

Las tuberías juegan un papel particularmente importante al ser conductos destinados a transportar el agua que empleemos en nuestras actividades diarias; en una casa habitación también se hace necesario conocer las variedades circunstancias que influyen en las condiciones de circulación del agua por las tuberías, los costos, los procesos de instalación, etc., para poder determinar la tubería más adecuada a cada caso.

Al proponer una instalación hidráulica, se debe determinar el tipo de tubería que se va a emplear generalmente. La selección del material de la tubería depende en gran parte a las características físicas y químicas del agua que se conducirá por esta. Se consideraran en este trabajo tres tipos de tuberías; las de fierro galvanizado, tubería de cobre y P.V.C. que son actualmente las utilizadas en instalaciones de edificación.

II.6.1. TUBOS DE FIERRO GALVANIZADO

Estos tubos se hacen de acero dulce con bajo contenido de carbono. Este material es bastante maleable y soldable, su resistencia a la deformación es muy alta. Por el contrario su peso específico es de 7.8 kilogramos por decímetro cúbico.

El gran inconveniente del acero es su baja resistencia a la corrosión, pues al contacto con el aire y la humedad se oxida fácilmente y puede llegar a destruirse por completo. Así pues, las tuberías de acero necesitan una protección superficial, que consiste en recubrir la superficie con una delgada capa de cinc, que se aplica sumergiendo a los tubos en un baño de cinc fundido, lo que le da el nombre de galvanizado.

Los tubos de acero se fabrican sin soldar. Pero los empleados en este tipo de instalaciones suelen ser tubos con soldadura, que se fabrican curvando transversalmente una cinta de acero para darle la forma cilíndrica del tubo soldando los bordes longitudinales para cerrarlo.

En la práctica comercial estos se presentan en formas rectas de 4 a 6 metros de longitud, con ambos extremos roscados exteriormente para que puedan unirse unos a otros, y galvanizados por completo, exterior e interiormente.

Las diferentes medidas en que se fabrican los tubos de acero se denominan por su diámetro nominal de paso, que se da en pulgadas o en milímetros. Un mismo diámetro nominal de paso caracteriza las piezas sueltas que han de ajustarse entre sí para formar la instalación.

El diámetro nominal de paso no coincide de forma absoluta con la medida efectiva de los tubos. Aunque existe generalmente una cierta correspondencia entre ambos valores, las dimensiones

reales de los tubos varía con los espesores de pared, según la presión para la que se prevea el tubo, e incluso según las cualidades y fabricantes sobre todo considerando las normas en nuestro país.

Las siguientes tablas muestran las características de la tubería de fierro galvanizado cedula 40.

TUBOS DE FIERRO GALVANIZADO (CEDULA 40) DIMENSIONES REALES

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

EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

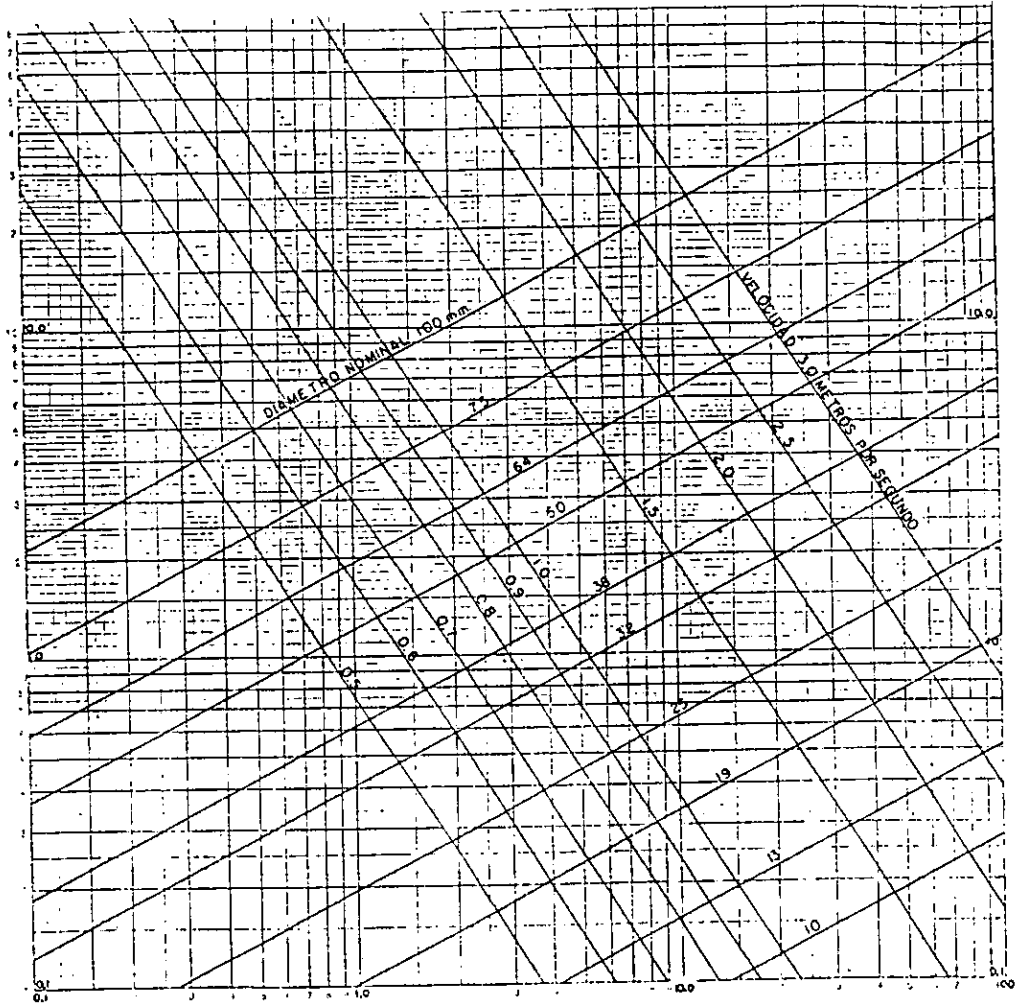
DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO CED. 40

DIAM INT.	DIAM INTERIOR	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100	
6	9.240	268.222	0.544	0.342	0.201	0.117	0.079	0.057	0.033	0.021	0.015	0.009
10	12.520	492.446	XXX	0.628	0.369	0.215	0.146	0.104	0.060	0.039	0.027	0.016
13	15.800	784.270	1.891	XXX	0.588	0.343	0.232	0.166	0.096	0.062	0.044	0.025
19	20.930	1,376.22	3.353	2.097	XXX	0.602	0.407	0.291	0.168	0.109	0.076	0.044
25	26.640	2,229.56	5.432	3.397	1.672	XXX	0.660	0.472	0.273	0.177	0.124	0.071
32	35.050	3,859.45	9.403	5.881	2.895	1.688	XXX	0.817	0.472	0.306	0.214	0.123
38	40.890	5,252.72	12.790	8.004	3.940	2.298	1.554	XXX	0.642	0.416	0.292	0.167
50	52.500	8,659.01	21.090	13.190	6.495	3.789	2.563	1.832	XXX	0.686	0.481	0.276
64	62.710	12,354.45	30.100	18.820	9.267	5.406	3.657	2.614	1.510	XXX	0.686	0.394
75	77.920	19,074.26	46.470	29.060	14.300	8.347	5.646	4.035	2.331	1.511	XXX	0.608
100	102.26	32.851.97	80.040	50.060	24.640	14.370	9.725	6.951	4.015	2.603	1.823	XXX

DE ANDA Y DE ANDA
1986

GASTO EN LITROS POR SEGUNDO



PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN METROS POR 100 METROS
Tubería de acero cad 40

II.6.2. TUBOS DE COBRE.

El cobre es un material de color rojizo, muy dúctil y maleable, se deforma más fácilmente que el acero. Resiste muy bien la corrosión por agua corriente, cuando es de un alta grado de dureza, como el que se emplea para la fabricación de tubos. Tiene buena resistencia mecánica, pero se trabaja con facilidad tanto por corte como por deformación y es también fácilmente soldable por distintos procedimientos (soldadura blanca, soldadura dura y soldadura por capilaridad). Este conjunto de cualidades lo hace un material muy adecuado para su empleo en instalaciones de tuberías de distribución de agua, tanto fría como caliente.

El mayor inconveniente del cobre consiste en su mayor precio con respecto al acero, pero la mayor facilidad de trabajo compensa esta diferencia de coste, especialmente en instalaciones de cierta complejidad, como son las instalaciones de viviendas, residencias, etc., en las que se emplea de forma creciente.

El cobre tiene una propiedad interesante, que debe tenerse en cuenta para su utilización y para su trabajo. Cuando se deforma en frío, por estirado, laminación, doblado, etc. se endurece y aumenta su resistencia mecánica, a la vez que disminuye su plasticidad y aumenta su fragilidad.

El cobre así endurecido vuelve a adquirir sus propiedades de plasticidad y menor dureza y resistencia calentándolo a unos 600 grados centígrados y enfriándolo en agua o simplemente al aire, aunque en este caso el ablandamiento es menor. Al tratamiento de ablandamiento se le llama recocido.

El tubo de cobre se obtiene por extrucción y, generalmente, estirado posterior en frío para calibrarlo y endurecerlo.

Los tubos de cobre se presenta generalmente en dos formas diferentes: en piezas rectas de 4 a 6 metros de longitud en estado puro y en rollos en estado recocido. También se comercializan en estado semiduro, con un recocido parcial que no los ablanda totalmente.

La denominación de las dimensiones del tubo de cobre se hace por el diámetro exterior (nominal) y el espesor de pared; así por ejemplo, un tubo de 10 X 1 tendrá 10 milímetros de diámetro exterior y 1 milímetro de espesor de pared, lo que significa que su diámetro interior será de 8 milímetros. A veces resulta más claro denominar el tubo por sus dos diámetros (exterior e interior) según lo cual el tubo del ejemplo sería un tubo de 10 X 8. De cualquier manera debe tenerse en cuenta que al realizar muchas de las instalaciones, el diámetro exterior debe ser tenido muy en cuenta, cuando la unión de los tubos se hace por medio de accesorios.

La tubería de cobre se fabrica sin costura, templada (flexible) o estirada en frío (rígida). Para las instalaciones de agua en las edificaciones contamos con las tuberías de cobre tipo "M" y tipo "L".

El tipo "M" .- Se fabrica solo en temple duro con longitudes comerciales de 6.10 metros, de pared delgada y con diámetros nominales de 1/4" asta 4" . Este tipo de tubería de cobre, cubre

DIMENSIONES REALES DE LAS TUBERIAS DE COBRE

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR		DIAMETRO INTERIOR		
PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS	M (USUAL)	L (GAS)	K (OXIGENO)
1/8"	3	1/4"	6.35	5.08	5.08	4.72
1/4"	6	3/8"	9.25	8.255	8.001	7.89
3/8"	10	1/2"	12.7	11.43	10.922	10.21
1/2"	13	5/8"	15.875	14.43	13.843	13.38
5/8"	16	3/4"	19.05	17.526	16.916	16.56
3/4"	20 (19)	7/8"	22.229	20.599	19.939	18.92
1"	25	1 1/8"	28.576	26.797	26.035	25.27
1 1/4"	32	1 3/8"	39.925	32.791	32.131	31.62
1 1/2"	40 (38)	1 5/8"	41.275	38.785	38.227	37.61
2"	50 (51)	2 1/8"	53.975	51.029	50.419	49.75
2 1/2"	69 (63664)	2 5/8"	66.675	63.373	62.611	61.81
3"	75 (76)	3 1/8"	79.375	75.717	74.803	73.83
3 1/2"	90 (89)	3 5/8"	92.075	87.859	86.995	85.97
4"	100 (102)	4 1/8"	104.775	99.949	99.187	97.96
5"	125 (127)	5 1/8"	130.175	124.637	123.829	122
6"	150 (152)	6 1/8"	155.575	142.377	148.463	145.52
8"	200 (203)	8 1/8"	206.375	197.739	196.219	192.64
10"	250 (254)	10 1/8"	257.175	246.405	244.475	240.08
12"	300 (305)	12 1/8"	307.975	295.071	293.751	287.46

EL DIAMETRO EXTERIOR DE LA TUBERIA DE COBRE ES 1/8" MAS QUE EL DIAMETRO NOMINAL

ampliamente las necesidades corrientes y normales, en una instalación de agua potable o para desagüe de muebles sanitarios.

El tipo "L" - Es de tipo de pared media, se fabrica en temple duro, con longitud comercial de 6.10 metros y en temple suave en rollos de 15 metros, con diámetros nominales de 1/4" asta 6". Este tipo de tubería de cobre cubre ampliamente la necesidades corrientes y normales en una instalación de agua potable; recomendando su uso en instalaciones de gas, redes de agua fría y caliente y en tomas domiciliarias.

Las características principales de las tuberías de cobre son:

- Durabilidad.
- Manualidad en una sola pieza, sin costuras por lo que se puede doblar en frío.
- Su peso por metro lineal es muy reducido.
- Ocupa espacio mínimo en las paredes.
- Uniones por soldadura con conexiones de bronce, lo que hace una sola pieza de la tubería.
- Continuidad en el flujo a lo largo de la tubería y uniones.
- Rapidez en los trabajos de instalación ya que las herramientas que se emplean no son pesadas.
- Tiene la propiedad de cubrirse de una capa de óxido al contacto con el aire, que le protege indefinidamente de la corrosión.

Las siguientes tablas nos dan las características de estos dos tipos de tuberías de cobre:

EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE COBRE TIPO "M"

DIAM	DIAM INT.	AREA INTERIOR	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.255	214.084	0.521	0.326	0.161	0.094	0.063	0.045	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.492	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.599	1,333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2,285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3,378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4,726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8,180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	63.373	12,617.07	30.740	19.220	9.464	5.521	3.735	2.669	1.542	XXX	0.701	0.402
75	75.717	18,010.95	43.880	27.440	13.510	7.881	5.331	3.810	2.201	1.427	XXX	0.574
100	99.949	31,383.89	76.460	47.820	23.540	13.730	9.290	6.640	3.836	32.487	1.742	XXX

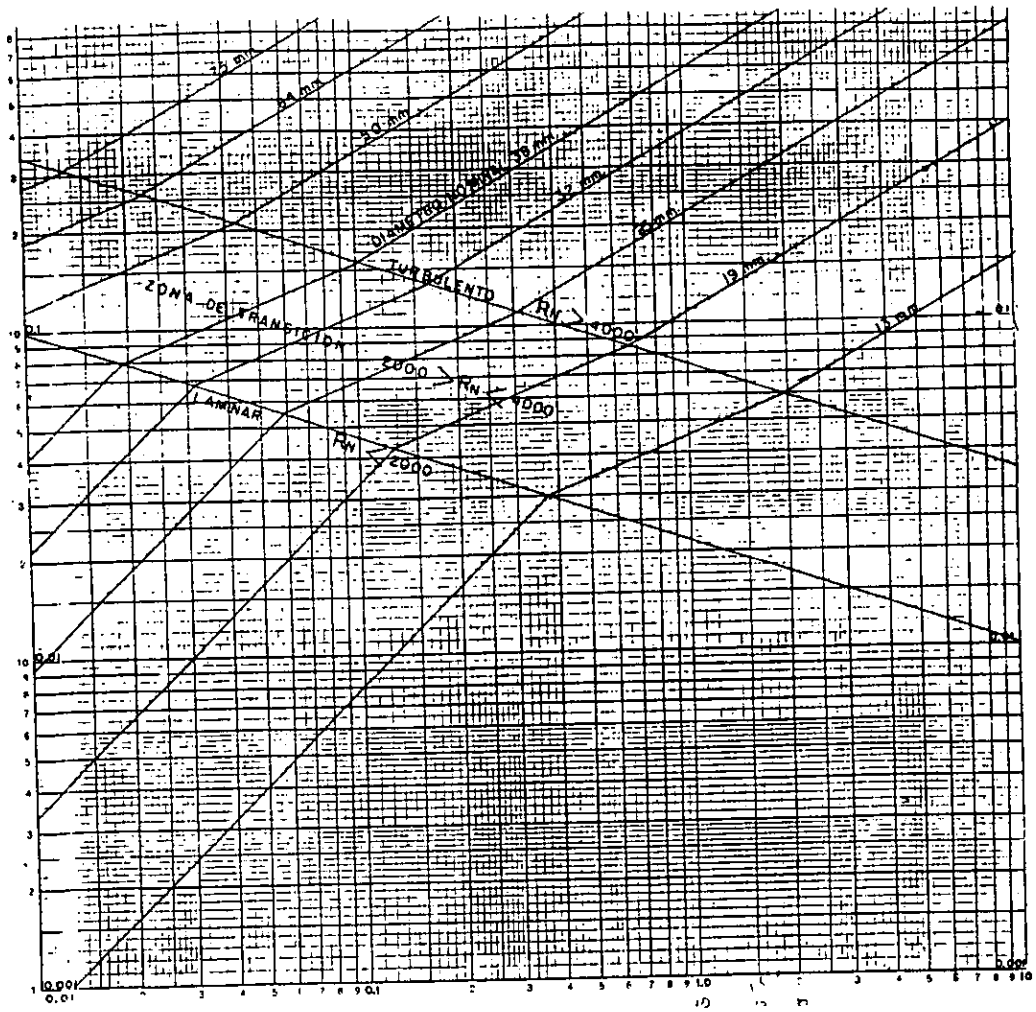
DE ANDA Y DE ANDA
1986

EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

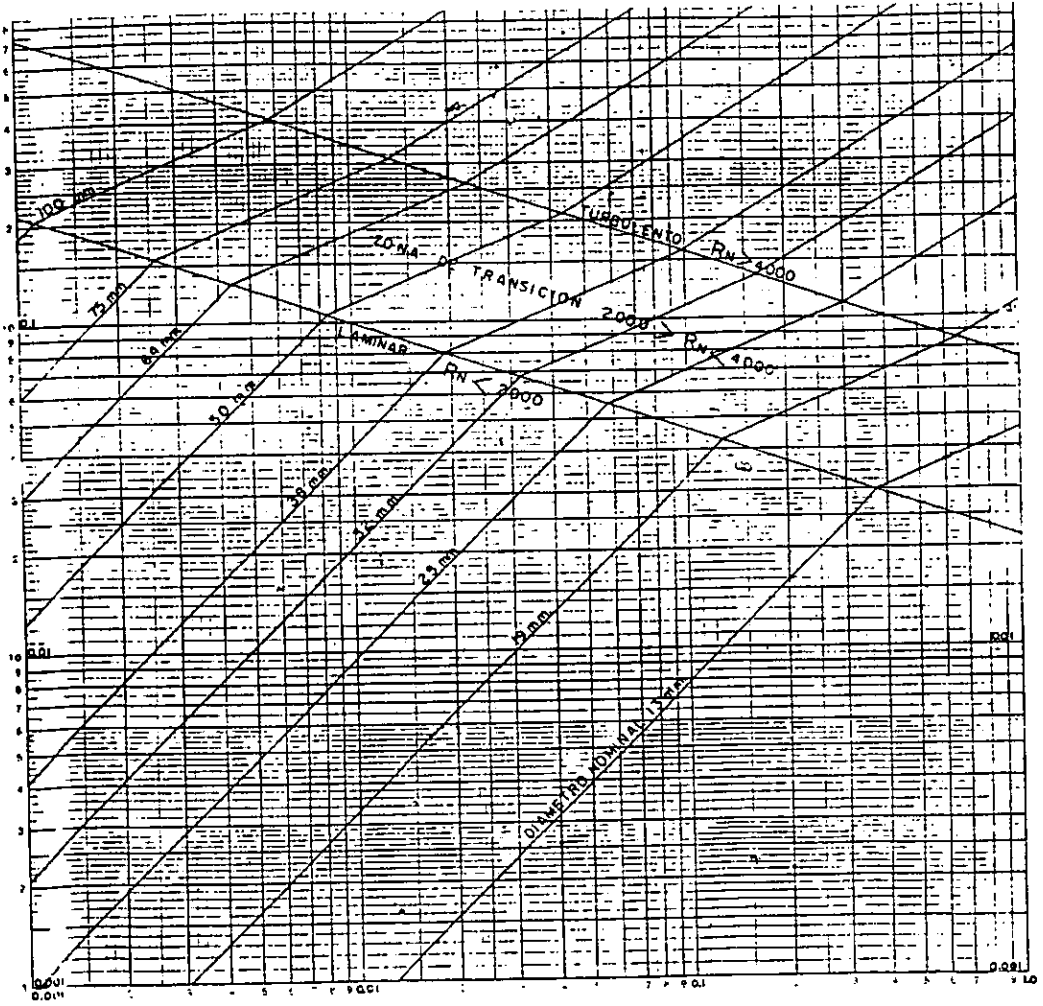
DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE COBRE TIPO "L"

DIAM 6	DIAM 10	DIAM 13	DIAM 19	DIAM 25	DIAM 32	DIAM 38	DIAM 50	DIAM 64	DIAM 75	DIAM 100
8.001	10.922	13.843	19.939	26.035	32.131	38.227	51.419	62.611	74.803	99.187
201.112	374.761	602.020	1,248.98	2,129.44	3,243.38	4,590.82	8,306.10	12,315.47	17,578.75	30,907.18
0.536	XXX	1.466	3.043	5.188	7.902	11.180	20.230	30.000	42.820	75.300
0.334	0.623	XXX	1.903	3.244	4.942	6.995	12.650	18.760	26.780	47.090
0.151	0.281	0.452	XXX	1.597	2.433	3.443	6.230	9.238	13.180	23.180
0.094	0.176	0.283	0.587	XXX	1.523	2.155	3.900	5.783	7.692	13.520
0.060	0.111	0.178	0.370	0.630	XXX	1.359	2.458	3.645	5.203	9.149
0.043	0.079	0.127	0.264	0.451	0.686	XXX	1.757	2.605	3.719	6.539
0.025	0.046	0.074	0.153	0.260	0.396	0.561	XXX	1.505	2.148	3.778
0.016	0.030	0.048	0.099	0.169	0.257	0.364	0.658	XXX	1.393	2.449
0.011	0.021	0.033	0.069	0.118	0.180	0.255	0.461	0.684	XXX	1.716
0.006	0.012	0.019	0.040	0.068	0.103	0.146	0.265	0.392	0.560	XXX

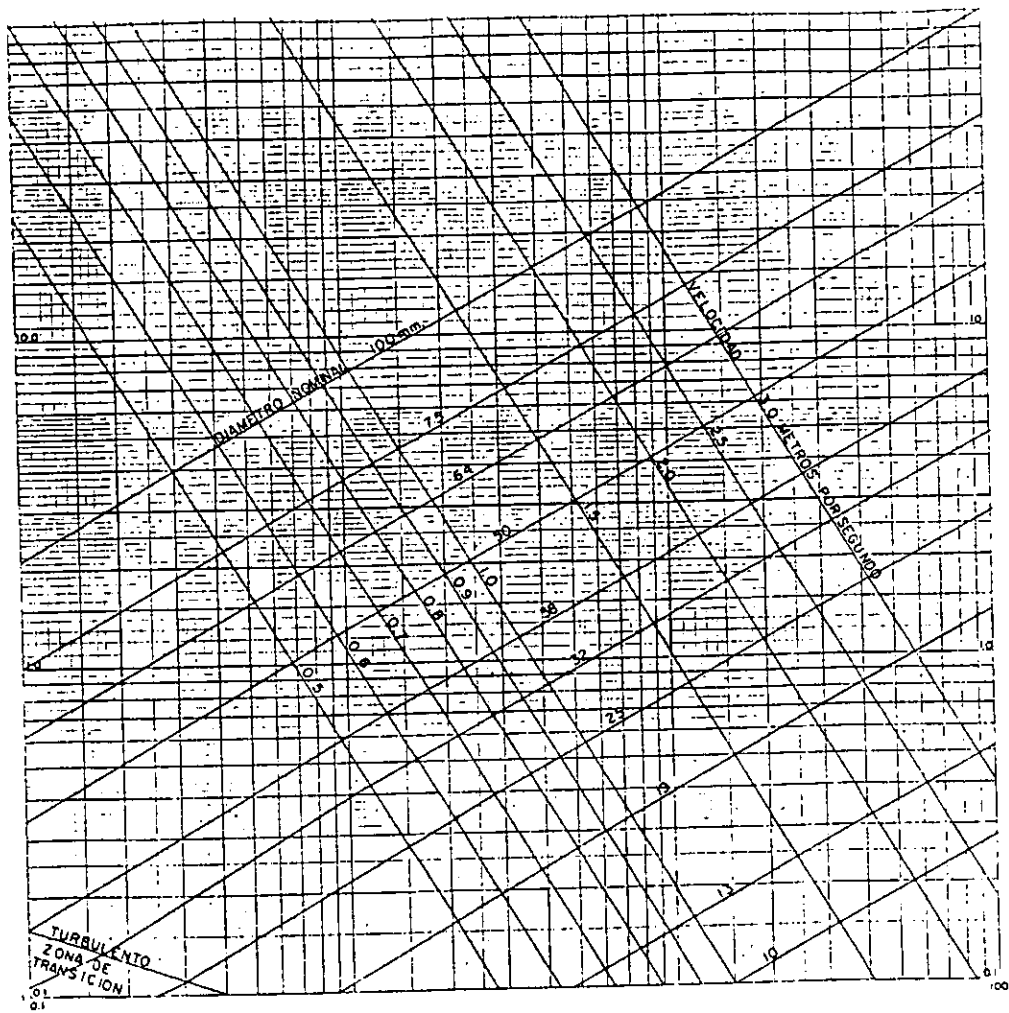


PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN METROS POR 100 METROS
Tubería de cobre tipo M



GASTO EN LITROS POR SEGUNDO

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN METROS POR 100 METROS
Tubería de cobre tipo M



GASTO EN LITROS POR SEGUNDO

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN METROS POR 100 METROS
 Tubería de cobre tipo M

II.6.3. TUBOS DE PLÁSTICO.

En la actualidad existen y se utilizan en aplicaciones técnicas y constructivas una gran diversidad de materiales plásticos. Para conducciones de distribución de agua se emplean dos tipos: el cloruro de polivinilo, generalmente conocido como PVC y el poliestireno (PE); ambos tipos son termoplásticos, es decir que pueden deformarse en caliente y al enfriarse conservan la forma que se le ha dado.

Las principales ventajas de los tubos de estos materiales plásticos pueden resumirse en las siguientes propiedades:

- Gran ligereza; el PVC tiene, por ejemplo, un peso específico de sólo 1.4 kilogramos por decímetro cúbico, aproximadamente. Resultan los más ligeros de todos los tubos empleados hasta ahora para instalaciones interiores.
- Gran facilidad de trabajo. Se puede conformar fácilmente calentándolo para curvarlos, desviarlos, etc. y se unen con facilidad, por encolado, resultando la unión una verdadera soldadura. También se cortan y trabajan mecánicamente con facilidad.
- Gran lisura interior, que facilita la circulación de los líquidos por ellos.
- Resisten bien las presiones en las instalaciones de agua fría en los edificios.
- Son muy resistentes a la corrosión por el agua y las impurezas que puede normalmente contener ésta y resisten también a la acción de los aglomerantes corrientemente utilizados en la construcción.
- Tienen buen aspecto exterior y pueden fabricarse con colores incorporados al material, haciendo innecesaria la pintura.

El mayor inconveniente de los tubos de plástico es su pérdida de resistencia al calentarse, lo que los hace inadecuados para instalaciones de agua caliente. También resulta inconveniente su alto coeficiente de dilatación, que obliga a tener en cuenta las posibles variaciones de ésta en la instalación.

En tuberías de polivinilo de cloruro clorado "C.P.V.C." que resiste presiones de 7 kg/cm^2 a 32 grados centígrados las cuales son diseñadas para redes de agua caliente y fría. Se debe tener cuidado de no hacerlo trabajar a una temperatura mayor de 82 grados centígrados y presiones mayores de 7 kg/cm^2 . Por tal motivo el calentador que se ocupe deberá estar provisto de válvulas de escape por temperatura y por presión. Para el uso de este tipo de tubería el fabricante recomienda que el calentador se ajuste a una temperatura de 60 grados centígrados.

Sus ventajas son las siguientes:

- Resistencia a la corrosión: Resiste las ácidos, soluciones salinas y productos químicos industriales, sin mostrar el más mínimo deterioro a través de los años.
- Libre de incrustaciones: Las paredes lisa y libres de porosidad, impiden la formación de incrustaciones, proporcionando una vida útil más larga con una mayor eficiencia.

- Menores pérdidas de presión: La superficie interior de la tubería es lisa, reduciendo considerablemente las pérdidas por fricción
- Resistencia mecánica: Tienen una alta resistencia a la tensión y al impacto; por lo que la tubería puede soportar presiones muy altas.
- Liviana: Es considerablemente menos pesada que las tuberías metálicas, pesa solo la veintava parte de un tubo de fierro galvanizado de la misma medida.
- Rigidez: Gracias a su rigidez, se puede colocar en línea aéreas o externas empleando un mínimo de soportes.
- Facilidad de instalación: La instalación es muy sencilla, rápida y segura. No se necesita soporte, ni pasta, ni soldadura.
- Baja conductividad térmica: Esta propiedad de la tubería elimina la condensación en los tubos, cuando conducen líquidos muy fríos, evitando en muchos casos el uso de materiales aislantes. Además, en el caso de agua caliente evita las pérdidas de calor, proporcionando un sistema más eficiente.
- No comunica olor ni sabor: Debido a esta propiedad la tubería es ideal para el transporte de agua potable.
- Soporta temperaturas asta de 82°C.

Entre sus desventajas se pueden citar las siguientes:

- Deben tomarse precauciones contra sobrepresiones en las tuberías. Si se abre bruscamente toda una llave, luego la cierra de manera brusca, provoca un golpe de ariete. El agua en movimiento rápido golpea contra la válvula cerrada en varias direcciones. En ese momento se crea una presión instantánea que puede llegar hasta 37 kg/cm². Las tuberías de cobre o de plomo pueden soportar este golpe; las de plástico no.
- Expansión y contracción. En tramos de 3 m. de largo se expande 1.3 cm cuando se calienta a 82°C. El tubo debe sujetarse a cada metro o menos con abrazaderas debiendo tener cuidado de que permitan el movimiento lineal y no compriman, corten o froten el tubo.

En los tubos de Polivinilo de cloruro (PVC) normalizados se toma como diámetro nominal el diámetro exterior y el espesor varia según la presión a que se destinan.

El PVC es un material termoplástico compuesto de polímeros de cloruro de vinilo; un sólido incoloro con alta resistencia al agua, alcoholes, ácidos y álcalis concentrados.

Puede decirse que desde sus inicios, la fabricación de estos materiales han sido apoyadas y reglamentadas por las normas nacionales y el sello oficial de garantía, lo que ha permitido a sus fabricantes el establecimiento de un control de calidad que abarca todos los aspectos de la producción, garantizando así una calidad definida, constante y homogénea, apta para el diseño y construcción de sistemas sanitarios satisfactorios, que hacen efectiva las ventajas técnico-económicas

Pero sin embargo estas tuberías tienen las siguientes desventajas:

- Las propiedades mecánicas de las tuberías de PVC se afectan sin quedar expuestas a los rayos solares por un periodo de tiempo prolongado.
- Los tubos de extremos lisos requieren mano de obra altamente especializada para su unión por el proceso de cementado.
- Solo se puede utilizar para instalaciones de agua fría.

Tuberías de poliestireno PE

Las tuberías de poliestireno son de color negro flexible, se utiliza solo para circuitos de agua fría. Sus diámetros comerciales se pueden adquirir de 1/2" hasta 4". Debido a su flexibilidad es posible observar curvas suaves, este viene en carretes de 30 m. o más. resiste presiones de hasta 7 kg/cm^2 . Este tipo de carretes se utiliza principalmente donde se necesita ligereza, facilidad de instalación y flexibilidad.

Sus ventajas son:

- El peso de esta tubería es mucho menor que la tubería metálica.
- La flexibilidad, representa un buen comportamiento, respecto a los esfuerzos producidos por sobrepresión, momentáneas, como golpe de ariete y efectos de cargas externas.
- Menor coeficiente de fricción, debido a sus paredes lisas, ofrece un mayor caudal transportable a igual diámetro, además la textura de sus paredes no propicia las incrustaciones.
- Estas tuberías son inmunes a la corrosión, debido a que este material no conductor no produce efectos galvánicos, por lo que no requieren recubrimientos o forros.
- No son tóxicas, por tal motivo no alteran ni el olor ni el sabor del agua.
- Debido a que no se necesita herramienta especial ni pesada, su instalación es rápida.

Citando sus desventajas son:

- A temperaturas inferiores a 0°C reducen su resistencia al impacto.
- A temperaturas mayores a 25°C se reduce la presión de trabajo, ya que con este incremento de temperatura, se reduce su capacidad a la tracción.
- No deben quedar expuestas a periodos prolongados a los rayos solares.

Tuberías de poliestireno reticulado

Es un sistema de tuberías de alta tecnología, que se utiliza para instalaciones hidráulicas, tanto en agua caliente como en agua fría.

Entre sus principales características podemos mencionar las siguientes:

- Resistencia a temperaturas altas de 95°C de manera permanente con puntas accidentales de 110°C no superiores a 48 hrs.
- Resistencia a heladas. Debido a su coeficiente de conductividad térmica, es mucho menos probable que el agua se hiele en su interior, y en el caso de que esto suceda, el tubo se dilatará pero nunca reventará.
- Resistencia a los choques térmicos. No le afectan los saltos térmicos con temperaturas entre -140°C y +95°C. Por la misma razón, es muy difícil que se produzcan condensaciones.
- Ligero lo que permite su fácil transporte y colocación. A diámetros iguales, es 7 veces menos pesado que el cobre y 13 veces menos pesado que el de acero.
- Flexible. Su radio de curvatura es de diez veces el diámetro exterior, 5 veces en los caso que se empleen codos de PVC.
- No es conductor de electricidad. No produce ninguna corrosión galvánica.
- Acústica. Gracias a su naturaleza y flexibilidad contribuye a la atenuación de la transmisión de ruidos.
- Resistencia a la corrosión: Insensible a la mayoría de los agentes químicos; ácidos, bases, anticongelantes a base de glicoles, etc.
- Pérdida de carga. Al ser su superficie lisa, el líquido a transportar fluye a más velocidad que en los tubos metálicos. Por ello, se consiguen elevados caudales y pérdidas de carga.
- Debido a su superficie lisa no existen incrustaciones.
- No contiene sustancias susceptibles de afectar las propiedades del agua
- Tiene la mayor vida útil de entre todas las tuberías plásticas.

Los tubos de poliestireno reticulado no deben permanecer expuestos a los rayos solares durante periodos de tiempo prolongado.

En las tablas siguientes se presentan las características de los tubos de PVC y modo de empleo.

TUBERIA DE PVC CEDULA 80

FABRICACION DE ACUERDO A ASTM D-1785

CERTIFICADA POR NSF Y ASTM

DIAMETRO NOMINAL (PUL)	DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO		DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO		ESPESOR MINIMO DE PARED		PRESION DE TRABAJO A 23°C		PESO APROXIMADO	
	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PSI)	(kg/cm ²)	LBS/PIE	kg/m
1/2"	0.840	21.3	0.528	13.4	0.147	3.7	850	59.7	0.205	0.30
3/4"	1.050	26.7	0.724	18.4	0.154	3.9	690	48.4	0.275	0.41
1"	1.315	33.4	0.936	23.8	0.179	4.5	630	44.2	0.409	0.61
1 1/4"	1.660	42.2	1.255	31.9	0.191	4.9	520	36.5	0.557	0.83
1 1/2"	1.900	48.3	1.476	37.5	0.200	5.1	470	33.0	0.686	1.02
2"	2.375	60.3	1.913	48.6	0.218	5.5	400	28.1	0.949	1.41
2 1/2"	2.875	73.0	2.290	58.2	0.276	7.0	420	29.5	1.421	2.11
3"	3.500	88.9	2.864	72.7	0.300	7.6	370	26.0	1.938	2.88
4"	4.500	114.3	3.786	96.2	0.337	8.6	320	22.5	2.833	4.21
6"	6.625	168.3	5.709	145.0	0.432	11.0	280	19.7	5.411	8.04
8"	8.625	219.1	7.565	192.2	0.500	12.7	250	17.6	8.052	11.96
10"	10.750	273.1	9.493	241.1	0.593	15.1	230	16.1	12.000	17.83
12"	12.750	323.9	11.294	286.9	0.687	17.4	230	16.1	16.500	24.52
14"	14.000	355.6	12.500	317.5	0.750	19.1	220	15.4	20.100	29.87
16"	16.000	406.4	14.314	363.6	0.843	21.4	220	15.4	25.441	37.80

TUBERIA DE PVC CLASE 160 (RD - 26)

FABRICACION DE ACUERDO A ASTM D-2241 y NMX-E-145

CERTIFICADA POR NSF Y ASTM

DIAMETRO NOMINAL (PUL)	DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO		DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO		ESPESOR MINIMO DE PARED		PRESION DE TRABAJO A 23°C		PESO APROXIMADO	
	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PSI)	(kg/cm ²)	LBS/PIE	kg/m
1"	1.315	33.4	1.188	30.2	0.060	1.5	160	11.2	0.155	0.23
1 1/4"	1.660	42.2	1.524	38.7	0.064	1.6	160	11.2	0.208	0.31
1 1/2"	1.900	48.3	1.745	44.3	0.073	1.9	160	11.2	0.275	0.41
2"	2.375	60.3	2.182	55.4	0.091	2.3	160	11.2	0.423	0.63
2 1/2"	2.875	73.0	2.642	67.1	0.110	2.8	160	11.2	0.627	0.93
3"	3.500	88.9	3.214	81.6	0.135	3.4	160	11.2	0.934	1.39
4"	4.500	114.3	4.133	105.0	0.173	4.4	160	11.2	1.544	2.29
6"	6.625	168.3	6.084	154.5	0.255	6.5	160	11.2	3.366	5.00

COLOR BLANCO LONGITUD 20 PIES (6.10 m) EXTREMO ABOCINADO

* SE SURTE SOBRE PEDIDO

TUBERIA DE PVC CLASE 125 (RD - 32.5)

FABRICACION DE ACUERDO A NMX-E-145

DIAMETRO NOMINAL (PUL)	DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO		DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO		ESPESOR MINIMO DE PARED		PRESION DE TRABAJO A 23°C		PESO APROXIMADO	
	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PSI)	(kg/cm ²)	LBS/PIE	kg/m
1 1/2"	1.900	48.3	1.773	45.0	0.060	1.5	125	8.6	0.228	0.34
2"	2.375	60.3	2.220	56.4	0.073	1.9	125	8.6	0.347	0.52
2 1/2"	2.875	73.0	2.688	68.3	0.088	2.2	125	8.6	0.506	0.75
3"	3.500	88.9	3.271	83.1	0.108	2.7	125	8.6	0.755	1.12
4"	4.500	114.3	4.207	106.9	0.138	3.5	125	8.6	1.242	1.85
6"	6.625	168.3	6.193	157.3	0.204	5.2	125	8.6	2.735	4.06
8"	8.625	219.1	8.063	204.8	0.265	6.7	125	8.6	4.600	6.83

COLOR BLANCO LONGITUD 20 PIES (6.10 m) EXTREMO ABOCINADO

* SE SURTE SOBRE PEDIDO

TUBERIA DE PVC CLASE 100 (RD - 41)

FABRICACION DE ACUERDO A NMX-E-145

DIAMETRO NOMINAL (PUL)	DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO		DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO		ESPESOR MINIMO DE PARED		PRESION DE TRABAJO A 23°C		PESO APROXIMADO	
	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PSI)	(kg/cm ²)	LBS/PIE	kg/m
1 1/2"	1.900	48.3	1.806	45.9	0.047	1.2	100	6.9	0.202	0.30
2"	2.375	60.3	2.257	57.3	0.059	1.5	100	6.9	0.306	0.45
2 1/2"	2.875	73.0	2.733	69.4	0.071	1.8	100	6.9	0.433	0.64
3"	3.500	88.9	3.330	84.5	0.085	2.2	100	6.9	0.631	0.94
4"	4.500	114.3	4.280	108.7	0.110	2.8	100	6.9	1.012	1.50

COLOR BLANCO LONGITUD 20 PIES (6.10 m) EXTREMO ABOCINADO

* SE SURTE SOBRE PEDIDO

TUBERIA DE PVC CEDULA 40

FABRICACION DE ACUERDO A ASTM D-1785

CERTIFICADA POR NSF Y ASTM

DIAMETRO NOMINAL (PUL)	DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO		DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO		ESPESOR MINIMO DE PARED		PRESION DE TRABAJO A 23°C		PESO APROXIMADO	
	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PSI)	(kg/cm²)	LBS/PIE	kg/m
1/2"	0.840	21.3	0.609	15.5	0.109	2.8	600	42.1	0.157	0.23
3/4"	1.050	26.7	0.810	20.6	0.113	2.9	480	33.7	0.210	0.31
1"	1.315	33.4	1.033	26.2	0.133	3.4	450	31.6	0.310	0.48
1 1/4"	1.660	42.2	1.363	34.8	0.140	3.8	370	26.0	0.420	0.62
1 1/2"	1.900	48.3	1.593	40.5	0.145	3.7	330	23.2	0.504	0.75
2"	2.375	60.3	2.049	52.0	0.154	3.9	280	19.7	0.878	1.00
2 1/2"	2.875	73.0	2.445	62.1	0.203	5.2	300	21.1	1.070	1.59
3"	3.500	88.9	3.042	77.3	0.216	5.5	260	18.3	1.410	2.10
4"	4.500	114.3	3.998	101.5	0.237	6.0	220	15.4	2.000	2.97
6"	6.625	168.3	6.031	153.2	0.280	7.1	180	12.6	3.520	5.23
8"	8.625	219.1	7.942	201.7	0.322	8.2	160	11.2	5.390	8.01
10"	10.750	273.1	9.976	253.4	0.365	9.3	140	9.8	7.550	11.22
12"	12.750	323.9	11.889	302.0	0.408	10.3	130	9.1	10.010	14.87
14"	14.000	355.8	13.128	333.4	0.437	11.1	130	9.1	11.801	17.53
16"	16.000	406.4	15.000	381.0	0.500	12.7	130	9.1	15.431	22.93

COLOR: BLANCO

LONGITUD: 20 PIES (6.10 m)

EXTREMO ABOCINADO

* SE SURTE SOBRE PEDIDO

TUBERIA DE PVC CLASE 315 (RD - 13.5)

FABRICACION DE ACUERDO A ASTM D-2241 Y NMX-E-145

CERTIFICADA POR NSF Y ASTM

DIAMETRO NOMINAL (PUL)	DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO		DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO		ESPESOR MINIMO DE PARED		PRESION DE TRABAJO A 23°C		PESO APROXIMADO	
	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PSI)	(kg/cm²)	LBS/PIE	kg/m
1/2"	0.840	21.3	0.709	18.0	0.062	1.6	315	22.1	0.100	0.15
3/4"	1.050	26.7	0.885	22.5	0.078	2.0	315	22.1	0.158	0.23
1"	1.315	33.4	1.109	28.2	0.097	2.5	315	22.1	0.244	0.36
1 1/4"	1.660	42.2	1.399	35.5	0.123	3.1	315	22.1	0.390	0.58
1 1/2"	1.900	48.3	1.601	40.7	0.141	3.6	315	22.1	0.511	0.76
2"	2.375	60.3	2.002	50.9	0.176	4.5	315	22.1	0.798	1.19
2 1/2"	2.875	73.0	2.423	61.5	0.213	5.4	315	22.1	1.169	1.74
3"	3.500	88.9	2.951	75.0	0.259	6.6	315	22.1	1.742	2.59
4"	4.500	114.3	3.794	96.4	0.333	8.5	315	22.1	2.861	4.25

COLOR: BLANCO

LONGITUD: 20 PIES (6.10 m)

EXTREMO ABOCINADO

* SE SURTE SOBRE PEDIDO

TUBERIA DE PVC CLASE 200 (RD - 21)

FABRICACION DE ACUERDO A ASTM D-2241 Y NMX-E-145

CERTIFICADA POR NSF Y ASTM

DIAMETRO NOMINAL (PUL)	DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO		DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO		ESPESOR MINIMO DE PARED		PRESION DE TRABAJO A 23°C		PESO APROXIMADO	
	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PUL)	(MM)	(PSI)	(kg/cm²)	LBS/PIE	kg/m
3/4"	1.050	26.7	0.923	23.4	0.060	1.5	200	14.0	0.122	0.18
1"	1.315	33.4	1.181	30.0	0.063	1.6	200	14.0	0.163	0.24
1 1/4"	1.660	42.2	1.493	37.9	0.079	2.0	200	14.0	0.258	0.38
1 1/2"	1.900	48.3	1.709	43.4	0.090	2.3	200	14.0	0.339	0.50
2"	2.375	60.3	2.135	54.2	0.113	2.9	200	14.0	0.527	0.78
2 1/2"	2.875	73.0	2.585	65.7	0.137	3.5	200	14.0	0.773	1.15
3"	3.500	88.9	3.146	79.9	0.167	4.2	200	14.0	1.153	1.71
4"	4.500	114.3	3.794	96.4	0.214	5.4	200	14.0	1.891	2.81

COLOR: BLANCO

LONGITUD: 20 PIES (6.10 m)

EXTREMO ABOCINADO

R
E
Q
U
E
R
I
M
I
E
N
T
E
S
D
E

CAPITULO III

III. REQUERIMIENTOS DE AGUA CALIENTE

Siendo el costo del agua caliente mayor al agua fría, es necesario que las instalaciones de producción de agua caliente se han las requeridas para nuestras instalaciones, ya que debemos evitar la producción innecesaria de agua caliente que no se va a consumir, y por otra parte no producir menor cantidad de agua caliente que el sistema en un momento dado podría requerir, haciendo el sistema de agua caliente ineficiente. De esta manera debemos cuidar que las instalaciones de producción de agua caliente tengan las dimensiones realmente requeridas para cubrir adecuadamente nuestras necesidades.

Para calcular la capacidad del calentador o de la caldera, así como la calidad del tanque de almacenamiento de agua caliente, es necesario considerar los factores siguientes:

- 1.- Obtención de la demanda total en litros.
- 2.- Temperatura a la cual se desea elevar el agua.
- 3.- Tipo de servicios al que se destinará la instalación.

En este tipo de cálculos se utilizan normalmente los siguientes términos:

Posible demanda máxima: Cantidad total de agua requerida en cualquier período normal.

Probable demanda máxima: Cantidad máxima de agua caliente que probablemente va a necesitarse en determinado momento.

Duración de la probable demanda máxima: Es el período de duración de la máxima demanda probable.

Elevación de temperatura: Es la diferencia de temperatura entre el agua fría proporcionada y la temperatura a la que se desea tener.

La obtención de la demanda máxima de un nuevo proyecto se hace, utilizando las tablas de requerimientos de agua caliente.

Para instalaciones en servicios, la obtención de la demanda máxima es en base ha mediciones reales de la totalidad de los equipos instalados.

La elevación de la temperatura se determina por la diferencia entre la temperatura del agua de suministro y la temperatura necesaria para los diferentes servicios.

La elección del equipo de calentamiento del agua se hace de acuerdo a la demanda máxima.

En instalaciones comunes se pueden seguir cualquiera de los tres métodos siguientes:

- I.- Por el número de cuartos.
- II.- Por el número de personas.
- III.- Por el número de equipos instalados.

III.1 NUMERO DE CUARTOS

En la tabla 3.1.1 que se presenta a continuación, nos da una estimación de los requerimientos de agua caliente por cada 24 horas, en varios tipos de edificios.

Para estimar la capacidad de la caldera o calentador a utilizar y la capacidad de almacenamiento del tanque, es necesario conocer la cantidad total de agua que va a ser calentada por día así como la cantidad total máxima que se va a usar en una hora cualquiera; así como la duración de esta carga.

En casos cotidianos, donde los requerimientos de agua caliente son uniformes como por ejemplo en: residencias, hoteles, edificios de departamentos; la capacidad de almacenamiento es pequeña. En cambio en el caso de fabricas, escuelas, la capacidad de almacenamiento es proporcionalmente mayor; ya que el uso completo del agua caliente ocurre durante un pequeño periodo de tiempo.

Con un uso intermitente se dispone de varias horas, entre las demandas pico, en las cuales el agua en el tanque de almacenamiento puede ser llevada a la temperatura deseada. Es necesario tomar en cuenta, que el agua caliente se toma del tanque de almacenamiento y que el volumen de dicha agua solo ocupa el 75% del volumen total del tanque. Así que es conveniente tener una gran capacidad de almacenamiento de agua caliente a fin de tener una caldera lo más pequeña posible.

TABLA 3.1.1 METODO PARA EL CALCULO POR EL NUMERO DE CUARTOS
AGUA CALIENTE EN LITROS POR DIA (24 HORAS)

	No. CUARTOS	NUMERO DE BAÑOS POR CUARTO				
		1	2	3	4	5
APARTAMENTOS Y CASAS PRIVADAS	1	226				
	2	264				
	3	304				
	4	340	455			
	5	375	530			
	6	455	605	760		
	7	530	680	830		
	8	605	760	910	950	
	9	680	830	990	1040	
	10	760	910	1070	1130	
	11		990	1130	1280	
	12		1070	1230	1440	1700
	13		1130	1320	1580	1890
	14			1420	1740	2080
	15			1510	1890	2270
	16				2040	2460
	17				2190	2650
	18				2340	2840
	19					3030
	20					3210
HOTELES	Cuarto con sanitario					38
	Cuarto con baño transitorio					190
	Cuarto con baño residente					230
	2 Cuartos con baño					305
	3 Cuartos con baño					375
	Regadera publica					760
OFICINAS	Sanitarios públicos					570
	Empleados de confianza c/u					10
	Empleados limpieza por 1000 m ²					15 114
HOSPITALES	Por cama					300 a 380

III.2 NUMERO DE PERSONAS

En la tabla siguiente, se presentan los datos para conocer el consumo que por persona se debe abastecer y conociendo previamente el número aproximado de personas que utilizarán las instalaciones podemos determinar la demanda total.

En base a los cegándose pasos podemos calcular la capacidad del calentador a utilizarte y la capacidad de almacenamiento del tanque, para una instalación.

1.- En la tabla patinaste obtener el consumo en litros por persona y por día

2.- Multiplicando el dato obtenido en la tabla, por el número de personas, tenemos la demanda total por día.

3.- Con los datos anteriores podemos calcular la máxima demanda por hora, de la siguiente manera:

En la misma tabla podemos leer el factor de demanda máxima; el factor de capacidad de almacenamiento y el factor de, capacidad de calentamiento. Obtenemos la demanda máxima por hora, multiplicando la demanda total por día por el factor de demanda.

4.- El calculo de la capacidad de almacenamiento del tanque. Se obtiene multiplicando la demanda máxima por hora por el factor de capacidad de almacenamiento.

5.- La capacidad de calentamiento, se obtiene multiplicando la demanda total por el factor de capacidad de calentamiento.

Tabla 3.1.2 Consumo de agua caliente por persona en varios tipos de edificios
Temperatura a 60°C excepto en restaurantes a 80°C

TIPO DE EDIFICIO	DEMANDA HORARIA MAX. EN RELACIÓN AL USO DIARIO	DURACIÓN EN HORAS DE LA CARGA PICO horas	CAPACIDAD DEL DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO	CAPACIDAD DEL CALENTADOR	AGUA CALIENTE NECESARIA A 60°C lt/PEROS/DIA
Casa, aptos.	1/7	4	1/5	1/7	150
hoteles	1/5	2	1/5	1/6	7.5
Oficinas	1/3	1	2/5	1/8	20
Fábricas					7 /comida
Restaurantes					
Rest. 3 comi da/día	1/10	8	1/5	1/10	
Rest. 1 comi da/día	1/5	2	2/5	1/6	

III.3 NUMERO DE EQUIPOS INSTALADOS

Con la siguiente tabla podemos calcular también la capacidad del calentador y el tamaño del tanque de almacenamiento, de una instalación para agua caliente en función de los equipos instalados.

Para poder utilizar adecuadamente la tabla 3.1.3 debemos conocer, primeramente el equipo instalado. Con estos datos entramos a la tabla y vemos el consumo unitario en Lts/hr para cada mueble instalado dependiendo del tipo de instalación de que se trate.

La determinación de la posible demanda máxima, basta con multiplicar el número de muebles instalados por su correspondiente consumo unitario y sumando todos ellos nos dará la posible demanda máxima.

Para determinar la demanda máxima, se obtiene de multiplicar la posible demanda máxima por el factor de demanda de la tabla. Así mismo la determinación de la capacidad del tanque de almacenamiento de agua caliente, la obtenemos de multiplicar la demanda máxima por el factor de almacenamiento.

Tabla 3.1.3 Calculo de las necesidades de agua caliente en función de los equipos instalados. Los datos son en litros por hora calculadas a una temperatura final de 60°C

MUEBLES	DEPTOS	CLUDS	GYM	HOSPITA L	HOTELES	FABRICA S	OFICINAS	CASAS	ESCUELAS
LAVABO PRIVADO	8	8	8	8	8	8	8	8	8
LAVABO PUBLICO	15	23	30	23	30	46	23	76	53
TINA DE BAÑO	75	75	115	75	76	76/380		53	76/380
LAVAPLATOS	55	190/530		190/530	190/760	46		12	12
LAVAPLATOS DE PIE	12	12	46	12	12	76	76	38	76
FREGADERO	38	76		76	115			76	
LAVADORAS DE ROPA	75	106		105	105		38	19	38
FREGADEROS PANTRY	20	38	52	38	38		105	10.5	855
REGADERAS	115	530	855	285	285	855			
ELIMINADOR									
DE SOBRAS	76	76		76	105	76	76	53	76
REGADERAS terapicas				1510					
BAÑOS HUBBARD				2500					
BAÑOS DE PIE				380					
BAÑOS DE BRAZOS				132					
BAÑOS DE ASIENTO				105					
BAÑOS DE FLUJO									
CONT.									
FREGADERO CIRCULAR				76	76	105	76		105
FREGADERO SEMICIRC.				38	38	53	38		53
FACTOR DE DEMANDA	0.3	0.31	0.40	0.25	0.25	0.40	0.30	0.30	0.40
FACTOR DE ALMACENAMIENTO*	1.25	0.90	1.00	0.60	0.80	1.00	2.00	0.70	1.00

*relación de la capacidad del tanque de almacenamiento a la probable demanda máxima por hora.

III.4 Cuantificación de unidades mueble

Los gastos de los diferentes tramos de las redes de distribución de agua fría o caliente a muebles sanitarios se determinan con base a las tablas 3.2.1. Gasto en función de unidades mueble.

Cuando el tramo que se va alimentar su gasto alimenta exclusivamente muebles sin fluxometro, se usará la columna "sin fluxometro", pero en caso de que el tramo alimente a muebles con fluxometro o a muebles con o sin fluxometro su gasto se determinara usando la columna "con fluxometro". Por ejemplo si un tramo tiene 20 U.M. y da servicio a muebles sin fluxometro, su gasto probable es de 0.93 litros/segundo, pero si el tramo da servicio a muebles en los que intervengan fluxometros, su gasto será de 2.21 litros/segundo.

Con las tablas de gastos y haciendo un registro de unidades muebles requerida en los muebles podemos determinar con mayor precisión los requerimientos de agua tanto fría como caliente que requeriremos para un buen funcionamiento de la instalación. El siguiente formato (formato 3.2.2) nos ayudara a cuantificar la cantidad de agua que requeriremos en litros por hora.

Las tablas que a continuación se presentan son para ampliar los criterios que podemos seguir al calcular el requerimiento de agua caliente en una edificación, tablas 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3

TABLA 3.3.1 DEMANDA DE AGUA CALIENTE

EDIFICIO	AGUA A 60°C	DEMANDA HORARIA	ALMACEN
RESIDENCIAS DEPARTAMENTOS HOTELES HOSPITALES	150 LITROS POR DIA POR PERSONA	1/7	1/5
OFICINAS	8 LITROS/PERSONA	1/5	1/5
FABRICAS	19 LITROS/PERSONA	1/3	2/5
RESTAURANT	9.5 LITROS/PERSONA	1/10	1/10
BAÑOS PUBLICOS REGADERAS	568 LITROS	1/3	9/10

TABLAS 3.3.2. DEMANDAS PROBABLES POR CICLO DE OPERACIÓN

	PROMEDIO	TEMPERATURA
BAÑO DE TINA	114 LITROS	35 °C
BAÑO DE REGADERA	75 LITROS	40 °C
LAVADORA POR CARGA	70 LITROS	55 °C
INODORO	25 LITROS	FRIA
MAQUINA LAVADORA AUTOMATICA/CARGA	100 LITROS	70 °C
LAVATRASTOS, POR COMIDA	30 LITROS	55 °C
LAVATRASTOS	6 LITROS	80 °C
LAVATRASTOS AUTOMATICO	40 LITROS	70 °C

TABLA 3.3.3. DOTACION DIARIA DE AGUA CALIENTE

TIPO DE SERVICIO	DOTACION
CASA HABITACION	100 L/PERSONA
RESIDENCIAL	120 L/PERSONA
UNIDADES HABITACIONALES	
HASTA 100 PERSONAS	100 L/PERSONA
DE 100 A 250 PERSONAS	90 L/PERSONA
MAS DE 250 PERSONAS	80 L/PERSONA
EDIFICIOS DE DEPARTAMENTOS DE LUJO	
HASTA 100 PERSONAS	120 L/PERSONA
DE 100 A 250 PERSONAS	110 L/PERSONA
MAS DE 250 PERSONAS	100 L/PERSONA
HOSPITALES	
CONTODOS LOS SERVICIOS EN BAÑOS ENCAMADOS	120 L/PERSONA 90 L/PERSONA
HOTES DE LUJO CON 2 PERSONAS POR CUARTO	
CON LAVANDERIA	120 L/PERSONA
SEGUNDA	100 L/PERSONA
TERCERA	80 L/PERSONA
RESTAURANTES, CAFETERIAS Y COMEDORES INDUSTRIALES	10 L/COMIDA
FABRICAS:	
BAÑOS DE OBREROS	20 L/PERSONA
BAÑOS 100% OBREROS	50 L/PERSONA
LAVADO DE ROPA EN HOTELES INTERNADOS Y COMUNIDADES	20 L/PERSONA
OFICINAS Y TIENDAS DE AUTO SERVICIO	7.5 L/PERSONA

C
A
L
D
E
R
A
S

Y

C
A
L
E
N
T
A
D
O
R
E
S

CAPITULO IV

IV. CALDERAS Y CALENTADORES

Dentro de las instalaciones hidráulicas existe el requerimiento del suministro de agua caliente, para satisfacer las necesidades del hombre. Como consecuencia de estas necesidades se crearon unos muebles destinados para este efecto los cuales se conocen con el nombre de calentadores y calderas, que vienen a satisfacer las necesidades de agua caliente.

Las instalaciones de producción de agua caliente tienen por objeto abastecer de ésta a los puntos en que deba utilizarse para fines técnicos o higiénicos, en la calidad, cantidad y temperatura necesarias en condiciones económicas.

Tratándose de calefacción se considera agua caliente toda agua a temperatura menor o igual a 110°C y agua sobre calentada mayor de 110°C , en la producción de agua para consumo se hacen a menudo las siguientes distinciones:

- ◊ Agua templada, a temperatura al rededor de 40°C , en general para lavabos y baños.
- ◊ Agua caliente, alrededor de los 55°C a 85°C , principalmente para fregaderos de cocina y para mezclas con agua fría.
- ◊ Agua hirviendo, de 95°C a 100°C , para la preparación de comida.

Sobre todo con el sistema de acumuladores de agua, debe procurarse que, en lo posible, la temperatura del agua de consumo no rebase los 60°C , a fin de evitar la formación de incrustaciones, si es que no se ha previsto un tratamiento preliminar del agua.

Las necesidades de agua caliente para vivienda varían mucho según las dimensiones de la vivienda, el nivel de vida de los habitantes, etc., y según las horas del día y los días de la semana. Que se dan según los requerimientos de agua caliente.

El agua caliente que se requiere en las instalaciones para que proporcionen un buen servicio se puede obtener por dos posibles formas de calentamiento.

Calentamiento directo. En las instalaciones individuales, como calentadores de agua por gas, termos eléctricos, máquinas lavadoras y lavapiatos y similares, el agua es calentada en general directamente por la fuente de energía. También para instalaciones colectivas existen depósitos de agua caliente calentados directamente por aceite o por gas.

Calentamiento indirecto. Por lo general en las instalaciones centrales de preparación de agua caliente, el agua de consumo no se calienta directamente, sino en un calentador o intercambiador de

calor intermedio, mediante un portador de calor, como agua caliente a temperatura más o menos alta, o vapor de agua producidos en una caldera especial. En todos los calentadores de agua conectados a tuberías de agua potable, el medio de calentamiento debe estar totalmente separado del agua potable, intercambiándose el calor a través de un serpentín de calefacción o un dispositivo similar.

Las diferencias que existen entre calderas y calentadores son muchas unas de ellas son; el proceso de calentamiento, el requerimiento de instalación, su capacidad de suministro de agua caliente, la cantidad de vapor que se produce, etc. La capacidad máxima de un calentador es de 223 litros (60 galones), cuando se requiere mayor cantidad de agua caliente se deberá instalar una caldera.

Los usos que tiene un calentador es a nivel casa habitación y los de una caldera son muchos más por ejemplo el suministro de agua para edificios, apartamentos, albercas, fabricas, baños públicos, etc.

IV.1. CALENTADORES

El servicio de agua caliente, tan necesario en edificios de departamentos, casa habitación, y en general en instalaciones que no requieren de un gran consumo de agua caliente, la instalación de calentadores es la más adecuada.

El agua caliente se prepara en el lugar de su utilización. Por su tamaño y potencia fácilmente adaptable a las necesidades de cada caso, los calentadores individuales de agua suelen tener un elevado rendimiento, ya que no se producen pérdidas adicionales de calor al carecer de un sistema de tuberías. Por esta razón permiten generalmente también el empleo de las energías nobles, gas y electricidad, con sus apreciables ventajas, a pesar de ser más elevado el precio del calor obtenido.

Los calentadores individuales de agua están especialmente indicados para puntos de toma aislados, bastante distantes, para tomas de corta duración y de pequeña cantidad de agua, suministrando, según la modalidad y graduación del caudal de toma, una pequeña cantidad de agua caliente, o una cantidad mayor de agua menos caliente. Por aprovisionamiento agrupado de agua caliente se entiende el abastecimiento de puntos de toma cercanos entre sí, por un aparato común, generalmente de presión, mientras que otros más distantes siguen siendo servidos por un calentador de agua propio. Las ventajas de esta disposición estriban en sus menores costos de inversión. En muchos casos se prefiere también la preparación individual de agua caliente porque cada usuario puede fácilmente controlar por sí mismo el gasto de la misma.

Los calentadores los podemos conseguir de diferentes capacidades, marcas, tipos de combustible y forma geométrica.

Dentro de los calentadores existen de leña (carbón) y petróleo, gas, eléctricos y solares. Los calentadores se clasifican por calefacción interior o exterior, interiores como los eléctricos, vapor o por agua caliente y exteriores que son aquellos que utilizan material combustible.

IV.1.1. CALENTADORES DE AGUA POR CARBON

En los calentadores de leña, adaptables a utilizar petróleo como combustible, para su calentamiento utiliza algún material combustible, no lleva termostato, piloto ni temporal. Años atrás tenían gran demanda, actualmente ha sido desplazado por otro tipo de calentadores y su capacidad es de 20, 30, 40, 90 y 100 litros. Se tienen dos características particulares.

- I. Solo los hay de depósito o de almacenamiento.
- II. El diámetro de la entrada del agua fría y salida de agua caliente es en estos de 13 mm.

Los calentadores de carbón, pese a no dar muy buen rendimiento; 40°C en el calentamiento del agua, con un rendimiento total de 65 a 70%, pero que son suficientes para un cuarto de baño.

Estos cuentan de un depósito acumulador sin presión, cilíndrico (también cuadrado) vertical, de calentamiento de desplazamiento, construidos, generalmente de chapa de cobre de 0.8 a 1 mm de espesor o con chapa de zinc o de acero galvanizado o esmaltado, que es calentado por un tubo interior de fuego, liso u ondulado. El hogar es apropiado para madera o carbón, y se halla en un pie o zócalo de hierro fundido figura 4.1.1. Están provistos de un juego de grifos de mezcla con salida al servicio.

Se fijan en soportes empotrados en la pared, de un espesor de medio ladrillo como mínimo, o en soportes verticales, a 70 cm del suelo figura 4.1.2.

Partiendo del estado frío, deben poder calentar el agua a una temperatura superior a los 40°C en 45 minutos y después de gastarla, por lo menos unos 35°C en otros 30 minutos. Hay modelos especiales que llevan, además, un serpentín o una doble envolvente para poder ser conectados a una calefacción central de agua caliente para el servicio de invierno. También puede conectarse el serpentín a la red de agua fría, y utilizarse para obtener agua caliente como calentador de paso o instantáneo, para otros puntos de toma.

IV.1.2 CALENTADORES DE AGUA POR GAS

Los calentadores de gas se fabrican en sus dos presentaciones conocidas.

- I: De depósito; automáticos y semiautomáticos.
- II: De paso; son automáticos e instantáneos.

Los calentadores semiautomáticos.- Tienen el mismo funcionamiento que el de leña y no lleva el termostato ni el termopar, para su calentamiento utiliza gas L.P y Natural., su costo es superior al calentador de leña.

Los calentadores automáticos.- Tienen el mismo funcionamiento que el anterior y tiene la particularidad de que prendiendo el piloto y graduándolo su carátula a una temperatura requerida automáticamente trabaja y al llegar a la temperatura requerida automáticamente se apaga su costo es superior a los anteriores y para su funcionamiento utiliza gas L.P. y natural. Figura 4.1.3

Los calentadores instantáneos.- Su funcionamiento difiere de los anteriores ya que su calentamiento es instantáneo al paso del agua, este tipo de calentador es totalmente automático con control termostático de temperatura, consta de un exterior de lamina acabado con porcelanizado, el interior esta fabricado con una placa de acero galvanizado por inmersión después de fabricado, consta de un quemador de acero inoxidable tipo multicelular para alta temperatura, control termostático con seguro en el piloto y control de temperatura. Este calentador opera al paso del agua a través de un intercambiador de calor y enciende cuando demanda alguno de los servicios de agua caliente.

En los de depósito, el diámetro mínimo en la entrada del agua fría y salida del agua caliente es de 19 mm, pasando por los diámetros de 25, 32, 38 mm; cuyos diámetros están de acuerdo al volumen del agua que puedan contener consecuentemente en proporción al número de muebles al que se pretenda dar servicio en forma simultánea.

En los de paso se considera el proporcionar servicio de agua caliente como máximo a dos muebles en forma simultánea, el diámetro de entrada de agua fría y salida de agua caliente es de 19 mm.

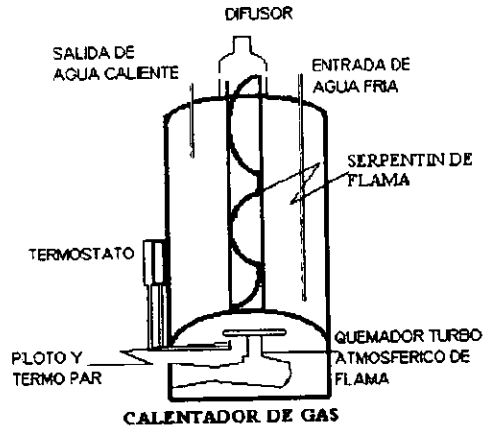
Los calentadores de gas, por ningún motivo se deben instalar dentro de los baños, debiendo ser en lugares lo más ventilado posible, de preferencia en donde se disponga de grandes volúmenes de aire renovable.

Para áreas reducidas como son las cocinas, patios de servicio, zotehuera, etc. de dimensiones pequeñas, deben instalarse chimeneas convenientemente orientadas y procurar que la ventilación a

través de puertas, ventanas, celosías, etc., sea de tal forma que por acción natural se cambie constantemente el aire viciado.

En todos los casos, la parte baja de los calentadores debe quedar por lo menos a 15 cm. arriba de cualquier superficie de trabajo, para facilitar darles mantenimiento y en el peor de los caso cambiarlos.

Figura 4.1.4



PARTES INTEGRANTES

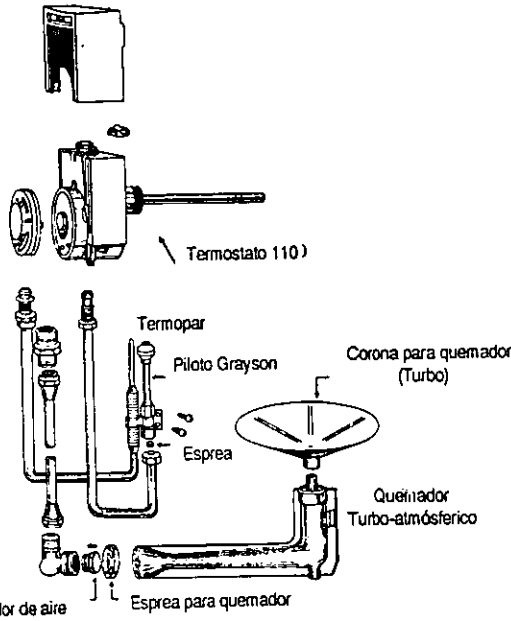
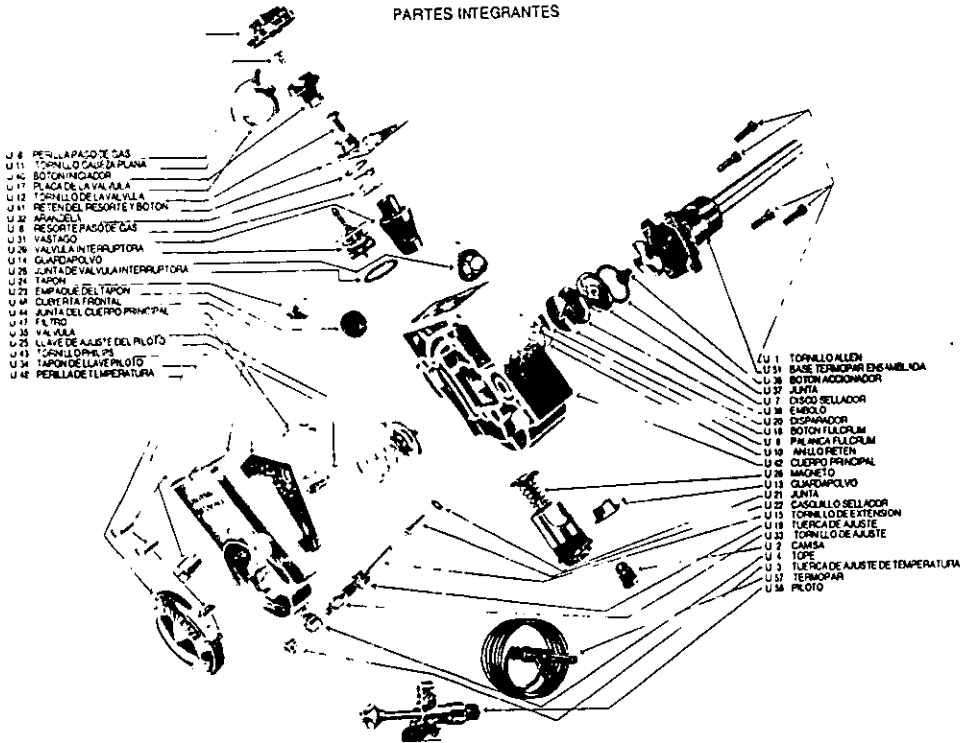


Fig.4.1.3. Las impurezas en el gas ocasionarán que sea necesaria la limpieza periódica del quemador y del piloto.

IV.1.2.1 CALENTADORES DE PASO

A este calentador también se le conoce con el nombre de instantáneo o de serpentín, se le da este nombre porque contiene en su interior serpentines por los cuales circula el agua debido a su gran superficie de contacto, provocando un rápido incremento de la temperatura del agua, teniendo agua caliente al instante. Se recomienda que este calentador se limite a suministrar no más de dos muebles.

El incremento de la presión en la salida del agua caliente es mínima. Por lo que hay necesidad de localizar estos calentadores, con respecto a la parte baja de tinacos o tanques elevados, a una altura inclusive recomendada por los fabricantes de 4 m preferentemente, y a una mínima de 2.50 m, para obtener un óptimo servicio.

IV.1.2.2 MODO DE FUNCIONAMIENTO

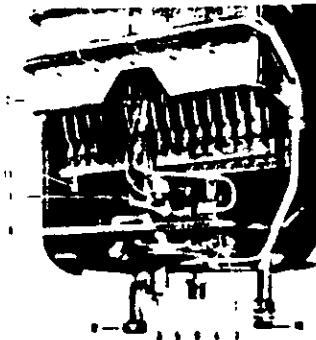
El agua fría a su paso, es precalentada en un serpentín dispuesto alrededor de la cámara de calefacción en forma de chimenea y calentada luego a su plena temperatura por el bloque de aletas situado encima de la cámara, por donde pasan los gases de la combustión. Un seguro bimetalico de encendido impide que salga del quemador gases sin quemar. Un conmutador que actúa por diferencia de presión, como seguro contra la falta de agua, sólo deja pasar el gas al quemador, sí a través del serpentín fluye una cantidad mínima de agua suficiente para absorber la potencia calorífica (la mitad del caudal nominal) la corriente de agua, mediante un tubo venturi, produce en la cámara superior de membrana del conmutador del agua, una depresión que hace subir la membrana y abre la válvula de gas. Figura 4.1.5

Mediante un selector de temperaturas puede ajustarse una temperatura constante de toma. Un regulador del caudal o de la presión del gas no caiga, y de que fluya hacia el quemador siempre la misma cantidad de gas, aunque la presión de éste varíe fuertemente. A través de un protector de tiro de seguridad, que impide que se apague la llama del quemador por falta de oxígeno debida al tiro excesivo de la chimenea, al remanso o flujo de los gases de escape en la misma, llegan éstos por un tubo de escape a la chimenea, o en aparatos sin chimenea, directamente al aire libre. Figura 4.1.6

Figura 4.1.5

VISTA INTERIOR DEL CALENTADOR

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



Vista interior del calentador

Figura 4.1.6: DATOS TECNICOS

VALOR PRODUCIDO 180 KCAL/MIN
 PRESION MAXIMA DE AGUA 10 KG/CM²
 PRESION MINIMA DE GAS 30 G/CM²
 PRESION DEL GAS EN LA BATERIA DEL QUEMADOR 1.1 G/CM²
 CONSUMO NORMAL DE GAS 25 G/MIN.

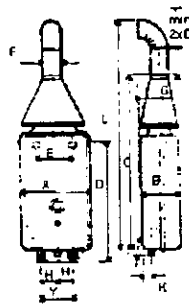
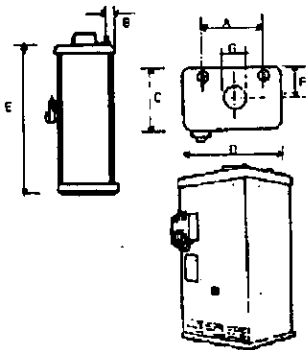
RENDIMIENTO

LITROS POR MINUTO

AUMENTO DE TEMPERATURA EN °C

5	60
7	45
9	35
10	30
11	25

Por ejemplo si el agua entra a 20°C y están pasando 12 litros por minuto, el agua saldrá a 45°C.



Presion de trabajo 0.1 a 2.5 kg/cm².
 Agua fria a la derecha y caliente a la izquierda.
 Toma de gas 13 mm de diametro en la parte inferior izquierda.

X: Entrada de agua fria de 1/2"
 Z: Salida agua caliente de 1/2"
 y: entrada de gas 3/8"
 PRESION DE AGUA LA DIFERENCIA DE ALTURA DEL TINACO Y LA LLAVE DE AGUA MAS ALTA DEBE SER DE 2 mt. COMO MINIMO

- (1) HESA MATIC 104
- (2) DUPLEX 103
- (3) EXEDENT 102
- (4) STANDART 101

	TOMA	A	B	C	D	E	F	G	CAPACIDAD lt/hr 50°C
(1)	25	570	90	470	570	855	245	150	900
(2)	25	435	100	360	660	865	190	150	900
(3)	13	300	35	300	465	800	130	127	600
(4)	13	218	60	300	365	650	150	100	400

A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	LK
390	250	870	600	180	120	115	85	50	33	129

IV.1.2.3. CONSIDERACIONES PARA SU COLOCACIÓN

Los calentadores de paso están equipados con dispositivos de seguridad que permiten que el aparato trabaje sin dificultad, sin ningún riesgo o peligro, no obstante se debe tener cuidado al realizar su colocación.

La instalación hidráulica se puede efectuar con tubería de cobre, galvanizada o de PVC, estando esta en función de las posibilidades económicas de cada uno de los consumidores.

Su alimentación de agua fría puede ser de tubería de cobre, galvanizada o PVC, contando con un diámetro de 19mm (3/4"), siendo importante que la alimentación venga directamente del tinaco al calentador, sin alimentar ningún ramal o mueble en su trayecto, esto se debe a que requiere que el agua sea constante para su buen funcionamiento.

La tubería de agua caliente se recomienda que sea de cobre o PVC, por que en estas no se adhieren en sus paredes las sales y minerales que contiene el agua y se presentan al calentarse, a diferencia del tubo galvanizado en el cual si sucede este fenómeno y como consecuencia se reduce el diámetro de la tubería. En la conexión de salida debe tener un diámetro de 19mm (3/4").

Para el buen funcionamiento del calentador debe existir una diferencia de altura entre la base del tinaco y la salida de agua por alimentar, esta altura debe ser de 2 metros, lo que nos dará 2 metros de columna de agua igual 0.20 kilogramos por centímetro cuadrado de presión.

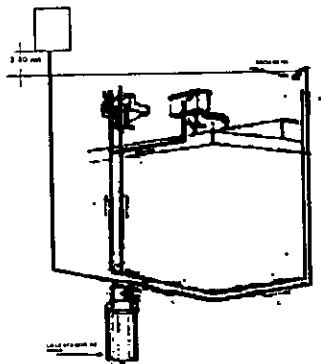


Figura 4.1.7

IV.1.2.4. CALENTADORES DE DEPOSITO

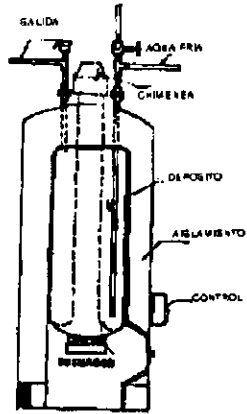
A este calentador también se le conoce con el nombre de almacenamiento. Son aparatos formados por un recipiente de capacidad variable con un elemento productor de calor o quemador de gas, diesel, combustóleo, etc.

El calentador de gas esta formado por un cilindro hueco teniendo poca superficie de contacto con el fuego por lo que incrementa lentamente la temperatura con una eficiencia del 50 al 60% solamente. Figura 4.1.8

Este tipo de calentador de almacenamiento es más recomendable por su abastecimiento de agua a un mayor número de muebles en forma simultánea.

Al calcular la capacidad de los calentadores de deposito hay que tener en cuenta que el recipiente no contiene agua caliente en su totalidad, es decir en la parte superior estará caliente, en la parte intermedia menos caliente y en la parte baja fría, provocada por la diferencia de densidades del agua fría y caliente y por lo tanto, se debe considerar solo un 75% de su capacidad para obtener la cantidad de agua caliente requerida.

Cuando el agua contenida se calienta pierde densidad y al perder densidad, aumenta su volumen; como las dimensiones del depósito son constantes, la pérdida de densidad y el tratar de ganar volumen sin lograrlo, se produce un aumento de presión en el interior del calentador, razón por la cual, la ubicación de este tipo de calentadores respecto a la diferencia de altura con respecto a los tinacos o tanques elevados no es problema para su correcto funcionamiento.



CALENTADOR DE ALMACENAMIENTO

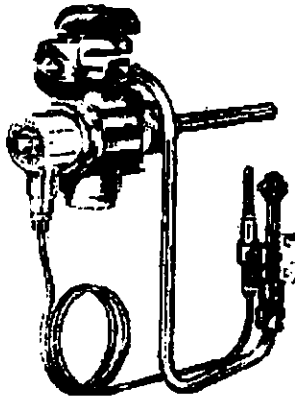


Figura 4.1.8

IV.1.2.5. CONSIDERACIONES PARA SU COLOCACIÓN

La instalación hidráulica de un calentador de depósito es un tanto diferente a la de un calentador instantáneo, la diferencia estriba en que el funcionamiento de estos no es el mismo. Las diferencias las podemos mencionar de la siguiente manera:

El calentador debe estar situado en un lugar bien ventilado como lo es el patio de servicio, esto se debe a que en algún momento pudiese desalojar agua caliente o vapor por exceso de calentamiento o presión.

Su alimentación es por la parte superior y esta es de un diámetro que varía de 1/2 a 1", esto está en función de la capacidad del calentador.

Su instalación requerirá de válvulas de alivio o de seguridad en la salida de agua caliente, esto es para evitar que el calentador adquiera una mayor temperatura o presión, en el momento en que se eleve la temperatura o presión en el calentador, la válvula se abrirá dando paso a la salida de vapor y de esta manera se evitara la posible explosión del calentador. Figura 4.1.9

Es de hacer notar que los calentadores deben localizarse lo más cerca posible del o de los puntos de mayor consumo de agua caliente o bien del punto donde se necesitara mayor temperatura. Estos se pueden colocar en cualquier lugar de la casa o edificio, con excepción del cuarto de baño, pero siempre y cuando tenga una chimenea al exterior para evitar posibles intoxicaciones de humo o gases que despiere al funcionar. Los calentadores que consumen gas deben ser instalados en lugares bien ventilados, en lugares de por lo menos 20 metros cúbicos de aire renovable para evitar contaminaciones.

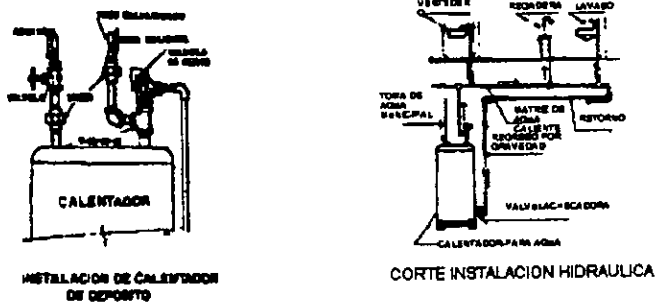


Figura 4.1.9

IV.1.3. CALENTADORES DE AGUA ELÉCTRICOS

Los calentadores eléctricos se componen principalmente de un depósito, de un elemento de calor y de un termostato.

El depósito es de acero galvanizado o de cobre, cuando el aparato es susceptible de almacenar aguas blandas o muy puras, el depósito debe estar construido de un metal inatacable, si no es así la solución que se da al problema es la protección catódica, que consiste en colocar un elemento galvánico constituido por la pared del depósito y por ánodo reactivo generalmente de magnesio, montado en el interior del depósito.

El elemento productor de calor está formado por una resistencia revestida de cobre que se encuentra en el interior del tanque, estando en contacto directo con el agua y transmitiendo el calor a la misma por conducción.

El termostato está formado por una lamina de metal dilatante, la cual está en contacto con el exterior del tanque; al transmitirse el calor del líquido al tanque, este a su vez transmite el calor a dicha lamina, y de acuerdo a las dilataciones a que está sometida, cierra o abre el circuito por medio de contactores. Figura 4.1.10

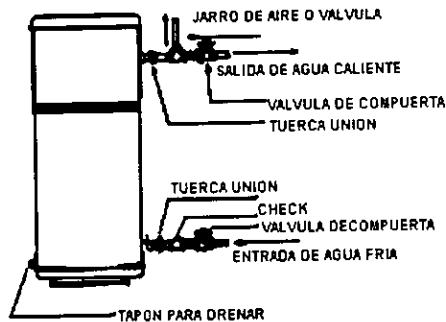


Figura 4.1.10

INTERIOR DE UN CALENTADOR ELECTRICO

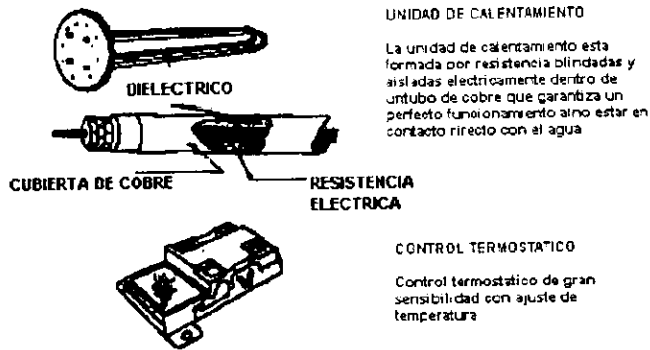
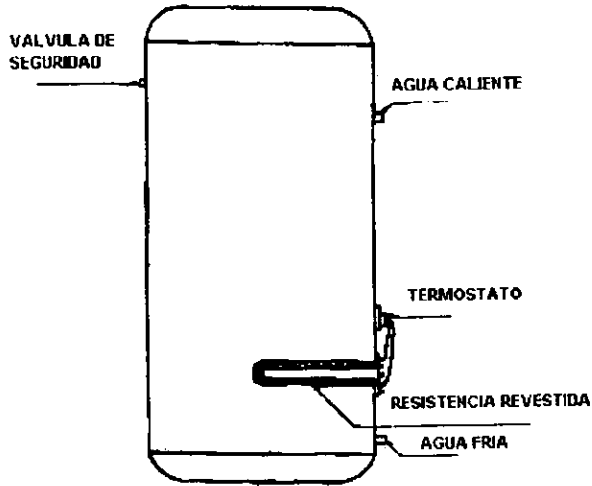


Figura 4.1.10

El calentamiento de agua a base de energía eléctrica es interesante, ya que así evitamos tomas de aire para la ventilación y chimeneas para la evacuación de los gases, producto de la combustión. En sí la ausencia de todo emprendimiento gaseoso lo convierte en el más higiénico de los sistemas de calentamiento.

Otro tipo de calentadores a base de energía eléctrica son los de tipo instantáneo, los cuales como ventaja presentan el poder de obtener agua al momento que se abre el grifo del agua caliente del mueble del que se trate, y como desventaja, se requiere un gasto de energía eléctrica mucho mayor, la cual resulta a un precio demasiado elevado en comparación con otros sistemas para calentamiento.

Otra desventaja sería, la misma que presentan los calentadores de gas de tipo instantáneo y como ya mencionamos consiste en no poder surtir grandes demandas de agua caliente.

Teniendo en cuenta el rendimiento de los aparatos puede calcularse partiendo de agua fría a una temperatura de 10° a 12°C . con un kWh pueden obtenerse unos 10 lt de agua caliente a 85°C , 15 lt a 65°C , 20 lt a 50°C ó 30 lt a 37°C .

Para un solo punto de toma se emplean generalmente los aparatos no sometidos a presión, que resultan más baratos, mientras que para el abastecimiento de varios puntos de consumo se utilizan los de presión, con la mínima longitud posible de conducciones.

Todos los calentadores de agua sometidos a presión deben estar equipados con un limitador de temperatura, de seguridad, que desconecte automáticamente el aparato al rebasarse una temperatura del agua de $\leq 110^{\circ}\text{C}$ y que solo pueda ser reconectado por un técnico. Además deben llevar un regulador de temperatura que interrumpa la calefacción del aparato a la temperatura de $\leq 90^{\circ}\text{C}$ del agua de consumo. Todos los depósitos acumuladores deben estar provistos de un selector de temperatura que permita graduar la temperatura de desconexión sin escalones desde 35° a 85°C .

Su recipiente interior está, durante el servicio, siempre lleno de agua, la cual es calentada antes de su uso por un elemento calefactor de uno o varios cuerpos, del tipo de los hervidores de inmersión. Para limitar las pérdidas de calor, el recipiente interior está revestido de una capa aislante de corcho molido o material de espuma. Estos aparatos funcionan automáticamente, y una vez caliente, suministran en todo momento agua caliente en la cantidad correspondiente a su tamaño.

Los acumuladores sin presión, sólo abastecen, por lo general, un punto de toma; los de 15 y 30 lt, en ocasiones también 2 ó 3 tomas más por medio de un serpentín de presión incorporado, pero para ello es casi siempre preferible un depósito de presión. Los calentadores no sometidos

a presión tienen recipientes interiores de cobre estañado, de paredes delgadas, cuyo contenido se comunica siempre con la atmósfera, abriendo la válvula de agua caliente situada en la entrada de agua fría, ésta penetra en el depósito y eleva el agua calentada, de manera que ésta última sale por el tubo rebosadero y pasa a la batería de mezcla, que es una batería especial con comunicación no cerrable entre el depósito y la salida. Por una válvula especial puede añadirse agua fría a la mezcla. Pero existen también baterías mezcladoras de seguridad, de manecilla única, que al abrir dan primeramente salida al agua fría y sólo después mezclan con ella agua caliente, evitando así escaldaduras. Figura 4.1.11

Los acumuladores a presión, pueden abastecer varios puntos de toma y llevan un recipiente interior resistente a la presión de pared gruesa, de cobre estañado o de chapa de acero galvanizado, siempre que el agua no sea agresiva. Están sometidos a la presión de la tubería de agua, a la que deben estar conectados mediante los accesorios de seguridad que exigen según el fabricante. Estos aparatos son más caros que los de sin presión debido a lo costoso que resultan los órganos de reducción y de seguridad, así como por el recipiente interior más pesado. Figura 4.1.12

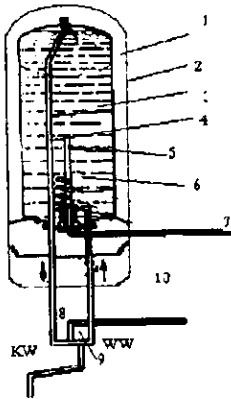


Figura 4.1.11 termo eléctrico acumulador de agua caliente, sin presión. 1) Aislamiento térmico. 2) Envoltorio exterior. 3) Depósito interior. 4) Tubo rebosadero. 5) Tubo protector del regulador. 6) Calentador. 7) Entrada de agua fría. 8) Estranquilador intermedio. 9) Batería de mezcla del rebosadero. MP, R Conexión eléctrica.

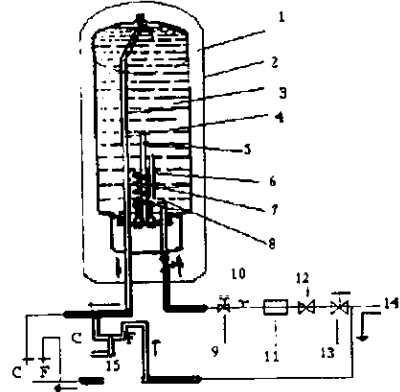


figura 4.1.12 Termo eléctrico resistente a la presión (acumulador de dos circuitos) 1) Aislamiento térmico 2) Envoltorio exterior 3) Depósito interior 4) Tubo rebosadero 5) Tubo protector del regulador 6) Calentador para la calefacción básica 7) Calentador para la calefacción adicional 8) tubo protector del limitador de temperatura 9) Válvula de seguridad de membrana 10) Tubuladura de control para el manómetro 11) Válvula de retención 12) Válvula reductora de presión 13) Válvula de cierre 14) Entrada de agua fría 15) Batería mezcladora a presión.

El tiempo de calentamiento depende del caudal máximo de toma de agua, capacidad del acumulador y potencia de calefacción, valores que deben combinarse debidamente.

Los aparatos sólo para corriente nocturna no se emplean mucho, debido a la larga duración del calentamiento; donde lo permite la acometida de corriente, se emplean preferentemente los acumuladores con doble circuito. Estos acumuladores con la doble tarifa y la desconexión automática a la temperatura elegida, resultan especialmente económicos conectados a corriente nocturna. Durante la noche se calienta mediante una pequeña resistencia de 400 a 1000 W a la temperatura que se desee entre 35° a 85°C, ajustada mediante un selector de temperaturas. Al aumentar el gasto de agua caliente el mismo selector puede conectar la resistencia adicional de 3 a 5 kW a la corriente de día. De esta manera puede reducirse notablemente las pérdidas por enfriamiento, que son del orden de 2° a 3°C/hr entre 50° y 80°C y 1.5° a 2°C/hr entre 25° a 50°C, así como la formación de incrustaciones. Durante el tiempo de calentamiento luce una lámpara de señal.

Los boiles eléctricos son unos calentadores constituidos por un recipiente de presión, sin aislamiento térmico y por lo tanto, esencialmente más baratos que los acumuladores de agua caliente del mismo tamaño provistos de aislante térmico. Puede instalarse en puntos en que sea posible conectar 4 a 6 kW. se conectan 1 a 2 horas antes de su utilización, según su potencia, y al alcanzar la temperatura a que se ha ajustado se desconectan automáticamente. Los aparatos de 30 lt se emplean principalmente para duchas; los de 60 lt o 80 lt, sobretodo para bañeras. Figura 4.1.13

Los aparatos para agua hirviendo tienen una potencia nominal de 2kW y preparan rápidamente según la necesidad, de 0.5 a 5 lt de agua caliente, muy caliente o hirviendo, para el fregadero, para bebidas calientes, etc.

Estos aparatos, de montaje especialmente sencillo, mediante una pieza intermedia se empalman por rosca directamente a la tubería del agua fría, sin otra sujeción a la pared, y se conectan a la red de corriente mediante un enchufe de seguridad con puesta a tierra. Funcionan por descarga o vaciado. Por medio de una válvula de llenado, y antes de conectar la corriente, se llena el aparato con agua fría hasta la señal deseada del indicador de nivel o de una escala de llenado, y después calentada y desconectar el aparato, se saca el agua caliente por la válvula de toma. Mediante la válvula de agua fría puede tomarse ésta o mezclarla con la caliente. Figura 4.1.14

Calentadores eléctricos instantáneos: Pueden abastecerse varios puntos de toma, situados lo más cerca posible uno de otro, con agua corriente calentada a alta temperatura a su paso por el interior el cual es resistente a la presión.

Por sus dimensiones, a veces muy reducidas, pueden montarse fácilmente en todas partes. Por su caudal requiere de demasiado tiempo para el llenado de una bañera. Para aminorar las pérdidas en las tuberías, es conveniente instalar estos aparatos en las proximidades de los lugares de consumo; si han de abastecer simultáneamente la cocina y el baño, por ejemplo, encima del fregadero de la cocina.

La potencia calorífica de los calentadores de paso es regulada automáticamente, sea térmicamente, en función de la temperatura, sea hidráulicamente, en función del caudal de paso, por un conmutador de presión diferencial.

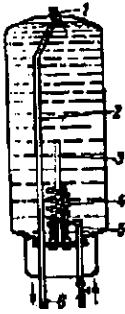


Figura 4.1.13 Boiler eléctrico para baño
1) Válvula de aireación 2) Tubo rebosadero
3) Tubo protector del regulador.
4) Elemento de calefacción 5) Entrada de agua fría 6) Salida de agua caliente.

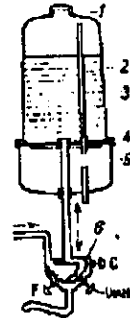


Figura 4.1.14 Aparato eléctrico para agua hirviendo
1) Cierre de la abertura de limpieza 2) tubo de Vapor 3) Depósito de cobre o de vidrio 4) Arandela de guarnición 5) Elemento de calefacción 6) Grifo De agua

En general los tipos usuales son:

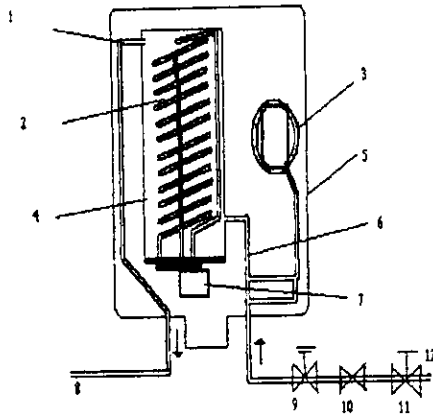
a) calentadores de paso de un circuito, con regulación térmica, potencias fijas de calentamiento de 12 y 18 kW y 3 a 5 lt de capacidad. Son actualmente los de uso menos frecuente.

b) calentadores de paso con regulación hidráulica del calentamiento, para 12 y 21 kW de potencia. El conmutador de presión diferencial, empleado en estos aparatos, corresponde a los dispositivos de seguridad y regulación de los calentadores de gas y permite prescindir de un grifo especial de seguridad. Los aparatos tienen un cuerpo interior muy reducido, de menos de 1 lt de capacidad, y un elemento de calentamiento de una inercia térmica muy baja, por lo que suministran agua caliente prácticamente sin retardo. Al cerrar la válvula de toma, no se produce apenas recalentamiento ulterior. Al estrangular el paso del agua, sólo se conecta una parte de la potencia eléctrica. Figura 4.1.15

c) calentadores de paso grandes, con dos circuitos de 3/18 ó 3/21 kW. Son combinaciones del sistema acumulador con el paso, y presentan una clara separación de las tomas de pequeño consumo y gran consumo. Para la cocina y el lavabo trabaja el aparato como acumulador normal de presión de 5 a 15 lt, según el modelo con 3 kW de potencia de caldeo; en caso de necesitarse mayor cantidad de agua caliente, un conmutador hidráulico conecta además la potencia adicional de 15 ó 18 kW, calentándose el agua de red, por lo que es frecuentemente preferido por las compañías eléctricas.

Calentador eléctrico de paso con regulación hidráulica de la calefacción.

- 1) Salida dl agua caliente.
- 2) Elemento de calefacción.
- 3) Conmutador de presión diferencial.
- 4) Depósito interior.
- 5) Envolvente exterior.
- 6) Tubo venturi.
- 7) Limitador de temperatura de seguridad.
- 8) Salida de agua caliente.
- 9) Válvula de seguridad de membrana.
- 10) Válvula reductora de presión.
- 11) Válvula de cierre.
- 12) Entrada de agua fría.



Producción de agua caliente de los calentadores eléctricos de Paso, para una temperatura del agua fría de + 12°C.

Potencia nominal en kW	12	18	21
Lt/min de agua a 40°C	6	9	10.5
Lt/min de agua a 55°C	4	6	7

Fig. 4.1.15. Calentador eléctrico.

Formulas para calcular consumos

FACTOR DE CONSUMO

VOLTAJE 220AMPERAJE 92MODELO KW-24

12 LITROS POR MINUTO = 720 LITROS POR HORA QUE INCREMENTAN SU TEMP. EN 25.5°C

CONSUMO REAL POR HORA 220 X 92 = 20,240 WATTS.

20,240/25,5 = 794 WATTS POR CADA GRADO DE INCREMENTO.

794/720 = 1.1 WATTS PARA SUBIR 1 GRADO CADA LITRO DE AGUA.

PARA CALCULAR GASTO DE WATTS

LITROS DE AGUA ...X ...INCREMENTO DESEADO DE TEMP. ..X . 1.1 = CONSUMO DE
REQUERIDOS (TEMP. DESEADA - TEMP. INICIAL)WATTS

PARA CALCULAR GASTO EN DINERO

EL COSTO DE KW EXCEDENTE PROMEDIO PARA DE 1999, ES DE \$1.12

EJEMPLO: NECESITAMOS 5 LITROS DE AGUA POR MINUTO A 40°C, DURANTE 7
MINUTOS PARA TOMAR UN BAÑO, LA TEMPERATURA DE ENTRADA DEL AGUA ES DE
20°C.

5 X 7 = 35 LITROS X 20°C DE INCREMENTO DESEADO = 700 X 1.1 = 770 WATTS =
0.77 KWS

0.77 KWS X 1.12 = 0.86 CTVS. POR TOMAR UN BAÑO EN ESTAS CONDICIONES.

PARA CALCULAR EL TIEMPO NECESARIO PARA CALENTAR UNA CANTIDAD DETERMINADA
DE AGUA.

CONSUMO DE .../CONSUMO REAL = CENTÉSIMASX ... 60 = MINUTOS
QUE TARDA EN

WATTSPOR HORADE HORALLEGAR A TEMP. DESEADA

CONSUMO REAL DE LOS CALENTADORES POR TRABAJAR A 220 VOLTS.

KW - 24 = 20,240 ...KW - 18 = 15,120...KW - 12 = 10,120KW - 9 = 7,560

EJEMPLO: CUANTO TARDA UN JACUZZI DE 600 LITRO PARA LLEGAR A 34°C, SI LA
TEMPERATURA INICIAL ES DE 18°C.

600 X 16 = 9,600 X 1.1 = 10,560 WATTS/ 20,240 = 0.52 X 60 = 31 MINUTOS.

HIDROMASAJE

EN ESTE MODELO EL CALENTADOR TRABAJA A TODA SU CAPACIDAD Y AL MOMENTO EN QUE EL AGUA ALCANZA LA TEMPERATURA DESEADA, EL CALENTADOR DEJA DE FUNCIONAR.

TABLA DE CONSUMOS EN WATTS Y DINERO, Y TIEMPOS PARA ALCANZAR LA TEMPERATURA DESEADA EN TINAS DE HIDROMASAJE CON LOS MODELOS HM.

CONSUMOS	TIEMPO PARA ALCANZAR LA TEMP. DESEADA					
	LTS.	WATTS	\$pesos Mex.	KW-9	KW-12	KW-18
300	4,950	5.54	39 Min	29 Min	20 Min	15 Min
600	9,900	11.09	1HR 19 Min	59 Min	39 Min	29 Min
900	14,850	16.63	1HR 58 Min	1HR 28 Min	59 Min	44 Min
1200	19,800	22.18	2HR 37 Min	1HR 58 Min	1HR 19 Min	59 Min

EN ESTA TABLA SE CONSIDERO UNA TEMPERATURA INICIAL DEL AGUA DE 20°C Y UNA TEMPERATURA FINAL DE 35°C, Y EL COSTO POR KW FUE DE 1.12 CTS.

CALCULO DEL NUMERO DE CALENTADORES NECESARIOS PARA UN GASTO DETERMINADO DE AGUA

CONSUMO X 60 MINUTOS = WATTS / CONSUMO REAL = # DE EQUIPOS
 DE WATTSX HORAX HORA KW-24NECESARIO

EJEMPLO:15 REGADERAS, FLUJO MÁXIMO 6 LPM CADA UNA, NOS DA UN TOTAL DE 90 LITROS POR MINUTO DE 20°C QUEREMOS SUBIR EL AGUA A 40°C, INCREMENTO 20°C.

90 LITROS X 20°C = 1800 X 1.1 WATTS = 1,980 WATTS

1,980 WATTS X 60 MIN. 118,800 / 20,240 = 5,869 = 6 CALENTADORES SERÁN NECESARIOS

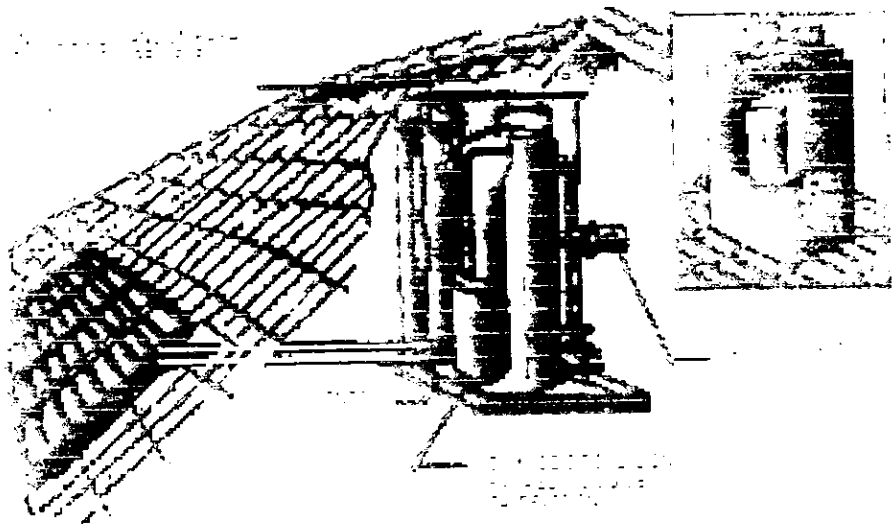
IV.1.4. CALENTADORES DE AGUA SOLARES

El calentador solar consta de un captador de energía y un depósito aislado para el agua caliente.

El colector de energía solar puede ser de lámina de cobre o galvanizada, con un serpentín construido a base de tubos o en el propio cuerpo de la lámina. El depósito puede ser de cualquier material resistente a oxidación en su exterior.

En los lugares de clima frío el calentador solar consiste en un serpentín por el cual circula un líquido anticongelante, el cual se calienta al estar expuesto al sol y que circula por todo el calentador en otro serpentín.

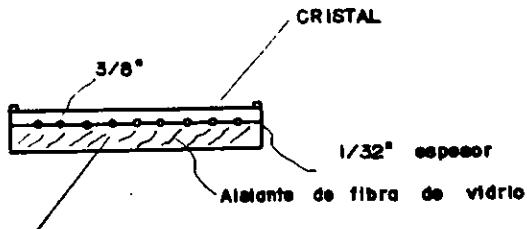
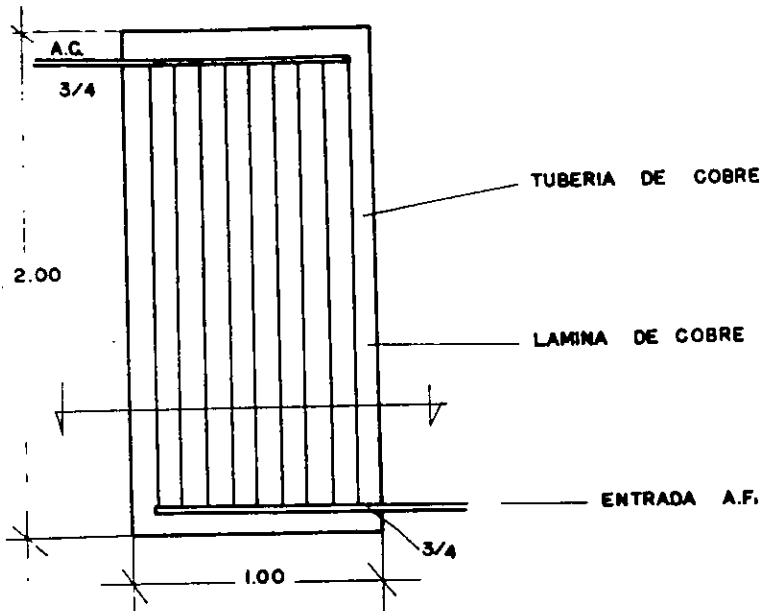
Los calentadores solares por lo general se combinan con los de gas, con el fin de aprovechar el agua precalentada y así evitar un gran consumo de gas. Lo anterior se muestra en las siguientes figuras 4.1.16 y 4.1.17



CALENTADOR SOLAR PARA CASA

Figura 4.1.16

CALENTADOR SOLAR PARA ALBERCA



caja de lamina
galvanizado

$$\text{Salida de A.C.} + \text{Area de colectores} = 1/4 \text{ Area de alberca}$$

IV.2. VÁLVULAS DE SEGURIDAD Y JARROS DE AIRE

IV.2.1. VÁLVULAS DE SEGURIDAD

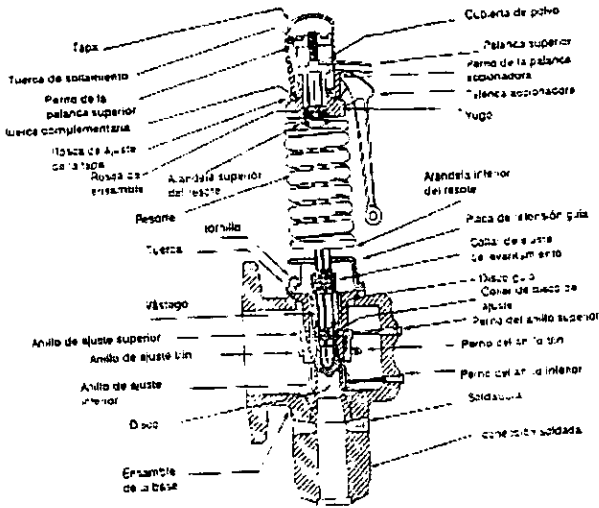
La función de todas las válvulas de seguridad, es la de abrir a una presión de ajuste y cerrar cuando la presión se ha reducido un poco por debajo de la presión de ajuste; la diferencia entre la presión de ajuste y la presión de cierre se conoce como el blowdown de la válvula, y éste se logra usando alas extendidas sobre la válvula, de manera que cuando levanta la válvula se amplía el área que esta expuesta a la presión del vapor causando que la válvula permanezca abierta más allá de la presión de ajuste, en la figura 4.2.1 se muestran las partes de una válvula de seguridad típica.

La válvula más importante en una caldera es la válvula de seguridad. El propósito primario de una válvula de seguridad es el de limitar la presión interna de la caldera a un punto de su presión segura de trabajo. Las caldera se diseñan para una cierta presión máxima de operación y si esta presión se excede existe el peligro de una explosión a menos de que se alivie esta presión.

La válvula de seguridad originalmente se conoció como válvula de seguridad de peso muerto y consistía de una serie de conjunto de pesos sobre lo alto de la válvula: los pesos dependían de la presión que debía ser retenida.

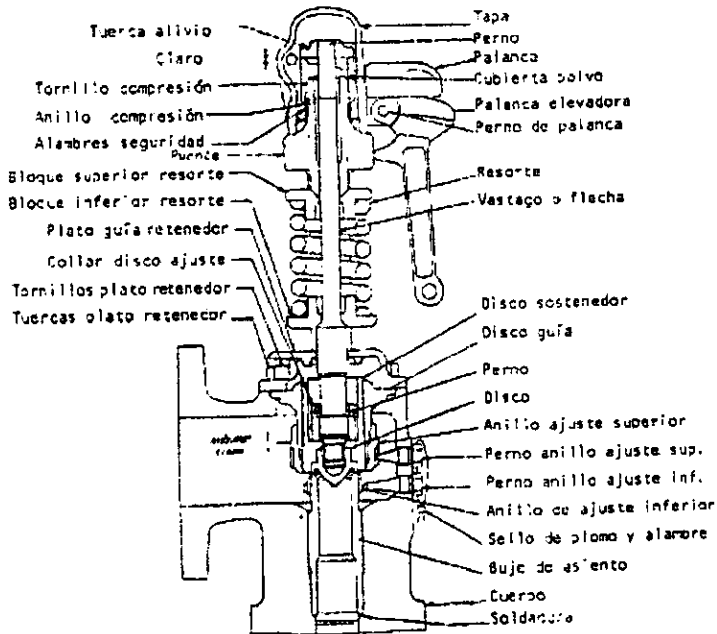
Una mejora a la válvula anterior fue la introducción de la válvula de seguridad de pesos muertos tipo palanca, la cual combina una palanca, un punto de apoyo o pivote y pesos para proveer una válvula de presión variable de alivio. Las aplicaciones marinas hicieron necesario el empleo de una válvula de seguridad cargada con resortes (figura 4.2.2), debido a que el movimiento del casco causaba que variara el centro de gravedad de los pesos, y con ello la presión a la cual la válvula abría en la figura 4.2.3 se observan los pasos de descarga (cerrada, soltamiento y abierta) de una válvula.

Para determinar la carga en cualquier válvula de seguridad, se multiplica el área de la válvula por la presión en la caldera; para determinar la presión, se divide la carga sobre la válvula entre el área de la válvula.



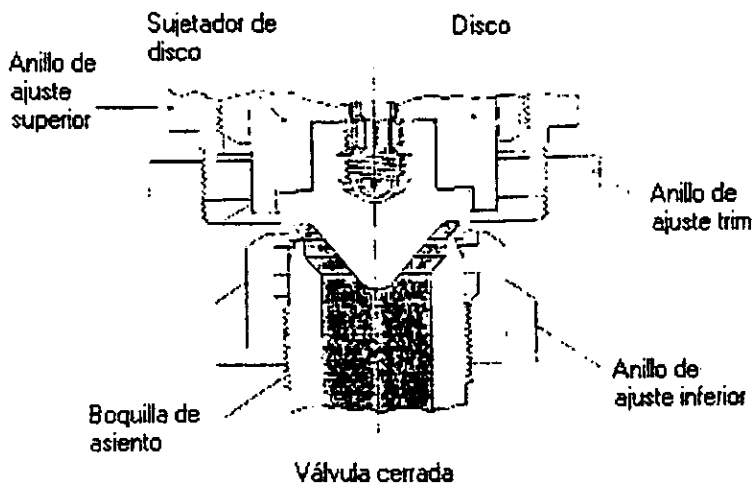
Partes de una válvula de seguridad típica

Figura 4.2.1.

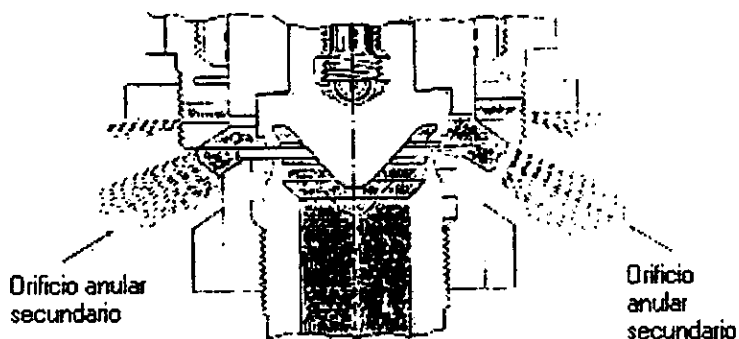


Válvula de seguridad tipo resorte

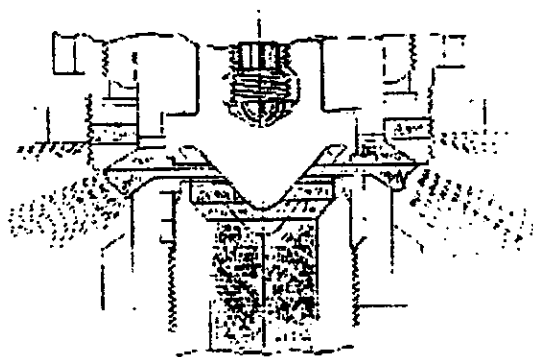
Figura 4.2.2.



Válvula cerrada



Válvula en posición soltamiento



Válvula totalmente abierta

IV.2.2. JARROS DE AIRE

Cuando no se colocan las válvulas aliviadoras de presión, es conveniente considerar la instalación de jarros de aire, esto siempre y cuando las condiciones de las instalaciones y de la edificación lo permitan. En edificios de departamentos y condominios en general, en los que el número de niveles es notable, ya que sería antiestético e incosteable instalar jarros de aire del agua caliente a alturas considerables y en número tan grande figura 4.2.4. Las válvulas se utilizan para el alivio de la presión y temperatura excesivas, el control de la temperatura garantiza mayor seguridad, que el escape de presión por que no puede originarse vapor a la presión atmosférica o por encima de ella si la temperatura del agua se mantiene por debajo del punto de ebullición. Sin embargo los jarros de aire también pueden ser sustituidos por eliminadores automáticos de aire como los de la figura 4.2.5.

Los calentadores, deben ser ubicados directamente debajo de los jarros de aire, los que a su vez, deben instalarse en él o los puntos en donde descienden las tuberías de agua fría, provenientes del o los tinacos o tanque elevado. Esta ubicación, evita que los calentadores trabajen ahogados, facilitando el libre flujo del agua caliente a los muebles.

A pesar de que los jarros de aire tanto del agua fría como del agua caliente tienen la misma forma, altura y en las mas de las veces el mismo material y diámetro, tienen dos funciones totalmente diferentes que desempeñar.

IV.2.2.1. JARROS DE AIRE DE AGUA FRÍA

Su función principal es la de eliminar las burbujas de aire dentro de las tuberías del agua fría. En otras palabras impiden que se formen pistones neumáticos dentro de las tuberías, lo que ocasiona un mal funcionamiento de las válvulas, por golpeo constate en el interior de las mismas, al tratar de salir el aire acumulado y el agua requerida en forma simultánea.

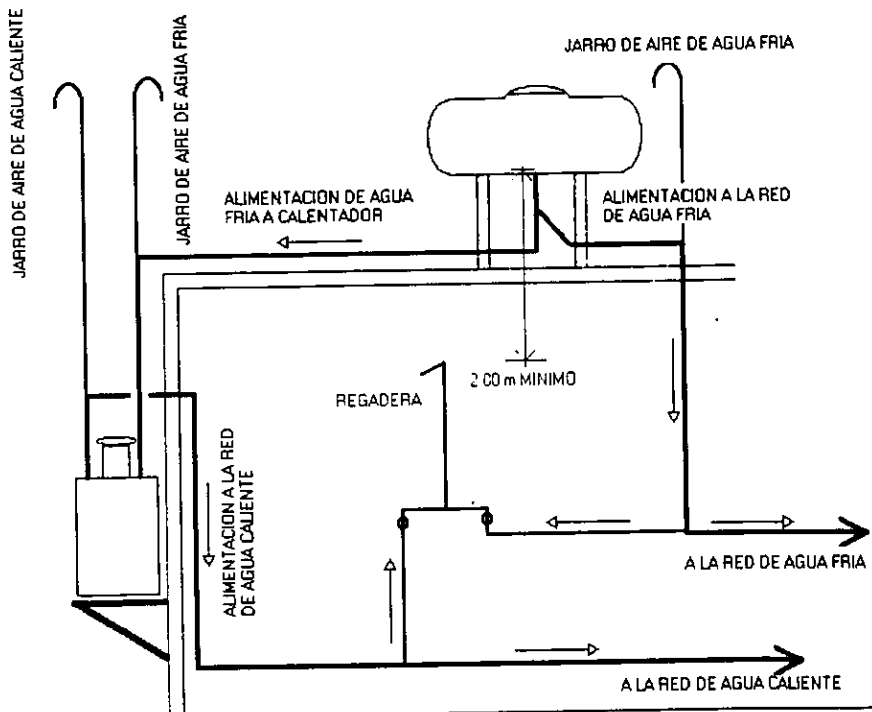
Una vez trabajando las instalaciones hidráulicas en condiciones normales de servicio, los jarros de aire del agua fría proporcionan un incremento de presión sobre las bajadas de agua.

IV.2.2.2. JARROS DE AIRE DE AGUA CALIENTE

Su función esencial es eliminar el vapor de los calentadores, cuando la temperatura del agua dentro de éstos es muy elevada, coaccionando que la presión en el interior se eleve tanto que podría hacer explotar el calentador.

Los jarros de aire tanto del agua fría como del agua caliente, deben tener una altura ligeramente mayor con respecto a la parte superior de los tinacos o tanque elevados, debiendo estar abiertos a la atmósfera en su parte superior.

Si la diferencia de altura en favor de los jarros del aire mencionado, no es respetada; como su interconexión y llenado funcionan bajo el principio de los vasos comunicantes al quedar a menor altura, los jarros del aire en relación, inclusive con el nivel libre máximo del agua dentro de los tinacos o tranques elevados, los jarros de aire derramarían el agua al tratar de encontrar su nivel.





eliminador automatico de aire
marca DOIF No. 75



eliminador automatico de aire
marca Armoton No. 21

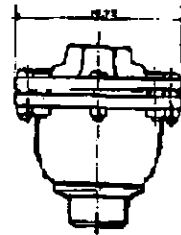
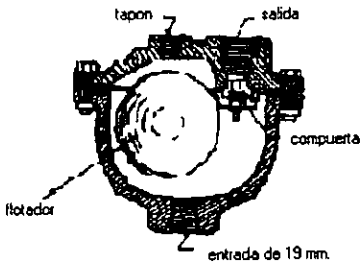


figura 4.25 eliminadores automaticos de aire

IV.3. CALDERAS O SISTEMAS CENTRALES DE AGUA CALIENTE

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

Dentro de las instalaciones hidráulicas de calderas existe una gran complejidad en su ejecución, se requiere de un conocimiento bien fundamentado en este ramo y además de su estudio muy amplio para cada tipo de caldera que se quiera instalar, por ejemplo el instalar una caldera que produzca vapor no se instala de la misma manera que una que produzca agua caliente, por esta y muchas otras razones se considera toda una especialidad, y no cualquier persona esta capacitada para efectuar la instalación de una caldera.

IV.3.1. SELECCIÓN PRACTICA DEL EQUIPO.

Factores que intervienen para seleccionar una caldera:

El equipo básico para producir agua caliente; cámara para generar vapor, hogar y sus estructuras. Complementario a estas tres partes podemos agregar a los quemadores mecánicos, hogares enfriados por agua, sobrecalentadores, economizadores, calentadores de aire y otros accesorios relacionados con las calderas, tales como: desarenadores de agua, de alimentación de agua, ventiladores para tipo forzado o tipo inducido, bomba y aparatos similares para la formación de unidades generadoras de mayor capacidad y más completa.

La selección de equipos para la generación de calor, se basa en los siguientes datos previos:

- 1) Cantidad requerida de agua caliente.
- 2) Presión y temperatura que se requiere.
- 3) Previsión de necesidades futuras.
- 4) Localización y objeto de la instalación.
- 5) Características de la carga.

Otros factores que ejercen influencia en la selección del equipo:

- 1) Clase de equipo que se puede obtener .
- 2) Selección de los quemadores.

- 3) Selección de equipos auxiliares.
- 4) Poder calorífero y características del combustible de que se dispone.
- 5) Plazos de entrega de la maquinaria.
- 6) Limitaciones y consideraciones del espacio del que se dispone para las instalaciones.
- 7) Condiciones existentes para el mantenimiento y operación de la planta.
- 8) Equipo del que se disponga que tenga relación con la instalación.

Antes de seleccionar el equipo es preciso determinar con exactitud la clase de trabajo y las condiciones en que ha de operar, para efectuar la planificación completa y correcta de la disposición de la planta.

Una vez seleccionada el equipo deben hacerse planos de construcción necesarios, incluyendo las cimentaciones, edificios, sistemas de tuberías y pasillos. Algunas unidades de construcción sencilla se montan como una unidad compacta y son empacadas ya listas para su operación, una vez que han sido hechas las conexiones de tuberías y aparatos. Mas arriba del límite de 7680 Kg. de vapor / hora , solamente es posible una estandarización parcial, debido a las necesidades individuales de operación, que se relacionan con la presión, temperatura de trabajo, capacidades y combustibles.

La variedad de diseños, y tipos de equipos que se ofrecen en la actualidad, hace de la selección de los mismos componentes de una instalación de calderas un problema bastante complejo; pero por otro lado esta abundancia o competencia de diseño, ha permitido la obtención de una caldera adecuada para cada caso, desde la diminuta unidad alimenta con gas doméstico, hasta los grandes generadores de vapor para presiones de operación de 350 kg/cm², destinados a las centrales de fuerza.

Existen para cada caso concreto y determinadas condiciones de trabajo, se encuentran muchos tipos de calderas del más variado diseño, igualmente adecuados. Con frecuencia es el espacio disponibles que difiere la selección de la caldera.

La selección de combustible, es una consideración primaria de una caldera, su elección de gas, diesel, o petróleo pesado, estará basado en el costo total, limpieza y facilidad de obtención, de almacenamiento y de operación. El costo de operación más importante es el costo del combustible y es de gran importancia y

factor básico para la decisión en la selección de una caldera, ya que esto puede representar grandes ahorros y una rápida amortización o en caso contrario grandes pérdidas.

La influencia del espacio que se dispone para la instalación de la caldera en muchas ocasiones es consecuencia de serios problemas, que pueden afectar la selección, pero no es recomendable sacrificar calidad con el ahorro de espacio.

IV.3.2. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA A LA CALDERA

Uno de los factores principales para la operación óptima de una caldera es contar con el suministro de agua adecuado para cada caso en particular, esto es debido a que es indispensable mantener un nivel de agua constante en el interior de la caldera para que no ocurra siniestro o falla de alguna de sus partes.

Todo sistema efectivo de alimentación de agua a calderas debe contar con:

1. Reserva mínima de agua (tanque de almacenamiento).
2. Equipo de bombeo.
3. Control del sistema.

1. Reserva mínima de agua: La cantidad de agua que se alimenta una caldera es prácticamente la cantidad de vapor que se produce, por lo tanto la reserva de agua va en proporción a la capacidad de la caldera, se recomienda que por lo menos tenga agua suficiente para sostener la evaporación de la caldera cuando menos 20 minutos.

- El agua de alimentación de la caldera debe estar a la temperatura más alta para evitar problemas de dilatación, contracción y choques térmicos dentro de la caldera, de aquí la conveniencia de utilizar el mismo tanque de la reserva mínima y recibir los retornos, logrando con esto elevar la temperatura del agua.

2. Equipo de bombeo y control del sistema: Existen cinco criterios de diseño que deben ser considerados antes de que una bomba de alimentación de agua sea seleccionada.

- 1) Operación continua o intermitente.
- 2) Temperatura del agua manejada inicialmente.
- 3) Capacidad.
- 4) Presión de descarga.
- 5) Carga neta de succión positiva.

La producción de agua caliente en instalaciones centrales se efectúa en los casos en que debe disponerse en cualquier momento de agua caliente en gran cantidad y en numerosos puntos de un edificio, y el calor para el funcionamiento de las mismas pueda conseguirse económicamente con el empleo de combustibles sólidos o líquidos, vapor de escape o calor transmitido a distancia, de

manera que, pese a ser más bajo el rendimiento de servicio de estas instalaciones resultan ventajosas. Figura 4.3.1

Las pérdidas de calor por radiación de la caldera y del calentador de agua, y las que se producen en las tuberías, son considerables, sobre todo en sistemas con pequeña circulación continua, y deben ser reducidas al mínimo posible por una esmerada concepción y realización de la instalación, y especialmente también por una buena protección térmica de todas las partes de la misma.

El dimensionamiento de las instalaciones y de sus partes se basa, para edificios de viviendas, en el número de bañeras, principalmente consumidoras, prescindiéndose de las tomas pequeñas, como fregaderos y lavabos. Tratándose de varias bañeras, se toma en consideración un factor de simultaneidad, ya que nunca se utilizarán todas a la vez. Véanse los valores de orientación de la tabla 4.3.1.

Al establecer una instalación de producción de agua caliente para una casa habitada por varias familias, según los valores normales de consumo de agua caliente ya indicados, y con un costo tolerable de servicio, se presupone que el consumo en las distintas viviendas es registrado por contadores en prevención de un consumo abusivo de agua caliente cuando no se mide el consumo, que según la experiencia, puede conducir a un exceso de hasta un 30% y originar trastornos en el servicio de la instalación, insuficiente en tales condiciones. La liquidación del consumo de agua caliente a un tanto alzado, da lugar a frecuentes disputas entre el propietario y los inquilinos.

Las instalaciones centrales de agua caliente se realizan hoy exclusivamente de tipo cerrado, conectadas directamente a la red de distribución de agua potable; el agua de consumo se calienta casi siempre indirectamente en cambiadores de calor y se emplea el sistema de acumulador; en instalaciones más bien pequeñas, también según el sistema de paso.

En instalaciones que deben cubrir una demanda grande agua caliente es menos frecuente que el agua caliente sea preparada en depósitos con calefacción directa por gas o electricidad.

Fig. 4.3.1. INSTALACIONES CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE PARA EDIFICIOS DE VIVIENDAS; VALORES APROXIMADOS SEGÚN H. SANDER.

n ¹⁰	SISTEMA DE ACUMULADOR						SISTEMA DE PASO					
	Capacidad del depósito en litros, para un tiempo de almacenamiento de			Potencia calorífica en 1000 kcal/h, para un tiempo de calentamiento de			Caudal de toma en l/min en la baterías de paso ²⁾ , para una toma en l/min por vivienda de			Potencia calorífica en 1000 kcal/h para un tiempo de calentamiento de		
	0.5 h	1 h	2h	0.5 h	1 h	2h	15	20	25	0.5 h	1 h	2h
1	100	200	300	8	7	5	15	20	25	13	11	7
2	200	350	500	13	10	8	21	28	35	19	11	11
4	300	500	750	19	16	12	30	40	50	29	24	16
6	400	650	950	24	20	15	37	49	61	37	31	21
8	450	750	1150	29	24	18	43	57	71	44	37	25
10	550	900	1350	34	29	21	48	63	79	52	43	29
12	650	1100	1600	41	34	26	52	69	87	62	52	35
15	750	1250	1900	48	40	30	58	78	97	73	61	40
18	850	1450	2150	55	46	34	64	85	106	84	70	46
20	900	1500	2300	58	49	36	67	89	112	88	74	49
25	1100	1800	2700	69	58	43	75	100	125	106	87	58
30	1450	2400	3600	79	66	46	82	110	137	118	99	66
50	1850	3050	4550	116	97	73	106	142	177	177	147	96

IV.3.3. CALDERAS DE TUBOS DE HUMO

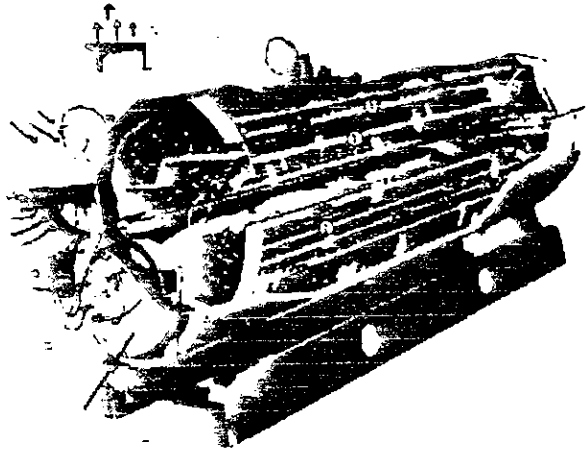
Son calderas de gran capacidad que consisten un recipiente que contiene el agua a traves del cual pasan unos fluxes por los que circulan los gases producto de la combustión. Son calderas altamente peligrosas, dado que su cuerpo está cubriendo la presión que ejerce la dilatación del agua.

Estas calderas están construidas con tubos de humo horizontales, con tubos y placas de desviación instalado en tal forma que los gases producto de la combustión tienen que pasar cuatro veces por todo lo largo de la caldera antes de salir.

La combustión se inicia y se termina en el tubo principal de humo u horno. Los gases son forzados por un soplador centrífugo para que circulen progresivamente hacia arriba a través de pasos sucesivos hacia el escape. La posición que se de al registro del aire, que es el que controla la entrada del aire al soplador, determinará la cantidad de aire para la combustión.

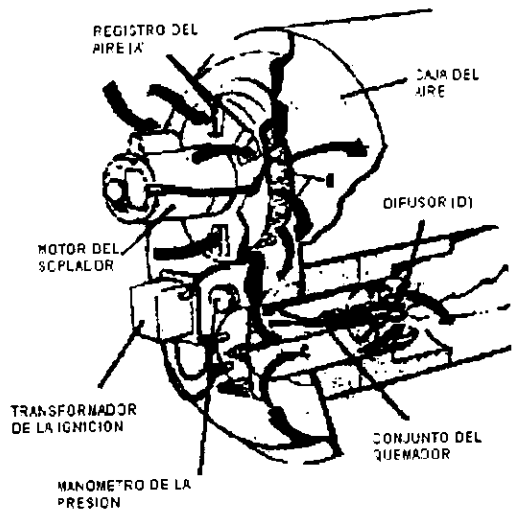
En las figuras 4.3.2, 4.3.3 y 4.3.4 se muestra este tipo de caldera. Este tipo de caldera es de las mas empleadas en edificios, es una CLEAVER-BROOKS Modelo Monitor.

Fig. 4.3.2. Este corte muestra cómo los gases son forzados para que circulen a través de los cuatro pasos en el orden indicado. El aire de combustión entra al quemador por el registro ajustable (A). El soplador (D) lo forza a través de los orificios (B), (C) y del difusos (D) (ver la figura 4.3.3 en la cámara de combustión, lo que constituye el paso No. 1. El desvío en (E) permite el paso de los gases hasta el frente de la caldera solamente a través del paso No. 2. Aquí la placa (F) permite que se dirijan hacia la parte de atrás de la caldera a través del paso No. 3. De la tapa trasera de los gases son forzados por el paso No. 4 hacia el escape.

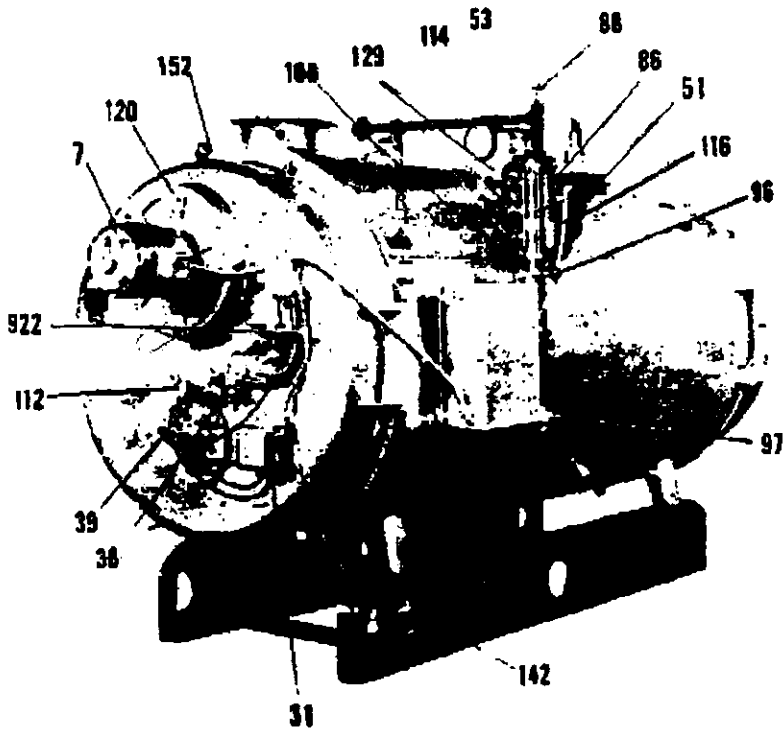


Para regular el flujo de la operación, se abre o se cierra la presión en la cámara de la caldera y el aire suministrado a través de la válvula de admisión de aire que se abre o se cierra con el fin de regular el flujo de la combustión. El diagrama del flujo de aire secundario (Fig. 4.11) muestra un ejemplo de un sistema que más influye en la trayectoria del aire a través del conjunto del quemador.

El aire se transfiere al soplador a través del registro del aire (A) y es impulsado por las aberturas (B) a la cámara del aire. Aquí se forma un punto de presión para cerrarlo a través de las aberturas (C) y el difusor (D). La combustión se completa en el área inmediatamente más allá de (E). Los gases calientes producidos por la combustión son formados a través de los tres pasos restantes que forman gran parte de su calor al estar producidos.



El régimen de suministro de aire para combustión puede cambiarse regulando la entrada al soplador, lo que se obtiene abriendo o cerrando el registro del aire secundario hasta conseguir el régimen exacto del flujo de aire para combustión completa. Con el régimen del suministro de combustible que está fijado por el diseño y no se puede modificar fácilmente, el ajuste del registro del aire es el único medio existente para obtener la correcta proporción de aire y combustible y logra la más eficiente operación.



- 7- Motor del soplador
- 31-Transformador de ignición.
- 38-Válvula solenoide del aceite (primaria).
- 39-Válvula solenoide del aceite, foguero alto retardada.
- 51-Control del bajo nivel del agua.
- 53-Control de la presión máxima.
- 86-Válvula de seguridad.
- 88-Válvula de prueba.
- 96-Válvula de drenaje del indicador.
- 97-Válvula de drenaje de la columna de agua
- 202-Unidad del aceite dos etapas

- 106- Llave del indicador.
- 112-manómetro de la presión de aceite al quemador.
- 114- Manómetro de la presión del vapor.
- 116-Indicador del nivel de agua
- 120-Registro de aire secundario
- 129-Llave de prueba.
- 142-Conexión del abastecimiento de aceite
- 152-Conexión del escape
- 922-Te de rebá

Fig. 4.3.4.

IV.3.4. CALDERAS DE TUBOS DE AGUA

Estas calderas al contrario de las anteriores, el agua circula a través de serpentines y el fuego o gases de la combustión los rodean en su exterior. Este tipo de calderas están expuestas a una fuerte incrustación, por lo que es necesario tomar en cuenta el tratamiento del agua que circulará por ella.

En la figura 4.3.5 se muestra una caldera de las comúnmente empleadas, la cual es una HYDROTHERM de tubos de agua.

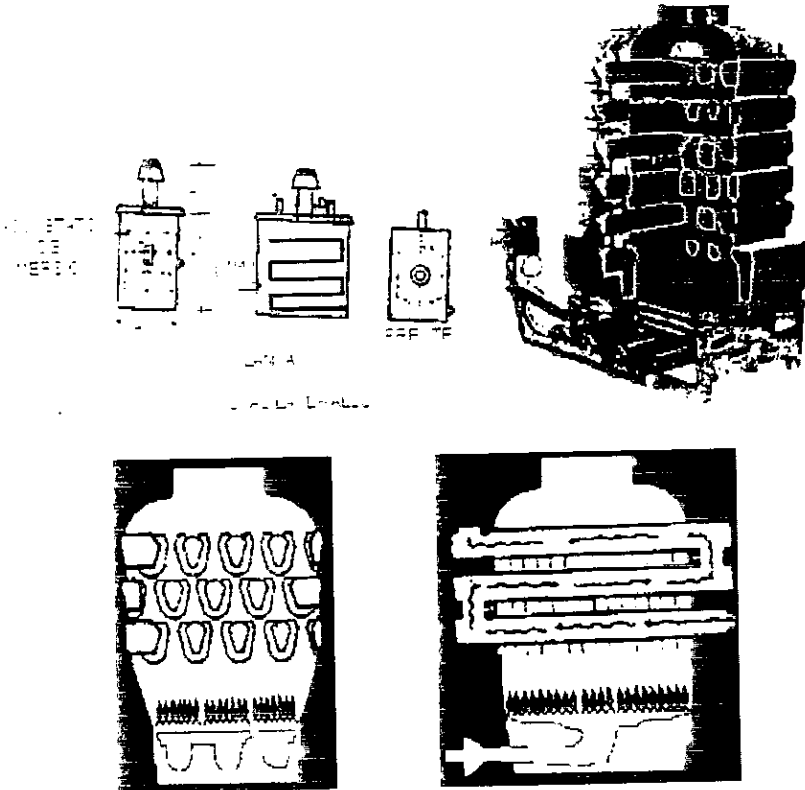


Fig. 4.3.5 El cuerpo de absorción de calor está formado por secciones horizontales superpuestas a través de las cuales circula el agua en trayectoria zig-zag.

IV.3.5. CALDERAS DE AGUA CALIENTE

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

Los que tienen su tanque exterior corresponden a sistemas de grandes edificios, por lo que son los que trataremos a continuación.

El aparato en sí contiene únicamente el elemento productor de calor y el serpentín de tubos de cobre o celdas de fierro fundido que transmite 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.

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, asta el límite de utilizar la caldera como si fuera solamente de paso, situación que quedara determinada mediante un estudio económico.

En la figura 4.3.6 podemos ver la instalación de dicha caldera y sus instalaciones necesarias:

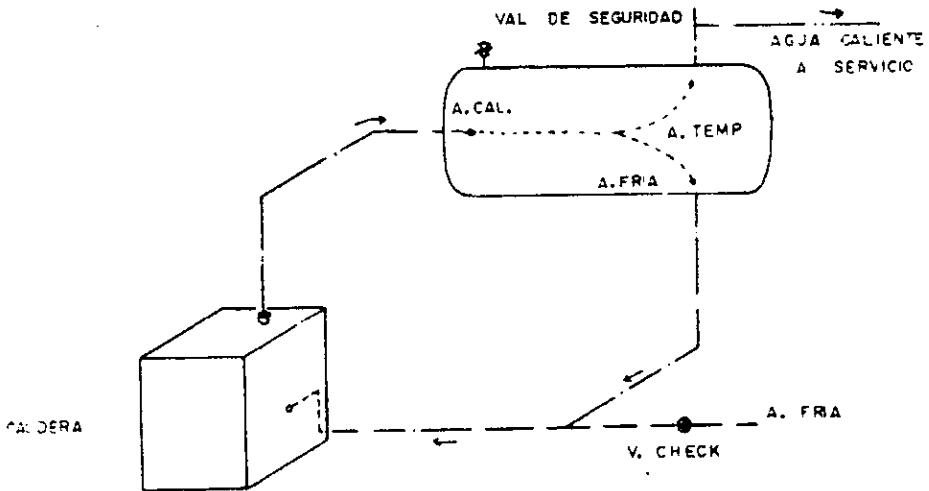


Figura 4.3.6. CALDERA DE AGUA CALIENTE CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

IV.3.6. CALDERA 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 sales y sedimentos, en la caldera, no es conveniente hacer pasar por ésta el agua de consumo.

Para tal fin se utilizan intercambiadores de calor de agua caliente y esta forma el agua que alimenta a la caldera y que pasa por el intercambiador, forma un circuito cerrado. El agua de consumo pasa por el intercambiador y va al servicio. El intercambiador puede ser interior o exterior, con relación al tanque.

Como podemos ver en la figura 4.3.7. se muestra la instalación de un intercambiado de calor.

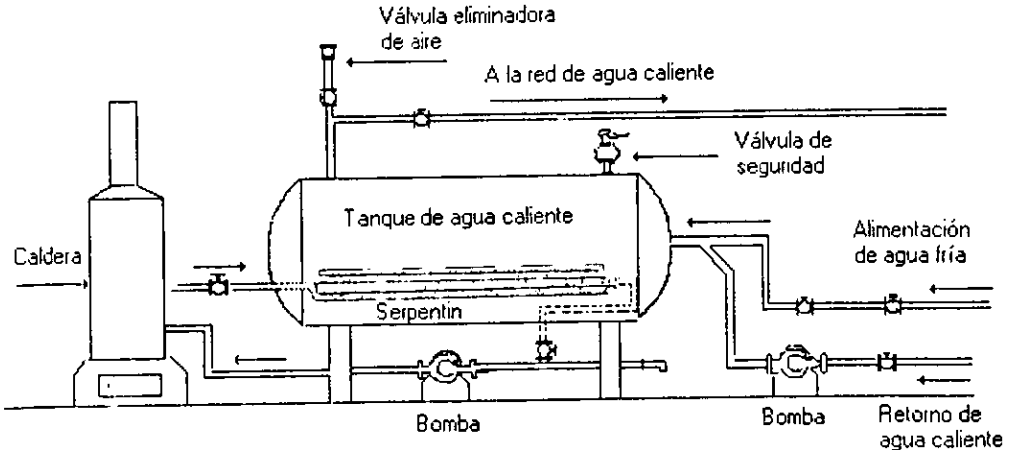


Fig.4.3.7 Caldera de agua caliente con intercambiador de calor.

IV.3.7. 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.

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 tres métodos usuales para el cálculo, que son a base de considerar el número de equipos instalados que consumen agua caliente en el edificio, por el número de personas y por el número de cuartos.

Siendo el segundo método el que más se acerca a la realidad, dando demandas menores que el método del número de muebles, y se aconseja usarlo siempre que sea posible. 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, 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 grados centígrados (°C).

Las fórmulas 1, 2 y 3 siguientes se basan en el hecho de que sólo pueden sacarse a plena temperatura (T_0) 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 máxima:

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

4.- Capacidad de calentamiento en albercas:

m³ de alberca por 555 = Kcal / hora, a la salida.

Las formulas 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 Btu/h de entrada, al nivel del mar, como por ejemplo las Hydrotherm:

Combustible:	Gas L.P.
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 Hr
Dotación agua caliente:	100 L/hab-día
Incremento de temperatura:	53°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:

$$\text{Modelo} = 4.60 \times \text{hab.} - 0.06 \times T$$

$$\text{Modelo} \times 155 = \text{Kcal. /hr. de entrada}$$

6.- Caldera necesaria para calentamiento de albercas:

Modelo = (m³) X 3.50

Ejemplo de aplicación de las fórmulas anteriores.

Calcular la capacidad de caldera para agua caliente, así como el tanque de almacenamiento con los siguientes datos.

Casa departamento con 200 Hab.

G = 2850 L/h

h = 4 horas

Tc - Tf = 60° - 15° = 45°C

$$T = \frac{4 (2850 - 975)}{0.75} = 10,000 \text{ litros}$$

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

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 del lugar en que la caldera va a ser instalada, en cuyo caso habrá que multiplicar su capacidad al nivel del mar, por la presión barométrica local y dividir el producto entre 780 mm Hg, que es la presión atmosférica normal al nivel del mar. En seguida anotamos las presiones barométricas de algunas poblaciones y su relación con la del nivel del mar, tomada como 100%.

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

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

Y entonces una caldera que tenga 80% de eficiencia térmica 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/hr y entregará 25,200 X 0.80 = 20,160 Kcal/hr al nivel del mar, como en Acapulco, y a cualquier otra altitud entregará (20 X 160) X (6/760) Kcal/hr, de tal manera que Aguascalientes, por ejemplo, podrá entregar el 80.5% de 20,160 Kcal/hr, o sea 16,230 Kcal/hr, con las que podría calentar 10°C a 60°C unos 325 litros de agua por hora.

IV.4. INTERCAMBIADOR DE CALOR

El sistema de calefacción central normalmente consta de una caldera, un tanque de almacenamiento de agua caliente y un intercambiador de calor. El intercambiador de calor consiste en un serpentín o fluxes de cobre los cuales por su gran superficie de contacto puede transmitir el calor al líquido circundante. Este puede ir colocado entre la caldera y el tanque de almacenamiento cuando se trata de un intercambiador exterior, dentro del tanque de almacenamiento cuando se trata de un intercambiador interior; como lo podemos observar en la figura 4.3.7. y en figura 4.4.1.

Cuando en el serpentín de calefacción circula vapor, al estar en contacto con el agua, cede calor y el vapor tiende a perder su estado físico convirtiéndose en condensado, es ahí donde se emplean las trampas para vapor cuyo objeto es remover el condensado que se forma y eliminar el aire indeseable, en las figuras 4.4.2 y 4.4.3 se muestra una trampa de vapor así como su instalación.

La transmisión de calor del vapor de agua, mediante un serpentín de tubos de cobre es aproximadamente de 1,200 Kcal/h debiendo tomar la diferencia media logarítmica entre la temperatura del agua y la del vapor.

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

$$C = US \frac{tg - tp}{\ln tg - \ln tp} \quad (\text{Kcal/h})$$

estando U en Kcal/°Chm² y las diferencias de temperatura en grados centígrados.

Por ejemplo, si vamos a calentar 3,000 litros de agua fría de 15°C, en una hora usando vapor de 105°C de temperatura (aproximadamente 0.2 Kp/cm² en Acapulco y 0.5 Kp/cm² en Toluca) tendremos:

$$\begin{aligned} tg &= 105^\circ - 15^\circ = 90^\circ\text{C} \\ tp &= 105^\circ - 60^\circ = 45^\circ\text{C} \\ U &= 1200 \text{ Kcal}/^\circ\text{Chm}^2 \end{aligned}$$

y entonces:

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

$$S = 1.76 \text{ m}^2 \quad \cdot \quad 18.65 \text{ ft}^2$$

Dado que la presión (P) producida por una columna líquida de metros de columna de agua (H) y de (Y) kilopontios por metros cúbico de peso específico es:

$$P = H Y$$

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

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

y entonces:

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

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

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

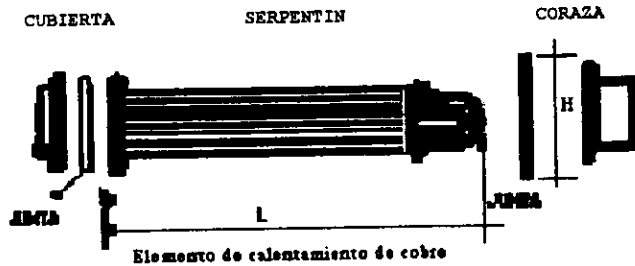
$$H_{red} \times 0.5 (t_{mc} - t_{mr}) \quad \text{en mm H}_2\text{O}$$

En virtud de que el agua pierde aproximadamente 0.5 kp/m^3 por cada grado de elevación de temperatura, cuando está entre unos 50° y 60°C , siendo (t_{mc}) la temperatura media del agua caliente en el tubo de subida y (t_{mr}) la temperatura media en la tubería de retorno. Así por ejemplo, si el agua sale del tanque a 60°C y retorna a 40°C , la caída total de temperatura será de 20°C y la diferencia ($t_{mc} - t_{mr}$) será aproximadamente de la mitad (10°C), y entonces si (H_{red}) fuera de 40 metros, la carga de termosifón sería:

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

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

Fig. 4.4.1



Capacidad de calentamiento l.p.m. 5°C a 80°C con vapor a presión atmosf.	Superficie de calentamiento m ²	Longitud mínima de tanque cm.	H cm	L cm	Vapor	
					Entrada En in	Salida En in
190 lpm	0.23	45	30	37	2	1
750	0.92	165	30	152	2	1
1500	1.85	150	40	136	2 ½	1 ¼
2270	2.80	190	48	153	4	2
3780	4.65	150	53	154	5	2 ½
7500	9.29	260	63	260	5	2 ½
15000	18.60	290	67	298	8	4
22700	28.00	280	75	260	10	5

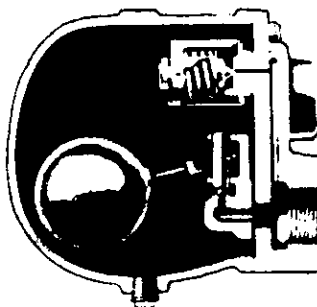


Fig. 4.4.2
Trampa de vapor.

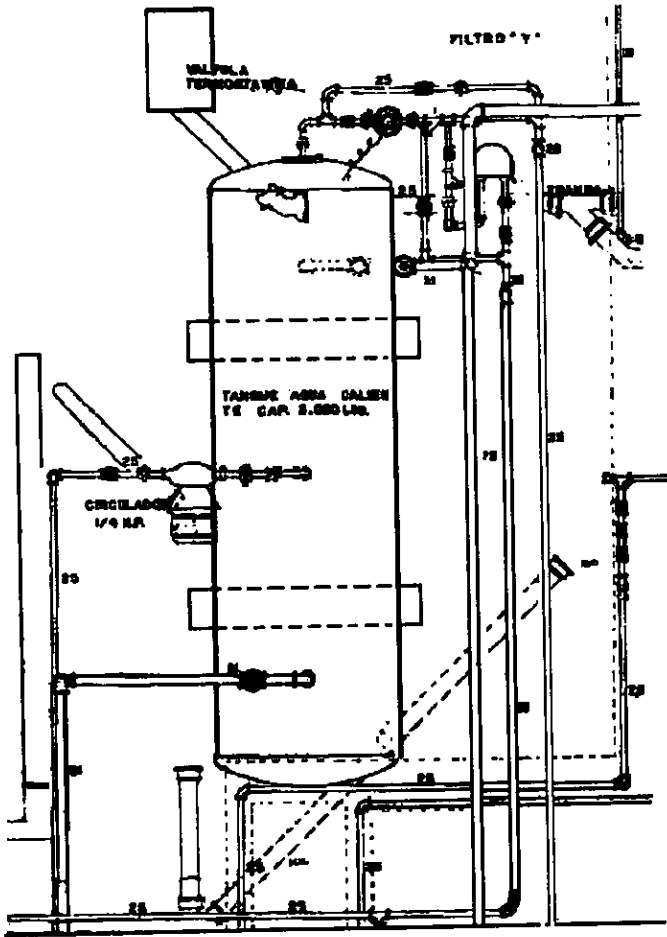


Fig. 4.4.3. Instalación de trampa de vapor.

IV.5. MEZCLADORAS AUTOMATICAS DE AGUA

Para los pequeños volúmenes de agua, se hace generalmente o a mano en una bola mezcladora (fig. 4.5.1.)o, mediante aparatos termostáticos. Estos últimos son empleados especialmente en los servicios de agua caliente distribuida a alta temperatura a más de 50 C, donde los riesgos de quemadura para el usuario, el rápido deterioro de las guarniciones de la grifería, la fatiga de las juntas, soldaduras y racores (piezas metálicas que sirven para empalmar los tubos), exigen el descenso a temperatura de utilización. De estos aparatos, que regulan automáticamente la mezcla mediante la acción de válvulas sobre los pasos de agua fría y de agua caliente hay numerosos modelos.

Para los grandes volúmenes de agua, la regularización de la temperatura se hace por medio de aparatos de cañas termostáticas que, sumergidas en el agua, gobiernan, por medio de un tubo capilar, la mariposa de una válvula reguladora de admisión del fluido calentador (Fig. 4.5.2.) los termostatos de esta categoría se hacen hasta del diámetro de 250 mm.

Se debe fijar como norma no enviar a un mitigador de baños o de duchas agua a una temperatura superior a 40 C para evitar quemaduras a los usuarios.

Si se trata desde luego, de una instalación de cierta importancia, habrá que prever además de la primera regularización en el hervidor (limitación de la temperatura del agua en reserva de 80 a 85"), una segunda que baje esta temperatura a 35-40", temperatura de agua a enviar a los aparatos de utilización. Entonces el usuario tiene la facultad de obtener agua caliente a esa temperatura, agua fría o la mezcla de las dos.

La figura 4.5.3 es un ejemplo de este tipo de reguladores. En estado de reposo el punzón S reposa libremente sobre la varilla S1 de la válvula. El resorte de recuperación F mantiene la válvula abierta. Tan pronto la temperatura para la cual el termostato está regulado, es alcanzada, el líquido se dilata bajo la acción del calor sobre el zambullidor termostático T, la presión creada en el interior se transmite por el tubo capilar V al cuerpo del punzón O, y compone el tubo plisado K. Este movimiento hacia adelante es transmitido por el punzón S a la varilla de la válvula S1, cerrando así la admisión del fluido calentante. A consecuencia del enfriamiento el líquido se contrae y el tubo plisado K vuelve a su posición primera por su propia elasticidad el resorte de recuperación F abre así de nuevo la válvula de admisión del fluido calentante.

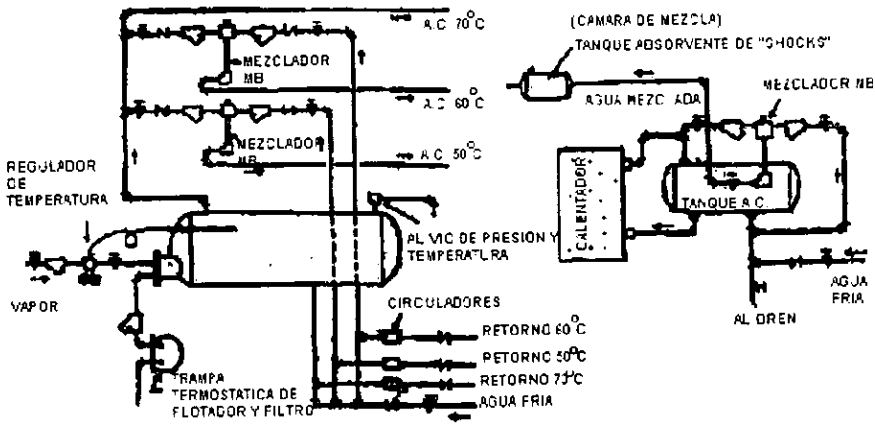


Fig. 4.5.1

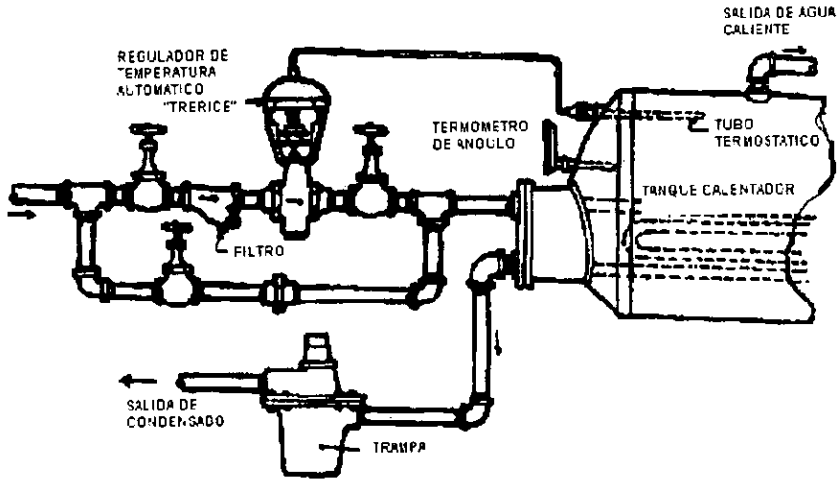
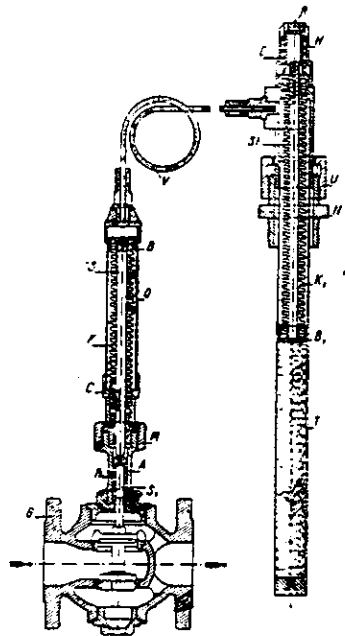


Fig. 4.5.2

FIGURA 4.5.3.



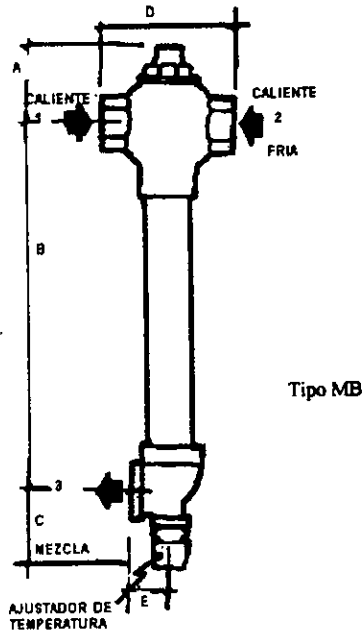
--Mando de una válvula por termostato.

Las mezcladoras para agua, mezclan agua fría con agua caliente y automáticamente controlan proporciones para ceder agua templada a cualquier temperatura constante deseada en un punto, abase de termostato interior.

Los tipos de mezcladoras que se presentan son de la marca SARCO :

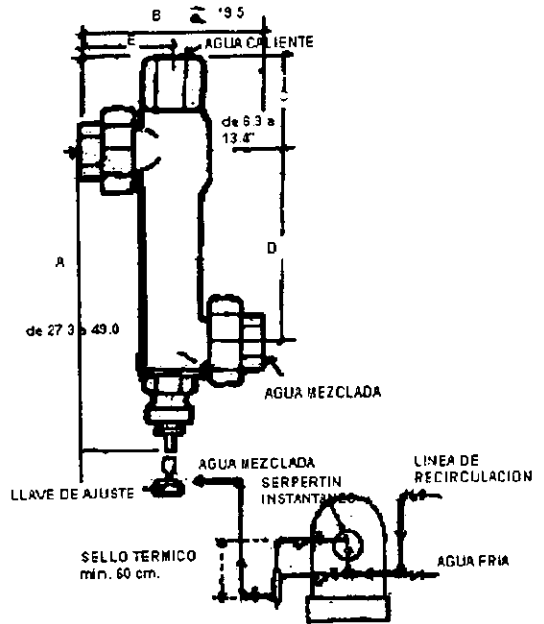
- ◇ Tipo MB: Que se utiliza para trabajos normales en instalaciones industriales.
- ◇ Tipo EB: Funciona de manera invertida al tipo MB.
- ◇ Tipo especial MB-DS: Parecida a la MB para temperaturas del agua mezclada baja, y muy cercana al agua fría.
- ◇ Tipo DB: Utilizada para instalaciones domesticas y edificios de departamentos.

TAMAÑO	A	B	C	D	E	PESO
½	9.3	43.2	15.2	12.7	3.1	5kg
¾	9.5	45.7	15.2	14.4	4.5	6.1
1	9.5	45.7	15.2	14.4	4.5	6.1
1 ¼	12	52.0	17.5	17.5	4.5	9.3
1 ½	12.0	57.2	17.5	17.5	5.0	9.3
2	13.4	65.4	19.6	19.6	5.8	13.6
2 ½	17.4	76.4	25.4	26.4	7.2	42.2
3	16.9	80.7	27.4	27.6	7.9	45.5
4	16.9	86.0	31.9	31.9	11.5	81.5

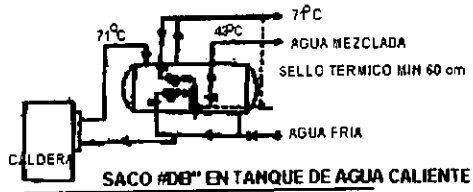


Tipo MB

El mezclador tipo DB se usa para casa de apartamentos y residencias para surtir temperaturas de agua moderada, a muebles cuando la temperatura del calentador es alta. Debe usarse cuando las presiones en las alimentaciones del agua fría y caliente están ligeramente bien balanceadas.



SARCO "DB" EN SERPENTIN SUMERGIDO INSTANTANEO



SACO #DB" EN TANQUE DE AGUA CALIENTE

DATOS
TECNICOS:

MEZCLADORES DE AGUA SARCO CAPACIDAD EN LITROS POR
MINUTO

TIPOS. MB, EB Y MB-DS MAXIMA PRESION DE TRABAJO: 10.5 kg/cm²

CAIDA DE PRESION	TAMAÑO								
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
0.07 kg/cm ²	13.60	18.90	24.20	30.20	37.80	53.00	94.50	121.00	216.00
0.14	19.30	26.90	34.00	42.70	53.30	74.20	143.50	170.00	310.00
0.21	25.30	33.00	42.00	52.20	65.50	91.50	177.50	207.50	374.00
0.35	30.30	42.40	54.10	67.80	85.00	118.50	227.50	278.80	480.00

RANGO DE AJUSTE: 4 5°C A 93°C

TIPO DB (MEZCLADOR DOMESTICO) MAXIMA PRESION DE TRABAJO 8.8 kg/cm²

CAIDA DE PRESION	TAMAÑO							
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
0.07 kg/cm ²	7.57	8.30	22.70	43.50	49.20	64.20	140.00	174.00
0.14	11.00	11.70	33.20	60.50	64.20	94.50	193.00	250.00
0.21	12.80	14.70	40.80	75.70	81.50	113.50	238.00	302.50
0.35	16.20	18.90	51.00	88.30	111.50	151.50	302.50	398.00
0.70	23.10	26.50	72.00	136.00	155.00	212.00	435.00	568.00
1.41	34.00	37.80	108.00	196.50	223.00	302.50	625.00	315.00

RANGO DE AJUSTE ESTANDAR: 50°C A 71°C

D
I
S
T
R
I
B
U
C
I
O
N

CAPITULO V

V. DISTRIBUCIÓN

Las pérdidas de carga por fricción en tuberías, válvulas y conexiones que conducen agua a presión son las mismas en condiciones iguales de gasto y tipo de material de la tubería, ya sea que se alimente a cisternas, hidrantes de protección contra incendios, válvulas de acoplamiento rápido y muebles sanitarios, con agua fría o caliente.

Estrictamente para un mismo gasto se tiene menos pérdida de carga por fricción en el agua caliente que en agua fría, ya que la viscosidad disminuye al aumentar la temperatura; sin embargo, dentro de los límites de temperatura comúnmente empleados para el abastecimiento de agua caliente que entra en contacto con el usuario, la diferencia en pérdida por fricción entre el agua fría y el agua caliente es lo suficientemente pequeña como para que no amerite la utilización de diferentes monogramas de pérdidas de carga por fricción.

En base a esto se considera que el cálculo de una red de distribución para agua caliente se realiza de la misma manera que para una red de distribución para agua fría.

V.1. METODO DE HUNTER:

Hunter determinó un método práctico para la determinación de gastos en las tuberías en edificaciones. Asumió que la operación de las instalaciones principales de un sistema puede ser considerada como un evento aleatorio, por lo que la utilización de los muebles sanitarios y su tiempo de operación podía analizarse con apoyo en la teoría de las probabilidades. Así, estimo las frecuencias máximas de uso de los muebles que forman una instalación hidrosanitaria basando sus resultados en mediciones hechas en hoteles y edificios de departamentos, y a la vez, teniendo como objetivo determinar el gasto que deberá ser consumido por las tuberías de un sistema de distribución si éste debe rendir un servicio satisfactorio; definiendo como servicio satisfactorio, cuando el sistema está dimensionado de tal forma que el gasto demandado por un número "m" del total de muebles "n" es suministrado cuando los "m" muebles están funcionando simultáneamente.

El procedimiento deducido con fundamento en la teoría de las probabilidades era muy complicado, por lo que Hunter ideó un método simple que dio resultados aproximados satisfactorios. Así creo factores de carga de instalaciones (Unidades Mueble), asignándole un valor de diez a un inodoro de fluxómetro con un tiempo de operación de nueve segundos, un gasto promedio de 1.7 l.p.s. y un intervalo de operación de 5 minutos, y de éste partió

para asignarle número de Unidades Mueble a los demás muebles sanitarios.

Trazando la curva correspondiente para inodoros cuando éstos eran operados por válvulas de fluxómetro y tanque, mostrándose en ésta, en el eje de las abscisas, el número de Unidades Mueble, y en el de las ordenadas, el gasto correspondiente que incluye la probabilidad de uso simultáneo y que representa el gasto máximo instantáneo probable, Ver las gráficas de curvas de equivalencia para el calculo con el sistema de Hunter 5.1.1 (para pequeños gastos) y 5.1.2 (para grandes gastos) estos valores se presentan tabulados en la tabla 5.1.3.

Para la aplicación del método de Hunter, se deberá definir el trazo de las líneas alimentadoras debiéndose tomar en cuenta para la definición de estas líneas los siguientes puntos:

La trayectoria será, hasta donde sea posible, paralela a los ejes principales de las construcciones.

Hecho el trazo de las líneas y columnas de alimentación desde el origen de abastecimiento (tinaco, tanque elevado, bombeo, etc.), se empieza a asignar las unidades mueble de acuerdo con la tabla 5.1.4, estas unidades primero se van acumulando desde los puntos más alejados de ese origen hacia las columnas alimentadoras, y posteriormente sobre éstas y siempre avanzando hacia dicho punto, obteniendo así el total de Unidades Mueble correspondiente al gasto que deberá ser suministrado desde cualquiera de las estructuras de abastecimiento. Se denominan líneas y columnas de alimentación, respectivamente, a las tuberías horizontales y verticales que permiten conducir el agua hasta los diferente núcleos de demanda dentro de las edificaciones.

Debe tomarse en cuenta que entre más muebles existan, la probabilidad de que todos estén trabajando al mismo tiempo disminuye, por lo que no se deberán sumar los gastos que converjan a un ramal o línea alimentadora, sino que se deberán sumar las unidades mueble y con este resultado obtener el gasto en este tramo.

fig. 5.1.1. CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL
CALCULO CON EL METODO DE HUNTER.

(PEQUEÑOS GASTOS)

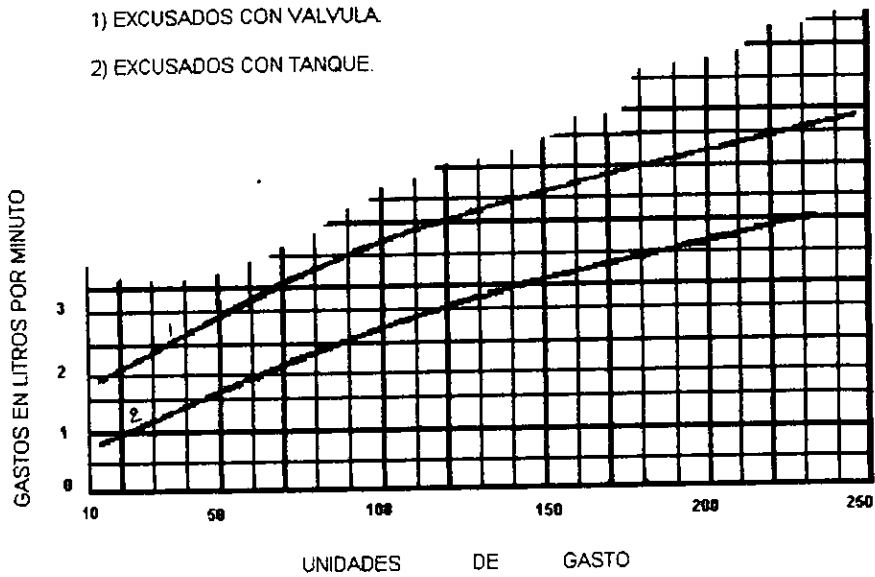
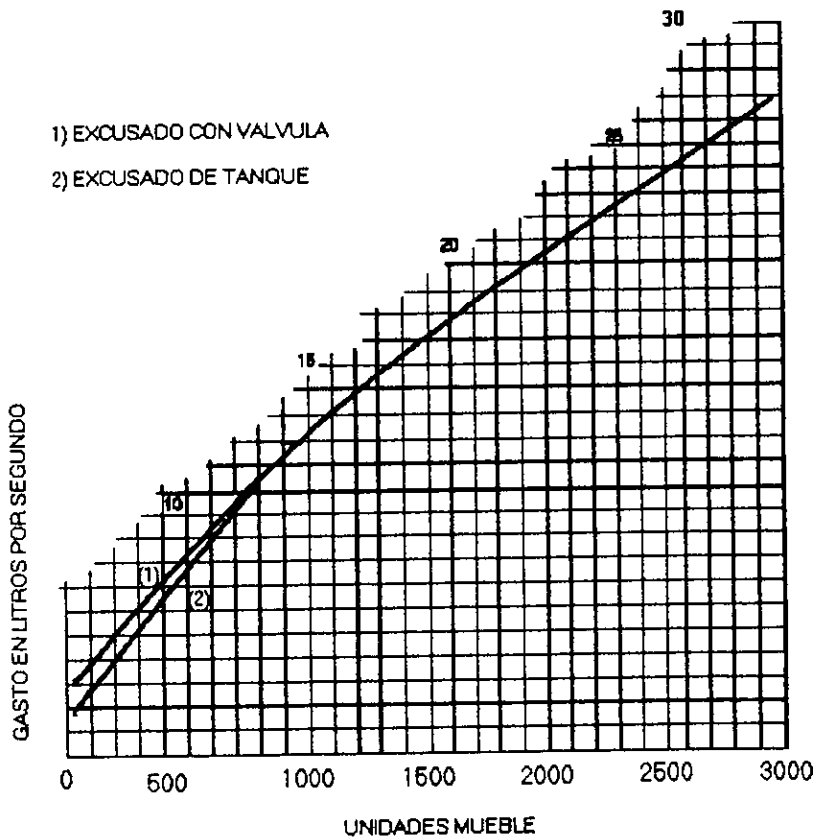


fig. 5.1.2. CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO
CON EL METODO DE HUNTER



Cálculo de gastos en otros tipos de edificios

MUEBLE	TIPO DE USO	UNIDADES MUEBLE			MUEBLE	TIPO DE USO	UNIDADES MUEBLE		
		TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE			TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
W.C.	Privado	1	0.75	0.75	Tina	Privado	4	3	3
Cocineta	"	2	1.5	1.5	"	"	4	3	3
Regadera de cocina	"	2	1.5	1.5	Fregadero de cocina	Hotel, Rest Publico	4	3	3
Grupo de baño completo	"	8	6	3	Cocineta	"	2	1.5	1.5
Inodoro con fluxómetro	"	6	4	3	Inodoro con fluxómetro	"	10	10	
Inodoro con tanque	"	6	6		Inodoro con tanque	"	5	5	
W.C. con fluxómetro	"	3	3		Lavabo	"	2	1.5	1.5
W.C. con tanque	"	1	0.75	0.75	Lavabo	"	4	3	3
Lavabo	"	2	1.5	1.5	Lavadora de ropa	"	5	5	
Lavadora	"	4	3	3	Mingitorio con fluxómetro	"	3	3	
Lavadora de loza	"	4	3	3	Mingitorio con llava de resorte	"	4	3	3
Lavadora de ropa	"	4	3	3	Regadera	"	4	3	3
Regadera	"	2	1.5	1.5	Tina	"	4	3	3

GASTOS EN FUNCION DE UNIDADES-MUEBLE
Método Hunter-Nielsen

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

(Continúa)

NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.)		NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.)		NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.)	
	SIN FLUXOMETRO	SIN FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	SIN FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	SIN FLUXOMETRO
132	3.29	4.66	232	4.70	6.10	332	5.96	7.30
134	3.32	4.71	234	4.73	6.12	334	5.99	7.32
136	3.35	4.74	236	4.75	6.15	336	6.01	7.34
138	3.38	4.77	238	4.78	6.18	338	6.04	7.36
140	3.41	4.80	240	4.80	6.20	340	6.06	7.39
142	3.44	4.83	242	4.83	6.23	342	6.09	7.41
144	3.47	4.86	244	4.85	6.26	344	6.11	7.43
146	3.50	4.89	246	4.88	6.28	346	6.14	7.45
148	3.53	4.92	248	4.90	6.31	348	6.16	7.47
150	3.56	4.95	250	4.93	6.34	350	6.19	7.50
152	3.59	4.98	252	4.95	6.36	352	6.21	7.52
154	3.62	5.01	254	4.98	6.39	354	6.24	7.54
156	3.65	5.04	256	5.00	6.42	356	6.26	7.56
158	3.68	5.07	258	5.03	6.44	358	6.29	7.58
160	3.71	5.10	260	5.05	6.46	360	6.31	7.60
162	3.74	5.13	262	5.08	6.49	362	6.34	7.62
164	3.77	5.16	264	5.10	6.51	364	6.36	7.64
166	3.80	5.18	266	5.13	6.53	366	6.39	7.66
168	3.83	5.21	268	5.15	6.56	368	6.41	7.68
170	3.86	5.24	270	5.18	6.58	370	6.44	7.70
172	3.89	5.27	272	5.20	6.60	372	6.46	7.72
174	3.91	5.30	274	5.23	6.62	374	6.49	7.74
176	3.94	5.32	276	5.25	6.65	376	6.51	7.76
178	3.96	5.35	278	5.28	6.67	378	6.54	7.78
180	3.99	5.38	280	5.30	6.69	380	6.56	7.80
182	4.01	5.41	282	5.33	6.72	382	6.59	7.82
184	4.04	5.44	284	5.35	6.74	384	6.62	7.84
186	4.07	5.46	286	5.38	6.76	386	6.65	7.86
188	4.10	5.49	288	5.40	6.78	388	6.67	7.88
190	4.13	5.52	290	5.43	6.80	390	6.70	7.90
192	4.16	5.55	292	5.45	6.83	392	6.72	7.92
194	4.19	5.58	294	5.48	6.85	394	6.75	7.94
196	4.22	5.60	296	5.50	6.87	396	6.77	7.96
198	4.25	5.63	298	5.53	6.89	398	6.80	7.98
200	4.28	5.66	300	5.55	6.92	400	6.82	8.00
202	4.31	5.69	302	5.58	6.95	402	6.85	8.02
204	4.34	5.72	304	5.61	6.97	404	6.87	8.04
206	4.37	5.74	306	5.64	6.99	406	6.90	8.06
208	4.39	5.77	308	5.66	7.01	408	6.92	8.08
210	4.42	5.80	310	5.69	7.04	410	6.95	8.10
212	4.44	5.83	312	5.71	7.07	412	6.97	8.12
214	4.47	5.85	314	5.74	7.09	414	7.00	8.14
216	4.49	5.88	316	5.76	7.11	416	7.02	8.16
218	4.52	5.91	318	5.79	7.13	418	7.05	8.18
220	4.54	5.94	320	5.81	7.16	420	7.07	8.20
222	4.57	5.96	322	5.84	7.19	422	7.10	8.22
224	4.60	5.99	324	5.86	7.21	424	7.12	8.24
226	4.63	6.02	326	5.89	7.23	426	7.15	8.26
228	4.65	6.04	328	5.91	7.25	428	7.17	8.28
230	4.68	6.07	330	5.94	7.28	430	7.20	8.30

(Continúa)

NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l p s)		NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l p s)		NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l p s)	
	CON FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		CON FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		CON FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
432	7 22	8 32	580	8 92	9 80	830	11 82	12 20
434	7 25	8 34	585	8 97	9 85	835	11 87	12 25
436	7 27	8 36	590	9 02	9 90	840	11 93	12 30
438	7 30	8 38	595	9 07	9 95	845	11 98	12 35
440	7 32	8 40	600	9 13	10 00	850	12 04	12 40
442	7 35	8 42	605	9 19	10 05	855	12 09	12 45
444	7 37	8 44	610	9 25	10 10	860	12 15	12 50
446	7 39	8 46	615	9 31	10 15	865	12 20	12 55
448	7 41	8 48	620	9 37	10 20	870	12 26	12 60
450	7 43	8 50	625	9 43	10 25	875	12 31	12 65
452	7 45	8 52	630	9 49	10 30	880	12 37	12 70
454	7 47	8 54	635	9 54	10 35	885	12 42	12 75
456	7 49	8 56	640	9 59	10 40	890	12 48	12 80
458	7 51	8 58	645	9 65	10 45	895	12 53	12 84
460	7 53	8 60	650	9 71	10 50	900	12 59	12 88
462	7 55	8 62	655	9 77	10 55	905	12 64	12 92
464	7 57	8 64	660	9 83	10 60	910	12 70	12 96
466	7 60	8 66	665	9 89	10 65	915	12 75	13 00
468	7 62	8 68	670	9 95	10 70	920	12 81	13 04
470	7 65	8 70	675	10 00	10 75	925	12 86	13 08
472	7 67	8 72	680	10 05	10 80	930	12 92	13 12
474	7 70	8 74	685	10 10	10 85	935	12 97	13 16
476	7 72	8 76	690	10 16	10 90	940	13 03	13 20
478	7 75	8 78	695	10 22	10 95	945	13 08	13 24
480	7 77	8 80	700	10 28	11 00	950	13 14	13 28
482	7 80	8 82	705	10 34	11 05	955	13 19	13 32
484	7 82	8 84	710	10 40	11 10	960	13 25	13 36
486	7 85	8 86	715	10 46	11 15	965	13 30	13 40
488	7 87	8 88	720	10 52	11 20	970	13 36	13 44
490	7 89	8 90	725	10 58	11 25	975	13 41	13 48
492	7 91	8 92	730	10 64	11 30	980	13 47	13 52
494	7 93	8 94	735	10 70	11 35	985	13 52	13 56
496	7 95	8 96	740	10 76	11 40	990	13 58	13 60
498	7 97	8 98	745	10 82	11 45	995	13 63	13 65
500	7 99	9 00	750	10 88	11 50	1000	13 69	13 69
505	8 04	9 05	755	10 94	11 54			
510	8 10	9 10	760	11 00	11 58			
515	8 16	9 15	765	11 06	11 62			
520	8 22	9 20	770	11 12	11 66			
525	8 28	9 25	775	11 18	11 70			
530	8 34	9 30	780	11 24	11 74	1010	13 78	
535	8 40	9 35	785	11 30	11 78	1020	13 87	
540	8 46	9 40	790	11 36	11 82	1030	13 96	
545	8 51	9 45	795	11 42	11 86	1040	14 05	
550	8 56	9 50	800	11 48	11 90	1050	14 14	
555	8 62	9 55	805	11 54	11 95	1060	14 22	
560	8 68	9 60	810	11 60	12 00	1070	14 30	
565	8 74	9 65	815	11 65	12 05	1080	14 38	
570	8 80	9 70	820	11 71	12 10	1090	14 46	
575	8 86	9 75	825	11 76	12 15	1100	14 54	

A partir de 1 000 UM los gastos probables para muebles con o sin fluxómetro son iguales

1010	13 78
1020	13 87
1030	13 96
1040	14 05
1050	14 14
1060	14 22
1070	14 30
1080	14 38
1090	14 46
1100	14 54

NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (p/s) CON DIS. F. C. X METRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (p/s) CON DIS. F. C. X METRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (p/s) CON DIS. F. C. X METRO
1110	14 63	1610	18 39	2220	22 60
1120	14 71	1620	18 46	2240	22 74
1130	14 79	1630	18 53	2260	22 88
1140	14 87	1640	18 60	2280	23 02
1150	14 95	1650	18 67	2300	23 15
1160	15 03	1660	18 74	2320	23 28
1170	15 11	1670	18 81	2340	23 41
1180	15 19	1680	18 88	2360	23 54
1190	15 27	1690	18 95	2380	23 67
1200	15 35	1700	19 02	2400	23 80
1210	15 43	1710	19 09	2420	23 94
1220	15 51	1720	19 16	2440	24 08
1230	15 59	1730	19 23	2460	24 21
1240	15 67	1740	19 30	2480	24 34
1250	15 75	1750	19 37	2500	24 47
1260	15 83	1760	19 44	2520	24 60
1270	15 91	1770	19 51	2540	24 73
1280	15 99	1780	19 58	2560	24 86
1290	16 06	1790	19 65	2580	24 99
1300	16 13	1800	19 72	2600	25 12
1310	16 21	1810	19 79	2620	25 25
1320	16 29	1820	19 86	2640	25 38
1330	16 37	1830	19 93	2660	25 51
1340	16 45	1840	20 00	2680	25 64
1350	16 53	1850	20 07	2700	25 77
1360	16 60	1860	20 14	2720	25 90
1370	16 67	1870	20 21	2740	26 03
1380	16 74	1880	20 28	2760	26 16
1390	16 81	1890	20 35	2780	26 29
1400	16 88	1900	20 42	2800	26 42
1410	16 96	1910	20 49	2820	26 55
1420	17 04	1920	20 56	2840	26 68
1430	17 12	1930	20 63	2860	26 81
1440	17 19	1940	20 70	2880	26 94
1450	17 26	1950	20 77	2900	27 07
1460	17 33	1960	20 84	2920	27 20
1470	17 40	1970	20 91	2940	27 33
1480	17 47	1980	20 98	2960	27 46
1490	17 54	1990	21 04	2980	27 58
1500	17 61	2000	21 10	3000	27 70
1510	17 69	2020	21 24	3020	27 83
1520	17 76	2040	21 38	3040	27 96
1530	17 83	2060	21 52	3060	28 08
1540	17 90	2080	21 66	3080	28 20
1550	17 97	2100	21 80	3100	28 32
1560	18 04	2120	21 94	3120	28 45
1570	18 11	2140	22 07	3140	28 58
1580	18 18	2160	22 20	3160	28 70
1590	18 25	2180	22 33	3180	28 82
1600	18 32	2200	22 46	3200	28 94

(Continúa)

NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.) CON O SIN FLOXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.) CON O SIN FLOXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.) CON O SIN FLOXOMETRO
3220	29.08	4800	36.99	6800	43.00
3240	29.18	4850	37.19	6850	43.12
3260	29.30	4900	37.38	6900	43.23
3280	29.42	4950	37.56	6950	43.34
3300	29.54	5000	37.74	7000	43.45
3320	29.66	5050	37.92	7100	43.66
3340	29.78	5100	38.10	7200	43.87
3360	29.90	5150	38.28	7300	44.08
3380	30.02	5200	38.45	7400	44.28
3400	30.13	5250	38.62	7500	44.48
3420	30.25	5300	38.79	7600	44.68
3440	30.37	5350	38.96	7700	44.87
3460	30.49	5400	39.12	7800	45.06
3480	30.60	5450	39.29	7900	45.24
3500	30.71	5500	39.45	8000	45.42
3550	30.99	5550	39.61	8100	45.59
3600	31.28	5600	39.77	8200	45.75
3650	31.55	5650	39.93	8300	45.92
3700	31.83	5700	40.09	8400	46.09
3750	32.10	5750	40.24	8500	46.25
3800	32.37	5800	40.39	8600	46.42
3850	32.63	5850	40.54	8700	46.58
3900	32.89	5900	40.68	8800	46.74
3950	33.15	5950	40.82	8900	46.90
4000	33.40	6000	40.96	9000	47.06
4050	33.65	6050	41.10	9100	47.21
4100	33.90	6100	41.24	9200	47.37
4150	34.14	6150	41.38	9300	47.52
4200	34.38	6200	41.51	9400	47.68
4250	34.62	6250	41.65	9500	47.83
4300	34.85	6300	41.78	9600	47.98
4350	35.08	6350	41.91	9700	48.13
4400	35.31	6400	42.03	9800	48.28
4450	35.53	6450	42.16	9900	48.43
4500	35.75	6500	42.28	10000	48.57
4550	35.97	6550	42.40		
4600	36.18	6600	42.52		
4650	36.39	6650	42.64		
4700	36.60	6700	42.76		
4750	36.80	6750	42.88		

Equivalencia de los muebles en unidades de gasto

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

V.2. MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN

La distribución de agua caliente se puede realizar por medio de los siguientes sistemas de alimentación según las necesidades del proyecto y /o el criterio del diseñador.

V.2.1 DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE, ALIMENTACIÓN DIRECTA:

El agua se alimenta a todos los accesorios con la presión de la calle a través de la red de la ciudad (C).

Este sencillo sistema de distribución de agua caliente es solamente aplicable a casas y edificios pequeños donde la distancia del calentador al accesorio más lejano es moderada. Los tres alimentadores verticales mostrados en el diagrama alimentan a los ramales en cuatro pisos. Cuando no hay demanda de agua, ésta se enfría en la tubería y al abrir una llave, se deberá hacer correr toda el agua en las líneas que vienen del calentador una o dos veces hasta que el agua salga caliente. Esto provoca un desperdicio de agua y de energía.

Cualquier tipo de calentador de agua (H), se puede usar. La figura 5.2.1 muestra un calentador tipo tanque con una válvula de vapor controlada por termostato (S1), y una trampa de condensados (S2), a través de la cual, el condensado es regresado al calentador.

El aire diluido en el agua fría tiende a formar burbujas al calentarse el agua y se debe colocar una válvula automática, de aire (V), para evitar que el agua salga a borbotones al abrir el grifo.

La válvula de alivio (R), es esencialmente una medida de seguridad, Cuando el agua se calienta se expande y si todas las salidas de un ramal están cerradas, la presión se elevará. También si la válvula de paso tuviera fugas o se traba estando abierta, el agua en el tanque que podría llegar al punto de ebullición. Para evitar la posibilidad de ruptura del tanque, es necesaria una válvula de alivio sensible a la temperatura y a la presión.

V.2.2. DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE CON CIRCULACIÓN INTERIOR:

Este sistema de distribución de agua caliente se usa generalmente en unidades departamentales con jardín, centros comerciales, escuelas y edificios similares, que tienen una gran extensión horizontal, pero sólo con uno o dos pisos de altura. Los muebles para baño, pueden estar colocados bastante retirados de la caldera, pero todos, cerca de la línea de distribución inferior de agua caliente. La parte punteada de la línea principal de agua caliente, la figura 5.2.2 indica que hay muchos más alimentadores verticales que los mostrados.

La instalación de tuberías es similar a la figura 5.2.1 y todos los elementos marcados con letras en ese diagrama, tienen un funcionamiento similar al del sistema de recirculación inferior de agua. Sin embargo hay una diferencia muy importante. En el extremo de la línea de agua caliente a la cual están conectados los alimentadores verticales hay una bomba (G) y una línea de retorno a la caldera. La bomba llamada de circulación se hace funcionar mediante un control acuastato (A), el cual se calibra a una temperatura de 10° a 20 °F menor que la del abastecimiento de agua caliente.

Con esta instalación, un inquilino sólo necesita tirar el agua del alimentador vertical y el ramal, antes de que el agua salga caliente. Debido a que el sistema se usa en edificios con altura de uno o dos pisos, el retraso para tener agua a una temperatura aceptable es bastante corto.

Si la bomba de circulación falla, o la línea de circulación se obstruye, el sistema equivaldría al de la figura 5.2.1, y un sistema muy extenso de tuberías sería inaceptable por el retraso que habría para obtener agua caliente en las llaves.

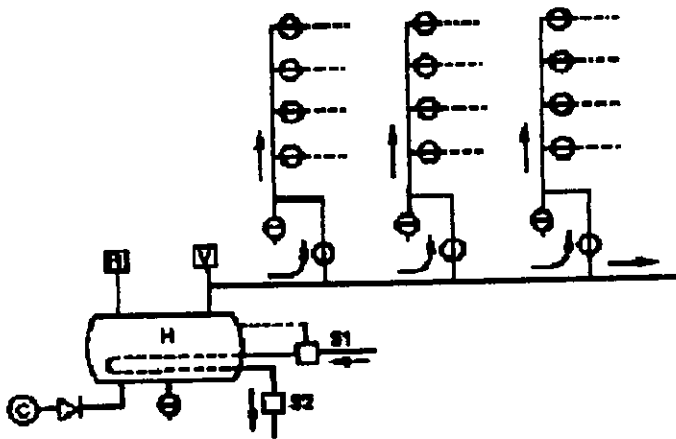


fig. 5.2.1. Distribución de agua caliente, alimentación directa.

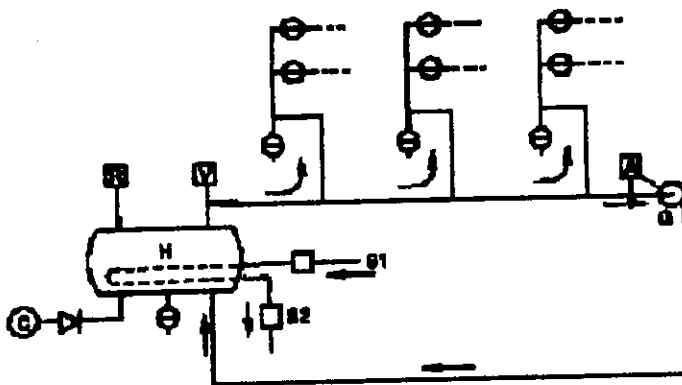


fig. 5.2.2. Distribución de agua caliente con circulación interior.

V.2.3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SUPERIOR DE AGUA CALIENTE:

Las conexiones del tanque elevado (T), a la línea de agua fría (L1), se muestran en la figura 5.2.3, se ilustran la ubicación de la válvula mezcladora (M) y la caldera (H). De la válvula mezcladora toda el agua caliente circula por la línea (L2), a un distribuidor superior justo debajo del nivel del techo. Los alimentadores verticales descendentes (D1), (D2) y (D3), son suministrados de ese distribuidor.

Las burbujas de aire saldrán a través del tubo de venteo, que remata arriba del nivel de agua del tanque elevado o se podrá usar un venteo mecánico.

El enfriamiento del agua en los alimentadores verticales descendentes tiende a provocar algo de recirculación, pero la bomba de circulación (G), controlado por el acuastato (A), asegura un movimiento más positivo del agua.

Nótese que en la base de cada alimentador vertical hay una válvula de retención (K), para prevenir el reflujó de la línea de recirculación, cuando alguna llave se abre en uno de los pisos inferiores.

Las omegas de expansión (E), o juntas de expansión patentadas, son necesarias para minimizar los esfuerzos en las tuberías por los cambios de temperatura del agua.

Al bajar el agua por el alimentador vertical la gravedad incrementa la presión. Válvulas reductoras de presión (Y), pueden necesitarse en los pisos inferiores. Válvulas reductoras de presión independientes se muestran en cada ramal, pero en algunos edificios la tubería está instalada de modo que la misma válvula pueda controlar la presión en varios ramales.

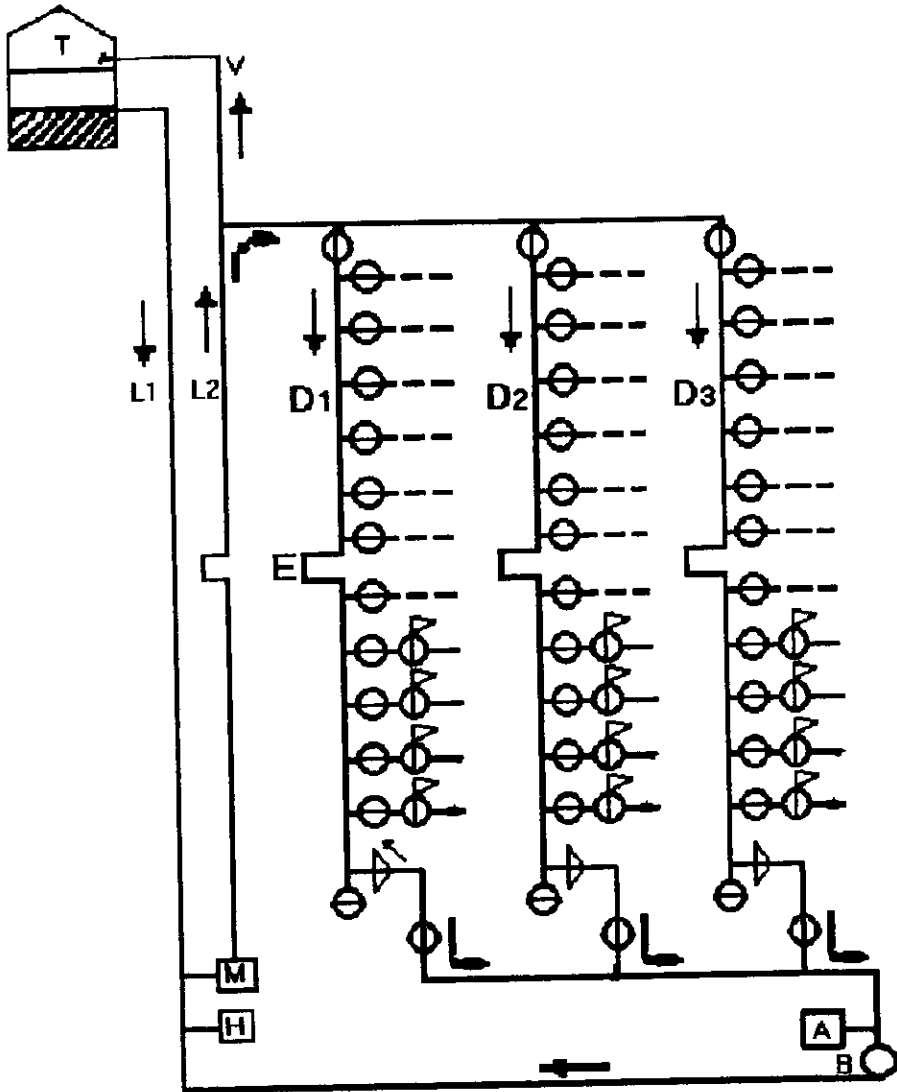


fig. 5.2.3. Sistema de distribución superior de agua caliente.

V.2.4. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE CON ALIMENTADORES VERTICALES ASCENDENTES Y LÍNEA DE RECIRCULACIÓN INDIVIDUALES:

Cada alimentador vertical ascendente, que tenga ramales conectados a él, como el (U1), tiene su propio alimentador vertical de recirculación del cual (D1) es típico. Están conectados, justo debajo del ramal del piso superior, para que los accesorios de éste, sirvan como venteos de aire cada vez que se utiliza agua.

El enfriamiento del agua en las líneas de recirculación puede ocasionar bastante recirculación por gravedad, pero frecuentemente será necesario instalar una bomba de circulación y acuastato, marcados (G) y (A), respectivamente.

Las válvulas de retención son necesarias en la base de los alimentadores verticales de recirculación pues frecuentemente provocan problemas. Nótese la posición relativa de las válvulas de retención y las válvulas de seccionamiento en las bases de (D1) y (D2). Si hay problemas con las válvulas de retención (K), en la base del alimentador vertical (D1), cerrando las dos válvulas de seccionamiento permiten que (U1) y (D1), sean drenados y su válvula de retención reemplazada.

De otra manera, si la posición relativa de la válvula de retención y las válvulas de seccionamiento en la base de (D2), están como se muestran en la figura, será necesario drenar la mayor parte o todo el sistema de recirculación del sótano para cambiar una válvula de retención.

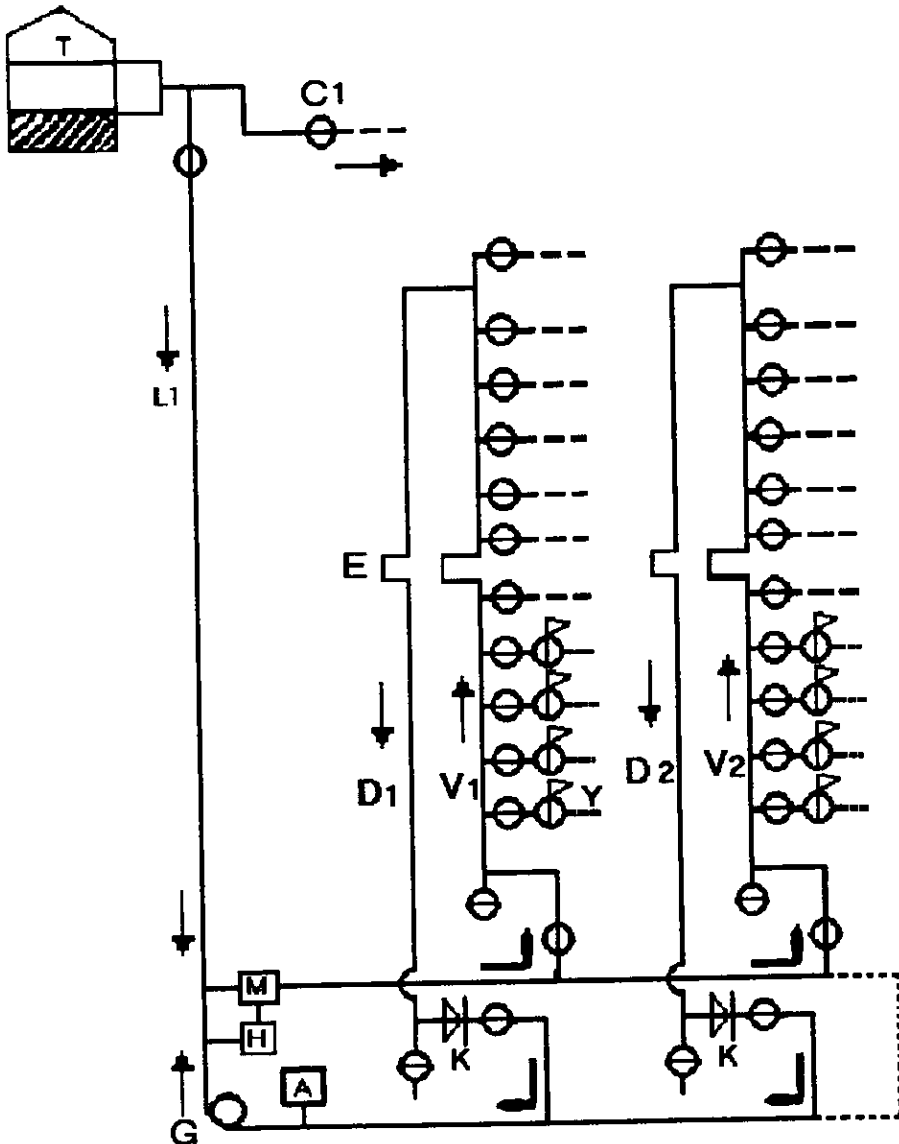


fig 5.2.4 Sistema de distribución de agua caliente con alimentadores verticales ascendentes y líneas de recirculación individuales.

V.2.5. DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE, SISTEMA EN ANILLO:

Los alimentadores verticales, ascendentes y descendentes, ambos alimentan a los ramales. Los alimentadores verticales descendentes, típicos (D1) y (D2), trabajan como líneas de recirculación para los alimentadores ascendentes, (U1) y (U2) figura 5.2.5. El uso de agua en los ramales ayuda a promover la circulación. La necesidad de la bomba de recirculación, (G), depende de las condiciones de cada edificio en particular.

Nótese que (U1) y (D1) se interconectan justo debajo de los ramales del piso superior para que las llaves ahí ventilen el aire del alimentador vertical, cada vez que se use agua en el piso superior. Otra alternativa de arreglo sería conectar ambos alimentadores verticales, justo bajo el nivel del techo, como se muestra con la línea que une (U2) a (D2). Un venteo (V) será necesario en este caso.

En (E) se muestran juntas de expansión de patente, en vez de las omegas de tubería y las conexiones ilustradas en otros diagramas de distribución de agua caliente.

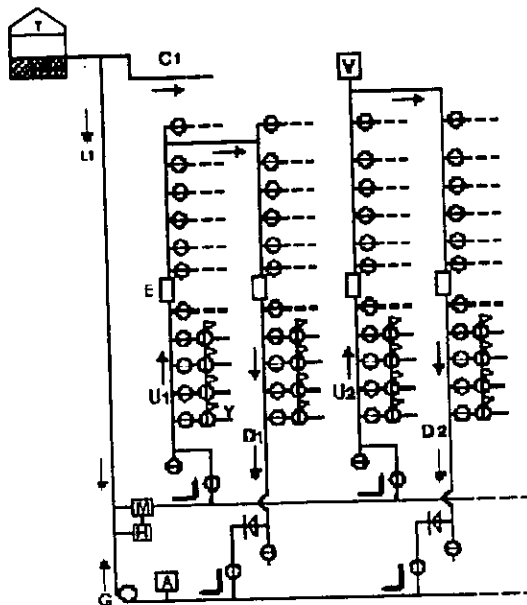


fig. 5.2.5 Distribución de agua caliente, sistema en anillo.

V.3. Bombas de recirculación:

Las bombas de recirculación instaladas en los circuitos de agua caliente no tienen como función impulsar la alimentación de los aparatos o las derivaciones, si no únicamente mantener la circulación del retorno cuando no hay consumo. Con el empleo de la bomba se logra una mejor repartición del agua en los puntos de toma, una disminución en los diámetros de los tubos y la posibilidad de mantener caliente todo el circuito, con el consiguiente ahorro de energía para el calentamiento.

Las bombas utilizadas son centrífugas de baja velocidad de giro (no mayor de 1.500 r.p.m. y se emplean hasta de 900 r.p.m.), especialmente diseñadas para este fin. El cuerpo de la bomba es de fundición y las piezas deben resistir el agua caliente. Los modelos son muy variados la ubicación y posición que la bomba tenga, jugará un papel muy importante en el mejor rendimiento de la misma, en la figura 5.3.1 se muestran algunos ejemplos de formas correctas e incorrectas de colocar las bombas.

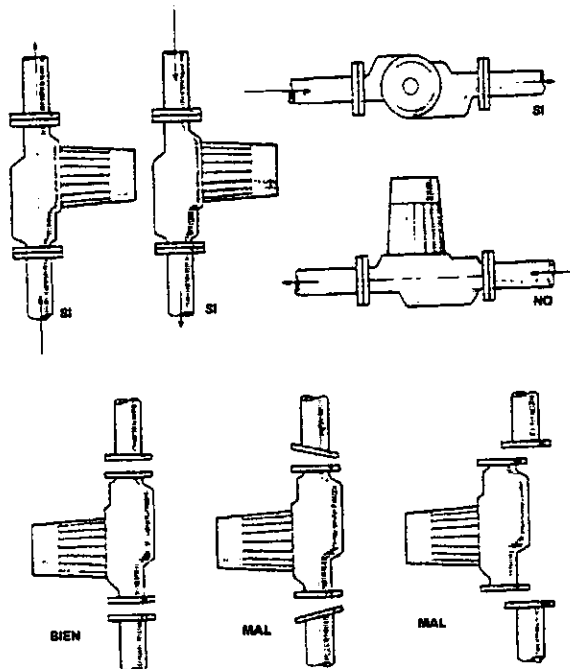
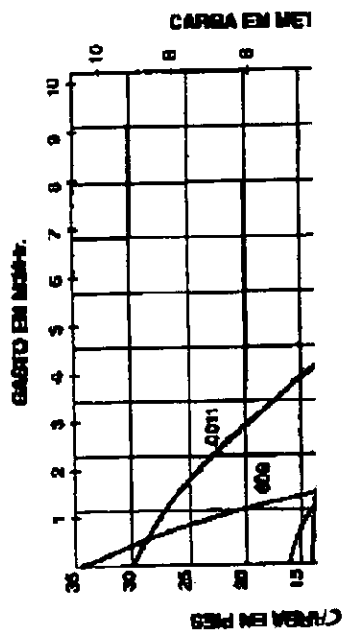
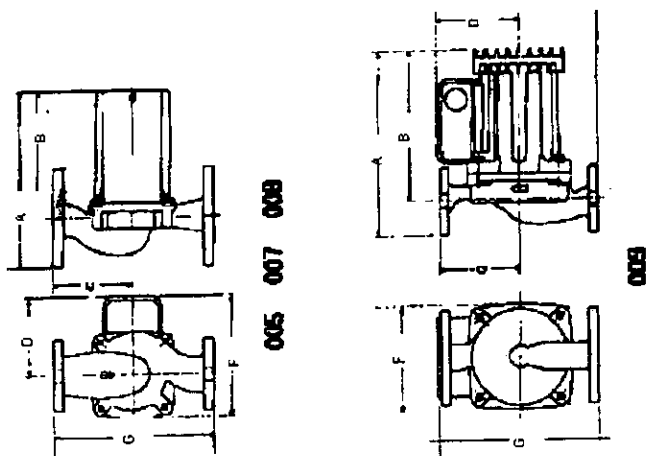
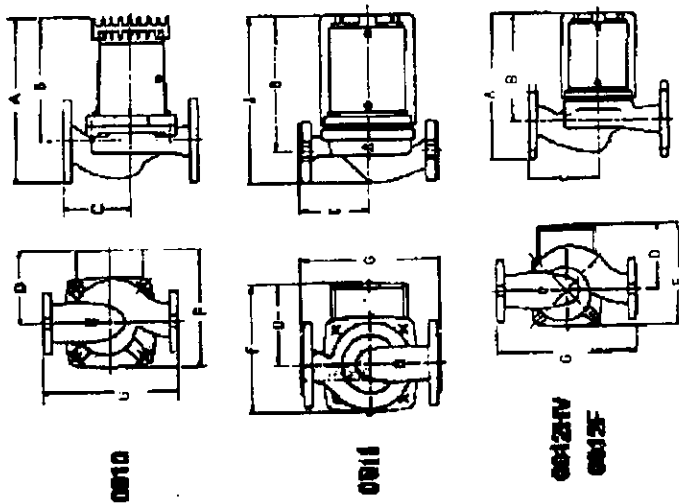


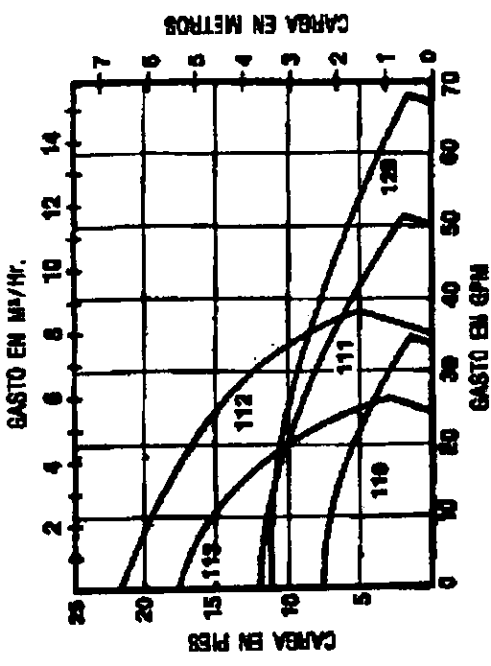
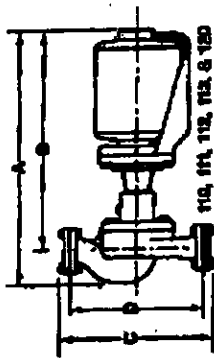
Figura 5.3.1. Formas correctas e incorrectas de colocar las bombas.

TABLA DE ESPECIFICACIONES DE CIRCULADORES PARA AGUA CALIENTE

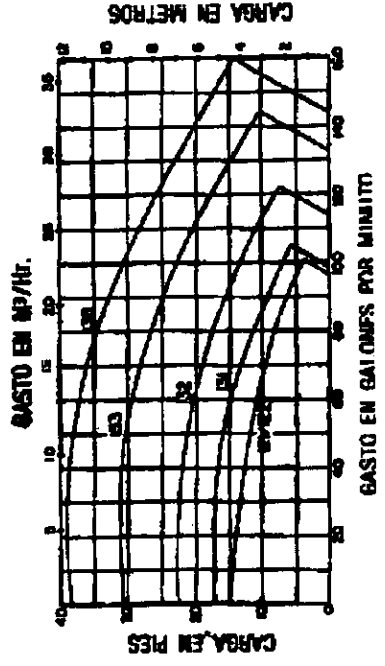
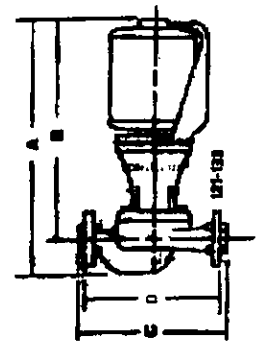
PRODUCTO	CIRCULADORES "TACO" DE CARTUCHO										CIRCULADORES "TACO" TIPO ACOPLADOS									
	005	007	008	009	0010	0011	0012HV	0012F	110	111	112	113	120	121	122	131	132	133	138	
ESPECIFIC	19 mm	19 mm	25 mm	19 mm	25 mm	32 mm	38 mm	38 mm	38 mm	38 mm	38 mm	50 mm	64 mm	75 mm	75 mm	75 mm	75 mm	75 mm	75 mm	
CONEXION	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	Brida	
TIPO	1/35	1/25	1/25	1/15	1/15	1/8	1/9	1/9	1/12	1/8	1/3	1/8	1/6	1/4	1/4	1/2	3/4	1	1	
C. de F.	3250	3250	3250	3250	3250	3250	3250	3250	1725	1725	3450	1725	1725	1725	1725	1725	1725	1725	1725	
R.P.M	53	72	75	13	12	21	18	18	2.5	3	5.5	3	3.3	4.8	4.8	6	7.4	10	13	
AMPERES	115°C	115°C	115°C	115°C	115°C	115°C	115°C	115°C	115°C	93°C	115°C	93°C	93°C	115°C	115°C	115°C	115°C	115°C	115°C	
T.Max Agua	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	
T.Max Amb	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	175	175	175	175	175	175	
Pr.Max.P59	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	
Pr.Max.P52	152	164	160	186	193	194	219	229	371.5	412.8	419.1	412.8	428.6	460.4	460.4	489	546.1	562	574	
(A) mm	104	114	112	152	145	158	162	162	320.7	352.4	368.3	355.6	362	403.2	403.2	400.1	457.2	473.1	485.8	
(B) mm	81	81	81	81	81	82	108	106	200	260.4	200	257.2	342.9	362	346.1	406.4	406.4	406.4	406.4	
(C) mm	75	75	75	86	82	95	98	98	160.3	222.3	161.9	215.9	279.4	262.6	282.6	346.1	346.1	346.1	346.1	
(D) mm	118	117	117	105	150	152	152	152	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(E) mm	161	161	161	162	161	165	216	216	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(G) mm	3.6	3.6	3.6	4.3	4.8	5.5	6.4	6.4	9.5	11.8	12.7	12.2	20.9	32.7	32.7	43.1	49	51.3	53.5	
PESO Kg.	8	8	8	9.5	10.5	12	14	14	21	26	28	27	46	72	72	95	108	113	118	
PESO Lb.																				
Motor con capacitor dividido. Listado UL. Con protector de impedancia. No se sobrecarga en ningún punto de la curva de trabajo. Cartucho de acero inoxidable. Contiene las partes móviles: rotor, impulsor, flecha y baleros. Operación sumamente silenciosa, con bajo consumo de energía. Autolubrificantes. Bajo mantenimiento.											Motor con protector de sobrecarga integrado. Carcasa de hierro fundido con bridas en línea integradas, incluye las contrabridas con rosca NPT y su tornillería. Cople no metálico, eliminador de vibraciones. Doble sello para alta temperatura.									
Todos los circuladores para agua caliente, marca TACO, tienen motores eléctricos monofásicos de 115 volts, 60 ciclos. El recubrimiento del embobinado de los motores es de clase "B", lo que permite trabajarlos a temperatura ambiental máxima de 40°C																				



110, 111, 112 113, 120



121-138



Estas bombas permiten el paso del agua a un estado paradas, pero en las laciones se suele disponer de un "by-pass" (tubería derivada en paralelo con la bomba) para prever algún caso en que la bomba deba ser desmontada para su reparación o en el peor de los casos cambiarla como se muestra en la figura 5.3.2.

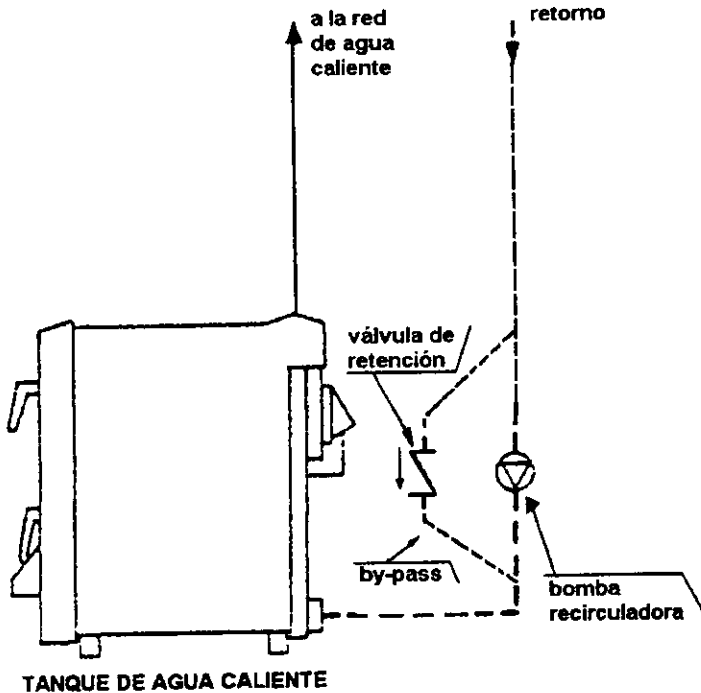


Figura 5.3.2. Detalle de una instalación con derivación by-pass para que siga circulando agua en el caso de que tenga que desmontarse la bomba.

V.4. RETORNO DE AGUA CALIENTE

En las instalaciones grandes y extensas de agua caliente es imperativo proyectar un sistema de recirculación con objeto de evitar demoras en la obtención del agua caliente a la temperatura normal de servicio y desperdicio excesivo de agua por no estar a la temperatura deseada.

Los gastos y diámetros de la red de retorno de agua caliente deben determinarse con base en:

- ⇒ Las pérdidas de calor en todas las tuberías con recirculación.
- ⇒ La diferencia de temperatura a la que operará el sistema.
- ⇒ La presión o carga disponible para la recirculación.

V.4.1. PROCEDIMIENTO PARA DIMENSIONAR LAS TUBERÍAS DE RETORNO DE AGUA CALIENTE

Para comprender mejor el procedimiento de cálculo, se desarrolla un ejemplo de una red de distribución de agua caliente con su red de retorno figura 5.4.1, así como su formato de cálculo 5.4.2. El desarrollo de este ejemplo se realizara de acuerdo al siguiente procedimiento.

1.- Como primer paso se debe realizar un croquis de la red de distribución y agua caliente y retorno de recirculación, numerando sus circuitos de recirculación a partir del más alejado de donde se tiene el origen del agua caliente, ya que probablemente será el que tenga más pérdidas por fricción. Se deben indicar sus diámetros y longitudes en el formato de calculo. Como los diámetros de retorno todavía no se conocen en esta etapa, se suponen tentativamente, en cada circuito iguales al más cercano a una tercera parte del diámetro mayor de alimentación en el circuito considerado y un diámetro mínimo de 13 mm. Teniendo en cuenta lo siguiente:

- ⇒ Si el diámetro mayor de alimentación en el circuito es de 100 mm, suponga que el retorno del circuito es de 32 mm.
- ⇒ Si el diámetro de alimentación en el circuito es de 75 mm, suponga que el retorno del circuito es de 25 mm.
- ⇒ Si el diámetro mayor de alimentación en el circuito es de 75 mm, suponga que el retorno en el circuito es de 19 mm.

⇒ Para diámetros de alimentación de 13 a 38 mm en el circuito, suponga que el retorno es de 13 mm.

2.- Calcule las pérdidas de calor en cada circuito, la cual es igual a la suma de las pérdidas de calor en las tuberías de alimentación más las pérdidas de calor en las tuberías de retorno. Para este efecto en las tuberías de alimentación use la tabla 5.4.1, 5.4.2. y 5.4.3 de pérdidas de calor en las tuberías de cobre forradas que conducen agua caliente. Considere la temperatura ambiente de acuerdo con el tipo de clima y si la tubería esta en el interior o en el exterior del edificio. En el presente ejemplo se consideró agua caliente a 60°C y una temperatura ambiente de 20°C.

TABLA 5.4.1 PERDIDAS DE CALOR EN TUBERIAS DE COBRE FORRADAS, CONDUCIENDO AGUA CALIENTE
Kcal/Hr/100 metros de longitud.

mm	TEMP. DEL AGUA = 60°C			TEMP. DEL AGUA = 80°C		
	TEMP. AMBIENTE EN °C			TEMP. AMBIENTE EN °C		
	0°	10°	20°	0°	10°	20°
13	1332	1138	933	1867	1674	1469
19	1632	1395	1144	2288	2052	1800
25	1923	1644	1348	2696	2418	2122
32	2210	1889	1549	3097	2777	2437
38	2492	2130	1747	3494	3133	2749
50	2457	2100	1722	3444	3089	2710
64	2877	2460	2017	4033	3617	3174
75	3294	2816	2309	4618	4141	3634
100	4123	3524	2890	5612	5182	4548

TABLA 5.4.2 PERDIDAS DE CALOR EN TUBERIAS DE COBRE FORRADAS, CONDUCIENDO RETORNO DE AGUA CALIENTE
Kcal/Hr/100 metros de longitud.

mm	TEMP. DEL AGUA = 60°C			TEMP. DEL AGUA = 80°C		
	TEMP. AMBIENTE EN °C			TEMP. AMBIENTE EN °C		
	0°	10°	20°	0°	10°	20°
13	1185	986	783	170.4	1500	1289
19	1453	1209	960	2089	1837	1590
25	1712	1424	1131	2461	216.4	1874
32	1967	1636	1299	2827	2486	2153
38	2218	1846	1465	3189	2804	2429
50	2187	1820	1445	3144	2765	2394
64	2565	2131	1692	3682	3238	2804

TABLA 5.4.3 SELECCION DE TEMPERATURA AMBIENTE
TEMPERATURA AMBIENTE LOCALIZACION DE TUBERIAS

0°C	Exterior clima extremo
10°C	Exterior clima altiplano
20°C	Exterior clima tropical
20°C	Interior de edificios

3.- Acumule adecuadamente las pérdidas de calor de los diferentes circuitos, las cuales servirán, posteriormente, para determinar sus gastos de recirculación. Para esta acumulación hay que visualizar cómo se van repartiendo los gastos. Refiriéndonos al croquis de la red observamos lo siguiente:

- a) El gasto que pase por el circuito 13 es el gasto total de circulación y el cual será proporcional a la suma de las pérdidas de calor de todo el sistema por donde se tendrá recirculación. Este gasto se ramaleará por los circuitos 9 y 12. Por el circuito 9 deberá pasar un gasto proporcional a la suma de las pérdidas de calor de los circuitos del 1 a 19 inclusive, y por el circuito 12 el gasto será proporcional a las pérdidas de calor de los circuitos del 10 al 12 inclusive.
- b) El gasto que pase por el circuito 12 se ramaleará por los circuitos 10 y 11 proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos últimos circuitos.
- c) El gasto que pase por el circuito 9 se ramaleará por los circuitos 5 y 8. Por el circuito 5 deberá pasar un gasto proporcional a las pérdidas de calor de los circuitos del 1 al 5 inclusive, y por el circuito 8 el gasto será proporcional a las pérdidas de calor de los circuitos del 6 al 8 inclusive.
- d) El gasto que pase por el circuito 5 se ramaleará por los circuitos 3 y 4. Por el circuito 3 deberá pasar un gasto proporcional a las pérdidas de calor de los circuitos del 1 al 3 inclusive, y por el circuito 4 el gasto será proporcional a sus pérdidas de calor.
- e) El gasto que pase por el circuito 3 se ramaleará por los circuitos 1 y 2 proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos últimos circuitos.
- f) El gasto que pase por el circuito 8 se ramaleará por los circuitos 6 y 7 proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos últimos circuitos.

4.- Cuando sea comprendido el mecanismo de distribución de gastos proporcionalmente a las pérdidas de calor, se puede proceder a la acumulación de estas pérdidas, comenzando por el circuito 1.

- ⇒ En el circuito 1 las pérdidas fueron de 597 kcal/hr y no se acumulan con las de ningún otro circuito.
- ⇒ En el circuito 2 las pérdidas fueron de 384 kcal/hr y no se acumulan con las de ningún otro circuito.
- ⇒ En el circuito 3 las pérdidas fueron de 152 kcal/hr, pero el gasto que pase por este circuito también debe compensar las pérdidas de los circuitos 1 y 2 además de sus propias pérdidas, por lo que el total de pérdidas consideradas para

este circuito será la suma de las pérdidas de calor de los circuitos 1, 2 y 3, o sean $597 + 384 + 152 = 1133$ kcal/hr.

De acuerdo con 3(e) el gasto que pase por el circuito 3 se ramaleará por los circuitos 1 y 2 proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos circuitos, por lo que los factores de distribución de gasto (En el circuito 1 las pérdidas fueron de 597 kcal/hr y no se acumulan con las de ningún otro circuito.) para los circuitos 1 y 2 serán:

$$FDG_1 = \frac{597}{597 + 384} = 0.61$$

$$FDG_2 = \frac{384}{597 + 384} = 0.39$$

Procediendo en forma semejante para los demás circuitos, tenemos:

Pérdida total de calor para el circuito 3	kcal/hr
Pérdida de calor para el circuito 4	1133
Pérdida de calor para el circuito 5	384
Pérdida total de calor para el circuito 5	<u>349</u>
	1866

$$FDG_3 = \frac{1133}{1133 + 384} = 0.75$$

$$FDG_4 = \frac{384}{1133 + 384} = 0.25$$

Pérdida de calor para el circuito 6	kcal/hr
Pérdida de calor para el circuito 7	541
Pérdida de calor para el circuito 8	496
Pérdida total de calor para el circuito 8	<u>203</u>
	1240

$$FDG_6 = \frac{541}{541 + 496} = 0.52$$

$$FDG_7 = \frac{496}{541 + 496} = 0.48$$

	kcal/hr
Pérdida total de calor para el circuito 5	1866
Pérdida total de calor para el circuito 8	1240
Pérdida de calor para el circuito 9	<u>241</u>
Pérdida total de calor para el circuito 9	3347

$$FDG_5 = \frac{1866}{1866 + 1240} = 0.60$$

$$FDG_8 = \frac{1240}{1866 + 1240} = 0.40$$

	kcal/hr
Pérdida de calor para el circuito 10	461
Pérdida de calor para el circuito 11	405
Pérdida de calor para el circuito 12	<u>244</u>
Pérdida total de calor para el circuito 12	1110

$$FDG_{10} = \frac{461}{405 + 461} = 0.53$$

$$FDG_{11} = \frac{405}{461 + 405} = 0.47$$

	kcal/hr
Pérdida total de calor para el circuito 9	3347
Pérdida total de calor para el circuito 12	1110
Pérdida de calor para el circuito 13	<u>1203</u>
Pérdida total de calor para el circuito 13	5660

$$FDG_9 = \frac{3347}{1110 + 3347} = 0.75$$

$$FDG_{12} = \frac{1110}{3347 + 1110} = 0.25$$

Como el circuito 13 se encuentra a la salida del tanque de agua caliente su factor de distribución de gasto se considera usual a 1.

5.- El siguiente paso es calcular los gastos requeridos de agua caliente para reponer esas pérdidas de calor en cada circuito. Considere que la diferencial de temperatura con la que operará el sistema es de 10°C, por lo que la cantidad de calor proporcionada por la circulación de 1.0 litro por segundo, o sean 3 600 litros por hora, es de 36000 kcal/hora.

En este caso las pérdidas totales de calor son de 5660 kcal/hr, por lo que el gasto requerido de circulación será de $5660/36000 = 0.1572$ litros por segundo, y este gasto será el que supuestamente pase por el circuito 13.

Para los demás circuitos los gastos tentativos de recirculación, con base en lo mencionado en los puntos 3 y 4, serán:

$$\begin{aligned} Q_{12} &= Q_{13} \times FDQ_{12} = 0.1572 \times 0.25 = 0.0393 \text{ l.p.s.} \\ Q_{11} &= Q_{12} \times FDQ_{12} = 0.0393 \times 0.47 = 0.0185 \text{ l.p.s.} \\ Q_{10} &= Q_{12} \times FDQ_{12} = 0.0393 \times 0.53 = 0.0208 \text{ l.p.s.} \\ Q_9 &= Q_{13} \times FDQ_{12} = 0.1572 \times 0.75 = 0.1179 \text{ l.p.s.} \\ Q_8 &= Q_9 \times FDQ_{12} = 0.1179 \times 0.40 = 0.0472 \text{ l.p.s.} \\ Q_7 &= Q_8 \times FDQ_{12} = 0.0472 \times 0.48 = 0.0227 \text{ l.p.s.} \\ Q_6 &= Q_8 \times FDQ_{12} = 0.0472 \times 0.52 = 0.0245 \text{ l.p.s.} \\ Q_5 &= Q_9 \times FDQ_{12} = 0.1179 \times 0.60 = 0.0707 \text{ l.p.s.} \\ Q_4 &= Q_5 \times FDQ_{12} = 0.0707 \times 0.25 = 0.0177 \text{ l.p.s.} \\ Q_3 &= Q_5 \times FDQ_{12} = 0.0707 \times 0.75 = 0.0530 \text{ l.p.s.} \\ Q_2 &= Q_3 \times FDQ_{12} = 0.5230 \times 0.39 = 0.0207 \text{ l.p.s.} \\ Q_1 &= Q_3 \times FDQ_{12} = 0.0530 \times 0.61 = 0.0323 \text{ l.p.s.} \end{aligned}$$

6.- Con el gasto total de recirculación se selecciona la bomba de recirculación más pequeña disponible en el mercado que tenga una eficiencia relativamente alta y en la curva de la bomba se ve cuál es la carga con la que se obtiene ese gasto. Esta carga será, tentativamente, la disponible para establecer la circulación.

En el presente ejemplo, el gasto total fue de 0.1572 litros/segundo (2.49 GPM) y se seleccionó un circulador que proporciona una carga de 7.8 pies o sean 2.378 metros.

7.- Con los gastos de recirculación obtenidos se calculan las pérdidas por fricción en las tuberías de alimentación desde su origen hasta el punto donde comienza la línea de retorno considerada como la más lejana y réstelas de las cargas que obtuvo en la curva del recirculador. La diferencia será la carga realmente disponible para vencer las pérdidas por fricción en la tubería de retorno.

Normalmente las pérdidas por fricción en las tuberías de alimentación con los gastos de retorno son tan pequeñas que prácticamente se pueden despreciar. En este ejemplo fueron del orden de 12 mm por lo que prácticamente se despreciaron.

8.- Se calculan las pérdidas por fricción en los tramos de retorno de las líneas más desfavorables, considerando que la longitud equivalente es 10% mayor que la longitud real. La suma de las pérdidas por fricción en cualquier línea considerada deberá ser igual o menor que la carga que proporciona el recirculador.

9.- Se deben hacer los ajustes necesarios en caso de que se haya disparado algún diámetro supuesto, ya sea en exceso o en defecto.

En el presente ejemplo, con los diámetros supuestos inicialmente la suma de las pérdidas por fricción de los tramos de retorno de los circuitos 1, 3, 5, 9 y 13 fue de 0.638 metros. Como el recirculador proporciona una carga de 2.378 metros, quedaba una carga disponible de $2.378 - 0.638 = 1.740$ metros, la cual se aprovechó para disminuir los diámetros de los tramos de los circuitos 5 y 9 de 19 a 13 mm, y el tramo del circuito 13 se redujo de 25 a 19 mm. Con los diámetros modificados la suma de las pérdidas por fricción subió a 2.056 metros, inferior aún a los 2.378 metros del recirculador. Ya no se hicieron las correcciones de pérdidas de calor ni de gasto ya que las diferencias eran muy pequeñas y, además, a favor, puesto que disminuían ligeramente los gastos.

En el formato de cálculo del ejemplo se indican, únicamente para comparación, las pérdidas de carga con los diámetros supuestos originalmente y con los diámetros finales. En los formatos de cálculo de cualquier proyecto sólo deben aparecer los datos de los diámetros finales.

FORMATO DE CALCULO DE RETORNO DE AGUA CALIENTE

Fecha: junio del 2000

Obrca: Ejemplo.

CIRCUITO No.	LONGITUD m	TUBERIA DE AGUA CALIENTE				PERDIDAS DE CALOR				TOTAL EN EL CIRCUITO	SUMA CIRCUITOS ANTERIORES	FACTOR DE DISTRIBUCION	GASTO REAL DEL CIRCUITO	PERDIDA POR FRICCION			
		DIAM. mm		CAL/HR. %		DIAM. mm		RETORNO DE AGUA CALIENTE						Long. equiv. + l. + l. + l.	hf FRANG	hf	CIRCUITO BASE.
		CAL/HR. %	CAL/HR. TRAMO	CAL/HR. %	CAL/HR. TOTAL	CAL/HR. %	CAL/HR. TOTAL	CAL/HR. %	CAL/HR. TOTAL					\$			
1	16	25	1348	216	386	13	783	211	597	597	0.610	0.532	0.450	0.134	0.134		
2	18	18	1348	243	243	13	783	141	384	1+2+3	0.390	0.021					
3	6	6	1747	105	105	13	783	47	152	1+2+3	0.750	0.053	1.450	0.096	0.210		
4	18	18	1348	243	243	13	783	141	384		0.250	0.018					
5	13	13	1722	224	224	19	960	125	349	3+4+5	0.600	0.071	0.430	0.063	0.291		
6	8	14	1549	124	369	13	783	172	541		0.520	0.025					
7	8	16	1144	92	308	13	783	188	496		0.400	0.023					
8	8	24	1348	216	308	13	783	63	203	6+7+8	0.400	0.047					
9	9	8	1747	140	140	13	783	180	461		0.750	0.118	1.180	0.117	0.408		
10	14	9	1722	155	155	19	960	86	241	6+8+9	0.510	0.071					
11	19	19	1144	160	281	13	783	180	461		0.470	0.019					
12	6	5	1348	256	256	13	783	149	405								
13	11	12	1348	81	158	13	783	86	244	10+11+12	0.250	0.039					
	24	24	1549	77	796	25	1131	407	1203	1110	1.000	0.157	0.507	0.730	0.618		
	36	36	2017	242	554					9+12+13							
			2309	554						5660							

Para el calculo de pérdidas por fricción, tomese la longitud equivalente que es 10% mayor que la longitud medida.

GASTO = 5660 / 36000 = 0.1572 ips

CARGA TOTAL = 0.638 m = 2.10 pies

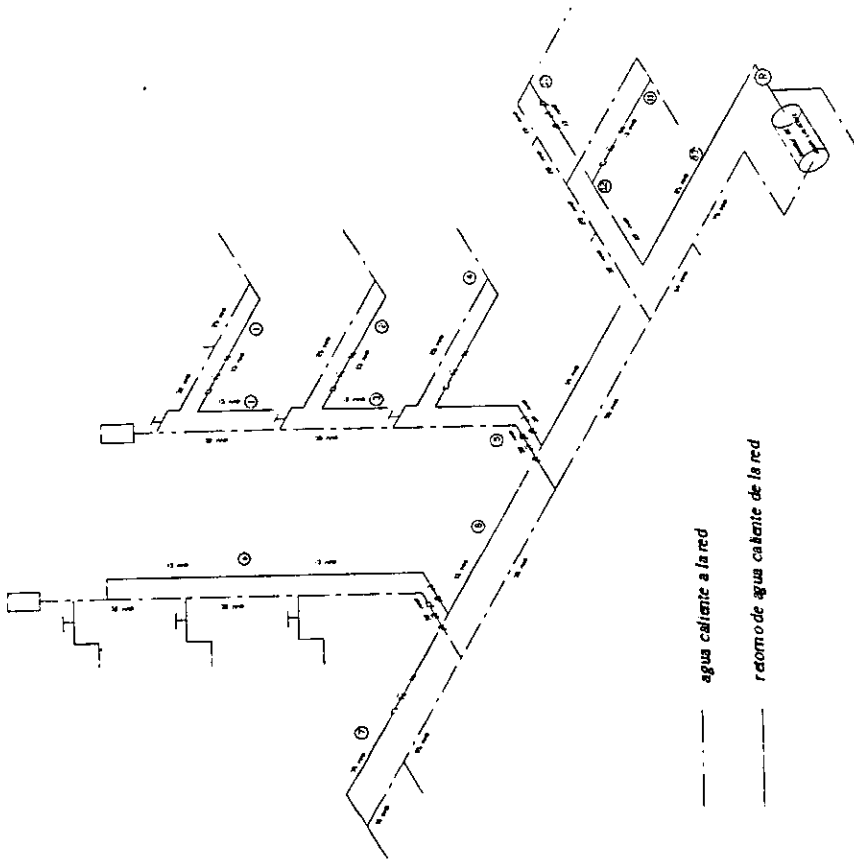


Fig. 54.1. CIRCUITO DE LA RED DE RETORNO DE AGUA CALIENTE

RECOMENDACIONES
Y
CONCLUSIONES

CAPITULO VI

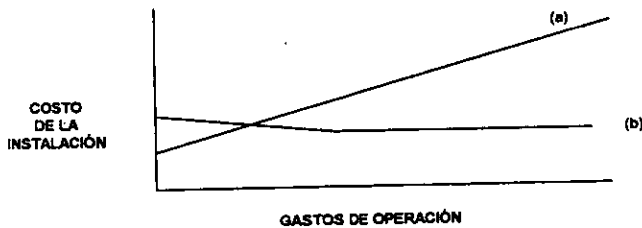
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES.

Existen varios métodos para realizar una instalación hidráulica así como criterios, lo conveniente sería aplicar estos métodos, haciendo que el costo sea reditual al beneficio que en el tiempo se tendría de esta.

Debemos considerar en una instalación, el costo-beneficio que de esta se obtendrá en el tiempo de vida útil.

Una gráfica de costo-beneficio que la gente común no esta acostumbrada a considerar, por querer hacer un ahorro en los accesorios de la instalación que sin embargo al largo plazo el costo sobrepasa los beneficios, esta se representaría de la siguiente manera.



Donde:

- Costo de la instalación: Es el costo total que tiene la instalación, considerando todos los aditamentos que esta requiere para su funcionamiento.
- Gastos de operación: Es el costo mensual por su funcionamiento en cualquier sistema que se emplee.
- (a) : Representa una propuesta óptima, conforme a un estudio de costos.
- (b) : Por el contrario, representa una mala propuesta.

Los técnicos encargados de realizar la propuesta y cálculo de las instalaciones hidráulicas deben de conocer distintos criterios, de los que se pueda valer, ya que estos pueden

funcionar o no según las características geográficas y climáticas del lugar.

En una instalación como en cualquier proyecto se deben realizar los análisis de precios unitarios pero también, se deben realizar análisis de costos de operación con los diferentes sistemas de calentamiento de agua con que se disponga, sin olvidar considerar los materiales combustibles de la localidad.

Partiendo desde el costo del agua y las dificultades que se están teniendo en la actualidad para su obtención y que esto ya esta ocasionando problemas sociales, por que a la gente no se le a enseñado cuidar sus recursos, considerando que México es uno de los países que contempla una de las más altas dotaciones por habitante. La obtención del agua cada vez es más costosa y si agregamos el costo por calentarla y aun calentarla inadecuadamente con los medios no más convenientes por que nos hemos encasillado en un método de obtención de agua caliente que puede no ser el adecuado.

RECOMENDACIONES.

Los técnicos estamos comprometidos a poner mayor atención a nuestras propuestas de diseño para que éstas sean funcionales, seguras y económicas así que debemos echar mano de las bases para el diseño de instalaciones que cumplan estas características.

Una alternativa de obtener agua caliente o elevar su temperatura para que el calentamiento, en otro sistema sea más rápido y por tanto económico, sería por medio de un sistema de calentador solar propuesto desde la construcción para considerar su perfecta ubicación e inclinación con respecto a los rayos solares, que nos podría ofrecer en determinadas épocas del año agua caliente.

Los calentadores eléctricos son otra alternativa que se debe de considerar ya que estos han mejorado mucho su eficiencia y garantía además de que no contaminan y se pueden colocar en lugares cerrados.

Los gastos de operación en una instalación hidráulica para casa habitación con mucha frecuencia no son considerados o se desconocen. En la situación económica del país debemos cuidar los recursos y buscar alternativas de ahorro y entender que este ahorro no debe ser forzosamente en el corto plazo o en el momento de la instalación, sino al largo plazo en los gastos de operación; que son gastos que pocas veces o ninguna se consideran en estas instalaciones.

Un proyectista de instalaciones hidráulicas ó de cualquier área debe de estar al día, en los nuevos materiales que salen al mercado y estar de estos enterados de sus costos y rendimientos así como de su garantía de funcionalidad y vida útil.

BIBLIOGRAFÍA

1. CALDERAS
CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO
EDITORIAL CECSA. GARL D. SHILDS.
2. INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM.
3. MANUAL DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS E INDUSTRIAS EN
SEIS TOMOS
ED. NORIEGA EDITORES Ed. CIENCIA Y TECNOLOGÍA S.A.
HERY L. SHULEDENER P.E., JAMES B. FULLMAN P.E., ING.
SERGIO ZEPEDA C.
4. INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL.
NORMAS DE DISEÑO DE INGENIERIA.
INSTALACIONES DE AGUA FRIA, CALIENTE, RETORNO DE AGUA
CALIENTE, PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO Y RIEGO.
5. INSTALACIONES APLICADAS EN LOS EDIFICIOS OBRAS
SANITARIAS SERVICIOS CONTRA INCENDIOS, SUS
REGLAMENTOS Y CARACTERÍSTICAS.
6. TRATADO PRACTICO DE FONTANERÍA
AGUSTÍN RAMIS PEIPOCH 3ª EDICIÓN Ed. SÍNTESIS S.A.
7. INSTALACIONES TÉCNICAS EN LA CONSTRUCCIÓN
DE VIVIENDAS
KARL VOLGEL ING. DIPL. EDIT. LABOR.
8. CONSTRUCCIÓN
COMO FUNCIONA UN EDIFICIO. EDUARD ALLEN
9. INSTALACIONES APLICADAS A LOS EDIFICIOS
ARQ. JULIO CESAR LEMME
EDITORIAL EL ATENEO