



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

2E
85

**COMPARACION DE METODOS DE
CALCULO DE REDES
INTERIORES DE AGUA FRIA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
FAUSTO ARTURO GOMEZ JIMENEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E

CAPITULO I.	Página
INTRODUCCION.	1
CAPITULO II.	
REGLAMENTACION.	
2.1 Generalidades.	4
2.2 Principios Básicos.	5
2.3 Artículos.	6
2.4 Dotación.	8
2.5 Pruebas de la Red.	10
CAPITULO III.	
REQUISITOS DE LA INSTALACION.	
3.1 Generalidades.	11
3.2 Toma Domiciliaria.	14
3.3 Requisitos de la red.	15
3.4 Golpe de Ariete.	21
3.5 Muebles y Aparatos Sanitarios.	23
3.6 Desperdicios por Defectos.	25
CAPITULO IV.	
APLICACION DE LOS METODOS A UN CASO.	
4.1 Consideraciones Generales de Diseño.	26
4.2 Aplicación.	32

	Página
4.3 Método Británico.	33
4.4 Método Alemán.	41
4.5 Método Americano.	46
4.6 Método Francés.	51
4.7 Método Empírico.	56
CAPITULO V.	
CONCLUSION Y COMPARACION.	62
BIBLIOGRAFIA.	
	66

CAPITULO I

INTRODUCCION

El objetivo del presente trabajo, es mostrar las ventajas o desventajas de varios métodos de cálculo de instalaciones hidráulicas (redes) para edificios, en base a un análisis de cada uno de ellos, para poder elegir el más -- útil en cada caso.

Dado que nos vamos a referir al agua potable, conviene mencionar su procedencia. Dicha procedencia puede ser -- de la red municipal (agua a presión) o de una instalación -- particular de captación, de donde una tubería de toma, que penetra en el edificio, se ramifica, formándose una red, -- que podemos considerar dividida en tres partes principales, que son:

LOS DISTRIBUIDORES,
LAS COLUMNAS, y
LAS DERIVACIONES O RAMALES.

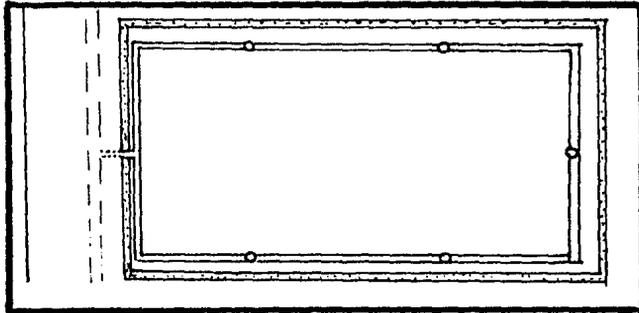
Los Distribuidores son tubos horizontales que condu-- cen el agua a las Columnas; las Columnas, son tubos verti-- cales que llevan el agua a cada planta del edificio, y de -- ellas salen los otros tubos horizontales, llamados Deriva-- ciones, que llevan el agua hasta los grifos.

Si el agua se recibe del servicio municipal (Sistema -- Directo), los Distribuidores van situados en el sótano o -- en la planta baja, y de ellos parten las columnas hacia -- arriba (Montantes) y cuando por falta de presión o irregu-- lar suministro municipal, el agua es recibida primero en -- una cisterna y después conducida a un depósito en la azotea

(tinaco), los Distribuidores se colocan también en la azotea (Sistema por Gravedad) y llevan el agua del tinaco a las cabezas de las columnas (Bajantes) que la conducen a los ramales.

Al combinar los dos sistemas de distribución anteriores; o sea, suministrar el agua a los artefactos por el sistema directo, hasta donde la presión lo permita y en ese nivel construir un depósito del cual se bombea al tinaco, para de aquí surtir al resto del edificio por gravedad; entonces tendremos un sistema llamado Combinado.

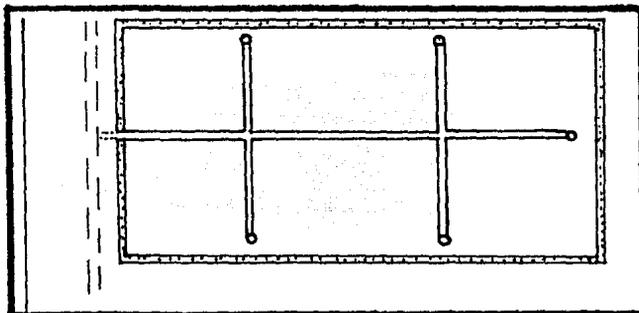
Los Distribuidores pueden tener forma:



EN ANILLO

6

RAMIFICADA



La forma recomendable es la de anillo, ya que mediante un juego bien dispuesto de válvulas, permite efectuar reparaciones y mantener en servicio las demás columnas. - Este sistema también tiene la ventaja de que la distribución es más uniforme y que por formar un circuito cerrado, amortigua los golpes de ariete.

En los sistemas municipales, el agua en las tuberías generales (que van en las calles) debe tener una presión de 2 a 5 Kg/cm²; por lo que en el interior de los edificios puede llegar hasta una altura (medida verticalmente, desde la toma de la tubería general) de 20 a 50 metros, pero disminuida por la pérdida de carga debida a las resistencias que encuentra al recorrer las tuberías del edificio; para saber, de un modo práctico, si el agua llegará correctamente a los aparatos sanitarios situados en una planta de un edificio, bastará comprobar que la presión en la toma (en metros de columna de agua), medida a las horas de consumo máximo, es, al menos, de unos 5 ó 10 metros arriba del grifo más alto en esa planta, según se tengan muebles de baja o alta presión, respectivamente.

CAPITULO II

REGLAMENTACION

2.1 Generalidades.

Como es sabido, las normas, que rigen la instalación de estas redes interiores de agua, señalan los requisitos que deben reunir dichas redes.

Considerando que los muebles sanitarios son la terminal del abastecimiento de agua y de ellos depende la cantidad de agua que se use; y a la vez, la suma de los desagües de los mismos determinan el volumen de aguas negras que --llegan a los sistemas de alcantarillado; se observa que el número y el tipo de muebles se deben tomar muy en cuenta -- en el diseño de la instalación y en las normas, que señalan evitar, desde luego, el uso de aquellos en que, por la disposición de los accesorios del abastecimiento, con respecto al desagüe, permitan la entrada de agua sucia dentro de la tubería de agua potable, contaminando así el abastecimiento del edificio.

El Gobierno, por conducto de la Ingeniería, ha promulgado la reglamentación para el proyecto y diseño de las -- conducciones en los edificios (Reglamento de construcciones para el D. F. y Reglamento de Ingeniería Sanitaria); aunque desgraciadamente, por no darle la importancia que corresponde a esta parte de las construcciones, las Leyes y Normas que existen son muy deficientes.

Al formular los códigos de plomería, se recomienda -- tomar en cuenta que, los Gobiernos tienen el derecho de -- establecer los Reglamentos (con el fin de proteger la salud

de la población) pero los habitantes también tienen derechos, por lo que reglamentos de plomería muy rigurosos resultan injustos y aunque estén basados plenamente en la ciencia sanitaria, deben ser revisados periódicamente, dado que la ciencia evoluciona cada día.

2.2 Principios Básicos.

A continuación se exponen algunos principios básicos de la plomería, relacionados con el abastecimiento de agua en los edificios.

Como todo lugar dedicado para habitación humana debe tener su abastecimiento de agua potable; sin que tenga conexión con algún sistema de agua no potable y que no tenga peligro de contaminación, se debe cuidar que:

- a) Los muebles de baño y aparatos, se abastecerán con suficiente agua con la presión adecuada, para que funcionen satisfactoriamente, en condiciones normales de uso y sin producir ruidos molestos.
- b) La plomería se diseñará y ejecutará para usar el mínimo de agua; pero proporcionando un buen funcionamiento y la limpieza adecuada.
- c) Las tuberías y conexiones que forman el sistema de plomería, serán de material durable, sin defectos de fabricación y construidas para dar un servicio satisfactorio durante todo el período de su vida útil.
- d) El sistema se probará, en forma efectiva para

descubrir fugas por defectos de la mano de obra, del material o del funcionamiento.

2.3 Artículos.

Las instalaciones hidráulicas, básicamente, se rigen por el Reglamento de Ingeniería Sanitaria, que en su Capítulo IV establece:

Art. 51.- Los edificios cualquiera que sea el uso a que estén destinados, estarán provistos de agua potable, en cantidad y presión suficientes para satisfacer las necesidades y servicios de los mismos.

La potabilidad del agua, reunirá los requisitos especificados en el Reglamento sobre Obras de Provisión de Agua Potable vigente y provendrá:

I.- De los servicios públicos establecidos.

II.- De pozos que reúnan condiciones para proporcionar agua potable, previa autorización de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y de las autoridades sanitarias.

III.- De otras fuentes de abastecimiento que llenen las condiciones que sobre el particular fijen las autoridades sanitarias.

Art. 52.- El aprovisionamiento de agua potable a los edificios se calculará como mínimo de 150 litros por habitante y por día.

El servicio de agua potable en los edificios será continuo durante las 24 horas del día.

Art. 53.- Todo edificio deberá tener servicio de agua exclusivo, quedando estrictamente prohibido las servidumbres o servicios de agua de un edificio a otro.

Art. 54.- Cada una de las viviendas o departamentos de un edificio, debe tener por separado su instalación interior de agua potable, de baño, lavabo y excusado.

Para fines de almacenamiento, en caso de que el servicio público no sea continuo durante las 24 horas, así como para interrupciones imprevistas, se instalarán depósitos en las azoteas con capacidad de 100 litros por habitante. El número de habitantes se calculará de acuerdo con lo establecido en el artículo 41.

Los depósitos podrán ser metálicos, de asbesto cemento, plástico rígido, de concreto impermeabilizado u otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria.

Art. 55.- Para evitar deficiencias en la dotación de agua por falta de presión que garantice su elevación a la altura de los depósitos en los edificios que lo requieran, se instalarán cisternas para almacenamiento de agua con equipo de bombeo adecuado.

Art. 56.- Las cisternas se construirán con materiales impermeables, de fácil acceso, esquinas interiores redondeadas y con registro para su acceso al interior. Los registros tendrán cierre hermético con reborde exterior de 10 centímetros para evitar toda contaminación. No se encontrará albañal o conducto de aguas negras a una distancia menor de 3 metros. Para facilitar el lavado de las cisternas se instalará dispositivo que facilite la salida de las aguas de lavado y evite entrada de aguas negras.

Art. 57.- Los depósitos que trabajen por gravedad, se colocarán a una altura de 2 metros por lo menos, arriba de los muebles sanitarios del nivel más alto.

Art. 58.- Las tuberías, uniones, niples y en general las piezas para la red de distribución de agua en el interior de los edificios, serán de fierro galvanizado, de cobre o de otros materiales autorizados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Art. 59.- Los depósitos deben ser de tal forma que eviten la acumulación de substancias extrañas a ellos, estarán dotados con cubiertas de cierre ajustado y fácilmente removible para el aseo interior del depósito, y provistos de dispositivos que permitan la aereación del agua.

Art. 60.- La entrada del agua, se hará por la parte superior de los depósitos y será interrumpida por una válvula accionada con un flotador, o por un dispositivo que interrumpa el servicio cuando sea por bombeo.

La salida del agua se hará por la parte inferior de los depósitos y estará dotada de una válvula para aislar el servicio en caso de reparaciones en la red distribuidora.

Art. 61.- Las fuentes que se instalen en patios y jardines, no podrán usarse como depósitos de agua potable, sino únicamente como elementos decorativos o para riego.

2.4 Dotación.

Por considerar de gran importancia a la dotación de agua potable, ampliaremos en el presente capítulo, algunos aspectos sobre la misma.

La cantidad satisfactoria para cada caso, depende de muchos factores, como son, la clase de vida de las personas, el número de habitantes, necesidades profesionales, clima, etc; por lo que, en general, la cantidad de agua -- por habitante y por día es difícil determinar; sin embargo, con base en observaciones, se ha llegado a la conclusión -- de que el consumo para casas habitación varía entre 70 y -- 300 litros por persona y por día y como valor mínimo, en -- la ciudad de México, es de 150 litros por persona y por -- día en casas habitación.

También, debido al tipo de edificio (uso que se le dé) existen motivos, que hacen indeterminado el valor de la -- dotación, por lo que en forma aproximada se dan a continua-- ción los valores que se creen más convenientes de dotación:

TIPO DE EDIFICIO	LTS./PERSONA/DIA
Casa habitación.	150
Edificio de departamentos.	180
Edificio público, oficinas.	100
Escuela primaria.	60
Escuela superior.	50
Dormitorios.	200
Hoteles.	270
Hospitales.	500
Teatros y auditorios.	5
Fábricas y talleres.	100
Cuarteles.	300
Prisiones.	50
Baños públicos.	300

2.5 Pruebas de la Red.

Como final del capítulo, mencionaremos las pruebas de la instalación.

Cuando se han tendido las tuberías, se procederá a -- probarla, con el objeto de localizar defectos del material y sobre todo de la mano de obra, y reparar las fugas que -- se presenten. Dicha prueba se hace antes de colocar los -- muebles y con las líneas descubiertas, colocando tapones -- en todas las puntas de los ramales y en una de ellas se co-- locará un manómetro y se conectará una bomba de tipo manual o de motor si la red es grande y se procede a inyectar agua en la red, hasta alcanzar una presión 100 % mayor que la -- presión de trabajo especificada; se debe cuidar que al lle-- nar las tuberías, se vaya desalojando el aire que se en--- cuentra dentro de ellas, lo cual se consigue dejando algu-- nas puntas abiertas, que después se irán taponando para evi-- tar derrame del agua; en caso que el aire no sea extraído -- de las tuberías, entorpecerá la prueba ya que al irse di-- solviendo en el agua, hará que la presión esté bajando cong-- tantemente. Al conseguir la presión deseada, se observará -- que permanezca durante 3 ó 4 horas, y en caso que el manó-- metro indique una baja de presión, nos acusa un defecto en la red y se procederá a la localización de ésta, para su -- reparación.

CAPITULO III

REQUISITOS DE LA INSTALACION

3.1 Generalidades.

En el presente capítulo, mencionaremos los requisitos que deben reunir las instalaciones para el suministro de agua fría en los edificios.

Del cumplimiento de la reglamentación mencionada anteriormente y de los requisitos siguientes, dependerá que se tenga una red funcional, durable y económica.

Una red de distribución, debe estudiarse y calcularse de antemano, buscar el trazo más simple y corto y seleccionar el tipo de tubería, en función de la naturaleza del agua que ha de recorrerla, por lo general se utiliza tubería de fierro galvanizado en las redes de distribución de agua fría, ya que presenta propiedades contra la corrosión y economía; la tubería de cobre se puede utilizar para agua caliente, pero resulta más costosa; otros materiales, como el plomo, fierro fundido etc. no son recomendables para la red de distribución.

En el trazo de la red influyen básicamente factores como el emplazamiento del contador por una parte y el plano del inmueble por otra; y según la mayor o menor dispersión de los puntos de consumo, el trayecto será más, o menos largo y complicado; por lo tanto, hay que tratar de agrupar, en todo lo posible, en un plano horizontal, locales como la cocina, el baño etc. y superponerlos en los diferentes niveles, a fin de reducir las longitudes y el número de bajantes o montantes; procediendo así, las redes se ---

simplificarán, las trayectorias se reducen y su mantenimiento se facilita.

Para mejorar el aspecto del edificio, las redes de agua se ocultan, haciendo pasar por envolturas desmontables las columnas y por galerías o doble techo visibles, los ramales y distribuidores.

La conservación de las tuberías será tanto más satisfactoria cuanto mayor cuidado se haya tenido en prever alojamientos de dimensiones suficientemente amplias que faciliten las intervenciones eventuales (busca de una fuga, cómoda ejecución de las reparaciones) y aseguren una renovación de aire que evite las condensaciones.

Las redes ocultas no se imponen en la pequeña vivienda, donde basta un trazado bien hecho con empalmes adecuados y cuidadosos.

A continuación presentaremos algunas características de las tuberías de cobre y fierro galvanizado:

FLUJO MAXIMO DE AGUA EN TUBERIAS DE COBRE*			
(Dado en lt/min. para una pérdida de presión en la tubería de 2.3 Kg/cm ² en 100 m. de longitud).			
Diam. Nominal	Tipo M	Tipo K	Tipo L
1/4"	8.50	6.64	
3/8"	8.50	12.50	7.08
1/2"	15.38		13.49
3/4"	40.33	32.59	36.33
1"	83.18	75.04	74.94
1 1/4"	148.58	132.27	132.66
1 1/2"	235.94	212.24	212.56
2"	495.86	454.80	450.74
2 1/2"	876.01	795.90	811.12

Las características de las tuberías de cobre son:

Tipo M.- Fabricado en temple duro, con longitudes de 6.1 m. y diámetros nominales de 3/8" (9.5 mm) hasta 2" (51 mm). Cubre las necesidades corrientes y normales en una instalación de abastecimiento de agua de una casa o edificio.

Tipo L.- De pared un poco mas gruesa que el anterior, fabricado en temple duro con longitudes de 6.6 m. y en temple suave en rollos de 15 m. Se utiliza en condiciones más severas.

Tipo K.- De pared mas gruesa que el anterior, para uso industrial (altas presiones).

DIAMETROS Y PESOS DE TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO				
DIAMETRO EXTERIOR		Esp. mm.	CEDULA 40*	
Nominal pulgadas	Real mm.		Diam. int. mm.	Peso Kg/m
1/2"	21.3	2.7	15.8	1.2
3/4"	26.6	2.8	20.9	1.7
1"	33.4	3.4	26.6	2.5
1 1/4"	42.1	3.5	35.1	3.4
1 1/2"	48.2	3.7	40.9	4.0
2"	60.3	3.9	52.5	5.4
2 1/2"	73.0	5.1	62.7	8.6

Nota.- Dimensiones, espesores y pesos de tubo ALPHA.

Especificaciones ASTM-120 C-40

DGN B-10 Tipo A

*La cédula 40 es admisible para una presión de servicio de 28.14 Kg/cm².

DIAMETROS Y PESOS DE TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO				
DIAMETRO EXTERIOR		Esp. mm.	CEDULA 80 ^b	
Nominal pulgadas	Real mm.		Diam. int. mm.	Peso Kg/m
1/2"	21.3	3.7	13.9	1.6
3/4"	26.6	3.9	18.8	2.2
1"	33.4	4.5	24.3	3.2
1 1/4"	42.1	4.8	32.4	4.4
1 1/2"	48.2	5.1	38.1	5.4
2"	60.3	5.5	49.2	7.4
2 1/2"	73.0	7.0	59.0	11.4

* La cédula 80 es admisible para presiones de servicio de 56.29 Kg/cm².

3.2 Toma Domiciliaria.

El abastecimiento de agua de un edificio, comienza -- con una inserción en la tubería municipal, para conducir -- el agua hasta el interior del edificio (acometida).

Para ello, es necesario celebrar un contrato con la -- autoridad correspondiente y obtener el permiso de excava-- ción en calle y banqueta.

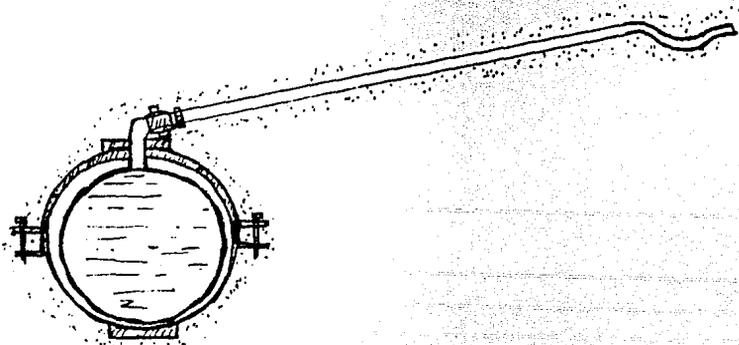
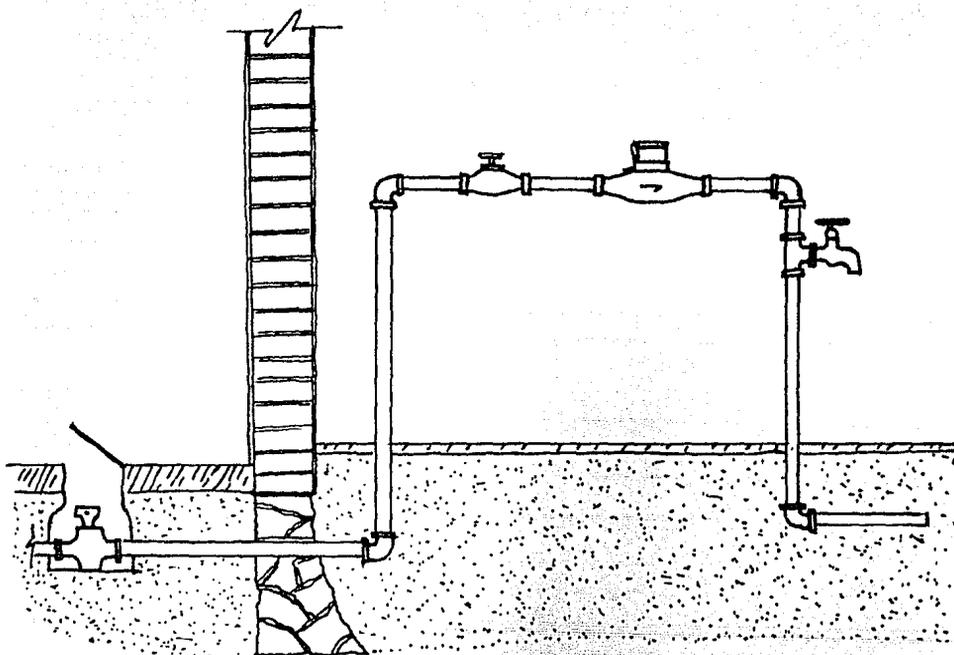
La tubería municipal es por lo general de fierro fun-- dido centrifugado o de asbesto cemento y para hacer la in-- serción de la línea de toma, se utiliza una abrazadera que lleva un orificio roscado, o bien se taladra la tubería y -- se machuela, para poder roscar en ella una llave de inser-- ción. En seguida de la llave de inserción se coloca una -- tuerca de unión, desde donde parte la tubería hasta llegar a unos 50 cm. antes del muro del edificio, en donde se ins

talará una llave de cuadro (o latón) que va dentro de una caja de fierro con tapa, denominada caja de banqueta y que protege la llave. La línea que va entre la llave de inserción y la de cuadro (latón), debe ser de tubo flexible o con un cuello de ganso, para evitar fallas causadas por movimientos diferenciales, entre el piso y el edificio. Después de la llave de cuadro, se continuará la tubería al interior del edificio, e inmediatamente después de cruzar el muro, deberá formarse un marco en donde se instalarán un contador, con tuerca de unión, válvula de compuerta y llave de mangera; la primera válvula servirá para cerrar la entrada del agua en caso de reparaciones; el medidor y la llave de cuadro, estarán sellados y sólo pueden manipularlos las autoridades municipales.

Por ningún motivo debe permitirse que las tuberías de agua potable atraviesen albañales, sumideros, pozos negros etc; ya que al producirse una fuga en estos lugares, podrían ocasionar una grave contaminación; por lo que se especifica que la separación mínima entre una tubería de agua potable y cualquier depósito de aguas negras, sea de 3 m. por lo menos, en caso que la línea de alimentación tenga que estar colocada cerca de la cañería, se recomienda instalarlas, al menos con una separación de 1 a 2 m; en un nivel superior al de la cañería, con doble tubo, u otro sistema que asegure impermeabilidad.

3.3 Requisitos de la Red.

Aunque las características de los distribuidores, columnas y ramales, ya fueron dadas, señalaremos aquí los detalles de su instalación:



DETALLES DE LA TOMA DOMICILIARIA

Si el edificio se surte de la red municipal, de la toma partirán las tuberías que conducen el agua, haciendo el papel de distribuidores, que generalmente se alojan en el sótano o en la planta baja; en casos de sistemas por gravedad, se colocarán sobre la azotea o dentro del plafón del último piso. Su instalación se hará por medio de abrazaderas de solera, fabricadas de fierro en forma de U o de anillo y se suspenderán de las trabes con taquetes de expansión o con anclas de acero, cuidando el cruzamiento de las tuberías.

En el inicio de cada una de las columnas, se debe colocar una válvula de compuerta, con el fin de poder reparar cualquier avería que se presente en ellas o en la sección que surten, sin tener que dejar de dar servicio al resto del edificio. En lo referente a su instalación, debe evitarse que sea dentro de los muros o columnas de la estructura, ya que en caso de cualquier reparación habrá necesidad de romperlos; lo más aconsejable es colocarlas dentro de ductos especiales, pero que un operario pueda efectuar cualquier trabajo. Las columnas se sujetan al muro con abrazaderas, que evitan que se presenten fallas por flexiones, golpes, dilatación, etcétera. La elección de los sistemas de soportes, la separación entre estós y el modo de fijarlos, serán los especificados.

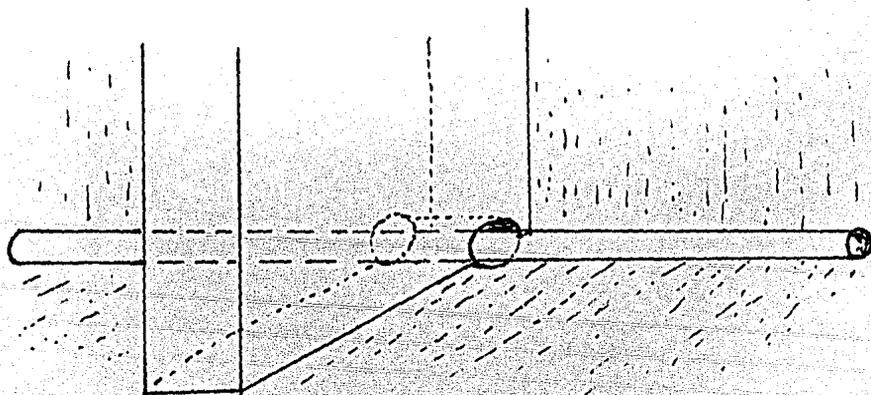


SOPORTE

Otra razón ligada a la anterior es que gran parte de

los ruidos percibidos en los edificios, son producidos o transmitidos por las tuberías (tanto de alimentación como de evacuación). Este grave inconveniente, que plantea numerosas y diversos problemas, requiere mucha atención y en el modo de fijar las tuberías está a menudo la solución; aunque otro motivo de los ruidos (golpes de ariete, vibraciones, chascidos) son provocados por un exceso de presión y de velocidad en las tuberías de alimentación, es por eso que hay que realizar un buen diseño de la red, para evitar los problemas citados.

En caso que una columna o ramal tenga que atravesar un muro, se deben utilizar manguitos o camisas, que son pequeños tramos de tubo de un diámetro mayor que el del tubo de servicio y de una longitud igual al el grueso del muro; la tubería del servicio, se pasa dentro del tramo pequeño para atravesar el muro con objeto de evitarle cargas.

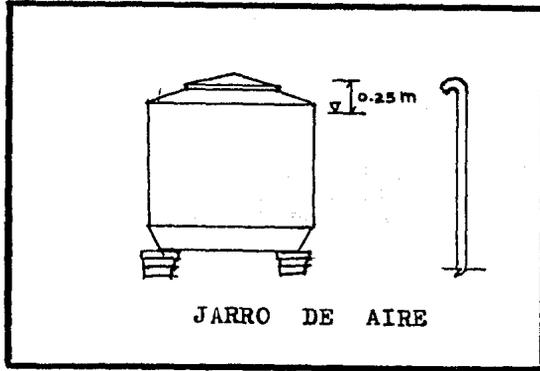


TUBERIA ATRAVESANDO UN MURO

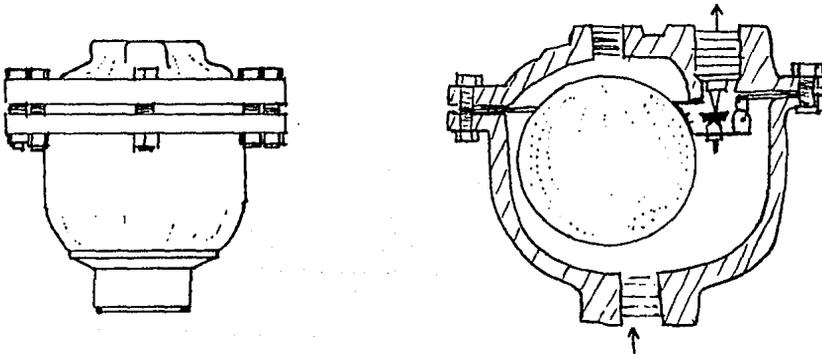
Los movimientos diferenciales, pueden ser de magnitud suficiente para provocar la rotura de las tuberías, si no se toman precauciones al instalarlas.

En estructuras altas no conviene atravesar tuberías por las juntas de dilatación y en caso necesario hay que tomar precauciones para evitar la posible rotura, empleando juntas flexibles en las tuberías.

Para no tener fallas debidas a presencia de aire en las columnas, se deben de colocar en la parte superior de cada una, válvulas eliminadoras de aire; ya que el aire es muy soluble en el agua y al mismo tiempo tiende a liberarse, al entrar en la circulación del agua por las tuberías, debe ser desalojado a la atmósfera y evitar así las bolsas de aire que saldrían por los muebles, produciendo ruidos molestos y golpeteo en las llaves. Esta válvulas de aire, consisten básicamente en una caja de bronce con un orificio en la parte superior y un flotador con un pequeño cono, que sirve para obturar el orificio y al producirse aire en la columna, éste ascenderá, formando una cámara de aire en la válvula, que hará bajar el flotador, abriendo el orificio, el agua por la presión en la línea, subirá de nivel inmediatamente, expulsando aire y cerrando el orificio. Otro sistema consiste en colocar un "jarro de aire", que viene siendo la prolongación hacia arriba de las columnas distribuidoras, que debe llegar a una altura superior a la del nivel máximo del agua en el tinaco, para evitar que éste se vacíe por el principio de los vasos comunicantes; el aire al desplazarse a la parte alta, descargará libremente en la atmósfera.



ELIMINADOR AUTOMÁTICO DE AIRE



Si el número de columnas es grande, se pueden ligar -- los jarros de aire, prolongándose solamente un tubo hasta la altura necesaria, ya que si los prolongásemos individualmente, por su propia esbeltez se romperían y sería antieconómico y antiestético.

En edificios de gran altura, si se tiene una sola unidad de abastecimiento de agua, se deben tomar en cuenta -- las presiones fuertes que pueden presentarse, afectando -- las tuberías y válvulas; lo que obliga a usar válvulas reductoras de presión; o bien, considerar el edificio dividido en varios niveles, integrados cada uno por varios pisos (de 10 a 15) que se alimentarán separadamente.

Los ramales ó derivadores, como sabemos, son tuberías que enlazan a las columnas con las llaves de los muebles; en la iniciación de cada ramal se debe colocar una válvula de compuerta y pueden ir colocados en el piso; se aconseja que queden entre la losa y el falso plafón, facilitando -- así su inspección, reparación o cambios.

3.4 Golpe de Ariete.

Un aspecto muy importante a considerar en la red, es el Golpe de Ariete, que se produce al cerrar rápidamente -- el paso del agua que se encuentra circulando por una tubería. Debido a la velocidad que lleva el líquido y a que el agua es casi incompresible, se ocasiona una sobrepresión -- (o produce una vibración o martilleo) que puede romper la tubería.

La presión producida por el golpe de ariete se puede

calcular con la fórmula de Micheaud:

$$P = \frac{2 v l}{g t} + p$$

donde: P.- Presión resultante (Kg/cm²).

v.- Velocidad del agua (m/seg.).

l.- Longitud de la tubería (m).

g.- Aceleración de la gravedad (m/seg²).

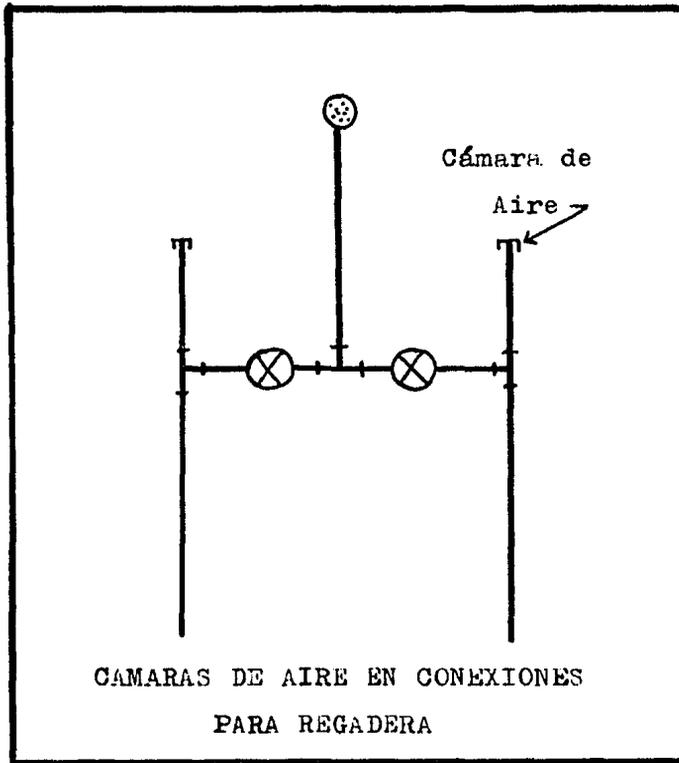
t.- Tiempo que dura el cierre (seg).

p.- Presión en ejercicio normal (Kg/cm²).

Este problema se quita instalando cámaras de aire, -- que funcionan como amortiguadores; ya que el aire, a diferencia del agua, es muy compresible y suaviza el golpe. Dichas cámaras de aire, están formadas por un tramo de tubo de 30 a 60 centímetros de largo, del mismo diámetro de la línea en la que se instalan y con un tapón-tapa en su extremo superior; generalmente se colocan unos cuantos cm. -- antes de la conexión de la línea de alimentación con las llaves del mueble.

Otra recomendación para evitar el golpe de ariete es emplear llaves con cierre lento y gradual (de globo).

En la siguiente figura se presenta un cuadro para regadera, en donde aparecen las cámaras de aire mencionadas anteriormente.



3.5 Muebles y Aparatos Sanitarios.

En un edificio, podemos encontrar varios muebles y aparatos sanitarios que cumplen con diferentes funciones cada uno (excusados, mingitorios, lavabos, lavaderos etc.).- Es requisito que todos estos muebles sean higiénicos, económicos y fabricados con materiales no absorbentes y fácilmente lavables, así como que sus líneas y colores que sean agradables. Los materiales que se usan comunmente son: La porcelana opaca o vitrificada, loza, fundición esmaltada y acero inoxidable; aunque existen también de otros materiales, como el plástico, aluminio, cobre y bronce.

Como hemos visto, para elegir los muebles y aparatos

sanitarios, hay que tomar varias consideraciones; los materiales constituyen una gama bastante extensa y para su elección no sólo hay que considerar las disponibilidades económicas, sino más bien el uso que ha de hacerse del aparato y la frecuencia que haya de tener la instalación. Deben desecharse los muebles que presenten defectos importantes de cocción o de construcción ya que pueden surgir dificultades en la colocación de la grifería, en las uniones con las tuberías, etc.

Los muebles tendrán formas redondeadas, que impidan la retención de suciedad y faciliten su limpieza. En cuanto a sus dimensiones, se determinará en función del uso que se les desee dar.

Aparte de las cuestiones de calidad, la grifería será de formas que faciliten su manejo y conservación; ya sea que esté fija al aparato o independiente, no deberá constituir obstáculo o estorbar los movimientos del que ha de utilizarlos.

Según las necesidades del uso que se dará a cada edificio y el número de personas que se piense alojar, se procederá a distribuir los muebles sanitarios en las diferentes plantas, tanto para hombres como para mujeres; ya sea, que en un solo piso se coloquen sanitarios para hombres y otro para mujeres o quizá sólo sea necesario en cada piso un sanitario de hombres y en el otro piso en forma alterna un sanitario de mujeres, según las necesidades del edificio. En caso de que se piense usar para laboratorio, dentistas o despachos de médicos, habrá que dejar tuberías que puedan alimentar a los diferentes muebles que se insta

larán en cada despacho según las necesidades que se requieran.

3.6 Desperdicios por Defectos.

Las fugas (salidas por fallas) y desperdicios (excesos o descuidos), se deben a varias causas, que tenemos -- que vigilar y evitar a lo máximo, ya que todos sabemos el valor y la escasez del agua en nuestras ciudades. Como parte final de el presente capítulo, mencionaremos las tres causas más comunes de desperdicios y son:

- 1.- El nivel cultural del usuario; es la que ocasiona el mayor volumen de fugas y desperdicios; por ejemplo tenemos los grifos en mal estado o mal cerrados; otro sitio que muy frecuentemente presenta fugas o desperdicios es el tanque de los excusados, otras causas del nivel cultural se ven en el mal uso o exageración en riegos (jardines y prados) o lavados (pisos y autos).
- 2.- Los defectos en la instalación; ya sea, en mala calidad de los aparatos, falta de mantenimiento, edad muy avanzada de la instalación o bien altas presiones que generan fugas y bajas presiones que generan desperdicios.
- 3.- La existencia de albañales; cuando no se tienen albañales, se cuida la formación de charcos, pero cuando se tienen, como ésto no se presenta, se descuidan las fugas y hasta hay desperdicios.

CAPITULO IV
APLICACION DE LOS METODOS A UN
CASO

4.1 Consideraciones Generales de Diseño.

El objetivo básico del diseño, es obtener el diámetro de las bajantes y ramales de la red, para lo cual se consideraran los siguientes factores:

a) El primero se refiere al abastecimiento de agua a los muebles sanitarios en forma satisfactoria (consumo por vivienda); entendiéndose por abastecimiento satisfactorio, aquel que proporcione una cantidad de líquido tal, que en un tiempo razonable, llene el aparato o bien que descargue un cierto caudal a juicio de la persona que lo usa.

Cada método aplica su criterio para determinar el consumo en los aparatos sanitarios.

b) El segundo factor, es el número de artefactos que se deben considerar en uso simultáneo; lo cual es de mucha importancia en la economía de la instalación, principalmente cuando los sistemas constan de un gran número de muebles.

c) El tercer factor, son las pérdidas de carga: por fricción, codos, válvulas, contadores etc.

La pérdida de carga por fricción es la que más influye y es un término que indica las condiciones y características de una tubería, tales como: el material de que está

construido el tubo, su estado en un momento dado, la longitud de la misma, su velocidad de circulación y su diámetro. Se puede obtener mediante la expresión de Darcy:

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

donde:

f= Coeficiente de fricción según el material del tubo (adimensional).

L= Longitud del tramo de tubo analizado (m).

D= Diámetro del tubo (m).

v= Velocidad del agua dentro del tubo; varía de 0.6 a 3 m/seg.

g= Aceleración de la gravedad (9.81 m/seg²).

h_f = Pérdidas por fricción (m).

Como la obtención de estos valores en todos los tramos de tubos es muy laboriosa, se han elaborado gráficas y tablas que facilitan su obtención y son las que se aplican en la práctica (ver gráfica 1).

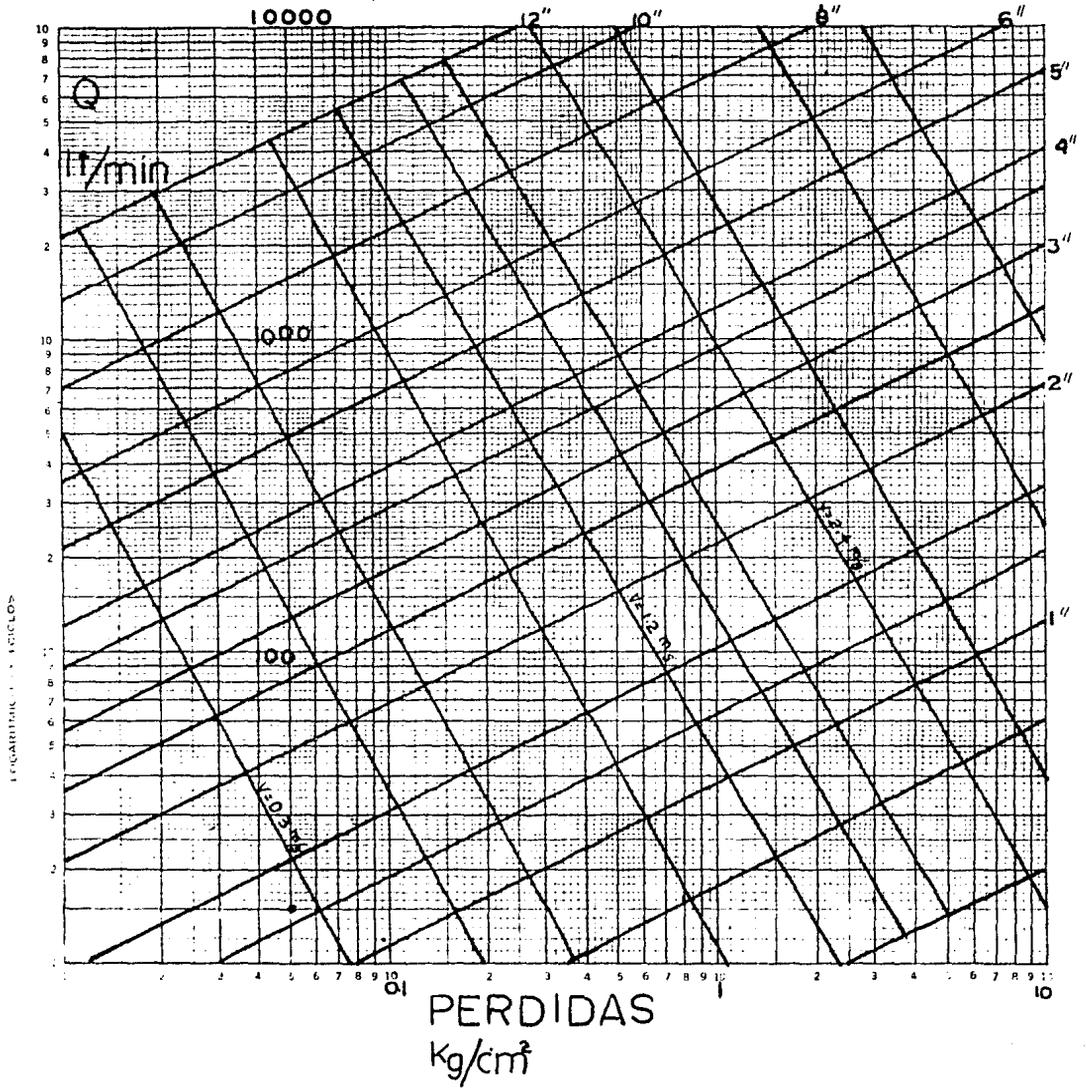
Por otra parte, las pérdidas de carga aisladas (menores), debidas a resistencias por codos, válvulas, contadores, etc, se calculan con la expresión:

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

El coeficiente K depende de las clases de resistencias y diámetros de la tubería; la v y la g , tienen el mismo significado que en la expresión anterior.

Como en el caso anterior, calcular las pérdidas de carga aplicando la fórmula, resulta muy laboriosa; también

GRAFICA I



PERDIDAS EN CICLOS

existen tablas, en las que se consideran longitudes equivalentes a tramos de tubo recto para cada tipo de resistencia en la red, como las siguientes:

(Tabla 1)
RESISTENCIA EN CONEXIONES

D "	Codo standard	Codo radio medio	Codo radio grande	Codo de 45°	TE	Curva de retorno
METROS DE TRAMO RECTO EQUIVALENTE A LA RESISTENCIA AL ESCURRIMIENTO.						
1/2"	0.45	0.42	0.33	0.23	1.03	1.15
3/4"	0.67	0.54	0.42	0.30	1.37	1.52
1"	0.82	0.70	0.51	0.39	1.76	1.65
1 1/4"	1.12	0.91	0.73	0.48	2.37	2.59
1 1/2"	1.31	1.09	0.85	0.61	2.74	3.04
2"	1.67	1.40	1.06	0.76	3.35	3.96
2 1/2"	1.98	1.64	1.28	0.91	4.26	4.57
3"	2.46	2.07	1.55	1.15	5.18	5.48
3 1/2"	2.89	2.43	1.82	1.34	5.79	6.40
4"	3.35	2.77	2.13	1.52	6.70	7.31
5"	4.26	3.65	2.71	1.85	8.23	9.44
6"	4.87	4.26	3.35	2.34	10.05	11.27
8"	6.40	5.48	4.26	3.04	13.10	14.93
10"	7.92	6.70	5.18	3.96	17.08	18.59
12"	9.75	7.92	6.09	4.57	20.11	22.25

(tabla 2)
RESISTENCIA EN VALVULAS

D "	Válvula de compuerta abierta	Válvula de globo abierta	Válvula de ángulo abierta
METROS DE TRAMO RECTO EQUIVALENTE A LA RESISTENCIA AL ESCURRIMIENTO			
1/2	0.10	4.87	2.56
3/4	0.14	6.70	3.65
1	0.18	8.23	4.57
1 ¹ / ₄	0.24	11.27	5.48
1 ¹ / ₂	0.29	13.41	6.70
2	0.36	17.37	8.53
2 ¹ / ₂	0.42	20.11	10.05
3	0.51	25.90	12.80
3 ¹ / ₂	0.61	30.17	15.24
4	0.70	33.52	17.67
5	0.88	42.67	21.33
6	1.06	48.76	25.29
8	1.37	67.05	33.52
10	1.73	88.39	42.67
12	2.04	103.63	51.81

d) Otro factor a considerar en el diseño de nuestra instalación, es la "Elección del Tubo". Dicha elección influye en los diámetros y tipo de tubería (cobre ó fierro galvanizado).

En el presente trabajo usaremos tubería de fierro galvanizado y determinaremos el diámetro de las bajantes de la manera siguiente:

Se sabe con que presión se cuenta para vencer la fricción (P), tenemos longitudes de bajantes y ramales hasta los grifos, así como pérdidas menores existentes expresadas en longitudes equivalentes, con lo que se tiene una longitud total (L) debiendo determinarse la pérdida de presión para 100 metros (para poder usar la gráfica 1), lo cual es simple ya que basta plantear la siguiente proporción:

$$P/L = X/100 \quad \therefore \quad X = \frac{100 P}{L}$$

Al despejar la incógnita X expresada en Kg/cm² y con el gasto máximo simultáneo entramos a la gráfica 1 (que nos presenta las pérdidas por fricción por cada 100 m. de tubo y el máximo consumo simultáneo del tubo), obteniendo el diámetro de la bajante.

En lo que respecta a las presiones, la presión que debe tenerse en cada nivel es la que haga funcionar a el artefacto que más requiere (generalmente el excusado) y una pequeña cantidad adicional para asegurar ese buen funcionamiento, dicha cantidad adicional se recomienda sea de 0.15 Kg/cm² como guía.

A continuación presentaremos una tabla de gastos y presiones con que trabajan algunos aparatos, que nos servirá como base:

ARTEFACTO	DIAMETRO	Q lt/min	PRESION Kg/cm ²
Excusado con tanque	3/8	12	0.50
Excusado con válvula	1	75 a 150	0.73 a 1.46
Lavadero	1/2	20	0.36
Regadera	1/2	20	0.50
Fregadero	1/2	15	0.36
Lavabo particular	3/8	12	0.50

(Tabla 3)

4.2 Aplicación.

La aplicación de los diversos métodos de cálculo, la realizaremos para un edificio en condominio, perteneciente al conjunto habitacional "Valle de Cuautitlán", que se encuentra en Cuautitlán Izcalli Estado de México.

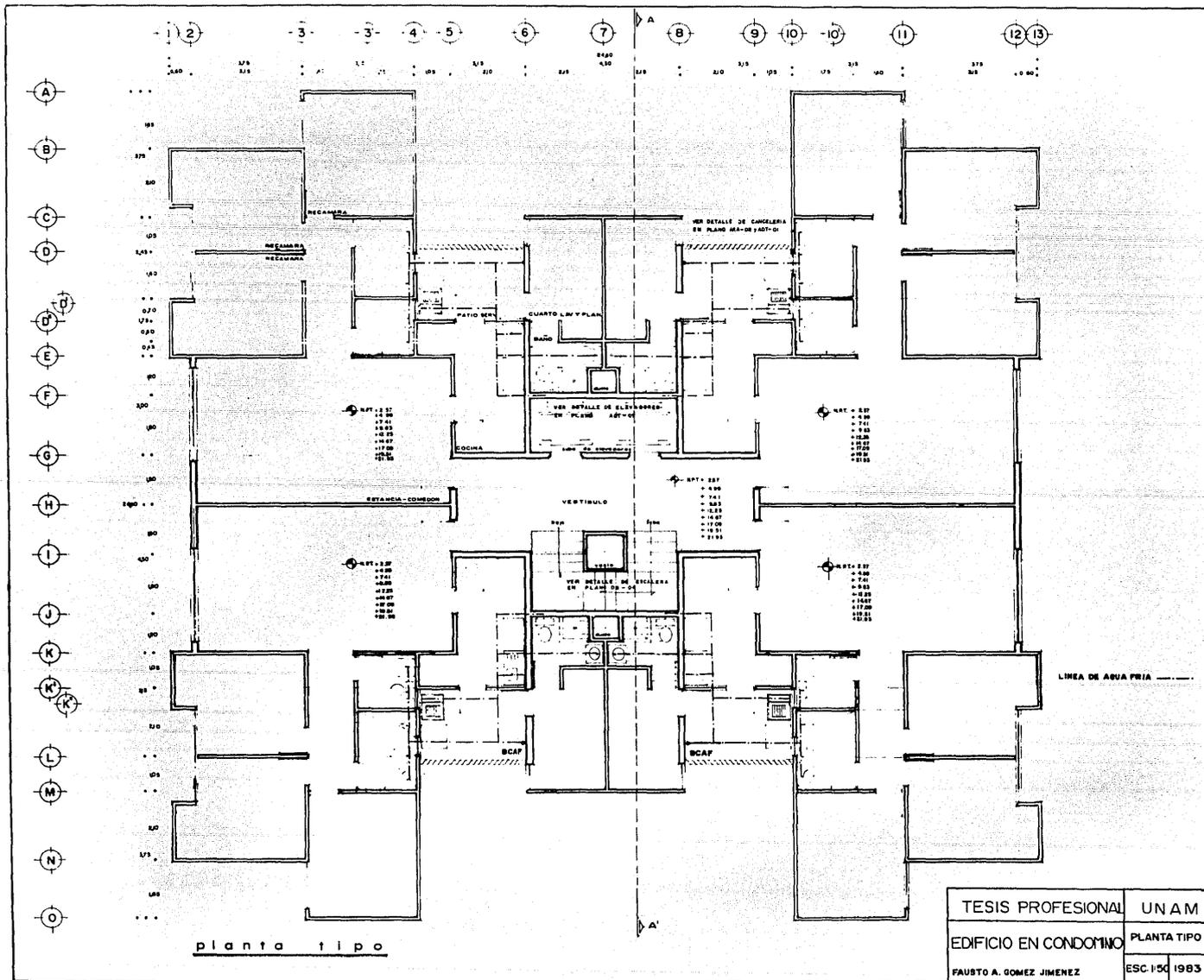
El edificio en cuestión consta de 10 niveles, con cuatro departamentos por nivel, cisterna en la planta baja y tanque elevado en la azotea. El abastecimiento al tanque elevado se realiza mediante dos bombas, conectadas en serie a un montante de $1\frac{1}{2}$ " de diámetro.

Cada departamento cuenta con los siguientes muebles sanitarios: 3 lavabos, 3 excusados, 1 regadera, 1 lavadero y 1 fregadero.

El sistema de distribución es por gravedad y se tienen 40 medidores en la azotea, así como bajantes individuales para cada departamento.

A continuación aplicaremos los diversos métodos para el cálculo de los diámetros de las bajantes. Los remales en cada departamento se consideran de $\frac{3}{4}$ " de diámetro (por norma general). Para el diseño, consideraremos las bajantes individuales para cada departamento, como tenemos 40 departamentos, se tienen 4 series de 10 bajantes cada una; por lo que basta diseñar una sola serie de 10 bajantes ya que las otras 3 series de bajantes son iguales a la calculada.

El diseño lo realizaremos siguiendo las siguientes recomendaciones:



TESIS PROFESIONAL	UN A M
EDIFICIO EN CONDOMINIO	PLANTA TIPO
FAUSTO A. GOMEZ JIMENEZ	ESC 1/50 1983

- a) Colocar para las bajantes, los mayores diámetros posibles económicamente en los niveles superiores, para contar con buena presión en los artefactos de los pisos inferiores.
- b) Colocar en los niveles superiores, artefactos que trabajen con baja presión y en los niveles inferiores artefactos que trabajen con alta presión.
- c) En cuanto al nivel del agua dentro del tinaco, respecto al grifo más alto, se recomienda que pase de 6.5 metros.

4.3 Método Británico.

Los gastos de los muebles, se determinan mediante la siguiente tabla (4):

MUEBLE	GASTO en lt/min.
Excusado público	30
Excusado privado	19.2
Fregadero	15
Lavabo	7.8
Regadera	7.8
Lavadero	7.8

La demanda máxima probable (uso simultáneo), se determina mediante la tabla siguiente (5):

TABLA 5

Q Total (consumo) en lt/min.	Q de Diseño (uso simultáneo) en lt/min.
9.6 a 46.8	9.6 a 46.8
52.8 (0.88 lt/seg)	49.2 (0.82 lt/seg)
60.6	54.6
67.8 (1.13 lt/seg)	60.6 (1.01 lt/seg)
69.6	66.0
87.0 (1.45 lt/seg)	71.4 (1.19 lt/seg)
98.4	72.0
132.6 (2.21 lt/seg)	90.6 (1.51 lt/seg)
151.2	98.4
174.0 (2.90 lt/seg)	113.4 (1.89 lt/seg)
230.4	121.2
268.2 (4.47 lt/seg)	128.4 (2.14 lt/seg)
306.0	139.8
317.4 (5.29 lt/seg)	147.6 (2.46 lt/seg)
404.4	159.0
465.0 (7.75 lt/seg)	170.4 (2.84 lt/seg)
537.0	181.2
616.2 (10.2 lt/seg)	196.8 (3.28 lt/seg)
710.4	211.8
816.6 (13.6 lt/seg)	230.4 (3.84 lt/seg)
937.2	246.0

Los datos de ésta tabla fueron obtenidos experimentalmente.

Para obtener los gastos de diseño es necesario interpolar en la tabla anterior; pero para facilidad, usualmente se construyen gráficas, que agrupan los valores tabulados y para trazar la curva conviene hallar una expresión analítica que se aproxime a los datos tabulados, en base a Métodos Numéricos existentes, como sigue:

El criterio que utilizaremos es el de los Mínimos --- Cuadrados y en base a él, encontraremos los coeficientes - de la siguiente función, que es la que se aproxima a los - datos que tenemos:

$$y = f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

Aplicando el criterio tenemos:

x	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y
0.88	0.82	0.77	0.7	0.6	0.72	0.6
1.13	1.01	1.27	1.4	1.6	1.14	1.3
1.45	1.19	2.10	3.0	4.4	1.72	2.5
2.21	1.51	4.88	10.8	23.8	3.33	7.4
2.90	1.89	8.41	24.4	70.7	5.48	15.9
4.47	2.14	19.98	89.3	399.2	9.56	42.7
5.29	2.46	27.98	148.0	783.1	13.01	68.8
7.75	2.84	60.06	465.5	3607.5	22.01	170.6
10.27	3.28	105.50	1083.2	11124.0	33.70	345.9
13.61	3.84	185.20	2521.0	34310.0	52.26	711.3
Σ 49.96	20.90	416.20	4347.4	50326.5	142.94	1367.1

Los valores de (x,y) utilizados en la tabla, se en--- cuentran en lt/seg para facilitar los cálculos.

De la tabla anterior se establece el siguiente sistema de ecuaciones, del cual encontraremos el valor de los coeficientes utilizando el método de Gauss-Jordan para resolver el sistema.

$$\begin{cases} 10.0 a_0 + 49.9 a_1 + 416.2 a_2 = 20.9 \\ 49.9 a_0 + 416.2 a_1 + 4347.4 a_2 = 142.9 \\ 416.2 a_0 + 4347.4 a_1 + 50326.5 a_2 = 1367.1 \end{cases}$$

METODO DE GAUSS-JORDAN

10.0	49.9	416.2	20.9
49.9	416.2	4437.4	142.9
416.2	4347.4	50326.5	1367.1

6.558	14.009	0	9.674
14.011	40.638	0	24.847
0.008	0.086	1	0.027

1.729	0	0	1.109
0.344	1	0	0.611
-0.021	0	1	-0.025

1	0	0	0.6164
0	1	0	0.4006
0	0	1	-0.0124

El valor de los coeficientes es:

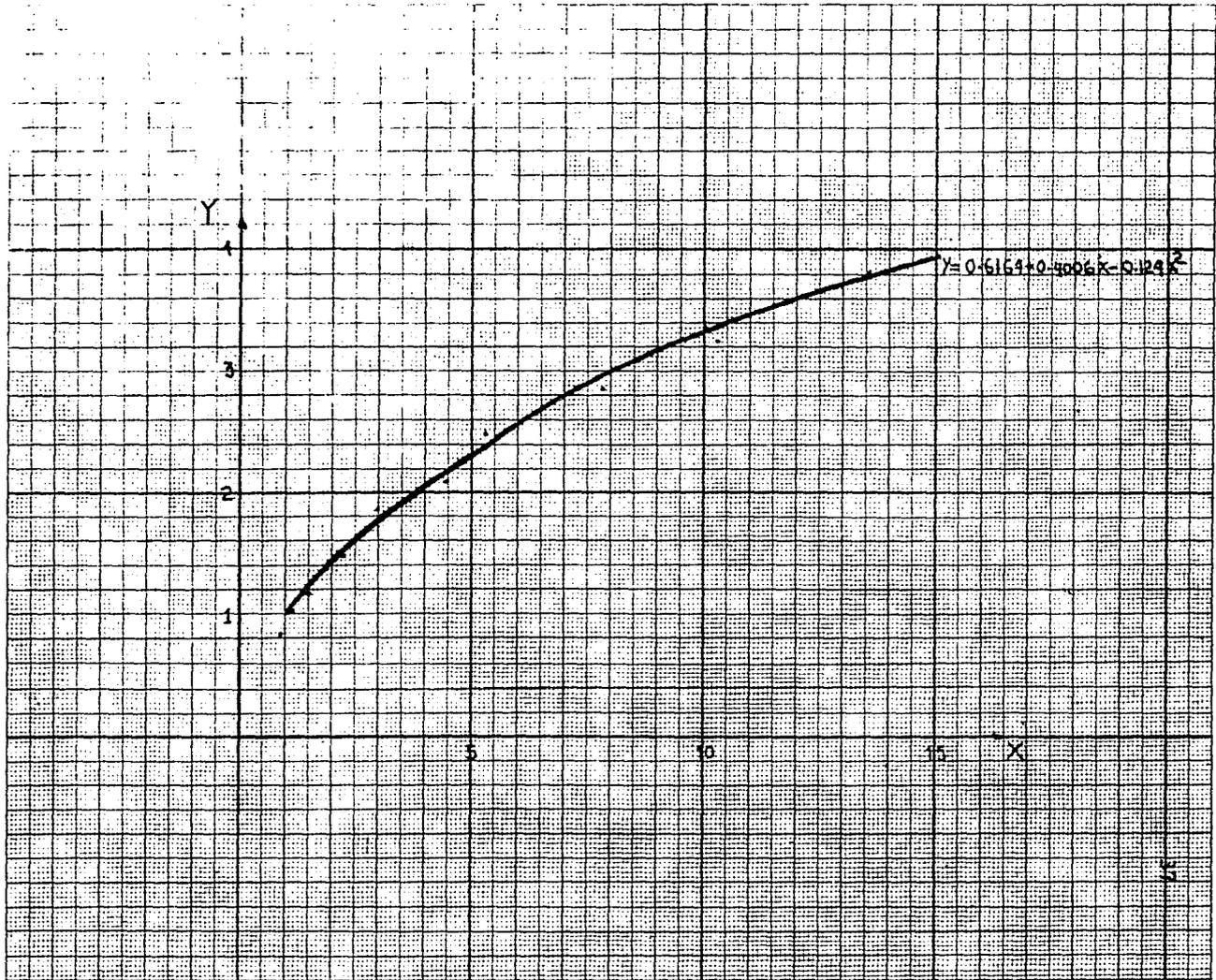
$$a_0 = 0.6164 \quad a_1 = 0.4006 \quad a_2 = -0.0124$$

La ecuación de la curva buscada es:

$$y = 0.6164 + 0.4006 X - 0.0124 X^2$$

Los valores de X representan el gasto total y el valor de y representa el - gasto de diseño (en lt/seg).

La gráfica de la ecuación anterior se presenta a continuación:



Para el diseño utilizaremos artefactos de baja presión (Excusado de tanque) en los 4 pisos superiores y de alta presión (Excusado de válvula) en los 6 pisos siguientes.

Veamos el consumo por artefacto y por departamento.

Para los pisos 10, 9, 8 y 7

3 Lavabos	$7.8 \times 3 = 23.4$ lt/min.
3 WC de tanque	$19.2 \times 3 = 57.6$ "
1 Regadera	$7.8 \times 1 = 7.8$ "
1 Lavadero	$7.8 \times 1 = 7.8$ "
1 Fregadero	$15.0 \times 1 = 15.0$ "
	<u>111.6</u> "

Para los 6 pisos inferiores

3 Lavabos	$7.8 \times 3 = 23.4$ lt/min.
3 WC de válvula	$30.0 \times 3 = 90.0$ "
1 Regadera	$7.8 \times 1 = 7.8$ "
1 Lavadero	$7.8 \times 1 = 7.8$ "
1 Fregadero	$15.0 \times 1 = 15.0$ "
	<u>144.0</u> "

El consumo total del edificio es:

$$CT = 111.6 \times 4 \times 4 + 144 \times 4 \times 6 = 4089,6 \text{ lt/min.}$$

Los valores del gasto de diseño obtenidos al interpolar de la tabla anterior (tabla 5) son:

Para los 4 pisos superiores

$$Q_{\text{máximo probable}} = 79.17 \text{ lt/min.}$$

Para los 6 pisos siguientes

$$Q_{\text{máximo probable}} = 95.38 \text{ lt/min.}$$

La presión que se tendrá en cada nivel, es la que haga funcionar el artefacto que más requiera (generalmente - son los WC) y una pequeña cantidad adicional para asegurar su buen funcionamiento y por pérdidas desconocidas (se recomienda 0.15 Kg/cm^2). así de la tabla número 3 tenemos:

Para los 4 pisos superiores

$$P_{\text{requerida}} = 0.50 + 0.15 = 0.65 \text{ Kg/cm}^2$$

Para los 6 pisos siguientes

$$P_{\text{requerida}} = 1 + 0.15 = 1.15 \text{ Kg/cm}^2$$

Los datos del diseño se concentran en la tabla de la página siguiente y las aclaraciones de la misma son:

COLUMNAS

- 1 Alturas de cada nivel del edificio.
- 2 Consumo en lt/min de cada departamento por -- nivel.
- 3 Consumo máximo probable en lt/min. con que se diseña la tubería, se obtiene a partir del -- consumo simultáneo.
- 4 Presión disponible en cada nivel en Kg/cm^2 .
- 5 Presión requerida por el excusado en cada nivel en Kg/cm^2 .
- 6 Presión con que se dispone para vencer la --- fricción y pérdidas menores, se obtiene al -- restarle a la presión disponible, la presión _ requerida.
- 7 Longitud real de tubería (bajante) desde los _ medidores hasta cada uno de los niveles.

METCDO BRITANICO

	ALTURAS	CONSUMOS		PRESIONES			LONGITUDES		PERDIDAS	DIAMETROS
	(m)	lt/min.		Kg/cm ² .			(m)		Kg/cm ² .	"
7.06	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
10	2.42	111.6	79.17	0.706	0.65	0.056	7.5	11.25	0.50	1 ¹ / ₂ "
9	2.42	111.6	79.17	0.948	0.65	0.298	9.92	14.88	2.0	1 ¹ / ₄ "
8	2.42	111.6	79.17	1.190	0.65	0.540	12.34	18.51	2.91	1"
7	2.42	111.6	79.17	1.432	0.65	0.782	14.76	22.14	3.53	1"
6	2.42	144.0	95.38	1.674	1.15	0.524	17.18	25.77	2.03	1 ¹ / ₄ "
5	2.42	144.0	95.38	1.916	1.15	0.766	19.60	29.40	2.60	1 ¹ / ₄ "
4	2.42	144.0	95.38	2.158	1.15	1.008	22.02	33.03	3.05	1 ¹ / ₄ "
3	2.42	144.0	95.38	2.400	1.15	1.250	24.44	36.66	3.40	1 ¹ / ₄ "
2	2.42	144.0	95.38	2.642	1.15	1.492	26.86	40.29	3.70	1 ¹ / ₄ "
1	2.42	144.0	95.38	2.884	1.15	1.734	29.28	43.92	3.94	1 ¹ / ₄ "

en la página anterior.

Nota: ver aclaración de la tabla

COLUMNAS

- 8 Longitud total de bajante para diseño; se obtiene sumando a la longitud real las longitudes equivalentes (por pérdidas menores). Como guía se supone que las longitudes equivalentes son un 50% de las reales, así la longitud total será $LT = 1.5 \times \text{Longitud real}$.
- 9 Pérdidas por fricción por cada 100 metros de tubería. Es la que se utiliza en la gráfica 1 para obtener el diámetro de las bajantes.
- 10 Diámetro de las bajantes por nivel en pulgadas y se obtienen de la gráfica 1.

Hay que aclarar que el cálculo de los diámetros es -- independiente para cada nivel, ya que como se estableció, diseñamos una serie de 10 bajantes independientes (una para cada departamento de cada nivel).

4.4 Método Alemán (de la Raíz Cuadrada).

En este método, los gastos requeridos para diferentes muebles sanitarios, se muestran en la tabla siguiente:

MUEBLE	GASTO en lt/min.
Lavabo ordinario	11.35
Fregadero	17.03
Regadera	18.92
Excusado de tanque	11.35
Excusado de válvula	56.77
Llave de tina	22.71

El método Alemán, ó de la Raíz Cuadrada, se basa en los puntos siguientes:

- a) El flujo de una llave de 10 mm ($3/8''$) de diámetro, bajo ciertas condiciones de carga, es igual a 15 lt/min. Dicho gasto se considera unitario (q).
- b) Cualquier otra llave que se tenga en la instalación, se compara con la de tres octavos de diámetro que sirve como unidad de gasto. De dicha relación, se obtiene un factor de gasto (f).

Así para una salida de $3/4''$ de diámetro, cuyo gasto sea por ejemplo de 45 lt/min; el factor de gasto f es $f = 45/15 = 3$.

- c) El uso simultáneo ($Q_{\text{máximo probable}}$) de los muebles instalados se considera igual a el producto siguiente.

$$Q_{\text{máximo probable}} = q \times \sqrt{f_1 n_1 + f_2 n_2 + f_i n_i}$$

Donde Q = Uso Simultáneo.

q = Gasto Unitario (15 lt/min.).

f = Factor de Gasto.

n = Número de muebles.

En base a los puntos anteriores, diseñaremos nuestras bajantes utilizando artefactos de baja presión en los 4 pisos superiores y de alta presión en los 6 pisos siguientes.

Tenemos el consumo por artefacto y departamento según la tabla anterior.

Para los pisos 10, 9, 8 y 7

3 Lavabos	11.35 x 3= 34.05 lt/min.
3 WC de tanque	11.35 x 3= 34.05 "
1 Regadera	18.92 x 1= 18.92 "
1 Lavadero	11.35 x 1= 11.35 "
1 Fregadero	17.03 x 1= 17.03 "
	115.40 "

Para los 6 pisos siguientes

3 Lavabos	11.35 x 3= 34.05 lt/min.
3 WC de válvula	56.77 x 3=170.31 "
1 Regadera	18.92 x 1= 18.92 "
1 Lavadero	11.35 x 1= 11.35 "
1 Fregadero	17.03 x 1= 17.03 "
	251.66 "

El consumo total del edificio es:

$$CT= 115.4 \times 4 \times 4 + 251.66 \times 4 \times 6=7886.24 \text{ lt/min}$$

Los valores del gasto máximo probable, los calcularemos con la expresión siguiente:

$$Q_{\text{máximo probable}} = q \times \sqrt{fn}$$

Así para los 4 pisos superiores

$$q= 15 \text{ lt/min.}$$

$$f= 115.4/15 = 7.69$$

$$n= 9$$

$$Q_{\text{máximo probable}} = 15 \times \sqrt{7.69 \times 9}$$

$$Q_{\text{máximo probable}} = 124.78 \text{ lt/min.}$$

Para los 6 pisos siguientes

$$q= 15 \text{ lt/min.}$$

$$f= 251.66/15 = 16.77$$

$$n= 9$$

$$Q_{\text{máximo probable}} = 15 \times \sqrt{16.77 \times 9}$$

$$Q_{\text{máximo probable}} = 184.28 \text{ lt/min.}$$

Como vimos en el método anterior, las presiones que se tendrán son:

Para los 4 pisos superiores

$$P_{\text{requerida}} = 0.65 \text{ Kg/cm}^2$$

Para los 6 pisos siguientes

$$P_{\text{requerida}} = 1.15 \text{ Kg/cm}^2$$

Los datos del diseño se encuentran en la tabla de la página siguiente y las aclaraciones de la misma son:

COLUMNAS

- 1 Alturas de cada nivel del edificio.
- 2 Consumo en lt/min. de cada departamento por nivel.
- 3 Consumo máximo probable en lt/min.
- 4 Presión disponible en cada nivel en Kg/cm^2 .
- 5 Presión requerida por el excusado en cada nivel en Kg/cm^2 .
- 6 Presión con que se dispone para vencer la --- fricción y pérdidas menores en cada nivel.
- 7 Longitud real de tubería (bajante) desde los medidores hasta cada uno de los niveles.
- 8 Longitud total de bajante para diseño.
- 9 Pérdidas por fricción por cada 100 metros de tubería en Kg/cm^2 .
- 10 Diámetro de las bajantes por nivel en pulgadas obtenido de la gráfica 1.

METODO ALEMAN

	ALTURAS (m)	CONSUMOS lt/min.		PRESIONES Kg/cm ² .			LONGITUDES (m)		PERDIDAS Kg/cm ² .	DIAMETROS "
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
7.06										
10	2.42	115.4	124.78	0.706	0.65	0.056	7.5	11.25	0.50	2"
9	2.42	115.4	124.78	0.948	0.65	0.298	9.92	11.88	2.0	1 ¹ / ₂ "
8	2.42	115.4	124.78	1.190	0.65	0.540	12.34	18.51	2.91	1 ¹ / ₄ "
7	2.42	115.4	124.78	1.432	0.65	0.782	14.76	22.14	3.53	1 ¹ / ₄ "
6	2.42	251.6	184.28	1.674	1.15	0.524	17.18	25.77	2.03	1 ¹ / ₂ "
5	2.42	251.6	184.28	1.916	1.15	0.766	19.60	29.40	2.60	1 ¹ / ₂ "
4	2.42	251.6	184.28	2.158	1.15	1.008	22.02	33.03	3.05	1 ¹ / ₂ "
3	2.42	251.6	184.28	2.400	1.15	1.250	24.44	36.66	3.40	1 ¹ / ₂ "
2	2.42	251.6	184.28	2.642	1.15	1.492	26.86	40.29	3.70	1 ¹ / ₂ "
1	2.42	251.6	184.28	2.884	1.15	1.734	29.28	43.92	3.94	1 ¹ / ₂ "

4.5 Método Americano.

En el método americano el gasto por minuto que requiere cada mueble se evalúa en base a una Unidad de Consumo - que equivale a unos 25 lt/min.

En la siguiente tabla podemos ver las Unidades de Consumo (UC) por artefacto.

MUEBLE	UC
Baño completo	8
Excusado de tanque	3
Excusado de válvula	6
Lavadero	3
Fregadero	3
Regadera	2
Lavabo	1

Para determinar el Uso Simultáneo ($Q_{\text{máximo probable}}$), primero procedemos a obtener el consumo total por nivel en UC y por departamento. Con el dato anterior utilizamos la gráfica #2, donde determinaremos el uso simultáneo en ---- lt/min.

Hay que aclarar que en la gráfica #2 existen dos curvas, la curva (A) se utiliza para instalaciones en las que predominan aparatos que trabajan con alta presión (válvulas de descarga) y la curva (B) se utiliza para instalaciones en las que predominan aparatos que trabajan con baja presión (tanques de descarga).

Tomando en cuenta que en nuestra instalación existen aparatos que trabajan a alta presión (del primero a el sexto nivel) y aparatos que trabajan a baja presión (en los -

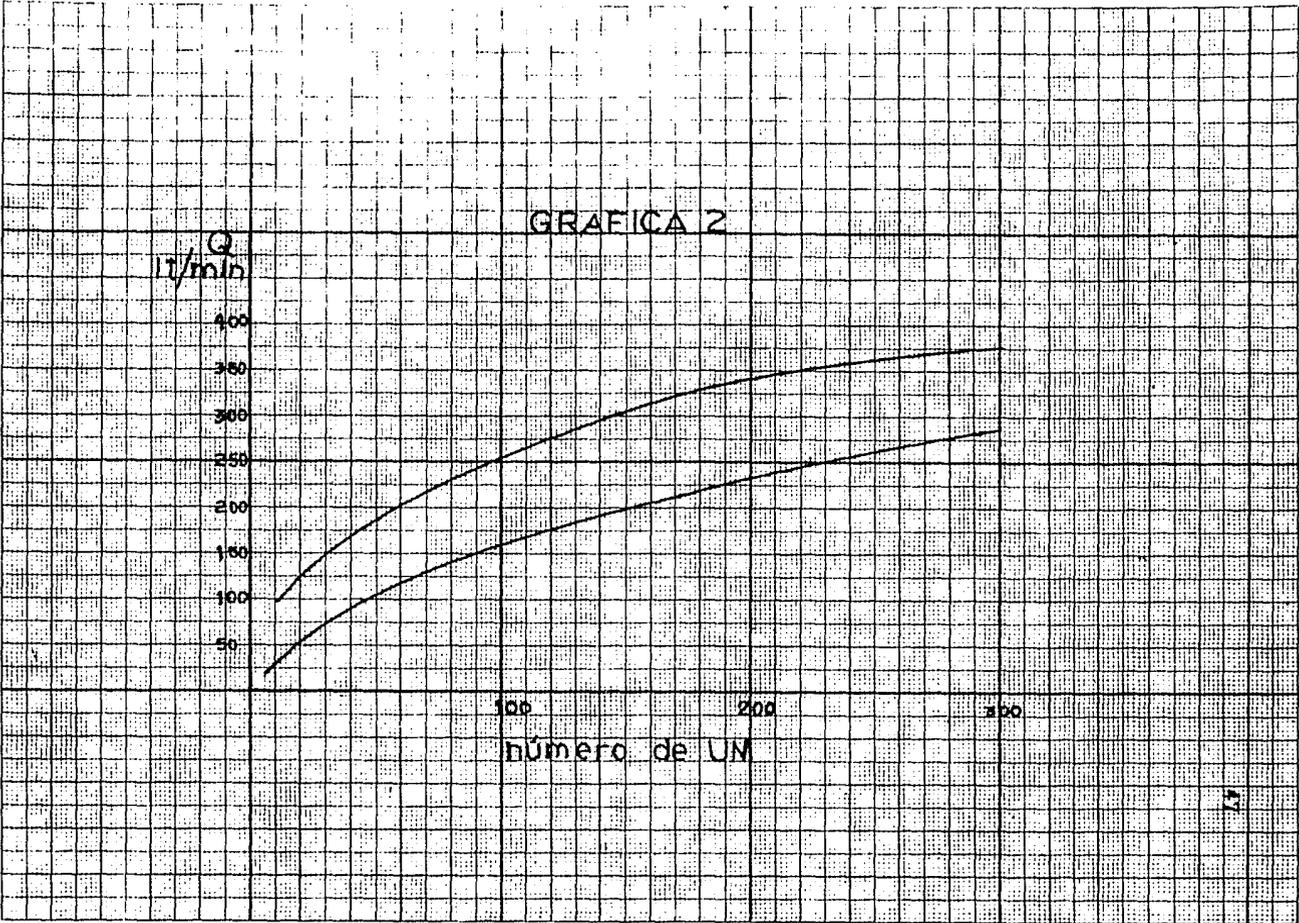
GRAFICA 2

Q
lit/min

400
350
300
250
200
150
100
50

100 200 300

número de UM



cuatro pisos superiores), entonces usaremos las dos curvas según el caso, ya que los sistemas de distribución son independientes para cada departamento.

Con las consideraciones anteriores, procederemos a el diseño.

Según la tabla determinamos las UC por departamento.

Para los pisos 10, 9, 8 y 7

3 Lavabos	1 x 3 = 3 UC
3 WC de tanque	3 x 3 = 9 "
1 Regadera	2 x 1 = 2 "
1 Lavadero	3 x 1 = 3 "
1 Fregadero	2 x 1 = 2 "
	19 "

Para los 6 pisos inferiores

3 Lavabos	1 x 3 = 3 UC
3 WC de válvula	6 x 3 = 18 "
1 Regadera	2 x 1 = 2 "
1 Lavadero	3 x 1 = 3 "
1 Fregadero	2 x 1 = 2 "
	28 "

El consumo total del edificio es:

$$CT = 19 \times 4 \times 4 + 28 \times 4 \times 6 = 976 \text{ UC}$$

(como 1 UC = 25 lt/min; entonces CT = 24400 lt/min.)

Los valores del gasto máximo probable se obtienen de la gráfica #2 y son:

Para los 4 pisos superiores

$$Q_{\text{máximo probable}} = 50 \text{ lt/min (de la curva B)}$$

Para los 6 pisos siguientes

$$Q_{\text{máximo probable}} = 150 \text{ lt/min. (de la curva A)}$$

Como hemos visto en los métodos anteriores, las presiones requeridas son:

Para los 4 pisos superiores

$$P_{\text{requerida}} = 0.65 \text{ Kg/cm}^2$$

Para los 6 pisos siguientes

$$P_{\text{requerida}} = 1.15 \text{ Kg/cm}^2$$

Los datos del diseño, se concentran en la tabla de la página siguiente y las aclaraciones de la misma son:

COLUMNAS

- 1 Alturas de cada nivel del edificio.
- 2 Consumo en lt/min. de cada departamento por nivel.
- 3 Consumo máximo probable en lt/min.
- 4 Presión disponible en cada nivel en Kg/cm^2 .
- 5 Presión requerida por el excusado en cada nivel en Kg/cm^2 .
- 6 Presión con que se dispone para vencer la --- fricción y pérdidas menores en cada nivel.
- 7 Longitud real de tubería (bajante) desde los _ medidores hasta cada uno de los niveles.
- 8 Longitud total de bajante para diseño.
- 9 Pérdidas por fricción por cada 100 metros de _ tubería. en Kg/cm^2 .
- 10 Diámetro de las bajantes por nivel en pulgadas obtenido de la gráfica 1.

METODO AMERICANO

	ALTURAS (m)	CONSUMOS UC lt/min.		PRESIONES Kg/cm ² .			LONGITUDES (m)		PERDIDAS Kg/cm ² .	DIAMETROS "
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
7.06										
10	2.42	19	50	0.706	0.65	0.056	7.5	11.25	0.50	1 ¹ / ₂ "
9	2.42	19	50	0.948	0.65	0.298	9.92	14.88	2.0	1"
8	2.42	19	50	1.19	0.65	0.540	12.34	18.51	2.91	1"
7	2.42	19	50	1.432	0.65	0.782	14.76	22.14	3.53	1"
6	2.42	28	150	1.674	1.15	0.524	17.18	25.77	2.03	1 ¹ / ₂ "
5	2.42	28	150	1.916	1.15	0.766	19.60	29.40	2.60	1 ¹ / ₂ "
4	2.42	28	150	2.158	1.15	1.008	22.02	33.03	3.05	1 ¹ / ₂ "
3	2.42	28	150	2.400	1.15	1.250	24.44	36.66	3.40	1 ¹ / ₂ "
2	2.42	28	150	2.642	1.15	1.492	26.86	40.29	3.70	1 ¹ / ₂ "
1	2.42	28	150	2.884	1.15	1.734	29.28	43.92	3.94	1 ¹ / ₂ "

4.6 Método Francés.

Este método se basa en ciertos criterios establecidos por normas Francesas, que citaremos a continuación.

Las normas Francesas fijan los gastos mínimos de base por mueble, que se toman en cuenta para obtener el consumo de un inmueble. Dichos gastos se observan en la siguiente tabla.

MUEBLE	GASTO en lt/min.
Fregadero	12
Lavabo	6
Regadera	15
Excusado de tanque	6
Excusado de válvula	60
Bidé	6
Urinarios	6
Lavadero	24

Sabemos que el consumo de agua de un inmueble varía - con las actividades de sus ocupantes en los diferentes momentos del día. Para fijar los diámetros necesarios de las tuberías de distribución, hay que determinar la punta máxima de consumo ($Q_{\text{máximo probable}}$). El valor de dicha puntararamente corresponde a la apertura simultánea de todos -- los grifos. No obstante, se puede tomar como procedimiento de su evaluación, el que consiste en multiplicar el consumo total (q) por un coeficiente (k), inferior a la unidad y denominado coeficiente de simultaneidad.

$$Q_{\text{máximo probable}} = q \times k$$

Las normas Francesas fijan el valor de k por la expresión:

$$k = \frac{1}{\sqrt{x-1}}$$

En la que (x) representa el número de muebles instalados.

Los congresos internacionales de fontanería, han admitido que el valor de k no debe, en ningún caso, bajar de 0.20, dicho valor se alcanza cuando el número de grifos instalados es de 26.

La gráfica #3 presenta los valores del coeficiente k de simultaneidad en función de el número de muebles y según la expresión anterior. La curva de la gráfica #3 nos servirá para el diseño que a continuación se presenta:

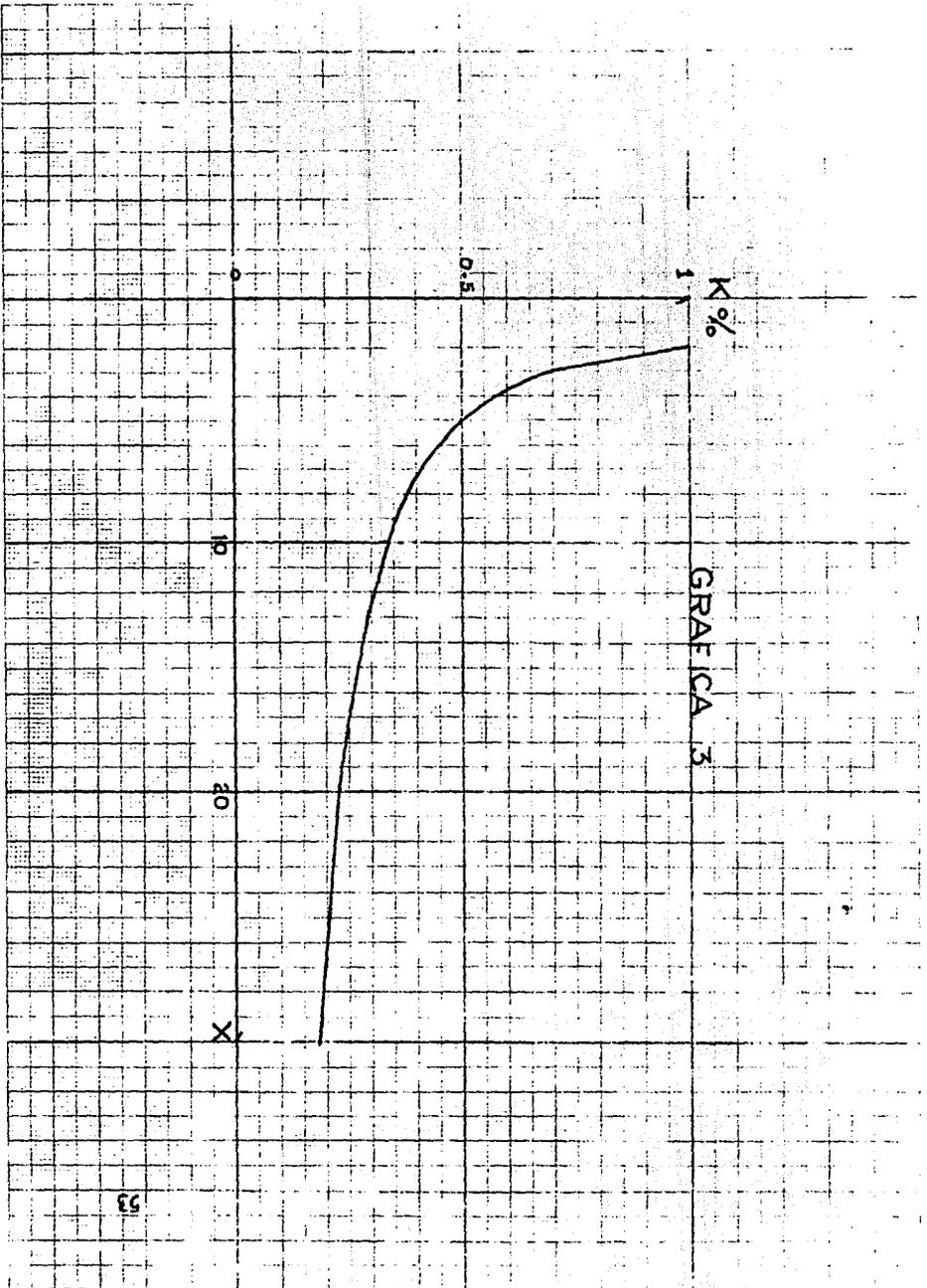
Determinamos el consumo por departamento según la tabla anterior:

Para los pisos 10, 9, 8 y 7

3 Lavabos	6 x 3 = 18 lt/min.
3 WC de tanque	6 x 3 = 18 "
1 Regadera	15 x 1 = 15 "
1 Lavadero	24 x 1 = 24 "
1 Fregadero	12 x 1 = 12 "
	87 "

Para los 6 pisos inferiores

3 Lavabos	6 x 3 = 18 lt/min.
3 WC de válvula	60 x 3 = 180 "
1 Regadera	15 x 1 = 15 "
1 Lavadero	24 x 1 = 24 "
1 Fregadero	12 x 1 = 12 "
	249 "



El consumo total del edificio es:

$$CT = 87 \times 4 \times 4 + 249 \times 4 \times 6 = 7368 \text{ lt/min.}$$

Utilizando la gráfica # 3 determinamos el gasto máximo probable.

Para los 4 pisos superiores $x=9$ $k= 0.35$

$$Q_{\text{máximo probable}} = 87 \times 0.35 = 30.45 \text{ lt/min.}$$

Para los 6 pisos siguientes $x=9$ $k= 0.35$

$$Q_{\text{máximo probable}} = 249 \times 0.35 = 87.15 \text{ lt/min.}$$

Como se ha visto en los métodos anteriores, las presiones requeridas son :

Para los 4 pisos superiores

$$P_{\text{requerida}} = 0.65 \text{ Kg/cm}^2$$

Para los 6 pisos siguientes

$$P_{\text{requerida}} = 1.15 \text{ Kg/cm}^2$$

Los datos del diseño, se concentran en la tabla de la página siguiente y las aclaraciones de la misma son:

COLUMNAS

- 1 Alturas de cada nivel del edificio.
- 2 Consumo en lt/min. de cada departamento por nivel.
- 3 Consumo máximo probable en lt/min.
- 4 Presión disponible en cada nivel en Kg/cm^2 .
- 5 Presión requerida por el excusado en cada nivel en Kg/cm^2 .
- 6 Presión con que se dispone para vencer la fricción y pérdidas menores en cada nivel.

METODO FRANCES

	ALTURAS	CONSUMOS		PRESIONES			LONGITUDES		PERDIDAS	DIAMETROS
	(m)	lt/min.		Kg/cm ² .			(m)		Kg/cm ² .	"
7.06	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
10	2.42	87	30.45	0.706	0.65	0.056	7.5	11.25	0.50	1 ¹ / ₄ "
9	2.42	87	30.45	0.948	0.65	0.298	9.92	14.88	2.0	1"
8	2.42	87	30.45	1.190	0.65	0.540	12.34	18.51	2.91	3/4"
7	2.42	87	30.45	1.432	0.65	0.782	14.76	22.14	3.53	3/4"
6	2.42	249	87.15	1.674	1.15	0.524	17.18	25.77	2.03	1 ¹ / ₄ "
5	2.42	249	87.15	1.916	1.15	0.766	19.60	29.40	2.60	1 ¹ / ₄ "
4	2.42	249	87.15	2.158	1.15	1.008	22.02	33.03	3.05	1 ¹ / ₄ "
3	2.42	249	87.15	2.400	1.15	1.250	24.44	33.66	3.40	1 ¹ / ₄ "
2	2.42	249	87.15	2.642	1.15	1.492	26.86	40.29	3.70	1 ¹ / ₄ "
1	2.42	249	87.15	2.884	1.15	1.734	29.28	43.92	3.94	1 ¹ / ₄ "

COLUMNAS

- 7 Longitud real de tubería (bajante) desde los medidores hasta cada uno de los niveles.
- 8 Longitud total de bajante para diseño.
- 9 Pérdidas por fricción por cada 100 metros de tubería en Kg/cm^2 .
- 10 Diámetro de las bajantes por nivel en pulgadas obtenido de la gráfica 1.

4.7 Método Empírico.

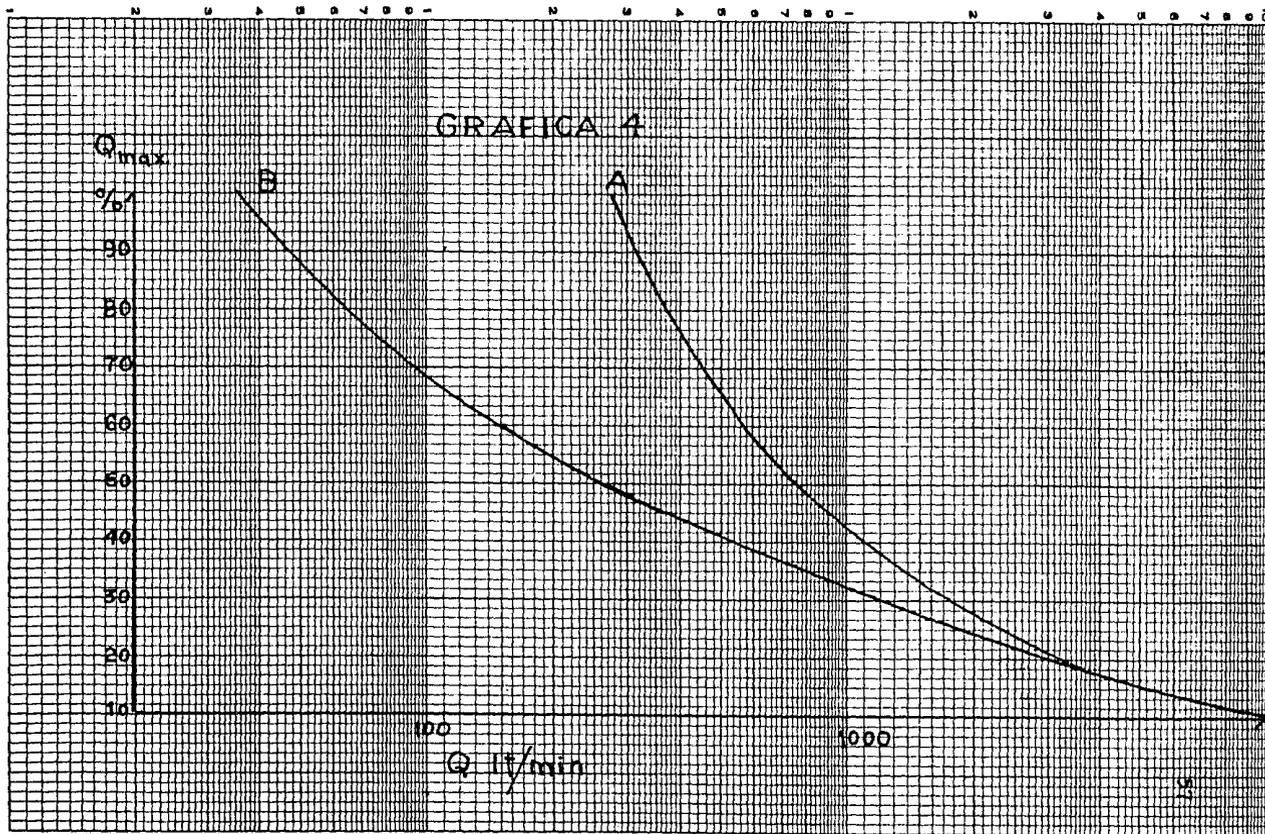
Se considera en el presente método, que la mayoría de los muebles se encuentran funcionando.

Basándose en la práctica se han establecido tablas de gastos de cada uno de los muebles, como vemos a continuación:

MUEBLE	GASTO en lt/min.
Excusado de válvula	75.7
Excusado de tanque	22.71
Lavabo	7.57
Regadera	18.92
Bidet	1.89
Fregadero	18.92
Lavadero	18.92

El método de cálculo consiste en sumar los gastos de los muebles en los diferentes núcleos sanitarios, con el objeto de obtener el consumo total, y se entra a la gráfica #4, donde se obtiene el porcentaje de operación en función del uso. Dicho valor se multiplica por el consumo y -

SEMI-LOGARITMICO 3 CICLOS X 12
DIVISIONES POR PULGADA.



se obtiene así el gasto en función del porcentaje de uso, con ese valor y con las pérdidas, entramos a la gráfica #1 y obtenemos el diámetro correspondiente para la línea que se está calculando y así sucesivamente se continúa calculando todo el sistema.

Hay que aclarar que al igual que en el método americano, existen dos curvas en la gráfica #4, la curva (A) se utiliza para sistemas mixtos (con muebles de fluxómetro y ordinarios) y la curva (B) se utiliza para sistemas que no tienen muebles de fluxómetro.

Como en el método americano, utilizaremos las dos curvas para el diseño ya que tenemos sistemas de distribución independientes para cada departamento.

Según la tabla obtenemos el consumo por departamento.

Para los pisos 10, 9, 8 y 7

3 Lavabos	$7.57 \times 3 =$	22.71 lt/min.
3 WC de tanque	$22.71 \times 3 =$	68.13 "
1 Regadera	$18.92 \times 1 =$	18.92 "
1 Lavadero	$18.92 \times 1 =$	18.92 "
1 Fregadero	$18.92 \times 1 =$	18.92 "
		147.60 "

Para los 6 pisos inferiores

3 Lavabos	$7.57 \times 3 =$	22.71 lt/min.
3 WC de válvula	$75.70 \times 3 =$	227.10 "
1 Regadera	$18.92 \times 1 =$	18.92 "
1 Lavadero	$18.92 \times 1 =$	18.92 "
1 Fregadero	$18.92 \times 1 =$	18.92 "
		306.57 "

El consumo total del edificio es:

$$CT = 147.6 \times 4 \times 4 + 306.57 \times 4 \times 6 = 9719.28 \frac{\text{lt}}{\text{min.}}$$

Los gastos de diseño son:

Para los 4 pisos superiores

El % de operación para $Q=147.6$ lt/min. es 60%

$$\text{Por lo tanto } Q_{\substack{\text{máximo} \\ \text{probable}}} = 147.6 \times 0.6 = 88.56 \text{ lt/min.}$$

Para los 6 pisos siguientes

El % de operación para $Q=306.57$ lt/min. es 92%

$$\text{Por lo tanto } Q_{\substack{\text{máximo} \\ \text{probable}}} = 306.57 \times 0.92 = 282.04 \text{ lt/min.}$$

Como hemos visto en los métodos anteriores, las presiones requeridas son:

Para los 4 pisos superiores

$$P_{\text{requerida}} = 0.65 \text{ Kg/cm}^2$$

Para los 6 pisos siguientes

$$P_{\text{requerida}} = 1.15 \text{ Kg/cm}^2$$

Los datos del diseño, se concentran en la tabla de la página siguiente y las aclaraciones de la misma son:

COLUMNAS

- 1 Alturas de cada nivel del edificio.
- 2 Consumo en lt/min. de cada departamento por nivel.
- 3 Consumo máximo probable en lt/min.
- 4 Presión disponible en cada nivel en Kg/cm^2 .
- 5 Presión requerida por el excusado en cada nivel en Kg/cm^2 .

METODO EMPIRICO

	ALTURAS	CONSUMOS		PRESIONES			LONGITUDES		PERDIDAS	DIAMETROS
	(m)	lt/min.		Kg/cm. ²			(m)		Kg/cm. ²	"
7.06	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
10	2.42	147.60	88.56	0.706	0.65	0.056	7.5	11.25	0.50	1 1/2"
9	2.42	147.60	88.56	0.948	0.65	0.298	9.92	14.88	2.0	1 1/4"
8	2.42	147.60	88.56	1.190	0.65	0.540	12.34	18.51	2.91	1 1/4"
7	2.42	147.60	88.56	1.432	0.65	0.782	14.76	22.14	3.53	1 1/4"
6	2.42	306.57	282.04	1.674	1.15	0.524	17.18	25.77	2.03	2"
5	2.42	306.57	282.04	1.916	1.15	0.766	19.60	29.40	2.60	2"
4	2.42	306.57	282.04	2.158	1.15	1.008	22.02	33.03	3.05	2"
3	2.42	306.57	282.04	2.400	1.15	1.250	24.44	36.66	3.40	2"
2	2.42	306.57	282.04	2.642	1.15	1.492	26.86	40.29	3.70	2"
1	2.42	306.57	282.04	2.884	1.15	1.734	29.28	43.92	3.94	2"

COLUMNAS

- 6 Presión con que se dispone para vencer la --- fricción y pérdidas menores en cada nivel.
- 7 Longitud real de tubería (bajante) desde los _ medidores hasta cada uno de los niveles.
- 8 Longitud total de bajante para diseño.
- 9 Pérdidas por fricción por cada 100 metros de _ tubería en Kg/cm^2 .
- 10 Diámetro de las bajantes por nivel en pulgadas obtenido de la gráfica 1.

CAPITULO V
CONCLUSION Y COMPARACION

Al realizar el análisis de los métodos anteriores, podemos observar que en el diseño de las instalaciones hidráulicas existe cierto empirismo, ya que los métodos de diseño tienen como base observaciones realizadas en la práctica y en base a dichas observaciones se han establecido ciertos criterios de diseño, fundamentados en las teorías de la hidráulica.

Como hemos podido observar, en los diversos métodos existe un común denominador que es la obtención del gasto máximo probable y que cada uno de ellos presenta sistemas diferentes para su cálculo y es en la obtención de ese gasto máximo probable, donde se encuentra la clave del por qué se obtienen diámetros diferentes en cada método, así, pudimos ver que en los métodos Británico y Francés se obtienen diámetros menores y en el método Empírico los diámetros mayores. La variación se debe a que cada método juzga en forma diferente los consumos de los aparatos y los consumos simultáneos, así, por ejemplo, los métodos Europeos son más conservadores en los consumos que los métodos Americanos.

Considero que la variación en los criterios de diseño que he mencionado anteriormente, se deben a que entre América y Europa existen marcadas diferencias culturales, así como diferentes climas, suelos, vegetación y escasez de agua, que originan necesidades de consumo propias para cada región.

Observando las diversas tablas que agrupan a los datos de diseño, podemos ratificar lo citado anteriormente, ya que los datos que sufren variaciones son los de las columnas 2, 3 y 10 que son las que nos indican los consumos y los diámetros respectivamente. El resto de las columnas mantienen sus datos constantes, ya que, tanto las condiciones de presión, como las de longitud se mantienen constantes en el diseño de la red.

De los métodos que han sido tratados en el presente trabajo, el método Francés es el que resulta más económico, pero hay que hacer la observación de que la determinación del gasto máximo probable, utilizando el coeficiente de simultaneidad, no puede aplicarse a los establecimientos en los cuales la actividad de sus ocupantes está estrictamente regulada, de modo que todos tengan en un mismo instante el mismo tipo de ocupación. Tal es el caso de internados escolares, de los cuarteles etc.

De los resultados obtenidos, considero que se deben aplicar aquellos métodos que arrojan resultados medios ya que no obstante que se sacrifica un poco la economía, tendremos una instalación que favorece la seguridad del servicio.

En la República Mexicana, los criterios de diseño de las instalaciones hidráulicas y sanitarias se encuentran muy influenciados por el método Americano y es el que se aplica en las normas complementarias del Departamento Del Distrito Federal, relativas al diseño de las instalaciones hidráulicas y sanitarias.

<u>METODO</u>	<u>TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS</u>									
	DIAMETROS OBTENIDOS PARA DIFERENTES NIVELES (en pulgadas).									
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
BRITANICO	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$
ALEMAN	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
AMERICANO	$1\frac{1}{2}$	1	1	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
FRANCES	$1\frac{1}{4}$	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$
EMPIRICO	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	2	2	2	2	2	2

Por último quiero agregar que en el presente trabajo_ no he tratado de realizar un estudio profundo de los Méto- dos de Cálculo de Redes Interiores de Agua Fría, sino que_ simple y sencillamente mi objetivo es el de lograr un mejor criterio en el diseño de dichas instalaciones hidráulicas.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Mariano Rodríguez Avial.
Fontanería y Saneamiento.
Editorial Dossat S.A. , Madrid.
- 2.- Brigaux-Garrigou.
Fontanería e Instalaciones Sanitarias.
Editorial Gustavo Gili S.A. Madrid.
- 3.- Reglamento de Ingeniería Sanitaria.
D.D.F. México.
- 4.- Apuntes de la Materia de Instalaciones Sanitarias.
- 5.- Manual "HELVEX" para instalaciones.
México D.F.