



Centro Internacional de Referencia
para
Abastecimiento Público de Agua
y Saneamiento

262.8 86GU

Centro Colaborador de la OMS

Setiembre 1986

La Haya, Países Bajos

Guía sobre Aspectos Sanitarios de la Plomería



Traducido al español y publicado por el
CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA
Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS) - OPS/OMS



19

Serie Documentos Técnicos

262.8-86GU.8936

1011 8936

Guías sobre Aspectos Sanitarios de la Plomería / Floyd B. Taylor, William E. Wood; (pref. T.K. Tjiook) - Rijswijk, La Haya, Países Bajos: Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento - III. - (Documento Técnico: 19).

Con Bibliogr., índice.

ISBN 90-6687-001-X

UDC 696.1

COMPENDIO

Esta guía ha sido preparada para servicios de plomería y para las entidades que trabajan en los campos del agua, alcantarillado y salud. Ha sido escrita teniendo en mente especialmente las necesidades de los países en desarrollo.

La Parte I se refiere al diseño y administración de un código práctico de plomería. Dicho código consiste en una ordenanza y en estándares de plomería. Esto último lo cubre la Parte II. Trata sobre normas y reglamentaciones para sistemas de plomería en edificaciones simples, múltiples y de varios pisos, así como también aquellas de sistemas duales de agua y drenaje de aguas pluviales. La III Parte ofrece anotaciones generales sobre asuntos especiales tales como dispositivos de protección, materiales y saneamiento intermedio.

Aunque esta guía tenga que ser adaptada a los requerimientos específicos de los países, se da énfasis a la necesidad de un marco institucional y legislativo de modo de proteger las instalaciones y, en consecuencia, la salud del consumidor.

Palabras claves: plomería / código de plomería / guía / empresas públicas de agua / alcantarillado / países en desarrollo / áreas urbanas / legislación / plomeros / adiestramiento / sistemas duales de abastecimiento de agua / drenaje de agua pluvial / conservación de agua / materiales para tuberías / baños públicos / aparatos / desinfección / aspectos sanitarios.

CENTRO INTERNACIONAL DE REFERENCIA PARA ABASTECIMIENTO PUBLICO DE AGUA Y SANEAMIENTO.

El CIR es una organización que opera internacionalmente brindando apoyo informativo y tecnológico para la mejora del agua y el saneamiento.

Con sus colaboradores en los países en desarrollo y con las agencias de las Naciones Unidas, organismos donantes, y organizaciones no gubernamentales, el CIR presta ayuda en la generación, transferencia y aplicación de los últimos avances. Esta cooperación está dirigida a las áreas marginales urbanas y rurales donde la necesidad de cooperación técnica es aún mayor.

Los programas de orientación-información incluyen: (1) apoyo y servicios de información; (2) desarrollo y transferencia de tecnología; (3) desarrollo y adiestramiento de recursos humanos; (4) educación y participación comunitaria; y (5) programas de planeamiento y evaluación.

La cooperación se proporciona a través de publicaciones y material para adiestramiento, cursos y seminarios, proyectos de investigación y demostrativos, así como también apoyo consultivo para el desarrollo de instalaciones nacionales.

Cualquier solicitud de información sobre el CIR, debe ser dirigida a: P.O. Box 93190, 2509 AD, La Haya, Países Bajos.

CENTRO INTERNACIONAL DE REFERENCIA
PARA
ABASTECIMIENTO PUBLICO DE AGUA Y SANEAMIENTO

**GUIA SOBRE ASPECTOS SANITARIOS
DE LA PLOMERIA**

FLOYD B. TAYLOR

Secretario Ejecutivo de New England Water Works Association
Dedham, Mass., E.U.A.

Ex-Jefe de Water Supply Branch, Division of Water
Programs, Environmental Protection Agency,
Boston, Mass., E.U.A.

WILLIAM E. WOOD

Ex-Jefe, Unidad de Abastecimiento Público de Agua
OMS, Ginebra
Previamente, Ingeniero Jefe (Agua)
Gobierno de Nigeria del Norte

Documento Técnico No. 19

Setiembre 1986
INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR PUBLIC WATER SUPPLY
AND SANITATION
AD The Hague
Tel. (370) 4 2111 - d. 141/142
N: 15N 8938^{CIR}
LO: 262.0 86GU
Dirección Postal:

P.O. Box 93190, 2509 AD La Haya, Países Bajos

reconocimiento

En respuesta a una reconocida necesidad en los Países Bajos, la OMS inició la preparación de este documento sobre Guías y Aspectos Sanitarios de la Plomería.

Desde su primer borrador, el señor Floyd Taylor, en colaboración con el doctor W.E. Wood, desarrolló el documento incorporando en el mismo los comentarios y sugerencias hechas por un panel de revisores.

El personal que trabajó en el documento en la sede de la OMS en Ginebra estuvo a cargo del señor R.E. Novick y del doctor R.C. Ballance.

Se estableció un acuerdo por el cual el Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento, Centro Colaborador de la OMS, se encargaría de terminar el borrador del documento para su impresión y distribución a través de su Serie de Documentos Técnicos.

El CIR agradece al doctor Ballance y al señor Wood por su orientación y ayuda en las partes difíciles haciendo los trabajos de edición y pulido del documento y su reconocimiento especial a la contribución de la señora Cindy Maurer que se encargó de producir las diversas copias hasta la revisión final del texto.

Se espera que la guía sea una útil contribución a los países en su búsqueda de metas nacionales dentro del contexto de la Década Internacional para el Abastecimiento de Agua y Saneamiento.

T.K. Tjiok, CIR

Derecho de autor (c) por el Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento.

El CIR disfruta de los derechos de autor bajo el Protocolo 2 de la Convención Universal de Derechos de Autor. Sin embargo, otorga por la presente permiso para la reproducción de este material, en todo o en parte, para propósitos relacionados con la educación, científicos, o de desarrollo, excepto aquellos que impliquen su venta comercial salvo que (a) se de una cita completa de la fuente de origen y (b) notificación por escrito al CIR.

contenido

Página

Prefacio

iii

PARTE I

CODIGO DE PRACTICA DE PLOMERIA

1

- | | | |
|----|---|----|
| 1. | Necesidad de un código de práctica de plomería | 3 |
| 2. | Principios de la plomería | 7 |
| 3. | Formulación de un código de plomería | 13 |
| 4. | Capacitación y registro de los plomeros | 17 |
| 5. | Administración del código de plomería | 21 |
| 6. | Contenido de un dispositivo legal u ordenanza de plomería | 27 |

PARTE II

REGLAMENTACION Y NORMAS DE LA PLOMERIA

31

- | | | |
|-----|---|----|
| 7. | Observaciones generales | 33 |
| 8. | Capacidad y cantidad | 39 |
| 9. | Viviendas simples | 45 |
| 10. | Viviendas multifamiliares | 57 |
| 11. | Edificios | 63 |
| 12. | Sistemas de agua caliente y otros sistemas duales de abastecimiento | 67 |
| 13. | Desagüe pluvial | 75 |

PARTE III

CONDICIONES ESPECIALES

79

- | | | |
|-----|---|-----|
| 14. | Propósitos industriales y otros propósitos especiales | 81 |
| 15. | Dispositivos de protección | 87 |
| 16. | Materiales y mano de obra | 91 |
| 17. | Conservación del agua y prevención de su desperdicio | 97 |
| 18. | Saneamiento intermedio y comunal | 103 |

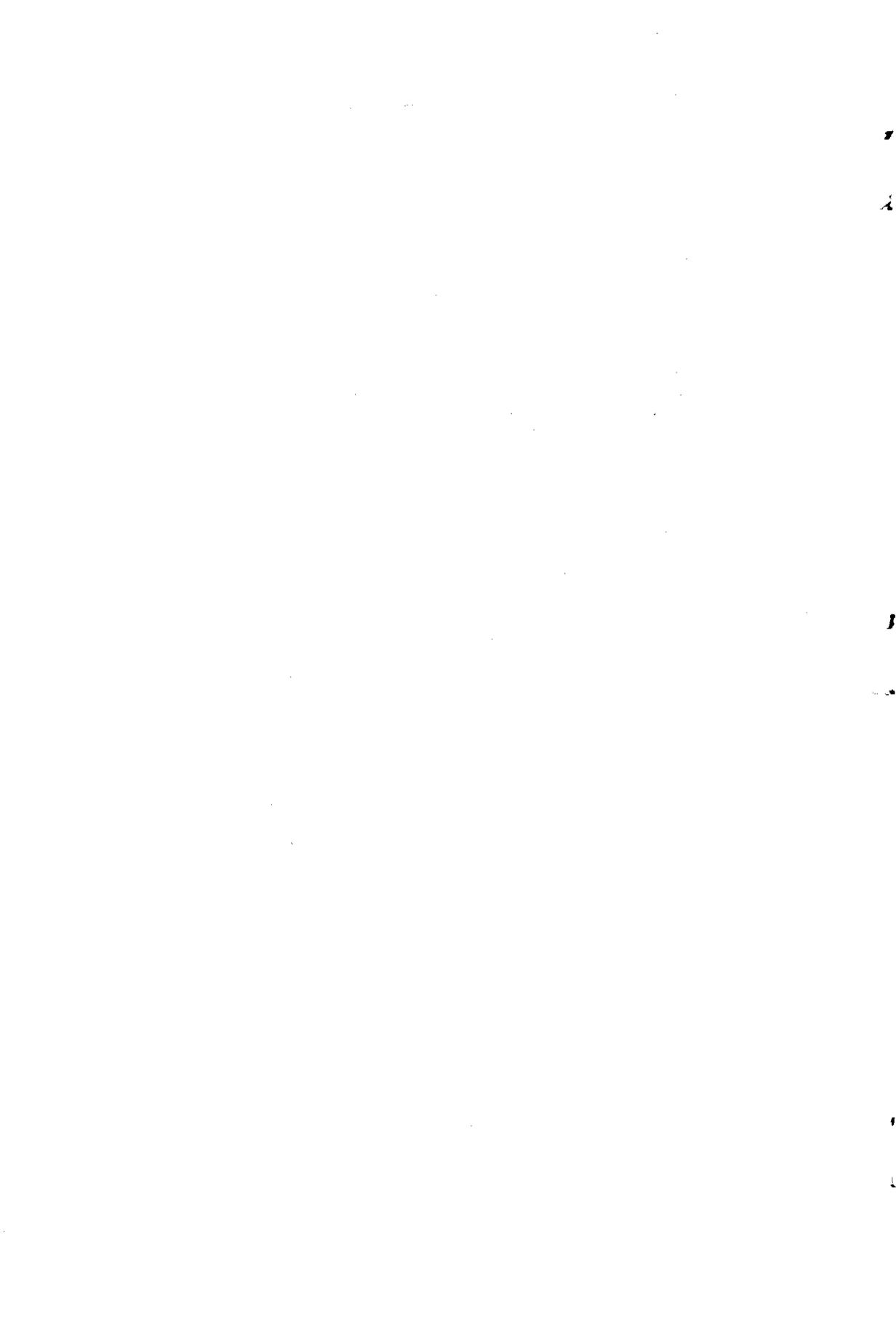
ANEXOS

109

- | | | |
|----|---|-----|
| 1. | Revisores | 111 |
| 2. | Procedimientos de desinfección para sistemas de plomería | 115 |
| 3. | Cálculo a base del método de "unidad de aparato" para viviendas multifamiliares | 117 |
| 4. | Intensidad de la participación pluvial y drenaje de techos | 121 |
| 5. | Bibliografía | 125 |

INDICE

129



prefacio

En los últimos años se ha producido una creciente toma de conciencia del papel que desempeña en el mejoramiento de las condiciones de salud y bienestar de las personas de todo el mundo, la disponibilidad de abastecimientos de agua seguros y suficientes, así como la rápida eliminación y disposición sanitaria de los residuos líquidos. Como resultado de esto, los gobiernos han emprendido programas para el suministro de agua en cantidades adecuadas y para la construcción de sistemas de alcantarillado y otras instalaciones para la disposición de aguas cloacales, especialmente en las áreas urbanas, donde los riesgos que conlleva un saneamiento inadecuado pueden poner en peligro la salud de un gran número de personas.

La Organización Mundial de la Salud, junto con otros organismos internacionales, ha estado incentivando y asistiendo activamente a las autoridades nacionales, tanto en el establecimiento de empresas públicas apropiadas de agua y desagüe, como en la planificación e implementación de proyectos de construcción. Todavía queda mucho por hacer, pero en muchos países el progreso ha sido sostenido y continúa así.

Como consecuencia de los programas nacionales puestos en marcha, muchos pueblos y ciudades de los países en desarrollo cuentan ahora con buenos sistemas de abastecimiento de agua, que suministran cantidades adecuadas de agua de buena calidad por medio de redes de tuberías de distribución bajo la administración de autoridades competentes. De igual manera, muchos tienen también sistemas de alcantarillado y de disposición de aguas cloacales cuya operación está a cargo de una autoridad que puede ser o no la misma que maneja el abastecimiento de agua.

Sin embargo, en algunos casos falta un eslabón en la cadena de abastecimiento y disposición. El agua se suministra mediante tuberías de distribución, las aguas cloacales se recogen mediante alcantarillas. Para que estos servicios sean útiles a los usuarios individuales debe haber: (a) conexiones que lleven el agua desde las tuberías hasta cada propiedad; (b) un sistema de fontanería interna y accesorios sanitarios en el interior de los inmuebles; y (c) desagües para transportar el agua servida y los desechos humanos desde los inmuebles hasta las alcantarillas públicas. Estas conexiones, tuberías domiciliarias, accesorios sanitarios y desagües constituyen, en conjunto, lo que se denomina "plomería" - materia de las guías que aquí se presentan.

Normalmente, es la empresa privada y no las autoridades públicas de agua y alcantarillado la que directamente instala y da mantenimiento a los sistemas de plomería, pero la autoridad no puede mostrarse indiferente a la forma en que se diseñan, construyen y operan estos sistemas. Las fugas de las tuberías de servicio fabricadas con material de baja calidad o instaladas deficientemente pueden perder tanta agua como una tubería pública defectuosa; la infiltración en las cañerías de desagüe mal empalmadas puede sobrecargar las alcantarillas y las obras de disposición de aguas cloacales. Más importante aún, las fallas en el diseño de la

fontanería o de los accesorios sanitarios interiores pueden resultar en la contaminación del agua en las propias tuberías públicas, poniendo en peligro la salud de otros consumidores en el vecindario. Por eso, las autoridades sanitarias deben ejercer suficiente control sobre el diseño y la construcción de los sistemas de plomería en predios de propiedad privada o pública, así como sobre la calidad de los materiales y de la mano de obra empleados, para asegurar que la salud del público esté protegida. De igual manera, las autoridades de agua y alcantarillado están interesadas en la existencia de una buena práctica de plomería para proteger la calidad del agua, evitar las fugas inútiles en las tuberías de servicio y minimizar el riesgo que significa sobrecargar los flujos de aguas cloacales.

Lograr este control, significa establecer normas y regulaciones englobados dentro de un código de práctica integral, respaldado por legislación y por un mecanismo de inspección que aseguren el cumplimiento de sus disposiciones. Debe instituirse un sistema de evaluación y certificación de los trabajadores que realicen obras y trabajos de plomería, implicando ello que deben brindarse facilidades e instalaciones de capacitación y adiestramiento adecuadas, para permitir que estos plomeros obtengan los conocimientos necesarios para trabajar de acuerdo con el código.

Esta guía ha sido elaborada con estos objetivos en mente. Está dividida en tres partes. En primer lugar, se ofrecen algunas sugerencias respecto a la confección y administración de un código de práctica de esta naturaleza. La segunda parte contiene algunos detalles prácticos y técnicos de los sistemas de plomería a ser instalados de acuerdo con el código. En la tercera parte, se presentan algunas anotaciones generales sobre problemas especiales, cuya importancia variará con las condiciones existentes en los diferentes países. El grado de detalle con el que los reglamentos o códigos nacionales deban tratar estos problemas tendrá que estudiarse y decidirse en cada caso.

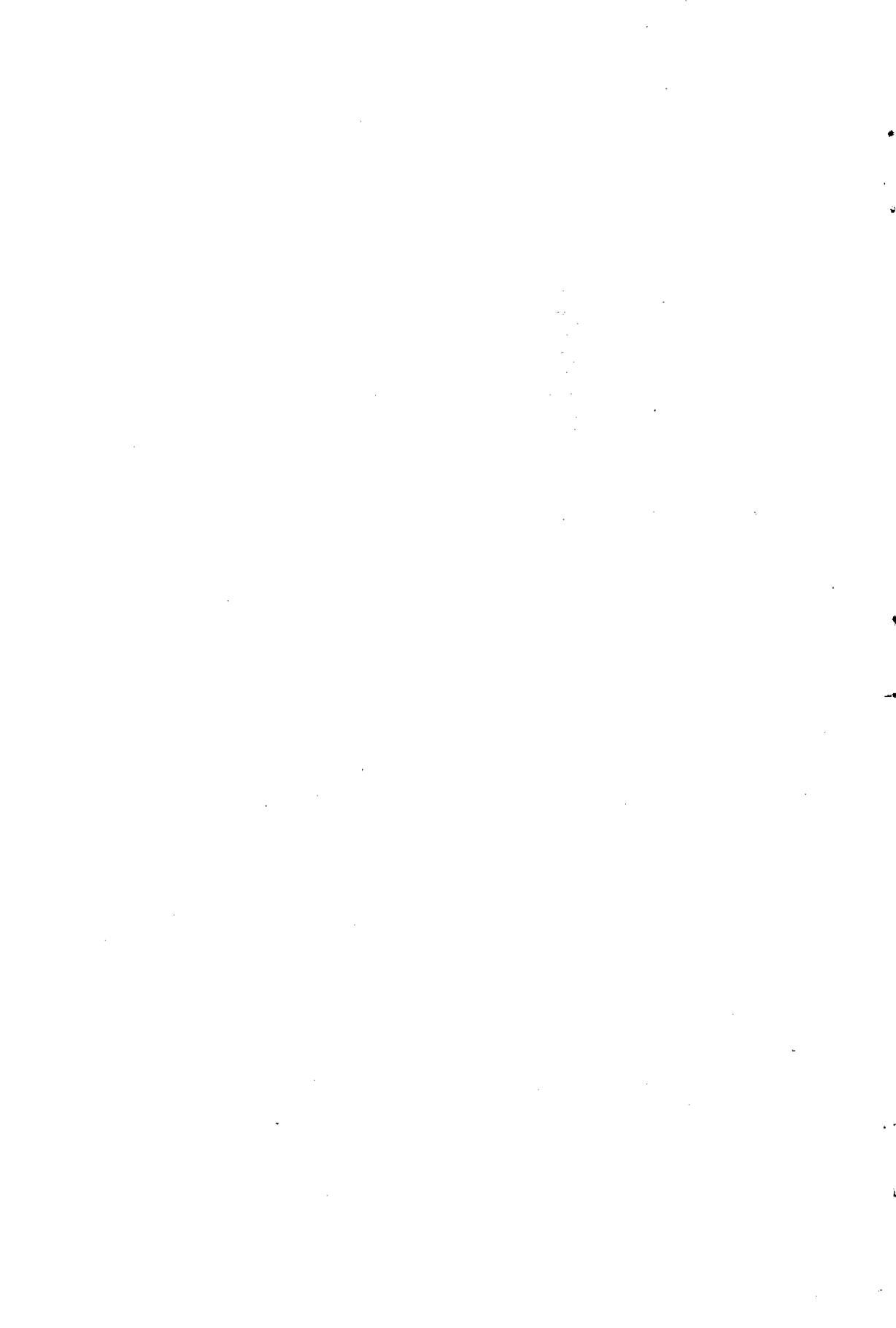
No se pretende que esta guía se tome como un conjunto rígido de normas. Cada país necesitará adaptar sus exigencias para que se adecúen a sus condiciones físicas y administrativas existentes; en lo que se pone énfasis es en la necesidad de tener alguna estructura básica que permita a las autoridades proteger sus instalaciones y, por ende, la salud de sus consumidores. De la misma manera, no se busca que la segunda parte de este libro sirva como un texto completo sobre plomería, sino más bien como un repaso sobre aquellos aspectos de diseño que tienen particular implicancia sobre la salud y que, por lo tanto, deben estar sujetos a regulación y control en bien de la población en su conjunto. En la bibliografía (Anexo 5), el lector puede encontrar referencias sobre códigos vigentes que han sido adoptados en diferentes países. Se recomienda un estudio de los códigos en cuestión antes de formular otros nuevos en otro lugar.

Se espera que esta guía sea de utilidad, tanto para aquellos responsables de brindar servicios de plomería como para las autoridades bajo cuya

jurisdicción operan. Aunque muchos de los detalles son aplicables a todo tipo de comunidad, ellos han sido incorporados teniendo en mente, en forma especial, las necesidades de los países en desarrollo. Se ha recogido y recopilado información de una gran variedad de países y el borrador original se hizo circular para su revisión a 34 expertos en diferentes partes del mundo (véase Anexo 1), muchas de cuyas sugerencias se han incorporado en la versión final de esta guía.

parte I

código de práctica de plomería



1. NECESIDAD DE UN CODIGO DE PRACTICA DE PLOMERIA

El objetivo de un sistema público de abastecimiento de agua es proporcionar a todos los usuarios un suministro continuo y suficiente de agua de buena calidad, en forma y manera convenientes y a un precio que esté al alcance de todos. Esto por lo general abarca la extracción, tratamiento, almacenamiento y transporte del agua proveniente de una fuente natural y su distribución mediante un sistema de tuberías que pasen a una distancia razonable de los predios a ser servidos.

Mantener la calidad y cantidad del agua que conducen estas tuberías de distribución requiere de una supervisión continua, de un equipo especializado de operarios y de gastos recurrentes que normalmente son cargados a los usuarios en proporción aproximada a la cantidad de agua suministrada. Como resultado de los controles de calidad, de una buena administración y del control de los desperdicios, el agua de las tuberías debe ser segura y adecuada para todos los propósitos domésticos, y también relativamente barata.

Los sistemas de administración varían ampliamente en las diferentes partes del mundo. La entidad responsable de la operación de las obras de agua puede ser una autoridad local, una corporación o división gubernamentales - o inclusive una compañía privada. Una característica que normalmente tienen en común estas entidades es la limitación de su responsabilidad directa sólo al agua suministrada en la red de tuberías, le toca a los dueños de las propiedades respectivas el transportar su suministro de agua desde un punto cercano a las tuberías de distribución hasta sus propios predios y hacerla circular hasta los "puntos de extracción" dentro de los inmuebles.

Se reconoce que la existencia de un abastecimiento seguro y suficiente de agua dentro de la casa es un factor esencial para llevar una vida saludable; también se le considera como una de las comodidades inherentes a la vida civilizada. Casi tan importante, especialmente en las áreas urbanas densamente pobladas, es la pronta erradicación de los desechos humanos y domésticos de los puntos en que se generan, y su transporte, tratamiento y disposición, a una distancia segura y de manera sanitaria. Por tanto, el alcantarillado y la disposición de aguas cloacales se consideran cada vez más como elementos inseparables de un abastecimiento público de agua, aún cuando en muchos casos el sistema de alcantarillado es construido, operado y administrado por un departamento independiente dentro de la autoridad responsable del abastecimiento de agua o por una entidad totalmente aparte. Generalmente, la administración de la disposición de desechos es responsabilidad de una autoridad local, como el concejo municipal, que provee el servicio y efectúa el cobro a los usuarios.

Existe un paralelismo particular entre el abastecimiento de agua y la disposición de desechos. Los desechos líquidos se recogen mediante una red de alcantarillas, que constituyen el límite de responsabilidad del

organismo administrativo. Depende de los propietarios de los predios colectar los desechos que se generan dentro de los inmuebles y conducirlos hasta el sistema público de alcantarillado.

Es así que, para cada propiedad, entre el punto en el que un organismo público suministra agua (en la tubería de distribución o cerca de ella) y la alcantarilla en la que la misma entidad pública, u otra, recibe los desechos para su disposición, existen, en efecto, dos sistemas de tuberías de propiedad privada (o algunas veces de propiedad pública - como en el caso de edificios municipales) - uno para transportar agua y el otro para transportar desechos - que van enterrados debajo de los inmuebles, discurren por su interior y llegan a aproximarse entre sí en los accesorios o aparatos sanitarios como inodoros, lavatorios, lavaderos, duchas o bañeras. A estas tuberías internas y externas, junto con los propios accesorios y aparatos, se les conoce como los sistemas de plomería de la propiedad, (o sistema de instalaciones sanitarias interiores).

Se han desarrollado prácticas modernas de plomería, en lo que respecta al diseño, los materiales y la mano de obra para asegurar que no exista interconexión entre el sistema de abastecimiento de agua y el de eliminación de desechos (interconexión a la que se conoce con el término técnico de "conexión cruzada"), que sean eliminados los riesgos para la salud de los ocupantes y para la estructura del edificio, que los elementos del sistema de plomería sean duraderos y estén protegidos contra daños accidentales, que los desperdicios de agua sean eliminados y que el sistema funcione eficientemente. Si no se observan esas prácticas, es posible que los efectos nocivos no queden circunscritos a los predios afectados, sino que también afecten adversamente a los servicios públicos a los que esté conectado el sistema de plomería, inclusive hasta el punto de poner en peligro la salud de otros usuarios.

Tales peligros se acrecientan en los predios industriales y comerciales, donde hay que tomar en cuenta los sistemas duales de agua, las bombas de circulación, los residuos tóxicos y otros factores; en los edificios de muchos pisos donde se emplean bombas reforzadoras para aumentar la presión en las tuberías y en otros casos de usos especiales. Sin embargo, aún las viviendas unifamiliares comunes pueden presentar riesgos para la salud, tanto de sus ocupantes como de los vecinos, si se permite la existencia de un sistema de plomería defectuoso.

Los mayores riesgos de contaminación de las tuberías de distribución se presentan cuando la presión del abastecimiento fluctúa o el servicio es intermitente. Esta es una de las razones por las que la interrupción deliberada del suministro (por lo general bajo la falsa premisa de que es probable que un servicio intermitente reduzca el consumo y el desperdicio de agua) se considera actualmente como una práctica peligrosa a ser evitada a cualquier costo por una empresa de agua eficiente. No obstante, aún en los sistemas de abastecimiento público mejor operados se presentarán circunstancias que obliguen a cortar el suministro de agua de las tuberías para su limpieza, mantenimiento o reparación, generando una presión disminuida o negativa en los servicios conectados a ellas. Bajo

estas condiciones, elementos contaminantes provenientes de sistemas de plomería defectuosos en propiedades privadas pueden penetrar en el sistema de abastecimiento público. Este peligro no es imaginario, como lo demuestran, en muchas partes del mundo, registros de brotes de enfermedades en los que se ha llegado a identificar esta fuente de contaminación como la causa de tales brotes.

Las fugas y el desperdicio de agua representan un gasto recurrente importante para muchas empresas de abastecimiento de agua. Si bien las fugas en la red pública de tuberías pueden minimizarse mediante operaciones de inspección y mantenimiento sistemáticos por la autoridad respectiva, es más difícil ubicar y remediar las fugas en las propiedades privadas. Una fuga relativamente pequeña (3 mm) en una tubería de servicio o una llave que gotea pueden desperdiciar, bajo presión de trabajo normal, 340 lt (90 gal EUA, 75 gal RU) diarios - la cantidad requerida para cubrir las necesidades de una familia de tres miembros. Una multiplicidad de estas fugas representan para la autoridad responsable del abastecimiento una pérdida importante y continua, la cual puede ser reducida al mínimo si la calidad de los materiales y la calidad del trabajo empleados en la instalación de los sistemas de plomería son de un nivel suficientemente alto.

En forma similar, las vías de agua hacia el interior de las tuberías de desagüe (infiltraciones) pueden conducir a sobrecargar las alcantarillas y las instalaciones de disposición de aguas cloacales, con el consiguiente gasto adicional para la autoridad responsable del alcantarillado, la que también deberá preocuparse de tomar otras precauciones en los sistemas de plomería. Deben tomarse medidas para excluir aquellos materiales que puedan obstruir las alcantarillas, o los de naturaleza explosiva, inflamable, corrosiva o tóxica, que puedan ser potencialmente peligrosos para el público o que puedan interferir con los procesos de purificación en las instalaciones de tratamiento y disposición de aguas servidas. Nuevamente, dichos peligros están particularmente asociados con predios comerciales e industriales, pero no puede ignorárseles aunque se trate de sistemas domésticos comunes.

Las autoridades de salud pública tienen un interés particular en la plomería de los edificios en los que hay gran afluencia de gente, como son los colegios, las casas de huéspedes, hoteles, baños públicos, terminales de transporte y otros lugares de concentración de público. La falta de higiene en tales establecimientos puede dar lugar a transmisión y brotes de enfermedades en escala epidémica; por lo que los aparatos sanitarios deben diseñarse, instalarse y mantenerse de manera tal que se facilite su limpieza en todo momento y se reduzca la incidencia de insectos o roedores que podrían ser portadores de enfermedades. Son necesarias precauciones especiales en hospitales, lavanderías y predios en los que se procesa o guarda comidas o bebidas, o en los que éstas se sirven al público.

Por esa razón, hay tres organismos que tienen un interés directo en asegurar que los sistemas de plomería se ajusten a las normas modernas de higiene - a saber, las autoridades responsables del abastecimiento de agua, del alcantarillado y de la salud pública. En la práctica, la supervisión de las instalaciones nuevas de plomería es, a menudo, responsabilidad de una cuarta agencia - la inspectoría de viviendas - cuya obligación principal es asegurar la estabilidad de las diferentes edificaciones en las que se instala el sistema y la seguridad de sus ocupantes. Si se busca reglamentar todos los aspectos de la plomería y minimizar los riesgos para la salud, tanto pública como individual, es importante que se combinen todas las consideraciones pertinentes en un código de práctica único que cubra los requerimientos de todos los organismos involucrados.

Esta guía contiene sugerencias referentes a ítems que podrían incorporarse en dicho código de práctica, además de algunas observaciones sobre las razones de cada uno de ellos, así como detalles prácticos acerca de su implementación. No es la intención de que sean normas rígidas a aplicarse universalmente, ni se pretende que cubran las condiciones que puedan encontrarse en todas partes. Se espera sí que incentiven y ayuden a las autoridades pertinentes, en los países que no posean un código de plomería, a formular uno que se adecúe a sus propias circunstancias particulares. También se espera que la guía sea de utilidad para quienes tengan que administrar o implementar un código de este tipo, para quienes diseñan sistemas de plomería y, quizás lo más importante de todo, para aquellos trabajadores que realmente realizan el trabajo - los propios plomeros.

2. PRINCIPIOS DE LA PLOMERIA

La plomería es básicamente una aplicación de la hidráulica para conducir el agua a los aparatos sanitarios internos de los inmuebles y evacuar los desechos desde los mismos. Las leyes de la hidráulica son inalterables y universales. Un sistema de plomería no funcionará, a menos que sea diseñado en concordancia con ellas.

Pueden definirse algunos otros principios, u objetivos, de un buen sistema de plomería. Aunque todos no puedan alcanzarse de inmediato, deben ser considerados como metas a lograr dondequiera que sea posible y tan pronto como las circunstancias lo permitan. Estos principios son igualmente aplicables a cualquier país en cualquier parte del mundo, pues se basan en la necesidad de preservar la salud, la seguridad y el bienestar de los usuarios.

PRINCIPIO N° 1 TODO INMUEBLE OCUPADO DEBE TENER UN ABASTECIMIENTO INTERNO DE AGUA

Se reconoce y acepta que éste es un objetivo ideal que está lejos de ser alcanzado en muchos lugares, pero la evidencia de que el abastecimiento de agua en el interior del hogar tiene un efecto profundo sobre la salud de sus ocupantes es tan importante que debe dársele prioridad a este objetivo. Más adelante se discuten en esta guía medidas provisionales en base a fuentes o surtidores públicos y facilidades comunales, pero ellas deben considerarse siempre como una etapa intermedia que lleve hacia la realización de este primer principio.

PRINCIPIO N° 2 EL AGUA QUE ES SUMINISTRADA PARA BEBER, COCINAR O PARA OTROS PROPOSITOS DOMESTICOS, DEBE SER SEGURA Y POTABLE EN TODO MOMENTO

Basado en el supuesto que la calidad del agua suministrada a través de la red pública de tuberías está sujeta a un control que garantiza que es segura y saludable, no debe permitirse nada en el sistema de plomería que pueda degradarla de alguna manera. Debe estar protegida de interconexiones (conexiones cruzadas) con fuentes no confiables o con sistemas de aguas residuales, contra los riesgos del reflujó o retrosifonaje (por corto: "sifonaje") y contra los contactos con materiales de plomería inadecuados que puedan ocasionar contaminación.

PRINCIPIO N° 3 EL AGUA DEBE CONSERVARSE

Los sistemas de tuberías y los accesorios y aparatos de plomería deben diseñarse, mantenerse y usarse de tal modo que consuman la cantidad mínima de agua compatible con un rendimiento y una limpieza apropiados.

También debe evitarse el desperdicio protegiendo las tuberías y los accesorios y aparatos sanitarios contra la corrosión y los daños accidentales, incluidos aquellos producidos por las heladas.

PRINCIPIO N° 4 EL AGUA DEBE SUMINISTRARSE A TRAVES DE UN NUMERO ADECUADO DE APARATOS Y ACCESORIOS HIGIENICOS Y ACCESIBLES

Toda unidad de vivienda debe tener como mínimo un inodoro, un lavatorio, un lavadero de cocina y una bañera o ducha. Otros inmuebles, ya sea que se usen como vivienda o para otros propósitos, deben contar con un número adecuado de aparatos, de acuerdo con sus necesidades respectivas, como se discutirá más adelante.

Todos los aparatos y accesorios usados en plomería deben ser hechos de material durable, liso, impermeable y resistente a la corrosión y deben estar diseñados de modo tal que sean de fácil limpieza, que no posean superficies ocultas fáciles de ensuciarse y que no puedan contaminar el abastecimiento de agua por sifonaje. Deben estar ubicados y espaciados de tal manera que sean accesibles para el uso que se les desea dar y para su fácil limpieza; igualmente, las paredes y otras superficies que puedan ensuciarse accidentalmente durante el uso del aparato deben ser accesibles para su limpieza.

PRINCIPIO N° 5 LOS DESECHOS DEBEN SER EVACUADOS RAPIDAMENTE Y SU DISPOSICION EFECTUADA EN FORMA HIGIENICA

Los desechos deben ser evacuados rápidamente de cada aparato mediante un sistema de tuberías de desagüe que evite que se produzca cualquier contacto posterior con esos desechos en el interior del inmueble. Cuando exista una alcantarilla pública a una distancia razonable del predio, el método de disposición debe ser conectar el desagüe del inmueble a dicha alcantarilla. En los casos en que no exista alcantarilla, la disposición debe efectuarse utilizando un método de tratamiento aprobado, como por ejemplo un tanque séptico, ubicado de manera tal que no cause molestias a los ocupantes del inmueble ni a los de las propiedades vecinas.

En los casos en que se apruebe el uso de inodoros químicos (tanques químicos), se debe realizar arreglos adecuados para la disposición sanitaria de las aguas servidas (vale decir, los residuos líquidos de otros aparatos como lavaderos, duchas o bañeras), así como para la disposición de los residuos de la propia letrina o tanque químico.

Cada aparato y accesorio, incluyendo los grifos empotrados, debe contar con instalaciones de desagüe para evitar la acumulación de aguas servidas y los derrames y salpicaduras, aun cuando éstos puedan no estar contaminados.

PRINCIPIO N° 6 LAS INSTALACIONES O SISTEMAS DE DESAGUE DEBEN SER DE TAMAÑO ADECUADO Y FACIL LIMPIEZA

Los desagües deben ser de capacidad adecuada y estar diseñados, contruidos y mantenidos de tal manera que evacúen rápidamente los desechos y los lleven fuera del inmueble sin apestar, depositar sólidos o atorarse. Deben construirse con buzones de inspección adecuados y fácilmente accesibles para que las tuberías puedan limpiarse fácil y rápidamente.

PRINCIPIO N° 7 DERE PROVEERSE TRAMPAS DE SELLO HIDRAULICO

Cada aparato, o grupo de aparatos, conectados al sistema de desagüe, debe estar equipado con una trampa de sello hidráulico, diseñada e instalada de tal manera que sea a prueba de sifonajes y de la aspiración o del forzamiento o vaciado de los sellos. La profundidad de líquido en cada sello debe ser adecuada para evitar la emisión de olores y gases, y el ingreso a los inmuebles de insectos o roedores provenientes de las alcantarillas.

PRINCIPIO N° 8 TODOS LOS CONDUCTOS DE DESAGUE DEBEN ESTAR ADECUADAMENTE VENTILADOS

Todo sistema de desagüe debe estar diseñado y construido de forma tal que puedan circular cantidades adecuadas de aire por el interior de cada tubería, permitiendo así que el sistema funcione apropiadamente y protegiendo el sello hidráulico de las trampas. La parte más elevada del sistema de desagüe debe estar conectada a una tubería de ventilación de diámetro adecuado, la que debe descargar por encima del nivel del techo, en una posición tal que se evite el retorno de aire maloliente hacia el interior del inmueble.

PRINCIPIO N° 9 SE DEBE EXCLUIR DE LAS ALCANTARILLAS LAS SUSTANCIAS DELETEREAS

Debe tomarse las precauciones necesarias para excluir del sistema de desagüe cualquier sustancia que pueda atorar las tuberías (o agravar los atoros), producir mezclas explosivas, corroer o dañar de cualquier otra manera las tuberías o sus uniones. De igual manera, aquellas sustancias que puedan poner en peligro a los trabajadores del sistema de alcantarillado público o que puedan interferir con el proceso de tratamiento de las aguas cloacales.

PRINCIPIO N° 10 SE DEBEN TOMAR PRECAUCIONES PARA EVITAR EL REFLUJO DE LAS AGUAS NEGRAS

Los sistemas de desagüe deben diseñarse y construirse de tal manera que en caso de producirse un reflujo proveniente de las alcantarillas

públicas debido a desbordes, atoros o a cualquier otra causa, las aguas negras no puedan ingresar al inmueble.

PRINCIPIO N° 11 TODO LO QUE CONTIENEN LOS INMUEBLES DEBE ESTAR PROTEGIDO DE LOS EFECTOS DEL MAL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PLOMERIA

Debe tomarse precauciones contra los daños a la propiedad, o contra los riesgos para la salud de sus ocupantes, en el caso de mal funcionamiento del sistema. Debe proveerse aparatos y accesorios con capacidad de rebose adecuada. De manera similar, los tanques en los techos y otros elementos ocultos del sistema deben contar con reboses que se descarguen de manera tal que "avisen" lo que está ocurriendo.

Las despensas o depósitos de alimentos dentro del inmueble deben estar ubicados de modo que cualquier filtración o reflujo en el sistema de desagüe no pueda contaminar sus contenidos. En el caso de establecimientos industriales o comerciales, donde se procese o prepare alimentos, o donde se almacene o manipule artículos esterilizados o materiales igualmente susceptibles, se deben tomar precauciones adicionales mediante conexiones indirectas de los aparatos y accesorios internos al sistema de plomería.

PRINCIPIO N° 12 DEBE PROVEERSE ILUMINACION Y VENTILACION ADECUADAS A TODOS LOS APARATOS SANITARIOS

Los cuartos o ambientes en los que se instalen inodoros, urinarios o aparatos similares, deben estar adecuadamente iluminados y ventilados. No debe permitirse ningún aparato sanitario en los cuartos utilizados para vivienda, lugar de trabajo o de preparación de alimentos, para propósitos similares.

En el caso de establecimientos industriales o comerciales, o de edificios públicos que tengan habitaciones donde se manipulen, almacenen o preparen alimentos o bebidas u otros artículos para consumo humano, no debe existir acceso directo de esas habitaciones a los inodoros o urinarios, sino que éstos deben estar separados por un corredor o pasadizo adecuadamente ventilado.

Otros aparatos, como los lavaderos, lavatorios, bañeras y duchas deben estar ubicados dentro del inmueble en forma tal que la iluminación y la ventilación sean adecuadas para asegurar su uso seguro e higiénico.

PRINCIPIO N° 13 ES DESEABLE LA EXISTENCIA DE UN SISTEMA DE AGUA CALIENTE EN TODOS LOS PREDIOS DE VIVIENDA

En todos los predios de vivienda, debe considerarse como una comodidad deseable tener un medio adecuado de calentar el agua y distribuirla hacia

todos los aparatos que normalmente requieran agua caliente para su uso apropiado. El equipo para calentar y almacenar el agua debe estar diseñado e instalado de modo tal que esté protegido contra los peligros de explosión o sobrecalentamiento, y las tuberías utilizadas para conducir el agua caliente deben ser de un material adecuado como para soportar la temperatura de ésta.

PRINCIPIO N° 14 LA CALIDAD DE LOS MATERIALES Y DEL TRABAJO DE PLOMERIA DEBEN CONFORMARSE A NORMAS ACEPTABLES

Las tuberías, uniones, aparatos, accesorios y otros elementos de un sistema de plomería deben satisfacer normas de calidad reconocidas, y deben ser lo suficientemente durables como para dar un servicio satisfactorio durante un largo tiempo.

La instalación de sistemas de plomería debe ser responsabilidad solamente de plomeros que hayan tenido capacitación adecuada y hayan dado evidencia de su competencia.

PRINCIPIO N° 15 LOS SISTEMAS DE PLOMERIA DEBEN SER PROBADOS APROPIADAMENTE ANTES DE SER PUESTOS EN SERVICIO

Las autoridades responsables del agua y alcantarillado, así como las responsables de otras áreas afines deben especificar las pruebas adecuadas para los diferentes tipos de sistemas de plomería. Ningún sistema debe ser puesto en servicio hasta que se hayan completado satisfactoriamente dichas pruebas.

PRINCIPIO N° 16 LOS SISTEMAS DE PLOMERIA DEBEN RECIBIR UN MANTENIMIENTO ADECUADO

En el caso de sistemas grandes o complejos o donde esté involucrado el uso público o la manipulación de alimentos para venta, la autoridad sanitaria (u otra) puede exigir, como condición para su aprobación, la inspección periódica del sistema y la realización de nuevas pruebas en forma igualmente periódica.

Debe ser obligación e incumbencia del propietario de cualquier sistema de plomería, al margen de su tamaño o propósito, identificar y reparar con prontitud cualquier falla que se pueda presentar, sea cual sea su causa.



3. FORMULACION DE UN CODIGO DE PLOMERIA

Los códigos de plomería varían ampliamente de país a país en cuanto a su formulación, pero en general cubren dos grandes áreas temáticas. Primeramente, se ocupan de las facultades legislativas necesarias para hacer cumplir las normas respecto al diseño, materiales y mano de obra. En segundo lugar, brindan una definición de esas normas.

Normalmente, la primera parte - a la que en esta guía se denomina "ordenanza o reglamento de plomería" - necesita de una sanción gubernamental o de una ley específica dada por el poder legislativo que confiera a una autoridad determinada poderes estatutarios para formular y poner en vigencia un código de práctica. En ciertos casos, puede conseguirse el mismo efecto por delegación de poderes ministeriales o mediante algún otro dispositivo político. El factor común es que se delega la responsabilidad (así como la facultad) de implementación a un organismo individual identificable, cuyos límites de autoridad están claramente especificados.

Este concepto de responsabilidad única es particularmente importante, puesto que, como ya se ha discutido anteriormente, pueden existir varias autoridades independientes cuyos criterios deben ser satisfechos. Ya se han mencionado los intereses de los organismos responsables del agua, alcantarillado, salud pública y construcción; otras entidades públicas, como la inspectoría de alimentos y medicinas, los ministerios de turismo, vivienda e industria y las autoridades responsables de puertos y ferrocarriles, pueden todas tener normas cuyo cumplimiento exijan dentro de su esfera de competencia particular. Un código de plomería debe ser lo suficientemente amplio como para incluir todas estas consideraciones, pero, al mismo tiempo, el propietario o constructor del inmueble en el que se va a instalar un sistema de plomería debe tratar con y satisfacer los requerimientos de un solo organismo.

Una forma de lograr esto es mediante la formulación de un código nacional que se aplique en todo el país, y de cuyo cumplimiento obligatorio se encargue un departamento gubernamental o ministerio. Un método alternativo en los países en los que la responsabilidad se delega a autoridades federales, provinciales o locales, es la preparación y publicación a nivel nacional de normas y reglamentaciones modelo, que incorporen los requerimientos de todas las autoridades interesadas. Estas normas (que, dicho sea de paso, necesitarán de revisión y actualización periódicas) pueden ser adoptadas total o parcialmente por las autoridades locales, cada una de las cuales está investida, por ordenanzas separadas, de la responsabilidad y el poder para exigir el cumplimiento de las normas dentro de su jurisdicción. En algunos casos, especialmente en las ciudades más grandes, puede ser ventajoso instalar un comité conjunto - una "junta de inspectores de plomería" - o algún otro organismo de concertación que represente todos los intereses en juego y que se encargue de asesorar a la autoridad local y de arbitrar en propuestas o disputas complejas que surjan de un conflicto de intereses.

Con las reservas de que sistemas políticos y administrativos diferentes puedan requerir otro tipo de enfoque, esta guía ha sido bosquejada sobre la base de un código de prácticas que incluya:

- (1) Un dispositivo legal, o reglamento de plomería que designe a una autoridad local como "la autoridad que tiene jurisdicción", con poder y responsabilidad para imponer el cumplimiento de las normas de diseño, materiales y técnicas de trabajo en cualquier sistema de plomería a ser instalado dentro de su área administrativa.
- (2) Un conjunto detallado de normas y disposiciones relativas a un modelo aprobado nacionalmente y que deben hacerse cumplir en conformidad con este dispositivo legal.

Entre las facultades que se pueden otorgar bajo este dispositivo legal están el registro de plomeros y la concesión de licencias a los mismos (como se discutirá en el Capítulo 4), el derecho de ingresar a locales con el propósito de realizar inspecciones, el establecimiento de condiciones bajo las cuales se pueden conceder los permisos para efectuar instalaciones de plomería, el derecho de cobrar un canon o tarifa para el otorgamiento de licencias o permisos (de acuerdo con una escala aprobada) y la autoridad de llevar ante la justicia los casos de infracciones.

En el Capítulo 6 se sugiere una formulación posible de este dispositivo legal u ordenanza, pero pueden haber grandes variaciones, aún dentro del mismo país, dependiendo de factores tales como si la "autoridad con jurisdicción" es también la autoridad de agua y de alcantarillado, si el caso corresponde a una sola municipalidad, o si corresponde a un estado o a una autoridad provincial que abarquen una serie de comunidades, si acaso existe un sistema nacional para la capacitación, adiestramiento y examen de los plomeros, si acaso la autoridad respectiva tiene también responsabilidad en lo que concierne a la administración de reglamentos de construcción, etc.

La primera acción de la flamante "autoridad con jurisdicción", después de la promulgación de la ordenanza o dispositivo legal, debe ser la adopción formal de las normas y disposiciones que tiene la intención de obligar a cumplir, completando de esa manera la formulación de su código de práctica.

Como el grado de facilidad y la eficiencia con las que la autoridad pueda implementar el código dependerá materialmente de la forma en que el público coopere, la autoridad debe tratar de allanar el camino para su aceptación por los propietarios, constructores, plomeros, y otras partes interesadas. Los artículos periodísticos y las conferencias de prensa detallando las implicancias para la salud son siempre formas de ganarse el apoyo del público; puede convencerse a los propietarios de inmuebles que el valor de los predios que tiene un sistema de plomería apropiado puede incrementarse más allá de los gastos incurridos, en tanto que los plomeros pueden convertirse en entusiastas defensores del código cuando se convencen de que los protege de la competencia deshonesta por parte de trabajadores no especializados. Puede considerarse deseable para los

intereses locales de esta naturaleza el estar representados en el comité conjunto (al que se hizo referencia anteriormente) o el ser consultados por ese comité cuando se formulen las normas de cumplimiento local obligatorio.



4. CAPACITACION Y REGISTRO DE LOS PLOMEROS

La eficiencia y el tiempo de vida útil de cualquier sistema de plomería dependerán de tres factores: el nivel de excelencia de su diseño, la calidad de los materiales con los que se le ha construido y la habilidad y escrupulosidad de los plomeros que lo instalaron. La segunda parte del código de plomería establece los principios de diseño, y la aprobación por parte de la autoridad de los planos para un nuevo sistema implica que ella está satisfecha en el sentido de que estos principios han sido cumplidos en la propuesta. La calidad de los materiales usados puede salvaguardarse insistiendo en que estén de acuerdo con las especificaciones nacionales o internacionales, las cuales también deben citarse en el código.

Asegurarse de que el "trabajo" sea de alta calidad puede no ser algo tan simple, aun cuando personal representando a la autoridad realice inspecciones y comprobaciones de la obra, en ciertas etapas de su ejecución. Es menester depositar una gran confianza en la honradez y habilidad del plomero, especialmente por el hecho de que gran parte de la obra terminada no será visible por quedar enterrada bajo los pisos, o empotrada en las paredes del edificio. No resulta práctico ni económico que la autoridad esté en la obligación de emplear personal técnico lo suficientemente numeroso como para inspeccionar todas las faenas y operaciones de plomería en todas las etapas de la obra de instalación.

La plomería es un oficio que exige conocimiento teórico unido a habilidad práctica. La admisión al oficio se traduce generalmente después de un período de aprendizaje que dura entre cinco y siete años; una alternativa es tomar un curso en una institución de capacitación técnica, seguido por un período corto de trabajo (generalmente tres años) como practicante bajo la tutela de un supervisor para ganar experiencia práctica. Al final del período aprobado, ya sea como aprendiz o como practicante, el postulante puede rendir un examen teórico y práctico, aprobando el cual puede designarse como "oficial plomero", capaz de trabajar por su cuenta sin supervisión y en posición de responsabilizarse del trabajo de operarios menos calificados (como los que tienden las tuberías de desagüe) que trabajen bajo su dirección.

También se reconoce un tercer grado de plomeros - el "maestro plomero" que es un oficial calificado, con muchos años de experiencia, capaz de supervisar la instalación de sistemas complejos, así como de supervisar, inspeccionar y aprobar el trabajo de otros plomeros menos experimentados y de tomar y capacitar aprendices.

En general, las autoridades aceptarán a un oficial plomero como responsable de instalaciones de plomería que no tengan mayores complicaciones y llamarán a un maestro plomero para que éste se haga cargo de sistemas grandes o complejos. A los aprendices y practicantes se les permite trabajar en cualquier tipo de obra de plomería, siempre que estén bajo la dirección inmediata de un oficial plomero o de un maestro plomero, quienes a su vez, se harán responsables de cualquier defecto que pudiera ocurrir en el trabajo.

Como una precaución adicional para evitar un trabajo descuidado o negligente, las autoridades pueden insistir en que todos los plomeros que operen dentro de sus áreas estén registrados y cuenten con licencia; en algunos casos, también pueden insistir en que entreguen un depósito o fianza (para cubrir el costo que pudiera incurrirse en reemplazar obras defectuosas) antes de conceder una licencia. El que un plomero sea registrado depende no solamente de su habilidad como artesano, sino también de su carácter, experiencia y confiabilidad. La facultad que tiene la autoridad para revocar, o no renovar, la licencia de un plomero es una sanción poderosa contra las infracciones al código. El registro de plomeros, según sus grados o experiencia, depende de la existencia de un programa de capacitación de reconocido prestigio y de un examen de calificación. Solamente una autoridad (es decir una "autoridad con jurisdicción") muy grande podría tener la esperanza de conducir sus propios programas de capacitación y sus propios exámenes. En cualquier caso, una calificación nacionalmente aceptada (que autorice a quien la posea a registrarse en su registro local si se cumple con otras condiciones) incentiva el desplazamiento y propicia una mejor práctica en todo el país. Es obvio, por ejemplo, que un pueblo que va a instalar un sistema de abastecimiento público de agua por primera vez tendrá pocas probabilidades de encontrar plomeros calificados entre sus propios pobladores, puesto que hasta ese momento no habrá existido campo de acción para tales artesanos y, al no existir plomeros en ejercicio, tampoco habrán oportunidades para reclutamiento a través del aprendizaje.

Existen varias maneras de resolver este problema. En algunos países, son las universidades o las instituciones de capacitación técnicas las que dictan los cursos de capacitación y otorgan los certificados de competencia o de culminación exitosa del curso. La principal objeción para confiar sólo en ese tipo de certificados o diplomas es que tienden a enfatizar el aspecto teórico de la capacitación y a subestimar la importancia de la experiencia práctica posterior.

En otros países, es una entidad del sector público, nacional o federal, como el departamento de obras públicas, el ministerio de industria o la empresa nacional de agua, la que organiza y dicta los cursos de capacitación, lleva a cabo los exámenes y mantiene su propio registro o padrón de plomeros calificados de acuerdo tanto a su experiencia teórica como práctica. Un plomero, cuyo nombre aparezca en este registro, no tendrá que rendir ningún examen técnico adicional para obtener una licencia que le permita ejercer su profesión (en su propia categoría), en cualquier jurisdicción o bajo cualquier autoridad dentro del país.

Otro tipo de organismo examinador puede ser el instituido por el propio gremio de plomeros. Una corporación gremial o instituto nacional de plomería puede elegir su propia junta examinadora entre sus miembros más experimentados, fijar sus propias condiciones para el aprendizaje y su propio programa de capacitación y examen y, finalmente, otorgar sus propios certificados de competencia. Una corporación gremial de este tipo, preocupada ante todo por la reputación y prestigio de sus miembros y reconocida por las autoridades nacionales como un organismo justo y

competente, puede ser la entidad más apropiada para compilar y mantener un registro nacional, la inclusión en el cual sería condición esencial para obtener licencia de una autoridad local. Una corporación gremial como esa también podría ser de gran ayuda en la formulación, revisión periódica y actualización de los códigos de práctica de plomería y también podría constituirse en un mecanismo de arbitraje en casos de ambigüedad o disputa.

En algunos países, organizaciones que comprenden una gama de intereses más amplia, tales como las fundaciones nacionales de saneamiento o los institutos de investigación para la construcción, llevan a cabo una función similar. En otros países, una sociedad profesional (como podría ser una asociación de las empresas responsables de las instalaciones de abastecimiento de agua o una institución representativa de los ingenieros) puede patrocinar la capacitación de artesanos plomeros y otorgar diplomas a quienes califiquen. Tales organizaciones, sean gremios, institutos o asociaciones, pueden desempeñar un papel muy útil en la sustentación y defensa de las normas de diseño y de calidad de mano de obra. Puede ser ventajoso para los gobiernos alentar y apoyar el establecimiento y continua vida activa de este tipo de organizaciones.

A efectos de simplificar las cosas, en los capítulos siguientes se asume un cierto modelo administrativo: la municipalidad como la "autoridad local con jurisdicción", un código de plomería basado en un tipo de estipulaciones formuladas a nivel nacional y una asociación nacional de plomería como el organismo de capacitación y examinación. En países donde este patrón o modelo no sea inapropiado, se encontrará, sin embargo, que los principios generales siguen siendo pertinentes y que pueden adecuarse al sistema administrativo vigente.



5. ADMINISTRACION DEL CODIGO DE PLOMERIA

La autoridad con jurisdicción (de aquí en adelante denominada "la autoridad", para abreviar), tiene que asumir ciertas responsabilidades para asegurar que el código se implemente apropiadamente. Estas responsabilidades incluyen:

- (1) Inspección y aprobación de los planos y especificaciones para toda nueva obra de plomería que se proponga para ejecución en su jurisdicción.
- (2) Inspección de la nueva obra para asegurar que se está ejecutando de acuerdo con los planos y con el código.
- (3) Realización de las pruebas de suficiencia de la nueva obra, tras su terminación, y la emisión de un certificado en el sentido de que la obra ha sido completada en forma satisfactoria ("certificado de conformidad de obra").
- (4) Inspección y pruebas periódicas de los sistemas existentes allí donde existan riesgos especiales.

Para asumir estas responsabilidades, es necesario que la autoridad emplee personal experto y experimentado; según el "tamaño" de la autoridad, este personal puede consistir en sólo un ingeniero sanitario o ser todo un departamento de inspección. Por conveniencia, se denominará "el inspector" al representante o representantes profesionales o técnicos de la autoridad, entendiéndose que esta misma persona o departamento puede también ser responsable de otras obligaciones municipales, tales como la administración de los reglamentos de construcción.

La autoridad fijará dentro del código sus exigencias con respecto a la presentación de planos y de otra información relativa a cualquier obra de plomería propuesta. Debe definirse lo que se entiende por "obra de plomería"; no sólo deben estar sujetos al código los sistemas nuevos, sino también los reemplazos sustanciales de los sistemas existentes, o los cambios igualmente sustanciales que se hagan en los mismos. Probablemente, es más sencillo definir los tipos de trabajo que pueden ser exceptuados de la necesidad de aprobación (como la reparación o reemplazo de un artefacto de plomería simple, las pequeñas instalaciones domésticas que no estén conectadas a una tubería de la red pública de agua ni a una alcantarilla pública). El inspector debe estar preparado para dar orientación en los casos de duda. Es más probable que se presenten casos dudosos en los predios industriales y otros similares, donde los sistemas de plomería que por su naturaleza pueden ser provisionales, están sujetos a ajustes y realineamientos continuos (el criterio más importante en estos casos sería definir si existe la posibilidad de que hayan conexiones cruzadas con fuentes contaminadas).

Normalmente, la formulación de la solicitud ante la autoridad es responsabilidad del dueño de la propiedad respectiva, pero generalmente

existen disposiciones para que un plomero licenciado la formule en nombre y a pedido del dueño. La mayoría de las autoridades exigen que las solicitudes se hagan en formularios "ad-hoc" que ellas mismas entregan; esto ahorra tiempo, ya que asegura que los elementos de información esenciales se presenten de una manera comprensible y uniforme. Algunas veces, para las instalaciones domésticas simples, la solicitud se adjunta a las propuestas presentadas en conformidad con los reglamentos de construcción, simplificando de esa manera las formalidades, tanto para el solicitante como para la autoridad. Frecuentemente, a las cláusulas del reglamento modelo que se dan como modelo, se adjuntan formularios de muestra para que sirvan de guía a las autoridades que están contemplando la posibilidad de introducir procedimientos de solicitud estandarizados.

Un elemento de información requerido será el nombre y el número de registro del plomero licenciado responsable de la obra. Algunos países hacen una excepción cuando se trata de propiedades de vivienda, en las que el mismo propietario va a ejecutar el trabajo, pero otros consideran peligrosa esta exoneración, pues una instalación hecha por inexpertos puede afectar a los sistemas de abastecimiento público en las formas que ya se discutieron anteriormente.

Las solicitudes deben estar respaldadas por planos, debiendo establecerse en el código las exigencias de la autoridad en este aspecto. Como en el caso de los formularios para presentar una solicitud, los planos referentes a sistemas domésticos simples frecuentemente se pueden adjuntar a aquellos relativos a las estructuras que se presentan en conformidad con los reglamentos de construcción. En el otro extremo, las propuestas para edificios multifamiliares o para predios industriales que incluyan sistemas duales de abastecimiento de agua deben presentarse considerablemente detallados. Para asegurar que se entregue la información adecuada cuando se la requiera y, al mismo tiempo, para evitar problemas y gastos innecesarios a los solicitantes de sistemas pequeños y sencillos, se requiere de alguna fórmula intermedia. Esto puede lograrse especificando en el código los niveles teóricamente deseables de los planos que deben acompañar a las solicitudes y, al mismo tiempo, dando al inspector la libertad de flexibilizar estos niveles donde ello pueda hacerse en forma segura y sin caer en ambigüedades.

Habiendo recibido la solicitud y los planos, el inspector los estudiará y recomendará a la autoridad aprobarlos o rechazarlos, basado en que no cumplen con el código. Se evitarán demoras y se mantendrá buenas relaciones, si se autoriza al inspector a notificar al solicitante que se propone recomendar que se le rechace, dándole las razones para su comentario adverso y permitiéndole así realizar las correcciones adecuadas o proporcionar la información adicional antes de que la autoridad considere su propuesta.

La autoridad (o su comité pertinente) por lo general se reúne periódicamente. Para reducir las demoras en la aprobación (o rechazo) de una solicitud, es deseable que se hagan públicas las fechas de las

reuniones, al igual que los límites de tiempo para la recepción de solicitudes por el inspector antes de sostenerse las reuniones. Debe estipularse un período máximo para que la autoridad tome una decisión en un sentido u otro.

Después de haberse aprobado los planos y solicitudes, el plomero debe notificar al inspector la fecha en que se va a iniciar la obra (de nuevo, la autoridad a menudo suministra formularios especiales para este propósito). Más adelante, se requerirá una notificación similar sobre la fecha en la cual la obra concluida estará lista para su prueba y aprobación. Entre estas fechas, el inspector debe tener el derecho de ingresar a los predios a cualquier hora razonable para inspeccionar el progreso de los trabajos y examinar cualquiera de los materiales a ser usados. A la conclusión de cualquier prueba (ya sea "intermedia", sobre una parte del sistema, o "final", sobre la instalación concluida), el inspector debe confirmar por escrito si los resultados fueron satisfactorios o no.

La autoridad puede aportar su propio equipo de pruebas (como equipo de presión, tapones para drenes de desagüe) o puede requerir que el plomero brinde el suyo. Cuando se usa el equipo de la autoridad, es práctica común que el plomero tenga que recogerlo, realizar la prueba y regresar el aparato después de haberla completado exitosamente; algunas veces la autoridad puede cobrar un alquiler por este servicio. En el caso de sistemas que revistan riesgos potenciales para la salud (como locales donde se procesen comidas o bebidas, hoteles, albergues y establecimientos industriales con sistemas duales de agua) puede ponerse como condición, para la aprobación de la autoridad, que el sistema de plomería se vuelva a someter a pruebas, cada cierto tiempo, por ejemplo cada dos años, y que dichas pruebas sean certificadas por el inspector, quien también debe asegurarse que no se hayan producido conexiones cruzadas u otras violaciones del código desde la inspección y prueba anteriores.

Es obvio que la implementación del código supone ciertos gastos para la autoridad, en particular para pagar al personal encargado de tramitar las solicitudes, inspeccionar los predios, probar los sistemas, etc.; así como para pagar las instalaciones y útiles de oficinas, las impresiones, el transporte y otros costos auxiliares. En algunos países, estos gastos se recuperan de los mismos solicitantes, mediante cobros o tarifas por servicios específicos - la expedición de un permiso o de un certificado de aprobación, por la testificación de una prueba en todo un sistema de plomería o en parte del mismo, o por el registro de un plomero. Si esas tarifas se cobran, debe presentarse un cuadro de ellas en el código. Ellas deben diferenciarse claramente de las tarifas o cobros que puedan imponer las autoridades responsables del agua, del alcantarillado u otras autoridades por trabajos específicos - como realizar la conexión a una tubería de agua o a una alcantarilla, reparar la superficie de la calzada luego de rellenar una zanja, limpiar un tanque séptico o permitir que se viertan aguas residuales industriales en las alcantarillas públicas.

Muchos países prefieren no incluir el cobro de tarifas como parte del código. Esto, en parte, porque consideran que los servicios descritos se brindan al público en general, y por lo tanto, la comunidad en su conjunto debe cargar con los gastos. Otra razón es que es virtualmente imposible crear una escala de tarifas en la que la cantidad que se cobra sea equitativamente proporcional al servicio brindado. Pero probablemente, la objeción principal es que el ingreso que posiblemente se reciba es con frecuencia, más que superado por el costo del personal adicional y por otros gastos en que se incurre al realizar los cobros y llevar la contabilidad.

Existen ciertos detalles que pueden incluirse en el código y que podrían considerarse como disposiciones que emanan de autoridades que no son las responsables de las normas de plomería. Por ejemplo, generalmente se considera como lo más deseable el que los predios unifamiliares tengan, cada uno, conexiones independientes desde la tubería de la red pública de agua hasta el alcantarillado público; pero, existen ocasiones, especialmente cuando se trata de fundos o propiedades muy pobladas, que están alejadas de las carreteras, en las que este requerimiento se flexibiliza, por lo general, a través de un convenio especial, mediante el cual aquellos que comparten un servicio común aceptan la responsabilidad de asumir un porcentaje proporcional de los costos de mantenimiento futuros.

Otro detalle que debe definirse específicamente es el de las limitaciones entre los servicios públicos y los sistemas privados de plomería. Cuando, como es tan frecuente, las tuberías de agua y las alcantarillas se tienden debajo de la vía pública, es práctica corriente que las autoridades respectivas asuman la responsabilidad por las tuberías de desagüe y las conexiones de servicio que se instalen entre los límites de la propiedad a servirse y la tubería de agua o la alcantarilla. La práctica varía; algunas veces, las autoridades respectivas instalan ellas mismas estas tuberías y cobran al solicitante el costo inicial; algunas veces, el plomero licenciado realiza la conexión y tiende las tuberías, de las que se hace cargo la autoridad una vez terminada su instalación; otras veces, la autoridad responsable del abastecimiento de agua provee una válvula subterránea en una línea de servicio justo dentro de los límites de la propiedad; de ese punto en adelante, el propietario asume la responsabilidad. De igual manera, la autoridad responsable del alcantarillado puede construir (o requerir que se construyan) cámaras de inspección o buzones sobre el límite entre la propiedad privada y la pública.

Es difícil afirmar que una práctica sea mejor que otra bajo circunstancias particulares, pero el punto importante es que aquella que se adopte debe estar claramente definida, de preferencia en el código.

Un tipo de riesgo muy difícil de controlar en plomería es la instalación temporal hecha para un propósito particular, ya que, por no ser parte de un sistema de plomería aprobado, ni estar conectada a aparatos convencionales, no está sujeta a la exigencia de presentación de planos.

Sin embargo, tales instalaciones temporales pueden ser por lo menos tan peligrosas como los sistemas permanentes - tanto más aún si no se adhieren al código en cuanto se refiere a su construcción y uso.

Uno de los propósitos más comunes para el que se suele instalar una conexión temporal es el suministro de agua durante la construcción de edificios. En los lugares de construcción no es raro ver mangueras que conducen agua desde las fuentes públicas hasta un empozamiento de agua barrosa, de tal manera que una caída en la presión de las tuberías de la red pública podría, por efecto de sifonaje hacer penetrar esas aguas en el sistema público. También puede usarse mangueras para conectar fuentes públicas de agua con mezcladoras de concreto y proporcionar agua para los diferentes procedimientos de construcción. Algunas veces se construyen letrinas temporales para los trabajadores de construcción en las que se instalan aparatos sanitarios defectuosos conectados ilegalmente a la tubería de la red.

Las mangueras u otros tipos de tuberías provisionales pueden constituir un peligro en otras circunstancias - en garajes, corrales, terrenos de feria; durante el riego de jardines (especialmente cuando se les acopla a un rociador de insecticidas) o durante la limpieza de mercados o del interior de vehículos de mercados. La aprobación de un sistema de plomería abarca el sistema permanente, incluyendo posiblemente un grifo o válvula externa perfectamente legítima a la cual puede conectarse una manguera, pero normalmente el código no se ocupará del uso que se le dé a esa manguera. La única salvaguarda es el acuerdo entre la autoridad de agua y el propietario; generalmente se exige un pago por el agua usada y se especifica el propósito de la manguera en el momento de estimar la cantidad a pagar. En el permiso o convenio pueden incorporarse reglas para su uso sanitario.

No tiene mayor sentido formular un código de práctica o establecer normas si éstas no se pueden hacer cumplir. Como el código incluye y se basa en el dispositivo legal que norma la práctica del reglamento de plomería, cualquier infracción de sus artículos o estipulaciones constituye violación de la ley, punible por ley después de la debida acción para establecer la infracción, identificar al infractor y llevarlo a los tribunales. Obviamente, éste es un procedimiento engorroso y consume tanto tiempo que se puede asegurar que las diligencias por infracciones relativamente leves raramente, o nunca, son objeto de seguimiento hasta verificar que se cumplan. Aun si se tomara una acción efectiva contra un infractor, las penas impuestas por diferentes tribunales, por infracciones similares, están sujetas a gran variación.

Por tanto, en aquellos países en los que el sistema legal lo permite, es práctica común adjuntar al dispositivo legal pertinente una lista de las penas relativas a la violación de cláusulas específicas. En caso de disputa, el asunto puede ser llevado a los tribunales, o ser resuelto mediante arbitraje cuando la transgresión es de naturaleza técnica, pero la imposición de una multa en proporción a la gravedad de la violación del código puede hacer innecesario que la autoridad recurra a las

sanciones más drásticas que sus atribuciones le facultan - como el retiro de la licencia a un plomero en actividad, la negativa a permitir que se conecte un sistema nuevo a las tuberías de la red pública o la desconexión de una instalación existente por haberse demostrado que existe contravención del código.

Ejemplos de infracciones contra las que se aplican penas establecidas por ley en diferentes países incluyen: la alteración de sistemas de plomería sin notificar a la autoridad; el permitir que el agua se desperdice o contamine por uso indebido o por descuido en el mantenimiento de las tuberías o aparatos sanitarios; la utilización del agua para propósitos no autorizados; la interferencia en válvulas u otros aparatos de propiedad de la autoridad o en la operación de los medidores que son base para los cobros; así como la negativa al ingreso del inspector de la autoridad a pesar de haber presentado la notificación oficial respectiva), o el poner trabas al cumplimiento de sus obligaciones.

6. CONTENIDO DE UN DISPOSITIVO LEGAL U ORDENANZA DE PLOMERIA

Los sistemas legislativos varían tanto de un país a otro que es virtualmente imposible sugerir un dispositivo legal u ordenanza modelo que sea aceptable en todas partes. Los siguientes son ejemplos del tipo de cláusulas que podrían aparecer en una ordenanza del gobierno que designa al concejo municipal de XYZ como la "autoridad con jurisdicción" sobre todos los sistemas de plomería en su área.

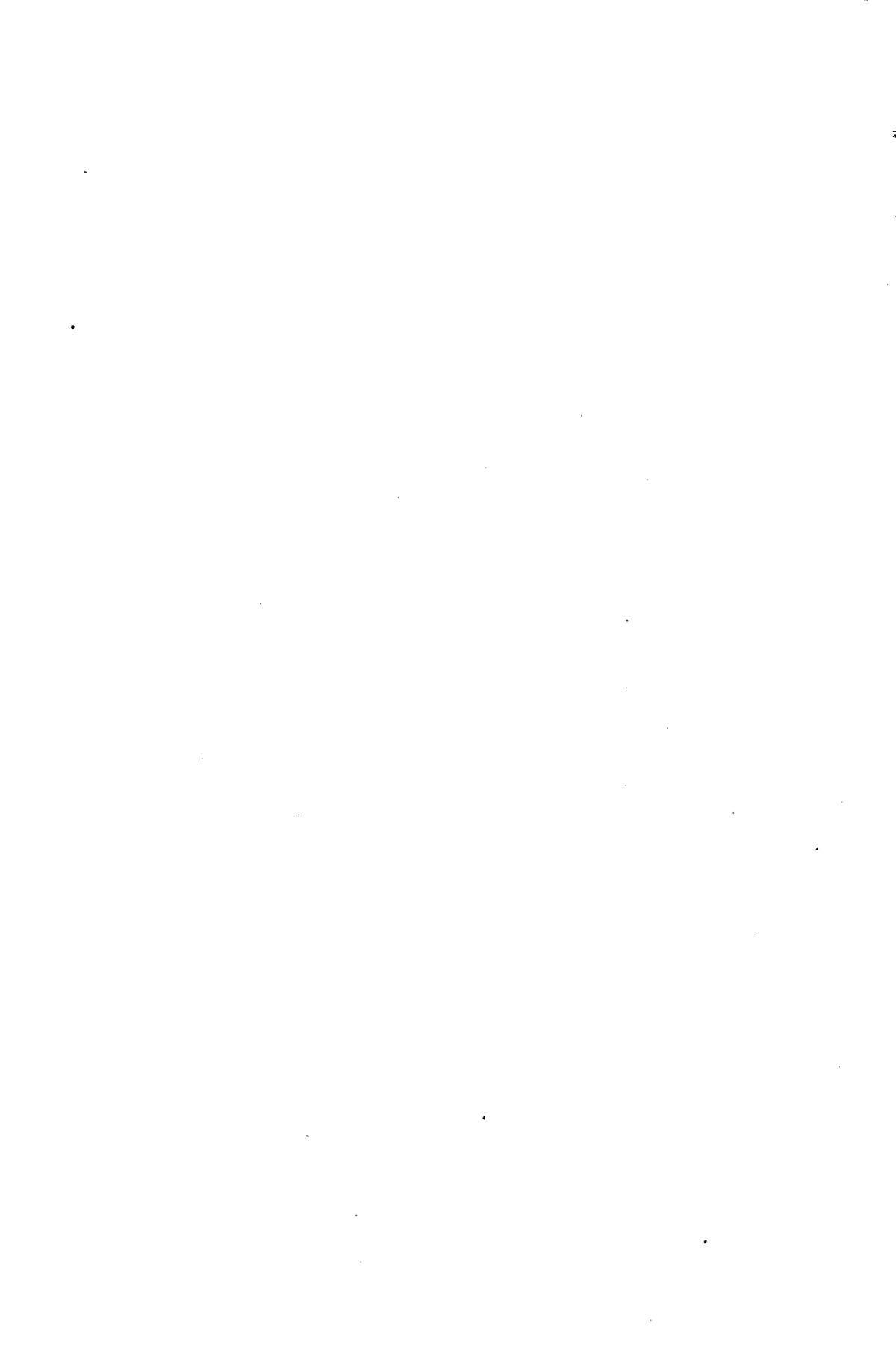
Ordenanza de plomería

1. Por la presente ordenanza, se designa al concejo municipal de XYZ (que de aquí en adelante será denominado "la autoridad") como la autoridad con jurisdicción sobre todos los sistemas de plomería dentro de los límites de la población y dentro de aquellas áreas que, encontrándose fuera de los límites, reciban servicios del sistema de abastecimiento público de agua de la municipalidad de XYZ.
2. Para los propósitos de esta ordenanza, la expresión "sistemas de plomería" designarán a las tuberías de agua, tuberías de desagüe, aparatos sanitarios y otras instalaciones, ya sea al interior o exterior de las edificaciones conectadas o susceptibles de ser conectadas en el futuro, directa o indirectamente, a una tubería de la red pública de agua o a una alcantarilla pública; con independencia de que estos sistemas de plomería sean de propiedad pública o privada.
3. La autoridad formulará las normas y reglamentación que considere necesarias para asegurar que todos los sistemas de plomería dentro de su jurisdicción se diseñen, instalen y reciban mantenimiento de acuerdo a principios sanitarios de aceptación general. Junto con la presente ordenanza, estas normas y reglamentación constituirán el "código de práctica de plomería" de la municipalidad de XYZ (que de aquí en adelante será denominado "el código").
4. La autoridad administrará el código, para cuyo propósito deberá contar con el personal y/o asesores que sea necesario y tomará las medidas necesarias y razonables para lograr el cumplimiento de sus disposiciones en lo que respecta tanto a los sistemas de plomería ya existentes dentro de su área como a aquellos sistemas a instalarse en el futuro.
5. Ninguna persona construirá, instalará, ampliará o modificará materialmente ningún sistema de plomería sin presentar una solicitud formal ante la autoridad y sin recibir la aprobación formal de la misma. La transgresión del código dará fundamento suficiente para retener la aprobación.

6. La autoridad mantendrá un registro de las personas que habiendo solicitado la inclusión en el mismo de sus nombres, hayan sido calificadas aptas en conformidad con los reglamentos de la junta examinadora de la asociación nacional de plomeros. La autoridad, a su discreción, podrá otorgar a cualquier persona empadronada en este registro una licencia que lo convierte en un "plomero licenciado", después de que se haya demostrado a su entera satisfacción que dicha persona está capacitada, goza de buena reputación y está familiarizada con las disposiciones del código. Las licencias serán otorgadas de un nivel o grado acorde con la capacidad y experiencia del solicitante y por un número fijo de años, después de los cuales podrán ser renovadas, previa nueva solicitud. Sin embargo, la autoridad tendrá la potestad de revocar o declarar concluido el período de la licencia, en caso de desempeño deficiente o de violación deliberada de las disposiciones del código. En caso de disputa respecto a la expedición, renovación o terminación de la licencia de un plomero, tal disputa se llevará ante un árbitro designado por el presidente de la asociación nacional de plomeros y aceptado por ambas partes y cuya decisión será válida, obligatoria y definitiva.
7. A menos que la autoridad convenga, por escrito, con otras disposiciones, sólo un plomero licenciado estará autorizado a ser responsable de la construcción, reparación, modificación o remoción de tuberías de agua o de desagüe, válvulas u otros accesorios de cualquier edificación o terreno (incluyendo los desagües de lluvia que se descarguen en una alcantarilla pública o en un curso de agua). Solamente un plomero licenciado podrá efectuar una conexión a una tubería del servicio público de agua o a una alcantarilla pública y será responsable tanto de notificar a las autoridades de agua y alcantarillado sobre la intención de efectuar dicha conexión, como de cumplir con cualquiera de los requerimientos de dichos organismos.
8. La autoridad podrá exigir a cualquier plomero a quien se le haya otorgado licencia de acuerdo con la presente ordenanza a depositar una fianza de cumplimiento por una cantidad a convenir, pero sin exceder de (la suma a establecerse). Esta fianza certificará que todas las obras ejecutadas por el plomero licenciado, o bajo la supervisión del mismo, estarán de acuerdo con las disposiciones del código y que en caso de cualquier violación de alguna de las presentes disposiciones él pagará todas las multas o sanciones debidamente impuestas por el concejo. Se adjunta a esta ordenanza una lista de dichas multas o sanciones.
9. La autoridad tendrá el derecho de prohibir el uso de cualquier material de plomería que no cumpla con las normas establecidas en el código o de cualquier material o equipo usados que la autoridad considere que esté tan desgastado, dañado o defectuoso que su reutilización constituya un peligro sanitario o de seguridad. Tal material prohibido será retirado inmediatamente del lugar y no se

le podrá reutilizar en plomería en el área bajo jurisdicción de la autoridad. No es la intención de la presente cláusula que material usado y que esté en condiciones para su reutilización satisfactoria sea prohibido solamente en base a que no es nuevo.

10. El representante debidamente designado de la autoridad (a quien se denominará de aquí en adelante "el inspector") tendrá el derecho de ingresar a los predios para los cuales se han presentado propuestas para la instalación de sistemas de plomería, o en los cuales se hayan instalados estos sistemas. Dicho ingreso se hará a una hora razonable y en compañía de un representante del dueño u ocupante.
11. Los predios particulares en los que exista cualquier sistema dual de agua, los predios en los que se prepare, guarde o venda alimentos, bebidas u otros materiales susceptibles de contaminación, y cualquier otro predio que en la opinión de la autoridad presente algún riesgo especial para la salud, deberán ser examinados periódicamente por el inspector, después de notificar al propietario u ocupante con un mínimo de 24 horas de anticipación, para confirmar que el sistema de plomería está recibiendo un servicio de mantenimiento satisfactorio y en conformidad con el código.
12. En caso de cualquier violación del código, la autoridad, dentro del período de un mes calendario desde la fecha en que la infracción llegó a su conocimiento, hará llegar al infractor una notificación especificando la naturaleza de la misma y las medidas requeridas para remediarla. Al mismo tiempo, cuando sea aplicable, llamará su atención sobre la sanción legal establecida por la violación del código, según la lista de sanciones adjuntas a este reglamento y que forman parte de él. El pago de la sanción y la ejecución de las obras especificadas como reparación saldrán esta infracción.
13. En caso que la persona que reciba la notificación de la autoridad refute la infracción por escrito dentro de los 60 días contados a partir de la recepción de la antedicha notificación, la autoridad puede dar los pasos para someter la disputa a un tribunal o a otra forma de arbitraje acordada entre las partes involucradas. La decisión producida de esta manera es obligatoria para ambas partes.
14. La autoridad puede negarse a otorgar permiso para que una instalación de plomería se conecte a las tuberías de la red pública de agua o a las alcantarillas públicas, si tiene razones para creer que el sistema contraviene el código de plomería. En tal caso, el propietario u ocupante de los predios respectivos puede exigir a la autoridad que proporcione detalles sobre las pretendidas infracciones al código. En caso de disputa, el asunto se trasladará a un tribunal o a otra forma de arbitraje.



parte II

reglamentación y normas de la plomería



7. OBSERVACIONES GENERALES

La parte II de esta guía se ocupa de la reglamentación y normas dictadas por la autoridad en virtud de la facultad otorgada por la ordenanza. La ordenanza y estas normas, además de los anexos, cuadros o listas a los que se hace referencia, constituyen en conjunto el código completo de práctica de plomería de la autoridad.

Para obtener cierto grado de uniformidad y para brindar asistencia a las diferentes autoridades en la formulación de sus respectivos códigos, algunos países han preparado una serie de modelos de reglamentaciones, normas, o estatutos, a partir de los cuales cada autoridad del país respectivo puede elegir y adaptar aquellos que satisfagan sus particulares necesidades. En la bibliografía (Anexo 5) se hace referencia a varios códigos de esta naturaleza, recomendándose su lectura cuidadosa a toda persona interesada en la formulación de códigos o modelos nacionales.

En esta guía se ha intentado ofrecer ejemplos de cláusulas "modelo" que tengan particular significación en aspectos de salud, para seguir cada una de ellas con una discusión sobre su propósito y aplicabilidad. Para una mayor claridad, las cláusulas sugeridas como modelos se han colocado "dentadas" dentro del texto y se les ha encerrado entre comillas. Estas cláusulas se han dispuesto en secuencia bajo los títulos de los capítulos, avanzando de las condiciones generales a las específicas, pero esta forma de presentación no tiene que seguirse necesariamente en la compilación de un código nacional.

"La siguiente reglamentación y normas para sistemas de plomería se ha preparado en conformidad con la autorización de la cláusula 3 (Pág. ...) de la ordenanza de plomería No., de fecha y adoptado por el Concejo Municipal de, que es la autoridad con jurisdicción, en su reunión del"

La justificación subyacente a la formulación e implementación de todo código de práctica es la protección de la salud de las personas, tanto de los ocupantes de los predios en los que se van a instalar sistemas de plomería, como del público en general. La autoridad puede desear enfatizar este punto, añadiendo una nota de explicación pertinente. Otra posibilidad podría ser que el documento sea precedido por un conjunto de principios generales, como los presentados en el Capítulo 2.

"Las solicitudes para la aprobación de propuestas de plomería en concordancia con la cláusula (Pág. ...) de la ordenanza de plomería se harán en la forma que la autoridad requiera y estarán acompañadas por los planos que la autoridad exija."

Si la autoridad exige que se usen formularios estandarizados para las solicitudes, aprobaciones, apelaciones y otros propósitos, puede adjuntarse al código una lista y muestras de tales formularios.

También deben definirse claramente los requisitos para los planos que acompañen a las solicitudes. Si, como se discutió en el Capítulo 5, estos requisitos pueden flexibilizarse en ciertos casos, se debe añadir una nota para este efecto.

A continuación, se da una muestra de la descripción de los requisitos para los planos:

"Los planos que acompañen las solicitudes de permiso para instalar, ampliar o modificar sistemas de plomería deben presentarse por duplicado, debiendo estar hecha una de las copias en papel fuerte o tela. La segunda copia se devolverá oportunamente al solicitante con la aprobación formal de la autoridad.

"Los planos consistirán de los perfiles y secciones que sean necesarios, dibujados a una escala no menor de 1:1000, mostrando los siguientes detalles en relación con todas las características estructurales del edificio:

"(a) todo accesorio y aparato de plomería, tuberías para aguas servidas, desagües, servicios de agua, tuberías de ventilación, tuberías de evacuación de aguas pluviales, colectores de grasas, alcantarillas interceptoras u otros aparatos, incluyendo el diámetro y la pendiente de todas las tuberías de desagüe y el diámetro de todas las otras tuberías;

"(b) la altura y posición de chimeneas, ventanas u otras características del edificio a una distancia de seis metros (20 pies) de la abertura de salida de cualquier tubería para aguas servidas o tubería de ventilación;

"(c) el nivel del piso más bajo del inmueble y de los espacios abiertos alrededor del mismo y el nivel relativo de la calzada y de la solera de la(s) alcantarilla(s) al cual se propone conectar las tuberías de desagüe.

"También se debe suministrar un plano de la manzana, a una escala no menor de 1:1000, mostrando el predio en el que se va a ejecutar la obra, los límites de la propiedad, las posiciones de la tubería pública de agua y de la(s) alcantarilla(s) pública(s) en las cuales se harán las conexiones, al igual que otros detalles relevantes. El predio debe estar identificado con precisión mediante el número o nombre de la propiedad y el nombre de la calle. También debe mostrarse la posición y el diámetro de la tubería de servicio de agua propuesto entre la tubería pública y el predio, al igual que el tamaño, pendiente y trazo de toda tubería de desagüe, tanque séptico o cualquier otro método de disposición de desechos.

"Los planos deben incluir especificaciones y descripciones adecuadas de la obra propuesta, o estar acompañados por las mismas. Deben estar firmados por el solicitante, quien debe manifestar si es el dueño u ocupante, o si es un agente del propietario. Si el solicitante no es el mismo dueño, debe mostrarse el nombre y la dirección de éste.

"Los planos deben indicar el uso que se va a dar a cada inmueble considerado en la solicitud. El consumo diario estimado de agua, en el cual se basa el diseño de plomería debe mostrarse claramente, exceptuándose el caso de unidades de vivienda simples.

"Si se pretende que la tubería de servicio de agua, de desagüe, o cualquier otra parte del sistema de plomería, atraviese algún terreno o propiedad que no pertenezca al mismo dueño de los predios a los que se refiere la solicitud, debe consignarse el nombre y la dirección del dueño de dicho terreno o propiedad. Además, debe indicarse la naturaleza del acuerdo con respecto a la autorización de paso y el derecho de acceso para mantenimiento y reparación.

"La solicitud que acompañe a los planos debe consignar también el nombre y número de registro del plomero licenciado que será el responsable de ejecutar la obra en concordancia con el código."

En algunos casos, las autoridades de agua y desagüe pueden aceptar una solicitud la aprobación de obras de plomería como si fuera una solicitud pidiendo permiso para realizar conexiones a una tubería de la red de agua y a una alcantarilla. En otros casos se requiere de pedidos separados, por lo que vale la pena aclarar el procedimiento apropiado mediante su mención en el código.

"Habiéndose aprobado la solicitud, la autoridad emitirá un permiso para llevar a cabo la obra dentro de un período de tiempo especificado y designará las pruebas a aplicarse en el sistema de plomería después de habersele terminado."

Es responsabilidad del solicitante asegurar que la obra se ejecute de acuerdo con los planos y las especificaciones presentados con la solicitud y que se cumplan las condiciones adjuntas al permiso. Como se discutió anteriormente, el inspector de la autoridad tendrá el derecho de ingresar para verificar que se están observando los términos del permiso.

El solicitante debe notificar que el sistema está listo para las pruebas luego que se haya terminado la obra de plomería, pero antes que las zanjas se hayan vuelto a rellenar con tierra o antes que la fontanería interna quede oculta por elementos estructurales. La autoridad debe decidir la forma de estas pruebas; en general, su propósito es asegurar la hermeticidad tanto de las tuberías de agua como del sistema de desagüe.

Normalmente, el sistema de agua puede probarse adecuadamente llenándose el sistema con agua proveniente de la tubería pública e inspeccionando todas las uniones y accesorios para observar signos de fugas. En los sistemas complejos, la autoridad puede exigir una prueba de aire, como aquella en la que el conjunto del sistema de tuberías se expone a una presión equivalente a 35 KPa (250 mm Hg), manteniéndose dicha presión por un período de por lo menos 15 minutos. Cuando se van a efectuar tales pruebas, es usual que la autoridad preste o alquile el compresor y los manómetros necesarios y que el plomero responsable los conecte y lleve a cabo la prueba bajo la dirección del inspector.

El agua usada para probar las tuberías de agua debe provenir de una fuente potable, y la autoridad puede exigir que una vez terminada la prueba el sistema se desinfeste. Normalmente, esto se hace aplicando al tanque de almacenamiento una dosis de compuesto de cloro para producir una solución de cloro libre de 50 mg/lt solución que debe correr a través de todos los grifos de agua y de todos los aparatos hasta que el cloro sea evidente en todas las salidas y permitiendo que el sistema permanezca por lo menos 12 horas lleno de esta solución desinfectante. Luego de esto, el agua se deja correr hasta que haya desaparecido toda traza de cloro del agua que sale de los grifos.

Para sistemas complejos, se pueden necesitar de procedimientos de desinfección más elaborados. Lo mismo para el mantenimiento periódico de los sistemas de tuberías y de los tanques de almacenamiento en los inmuebles que sirven propósitos especiales - por ejemplo, hospitales, internados, hoteles residenciales y establecimientos de elaboración o venta de comidas. En el Anexo 2 se dan algunas sugerencias sobre estos procedimientos. La autoridad puede exigir una prueba bacteriológica del agua del sistema después que se haya llevado a cabo la desinfección.

Las pruebas para la parte del sistema de plomería destinada al desagüe se aplican generalmente por secciones. Los desagües enterrados comúnmente pasan por una prueba de agua tan pronto se completan y se fijan las uniones o empalmes; después de la aprobación, el terreno removido se puede rellenar, reduciendo de esa manera el tiempo en que ese sitio esté afectado. El procedimiento usual es insertar un tapón de desagüe en el buzón o caja de registro más cercano a la alcantarilla (el cual puede estar en el límite de la propiedad) y llenar con agua el conjunto del sistema de desagüe subsuperficial. Puede aplicarse una carga hidráulica de unos 50 cm (20 pulg) añadiendo temporalmente un trozo corto de tubería vertical en el extremo superior, usando masilla batida u otro material plástico para formar la unión. No siempre es posible aplicar esta carga, especialmente si existen varias zanjas en el sistema, en cuyo caso las tuberías de desagüe se llenarán hasta el punto más alto posible y la prueba se aplicará en forma bastante más rigurosa.

El agua debe permanecer en el sistema por un mínimo de 15 minutos (1 hora o más si no se ha aplicado una carga hidráulica adicional), tiempo durante el cual el nivel del agua no debe disminuir de manera significativa. Si los empalmes de las tuberías de desagüe son de cemento

y están secos, el sistema debe llenarse de agua por lo menos una hora antes de la prueba para que el material de unión no absorba agua en el momento mismo de la prueba. Si el agua es escasa, o si por cualquier otra razón la autoridad prefiere una prueba de aire, las tuberías de desagüe deben taponarse, sometiéndoseles a una presión de aire de 1,000 Pa (100 mm H₂O) durante un mínimo de 15 minutos sin que exista un descenso en la presión. Las presiones excesivas de aire o de agua son indeseables en las tuberías de desagüe enterradas que no están diseñadas para resistir esfuerzos internos de tal magnitud, como tampoco lo están los empalmes o uniones (especialmente los de cemento de las tuberías de arcilla) que podrían aflojarse o dañarse si se produce internamente una carga hidráulica demasiado grande.

Como una precaución adicional, se debe inspeccionar el buzón o caja de registro más bajo después de haber completado la prueba de agua y de haber vaciado las tuberías de desagüe, o después de un período de lluvias, para confirmar que no existe infiltración del agua proveniente del suelo circundante dentro de la tubería.

Las pruebas de agua también pueden aplicarse a las salidas de desagüe de las instalaciones dentro del inmueble, pero generalmente se consideran demasiado estrictas si el edificio tiene más de dos pisos. Una alternativa es la prueba de humo, en la cual se usa una máquina para llenar el sistema interno de desagüe con humo bajo presión de una máquina de pruebas. Tan pronto como aparezca el humo, debe taponarse la tubería de ventilación en el extremo superior. La presión aplicada no debe exceder los 250 Pa (25 mm H₂O) o el líquido de las trampas de las instalaciones reventará. La presión debe permanecer constante durante por lo menos 15 minutos, tiempo durante el cual se deben inspeccionar todas las instalaciones y aparatos, trampas y uniones de tuberías en busca de señales de salida de humo.

Puede aplicarse una prueba más simple, aunque menos efectiva, introduciendo al sistema una sustancia volátil de olor acre, ya sea a través de la tubería de ventilación o mediante una cápsula que libere su contenido después de pasar por la trampa. Para este propósito se usan comúnmente esencia de menta, bisulfuro de carbono o productos químicos con ciertas propiedades. La evidencia de fugas en el sistema la suministra la presencia dentro del inmueble, del olor emitido por el compuesto, pero es a menudo extremadamente difícil ubicar el punto exacto por el cual emerge. Este tipo de prueba es particularmente conveniente para las inspecciones de mantenimiento en sistemas viejos, los cuales podrían dañarse si se les aplica presión.

Cuando todo el sistema se haya probado e inspeccionado satisfactoriamente, la autoridad deberá emitir un certificado para ese efecto como evidencia de que el trabajo del plomero se ha efectuado apropiadamente.



8. CAPACIDADES Y CANTIDADES

"El diseño de todo sistema de plomería y la capacidad y dimensiones de sus partes componentes deben ser adecuados para satisfacer las necesidades inmediatas y aquellas que puedan anticiparse razonablemente durante su período esperado de vida."

En gran medida, todo sistema de plomería representa un compromiso entre lo que es teóricamente deseable y lo que es posible en la práctica. Esto es especialmente cierto en las comunidades en desarrollo, o en cualquier región pobre, donde una rígida insistencia acerca de normas aplicables en condiciones más prósperas podría impedir que muchos pobladores conecten sus viviendas a las tuberías públicas de agua y a las alcantarillas públicas.

De otro lado, un sistema de plomería es una inversión a largo plazo, que no debe hacerse obsoleta ni necesitar reemplazo mientras tenga todavía una vida capaz de dar servicio. Por lo tanto, sus componentes básicos deben ser los adecuados para satisfacer necesidades futuras.

Por ejemplo, un pueblo puede tener un sistema de tuberías de distribución de agua pero aún no un sistema de alcantarillado. En consecuencia, no es posible la instalación de inodoros y pueden recibirse solicitudes que pidan autorización para conexiones de agua que sirvan, por decirlo así, solamente a un lavadero de cocina. Teóricamente, sería suficiente una tubería de 10 mm (3/8 pulg) de diámetro para suministrar agua bastante suficiente a este aparato; pero, en el futuro, cuando se disponga de desagüe y crezca la demanda, este tamaño de tubería sería inadecuado para servir a un inodoro y a un baño y tendría que ser reemplazado. En vista que se puede demostrar que la instalación de una tubería con el doble de capacidad de acarreo aumenta solo aproximadamente en un tercio el costo inicial (tendida), obviamente es una buena práctica realizar esta previsión para el futuro.

"El diseño de sistemas de plomería para diferentes tipos de inmuebles debe basarse en las demandas unitarias listadas en el Cuadro 1 adjunto."

La autoridad debe establecer normas realistas, sobre la cantidad de agua a suministrarse en los diferentes tipos de inmuebles; la misma cifra puede asumirse para el volumen de desechos a disponerse en circunstancias normales. En cada caso, los valores reales dependerán de las condiciones locales - por ejemplo, si el agua es escasa y tiene que conservarse rígidamente, si los artefactos domésticos que usan agua son probablemente de uso general, si se prevén usos como aire acondicionado, riego de jardines y otros similares, si el clima es excepcionalmente caluroso, etc.

Como una guía, se presentan algunos ejemplos de usos con una gama de valores sugeridos, dentro de los cuales caerán probablemente los niveles de demanda local.

Cuadro 1
Niveles de demanda para varios usos

Clase de Inmueble	Consumo por día		
	l	gal EUA	gal RU
Casas y departamentos, por persona	40-120	10-30	9-26
Edificios industriales y comerciales, instalaciones sanitarias para el personal, por persona	10-30	2.5-7.5	2-6.5
si se dispone de duchas o baños completos, por persona, agregar:	10-15	2.5-4	2-3
Hoteles, por huésped, incluyendo al personal:			
con baño común	100-200	25-50	22-44
con baño privado en cada dormitorio	200-400	50-100	44-88
hoteles de lujo en los trópicos	400-600	100-150	88-130
Hospitales, por cama, incluyendo provisión de alimentos y lavandería	350-500	90-125	77-100
Sanatorios y centros médicos, por ocupante	115-150	30-40	25-33
Escuelas, por alumno, incluyendo al personal:			
escuelas sin internado	15-30	4-7.5	3-6.5
escuelas con internado	100-200	25-50	22-44
Cines, teatros, por asiento	8-15	2-4	1.5-3
Restaurantes, por asiento, incluyendo al personal	75-100	20-25	16-22
Lavanderías por kilo de lavado en seco:			
operadas manualmente	30-40	7.5-10	6.5-9
automáticas	60-90	15-22	13-20
Aeropuertos, terminales de autobús o ferrocarril, por pasajero, incluyendo al personal;	15-45	4-11	3-10
si se dispone de duchas o baños completos agregar, por pasajero,	10-15	2.5-4	2-3

"En la medida que sea posible, cada inmueble independiente tendrá su propia tubería de servicio para llevar el agua desde la tubería pública. Dicha tubería de servicio será de un tamaño adecuado para satisfacer la demanda esperada, pero en ningún caso tendrá un diámetro menor de 15 mm (1/2 pulg), y deberá ser tendida a una profundidad tal bajo tierra que tendrá un recubrimiento no menor de ... cm. Debe tendérsela razonablemente "horizontal sin puntos elevados donde pueda quedar atrapado el aire."

Si es posible, la cláusula puede ampliarse con las siguientes líneas:

"La porción de la tubería de servicio entre la tubería pública y la llave de cierre en el límite de la propiedad será de responsabilidad de la autoridad de agua, quien asumirá la responsabilidad de su mantenimiento futuro; la parte restante de la tubería de servicio estará bajo responsabilidad del dueño de la propiedad."

Este último punto se ha discutido en el Capítulo 5 y cualquier medida que se tome dependerá de la práctica adoptada por la autoridad o empresa responsable del abastecimiento público. Si esta empresa suministra e instala la sección de la tubería de servicio debajo de la calzada, la cláusula adicional será innecesaria considerándose la llave de cierre como el límite del sistema público de tuberías. Si el plomero es el que debe tender esta sección de la tubería de servicio, puede ser adecuado incluir en este punto un resumen de las exigencias de la autoridad en aspectos como la especificación del manguito de las tuberías y la inclusión de una conexión en S o una sección de tubería flexible entre el manguito y la tubería de servicio.

La profundidad a la cual se debe tender la tubería de servicio dependerá del clima y de otras circunstancias. En las zonas expuestas a heladas, la profundidad especificada debe ser suficiente para evitar el daño causado por el congelamiento - puede exigirse 1 m (3 pies) o más. En las áreas tropicales, es deseable que el agua que ingrese se mantenga fresca, siendo la profundidad conveniente de 50 cm (20 pulg). Las tuberías de servicio, especialmente si están hechas de plástico, pueden ser dañadas por los cultivos que se realicen en el terreno que las cubre; para brindarles una adecuada protección, debe tendérselas a una profundidad de 80 cm (30 pulg). Si la parte de la tubería de servicio bajo responsabilidad del dueño pasa bajo una carretera, muro limítrofe u otro punto en el cual pueda superponerse una carga sobre la tubería, deben tomarse precauciones especiales - como una mayor profundidad, un manguito aislante o un recubrimiento de concreto y un relleno de material seleccionado, sin piedras grandes y cuidadosamente colocado.

Sólo en circunstancias excepcionales debe una tubería de servicio pasar bajo otro inmueble o estructura aparte de aquella a la que va a abastecer de agua. Si esto es inevitable, se debe enfatizar las precauciones

especiales. Sin embargo, bajo ninguna circunstancia debe permitirse que una tubería de servicio pase a través de una alcantarilla, buzón o cámara de inspección.

"En la medida que sea posible, cada inmueble ocupado independientemente deberá tener su propia conexión de desagüe que desemboque en la alcantarilla pública. Dichas tuberías de desagüe deben ser de tamaño adecuado y estar colocadas con una pendiente constante que permita que su contenido se descargue a una velocidad autolimpiadora. Las tuberías de desagüe que transporten desechos humanos no deben ser en ningún caso de un diámetro menor a 100 mm (4 pulg) para la descarga de una sola vivienda, ni menor a 150 mm (6 pulg) si sirve a más de una propiedad."

Como la construcción de desagües está limitada por mayores restricciones que el tendido de servicios de agua (como la necesidad de tender las tuberías en línea recta y a niveles estrictamente controlados), es probable que existan más ocasiones en las que una serie de sistemas de plomería tengan que servirse de una sola conexión a la alcantarilla (Figura 1). Algunas autoridades insisten en que los casos de este tipo se solucionen mediante "acuerdos de sistemas mancomunados de desagüe" o algún otro dispositivo, para asegurarse que no se presenten disputas sobre la distribución de la responsabilidad del mantenimiento. Las referencias a dichos requerimientos se pueden hacer en una cláusula aparte en el código.

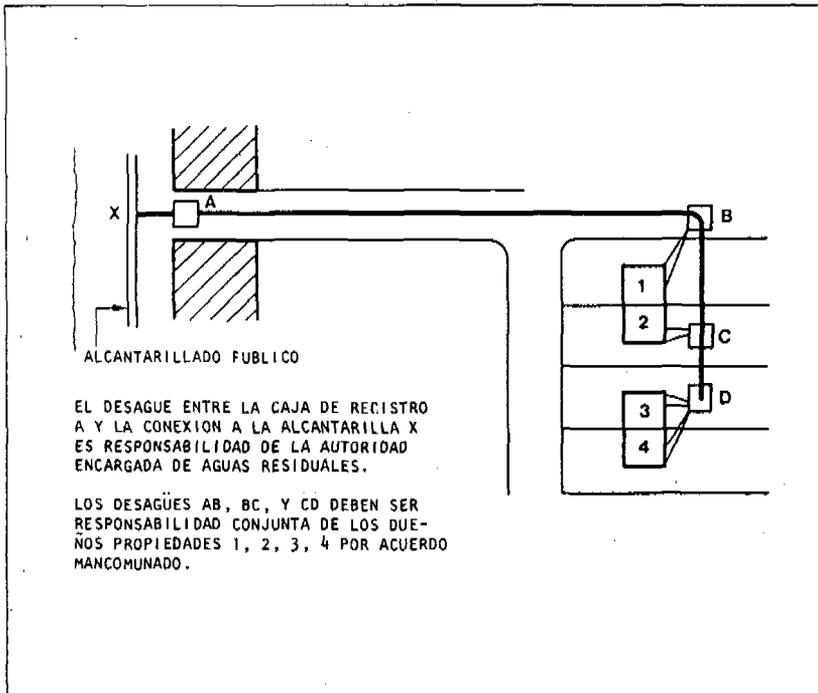


Figura 1
Situación que requiere de sistema mancomunado de desagüe

Aunque frecuentemente se hace referencia a las tuberías de desagüe del interior y del exterior del edificio como si ellas fueran "horizontales", en realidad, nunca deben tenderse totalmente a nivel sino con una gradiente constante que asegure que el contenido fluya por efecto de la gravedad, aún cuando sólo esté pasando una pequeña cantidad de aguas residuales. La velocidad mínima para evitar que los sólidos se asienten y acumulen hasta llegar a bloquear la tubería puede asumirse en unos 0.6 m/s (2 pies/s). Esta velocidad mínima debe mantenerse siempre, pero existe un límite superior que no debe excederse bajo riesgo de erosionar y causar daños a las tuberías; 3 m/s (10 pies/s) puede considerarse como la velocidad segura máxima.

El Cuadro 2 (que puede incluirse como un anexo al código) muestra las gradientes en las que se alcanzan estas velocidades en las tuberías de algunos de los diámetros más comunes, además de los volúmenes aproximados que se transportarían a dichas velocidades.

Cuadro 2
Gradientes para generar velocidades mínimas y máximas en desagües

Diámetro de la tubería		Velocidad mínima de 0.6m (2 pies) por segundo				Velocidad máxima de 3 m (10 pies) por segundo			
		Gradiente %	Caudal por segundo			Gradiente %	Caudal por segundo		
mm	pulg		l	gal EUA	gal RU		l	gal EUA	gal RU
100	4	0.87	5	1.3	1.1	21.7	24	6.4	5.3
150	6	0.51	11	2.8	2.4	12.6	54	14.2	11.8
250	10	0.26	30	7.9	6.6	6.4	150	39.6	33.0
300	12	0.20	43	11.4	9.5	5.0	216	57.0	47.5

Si las alturas relativas del edificio y la alcantarilla son tales que no se puede lograr la gradiente adecuada para brindar la velocidad autolimpiadora para un tamaño particular de tubería, puede ser necesario sustituirla por una de mayor diámetro. Si la pendiente del terreno es tal que se supere la velocidad máxima, la solución definitivamente no es reducir el diámetro (lo que sólo daría como resultado el bloqueo de las tuberías). En vez de ello, debe usarse en el extremo superior de la tubería de desagüe una caída vertical, adecuadamente diseñada en la pared de un pozo, para reducir la gradiente en la sección.

Al igual que en las tuberías de agua, las tuberías de desagüe que pasen debajo de carreteras u otras cargas potenciales deben estar adecuadamente protegidas contra el aplastamiento, por lo que generalmente se les rodea con concreto.

"El Cuadro 3 en la lista adjunta muestra el diámetro mínimo de las tuberías de agua para abastecer a diferentes tipos de aparatos de plomería."

Cuadro 3

Diámetro mínimo de las tuberías de agua para aparatos sanitarios

Aparato	Diámetro mínimo	
	mm	pulg
Bebederos, lavatorios, inodoros con tanque de descarga	10	3/8
Bañera, lavaplatos doméstico, conexión para manguera, calentador doméstico de agua, ducha, fregadero, urinario con tanque de descarga	15	1/2
Lavadero para uso comercial, urinario con válvula de descarga	20	3/4
Inodoro con válvula de descarga	25	1

Esta tabulación puede reducirse o aumentarse de acuerdo a las circunstancias locales. Es mejor no incluir los equipos especiales (como el equipo de lavandería), sino tan sólo observar que se debe cumplir con las recomendaciones de los fabricantes.

9. VIVIENDAS SIMPLES

Para los propósitos de esta guía se considera como "vivienda simple" a una casa de uno o más pisos (sea que esté "sola" o forme parte de una calle o manzana) o a un departamento independiente con su conexión propia de agua y desagüe y sin instalaciones de plomería comunes con ninguna otra vivienda.

"La conexión de abastecimiento de agua desde la tubería pública de agua y la conexión del desagüe a la alcantarilla pública deben tenderse separadamente con una distancia mínima de 3 m (10 pies) entre ellas, siempre que sea posible. En los puntos en que estas tuberías pasen hacia el interior del inmueble o pasen por debajo de cualquier pared interior, se les debe proteger adecuadamente contra los esfuerzos causados por asentamiento o movimiento del terreno."

En el Capítulo 16 se hace referencia a la calidad de los materiales y del "trabajo" con que se debe construir estas tuberías. No debería decirse que todas las tuberías que transporten agua o desechos deben ser herméticas, durables, con superficies interiores lisas y sin obstáculos y protegidas contra cualquier tipo de esfuerzos accidentales o de otro tipo que puedan preverse.

Algunas autoridades permiten que los servicios de agua y desagüe de un inmueble se tiendan en la misma zanja. Esta no es una práctica deseable, pues sucesos como temblores o el crecimiento de las raíces de los árboles, pueden causar que ambas tuberías se rompan en puntos lo suficientemente cercanos como para hacer probable un flujo cruzado. Si se permite dicha práctica, bajo circunstancias particulares (como en un lugar de espacio muy restringido), la tubería de agua debe tenderse sobre una cama o repecho firme cavada a lo largo de un lado de la zanja común; la tubería de agua debe estar a lo largo de toda su extensión, por lo menos 50 cm (20 pulg) por encima de la tubería de drenaje, debiendo tenderse ambas tuberías con el número mínimo de empalmes.

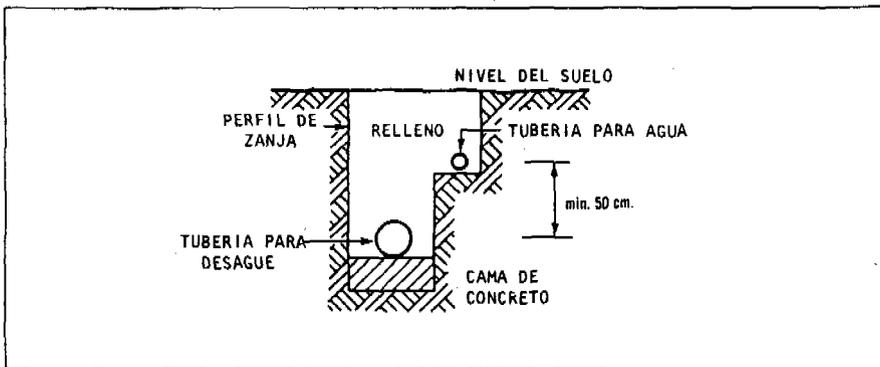


Figura 2

Zanja común para tuberías de agua y tuberías de desagüe: sólo en lugares de espacio restringido.

Las tuberías que pasan por debajo de las paredes de los inmuebles o a través de las mismas no deben instalarse unidas rígidamente a la estructura, sino que deben estar separadas por una capa de arena o arcilla que pueda asimilar cualquier esfuerzo ocasionado por un asentamiento irregular.

"El servicio de agua debe controlarse mediante una válvula de cierre accesible, ubicada lo más cerca posible al punto en que la tubería ingresa al inmueble y antes de que se realicen derivaciones o empalmes."

En otras palabras, esta válvula de control clave debe ser capaz de cortar todo el sistema de plomería que recibe presión de la tubería pública. El servicio de abastecimiento de agua dentro de los límites de la propiedad tiene el control adicional de la válvula de cierre de la autoridad de agua en el punto donde la tubería atraviesa estos límites.

"Inmediatamente después de la válvula de cierre debe colocarse una llave de drenaje para permitir el vaciado de todo el sistema interno de tuberías conectado al abastecimiento de las tuberías públicas".

Aunque esta cláusula es especialmente importante en áreas expuestas a heladas, es una juiciosa precaución en cualquier otra parte, ya que permite que las tuberías de agua se vacíen si la vivienda se va a quedar deshabitada durante un tiempo, al igual que si se hiciera necesario modificar o reparar alguna tubería. La llave de drenaje debe ser fácilmente accesible y es práctico que disponga de una conexión para mangueras para permitir que el agua drenada se lleve fuera del inmueble.

"En todo sistema de plomería que incluya un inodoro, o más de dos de otros aparatos de plomería, debe existir un tanque o cisterna de almacenamiento controlado por una válvula de bola o flotador."

No en todas partes se insiste en el cumplimiento de esta disposición; de hecho, esta práctica es activamente desalentada en algunos países, ante el peligro que los tanques se contaminen y se conviertan en campo de cultivo para organismos dañinos. Son especialmente sospechosos aquellos tanques ubicados a nivel del piso (véase la cláusula siguiente) y aquellos cuyo contenido se puede sacar sumergiendo un recipiente. Donde no se instalen los tanques, es necesario permitir que los aparatos se conecten directamente a la tubería de servicio que ingresa al inmueble, lo que indudablemente reduce el costo.

Existen, sin embargo, una serie de ventajas en requerir que cada vivienda tenga sus propias instalaciones de almacenamiento. En el caso de una interrupción temporal del abastecimiento de las tuberías públicas (debido a fallas, reparaciones u otras causas) existirá suficiente agua almacenada para los servicios domésticos de un día (o más en caso de

emergencia, si se ha advertido con tiempo a los pobladores). La demanda sobre las tuberías públicas se hará menos fuerte de tal manera que ningún predio sufrirá de escasez durante los períodos pico de utilización del servicio. Las presiones en las instalaciones de plomería permanecerán constantes a pesar de las fluctuaciones en las presiones de las tuberías públicas (esto es especialmente importante donde puedan usarse artefactos domésticos como calentadores de agua o lavadoras).

Pero el argumento más significativo a favor del almacenamiento doméstico es que suministra un "quiebre" de aire (o solución de continuidad), que virtualmente excluye la posibilidad de sifonaje y de la contaminación de las tuberías públicas. Sin este "quiebre de aire, es posible que se produzca dicha contaminación cuando quiera que se reduzca la presión en las tuberías públicas. Por ejemplo, un accesorio flexible para "shampoo" colocado en un lavatorio con agua jabonosa, puede sifonar todo el contenido del lavatorio a las tuberías públicas si la presión se interrumpe. Una manguera de jardinería o un tubo flexible que esté llenando una lavadora pueden ocasionar lo mismo. Sin embargo, dicha eventualidad no puede ocurrir si los grifos a los que están conectadas estas mangueras flexibles se abastecen de un tanque de almacenamiento doméstico.

Existe una posible objeción al uso de un tanque de almacenamiento (aparte del gasto que es relativamente pequeño). Si se le deja descubierto puede ser contaminado por aves o roedores o puede convertirse en un criadero de mosquitos. Siempre debe estar cerrado por una tapa bien ajustada con bordes hacia abajo para evitar su desplazamiento, pero la tapa no debe ser tan hermética que la presión del aire pueda incrementarse cuando el agua fluctúe dentro del tanque. La Figura 3 ilustra un tanque adecuado para su instalación en un techo plano.

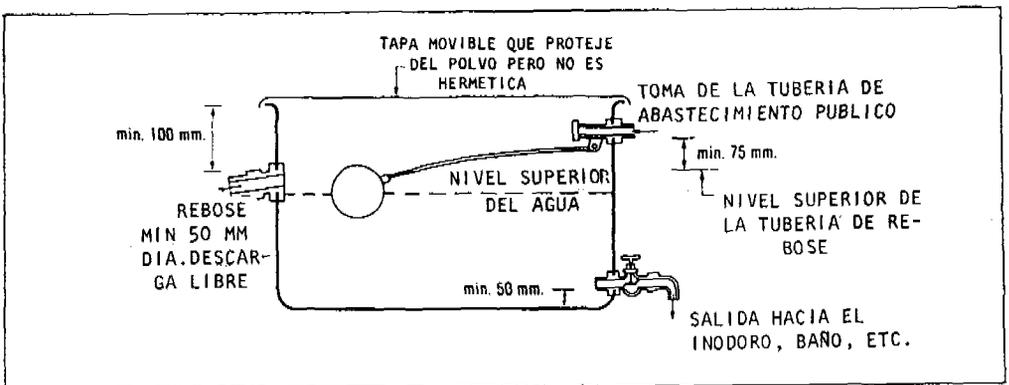


Figura 3
Tanque doméstico de almacenamiento de agua

"El tanque de almacenamiento debe instalarse en el punto más alto del sistema, debe estar bien cubierto y provisto de un indicador de rebose y debe estar protegido contra temperaturas extremadamente altas o bajas. Su capacidad debe ser aproximadamente igual al consumo de un día en la vivienda a la que va a servir."

En el caso de viviendas con techos inclinados, lo usual es colocar el tanque entre las vigas, siempre que exista acceso suficiente para permitir su inspección, limpieza y reparación si es necesario. Si la vivienda tiene techo plano, el tanque puede instalarse sobre la superficie del techo. En cualquier caso, la estructura debe ser lo suficientemente fuerte para soportar el peso del tanque lleno (se recuerda que 500 litros de agua (130 gal EUA, 110 gal RU) pesan media tonelada). Cuando se desee una reserva mayor, puede ser preferible distribuir la carga, interconectando dos o más tanques pequeños. Una sola válvula de bola puede servir para controlar el nivel de todos ellos, pero cada uno debe tener su propio vertedero.

En un departamento independiente, puede ser que sea necesario instalar el tanque cerca al cielo raso del departamento - dentro de un armario ventilado, por ejemplo. Frecuentemente, se le aprovisiona de una bandeja para atrapar el agua condensada que se pudiera acumular en la parte exterior del tanque.

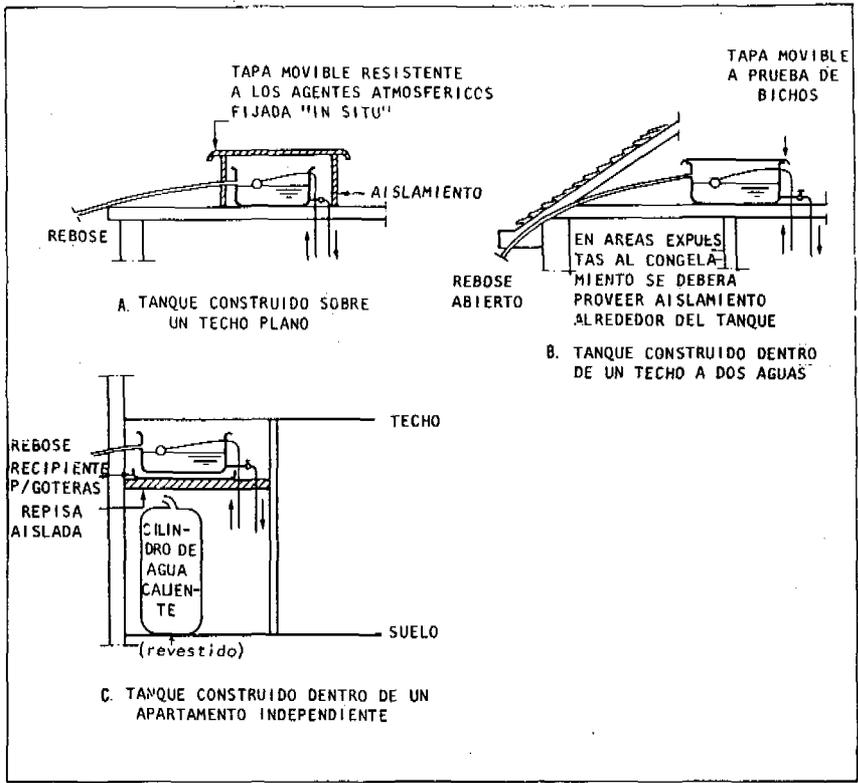


Figura 4
Tanques de almacenamiento de agua - 48 -

La autoridad puede especificar un tamaño uniforme de tanque, sobre la base de la capacidad de la vivienda (en términos del número de habitantes) y del consumo per cápita esperado (véase el Cuadro 1). Así, en un área donde se asume un consumo diario per cápita de 80 lt (20 gal EUA, 18 gal RU), una vivienda donde pueden habitar cinco personas necesitaría un tanque con una capacidad efectiva de 400 lt (100 gal EUA, 90 gal RU). Un departamento diseñado para dos adultos y un niño requeriría una capacidad de almacenamiento de 200 lt (50 gal EUA, 45 gal RU).

Donde existan posibilidades de heladas, los tanques instalados sobre el techo o entre las vigas deben estar adecuadamente aislados contra el congelamiento. En climas cálidos, los tanques construidos sobre techos planos deben estar protegidos en forma similar contra un indebido calentamiento producido por los rayos solares, debiendo la cubierta ser resistente a la intemperie.

En todos los casos debe proveerse una tubería de rebose, la cual debe descargarse en un punto donde se le pueda ver fácilmente, cosa que sirva como advertencia en caso de que la válvula de bola no esté funcionando adecuadamente. No debe permitirse ninguna válvula de interrupción en esta tubería de rebose, que normalmente debe tener un diámetro de por lo menos 50 mm (2 pulg). Debe brindarse suficiente borde libre para permitir que el agua se eleve sin derramarse, hasta una altura de por lo menos el doble de este diámetro por encima del extremo superior de la tubería de rebose. La admisión de la válvula de bola debe estar a no menos de 75 mm (3 pulg) por encima del extremo superior de la tubería de rebose, proporcionando de esta manera un "quiebre" de aire (o solución de continuidad) entre la tubería de admisión y el agua en el tanque. En los países tropicales, la tubería de rebose debe contar siempre con una malla contra mosquitos.

La(s) salida(s) del tanque de almacenamiento al sistema de plomería debe(n) tomarse por lo menos 50 mm (2 pulg) por encima del piso del tanque y debe(n) estar controlada(s) por una(s) válvula(s) de cierre en el primer punto accesible dentro de la vivienda. Algunas autoridades insisten en que también se instale una tubería de drenaje aparte en el fondo del tanque, controlada mediante una válvula, para permitir el vaciado completo del tanque, pero en la mayoría de lugares esto se considera como algo deseable pero no absolutamente esencial.

Si bien los tanques deben ser lo suficientemente accesibles para permitir su mantenimiento, limpieza y ajuste de la válvula de bola cuando sea necesario, nunca deben estar colocados de tal manera que el morador pueda extraer manualmente el agua, inclinándolo o utilizando un recipiente.

"El agua que ingresa al servicio interior se debe llevar directamente por medio de una tubería a la válvula de bola en el tanque de almacenamiento. De esta tubería por la que ingresa el abastecimiento sólo puede tomarse una conexión y ésta sólo podrá ser para suministrar agua al grifo del lavadero de la cocina."

A partir de la llave de drenaje mencionada anteriormente, la tubería de admisión debe ser del mismo diámetro a lo largo de todo el recorrido hasta el tanque de almacenamiento.

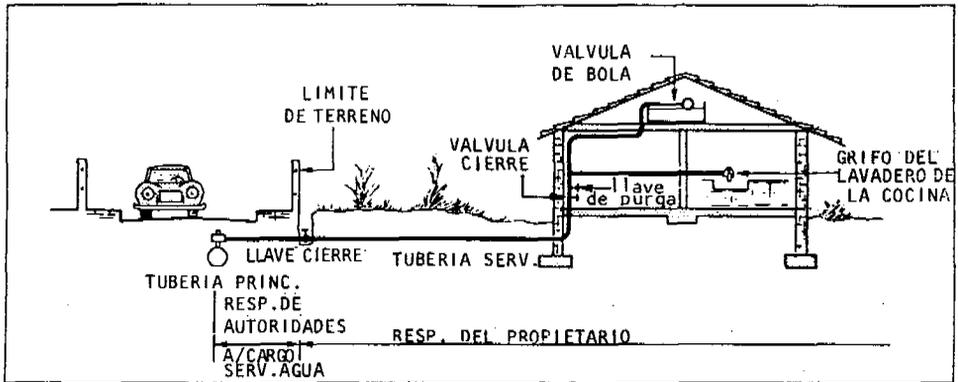


Figura 5
Servicios de agua para un sistema doméstico

El conectar el grifo del lavadero de la cocina directamente a la tubería es una doble precaución contra la posibilidad que el agua usada para beber o para preparar comidas se contamine dentro del sistema de plomería del inmueble. Cuando se permita esta conexión, ella debe usarse solamente para extraer agua para beber y preparar comidas; ningún otro artefacto debe conectarse directamente o mediante una manguera a este grifo. Algunas autoridades exigen que el grifo sea del tipo de "empalme suelto" - o sea, que el sistema del "lavador" sea libre de moverse hacia arriba o abajo y no esté conectado a la llave. Cuando se hace girar la llave para cerrar el grifo, la acción del tornillo presiona el "lavador" y lo mantiene en su asiento, con lo que se corta el suministro de agua. Cuando la llave, para abrir se gira en sentido contrario a las agujas del reloj, el "lavador" no se eleva por efecto mecánico sino por la presión del agua que viene de abajo. Por lo tanto, si se generara una presión negativa en la tubería, el "lavador" sería halado nuevamente hacia su asiento, previniéndose de esa manera el reflujó.

"Las conexiones de la salida del tanque de almacenamiento a los diferentes aparatos de plomería deben ser de los diámetros establecidos en el Cuadro 3 (Capítulo 8)."

"Cada inodoro debe contar con un tanque de descarga controlado mediante una válvula de bola y con indicadores de rebose independientes."

Algunas autoridades permiten el uso de una "válvula de descarga general" u otro tipo de válvula, en vez de tanques de descarga para los inodoros domésticos. Pero el ahorro resultante es menor de lo que podría parecer, pues se necesita una tubería de mayor diámetro para suministrar el flujo intenso de agua requerido para una descarga completa. Normalmente,

dichos dispositivos utilizan más agua que los tanques de descarga. Si están diseñados adecuadamente, los tanques de descarga entregan una cantidad fija de agua en un período corto y vuelven a llenarse a un ritmo constante mediante una válvula de bola. También brindan una mayor seguridad a la salud gracias al "quiebre" de aire en el tanque.

Se debe instalar tuberías de rebose, normalmente de un diámetro por lo menos dos veces mayor que el de la tubería de ingreso, las cuales deben atravesar la pared del tanque cisterna y descargarse en el exterior; estas tuberías no deben descargarse en la taza del inodoro. Ellas deben ser instaladas de tal manera que sean fácilmente visibles para que sirvan como advertencia de que la válvula de bola (o flotadora) no está funcionando adecuadamente en cortar el suministro de agua al tanque.

La propia entrada de la válvula de bola debe colocarse a una altura mayor que el extremo superior de la tubería de rebose, siendo la separación vertical de por lo menos una vez y media el diámetro de la tubería de rebose; si se instala una tubería amortiguadora de ruidos, ésta debe estar perforada para evitar el sifonaje.

"Los lavaderos, lavatorios y aparatos similares deben contar con tuberías de rebose que se descarguen en la tubería de desagüe, por debajo del tapón pero por encima de la trampa de salida."

"La salida de todo aparato de plomería debe contar con una trampa independiente, mediante un dispositivo de sello de agua que tenga un sello líquido con una profundidad no menor de 50 mm (2 pulg) y no mayor de 100 mm (4 pulg). La tubería que parta de la trampa debe tener un diámetro por lo menos igual al de la propia trampa."

Bajo ciertas circunstancias, se puede flexibilizar la exigencia de que cada aparato de plomería esté equipado con su propia trampa independiente, especialmente cuando se utilizan instalaciones "combinadas" - como las unidades prefabricadas que incluyen ducha, lavatorios, lavaderos u otros tipos de aparatos. También algunas veces se permite que se instalen aparatos de esta suerte separadamente y que se combinen sus salidas en una trampa única que sirva a todos. Bajo ninguna circunstancia un inodoro debe ser parte de un arreglo de esta naturaleza.

En general, es mejor insistir en las trampas individuales. La cantidad de dinero que se ahorra combinando las salidas es pequeña y las tuberías de desagüe por encima de la trampa están más expuestas a atoros y a la emisión de malos olores debido a la deposición de grasa o jabón sobre las paredes de las tuberías. También se pueden reproducir en las tuberías sin trampa cucarachas y otros tipos de bichos.

La salida de un inodoro debe tener un diámetro no menor de 75 mm (3 pulg). Otros aparatos domésticos deben tener salidas con las siguientes dimensiones mínimas:

	mm	pulgadas
Lavatorios	30	1-1/4
Rañera, bidet, lavaplatos, lavadero, ducha	40	1-1/2

Toda instalación de este tipo debe tener una rejilla o un tamiz para evitar que sólidos, como pedazos de jabón, ingresen y atoren la trampa.

"Los inodoros deben estar conectados al desagüe horizontal, que debe salir del inmueble por la ruta más corta posible. En el caso de viviendas con más de un piso, la tubería de desagüe de un inodoro en el piso superior debe descender verticalmente y la parte superior de esta tubería vertical llevarse hacia arriba, de manera que termine al aire libre por encima del nivel del techo. En los inmuebles de un solo piso, se debe instalar una tubería de ventilación vertical elevándola a partir del extremo superior de la tubería de desagüe y lo más cerca posible a la salida del inodoro."

La tubería de ventilación vertical es una característica esencial de todo sistema de plomería. No sólo evita que los malos olores del desagüe ingresen al inmueble, sino que, al suministrar una salida hacia el aire libre, asegura que no se originen en el sistema de desagüe vacíos ni presiones que podrían aspirar el sello líquido de las trampas o hacerlo reventar.

En algunos países, el método más común de instalar la tubería de ventilación vertical en inmuebles de un solo piso es montándola sobre la pared exterior del inmueble. El peso de la tubería se apoya en el extremo inferior en un codo radial fijado a un bloque de concreto adyacente a los cimientos del inmueble. Su extremo superior se hace pasar a través del alero o alrededor del mismo (cuando se trata de techos inclinados) y se prolonga ascendentemente por lo menos 30 cm (1 pie). El inodoro se instala dentro del inmueble cerca a la pared exterior y su salida se hace pasar a través de la pared para que se una con la tubería de ventilación mediante un empalme.

Las tuberías de ventilación exteriores no se usan en todos los países. En los climas fríos, el peligro de obstrucción o fractura a causa del congelamiento impide su uso, mientras que en algunos lugares se considera que dan feo aspecto, dañando la apariencia del inmueble. En dichos casos, la autoridad puede exigir que la tubería de ventilación vertical se instale dentro de una pared donde no se le pueda ver, excepto por la sección que proyecta a través del techo. Una tubería de ventilación interior se debe probar, para asegurar que todas las uniones sean herméticas, antes de aplicar el acabado a la pared que cubrirá el sistema de tuberías. Esto puede hacerse cerrando todas las salidas, excepto la más alta, y llenando las tuberías completamente con agua. Todas las uniones deben examinarse visualmente para ubicar fugas después que el

agua haya estado en la tubería no menos de quince minutos. Si se detectan fugas, se debe desaguar las tuberías, reparar las fugas y volver a probar el sistema hasta que no existan fugas evidentes.

Existe la posibilidad que, después de haberse terminado un sistema con tuberías de ventilación interiores y haberlo puesto en uso, se produzcan fugas en una sección del sistema de tuberías dentro de la pared, que no podrían detectarse, siendo el mal olor el único indicador de que la tubería no es hermética y deja escapar agua o gases. Las tuberías de ventilación exteriores eliminan esta posibilidad puesto que no es posible que una gotera de una unión defectuosa pase desapercibida. Más aún, la reparación de una unión con fuga en una tubería exterior es un trabajo relativamente simple porque existe fácil acceso a la tubería.

Desde el punto de vista de la salud, no hay una diferencia significativa entre los sistemas construidos con tuberías de ventilación exteriores y aquellos con tuberías de ventilación interiores u ocultas. Cuando se va a instalar sistemas de plomería en inmuebles ya construidos pero que no están equipados con sistemas de plomería, el trabajo de instalación puede ser más sencillo y menos caro si se permite el uso de tuberías de ventilación exteriores. La elección entre estos sistemas alternativos es responsabilidad de la autoridad y debe hacerse a la luz de las preferencias y condiciones locales.

El extremo superior de toda tubería de ventilación vertical debe estar por lo menos 30 cm (1 pie) por encima del nivel del techo. Si el techo es llano y de fácil acceso, esta altura debería incrementarse a, por lo menos, 2 m (6 pies). La tubería de ventilación debe estar lejos de ventanas o entradas de aire fresco y debe estar protegida por una malla de alambre para evitar que los pájaros construyan allí sus nidos. En los climas tropicales, también debe contar con una malla contra mosquitos.

En los casos en que la tubería de ventilación instalada en el interior no pueda sacarse por encima del techo, puede hacerse salir a través de la pared exterior, prolongándola de tal manera que termine a una distancia horizontal no menor de 3 m (10 pies) respecto a cualquier ventana u otra apertura del inmueble o de cualquier inmueble adyacente. En cuanto a las distancias verticales, éstas no deben ser menores de 75 cm (2.5 pies) respecto a los mismos elementos.

Ninguna tubería de ventilación, ya sea que atraviese el techo o la pared, debe usarse para otro propósito, como por ejemplo, servir de apoyo a una antena aérea o a un cable o a algún otro elemento estructural.

La conexión de la salida del inodoro con la tubería de ventilación debe hacerse mediante un accesorio de empalme. Cuando la taza del inodoro esté instalada sobre un piso rígido - por ejemplo, de concreto - la tubería que la conecte a la tubería de ventilación puede ser de un material rígido con un mortero de cemento u otro material sólido de empalme. Cuando el piso sea de madera u otro material resistente, la tubería debe ser, sea de plástico o de alguna composición no rígida

similar o, si no, la unión entre la taza y la tubería de salida debe ser flexible, ya que de otra manera existirá el peligro que la taza se raje o quiebre.

Cuando (en un inmueble de un solo piso) la tubería de ventilación se levante verticalmente a partir del extremo superior de la tubería de salida del inodoro, el peso de la tubería de ventilación vertical debe descansar en un apoyo independientemente, o debe suministrarse una base de bloque de concreto para evitar la deformación o el aplastamiento de la tubería horizontal de salida.

En la parte inferior de la tubería de ventilación, un codo radial (para evitar los atoros) lleva la salida del inodoro hacia la cabecera de la tubería de desagüe que se conecta con la alcantarilla pública. Fuera del inmueble debe construirse por lo menos una cámara de inspección o un buzón, ambos herméticos, con una tapa rígida capaz de soportar cualquier carga a la que su situación la exponga. Esta cámara de inspección o buzón sirve para varios propósitos:

- (1) Como un punto de acceso desde el cual se puede inspeccionar y desatascar las tuberías de desagüe (introduciendo las varillas de desatorar tanto en dirección al inmueble como en sentido contrario).
- (2) Como un punto desde el cual se puede aplicar pruebas al elemento de desagüe del sistema de plomería.
- (3) Como un punto de empalme o unión al cual se puede llevar el desagüe de otros aparatos de plomería para que descarguen en la tubería de desagüe horizontal. Si en el inmueble hay más de un inodoro instalado, el empalme entre ellos debe efectuarse también en un buzón de este tipo.

Cuando quiera que haya un cambio de dirección o de gradiente de la tubería horizontal de desagüe, un empalme de dos desagües o una tubería de desagüe con una longitud mayor de 120 m (400 pies), deberá construirse un buzón adicional.

"Cuando se use el sistema de dos tuberías con tuberías de ventilación exteriores, las salidas de los aparatos, excluyendo a los inodoros, deben llevarse fuera del inmueble y descargarse en ductos adecuados, cuyas tuberías de salida deben ser del mismo material y deben estar tendidas de la misma manera que la tubería de desagüe horizontal, con la cual debe unirse en una cámara de inspección o buzón."

Algunas veces se permite la flexibilidad de esta condición cuando, por ejemplo, se va a conectar un lavatorio simple, o una instalación similar, directamente a una tubería de ventilación o a una sección horizontal del sistema de desagüe en el interior del inmueble. En dicho caso, debe usarse una conexión apropiada, sin obstrucciones interiores que puedan

originar atoros, debiendo realizarse toda conexión a una sección horizontal en la parte superior de la tubería. Además, deben suministrarse orificios o portezuelas de limpieza para permitir que todas las partes de la conexión puedan desatascarse introduciendo las varillas respectivas.

Algunas veces, como se muestra en la Figura 6 (a), se combinan las salidas de dos o más aparatos, como una ducha y un lavatorio, aunque es preferible que el empalme se realice en un ducto exterior, protegido de la entrada del agua de lluvia mediante sardineles adecuados. Para los accesorios en los pisos superiores, es mejor descargarlos en un cabezal de tolva (un colector de metal en forma de embudo) montado sobre una tubería de ventilación vertical fijada a la pared exterior del inmueble. El extremo inferior de esta tubería vertical se descarga en un canal al nivel del suelo mediante un "zapato" (un pequeño codo de 45° o menos).

Algunas circunstancias especiales (como la exposición a períodos regulares de heladas fuertes) pueden hacer deseable que todo el sistema de desagüe se mantenga dentro del edificio. En tales casos, se puede permitir el sistema de una tubería, como se describe en los Capítulos 10 y 11. Si es así, se debe insertar una cláusula adecuada en el código.

Anteriormente, se consideraba necesario que se construyera una "cámara interceptora" - por ejemplo un buzón con una salida provista de trampa - en el punto final de la propiedad, antes que la tubería de desagüe horizontal cruzara los límites. Las disposiciones de algunas autoridades todavía plantean esa exigencia y ocasionalmente se pide también una entrada de aire fresco, pero la práctica moderna considera innecesaria esta trampa en el desagüe, siempre que el sistema de plomería cuente con una ventilación como se describe líneas arriba.

"La tubería de desagüe debe terminar en una alcantarilla pública, a la cual debe estar conectada mediante un empalme ramificado (conocidos generalmente como "codos"), o una "montura" unida a la parte superior de la tubería."

La autoridad de alcantarillado frecuentemente tiene su propia reglamentación respecto a las uniones a la tubería de desagüe, y ellas pueden incorporarse ya sea en esta cláusula o en la cláusula ya discutida en el Capítulo 8 (página 41).

Frecuentemente, la operación efectiva de empalme la llevan a cabo los propios trabajadores de la entidad responsable (cobrándole el costo al propietario del inmueble); en algunos casos, la autoridad asumirá la construcción de todo el sistema de desagüe, desde el límite de la propiedad hasta la alcantarilla. Tal arreglo libera al propietario de la responsabilidad de abrir la pista, controlar el tráfico mientras la zanja esté abierta, reparar la superficie, etc. En gran parte, esto dependerá de si la autoridad asume la propiedad y la responsabilidad del mantenimiento de esta sección del desagüe. El código es un buen lugar para definir las responsabilidades respectivas en esta materia, tanto de la autoridad como del dueño del inmueble.

10. VIVIENDAS MULTIFAMILIARES

En la presente guía, el término "viviendas multifamiliares" identifica a los inmuebles domésticos ocupados por más de una familia. En la descripción pueden incluirse: edificios de departamentos, quintas, casas de vecindad, conventillos, hoteles, cuarteles e internados. Los factores comunes son: primero, que su uso principal es para vivienda y, segundo, que por lo menos una parte de sus sistemas de plomería es de uso común.

Como se trata de viviendas, los tipos básicos de aparatos serán los mismos de los que se ocupó el capítulo anterior, o sea, inodoros, bañeras, duchas, lavaderos y lavatorios. También pueden presentarse aparatos de otro tipo - por ejemplo, fuentes de agua, artefactos de lavandería y urinarios. El agua se toma de las tuberías públicas, los desechos se evacúan a las alcantarillas; los sistemas de plomería deben ser herméticos y estar adecuadamente ventilados. Los riesgos para la salud son similares a los ya descritos, pero intensificados debido a las posibilidades de contaminación cruzada del abastecimiento de agua de un residente por el descuido o la conducta sanitaria de otro. Por lo tanto, las precauciones de orden de salud deben ser similares a las ya descritas, pero más estrictas.

Recordemos las dos primeras cláusulas sugeridas en el Capítulo 8:

"El diseño de todo sistema de plomería, y la capacidad y dimensiones de sus partes componentes, deben ser adecuados para satisfacer las necesidades inmediatas y aquellas que puedan anticiparse razonablemente durante su período esperado de vida."

"El diseño de sistemas de plomería para diferentes tipos de inmuebles debe basarse en las demandas unitarias listadas en el Cuadro 1 adjunto".

Siempre que el agua fluya dentro de una tubería, habrá alguna resistencia a su flujo como resultado de la fricción entre el agua que fluye y las paredes de la misma. Esta resistencia depende de la velocidad de flujo, la rugosidad del material de la tubería y el diámetro de la misma. En las viviendas unifamiliares, la resistencia al flujo en las tuberías de agua y desagüe será muy pequeña, siempre que se hayan usado los diámetros y materiales recomendados. La fontanería en las viviendas multifamiliares es más compleja y se tiene que tomar en cuenta la resistencia al flujo al diseñar el sistema, para adecuarlo a las altas tasas de caudal que se producirán cuando se utilicen simultáneamente varios aparatos de plomería. En una vivienda simple, el hecho que, digamos, se esté llenando una bañera al mismo tiempo que se está cargando el tanque de un inodoro, dará como resultado solamente un pequeño descenso de los flujos respectivos. En una vivienda multifamiliar, existe la posibilidad de que se operen simultáneamente una serie de aparatos diferentes, y esto podría tener efectos más serios - por ejemplo, algunos aparatos podrían no recibir nada de agua o el sistema de desagüe podría sobrecargarse temporalmente.

La solución teórica es diseñar un sistema de tal capacidad que si todos los accesorios se utilizaran simultáneamente las tuberías de agua llevarían una cantidad de agua suficiente para abastecer la demanda, y las tuberías de desagüe pudieran asumir el volumen total de desechos. Un sistema de plomería tal sería muy costoso, y las posibilidades de que la situación descrita se produjera realmente son tan pequeñas que el costo adicional no se justificaría.

Se han elaborado diversas fórmulas intermedias que se aplican en diferentes países como base para el diseño de sistemas en viviendas multifamiliares. El Anexo 3 describe dos de ellas. Toda autoridad que espere que en su área de jurisdicción se construyan un número de viviendas multifamiliares podría muy bien incluir uno de estos métodos de diseño en su código de práctica. Si más bien es probable que este hecho sea poco frecuente, podría ser preferible insertar una cláusula general como:

"Las dimensiones de las tuberías para los inmuebles que no sean unifamiliares deberán diseñarse de acuerdo con un método aprobado por la autoridad, adjuntándose las hojas de cálculo a la solicitud."

El tamaño del tanque de almacenamiento necesario dependerá de factores como la capacidad y la presión de la tubería pública que sirve al inmueble, la probabilidad de una interrupción del flujo en las tuberías públicas y la posibilidad de que se instale un sistema de calefacción central y de agua caliente. En general, el requisito de almacenamiento equivalente al consumo estimado de un día del inmueble es de utilidad, pero en algunas ocasiones este requisito se puede flexibilizar hasta en un 50%, especialmente cuando las consideraciones de costos son particularmente importantes.

"En los inmuebles multifamiliares que tienen unidades ocupadas independientemente, debe intercalarse en el sistema de abastecimiento de agua válvulas de control para permitir que cada unidad independiente se pueda aislar del resto del inmueble."

Esto no sólo permite realizar operaciones de reparación o mantenimiento en una vivienda sin interferir con el abastecimiento de los otros ocupantes, sino que también permite que se corte el agua en departamentos desocupados temporalmente. En inmuebles como hoteles o pensiones, especialmente en aquellos en que los inodoros o los baños son de uso comunitario, puede existir menos necesidad de un control separado para cada unidad de vivienda, pero siempre es una buena precaución insistir en que hayan suficientes válvulas para controlar grupos relativamente pequeños de aparatos o cuartos, minimizando de esa manera la interrupción del sistema en su conjunto si se requiere de mantenimiento en alguna sección.

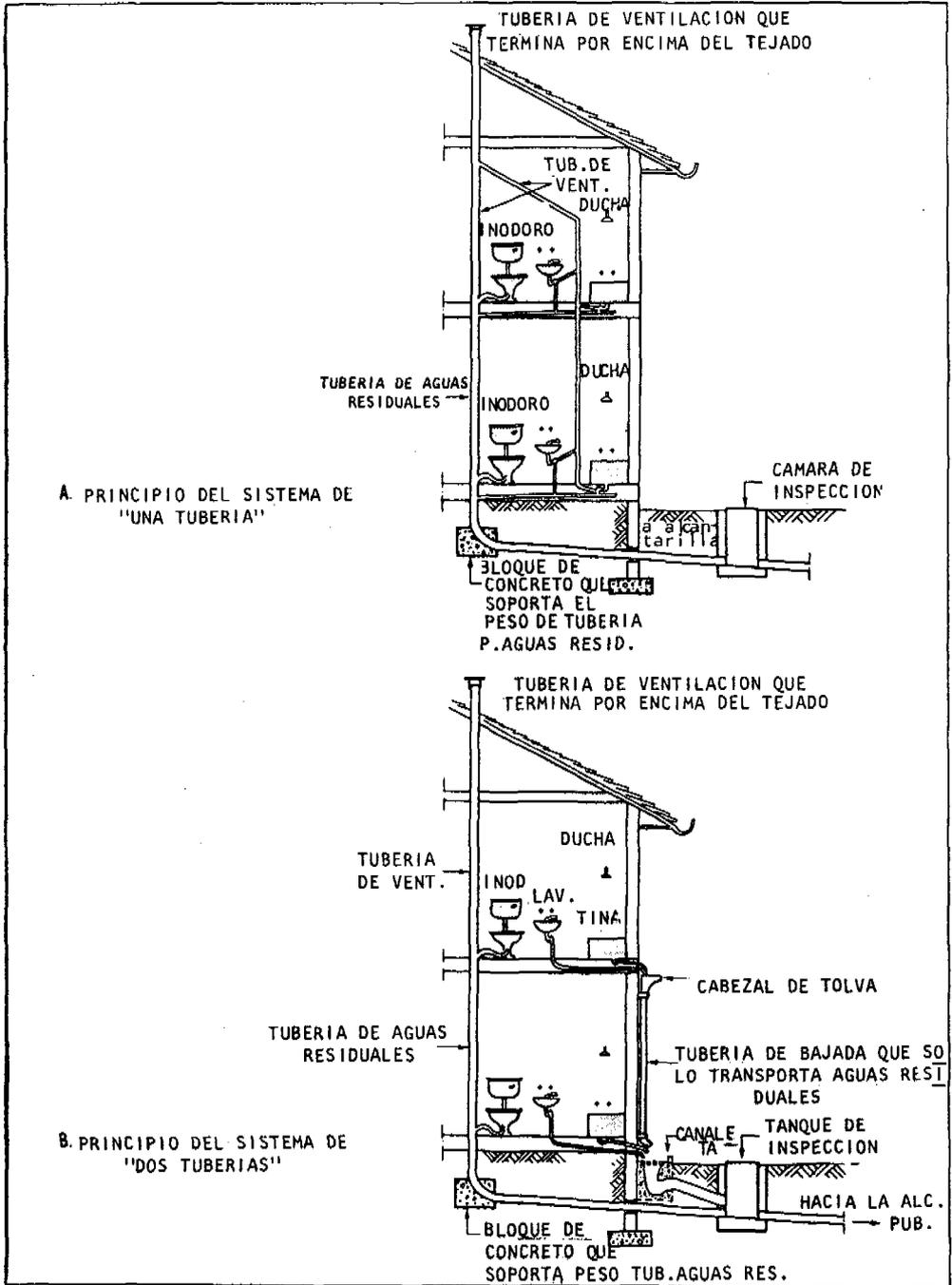


Figura 6
Sistema de desague en edificios

Algunas autoridades van más allá y exigen que cada aparato sea controlado por una válvula separada, permitiendo de esa manera que pueda recibir servicio o ser reemplazado sin cortar el abastecimiento de otro accesorio. Esta es una precaución beneficiosa para la salud en los inmuebles de varios pisos, donde siempre existe el riesgo potencial de la presión negativa y del sifonaje cuando se tiene que cortar el suministro de una parte importante del sistema, o cuando se tiene que vaciar el mismo.

El desagüe de una vivienda multifamiliar puede diseñarse en base al principio de una "tubería" o al de "dos tuberías", debiendo la autoridad tomar la decisión de qué sistema adoptar. Brevemente, en un sistema de una tubería, todos los residuos provenientes de inodoros, lavaderos, baños y otros aparatos se recolectan y se llevan a las tuberías de desagüe enterradas mediante tuberías comunes verticales estando todos sus ramales ventilados para proteger a las trampas de la presión de aire positiva o negativa. En el sistema de dos tuberías, los residuos de las tuberías para aguas negras (o sea, las provenientes de inodoros o urinarios) se reúnen en tuberías verticales de evacuación, mientras que los residuos consistentes solamente de aguas grises (o sea, de baños, lavatorios, lavaderos, etc.) se mantienen aparte y se descargan fuera del edificio en canaletas. Las aguas grises de los pisos superiores se transportan hacia las canaletas mediante tuberías verticales en la parte exterior del inmueble, con aberturas al aire libre en los extremos superior e inferior. Las tuberías de desagüe de dichos aparatos atraviesan la pared exterior y descargan sus aguas residuales en cabezales de tolva colocadas en el extremo superior de estas tuberías verticales.

En los inmuebles muy grandes y complejos y en las áreas donde no se desea que hayan tuberías externas (por ejemplo, por la congestión de inmuebles o por el riesgo que las heladas las dañen), puede ser deseable permitir sistemas de plomería de una sola tubería, a pesar que éstos requieren un sistema de ventilación más elaborado.

En el Capítulo 11 se dan más detalles sobre el sistema de una tubería; las dos cláusulas siguientes son aplicables:

"Los contenidos de las tuberías de evacuación de inodoros, usadas para transportar residuos humanos, deben reunirse en bajadas montantes verticales (tuberías de evacuación verticales), cuyos extremos inferiores deben conectarse directamente a los desagües enterrados. Los empalmes entre los desagües provenientes de los diferentes montantes deben hacerse en cámaras de inspección provistas de tapas fuera del inmueble. Cada montante debe extenderse independientemente por encima del techo para formar una tubería de ventilación, a menos que determinadas condiciones especiales hagan deseable el combinar los extremos superiores de dos o más de dichos montantes en un respiradero común."

Un planeamiento cuidadoso del inmueble permitirá que el número de montantes se mantenga como el mínimo, agrupando los inodoros muy cerca entre sí y, en los edificios de varios pisos, uno encima del otro. En todos los casos, la longitud de la tubería de salida entre los accesorios y el montante debe ser la mínima.

Muchas autoridades exigen que los montantes se instalen fuera del inmueble por las razones expuestas en el Capítulo 9. En el caso de inmuebles como los hoteles, donde un gran número de cuartos tienen inodoros individuales, sería impracticable instalar todas esas tuberías en paredes exteriores, por lo que frecuentemente se construyen una serie de "pozos" o respiraderos dentro del inmueble, con el extremo superior abierto al aire libre. Técnicamente, cualquier montante dentro de un respiradero de ese tipo es considerado como si estuviera afuera, en una pared exterior; pero, a menos que estén cuidadosamente diseñados y mantenidos, estos mismos respiraderos pueden presentar riesgos para la salud. Los respiraderos deben ser de fácil acceso para su limpieza y deben contar con ventilación en el extremo inferior y estar abiertos en el extremo superior para evitar la acumulación de gases; además, deben tener una vía de drenaje, pues, al estar abiertos, no hay forma de evitar la entrada del agua de lluvia. Si se produjera la ruptura de una tubería de evacuación de inodoros o si volara uno de sus empalmes, debe ser factible drenar el flujo de aguas negras resultante.

Los respiraderos de este tipo son también lugares favoritos de roedores y otras plagas y sólo la supervigilancia y limpieza constante pueden mantenerlos libres de ratas y cucarachas. Su tamaño debe ser siempre suficiente para que se realicen obras de reparación en la fontanería, lo que significa que debe haber acceso tanto para personas como para tramos de tubería.

"Los aparatos que no transporten residuos humanos extenderán las tuberías de salida de sus trampas, atravesando una pared exterior para llegar al aire libre, donde descargarán directamente en una canaleta o, mediante un cabezal de tolva, a un montante instalado sobre una canaleta, la salida de la cual estará conectada al desagüe enterrado en una cámara de inspección. Si el número de accesorios es tan grande que haga imposible las descargas individuales de este tipo, las tuberías de salida pueden combinarse en ramales de salida común de un tamaño adecuado que descarguen, ya sea al aire libre como se ha descrito, o a montantes que transporten solamente aguas grises. Cuando las salidas de los aparatos se combinan de esta manera, cada salida debe contar con ventilación independiente como medida de protección contra la aspiración del líquido del sello de la trampa."

La ventilación puede hacerse al aire libre mediante "tuberías de soplido" - pequeños tramos independientes de tubería de 25 mm (1 pulg) de diámetro que terminan en una rejilla metálica o un mosquitero en la parte exterior del inmueble. En forma alternativa, las tuberías de ventilación de los

desagües cerca al tramo descendente de cada trampa pueden unirse, llevándoseles hacia arriba hasta un montante de aguas grises en un punto por encima de la conexión más alta que lleve residuos líquidos al montante.

11. EDIFICIOS

En esta guía, el término "edificio" se refiere a los inmuebles que son demasiado altos para recibir servicio mediante la presión normal de las tuberías públicas.

Como la presión en las tuberías públicas fluctúa durante el ciclo diario de demandas máximas y mínimas, habrá casos límites de edificios en los que el agua llegará a los tanques del techo solamente durante los períodos de demanda mínima, generalmente en las primeras horas de la mañana. Tales edificios en el "caso límite" pueden abastecerse de agua incrementando la capacidad de almacenamiento en el techo y el diámetro de la conexión de servicio de admisión, de tal manera que durante el período en que la presión en las tuberías públicas es alta se acumule el aprovisionamiento diario para el edificio más la capacidad normal del almacenamiento de reserva.

Desde el punto de vista de la autoridad de abastecimiento de agua, existe algún peligro en confiarse en esta situación como algo permanente; la demanda adicional en un sistema en expansión puede reducir el número de horas en que la presión sea lo suficientemente alta como para llegar hasta el tanque de almacenamiento del edificio, así que, en el futuro, la autoridad puede enfrentarse a la necesidad de tener que hacer arreglos especiales para suministrar el agua a una presión mayor. Puede que esto no sea posible con el sistema de tuberías públicas existentes, o que se requiera el suministro de válvulas reductoras de presión en las demás propiedades. Por lo tanto, el permiso para tratar a un edificio como un caso límite debe otorgarse solamente después del más cuidadoso estudio, pudiendo ser necesario insistir en que el sistema de plomería deba diseñarse de tal manera que pueda convertirse fácilmente en un verdadero sistema para edificios en el futuro.

La presión de agua en un sistema de tuberías típico de un país en desarrollo fluctúa dentro de una amplitud de carga de 8-12 m (25-40 pies), en cuyo caso se puede servir adecuadamente a un edificio de dos pisos, pero cualquier inmueble más alto puede necesitar un sistema de refuerzo de la presión. En las áreas montañosas, las presiones serán diferentes en las partes alta y baja del pueblo y la autoridad responsable del abastecimiento de agua puede tener que especificar las áreas en las que se puede confiar en presiones determinadas.

"Siempre que se presente la propuesta de construcción de un inmueble de tres pisos o más, deberá obtenerse un certificado de la autoridad de abastecimiento de agua garantizando que la presión en las tuberías públicas será adecuada para llegar al tanque de almacenamiento, tanto en ese momento como en el futuro. En caso que no sea así deberán realizarse los arreglos adecuados para reforzar la presión y dar servicio a todos."

Generalmente, los sistemas de reforzamiento de la presión son de dos tipos: una bomba que eleva el agua desde el nivel del suelo o desde un

tanque en el sótano hasta un tanque en el techo, o un sistema hidroneumático que lleva el agua a todo el edificio mediante presión neumática. Un tercer método, que no se recomienda, es aquél en el cual se inserta una bomba reforzadora en la tubería de servicio, llevando el agua directamente de la tubería pública hasta el tanque del techo. Aunque al principio este método es más barato, debe controlársele mediante interruptores de corte de presión, pues de otra manera puede originarse una presión negativa en las tuberías públicas, con el consiguiente riesgo de daños y contaminación.

Con cualquiera de los métodos aprobados, el sistema puede dividirse de tal manera que los dos o tres pisos más bajos reciban su abastecimiento con la presión normal de las tuberías públicas y los pisos superiores con la presión reforzada.

"Cuando se instalen bombas reforzadoras deberá suministrarse un tanque cubierto a nivel del suelo, con una capacidad equivalente por lo menos al 50% del requerimiento diario; este tanque se alimentará directamente de las tuberías públicas mediante una válvula de bola o de flotador. Desde este tanque, la bomba reforzadora elevará directamente el agua a través de una tubería vertical hasta el reservorio del techo, de capacidad similar. No existirán otras conexiones en la tubería vertical. Las bombas reforzadoras se instalarán en pares, contando cada una con su propio mecanismo de control y sus dispositivos protectores en caso de averías."

En el caso de edificios muy altos, digamos de más de 12 pisos, debe dividirse el sistema de tal manera que cada 5-8 pisos estén servidos por sus respectivos tanques y bombas independientes. Esto no sólo reduce los costos del bombeo, sino que también evita que los accesorios en los pisos más bajos reciban demasiada presión.

Desde los tanques de almacenamiento del techo (o desde los intermedios), debe tenderse alrededor del edificio un ramal de distribución horizontal, a partir del cual se conectarán tuberías verticales descendentes para abastecer a los aparatos de los pisos inferiores. Cada una de estas tuberías descendentes debe estar controlada por una válvula; si es necesario, también deben incluirse válvulas reductoras de presión para proteger a los accesorios de los pisos inferiores. Las dimensiones del ramal horizontal y de las tuberías descendentes deben ser tales que no se puedan producir presiones negativas en ninguna parte del sistema.

"Cuando se instalen sistemas hidroneumáticos, éstos no deben dar servicio a más de siete pisos cada uno. Deberán fabricarse vasijas de presión, certificándose que soportarán las presiones a que estarán expuestas con un factor de seguridad aprobado. Un tanque de almacenamiento a nivel del suelo, con una capacidad igual al 50% de la demanda diaria estimada, alimentará con agua a estas vasijas, mediante por lo menos dos bombas reforzadoras, cada una con su propio mecanismo de control y sus dispositivos de seguridad y capaces ambas de satisfacer la carga de

la demanda pico estimada. Cada vasija de presión deberá tener una capacidad de por lo menos tres minutos de la demanda pico, debiéndose igualmente suministrar compresores de aire por duplicado para mantener la relación aire/agua de diseño."

Como en el caso anterior, en los sistemas hidroneumáticos tampoco debe bombearse el agua directamente de las tuberías públicas. Los tanques al nivel del suelo (o subterráneos) deben estar completamente cerrados y contar con reboses, válvulas de flotador y dispositivos de advertencia. Siempre deben estar ubicados por encima del nivel del sistema de desagüe y ninguna tubería horizontal de desagüe debe pasar inmediatamente por encima o al costado de un tanque de este tipo. Deben ser fácilmente accesibles para su limpieza y mantenimiento, pero no así para los intentos de extraer agua de ellos.

"El sistema de desagüe de un edificio puede utilizar el método de 'una tubería'. La tubería de salida de cada aparato debe estar ventilada mediante un montante, el conjunto de los cuales debe extenderse por encima del nivel del techo ya sea independientemente o en combinación."

Pueden permitirse ramales simples que lleven el agua de una serie de aparatos (excluyendo los inodoros) hasta el montante más cercano, siempre que tengan una capacidad adecuada y que cada tubería de salida de un aparato cuente con ventilación, ya sea mediante una tubería individual o mediante un sistema de ventilación común.

"Siempre que sea posible, todo el desagüe del edificio debe descargarse por gravedad en la alcantarilla pública. Cuando esto no sea posible, los desechos deberán llevarse a un sumidero muy bien cubierto y adecuadamente ventilado fuera del inmueble. Deberán suministrarse bombas de sumidero por duplicado, cada una con su mecanismo de control, y la tubería de bombeo de ellos debe descargar en la alcantarilla pública en un punto, y de una manera, a aprobarse por la autoridad."

La característica más esencial de un sumidero de desagüe es que bajo ninguna circunstancia su contenido debe ser capaz de inundar el sótano del edificio ni - más importante aún - contaminar el tanque o sistema de agua potable, en caso que las bombas se malograrán o que la tubería de bombeo se atorara. El sumidero debe ser accesible desde fuera del inmueble para su limpieza o para su vaciado por medio de una bomba portátil en caso de emergencia.

12. SISTEMAS DE AGUA CALIENTE Y OTROS SISTEMAS DUALES DE ABASTECIMIENTO

Los sistemas duales de abastecimiento de agua son aquellos en los que se dispone de dos calidades diferentes de agua en sistemas de tuberías separados. El ejemplo más simple y común es el abastecimiento a un grifo de lavadero de cocina, en el cual el agua se lleva directamente desde el servicio de ingreso (como ya se ha descrito anteriormente), mientras que todos los otros accesorios son alimentados por un tanque de almacenamiento. Casi tan común, como eso, es un sistema secundario de tuberías que lleva agua caliente al lavadero de cocina, lavatorios, duchas y bañeras. El sistema de calefacción central normalmente tiene su propio sistema. Ocasionalmente se instala un ablandador de agua para tratar parte de un sistema doméstico, pero fuera de estos casos es muy raro encontrar sistemas duales en viviendas unifamiliares.

En los edificios y viviendas multifamiliares pueden existir sistemas contra incendios, ya sea de aspersión o tuberías de alta presión con hidrantes. Los establecimientos industriales y comerciales pueden tener uno o más sistemas de tuberías para transportar agua de enfriamiento o de proceso desde una fuente secundaria o desde las tuberías públicas; en este último caso, el agua debe recibir un tratamiento especial para adecuarla a los propósitos de uso.

Sea que el agua de un sistema dual provenga de otra fuente o que sea agua del sistema público que ha sido tratada, calentada o almacenada, es esencial que una vez separados los sistemas no se permita que se reconecten.

"No se debe efectuar ninguna conexión directa entre el sistema de abastecimiento de agua potable derivado de las tuberías públicas y algún otro sistema de tuberías secundario. Si se requiere agua de alimentación para un sistema de agua caliente, de calefacción u otro uso cualquiera, ésta debe entregarse descargándola en un tanque de almacenamiento con una solución de continuidad de aire."

Ni siquiera el grifo del lavadero de cocina conectado directamente a la tubería de servicio debe volverse a conectar al sistema de tuberías a través de otro accesorio, ya sea mediante una manguera o con grifo "mezclador". Esto, porque normalmente el agua de la conexión directa estará a una presión ligeramente mayor que la extraída del tanque del almacenamiento; una conexión entre ambas causaría que el agua regrese al tanque a través de la tubería de salida, sin poder ser controlada por la válvula de bola de admisión. Más grave aún, desde el punto de vista de la salud, es que si se corta el suministro de la tubería pública por alguna razón, el agua del tanque de almacenamiento podría ser "halada" a través de la conexión y regresar a la tubería pública.

Como el agua caliente doméstica normalmente no cambia su composición sino sólo su temperatura, no existe objeción para que las tuberías de expansión descarguen en el tanque de almacenamiento de agua potable, del

cual se extrajera originalmente el agua de alimentación para el calentador. Sin embargo, si el agua caliente pasa por un proceso de ablandamiento o se le cambia químicamente de cualquier otra manera, la tubería de expansión no debe regresar al tanque.

El agua circulante en el sistema de calefacción central frecuentemente es tratada con un anticorrosivo u otro producto químico y, en consecuencia, debe estar completamente separada del agua potable. Debe tener su propio tanque de alimentación, al cual se le puede abastecer con agua potable mediante una válvula de bola y un "quiebre" de aire. Este tanque debe contar con un indicador de rebose propio.

"La alimentación para el sistema doméstico de agua caliente deberá tomarse del tanque de almacenamiento en forma independiente y estará controlada por su propia válvula, la cual será de fácil acceso. Si la unidad de calentamiento es un caldero accionado mediante combustible sólido, gas o petróleo, la fontanería debe estar dispuesta de tal modo que la unidad de calentamiento no pueda vaciarse mientras esté en uso y deberá existir siempre una tubería de expansión con una descarga libre (que no pueda ser cerrada) como prevención contra una acumulación de presión que pudiera hacer estallar el caldero".

La tubería de salida de agua caliente de un caldero doméstico accionado mediante combustible sólido o de otro tipo se conecta generalmente con un cilindro aislado de almacenamiento de agua caliente - un recipiente a presión del cual se toman las conexiones hacia los aparatos a ser atendidos. La capacidad del cilindro debe ser de 40 lt (10 gal EUA, 9 gal RU) por persona cuando existan conexiones a bañeras o duchas, o de 25 lt (6 gal EUA, 5 gal RU) por persona para los usos domésticos sin incluir bañeras ni duchas.

Las tuberías de agua caliente y fría, especialmente las que alimentan aparatos y que se desplazan paralelamente una larga distancia, deben estar separadas por varios centímetros para evitar pérdidas de calor, excepto en el caso de que las tuberías de agua caliente cuenten con aislamiento.

Además de estar conectado a un caldero externo, o como alternativa a éste, al tanque de almacenamiento de agua caliente se le puede instalar un calentador de inmersión eléctrico. También puede ser calentado mediante un serpentín inmerso proveniente de un sistema de calefacción central; en dicho caso, no debe existir ninguna posibilidad de que el agua de los dos sistemas se mezcle. Otra posibilidad, durante los meses de verano, cuando es poco deseable un caldero accionado con combustible sólido, es el uso de un calentador de agua instantáneo accionado a gas.

Los cilindros de almacenamiento deben estar hechos de metal anticorrosivo similar al de las tuberías, serpentines de calentamiento y

otros elementos parecidos, a fin de evitar el fenómeno de electrólisis, lo cual es más probable que produzca corrosión en los sistemas de agua caliente que en los de agua fría. Si se utiliza acero para el tanque y la fontanería, debe estar siempre fuertemente galvanizado. El aislamiento de tanques y fontanería debe ser durable y a prueba de bichos.

Los sistemas de agua caliente en los que se incluyan cilindros de almacenamiento deben ser siempre alimentados por un tanque de almacenamiento. Si, por alguna razón, la autoridad permitiera que el sistema de agua fría se abasteciera directamente de la tubería pública (una práctica generalmente no recomendada), siempre deberá suministrarse un tanque de alimentación aparte para el sistema de agua caliente. Esto no se aplica a los calentadores instantáneos a gas o electricidad que sirven a un solo aparato, siempre que cuenten con válvulas de retención, además de los dispositivos de seguridad normales que cortan el suministro de gas o la corriente en el caso de una caída en la presión del agua.

De manera similar, toda válvula "mezcladora", accionada termostática o manualmente, como por ejemplo la de una ducha, una lavadora o un lavadero con dos grifos, debe contar con dispositivos de retención para evitar que el agua caliente entre al sistema de agua fría en el caso de una interrupción de presión en este último.

"Los sistemas de agua caliente más grandes que los usados para viviendas unifamiliares deben contar con dispositivos protectores para evitar la generación de presiones o temperaturas excesivas. Los cilindros de almacenamiento en sistemas de este tipo deben estar equipados con desagües y con buzones de inspección de tapas removibles para permitir la inspección regular del interior."

Los edificios como hospitales, hoteles, viviendas multifamiliares y escuelas requieren grandes cantidades de agua que debe ser calentada, almacenada y distribuida. El calentamiento se lleva a cabo generalmente mediante un caldero separado o un serpentín de vapor, o mediante el intercambio de calor con un sistema de calefacción central u otro sistema. Normalmente, la temperatura se controla dentro de límites muy estrechos, siendo 65°C (150°F) un ajuste promedio de la temperatura. Debe instalarse dispositivos termostáticos para interrumpir el flujo de calor de la fuente, en caso que el agua en el recipiente de almacenamiento se calentase demasiado; de igual manera, debe suministrarse válvulas de alivio de presión. Ambos dispositivos de seguridad deben instalarse de tal manera que brinden una advertencia audible o visible cuando entren en funcionamiento. Los límites permisibles de presión de trabajo deben estar muy claramente marcados en los recipientes de calentamiento y almacenamiento y debe equiparse a éstos con manómetros para permitir una verificación regular de que se están observando dichos límites.

A la vez que están más expuestos a la corrosión, los sistemas de agua caliente son más propensos a sufrir incrustaciones de dureza en el agua

que los sistemas de agua fría. En consecuencia, cuando se utilizan grandes cantidades de agua caliente, algunas veces se echan productos químicos en el tanque de alimentación para ablandar el agua o para inhibir su corrosión. Este es un argumento adicional a favor de las estrictas precauciones contra la posible mezcla posterior de agua de los dos sistemas; además, debe tenerse cuidado en el diseño de los aparatos para la dosificación de productos químicos, asegurándose que el agua utilizada para propósitos de solución sea suministrada a través de un "quiebre" de aire para evitar el sifonaje (Figura 7).

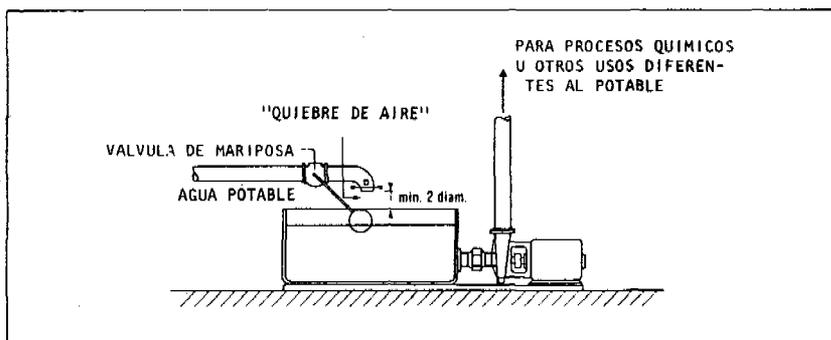


Figura 7
Protección contra conexiones cruzadas mediante "Quiebre de aire"

"En los inmuebles industriales o comerciales, o en cualquier otro inmueble con un sistema dual para protección contra incendios o para cualquier otro propósito, las conexiones cruzadas entre el agua potable y cualquier otro sistema se permitirán solamente mediante autorización expresa de la autoridad, dada por escrito. Las condiciones adjuntas a tal autorización deberán cumplirse exactamente en todo momento. Para cada conexión cruzada debe realizarse una solicitud específica por escrito".

Las conexiones cruzadas entre tuberías con agua extraída directamente de las tuberías públicas y aquellas con agua de otra fuente (o con agua contaminada por residuos o productos químicos) se ha mostrado repetidamente que son responsables de la contaminación de las tuberías públicas. La Figura 8 muestra el principio involucrado. En general, estas conexiones cruzadas deberían ser estrictamente prohibidas; el simple proceso de exigir que todo sistema de plomería cuente con un tanque de almacenamiento alimentado a través de un "quiebre" de aire (como se describió anteriormente), es suficiente salvaguarda para las tuberías públicas, aunque todavía queda la posibilidad de contaminación dentro del inmueble (véase la Figura 9a; las Figuras 9b y 9c ilustran otras formas posibles de contrasifonaje). Vale la pena insistir en que se tome esta precaución en todo nuevo sistema; su omisión inicial puede hacer muy difícil la adaptación del sistema en el futuro, si es que se hace patente la necesidad de esa medida.

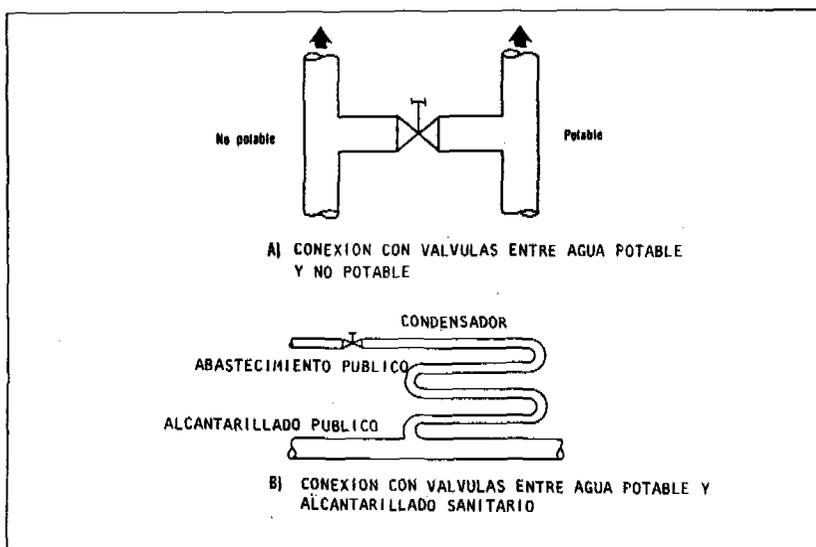


Figura 8
Elementos de una conexión cruzada

Pueden existir algunos casos especiales en los que sea esencial contar con agua de presión de la tubería pública para un propósito específico. En el hogar, un caso especial de ese tipo es el uso de un equipo de hemodiálisis (un riñón artificial), pero normalmente el permiso solicitado para sistemas duales de este tipo, es para hospitales y laboratorios, para ciertos procesos industriales y para aparatos contra incendios.

La autorización no debe negarse injustificadamente, pues esto puede producir instalaciones clandestinas que pueden ser muy difíciles de detectar; pero siempre que se autorice una conexión cruzada entre sistemas, debe especificarse las precauciones a tomar y se debe realizar inspecciones periódicas para asegurarse que se están cumpliendo. En esencia, el problema es permitir el flujo de agua requerido desde el sistema que lleva agua pura hacia el de agua no potable y evitar cualquier retorno del flujo en la dirección contraria. Para asegurar esto, no es suficiente una válvula simple, ya sea operada manualmente o del tipo de "retención".

Dos dispositivos particulares se han mostrado efectivos en la prevención de reflujo en una conexión cruzada (Figura 10). El primero es un montaje de dos válvulas de retención y dos válvulas de compuerta; el segundo es un dispositivo que se conoce como un evitador de reflujo de "zona" o de "presión reducida". El primero puede ser fabricado por un plomero a partir de piezas estándar, mientras que el segundo viene de fábrica como una sola pieza. Ambos deben probarse anualmente, inspeccionándolos regularmente entre prueba y prueba. El dispositivo preventivo de reflujo

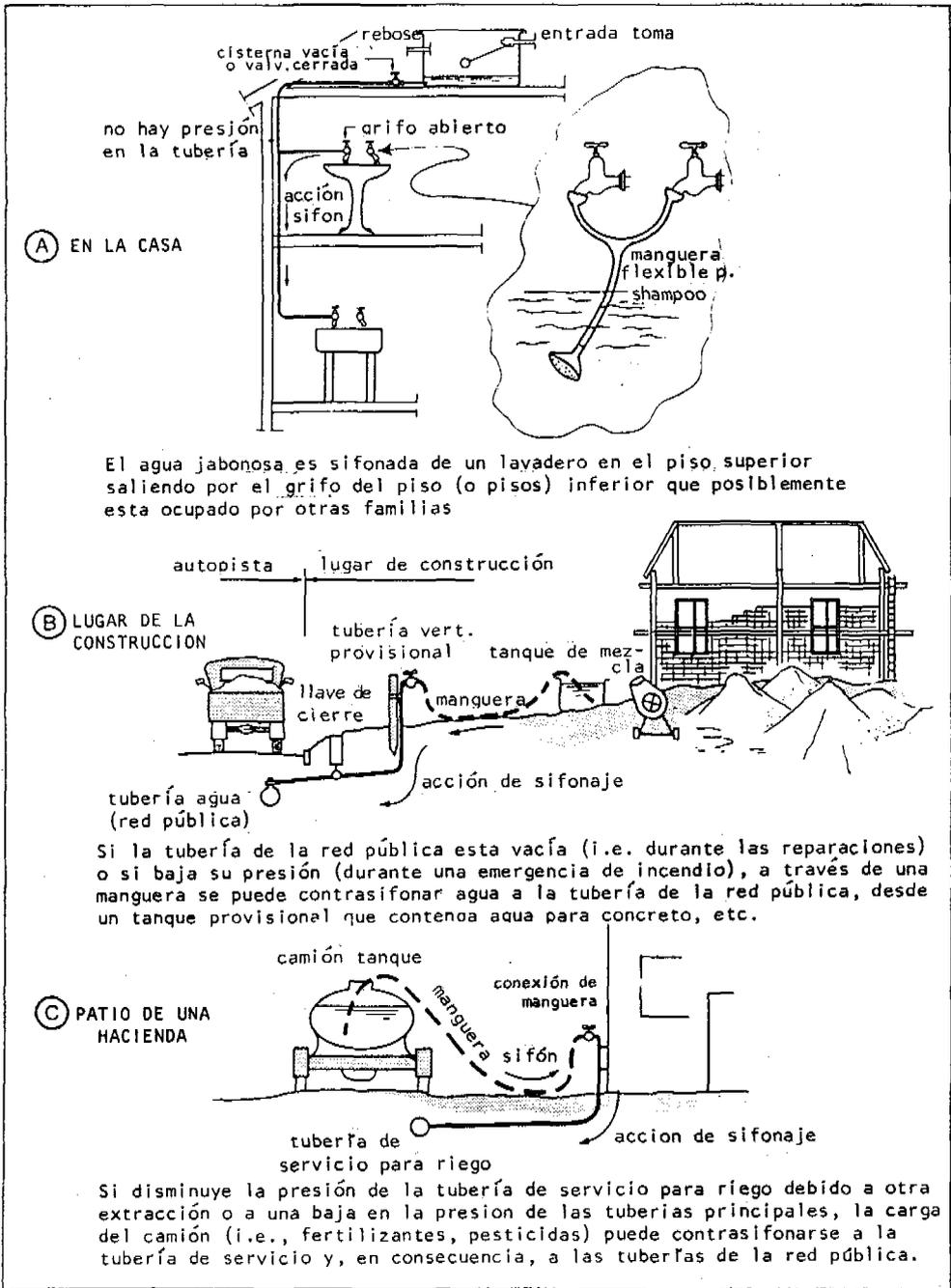


Figura 9
Formas en las que puede presentarse el contrasifonaje.

de zona tiene la ventaja que, en el caso de desperfectos en su funcionamiento, el agua sale por la compuerta de desfogue y actúa como advertencia.

"Siempre que exista un sistema dual, o que se transporten líquidos distintos al agua por el sistema de tuberías de un inmueble, las tuberías que transportan agua no potable u otras sustancias deberán distinguirse claramente mediante colores u otros mecanismos de identificación, debiéndose tomar precauciones contra su uso accidental para bebida."

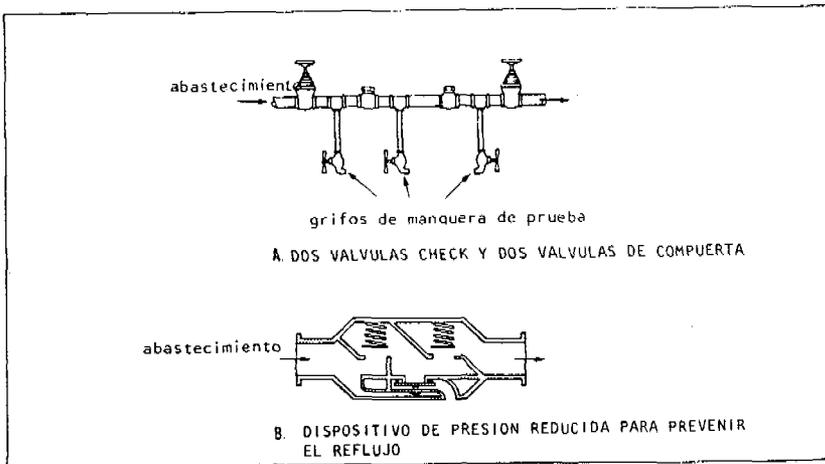


Figura 10
Dispositivos para prevenir el reflujo.

Una exigencia común es que las tuberías expuestas a la vista dentro de un inmueble, al igual que ambos lados de toda pared o piso a través de los cuales pasen dichas tuberías, estén marcadas con franjas de color de 150 mm (6 pulg) de ancho separadas por no más de 7.5 m (25 pies). Varios países han adoptado diferentes códigos de color, siendo importante que la distinción entre tuberías de agua potable y no potable se normalice a nivel nacional y se haga de conocimiento general (véase la recomendación ISO/R 508-1966). El código puede establecer los colores y las técnicas de coloración. Además de los colores distintivos en las tuberías, se deben fijar rótulos de identificación en cada boca de salida de agua no potable. Además, se deben colocar señales cerca de cualquier boca de salida de agua no potable que pudiera ser usada accidentalmente para consumo humano. En predios donde existan niños, todos los grifos pertenecientes al sistema no potable deben estar fuera de su alcance y, si fuera necesario, deben operarse mediante una llave removible para evitar cualquier tentación de parte de los niños de beber el agua no potable.

13. DESAGUE PLUVIAL

Existen todavía algunas autoridades responsables del alcantarillado que operan sistemas de alcantarillas "combinadas", en las cuales se puede admitir tanto aguas residuales como agua de lluvia. Esta práctica no es una buena práctica; es antieconómica, puesto que se deben tomar providencias para atender flujos mucho mayores, tanto en las mismas alcantarillas como en la planta de disposición; y es peligrosa para la salud, puesto que se tiene que suministrar rebosaderos pluviales para el caso de fuertes aguaceros. Dichos rebosaderos son necesarios para aliviar la sobrecarga del sistema en los flujos pico, pero permiten que desechos no tratados (si bien aceptablemente diluidos) se descarguen en corrientes de agua descubiertas.

Actualmente es raro que se instalen alcantarillas combinadas, pero se les puede encontrar con frecuencia en las áreas congestionadas de ciudades antiguas, donde las limitaciones físicas o financieras pueden impedir el tendido de un segundo sistema de tuberías para transportar el agua de lluvia.

Donde existan tales alcantarillas combinadas, las siguientes cláusulas son inaplicables, pero se recomienda enfáticamente que las autoridades involucradas den consideración al suministro de servicios de alcantarillado separados para toda nueva zona urbanizada, pues cada conexión adicional a una alcantarilla combinada hace más difícil su reemplazo final.

Dejando a un lado este caso especial, existen tres maneras principales de disponer el agua de lluvia de los techos, patios y áreas pavimentadas: mediante un sistema de canaletas pluviales, mediante sumideros ciegos o mediante la recolección en tanques de almacenamiento (particularmente del agua de los techos). Los desagües pluviales (que en algunos casos pueden consistir de canales abiertos con o sin revestimiento) son más comunes en las áreas urbanas o densamente pobladas, y normalmente sirven para transportar el drenaje, tanto de las calzadas como de los inmuebles.

"Donde exista una tubería o acequia para agua de lluvia a una distancia razonable de la propiedad en la cual se ha levantado el inmueble (o se va a levantar), el drenaje del techo y de cualquier área pavimentada o cercada deberá recolectarse y descargarse en dicha tubería o acequia de una manera tal que sea aprobada por la autoridad."

Frecuentemente, las acequias o canales se construyen a lo largo del camino, justo fuera de los límites de la propiedad, y son de responsabilidad de la autoridad de vías de comunicación, la cual puede tener también sus propias exigencias respecto a las conexiones. Tales exigencias deberán incorporarse en el código. En el caso de tuberías de desagüe, todos los drenajes que se conecten a ellas deberán cumplir con criterios similares, pero modificados, a los que se aplican a los drenajes que transportan desechos líquidos a las alcantarillas

evacuadoras de inodoros. La conexión o empalme de tipo "montura" debe hacerse bajo la dirección de un plomero registrado y no debe obstruir el flujo de la alcantarilla ni del drenaje. Este último debe estar tendido con una gradiente que permita el arrastre automático de los desechos y con empalmes adecuados para impedir el acceso de raíces o del suelo circundante, aunque no es necesario que los materiales sean de una calidad muy alta ni que el drenaje pase por una prueba de hermeticidad.

Las descargas en un canal abierto de drenaje se pueden efectuar mediante una tubería (construida en forma similar) o mediante un canal subsidiario. En este caso, los requerimientos usuales involucrarán la prevención contra la erosión o el daño al revestimiento del canal. Generalmente, se exigirá que las tuberías y canales subsidiarios descarguen en la dirección del flujo del canal principal, en un nivel por encima del nivel del flujo de drenaje normal. Si el canal principal no tiene revestimiento y la descarga en él se hace mediante una tubería, puede exigirse un "soldado" de concreto en el punto de descarga. Los canales subsidiarios también deben construirse con una gradiente de autoarrastre, pero esto, al igual que su sección transversal, puede modificarse según las condiciones del suelo.

"Las descargas en alcantarillas o canales pluviales no contendrán residuos humanos, aguas grises ni otras sustancias que puedan causar efectos desagradables o ser dañinas para la salud."

En los países tropicales con una estación seca prolongada, las descargas pequeñas, como la de un drenaje que viene de un solo grifo, puede exacerbar el riesgo de filariasis, cuyo vector se reproduce en los charcos o en terrenos empantanados por el agua. En condiciones en las que un canal o dren puedan permanecer virtualmente secos durante varios meses seguidos, las descargas pequeñas pueden causar considerables efectos desagradables, especialmente si contienen materias deletéreas como aceites o grasas. La autoridad debe tomar medidas especiales para evitar esto - por ejemplo, insistir en que las áreas pavimentadas donde se puedan lavar autos cuenten con trampas para grasas.

Los peligros deben ser balanceados contra el deseo de contar con descargas de agua limpia sin insistir en que éstas se conecten a alcantarillas evacuadoras de inodoros. Casos como los del drenaje de unidades de aire acondicionado y del agua de enfriamiento de una lechería o pequeña industria, o el desagüe de la limpieza mediante mangueras de un almacén en un edificio, no exigen un tratamiento de disposición, pero el volumen de agua puede ser demasiado grande para eliminarlo mediante sumideros ciegos.

"El agua de lluvia en los techos inclinados debe recolectarse en canaletas y transportarse hasta el nivel del suelo mediante bajantes. Los techos planos deben ser drenados mediante tuberías verticales, llevándose el drenaje por tuberías hasta una alcantarilla de aguas superficiales o hasta un sumidero adecuado."

A menos que el techo sea de paja, siempre se considerarán esenciales los canales y los bajantes; una razón es la de evitar que la escorrentía del techo caiga desde altura en "sábanas de agua" o chorros concentrados que podrían causar erosión cerca a los cimientos del inmueble. Si las circunstancias hacen imposible instalar canaletas (por ejemplo, si un techo es viejo e irregular), deberá construirse, directamente debajo de los aleros, un muro o una vereda de concreto con una pendiente tal que lleve el agua lejos de los cimientos.

El tamaño de las canaletas y de los bajantes dependerá del área del techo a drenarse, de la pendiente (de la canaleta) y de la intensidad esperada de la lluvia. Insistir en la instalación de canaletas capaces de actuar eficazmente en las peores tormentas sería irracionalmente caro en muchas áreas, y de poco beneficio en un momento en el cual todo el terreno circundante estaría expuesto al chaparrón. La autoridad deberá calcular la intensidad de tormenta para la que se tomará provisiones y fijará sus normas de acuerdo con ello. El Anexo 4 brinda un cuadro que relaciona el área del techo, la pendiente de las canaletas y la intensidad de la tormenta; un cuadro de este tipo puede adaptarse a las condiciones locales. También se muestra la capacidad de una gama de desagües pluviales, la cual puede aplicarse a los drenes que conectan los extremos inferiores de los bajantes con la alcantarilla de aguas superficiales.

El que se puedan aplicar o no sumideros ciegos dependerá en gran medida de la naturaleza del suelo. Estos sumideros ciegos (o fosas ciegas) deberán estar bien alejados de los cimientos del inmueble y consistirán de agujeros lo suficientemente profundos para penetrar el subsuelo, rellenos casi hasta la superficie con material duro, como piedra picada, concreto o ladrillo, que no se suavice al humedecerse. En algunos casos, particularmente cuando el nivel freático es alto, puede ser preferible usar zanjas superficiales rellenas con piedra de cantera dura en vez de los sumideros ciegos.

"Cuando el agua de lluvia se va a almacenar para uso doméstico, los tanques deben ser de construcción hermética, estar cubiertos con un material a prueba de insectos y bichos, ser ventilados y deben contar con un acceso adecuado para su inspección y limpieza regular."

Los tanques de almacenamiento de agua de lluvia son un complemento valioso (o incluso un sustituto) del abastecimiento que se toma de las tuberías públicas, especialmente en las zonas áridas. Sin embargo, su costo inicial es algo elevado, pues las paredes y el piso (generalmente construidos de concreto) deben ser herméticos, el sistema de canales y las tuberías también deben ser herméticos y su contenido debe estar protegido contra la contaminación por el polvo y por basuras llevadas por el viento, al igual que contra el ingreso de animales y la reproducción de mosquitos.

Si el agua de lluvia va a complementar al abastecimiento público (como una medida para la conservación del agua), puede utilizarse una bomba

manual para elevarla desde el tanque de almacenamiento principal (generalmente a nivel del suelo o en el subsuelo) hasta un pequeño tanque subsidiario en el techo, frecuentemente un cilindro para petróleo de 200 l (55 gal EUA, 45 gal RU), desde donde se la lleva mediante tuberías hasta todos los aparatos, excepto el lavadero de cocina, el cual es abastecido por el sistema público. Si no existen tuberías públicas, el agua para todos los propósitos tendrá que tomarse del tanque de almacenamiento de agua de lluvia. En tales casos, deben tomarse estrictas precauciones para conservar la calidad del agua almacenada. En la tubería recolectora debe incluirse un grifo de escape de tal manera que se pueda dejar correr al desagüe las primeras "lavaduras" del techo al inicio de las lluvias (estas primeras lavaduras estarán contaminadas con excrementos de pájaros, polvo llevado por el viento, etc.). Es en este momento que el tanque de almacenamiento debe recibir su limpieza anual, un proceso que es mucho más fácil de hacer si el tanque está constituido por dos secciones que puedan vaciarse y limpiarse alternativamente.

Es improbable que donde se utilicen tanques para agua de lluvia se puedan instalar inodoros; generalmente se utiliza en su lugar alguna forma de letrina o excusado con tanque químico. En estos casos, el tanque de agua de lluvia debe estar ubicado lo más distante posible del punto de disposición de excretas.

parte III

condiciones especiales

14. PROPOSITOS INDUSTRIALES Y OTROS PROPOSITOS ESPECIALES

El grueso del agua suministrada por la mayoría de sistemas públicos se utiliza para propósitos domésticos. Cuando la industria o la agricultura necesitan grandes cantidades para diversos propósitos, generalmente encuentran más económico instalar sus propios sistemas de abastecimiento o realizar arreglos especiales para que su demanda sea satisfecha fuera del sistema. En parte, esto se debe a las economías de uso en gran escala, pero, generalmente, un factor más importante es el de los requerimientos de calidad de los usuarios. Por ejemplo, una industria que usa grandes cantidades de agua de refrigeración no necesita necesariamente que ésta sea de una calidad potable tan alta como la suministrada mediante el sistema público; pero, en otros casos (por ejemplo una cervecería), la calidad del agua usada en el proceso necesita tener un control aún más estricto que el del sistema de abastecimiento público en ciertos aspectos - por ejemplo, en el grado de dureza.

Los sistemas privados de este tipo no son de competencia de la autoridad, excepto cuando exista la posibilidad de conexión cruzada con el abastecimiento público o el peligro de que se esté utilizando una fuente insegura para el consumo humano. Ciertas situaciones favorecen estos riesgos: en una planta siderúrgica, por ejemplo, el agua de refrigeración proveniente de un río, o de otra fuente impura, puede estar disponible en muchas salidas. Las condiciones de trabajo hacen que los operarios tengan sed, por lo que necesitan fuentes para bebida u otras instalaciones de agua potable que normalmente son alimentadas con agua del sistema público. Existe el peligro de que al montar o modificar estas instalaciones se les conecte accidentalmente al sistema de agua de enfriamiento en vez de al sistema de agua potable, mientras que, si no se brindan esas instalaciones en suficiente número, los trabajadores pueden ser que se inclinen a beber de las tomas de agua de enfriamiento más convenientemente ubicadas.

Aparte de la industria, existen otros sectores en los que el uso del agua puede originar riesgos. Los siguientes son algunos ejemplos:

- (1) En la agricultura - en los abrevaderos de ganado, en los enfriadores de leche, en la mezcla de productos químicos para fumigación, en la limpieza y llenado de carros-cisterna y otros vehículos.
- (2) En los hospitales - en la limpieza de mortuorios y salas de disección, en el lavado de aparatos de los laboratorios de investigación, en los vaciaderos de "chatas".
- (3) En el comercio - en la limpieza y refrigeración de los camales, en la limpieza de los mercados, en el lavado de carros, en las lavanderías.

(4) En otros sectores - en los sistemas contra incendios, en la limpieza de alcantarillas, en los sistemas de abastecimiento para barcos y aeronaves, en las piscinas, en las máquinas de expendio de bebidas.

En todos los casos existe un peligro asociado a las conexiones con mangueras, el cual ya se discutió anteriormente, y que es el más traicionero ya que aquí las precauciones contra la contaminación dependen del usuario más que del encargado de la instalación, por lo que su control es más difícil.

Las autoridades, al preparar códigos de plomería, deben obviamente considerar cuidadosamente los tipos de uso esperados en sus áreas, junto con todos los riesgos especiales asociados con estos usos, de tal manera que puedan darle a sus códigos un marco amplio pero sin sobrecargarlos con material inadecuado. Resulta a menudo mejor restringir el código a principios básicos, que intentar cubrir detalladamente toda situación posible, reservando siempre el derecho de la autoridad a imponer condiciones en circunstancias especiales.

En teoría, las pocas reglas fundamentales son simples y aplicables a todos los tipos de uso - solamente los detalles de implementación práctica varían de acuerdo a las circunstancias. Estas reglas ya se han discutido bajo diferentes títulos, pero pueden resumirse de la siguiente manera:

1. Siempre que sea posible, debe brindarse un almacenamiento de agua independiente a cada inmueble o grupo de predios utilizados para un mismo propósito; tal almacenamiento debe estar aislado por medio de "quiebres" de aire adecuados de las tuberías públicas que lo alimentan (Figura 11).

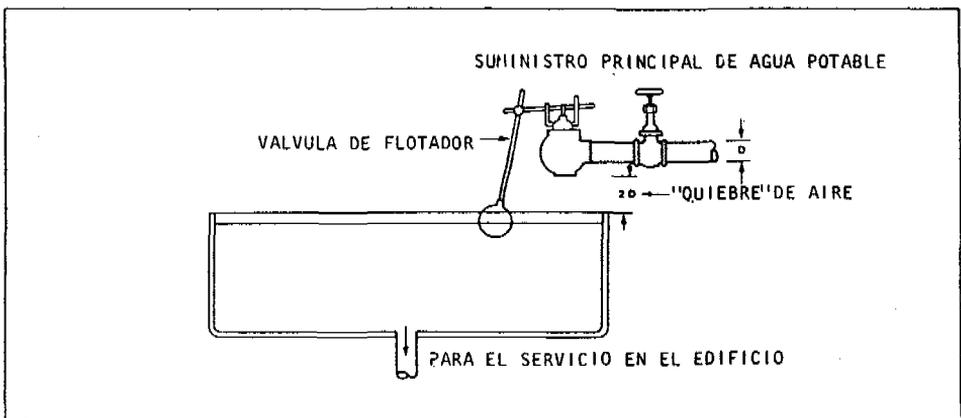


Figura 11.

Tanque de almacenamiento con un quiebre de aire separándolo de la tubería principal

2. La única excepción debe ser cuando en los predios se requiera el agua de la tubería pública para consumo humano directo o indirecto.

3. No debe realizarse conexiones entre una tubería que contiene agua del sistema público y algún otro tipo de tuberías, excepto si se cuenta con un permiso especial y se garantiza la instalación de dispositivos aprobados de prevención de reflujos.

4. Toda conexión entre el sistema de tuberías que transporta agua almacenada y cualquier aparato que pueda contener desechos humanos, productos químicos nocivos u otras sustancias perjudiciales, debe estar protegida contra el sifonaje por un "quiebre" de aire o por algún otro dispositivo antivacío.

5. Las mangueras y otros tipos de tuberías flexibles pueden usarse solamente para los propósitos estipulados por la autoridad y bajo las condiciones determinadas por la misma. Siempre que sea posible, todo grifo o toma que se pretenda utilizar como conexión para una manguera debe estar protegido contra el reflujos mediante una válvula de no retorno o un dispositivo similar.

En cierta manera, el control de la parte de desagüe o drenaje del sistema de plomería puede ser más difícil que el de la parte de abastecimiento de agua. Es relativamente simple definir los requerimientos teóricos:

1. Todos los desechos deben llevarse fuera de los predios lo más rápido posible.

2. El agua resultante de las lluvias, inundaciones y procesos no contaminantes (como el agua utilizada para refrigeración), no debe ingresar a las alcantarillas públicas, sino que debe descargarse más bien a alcantarillas de agua de superficie o a corrientes de agua adecuadas.

3. Los desechos humanos y domésticos no deben llegar de ninguna manera a las alcantarillas de agua de superficie ni a las corrientes de agua, sino que deben descargarse en las alcantarillas públicas de aguas cloacales, donde se cuente con ellas.

4. No debe admitirse en las alcantarillas públicas nada que pueda dañar, obstruir o atorar las tuberías, que pueda producir una mezcla inflamable o explosiva, que pueda constituir un peligro para el público o para los trabajadores de la empresa, o que interfiera con el proceso de purificación de las aguas residuales.

Desafortunadamente, estos requerimientos frecuentemente resultan incompatibles en los predios industriales o de características similares. Por ejemplo, el agua de lluvia que cae sobre las calzadas y áreas pavimentadas debería separarse del agua residual para no sobrecargar el sistema de alcantarillado. Esta agua de lluvia debería descargarse en una acequia o corriente de agua, pero si en ese proceso se derraman sobre la calzada y pasan a la corriente de agua petróleo, productos químicos u otro material, pueden causar serios daños a los peces que habitan en ella.

De igual manera, ciertos procesos industriales tienen como acompañante inevitable agua que contiene sustancias nocivas. Esta agua no debe descargarse en corrientes ni en drenes de agua de superficie. Solamente quedan dos alternativas: debe llevarse a una alcantarilla pública o debe tratarse en el sitio para eliminar el contaminante nocivo. Cuando la autoridad responsable del alcantarillado tenga que tomar una decisión respecto a si aceptar un residuo industrial de esta naturaleza, debe tomar en cuenta diferentes factores. ¿Cuál es la relación entre la cantidad de efluente a descargarse y la cantidad de aguas residuales con las que se mezclará? Si el efluente está suficientemente diluido puede ser menos dañino. ¿Qué tan complejo es el proceso de tratamiento y qué espacio e instalaciones se encuentran disponibles en el terreno de la fábrica? El tratamiento puede ser una proposición impracticable. ¿Existe en el vecindario otras industrias que producen residuos similares? Pueden existir argumentos a favor de combinar los flujos de salida y tratarlos juntos.

Algunas autoridades basan sus tarifas para recibir y disponer residuos industriales en la cantidad y en el grado de tratamiento necesario. Esto incentiva a las fábricas más grandes a instalar sus propias plantas de tratamiento, cuyo costo puede compensarse con los menores pagos por alcantarillado, pero es probable que los predios más pequeños no puedan hacer esto debido a la falta de espacio o de capital. En las áreas donde predomina un tipo específico de industrias puede ser preferible que la autoridad acepte los residuos y cobre por su servicio; un caso clásico de un enfoque de este tipo puede verse en los pueblos especializados en el comercio de lana. Muchos de los procesos tiene como subproducto la lanolina (grasa proveniente de la lana de oveja); ésta no causa problemas mientras el efluente líquido esta caliente. Pero para el momento en que ha llegado a las instalaciones de disposición, luego de viajar a través de las alcantarillas, ya se habrá solidificado y de no eliminarse puede atorar las tuberías y las maquinarias. Afortunadamente, la lanolina se puede separar fácilmente en esta etapa, e inclusive puede venderse obteniendo utilidades, pero sería virtualmente imposible que cada fábrica pequeña construya y opere los tanques de enfriamiento y el mecanismo de despumación para retirar la lanolina antes de descargar el efluente a la alcantarilla.

Cuando se trata de residuos comerciales, la autoridad también tendrá que tomar en cuenta la naturaleza, cantidad y concentración del efluente, antes de decidirse a recibir en las alcantarillas públicas este efluente

no tratado. Algunos predios (como camales, cervecería y lecherías) pueden, en ciertos períodos descargar cantidades de residuos altamente oxidables que pueden transtornar el proceso biológico en las instalaciones de disposición, a menos que se tomen precauciones especiales. Bajo ciertas circunstancias, puede ser necesario insistir en que los residuos sean desviados hacia un tanque de retención, descargándolos a un ritmo constante en el transcurso del día en vez de descargarlos en caudales repentinos.

Las trampas para eliminar petróleo y gasolina son relativamente simples y baratas de instalar por lo que debe obligarse su instalación en todos los garajes comerciales, establecimientos de lavado de autos y otros similares si su drenaje se va a llevar a una alcantarilla o a una corriente de agua. Dichas trampas deben inspeccionarse y limpiarse regularmente, ya que de otro modo pueden empeorar las cosas al acumular petróleo durante todo un período y dejándolo salir en bloque de un solo golpe si un chorro repentino de agua llega hasta la trampa. De manera similar, en las tuberías de salida de las cocinas comerciales de hoteles, restaurantes, hospitales, colegios y otros establecimientos similares, deben instalarse trampas para grasa (Figura 12), las cuales deben recibir inspección y mantenimiento periódicos.

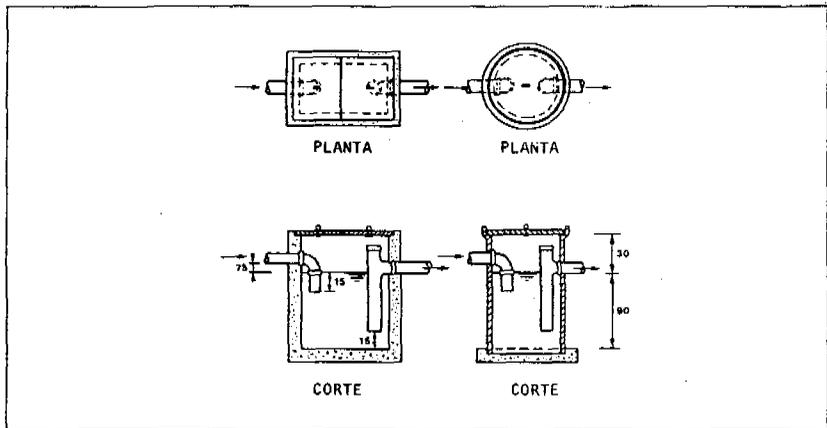


Figura 12
Trampas típicas para grasa

Aparte de estas precauciones más o menos generales, la autoridad puede tener motivos para medidas particulares en casos específicos. Los efluentes muy calientes pueden necesitar enfriamiento antes de entrar a las alcantarillas, las soluciones muy ácidas o alcalinas posiblemente requieran corrección del pH, y los residuos comerciales con un contenido muy grande de materia sólida pueden requerir de un filtrado para evitar que las alcantarillas se atoren. Cada caso debe considerarse según sus propias características, siendo de responsabilidad del solicitante el brindar los estimados respecto a cantidades, concentración, temperatura y otras características del líquido de drenaje. La autoridad debe

especificar todas las condiciones preventivas en base a estos estimados iniciales, pero debe revisar periódicamente estas especificaciones a la luz de la inspección y (si es necesario) del análisis de los efluentes descargados en una alcantarilla o en una corriente de agua.

15. DISPOSITIVOS DE PROTECCION

Rompedores de vacio

Ya se ha discutido anteriormente sobre los dispositivos para evitar que conexiones cruzadas contaminen el agua de la tubería pública, incluyendo entre ellos los dispositivos de prevención de reflujo. Estos dispositivos, si están instalados adecuadamente y reciben un mantenimiento apropiado, protegerán el sistema de tuberías públicas, pero se necesita tomar precauciones adicionales para evitar la contaminación del agua potable dentro de un inmueble. Los peligros predominan particularmente en los predios en los que se brinda servicio al público, como hospitales, hoteles y restaurantes, pero también están presentes en establecimientos comerciales e industriales en los que existen instalaciones sanitarias y de cocina para el personal que se encuentra al lado de sistemas de agua para enfriamiento y para diversos procesos.

La principal causa del reflujo se define fácilmente. Cuando en un sistema de plomería existe una extracción de agua excesiva o simultánea en varios puntos, la presión se reduce en alguna otra parte del sistema. Si un inmueble tiene varios pisos y la extracción se produce en el nivel inferior, el agua de las tuberías superiores puede de hecho fluir en retroceso hacia el punto de menor presión. En muchos aparatos, el resultado es solamente un ligero inconveniente - por ejemplo, el efecto en un lavabo sería que quien abra el grifo tendría que esperar un momento antes que empiece a salir el agua

Sin embargo, existen ciertos aparatos en los que se produce una continua extracción de agua, siendo uno de los más comunes el de un tanque de lavado automático para un urinario. Otros ejemplos son el esterilizador de un hospital, un aparato de destilación en un laboratorio y una tetera de nivel constante en un restaurante. Siempre que el aparato reciba el agua a través de un "quiebre" de aire es posible que no haya más problemas que una interrupción temporal del flujo, pero si el agua ingresa al aparato por debajo de su nivel de agua máximo, una inversión en la presión puede succionar el contenido haciéndolo regresar al sistema de plomería.

El rompedor de vacio (Figura 13a y 13b) es un dispositivo para evitar esto. Su función es la de permitir que ingrese aire a la tubería tan pronto como la presión desciende, evitando de esa manera cualquier tipo de succión. Generalmente, este dispositivo se instala solamente cuando no es posible tener un "quiebre" de aire, pues este último es un medio de precaución más barato y más confiable.

Se puede producir un sifonaje en pequeña escala cuando se adapta un tubo de silenciamiento a una válvula de bola - es decir, cuando se burla el "quiebre" de aire para evitar el ruido del agua de alimentación al entrar al almacenamiento del tanque de lavado. El dispositivo es seguro siempre

que el tubo esté perforado para permitir que entre aire en el caso de un flujo contrario, ya que las perforaciones actuarían, de hecho, como un rompedor de vacío.

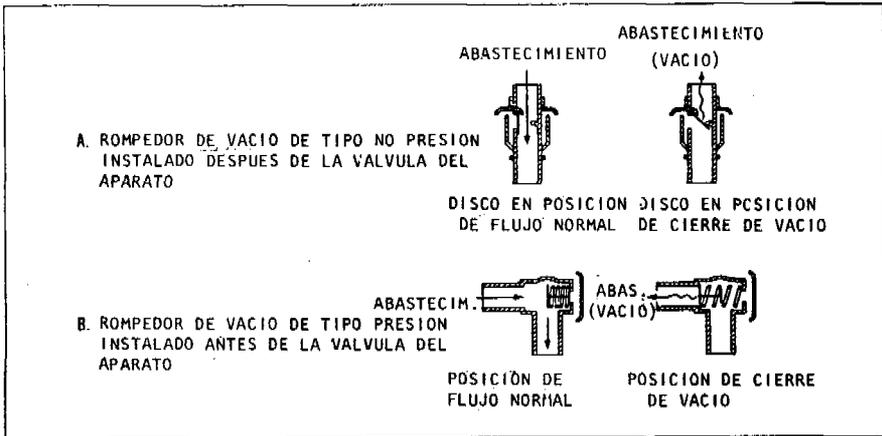


Figura 13.
 Rompedores de vacío para proteger el abastecimiento a las instalaciones sanitarias

Válvulas reductoras de presión y válvulas de retención

En ciertas circunstancias especiales, la autoridad responsable del abastecimiento de agua puede insistir en que se equipe a la tubería que abastece de agua a un inmueble con válvulas reductoras de presión o con válvulas de retención. Un ejemplo de tal circunstancia sería cuando un inmueble recibe su abastecimiento de agua de una tubería de bombeo cuya entrega de agua al sistema público es intermitente. Normalmente, no debería permitirse conexiones desde tuberías de ese tipo a inmuebles, pero ocasionalmente es la única manera de suministrar una conexión sin incurrir en un gran gasto.

La válvula reductora de presión protege al sistema de plomería del inmueble contra las variaciones extremas de presión, incluyendo la sobrepresión producida cuando arrancan o paran las bombas. La válvula de retención evita un reflujo hacia la tubería pública en caso que se presente una presión negativa. Ninguno de los dos dispositivos es completamente confiable y debe considerárseles como una segunda línea de defensa - siendo la primera un sistema diseñado de tal manera que no se puedan producir reflujos (según lo discutido anteriormente).

Trampas interceptoras

Mientras que la trampa de un aparato se diseña de tal manera que se mantenga un flujo sin interrupciones y que todos los sólidos transportados por el agua pasen al sistema de drenaje, una trampa interceptoras se diseña con el propósito contrario - es decir, retener los sólidos y las sustancias nocivas, evitando que ingresen a la alcantarilla.

El ejemplo más simple de un interceptor es la canaleta en la cual se descargan las aguas residuales de la pileta de cocina. Esta canaleta está equipada con una rejilla que evita que ingresen al desagüe elementos como los residuos de las verduras; debajo de esta rejilla existe una taza en la cual se pueden asentar los sólidos pesados y el cual debe limpiarse periódicamente.

En sistemas comerciales o industriales se utilizan canaletas más grandes, frecuentemente diseñadas para la exclusión de sustancias específicas, como puntos de disposición individual. Por ejemplo, una canaleta en un patio o en una calzada atraparé arena, vidrios rotos u otras sustancias pesadas que podrían asentarse en la alcantarilla; la canaleta de una lavandería está equipada con una canastilla metálica para atrapar las hilachas y los fragmentos de tela que de otra manera podrían acumularse y atorar las tuberías. Para otros usos se puede utilizar canaletas diseñadas con propósitos específicos.

Para industrias más grandes, o en caso de riesgos más específicos, puede ser necesario construir cámaras interceptoras en las cuales desembocarían una o más tuberías de desagüe antes de conectarse al alcantarillado. Como ejemplos tenemos los interceptores de grasa de las cocinas de establecimientos comerciales y los separadores de petróleo de los garages. Normalmente, la cámara se construye por debajo de la gradiente del dren enterrado, entrando las tuberías de admisión y salida aproximadamente a la mitad de su altura de tal manera que ningún tipo de materia flotante o sedimentada pueda escapar por el dren. La cámara debe estar ventilada, de preferencia debe estar cubierta solamente con losas o tablas sueltas para que pueda limpiársele fácilmente y esté a la vez bien ventilada. Otro uso común de una cámara interceptora es en un camal, para evitar que ingresen al alcantarillado vísceras y despojos de reses muertas.

Los interceptores, ya sean canaletas o cámaras especialmente construidas, deben ser siempre accesibles para su inspección y limpieza regular. Siempre que sea posible, deben estar ubicados fuera del inmueble; si no es así, deben estar protegidos contra los reboses y ventilados hacia afuera. Un interceptor que no recibe limpieza y mantenimiento regulares puede constituir un peligro peor que la falta del mismo.

Válvulas de contrapresión

Una válvula de contrapresión es un dispositivo para evitar que las aguas residuales o de drenaje regresen hacia el inmueble en el caso de un aniego o de un atoro de la alcantarilla. Generalmente se le acopla a una canaleta ubicada en el sótano o a un grupo de aparatos por debajo del nivel del suelo, y normalmente consiste de una bola flotante bajo un asentamiento impermeable. En tanto la tubería de salida del desagüe está limpia, la cámara en la cual está ubicada la bola está seca y no existen obstrucciones al flujo, pero si el agua no puede escapar o si regresa a través de la tubería de salida, la cámara se llena y la bola se eleva

sellando el desagüe. Entonces, el aparato respectivo no podrá usarse, pues si se impide que las aguas residuales se eleven, también se impide obviamente que el drenaje vaya a la alcantarilla.

Tubería de evacuación indirecta

El sistema de tuberías de evacuación indirecta es una extensión del método recomendado para los desagües domésticos que se aplica a elementos del sistema de plomería en inmuebles grandes que emplean el método de "una tubería".

Con la disposición indirecta de desechos, el desagüe de un aparato específico se "quita" de la tubería de salida del aparato y se descarga, pasando por un "quiebre" de aire, en una canaleta o en una cámara ubicadas fuera del inmueble o en otra parte del mismo. La Figura 14 muestra un tipo de arreglo para la disposición indirecta de residuos.

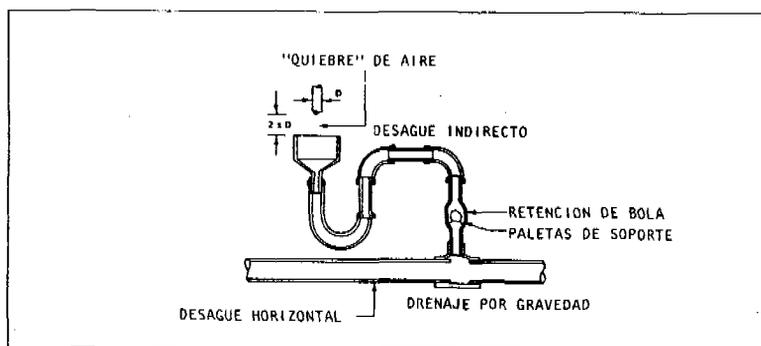


Figura 14
Disposición indirecta de aguas residuales

En su forma más simple (la doméstica), las aguas residuales de un lavadero o de una bañera se llevan desde debajo de la trampa del aparato a través de una pared exterior y se descargan en una canaleta o en un cabezal de tolva, de esta manera, toda la tubería de salida del aparato estará vacía y abierta al aire (con excepción de la trampa). En el caso de un bloqueo del desagüe o de un reflujó de las aguas residuales de otra instalación, las aguas residuales no podrán llegar hasta la tubería de salida de este aparato.

El mismo principio puede usarse para proteger áreas particularmente sensibles de un inmueble grande, en el que se ha autorizado el sistema de "una sola tubería" por razones de economía. Tales áreas sensibles podrían ser cuartos donde se preparan alimentos (para el consumo dentro o fuera del inmueble) o donde se fabrican o utilizan vendas o equipos estériles.

Un sistema de "una tubería" diseñado, instalado y mantenido apropiadamente es seguro e higiénico. La adición de un sistema de evacuación indirecta de residuos se plantea solamente en aquellos lugares donde los riesgos de contaminación son tan grandes que justifican esta precaución adicional.

16. MATERIALES Y MANO DE OBRA

Ningún sistema de plomería puede ser más durable que sus partes componentes; ningún sistema, a pesar de que esté bien diseñado, puede funcionar higiénicamente si los materiales con los que está construido no son satisfactorios.

Algunos de los países más industrializados tienen sus propias normas técnicas para los materiales y el diseño de los componentes de plomería, al igual que sus propias entidades de pruebas encargadas de asegurar el cumplimiento de estas normas. Otros países, miembros de la Organización Internacional para la Normalización (ISO), adoptan las especificaciones y normas publicadas por ese organismo como las condiciones mínimas aceptables para los materiales de plomería. Otro grupo de países toma como referencia las normas técnicas definidas en alguno de los países industrializados, las cuales ellos están preparados a aceptar como criterios propios.

La autoridad encargada de formular un código de plomería tiene que decidir en qué medida desea controlar las normas técnicas de los materiales y del trabajo. Como es improbable que pueda abarcar todas las alternativas posibles - y como ciertamente no puede esperarse que prevea los nuevos descubrimientos que pueden poner a disposición del mercado nuevos materiales en el futuro - quizás sea preferible que el código se refiera a los materiales de uso común en el país, pero con la salvedad de que se incluya una cláusula que permita la consideración y aprobación de otras alternativas, si así le fuera solicitado.

Al decidir sobre los materiales que pudieran ser aceptables, la autoridad debe tomar en consideración diferentes factores. Por ejemplo, las tuberías de agua potable, tanto las enterradas como las que van dentro del inmueble, no deben contener ningún material dañino - por ejemplo, plomo - que pudiera disolverse en el agua y ser arrastrado por ella; deben tener una fortaleza capaz de resistir las presiones a las cuales estarán sujetas; deben estar protegidas contra la corrosión causada por el suelo en el cual están tendidas o por la composición química del agua que transportan; finalmente, los métodos de empalme y unión deben ser suficientemente familiares para los plomeros que las instalarán y les darán mantenimiento.

En una serie de países, las opciones respecto a las tuberías para viviendas se restringirán a tres materiales de uso común - a saber, acero galvanizado, cobre y cloruro de polivinilo no plastificado. De estos tres materiales, el primero es generalmente el más barato pero, por su rigidez y peso, es algo difícil de trabajar y manipular en el entubado dentro de la vivienda. Si el agua o el suelo tienden a ser ácidos puede haber algún peligro de corrosión. A pesar de lo galvanizado que esté el metal, siempre se producirán algunos daños en el recubrimiento protector durante el transporte, el almacenamiento y la instalación. Los accesorios son simples y el empalme es directo, pero puede ser conveniente normalizar los tamaños y roscados, pues el intento de

combinar roscas métricas con otras no métricas puede conducir a un empalme deficiente que parezca seguro al hacerse pero que causará problemas en el futuro.

El cobre tiene una mejor presentación, su diámetro total es menor para una misma capacidad interna y es más fácil de doblar para darle la forma deseada. Es más liviano, y por lo tanto necesita ménsulas y soportes más livianos; también es más fácil de transportar y manejar. Tiene como desventajas que es más caro que el acero galvanizado (en la mayoría de lugares) y que, siendo maleable, está más expuesto al robo sistemático. Los empalmes y uniones pueden hacerse mediante accesorios roscados de compresión o por uniones soldadas. Las tuberías de cobre son particularmente útiles cuando se van a instalar sistemas de agua caliente, pero es necesario tener cilindros de cobre, que son más caros que los de acero galvanizado. Como ya se puntualizó anteriormente, existe el riesgo de una corrosión electrolítica cuando se utiliza dos metales diferentes en un sistema de agua caliente; los grifos y accesorios de bronce son compatibles con las tuberías y cilindros de cobre.

Actualmente existen en el mercado una serie de tipos de tuberías plásticas y es necesario ser cuidadoso respecto a la composición de aquellas que van a usarse para la plomería. No sólo deben ser capaces de resistir la presión hidráulica interna y los posibles daños accidentales mientras están nuevas, sino que tampoco deben deteriorarse bajo las condiciones en las que se van a utilizar. Algunos plásticos, por ejemplo, cuando se les usa enterrados durarán casi indefinidamente pero se pondrán duros y quebradizos si se les expone a la luz del sol. Obviamente, estos plásticos serían inadecuados para usarse en las conexiones a un tanque expuesto a la intemperie en el techo .

Sin embargo, el peligro mayor de ciertos tipos de plástico es la posibilidad de que en su fabricación se hayan utilizado sustancias tóxicas (especialmente sales de plomo), y que éstas puedan disolverse en el agua que está siendo transportada. Este es un problema complejo que ha sido objeto de estudio por parte de organizaciones de investigación en una serie de países. Es necesario tener particular cuidado al escoger los tipos de plástico que se van a aprobar, pues continuamente salen al mercado nuevos compuestos; en todo caso, es mejor esperar a que la ISO u otro organismo de normalización los haya aprobado antes de permitir su uso en sistemas de plomería.

Siempre que cumplan las normas exigidas en cuanto a salud, seguridad y durabilidad, las tuberías plásticas tienen muchas ventajas para los sistemas de plomería (aunque deben tomarse grandes precauciones antes de autorizar su uso para agua caliente). Ellas son livianas, fáciles de manejar y transportar y, debido a que están disponibles en longitudes mayores, necesitan menos empalmes que las tuberías de metal. Por lo tanto, usualmente, su instalación es más barata y cuentan con la ventaja adicional de que su fabricación es relativamente fácil, por lo que pueden producirse localmente en muchos países que de otro modo tendrían que

importar tuberías de metal. Los empalmes y uniones pueden efectuarse mediante acoplamientos plásticos de comprensión roscados o mediante uniones cementadas. Las tuberías plásticas son generalmente más resistentes a la corrosión que las tuberías de metal, con las cuales pueden acoplarse (utilizando accesorios especiales) sin peligro de acción electrolítica. Debe tenerse particular cuidado en su almacenamiento previo a su uso; si se las deja descubiertas bajo un sol tropical pueden volverse quebradizas e inadecuadas para su futura instalación.

El plástico, al igual que el cobre, el acero galvanizado y el fierro galvanizado, pueden usarse para otras partes del sistema de plomería, siendo en este caso menos rígidos los criterios de aprobación. Si se les usa para drenajes pluviales, desagües de inodoros o tuberías de ventilación no existe peligro de toxicidad y las presiones que deberán resistir serán mucho menores que cuando se tiene que transportar agua de la tubería pública. Por lo tanto, puede ser aceptable un material de menor especificación, pero deben tomarse precauciones para asegurar que no exista posibilidad de confusión con las tuberías que van a llevar agua.

El material más comúnmente usado en tuberías para drenaje superficial es barro cocido (llamado a veces cerámica o arcilla vidriada). Puede ser producido localmente en casi cualquier país, aunque no en todas partes se ajusta a especificaciones lo bastante altas como para permitirles llevar aguas residuales. Las tuberías deben ser impermeables, lo cual demanda una mezcla de arcilla de buena calidad, que el cocido se haga a la correcta temperatura, y que el vidriado o esmaltado sea de alta calidad; las tuberías deben ser también lo suficientemente fuertes para resistir el manipuleo y el tendido, bien redondeadas para permitir las operaciones de empalme y unión herméticos, y deben ser lo suficientemente rectas para asegurar una gradiente adecuada. Cuando se trata de tuberías para drenaje de lluvia se puede conceder algo de flexibilidad a estas especificaciones.

Las tuberías de barro cocido que transportan aguas residuales deben tenderse preferentemente sobre una base de concreto y, cuando las condiciones lo exijan (por ejemplo, cuando están ubicadas en terrenos expuestos a movimientos, o cerca a la superficie, o debajo de una calzada o de un acceso para vehículos), deben estar rodeadas parcial o completamente con concreto. El uso de concreto no es necesario para tuberías que transportan aguas de superficie, excepto cuando exista el peligro de daños mecánicos en las tuberías causados, por ejemplo, por tráfico pesado.

Otros materiales utilizados algunas veces para desagües subsuperficiales incluyen asbesto-cemento, plástico, concreto vibrado y fierro fundido, cada uno de los cuales tiene sus propiedades particulares - fortaleza, considerable longitud de los tramos, resistencia a la corrosión y disponibilidad - lo que los hace adecuados para condiciones específicas. En general, todos estos materiales son más caros que la cerámica, pero la facilidad del tendido puede hacer a algunos de ellos más baratos de instalar. Las tuberías de cerámica generalmente se empalman con una

mezcla de cemento aplicada con plancha o badilejo; también se dispone de empalmes rápidos con anillos de jebe, plástico o bitumen, pero ellos requieren de un nivel de precisión muy alto en la fabricación de tuberías para que su uso sea satisfactorio. Cuando se va a transportar descargas de residuos industriales de naturaleza corrosiva, o que tengan una temperatura elevada, debe tenerse especial cuidado en elegir tuberías y empalmes de un material adecuado que resista el deterioro causado por estos residuos.

Con respecto a los aparatos sanitarios, tanto el diseño como los materiales deben estar sujetos a aprobación. Ya se han mencionado algunas características de diseño - por ejemplo, la provisión de reboses para lavaderos y lavabos, la incorporación de una trampa a los aparatos o de los elementos para fijar una y la seguridad de que el agua ingresa a través de un "quiebre" de aire (o sea, que el grifo de una tubería de salida nunca podrá quedar sumergido en agua en una instalación). Los usos y costumbres locales frecuentemente tendrán un peso en el diseño: por ejemplo, la instalación en los excusados de tazas con pedestal o tan solo plataformas, dependerá de las costumbres predominantes de las personas para la evacuación de heces. En algunas áreas, es necesario suministrar un grifo para abluciones personales cerca al inodoro, en cuyo caso, por supuesto, deberán tomarse estrictas precauciones contra la contaminación del sistema.

Los aparatos sanitarios deben ser durables, lisos e impermeables. No deben existir superficies escondidas que puedan ensuciarse y dar mal olor y las superficies exteriores deben ser de fácil acceso para la limpieza. El material más común y adecuado para aparatos domésticos es la gres glaseada u otras cerámicas cocidas con un buen enlozado, aunque para las bañeras y (ocasionalmente) para los lavabos se utiliza frecuentemente fierro esmaltado; los baños de plástico se están haciendo más comunes, y en los últimos años el acero inoxidable se ha hecho popular en los lavaderos de cocina. Los aparatos hechos de estos materiales no son fáciles de fabricar y en muchos países en desarrollo tienen que importarse. Para evitar el uso de las escasas divisas, pueden utilizarse materiales como concreto para la fabricación local de aparatos. A pesar de ser cuidadosamente fabricados, éstos no son tan buenos como los hechos con los materiales antes mencionados, pero es necesario ser realistas y aceptar el hecho de que la alternativa es generalmente entre artículos de fabricación local o nada. Por lo tanto, los códigos deben tener como objetivo asegurar que los aparatos de concreto tengan un diseño y acabado los mejores posibles; los más pequeños (lavaderos, lavabos) deben preferiblemente vibrarse a una mezcla densa, mientras que las bañeras, las bateas de duchas y elementos moldeados "in situ" deben pisonarse o frotarse para hacer la superficie lo más impermeable posible.

Los ángulos internos y externos deben redondearse para facilitar la limpieza, y las tuberías de entrada y salida deben haberse moldeado integralmente unidas al cuerpo del aparato.

En qué medida puedan permitirse accesorios de concreto de este tipo en predios comerciales e industriales dependerá del propósito para el cual se usen, pero, en general, debe recordarse que el concreto, a pesar de estar bien manufacturado, nunca puede llegar a tener un acabado completamente impermeable, y que si se preparan alimentos es casi seguro que las superficies de concreto han de brindar albergue a salmonellas y otras bacterias peligrosas. El pintado regular y cuidadoso de las superficies ayuda a reducir el riesgo, pero nunca puede producir condiciones tan higiénicas como los accesorios de barro cocido enlozado. Sin embargo, cuando se usan estos últimos, cualquier grieta o superficie astillada expone el cuerpo permeable del material, que puede convertirse así en un caldo de cultivo para organismos patógenos y, en tales circunstancias, deberá prohibirse el uso del aparato si se va a utilizar en cualquier etapa de la preparación de alimentos.

Las normas para la calidad del trabajo o mano de obra son extremadamente difíciles de incorporar en el código; debe darse una descripción detallada de cada operación - lo cual constituirá en sí mismo un texto de plomería - o utilizarse algún tipo de generalización como "mano de obra o artesanado profesional confiable". El tratar de hacer cumplir requerimientos expresados en términos tan generales presenta muchos problemas.

Es posible encontrar una solución a esta dificultad si existe un gremio nacional de plomeros o alguna institución examinadora similar aceptada (véase el Capítulo 4). Si este organismo aprueba métodos uniformes o normalizados para las diferentes operaciones de plomería como base para la capacitación, examinación y certificación de los plomeros, entonces en el código puede hacerse referencia en bloque a tales métodos como requisitos obligatorios, a menos que la autoridad entregue su aprobación escrita para apartarse de ellos en casos específicos.

17. CONSERVACION DEL AGUA Y PREVENCION DE SU DESPERDICIO

Desde el punto de vista de la salud, todo predio debe recibir un suministro de agua en cantidad suficiente para todos los propósitos para los cuales va a usarse. Idealmente, el abastecimiento debe ser tan abundante que no sea necesaria ninguna restricción en la cantidad disponible para el lavado y la limpieza. Tal situación implica, obviamente, que la cantidad de agua cruda en la fuente sea virtualmente ilimitada y que la capacidad del sistema público para bombear, tratar y distribuir el agua sea adecuada para todas las necesidades.

Estas condiciones no siempre pueden cumplirse en la práctica y, por lo tanto, el consumo tiene que restringirse (como se discutirá posteriormente); pero, debe hacerse una clara distinción entre consumo excesivo y desperdicio del agua. Parece ser inevitable que se produzca algún nivel de desperdicio en todo sistema de abastecimiento de agua y el término "prevención del desperdicio" se utiliza para las medidas con las que se busca reducir las pérdidas a un mínimo (en este contexto, y a lo largo de todo el presente capítulo, el término "desperdicio" se referirá al agua que escapa del sistema sin ser utilizada, y no a los residuos humanos u a otras formas de agua usada o servida que es transportada y alojada del predio por drenajes o alcantarillas).

Existe seguridad al decir que ningún sistema público de abastecimiento de agua está completamente protegido contra el desperdicio; ni siquiera el sistema mejor diseñado y más cuidadosamente construido puede permanecer absolutamente impermeable durante toda su vida. Las empresas más eficientemente administradas mantienen un programa de inspección continuo e implementan medidas correctivas para descubrir y detener las fugas. Esto lo hacen principalmente por dos razones: por economía, pues las pérdidas de agua representan pérdida de dinero, y por la salud, pues las fugas que permiten que el agua salga del sistema también pueden brindar a la contaminación un medio de ingreso. Sin embargo, es de poca utilidad el mantener un férreo control sobre las tuberías públicas si se está produciendo desperdicio en las conexiones privadas, siendo ésta una de las justificaciones importantes para poner en vigencia un código de práctica de plomería.

El desperdicio debajo del terreno es difícil de detectar y costoso de corregir, por lo que el único mecanismo de prevención posible es la exigencia de altas normas de calidad para los materiales y el trabajo. Las fugas en las tuberías dentro de un inmueble son generalmente evidentes, y frecuentemente tan dafinas para la estructura y la decoración interna que el mismo propietario del inmueble se preocupa de arreglarlas rápidamente, especialmente en la medida en que una fuga puede empeorarse cada vez más, ya que el agua que se escapa incrementa el tamaño del orificio por el que emerge. Es posible que en ciertos tipos de inmuebles - por ejemplo en las casas más pobres o en predios comerciales o industriales - este argumento no tenga vigencia, por lo que puede ser necesario obligar a los responsables a realizar las reparaciones, debiendo contarse con las facultades legales respectivas para ello.

Existe otro tipo de desperdicio que es muy difícil de controlar sin la cooperación de los moradores del inmueble - específicamente aquel causado por llaves que gotean y por empaquetaduras con fuga o empalmes mal ajustados en los aparatos de plomería. Como el agua desperdiciada es transportada del aparato al desagüe o es descargada mediante un sistema de rebose, es posible que no cause molestias dentro del inmueble y, por lo tanto, que el propietario tenga poco incentivo para incurrir en los gastos de reparación. El desperdicio total por esta causa en los inmuebles, especialmente en los más antiguos, puede constituir un flujo muy considerable, que es difícil y caro de detectar e identificar. El procedimiento usual para ubicar estas descargas es una combinación de medición e inspección de las tuberías públicas y tuberías de servicio en cada distrito durante las primeras horas de la mañana, utilizando alguna forma de dispositivo de escucha, para desarrollar posteriormente un examen más detallado en los inmuebles sospechosos en el transcurso del día.

El costo real de reemplazar empaquetaduras gastadas y ajustar los empalmes con fugas es muy pequeño una vez que se les ha detectado, y muchas empresas de abastecimiento de agua encuentran que les es conveniente implementar gratuitamente estas simples medidas correctivas, incentivando de esa manera a que los usuarios informen sobre dichas fallas desde un principio.

Otras autoridades prefieren confiar en la instalación de medidores individuales en todos los predios, sobre la base de que el costo del agua desperdiciada será asumido por los usuarios individuales y no por la empresa pública, y que este hecho brindará a los usuarios un incentivo para que reparen rápidamente las fugas y también para que eviten el uso excesivo de agua. Este argumento ha demostrado ser efectivo en el caso de predios grandes comerciales e industriales y también de viviendas multifamiliares y propiedades similares donde existen servicios de inspección y reparación a cargo del personal de mantenimiento. En el caso de viviendas unifamiliares (que generalmente constituyen la mayor parte de la demanda total de agua), frecuentemente el sistema no trabaja tan bien en la práctica, por lo que la medición individual para cada casa se justifica más comúnmente en aquellas áreas donde la escasez de agua justifica un control firme sobre las cantidades suministradas a cada usuario.

Debe recordarse, en primer lugar, que los medidores no producen agua por sí mismos y, además, que su instalación y mantenimiento no son baratos. Se han dado casos de empresas que al evaluar la introducción de medidores en todos los predios domésticos de su área de abastecimiento han descubierto que, con el mismo desembolso, podrían ampliar sus sistemas de tratamiento y distribución, aumentando de esa manera la cantidad de agua disponible para los usuarios en una medida mayor que el desperdicio de agua que los medidores podrían evitar. El suministro y la instalación de medidores no representan, de ninguna manera, el costo final de su introducción: ellos tienen una vida limitada y son una inversión con depreciación continua; debe brindarse servicios de reparación y

calibración (incluyendo talleres y personal de servicio capacitado), necesitándose también un equipo de lectores de medidores junto con un personal administrativo de apoyo.

Siempre que exista agua disponible en cantidad suficiente, y que el sistema de abastecimiento público sea capaz de tratarla y distribuirla a todos los usuarios, es mejor, desde el punto de vista de la salud, que se coloquen las mínimas restricciones posibles a su uso legítimo. Un abastecimiento abundante es de particular importancia en los hogares de familias numerosas, que frecuentemente son las más pobres y que, muy probablemente, verán restringido su uso del agua debido al "racionamiento económico" inducido por el servicio medido. Por otro lado, en los predios donde pueda esperarse un uso excesivo o especial (por ejemplo, en las piscinas o en el riego de grandes jardines), el uso de medidores es una forma adecuada de asegurar que se pague por el agua utilizada. Esto puede lograrse mediante una tarifa diferencial - es decir, una tarifa básica para una cantidad mensual fija, según el número de moradores del inmueble, cobrándose con un mayor costo unitario toda cantidad consumida en exceso.

Para las empresas de agua, la instalación de medidores individuales para cada casa tiene otra función, detectar e identificar las fugas, aunque eso es posible sólo si cada conexión tiene su propio medidor. La comparación entre la cantidad de agua que entra a una circunscripción o sección del sistema público (mediante un medidor registrador insertado en las tuberías públicas) con la suma de las cantidades registradas en las salidas individuales (según se lea en los medidores domiciliarios) durante el mismo período, sirve para verificar la existencia de cualquier fuga subterránea en las tuberías públicas y conexiones domiciliarias de dicha área. Cuando las lecturas del medidor de una propiedad son mayores que el promedio, es posible ver si se está produciendo desperdicio en el sistema de plomería cerrando todos los accesorios por un tiempo y verificando el movimiento del medidor, lo cual puede hacerlo fácilmente el propio ocupante del inmueble.

Aparte de las fugas y pérdidas por empaquetaduras y acoplamientos defectuosos, el uso excesivo y derrochador puede provocar una fuerte demanda sobre el sistema de abastecimiento de agua. En las áreas áridas, especialmente, vale la pena incurrir en un gasto considerable de dinero y esfuerzos para combatir esta forma de pérdida del agua; aún donde el abastecimiento público sea abundante, pueden presentarse períodos de sequía en los que tenga que hacerse economía para asegurar que haya agua suficiente para todos. Existe una serie de medidas que la autoridad puede tomar, siendo la primera y la más importante el asegurar la cooperación de los usuarios mediante publicidad, campañas educativas y otras formas de relaciones públicas. Puede persuadirse a los mayores usuarios para que instalen dispositivos que reduzcan el uso de agua, tales como grifos de aspersión para el lavado de las manos y de las verduras, duchas en vez de bañeras, al igual que diferentes métodos para economizar el uso de agua que se utiliza como parte de algún proceso.

En los predios domésticos, uno de los accesorios que genera el mayor uso individual es el tanque de lavado del inodoro, el cual es responsable de un tercio del consumo doméstico diario. Durante emergencias temporales, frecuentemente es posible lograr ahorros apreciables en el uso del agua ajustando la válvula de bola o desplazando parte del agua del tanque mediante la colocación de un ladrillo, una bolsa plástica llena de agua o un dispositivo similar. Tales medidas deben considerarse sólo como temporales; si la taza de un inodoro se ha diseñado adecuadamente y en forma tal que quede completamente "lavada" con una cantidad de agua específica, es lógico que el uso constante de una cantidad menor para el lavado no la deja siempre suficientemente limpia.

Por lo tanto, para economías a largo plazo, es mejor usar el código de plomería para limitar la capacidad del tanque de lavado y exigir que la taza sea diseñada para que quede totalmente "lavada" con esta cantidad menor. Existen dos tipos de lavado - de alto nivel y de bajo nivel. El primero, con el tanque colocado a una altura mínima de aproximadamente 2 m (6 pies) sobre el nivel del suelo, hace uso de la velocidad con la que cae el agua para conseguir un lavado adecuado, y por lo tanto usa menos agua que el tanque de bajo nivel situado justamente encima del borde de la taza. La moda, más que la utilidad, ha hecho al tanque de bajo nivel más popular que el de alto nivel (a pesar que éste es indudablemente menos ruidoso), pero donde la conservación del agua sea esencial puede existir justificación para exigir como norma el tipo de tanque de alto nivel aunque sea menos moderno.

Una innovación reciente en el tanque de alto nivel hace posible reducir aún más el consumo diario de cada inodoro, al lavar sólo con la mitad de la capacidad del tanque cuando se tiene que disponer solamente líquidos y con toda la capacidad cuando la taza también contiene sólidos. El individuo que está usando el inodoro tiene dos posibilidades: halar la manija y soltarla inmediatamente (en cuyo caso, el tanque libera dos litros o aproximadamente medio galón norteamericano o británico) o mantener la manija presionada hasta que termine el lavado (con lo cual el tanque libera 4.5 litros o aproximadamente un galón norteamericano o británico). Como un tanque de bajo nivel normalmente funciona con un chorro de nueve litros (aproximadamente dos galones norteamericanos o británicos) o más, se verá que existe un considerable ahorro potencial en un hogar donde cada miembro utiliza el inodoro varias veces al día, al igual que en las instalaciones sanitarias en fábricas o en edificios públicos. Experimentalmente se ha demostrado que es bien aceptado y fácilmente manejado por el público, siempre que se coloque un pequeño aviso cerca a la manija con instrucciones sencillas.

En las áreas con extrema escasez de agua, puede ser necesario instalar inodoros químicos en vez de los inodoros lavados con agua. Existe una serie de tipos, pero la mayoría constituyen "paquete" completo e independiente y no se les puede considerar estrictamente accesorios de plomería por lo que no se les discutirá acá.

Las autoridades responsables del abastecimiento de agua adoptan diferentes medios para reducir el consumo por parte del público durante períodos de escasez de agua. Uno de los más comunes, y el menos recomendado, es hacer intermitente el abastecimiento. Durante ciertas horas del día, se cierran las tuberías públicas en todo o parte del sistema. Como consecuencia de esto, se producen presiones negativas con todos los riesgos inherentes para la salud: depósitos de hongos, desperdicios y otros sedimentos en el interior de las tuberías son removidos y transportados en suspensión cuando se reanuda el flujo; puede introducirse aire al sistema causando "bolsas" de aire o arietes hidráulicos y, finalmente, la necesidad urgente de agua para apagar incendios puede no ser satisfecha con la prontitud debida. También es dudoso el que se produzcan ahorros significativos, pues los usuarios llenan bañeras y recipientes en anticipación al corte del suministro, desperdiciándose gran parte de esta reserva cuando se normaliza el abastecimiento.

Una precaución más positiva es el control de la presión en las tuberías, hasta el mínimo necesario, mediante válvulas reductoras de presión (o reguladoras de flujo). Esto puede dar como resultado ahorros apreciables y es una solución práctica si el área es razonablemente llana y los inmuebles tienen un tipo similar, pero cuando el terreno es accidentado o si se tiene que dar servicio a edificios altos, debe tenerse cuidado para que la reducción de la presión no deje sin servicio a algunas propiedades. En estas circunstancias, puede ser preferible controlar el flujo hacia cada predio en las áreas de mayor presión colocando en cada conexión arandelas con orificios de regulación adyacentes a la válvula de cierre de la empresa.

En áreas con escasez crónica de agua en diferentes partes del mundo, se han llevado a cabo experimentos con diferentes tipos de sistemas duales de agua, en los que se usa un sistema aparte con agua no potable para limpiar el inodoro, lavar el carro, regar el jardín, y otros usos donde la calidad es (relativamente) poco importante, dejando el sistema de agua potable para el consumo humano, la preparación de comidas y la higiene personal. Un sistema de este tipo sólo debe autorizarse si se han tomado precauciones estrictas contra el mal uso y la existencia de conexiones cruzadas. Este principio es más aplicable a usuarios en gran escala. El efluente tratado de aguas residuales es utilizado algunas veces como agua de enfriamiento en la industria pesada (su uso, por supuesto, nunca debe ser permitido en lugares donde se manufacturen o procesen productos alimenticios). El agua cruda de un río puede entregarse por medio de tuberías para usarse en actividades como lavar alcantarillas o apagar incendios, pero no está demás advertir que se ha detectado epidemias causadas por el uso para propósitos domésticos de agua extraída de hidrantes de incendios en las secciones más pobres de ciudades tropicales. Se ha probado en predios domésticos el denominado "sistema de aguas grises" (Figura 15), en el cual se utiliza las aguas grises provenientes de bañeras y lavaderos para lavar inodoros o para regar jardines, pero nuevamente existen riesgos considerables para la salud, a menos que el sistema se instale y opere bajo un estricto control. En

general, se recomienda que los códigos de plomería se elaboren de tal manera que excluyan todo tipo de sistemas duales de agua, los que deben permitirse en todo caso solamente mediante licencia especial y bajo ciertas condiciones.

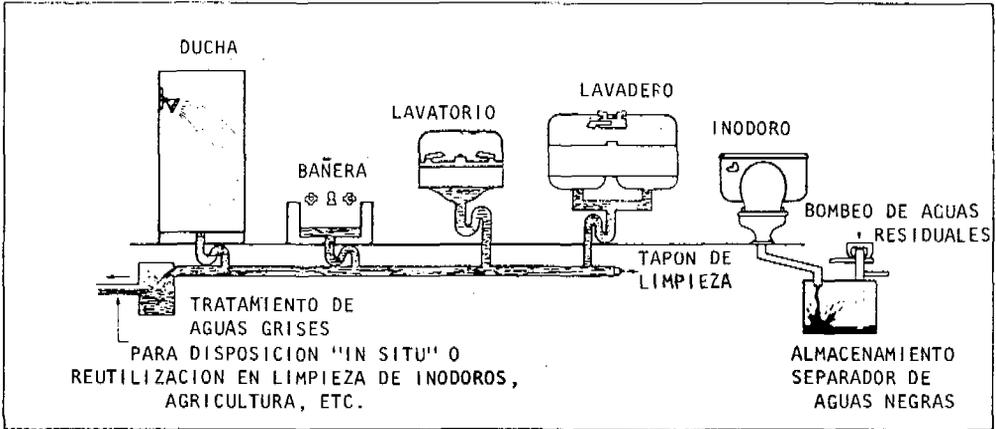


Figura 15
Sistema de aguas grises y negras

Regresando a lo señalado anteriormente - la forma más efectiva de reducir el consumo es obtener la cooperación decidida del público mediante programas educativos y otras actividades públicas. La economía en el uso y la pronta reparación de fugas y de acoplamientos y grifos con goteras normalmente es posible cuando los usuarios se dan cuenta del significado que tienen para la comunidad, y para ellos mismos, los ahorros logrados de esta manera, los que frecuentemente igualan a los que pueden conseguirse mediante la mucho más costosa instalación y operación de dispositivos mecánicos. Esta debe ser siempre la primera línea de ataque cuando tiene que conservarse el agua.

18. SANEAMIENTO INTERMEDIO Y COMUNAL

La formulación y puesta en vigencia de un código de práctica de plomería depende normalmente de la disponibilidad de sistemas públicos de abastecimiento de agua y de alcantarillado. A menos que se esté causando molestias a las propiedades vecinas, es difícil justificar una interferencia excesiva sobre quienes, ante la ausencia de servicios públicos, construyen sus propios sistemas domésticos de abastecimiento de agua y disposición de excretas.

Sin embargo, existen ciertas circunstancias bajo las cuales puede ser deseable alguna forma de control intermedio. Estas podrían incluir situaciones en las cuales, si bien no se cuenta de inmediato con tuberías públicas de agua ni alcantarillas, se planea instalarlas en un futuro cercano (por ejemplo, en las afueras de un pueblo en expansión donde la ampliación del sistema público es inminente) o aquellas otras situaciones en las cuales se ha construido el sistema de abastecimiento de agua pero no el de alcantarillado.

En tales casos, será más económico a largo plazo, tanto para el usuario individual como para la empresa, si todo sistema privado intermedio se diseña e instala de tal manera que pueda incorporarse a los servicios públicos de agua y alcantarillado (cuando finalmente se disponga de éstos) mediante una mínima adaptación que lo convierta en un sistema de plomería con todos los requisitos exigidos por el código. Por ejemplo, una casa particular podría obtener su abastecimiento de agua de un pozo dentro de la propiedad del cual se bombeará agua hasta un tanque en el techo, distribuyéndola luego hasta los aparatos en el interior del inmueble mediante un sistema interno de tuberías. Obviamente será ventajoso si, cuando en el futuro el agua llegue a la propiedad a través de tuberías públicas, todo lo que se tenga que hacer sea llevar una conexión hasta el mismo tanque y desconectar la bomba del pozo. Esto podrá hacerse adecuadamente sólo si el sistema interno de tuberías y los aparatos cumplen desde un principio con las disposiciones pertinentes del código de plomería.

En forma similar, el desagüe que desemboca en un tanque séptico, o pozo negro, debe diseñarse e instalarse de tal manera que pueda ser desviado hacia una futura alcantarilla que parta desde un buzón adecuado sin que sea necesario realizar otra alteración, aparte de la desconexión y el rellenado del foso de disposición.

Una forma de saneamiento particularmente adecuada para ciudades superpobladas es la letrina de agua (Figura 16), que consiste de un tanque séptico subterráneo sobre el cual se construye una serie de letrinas individuales cuyas tuberías de salida descienden verticalmente atravesando el techo del tanque y se descargan bajo la superficie del líquido séptico. Una letrina de agua adecuadamente diseñada, construida y mantenida puede satisfacer las necesidades de cuatro o más familias, contando cada una con su propio compartimento privado con su letrina. Los sólidos fecales se descomponen y se licúan siendo el efluente líquido

comparativamente inocuo. Sin embargo, en condiciones de superpoblación, para las cuales es especialmente adecuado este tipo de disposición de desechos, incluso el retiro de este líquido puede presentar un problema si el subsuelo es impermeable.

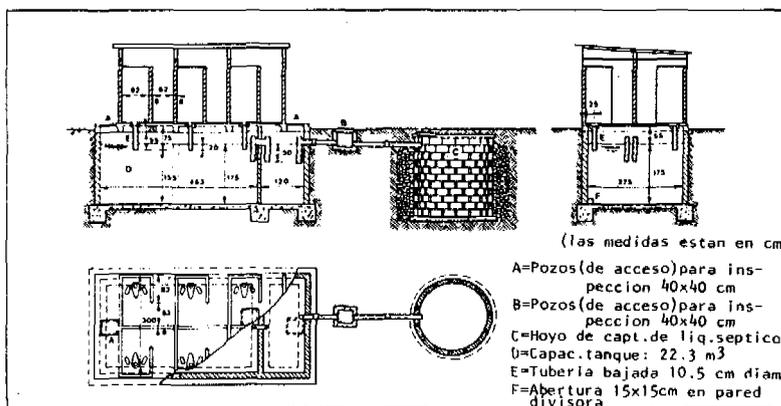


Figura 16
 Letrinas Comunales

Puede construirse un sistema de desagüe para recolectar el efluente de una serie de letrinas de agua por una fracción del costo que demandaría la construcción de alcantarillas; como solamente se descarga líquidos y no existe en consecuencia peligro de atoros, puede usarse para el desagüe tuberías de pequeño diámetro. Sin embargo, si se planea en el futuro instalar un sistema de saneamiento convencional con transporte por agua - es decir, inodoros con tanque y alcantarillas - estos desagües de recolección de efluentes quedarán completamente inutilizados pues no son adecuados para transportar aguas residuales con desechos sólidos.

Como se puntualizó en el Capítulo 2, el primer objetivo o principio de la plomería es que todo inmueble ocupado debe tener un sistema interno de abastecimiento de agua; hasta que esto se consiga, la "plomería" en el sentido en que se utiliza en estos lineamientos es imposible. Existen varias etapas intermedias entre el uso de una fuente natural sin protección y el logro de este objetivo. La primera mejora que puede realizarse en una comunidad es el suministro de una fuente segura de abastecimiento (por ejemplo, un pozo o un manantial protegido) de la cual tiene que extraerse el agua; la segunda puede ser el suministro de una bomba de mano u otro dispositivo mediante el cual el agua puede recibirse directamente en el recipiente para su acarreo. La siguiente etapa puede ser el establecimiento de un punto central hacia el cual se bombea el agua, almacenándola allí y de ser posible clorándola antes de su distribución en el mismo punto. Una mejora posterior se produce cuando el agua tratada es llevada por tuberías hasta fuentes públicas cerca a los hogares de quienes las utilizarán para recolectar su agua; otra etapa intermedia es llevar el agua por tuberías hasta una fuente particular dentro de cada inmueble o condominio. La etapa final antes de la instalación de un sistema de plomería y sus diferentes aparatos y accesorios, es la instalación de un solo grifo dentro de la casa, generalmente sobre un lavadero de cocina.

Cada una de estas etapas marca una mejora en la situación de la salud ambiental, siendo probablemente las dos más significativas la protección inicial de la fuente y el transporte del agua hasta cada inmueble, eliminando de esa manera la necesidad de acarrear el agua y almacenarla dentro de la casa. Algunas veces se obvian algunas de estas etapas (o todas); por ejemplo, cuando se instala un sistema público completo de abastecimiento de agua en una comunidad que anteriormente no tenía una fuente protegida. Pero lo más común es que las limitaciones económicas hagan necesario suministrar un servicio algo más restringido inicialmente, de manera que el sistema de abastecimiento de agua crezca y avance junto con la mejora en las condiciones sociales de la comunidad.

En estas circunstancias, es importante no perder de vista la meta de brindar un abastecimiento interno de agua para cada casa, asegurándose que cada etapa de mejora se implemente teniendo en mente el paso siguiente. Por ejemplo, cuando se tiendan las tuberías para llevar agua hasta las fuentes públicas, ellas deben ser de un tamaño no sólo adecuado para servir a las fuentes públicas, sino que deben tener una capacidad de transporte suficiente para permitir que posteriormente se instalen conexiones domiciliarias. Si esto no se hace, es posible que se logre algún pequeño ahorro en lo inmediato, pero la necesidad de reemplazar estas tuberías por otras de mayor diámetro será definitivamente un obstáculo para la implementación de la siguiente etapa de mejora.

Existen otros factores, aparte de los costos de instalación, que pueden detener con bastante razón las mejoras en una etapa intermedia. En las áreas superpobladas o en las barriadas, el costo potencial de la plomería interna podría ser fácilmente mayor que el valor de las propiedades que van a recibir el servicio, por lo que entonces sería lógico detener las mejoras en el abastecimiento de agua en la etapa de fuentes públicas hasta que se implemente la renovación y remodelación de las condiciones de vivienda antisaneitarias. Sin embargo, las enfermedades epidémicas no esperarán a la planificación urbana, siendo precisamente quienes viven en condiciones más hacinadas los que más necesitan de instalaciones para su higiene personal, el lavado de su ropa, etc. Por lo tanto, el suministro de letrinas, casas de baño y lavanderías comunales puede considerarse correctamente como una etapa intermedia del saneamiento, justificándose sus gastos con la mejora en la salud pública en su conjunto y en la salud de cada uno de los que hagan uso de estas instalaciones.

La plomería instalada en estos servicios comunales debe ser más robusta que la de los predios privados, debiéndose tomar precauciones de diseño contra el vandalismo, el hurto y el mal uso. Particularmente los grifos de bronce son objeto de hurto si pueden desenroscarse fácilmente, por lo que vale la pena perforar un agujero en la unión roscada asegurándola con un tornillo prisionero o un remache. Las fuentes y las tuberías superficiales pueden empotrarse en concreto, aunque de esa manera se hará más difícil su mantenimiento; los tanques de alto nivel de los inodoros y las válvulas de control de las duchas deben instalarse por encima del cielo raso, dejando visibles solamente la cadena y la llave en el compartimento. Los asientos de los inodoros con taza en pedestal

pueden hacerse de madera, que sea difícil de quebrar, en vez de plástico, y de preferencia no deben ser articulados sino fijos y abiertos en el frente. Las válvulas de control, ubicadas ya sean en cajas subterráneas o instaladas dentro del inmueble, quedan mejor protegidas en cajas con llave. Deben tomarse consideraciones similares en el diseño de instalaciones verdaderamente públicas, como aquellas construidas en mercados y otros lugares de reunión del público.

Existen varios tipos de fuentes públicas: su elección debe estar regida por su adecuación al uso local. El tipo más simple y barato - una tubería vertical galvanizada sobre la cual se instala uno o dos grifos - es también el que más agua desperdicia y el que más probablemente sea mal usado. Además del muro de protección drenado e inclinado que debe rodear a toda fuente pública, es preferible que se moldee un escalón o plataforma debajo de cada grifo, para que solamente haya una brecha de unos cuantos centímetros entre el agua que emerge y el extremo superior de los recipientes de acarreo de agua más comúnmente usados (frecuentemente latas de kerosene o vasijas de arcilla de fabricación local), reduciendo de esa manera al mínimo el desperdicio. Más aún, si el recipiente es alzado de esta manera, es más fácil ponérselo sobre el hombro o la cabeza para transportarlo, y al existir un apoyo directo se evita que las personas cuelguen sus baldes poniendo las asas sobre el grifo (véase la Figura 17).

Las llaves de las tomas de agua, o grifos, pueden ser del tipo convencional, roscados, que frecuentemente se dejan abiertos entre una persona y otra, o del tipo accionado con resorte. Este último tipo, en teoría, se cierra tan pronto como el usuario deja de presionar, pero el ingenio local lo convierte rápidamente en un grifo siempre abierto, utilizando un pedazo de cuerda o alambre y una cuña de madera. Si se les coloca pegados a una pared vertical de concreto o de mampostería, será más difícil que hagan esto ya que no habrá el suficiente espacio. Así, además, se alarga la vida del grifo ya que la presión deberá aplicarse horizontalmente en vez de verticalmente. Existen en el mercado varios tipos patentados de grifos a prueba de desperdicios que entregan una cantidad fija de agua presionándolos una sola vez, pero no son baratos y sólo los más robustos soportan el uso continuo.

La plomería de las letrinas, casas de baños y lavanderías comunales debe cumplir con los principios generales del código respecto a conexiones cruzadas, sifonaje, etc. El suministro de tanques de almacenamiento asume mayor importancia pues la mayoría de estos inmuebles están sujetos a usos-pico; al contar cada uno con su propio tanque de almacenamiento, se emparejan los flujos, lo que a su vez permite economizar en las tuberías de distribución y en las conexiones. Por esta misma razón, es común que en muchas áreas áridas se brinde almacenamiento a grupos de fuentes públicas.

Como en todos los sistemas de plomería, el mantenimiento de las instalaciones dependerá sobre todo de la cooperación de quienes las usan. Vale la pena realizar considerables esfuerzos en crear un

sentimiento de propiedad comunal y orgullo de posesión (especialmente entre los niños, mediante, por ejemplo, charlas en los colegios), de tal manera que la cooperación se dé voluntariamente sin que sea necesario imponerla. De esta manera, las instalaciones sanitarias comunales podrán mantenerse limpias y sin daños con un mínimo de atención y supervisión.

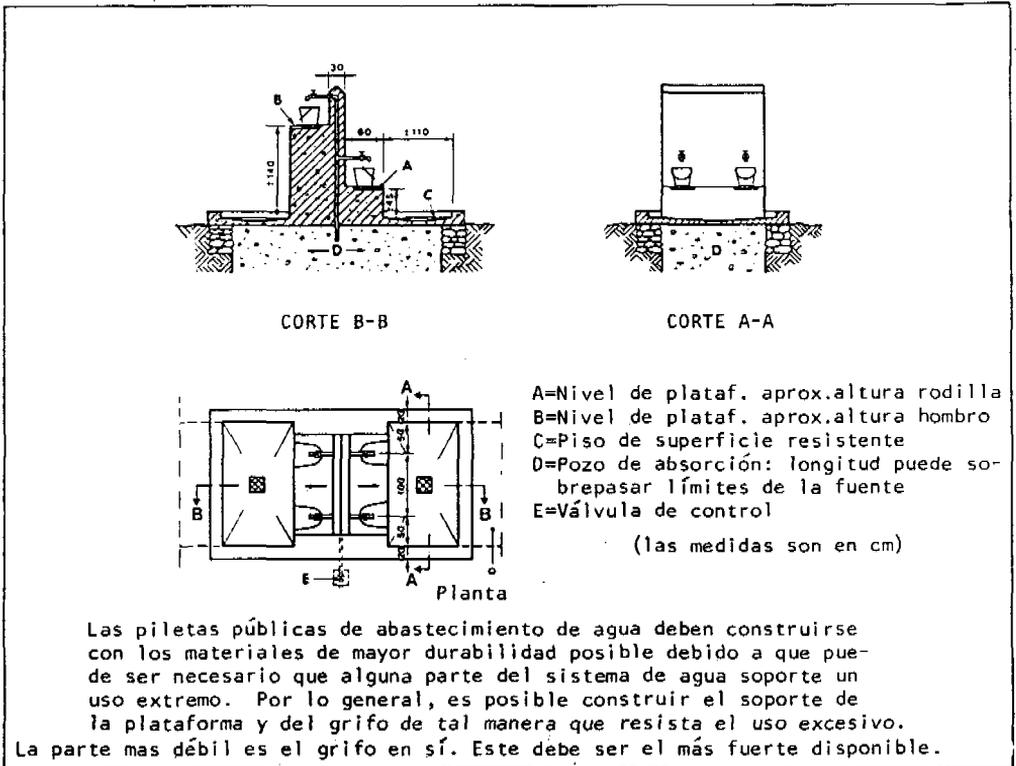


Figura 17
Posible disposición de piletas públicas de abastecimiento de agua

anexos

1. REVISORES

- Sr. M.A. Acheson, Asesor Regional, División de Salud Ambiental, Oficina Regional OMS para el Sudeste Asiático, Nueva Dehli, India.
- Dr. R.G. Allen*, Director, Centro de Investigación de Recursos Hídricos, Henley-on-Thames, Oxfordshire, Inglaterra.
- Sr. J.A. Andu, Gerente General, Corporación de Abastecimiento de Agua de Nigeria Occidental, Ibadan, Nigeria.
- Sr. S. Arlosoroff, Comisionado Adjunto de Recursos Hídricos, Comisión de Recursos Hídricos, Ministerio de Agricultura, Tel Aviv, Israel.
- Dr. R.C. Ballance, Ingeniero Sanitario, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza.
- Sr. R. Barrett, Funcionario Regional, Programa de Abastecimiento de Agua, Oficina Regional de la OMS para Africa, Brazzaville, El Congo.
- Sr. F.A. Butrico, Jefe, División de Salud Ambiental, Oficina Sanitaria Panamericana/Oficina Regional de la OMS para las Américas, Washington, DC, EUA.
- Prof. C. Chayabongse, Asesor en Ingeniería, Corporación de Financiamiento Industrial de Tailandia, Bangkok, Tailandia.
- Prof. R.O. Cordon, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, Universidad de San Carlos, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Sr. A. Coutinho, Río de Janeiro, Brasil.
- Dr. U.P. Gibson, Gerente General, Autoridad de Abastecimiento de Agua de Guyana, Georgetown, Guyana.
- Sr. M.L. Gupta, Director (Abastecimiento de Agua), Comisión de Planeamiento del Gobierno de la India, Nueva Delhi, India.
- Dr. K.E. Hakim, Profesor de Química Ambiental, Instituto de Altos Estudios de Salud Pública, Universidad de Alejandría, Egipto.
- Dr. G.P. Hanna, Jr., Decano, Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad de Nebraska, Lincoln, Nebraska, EUA.
- Sr. R.R. Harcourt, Director Adjunto (Salud Ambiental), División de Salud Pública, Departamento de Salud, Wellington, Nueva Zelandia.

- Sr. S. Hosoda, Consejero Adjunto, Oficina de Obras Sanitarias, Gobierno Metropolitano de Tokio, Japón.
- Sr. O.I. Illustre, Gerente General Adjunto de Operaciones, Sistema Metropolitano de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Manila, Filipinas.
- Sr. F. S. Kent, ex-Jefe, Planeamiento de Preinversión, División de Salud Ambiental, OMS, Ginebra, Suiza.
- Sr. Y. Kobayashi, Subjefe, División de Abastecimiento de Agua, Departamento del Medio Ambiente y de Abastecimiento de Agua, Ministerio de Salud y Bienestar, Tokio, Japón.
- Sr. Th.G. Martijn, Sub-Director, Instituto de Análisis e Investigación de la Corporación de Abastecimiento de Agua de los Países Bajos (KIWA) Ltda., Rijswijk, Países Bajos
- Dr. N. Matsuda, Ingeniero Jefe, Asociación de Obras Sanitarias del Japón, Tokio, Japón.
- Sr. R.E. Novick, Ingeniero Sanitario, Programa de Abastecimiento de Agua y Saneamiento, División de Salud Ambiental, OMS, Ginebra, Suiza.
- Sr. L.A. Orihuela*, ex-Jefe, Programa de Abastecimiento de Agua y Saneamiento, División de Salud Ambiental, OMS, Ginebra, Suiza.
- Sr. K. Ovesen, Director, Instituto Danés de Investigación sobre Edificaciones, Horsholm, Dinamarca.
- Dr. C. Ralinoro, Representante OMS, Yaoundé, República Unida de Camerún.
- Sr. I. Reichman, Consultor en Ingeniería, División de Salud Ambiental, Ministerio de Salud, Jerusalén, Israel.
- Sr. S. Sakazaki, Ingeniero Jefe del Centro de Control, Oficina de Obras Sanitarias, Yokohama, Japón.
- Sr. H.R. shipman, Asesor en Abastecimiento de Agua, Departamento de Servicios Públicos, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial), Washington, DC, EUA.
- Sr. O.A. Sperandio, Director, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Lima, Perú.
- Sr. A.D. Swisher, Oficina de Salud, División de Asistencia Técnica, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Washington, DC, EUA.

Sr. K. Suzuki, Ingeniero de Planeamiento, Miembro de la Federación de Industrias Hídricas del Japón, Japón.

Prof. K. Symon, Jefe, Departamento de Higiene General y Ambiental, Instituto de Higiene y Epidemiología, Praga, Checoslovaquia.

Dr. B. Teelock, Representante OMS, Nairobi, Kenya.

Sr. T.K. Tjiook, Centro Internacional de Referencia para el Abastecimiento Público de Agua, Voorburg, Países Bajos.

Sr. R.S. Wyly, Sección de Servicios de las Edificaciones, División del Medio Ambiente de las Edificaciones, Centro de Tecnología de las Edificaciones, AIT, Oficina Nacional de Estándares de los Estados Unidos, Washington, DC, EUA.

* Fallecido

Nota: Los cargos de los revisores son aquellos vigentes en el momento en que se hizo la revisión.

2. PROCEDIMIENTOS DE DESINFECCION PARA SISTEMAS DE PLOMERIA

La desinfección de un sistema de plomería normalmente se obtiene llenando el tanque de abastecimiento de todo el sistema interno de tuberías con una solución que contenga 50 partes por millón de cloro libre, y manteniéndola durante por lo menos 12 horas en el sistema para después dejarla fluir al desagüe. En circunstancias especiales, el período de permanencia puede reducirse a tres horas, pero la solución usada debe contener entonces por lo menos 300 partes por millón de cloro libre. Es posible usar otros desinfectantes efectivos en lugar del cloro, pero debe cuidarse que no sean tóxicos y que no tengan efectos adversos en las tuberías o accesorios. En la mayoría de casos se usa algún compuesto a base de cloro, tal como cloruro de cal o hipoclorito de sodio; en los párrafos siguientes se asumirá que el agente desinfectante es uno de estos compuestos.

Primero, es necesario calcular la cantidad de desinfectante a utilizar. Esto depende de dos factores: el volumen de agua contenida en el sistema mientras no se extrae agua del mismo y el porcentaje de cloro libre en el compuesto elegido.

La capacidad cúbica del sistema de tuberías se puede sólo obtener mediante las longitudes de las tuberías de diámetro diferente y multiplicándolas por las áreas de sus secciones transversales. Calcular la cifra con exactitud implica generalmente un proceso laborioso, por lo que es más práctico realizar un estimado generoso, pues es preferible que la solución desinfectante sea demasiado fuerte antes de que sea más débil de lo especificado. A la capacidad del sistema de tuberías debe sumársele el volumen de la cisterna de abastecimiento, así como el de todo tanque de descarga de agua conectado al sistema.

Para obtener una solución de 50 p.p.m., se necesitarán 50 gramos de cloro libre por cada 1000 litros (7 onzas por cada 1000 gal EUA; 8 onzas por cada 1000 gal RU). Debe conocerse la concentración del compuesto a utilizarse (sea éste sólido o líquido) para ajustar las cantidades del mismo según el porcentaje de cloro libre. Si, por ejemplo, el agente escogido es cloruro de cal, con un 25% de cloro disponible, se requerirán 200 gramos del compuesto por cada 1000 litros de solución (1.7 libras por 1000 gal EUA; 2 libras por 1000 gal RU). Si el compuesto viene en forma sólida, será conveniente disolverlo hasta formar un líquido espeso inmediatamente antes de utilizarlo.

Antes de empezar a aplicar la dosis, debe lavarse todo el sistema de tuberías, cortar el abastecimiento de la tubería pública y vaciar el sistema abriendo las válvulas de todos los accesorios. El espacio "muerto" que existe en el tanque de abastecimiento debajo del punto más bajo de salida de agua debe ser vaciado y limpiado. Antes de vaciar el sistema, debe notificarse a los ocupantes del inmueble sobre la duración esperada de la interrupción del abastecimiento, de

modo que puedan extraer y almacenar agua para usarla durante dicho período. También debe advertírseles que no utilicen ningún tanque de descarga u otro aparato mientras se viene llevando a cabo la desinfección.

Con todos los grifos cerrados se vuelve a dejar pasar agua de la tubería pública al tanque de almacenamiento y se le va añadiendo gradualmente el desinfectante preparado cerca a la válvula de bola que permite entrar el agua para asegurar una buena mezcla. La mayor parte del desinfectante, pero no todo, debe añadirse de este modo hasta que el tanque esté lleno. Entonces, debe dejarse correr el agua en cada aparato hasta que por ellos emerja el cloro (lo cual se nota por el olor), después de lo cual se cerrarán las llaves de los aparatos y se les dejará cerradas durante 12 horas. Los tanques de descarga deben hacerse funcionar hasta que se advierta que el agua que contenga es agua clorada. Entonces, debe volverse a llenar el tanque de almacenamiento hasta el tope (utilizándose el resto de desinfectante concentrado), tras de lo cual se cerrará otra vez el ingreso de agua.

Al término del período de contacto de 12 horas, se vuelve a vaciar el sistema por los aparatos, se vuelve a admitir agua de la tubería pública al tanque de almacenamiento, y se deja correr el agua por los grifos de los aparatos como los lavaderos o los lavabos hasta que no se sienta el olor ni el sabor del cloro. No es necesario hacer esto con los inodoros y otros aparatos en los que el agua no se utilizará para beber ni entrará en contacto con la piel.

En los inmuebles en los que no existan tanques de almacenamiento y el agua llegue a los aparatos directamente de las tuberías a presión del sistema público, el procedimiento es más complejo, precisando el uso de una bomba impulsora, por lo que generalmente será llevado a cabo por las autoridades sanitarias o por terceros que cumplan con los requerimientos especiales que impartan las mismas.

3. CALCULO A BASE DEL METODO DE "UNIDAD DE APARATO" PARA VIVIENDAS MULTIFAMILIARES

El concepto "unidad de aparato" se refiere a un método para calcular las dimensiones del sistema de tuberías de agua y desagüe en inmuebles grandes; mediante la aplicación de este método se puede obtener alguna reducción en los costos de construcción. Teóricamente, todas las tuberías deberían ser de un tamaño tal que fueran capaces de atender todos los aparatos a los que están conectados, aún cuando todos los otros aparatos del inmueble estén siendo utilizados al mismo tiempo. En la práctica, la probabilidad de que todos se usen al mismo tiempo es remota, por lo que los criterios de diseño del sistema de tuberías pueden flexibilizarse para tomar en cuenta esta circunstancia.

A cada tipo de aparato se le asigna un valor de "unidad de aparato" (u.a.), valor que se basa en su índice de consumo de agua, en el tiempo durante el cual normalmente está en uso, y en el período promedio entre usos sucesivos. En el Cuadro 4 se dan algunos ejemplos de valores de "unidad de aparato" asignados a los aparatos más comunes. Al sumar estos valores, el total brinda una base para determinar el flujo que puede esperarse en una tubería de agua o desagüe a la que estén conectados dos o más aparatos. Luego, el total se reduce multiplicándolo por un factor, generalmente entre 0.6 y 0.7, dependiendo del grado de protección al uso simultáneo que se considere necesario en las condiciones locales.

Así pues, se suma el número total de u.a. conectadas a cada ramal de tubería, se le multiplica por el factor arriba mencionado, y el resultado se usa para calcular el flujo en las tuberías de agua y desagüe en concordancia con los cuadros respectivos, de los cuales se da algunos ejemplos más adelante. Si estos cuadros se incluyeran como parte del código de plomería, o como anexos al mismo, deben estar más detallados, con una lista más amplia que cubra toda la gama de valores que se puedan esperar para las unidades de aparatos. Se puede encontrar ejemplos en diferentes códigos nacionales, como aquellos que se incluyen en la bibliografía del Anexo 5.

Utilizándose el Cuadro 5, puede calcularse las dimensiones de las tuberías de agua siguiendo los principios normales de diseño (considerando tolerancias para pérdida de carga, fricción y otros factores). En el caso de aparatos que usan agua fría y caliente (como bañeras y lavaderos), se debe asumir, para propósitos de diseño, que usan igual cantidad de cada una; de esa manera, una bañera o tina se contará como 1 u.a. en el sistema de agua fría y como 1 u.a. en el de agua caliente. Las dimensiones de las tuberías de agua fría y caliente se calcularían de acuerdo a estas cifras, mientras que para el diseño de las tuberías de desagüe se utilizaría la cifra de 2 u.a.

Utilizándose el Cuadro 6, puede calcularse las dimensiones de las tuberías de desagüe externas e internas, según el número total de aparatos que se descargan en cada sección, teniéndose siempre en cuenta que las tuberías de desagüe enterradas no deben tener un diámetro menor que 100 mm (4 pulg) y que ninguna tubería o ramal interno cuyo diámetro sea menor que 80 mm (3 pulg) debe transportar la descarga de más de dos inodoros.

En algunos países de habla francesa se usa un método diferente al de unidades de aparatos para calcular los flujos. Este método asigna valores individuales de flujo a cada aparato, multiplica el flujo acumulado obtenido de esta manera por un factor de uso simultáneo obtenido de un nomograma y una curva, y elige las dimensiones de las tuberías acudiendo a tablas con valores precalculados. Este método se describe en forma detallada en el libro "Traité Pratique de Plomberie" de H. Charlent (véase bibliografía en el Anexo 5).

Quadro 4

Valores de "unidad de aparato" para los aparatos comúnmente utilizados en las instalaciones sanitarias

Accesorios	u.a.
Bañera o ducha	2
Ridet	2
Lavadora (automática)	3
Fuente de agua	3
Lavadero de cocina	1-1/2
Urinario o Inodoro (con tanque de descarga)	3
Urinario o Inodoro (con válvula de limpieza de descarga)	6
Lavabo o Lavatorio	1

Quadro 5

Demanda pico de agua de los aparatos utilizados en las instalaciones sanitarias

No. de u.a.	l por seg	EUA gal/min	RU gal/min
5	0.23	3.65	3.04
10	0.34	5.39	4.49
20	0.54	8.56	7.14
50	1.13	17.94	14.93
100	1.67	26.51	22.07

Cuadro 6

Cargas máximas en "unidades de aparato" para ramales horizontales de instalaciones y tuberías de desagüe o alcantarillas de edificios

Diámetro de la tubería de desagüe		Ramal de la instalación	Desagüe o Alcantarilla de Edificio			
			Pend. mín. 2% (1 en 50)	Pend. 0.5% (1 en 200)	Pend. 1% (1 en 100)	Pend. 2% (1 en 50)
mm	pulg.	u.a.	u.a.	u.a.	u.a.	u.a.
32	1-1/4	1	-	-	-	-
40	1-1/2	3	-	-	-	-
50	2	6	-	-	-	26
65	2-1/2	12	-	-	-	31
80	3	32	-	36	42	50
100	4	160	-	180	216	250
150	6	620	-	700	840	1000
200	8	1400	1400	1600	1920	2300

4. INTENSIDAD DE LA PRECIPITACION PLUVIAL Y DRENAJE DE TECHOS

Las variables que se deben tener en cuenta al seleccionar el tamaño de los canales para aguas pluviales son:

1. La intensidad de las precipitaciones pluviales
2. La pendiente que se va a dar a las canaletas
3. El área de techo que va a ser drenada por cada canaleta

Desde un punto de vista práctico, se debe asumir un límite superior para la intensidad de las precipitaciones pluviales; durante chaparrones con concentraciones superiores a la asumida, el exceso de precipitación se desbordará de las canaletas, pero ese desborde al caer añadirá comparativamente poco al diluvio general. En los cuadros ilustrativos que se presentan a continuación, se ha asumido una intensidad máxima de 100 mm (4 pulg) por hora, una cifra elevada. En los diferentes códigos, tendrán que volverse a calcular las cifras para adecuarlas a una intensidad que se considere realista bajo las condiciones locales.

La pendiente de la canaleta estará limitada por la distancia vertical entre el alero y la canaleta en el extremo inferior del tramo. Si esta distancia es mucho mayor que el diámetro de la canaleta, vientos aún bastante moderados sacarán, al soplar, pequeñas descargas de lluvia fuera de la canaleta. Puede tomarse como promedio una pendiente de 1% (1/8" por cada pie del tramo), en cuyo caso un alero con una longitud de 10 metros dará como resultado una distancia vertical de 10 cm (4" en 33'). Longitudes apreciablemente mayores que ésta requerirán dos o más bajantes, con el consecuente incremento en el costo. En el Cuadro 7, se muestran las áreas de tejados que pueden ser drenadas por canaletas instaladas con pendientes de 0.5%, 1% y 2%, con el fin de permitir la comparación. Este cuadro puede ajustarse para considerar otras pendientes permitidas en el código y, de igual manera, puede ampliarse según sea necesario para abarcar canaletas de diámetros mayores.

El área de tejado a drenarse se calcula sobre la base de la proyección horizontal de un tejado inclinado, no sobre la base de su superficie real.

El Cuadro 8 muestra el área máxima de tejado que puede ser drenada por cinco tamaños comunes de bajantes cuando la intensidad de precipitación pluvial es de 100 mm (4 pulg) por hora. Estos son adecuados para recibir la descarga tanto de canaletas como de techos planos drenados directamente a estas bajantes. Las cifras deben ser reajustadas para aplicarlas a descargas de tormentas de diferente intensidad, según las condiciones locales y la experiencia.

El Cuadro 9 muestra el área total de tejado, la descarga que puede ser transportada por drenajes "horizontales" (superficiales o subsuperficiales) a los que están conectados uno o más bajantes verticales y que también pueden servir para drenar áreas pavimentadas, como patios por ejemplo. Se ha asumido la misma intensidad de precipitación pluvial y se han tabulado tres gradientes: 1%, 2% y 4%. Nuevamente, aquí se deberá realizar las enmiendas y extrapolaciones respectivas para adecuarse a las condiciones locales y a los requerimientos del código.

Cuadro 7

Áreas de tejado drenadas por canaletas semicirculares

Intensidad de precipitación pluvial: 100 mm (4") por hora

Diámetro de la canaleta		Área de tejado drenada con canaletas con pendiente de:					
		0.5% (1 en 200)		1% (1 en 100)		2% (1 en 50)	
mm	pulg	m2	pie2	m2	pie2	m2	pie2
80	3	16	170	22	240	32	350
100	4	33	360	47	510	67	720
125	5	58	625	82	880	116	1250
150	6	89	960	126	1360	178	1920

Cuadro 8

Áreas de tejado drenadas mediante bajadas verticales
Intensidad de precipitación pluvial: 100 mm (4") por hora

Diámetro de la bajante		Área de tejado drenada	
mm	pulg	m2	pie2
50	2	65	700
65	2-1/2	120	1300
80	3	205	2200
100	4	430	4600
150	6	1255	13500

Cuadro 9
Capacidad de drenajes pluviales horizontales

Intensidad de la precipitación pluvial: 100 mm (4" por hora)

Diámetro de drenes		Area a drenarse con una pendiente de:					
		1% (1 en 100)		2% (1 en 50)		4% (1 en 25)	
mm	pulg	m ²	pie ²	m ²	pie ²	m ²	pie ²
80	3	75	820	110	1180	150	1620
100	4	175	1880	245	2640	350	3770
150	6	495	5350	700	7550	995	10700
200	8	1070	11500	1515	16300	2135	23000

5. BIBLIOGRAFIA

Las siguientes son algunas sugerencias de fuentes adicionales de información sobre diversos aspectos de los temas discutidos en estas guías. La lista no es muy amplia y debe ser tomada como referencia de ejemplos representativos de una literatura numerosa sobre plomería, códigos de práctica y problemas afines, en diferentes idiomas y la relación con diferencias de orden geográfico y otras condiciones.

1. Códigos de Prácticas y Códigos Modelo Nacionales

CANADA, NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA, ASSOCIATE COMMITTEE ON THE NATIONAL BUILDING CODE. Canadian Plumbing Code 1970. Primera impresión 1971 y subsiguientes revisiones. Ottawa.

CZECHOSLOVAK STATE STANDARD. Water Supply in Buildings (CSN 73 6660) 1966; también subsiguientes normas relacionadas a materiales. Praga.

DEUTSCHER VEREIN VON GAS-UND WASSERFACHMANNERN. Richtlinien für den Anschluss von das Trinkwasser gefährdenden Geräten und Anlagen, Arbeitsblatt W 503, 1966. También otras guías relacionadas a diversos aspectos de plomería. Frankfurt.

INDIAN STANDARDS INSTITUTIONS. National Building Code of India 1970. Group 5, part IX, Plumbing Services. Nueva Dehli.

LAWS OF MALAYSIA. Act 133, Street, Drainage and Building Act. Kuala Lumpur. 1974.

PERU, Reglamento Nacional de construcciones. Instalaciones sanitarias interiores, D.S. No. 063-VI, 15 de diciembre de 1970. Lima.

SWAZILAND. Drainage Regulations. High Commissioner's Notice No. 50, 1961.

TRINIDAD AND TOBAGO. National Plumbing Code. Regulations made under the Water and Sewerage Act 1965, Sec. 66(7), y publicada por el Water and Sewerage Authority.

U.S.S.R. STATE COMMITTEE FOR CONSTRUCTION OF THE COUNCIL OF MINISTERS OF THE USSR (GOSSTROJ SSSR). Building Norms and Regulations; Water Supply in Buildings (SNiP II-G.1-70) y Wastewater and Drainage Systems in Buildings (SNiP II-G.4-70). Moscú.

U.K. MINISTRY OF HOUSING AND LOCAL GOVERNMENT. Model Water Byelaws. Londres, H.M. Stationery Office, 1966.

U.S. NATIONAL ASSOCIATION OF PLUMBING, HEATING AND COOLING CONTRACTORS. National Standard Plumbing Code, Washington, D.C., 1971.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF PLUMBING AND MECHANICAL OFFICIALS.
Uniform Plumbing Code. Los Angeles, 1970.

2. Normas para Materiales de Plomería

Se han promulgado normas para una gran variedad de materiales de plomería por la Organización Internacional para la Normalización (ISO), Ginebra, y por cuerpos nacionales afiliados de promulgación de normas en 62 de sus países miembros.

3. Estudios de Problemas Especiales

Conexiones Cruzadas U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, WATER SUPPLY DIVISION. Cross-connection control manual. Washington, D.C. 1973 (EPA-430/9-73-002).

Sifonaje (retro-sifonaje) U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT. Report of the Committee on Backsiphonage in Water Installations. Londres, H.M. Stationery Office 1974.

Conservación ILBERG, H. et al. Water conservation measures in plumbing. 1st-5th progress reports. Tel-Aviv, The Standards Institution of Israel, 1971-1974.

Tuberías de plástico Health aspects relating to the use of PVC pipes for community water supply. A report of a Consultant Group. La Haya, International Reference Centre for Community Water Supply, 1973 (Technical Paper Series 4).

Descarga dual cisternas para inodoros SOBOLÉV, A. & LLOYD, C. J. Trials of dual-flush cisterns. Journal of the Institution of Water Engineers, 18: 53-58 (1964).

Plomo AINSWORTH, R. G. et al. Lead in drinking water. Medmenham, Bucks, Water Research Centre, 1977 (Technical Report TR 43).

Environmental health criteria 3: Lead. Publicado bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1977.

4. Algunos Libros de Texto Generales sobre Plomería

FARRITT, H. E. Plumbing, 3rd ed. Nueva York, McGraw-Hill, 1960.

CHARLENT, H. Traité pratique de plomberie et d'installation sanitaire comportant la réglementation des installations d'eau et de gaz dans immeubles d'habitation, 12 éd. mise à jour. Paris, Garnier, 1973.

COE, A. L. Water Supply and Plumbing Practices in Continental Europe, Hutchinson Benham, Londres, 1978.

FAIR, G. M., GEYER, J. C. & OKUN, D. A. Water and wastewater engineering, Vol. 1, Water supply and wastewater removal, Nueva York, Wiley, 1966.

PAZ MAROTO, J. & PAZ CASANE, J. M. Abastecimientos de agua. Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1962.

TWORT, A. C., HOATHER, R. C. & LAW, F. M. Water supply, 2da ed. Londres, Arnold, 1974.

5. Algunas Publicaciones Relevantes de la OMS

COX, C. R. Operation and control of water treatment processes, Ginebra 1964 (Monograph Series No. 49).

International standards for drinking-water, 3ra ed., Ginebra, 1971.

LANOIX, J. N. & ROY, M. L. Manuel du technicien sanitaire, Ginebra, 1976.

OKUN, D. A. & PONGHIS, G. Community wastewater collection and disposal, Ginebra 1975.

RAJACOPALAN, S. & SHIFFMAN, M. A. Guide to simple sanitary measures for the control of enteric diseases, Ginebra, 1974.

Surveillance of drinking-water quality, Ginebra, 1976 (Monograph Series No. 63).

WAGNER, E. G. & LANOIX, J. N. Excreta disposal for rural areas and small communities, Ginebra, 1958 (Monograph Series No. 39).

WAGNER, E. G. & LANOIX, J. N. Water supply for rural areas and small communities, Ginebra, 1959 (Monograph Series No. 42).

índice

- Abastecimientos agrícolas. 81
Abastecimiento intermitente. 4, 101
Abastecimientos no potables. 73, 101
Almacenamiento a nivel de terreno.
46, 63-65
Aire, "quiebre" de. 46-49, 67,
70-71, 81-83, 87-88, 90
Aislamiento. 49, 68
Aparatos. 7-9, 50-52, 60-62, 94-95,
117-120
Aparatos combinados. 51-52
Aparatos domésticos. 46-47
Aprendices de plomería. 17
Aprobación de planos. 17, 21-29
Arbitraje. 14, 18, 25-26
Áreas pavimentadas, drenaje de. 75,
85, 89, 122
Autoridades, agua y alcantarillado.
iii-v, 13-26
- Bajantes. 76-77, 121-123
Bombas reforzadoras. 4-5, 63-66
Bonos de rendimiento. 28
Buzones de inspección. 9, 24,
54-55, 61
- Cabezal de tolva. 55, 60-61, 90
Cálculo de unidades de aparato
117-120
Calidad de materiales. 17, 91-95
Calefacción central. 67-69
Calderos, agua caliente. 68-69
Cámaras de inspección. 53-54
Cámaras interceptoras. 55, 89
Canales de drenaje abiertos. 76
Canaletas. 54-55, 60-61, 89-90
Canon o tarifas, pago de. 14, 23
Capacidad de los sistemas. 58-59
Cerámica vidriada. 93-95
Certificados. iv, 18-19, 21, 23,
31, 95
Cisternas (tanques) de descarga.
50, 100-101, 105
Conexiones, a la alcantarilla.
41-42, 55, 76
Conexiones cruzadas. 21-22, 70-71,
81-82, 87
Conexiones indirectas. 10, 90
Coloración de las tuberías. 73
- Comité conjunto. 13-15
Conservación. 8, 77-78, 97-102
Contaminación. iv, 4, 46-47, 57,
70-71, 81
Corrosión. 8-9, 68-70, 91-93
Criterio del diseño. 39, 44, 57
Cumplimiento de las disposiciones
legales. 25-26, 98
- Demanda pico. 47, 63, 119
Desinfección. 36, 115-116
Detección de fugas. 77-98
Diámetro de las tuberías. 41, 43,
44, 52, 120, 122-123
Drenaje combinado, convenios. 41
Drenaje pluvial. 76-78, 121
- Edificios, agua usada durante su
construcción. 18
Edificios de varios pisos. 52,
63-65, 87, 101
Edificios públicos. 5, 69, 81-82,
101, 105
Electrólisis. 69, 91, 93
Emisión (otorgamiento) de permisos.
13-14
Empalme o unión de tuberías. 91-93
Erosión, prevención de la. 76
Estatutos. 14, 21-22, 33-34
Exámenes, de plomeros. 17-18
- Fabricación local de tuberías.
92-94
Fianza. 18, 28
Filariasis. 76
Formularios de solicitud. 22-23,
34-35
Fugas de agua. iii-iv, 5, 97, 102
Junta de Examinadores
- Grifos de interrupción automática.
49-50
Grifos de lavaderos de cocina.
49-50, 67
- Hospitales. 69-71, 81
- Infiltración. iv, 5, 37
Inicio del trabajo. 22-23

- Inodoro químico. 6-9, 77-78, 101
 Insectos. 5, 9, 46, 51, 53, 61-62, 77
 Inspecciones. 4-5, 17, 21-26, 29, 35
 Inspectores de edificios. 24, 46, 55
 Intensidad de lluvia. 121-123
- Junta de Examinadores. 14
- Letrina de agua. 104
 Licencia de los plomeros. 13-14, 28
 Límites. 24, 63-65
- Llaves de drenaje. 45-46
- Maestros plomeros. 17
 Manguera. 25, 46-47, 83
 Mantenimiento. 11, 42, 106-107
 Medidores de agua. 97-99
 Modelo de estatutos. 14, 33, 125-126
- Niveles de demanda. 55
 Normas nacionales. 13-15, 91
 Notificaciones. 28-29
- Objetivos del código. 3
 Oficial plomero. 17-18
 Organización Internacional para la Normalización. 73, 91-93, 126
 Orificios de limpieza. 54
- Peligros para la salud. iii-v, 3-6, 60, 68, 76, 81-86, 95, 101
 Penas. 25-26
 Permisos. 14, 25, 33
 Piletas públicas de agua. 104-107
 Planos, presentación de. 22-23, 34-37
 Plomería, expertos 14-15, 17-18
 materiales 11, 17, 28-29, 91-95
 ordenanza 13-15, 27-29
 principios 7-11
 sistemas iii-iv, 3-6, 7-11, 27
 textos 126-17
 trabajo (mano de obra) 17-19, 95
- Plomo en el agua. 91-93, 126
 Predios comerciales. 4, 10, 67, 70, 81-82, 84-85
 Predios industriales. 4-5, 10, 67 70-73, 81-90, 101
- Preparación y almacenamiento de alimentos. 5, 10, 29, 90, 95, 101
 Presión en las tuberías públicas. 5, 63, 10
 Presión fluctuante. 4-47, 63
 Presiones negativas. 50, 64, 88-89, 101
 Profundidad de la tubería de servicio. 41,
 Protección contra las heladas. 8, 41, 46-47, 49, 52-53, 55, 60
 Protección contra incendios. 67, 70-71, 101
 Protección de sistemas. 9-11, 64, 69, 87-90
 Protección de servicios. 42-43, 46, 93
 Prueba de revisión periódicas. 23, 29
- Ramales de salida común. 61, 62, 65
 Reboses. 9-10, 47-48, 65, 67
 Reflujo. 7, 9, 50, 73, 82, 83, 87, 90
 Relaciones públicas. 14, 99-102, 107
 Residuos deletéreos. 5-6, 9-10, 76-77, 81, 85, 93
 Residuos inflamables, véase "Residuos deletéreos"
- Sifonaje (retro-sifonaje). 7-8, 46, 71-72, 87, 90
 Sindicato de plomeros. 18, 95
 Sistemas comunales. 57, 103-107
 Sistemas de agua caliente. 10-11, 67-70, 92-93
 Sistemas de "aguas grises". 101
 Sistemas de "una tubería". 55, 60-61, 65, 90
 Sistemas duales. 4-5, 28-29, 67-74, 101-102
 Sistemas hidroneumáticos. 64-65
 Sistemas intermedios. 103-107
 Soldado de concreto. 76-77, 105, 106
 Solicitud de aprobación. 21-24, 28

Tanques, agua caliente. 68-70, 92
 Tanques de alimentación, agua caliente. 68-70
 Tanques de lavado de descarga dual. 100-101
 Tanques de presión. 64-65, 69
 Tarifas diferenciales. 99-100
 Tarifa por residuos industriales. 84
 Tejado (techo) plano. 47-48, 53-54, 76, 121
 Trampas de aceite. 85, 89-90
 Trampas de grasa. 76, 85, 89
 Tuberías. 61-62
 Tuberías de barro cocido (cerámica). 93
 Tuberías de bombeo. 88-89
 Tuberías de expansión. 67
 Tuberías de fierro galvanizado. 69, 91
 Tuberías de plástico. 53-54, 92-93, 126
 Tuberías, sistema exterior. 52-55, 61-62
 Unidades de calefacción. 67-69
 Válvulas de alivio de presión. 70
 Válvulas de bola (de flotador). 45-51, 63-64, 69
 Válvulas de contrapresión. 89
 Válvulas de control. 58, 106
 Válvulas de descarga general. 50
 Válvulas de flotador. 46, 86
 Válvulas de retención. 69, 83, 88-89
 Válvulas reductoras de presión. 64-65, 101-102
 Válvulas reguladoras de flujo. 87-88, 101
 Válvulas mezcladoras. 67, 69

Edición original en inglés
GUIDELINES ON HEALTH ASPECTS OF PLUMBING
1982

WHO International Reference Centre for
Community Water Supply and Sanitation

Traducción al español: Sr. Edward Cruz

Revisión Técnica: Ing. Edmundo Elmore

Coordinación Editorial: Centro Panamericano de Ingeniería
Sanitaria y Ciencias del Ambiente
CEPIS-OPS/OMS
Casilla Postal 4337
Lima 100, Perú

Este informe es publicado bajo la responsabilidad del Centro Internacional de Referencia de la OMS para el Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento. No representa necesariamente las decisiones o la política oficial de la Organización Mundial de la Salud.