

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

ABASTECIMIENTO DE AGUA MEDIANTE FUENTES PUBLICAS

SERIE DOCUMENTOS TECNICOS No. 13

ABASTECIMIENTO DE AGUA MEDIANTE FUENTES PUBLICAS: MANUAL DE DISEÑO

SERIE DOCUMENTOS TECNICOS No. 14

CENTRO INTERNACIONAL DE REFERENCIA  
PARA EL ABASTECIMIENTO PUBLICO DE AGUA Y SANEAMIENTO  
C/O. CAROLINA DE BOEKEN  
P.O. BOX 1011, 1000 AA THE HAGUE  
TELEFONO: 070 214311 EXT. 141, 142

ISBN 8937  
NO: 262.2 83AB

La Haya, Países Bajos  
Noviembre 1983

262-2-83AB-8937

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.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PREFACIO . . . . .	1
RECONOCIMIENTO . . . . .	3
RESUMEN . . . . .	5
I. INTRODUCCION . . . . .	11
II. ASPECTOS ECONOMICOS Y FINANCIEROS . . . . .	17
Generalidades . . . . .	17
Costo de los sistemas de fuentes públicas . . . . .	19
Selección de las normas de diseño . . . . .	22
Financiamiento . . . . .	24
III. ASPECTOS SOCIALES . . . . .	31
Servicio socialmente apropiado . . . . .	31
Planificación y aceptabilidad social . . . . .	32
Organización social . . . . .	37
IV. ORGANIZACION Y ADMINISTRACION . . . . .	39
Estructura institucional . . . . .	39
Requisitos y capacitación del personal . . . . .	43
Administración de la operación de las fuentes . . . . .	45
- Mantenimiento . . . . .	46
- Supervisión . . . . .	50
- Recaudación de cobranzas. . . . .	50
V. PARTICIPACION DE LA COMUNIDAD . . . . .	55
Participación en el planeamiento . . . . .	55
Implantación . . . . .	56
Participación en el funcionamiento y mantenimiento . . . . .	57
El uso del agua y el mejoramiento de la salud . . . . .	59
Organización de la comunidad . . . . .	60
VI. ASPECTOS TÉCNICOS . . . . .	63
Elección de tecnología . . . . .	63
Consumo de agua . . . . .	64
Hidráulica y capacidades . . . . .	65
Estructura y esquema de una fuente pública . . . . .	68
ANEXOS . . . . .	73
LISTA DE REFERENCIAS . . . . .	81
INDICE . . . . .	87



RECOLECCION DE AGUA

## PREFACIO

En reconocimiento de la importancia fundamental que tiene el abastecimiento de agua potable y el saneamiento en la promoción del desarrollo socioeconómico, los Países Miembros de la Organización de las Naciones Unidas han declarado el período de 1981-1990 como el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento. La meta consiste en proporcionar a todas las personas un abastecimiento adecuado de agua segura, y la disposición sanitaria de excretas para fines del Decenio. Si se espera alcanzar esta meta, será menester proporcionar agua a aproximadamente dos mil millones (2,000'000,000) de personas para fines del Decenio, a un costo estimado de cerca de 60 mil millones de dólares, basado en los costos per cápita existentes. Con base en ésta estimación, se puede anticipar que probablemente el costo sea una de las principales limitaciones al logro de los objetivos del Decenio. Por lo tanto, es imprescindible evitar que las perspectivas y la obtención de costosas opciones distraigan a las comunidades y de la obtención de las asequibles. Sin lugar a duda, toda comunidad querría ser abastecida con un sistema completo de conexiones domiciliarias. Pero esto no está al alcance de la mayoría de las comunidades de los países en vías de desarrollo. Para más de una comunidad, la solución más asequible y realista, al mismo tiempo que conveniente en el aspecto técnico, sería el sistema de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas. La presente publicación podría tener gran valor como guía para la planificación adecuada de dichos sistemas.

Se solía suponer que con sólo proporcionar un abastecimiento adecuado y seguro de agua potable a una comunidad, se obtendrían consecuentemente ciertos beneficios en el aspecto de la salud, así como de carácter socioeconómicos. Sin embargo, la evaluación de algunos proyectos de abastecimiento de agua ha demostrado que dichos beneficios no son necesariamente una consecuencia, ya que debido a problemas de índole sociocultural y administrativos, los abastecimientos de agua proporcionados quizás no sean utilizados como se previó. La presente publicación procura proporcionar al lector las pautas necesarias para superar tales problemas.

Este libro brinda ideas no sólo sobre los aspectos económicos y financieros de la planificación de sistemas de fuentes públicas, sino también sobre el aspecto social, organizativo y administrativo. Así mismo, trata acerca de la participación de la comunidad en la elección de tecnología, la operación y el mantenimiento. En realidad, este documento constituye una publicación

sobre el "software" de las fuentes públicas. El "hardware" se trata con mayor amplitud en el volumen complementario, titulado "Manual de Diseño" (CIR Documento Técnico No. 14).\*

La presente publicación interesará particularmente a los que toman decisiones, planificadores, administradores, trabajadores de la salud pública, y a los ingenieros responsables de la planificación e implementación de los abastecimientos de agua mediante fuentes públicas.

ALBERT WRIGHT

---

\* Ambos volúmenes se presentan juntos en la presente publicación.

## RECONOCIMIENTOS

Esta publicación es el resultado de un esfuerzo cooperativo. Se extiende un reconocimiento muy especial al Dr. D. T. Lauria, a los señores A. K. Roy y K. B. Ringskog y al Dr. A. T. White, por sus contribuciones a los aspectos tecnológicos, organizativos, económicos y sociales, respectivamente, de los sistemas de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas. El presente informe incluye también material revisado en una reunión de expertos internacionales celebrada en el mes de agosto del año 1977 en Achimota, Ghana. Sus participantes proporcionaron muchos comentarios y sugerencias útiles y se aprecia mucho su ayuda.

Un agradecimiento muy especial para Albert Wright, Profesor de la Universidad de Kumasi en Ghana, por su apoyo activo, así como por su colaboración, y a Arnold Pacey, quien en realidad trabajó admirablemente editando las diferentes contribuciones. Por último, se agradece profundamente la muy valiosa ayuda de Marylynn Bianco y Dick Mos en la finalización de este Documento Técnico.

La presente publicación y su volumen complementario "Manual de Diseño" (CIR Documento Técnico No. 14) es el resultado de un estudio encargado por el Banco Mundial. El Centro Internacional de Referencia desea aprovechar esta oportunidad para agradecer al Banco, y particularmente a los señores H. Shipman y J. M. Kalbermatten por su apoyo permanente a este estudio.

Eric L. P. Hessing  
Oficial de Programas

### Nota sobre la presente traducción:

La traducción al español del documento técnico 13 ha sido elaborada por la Srta. Virginia Aragón, practicante del programa de Traducción de la Universidad Ricardo Palma de Lima. Revisado y publicado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - CEPIS.



ABASTECIMIENTO DE AGUA MEDIANTE FUENTE PUBLICA



## RESUMEN

A menudo, las fuentes públicas se instalan como un primer paso en el desarrollo de un abastecimiento completo de conexiones domiciliarias. Sin embargo, para muchas personas de los países en desarrollo, la fuente pública podría bien ser el único abastecimiento de agua factible durante muchos años, particularmente en las áreas rurales, donde la distancia que existe entre las viviendas torna excesivamente costosas las conexiones domiciliarias, y en zonas marginales urbanas de bajos ingresos, donde se pueden esperar pocas entradas por el pago de servicios públicos.

Durante la planificación de los abastecimientos de agua mediante fuentes públicas, tiene que tenerse en cuenta la relación entre sí de muchos aspectos tecnológicos, económicos, organizativos y socioculturales. Las relaciones estrechas entre la estructura organizativa, la elección de tecnología, el financiamiento y la recaudación de impuestos, la operación y el mantenimiento, la participación de la comunidad y la organización local, requieren un enfoque integrado hacia la planificación de los abastecimientos de agua mediante fuentes públicas.

Las consideraciones económicas y financieras son las que determinan mayormente la decisión de instalar fuentes públicas. Sin embargo, también otros muchos factores influyen en la decisión, y es necesario analizar sistemáticamente todos los factores importantes para determinar cuál es el nivel de servicio económica y socialmente apropiado.

Las circunstancias en las que comúnmente se utilizan las fuentes públicas pueden sintetizarse de la siguiente manera:

- en los casos en que los fondos para abastecimientos de agua son sumamente limitados;
- en las áreas rurales, donde las conexiones domiciliarias requerirían extensiones de tuberías muy largas y costosas;
- en los tugurios de las zonas urbanas, donde es necesario mejorar las viviendas antes de hacer posible las instalaciones domiciliarias individuales.

Las fuentes públicas son apropiadas económicamente sobre todo en los lugares donde los fondos son muy escasos. Los gastos de capital que se necesitan para instalar un abastecimiento de agua mediante fuentes públicas es considerablemente menor que el que se requiere para un abastecimiento completo de agua mediante conexiones domiciliarias, particularmente cuando la población de la comunidad que va a ser atendida es menor a 5000 personas.

No obstante, el costo por volumen unitario de agua de las fuentes públicas es relativamente elevado, debido a la menor tasa de consumo por persona. El costo total de un sistema de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas varía enormemente, dependiendo ello de las obras de captación, el tratamiento y la longitud de las tuberías requeridas. El costo de la fuente pública en sí constituye una cantidad relativamente pequeña, pero también sufre variaciones considerables de acuerdo a los países y a las situaciones. Varía desde 20 a 50 dólares, que sería el costo de una fuente pública bastante simple utilizada en los pueblos rurales, hasta 200 a 500 dólares, que es el valor de las fuentes públicas de los asentamientos urbanos.

Para asegurar la ayuda necesaria del gobierno y del sector privado en términos de inversión de capital, es de utilidad el fortalecimiento de los argumentos sobre los beneficios para la salud y sobre costo-efectividad, demostrando que los consumidores están dispuestos a pagar por el agua, y a contribuir en el gasto de la construcción, operación y mantenimiento. En consecuencia, es imprescindible establecer una política clara de cobro, y desarrollar un método apropiado para la recaudación de las tarifas. En muchos casos, los costos podrían cubrirse parcialmente con las tarifas impuestas sobre las conexiones domiciliarias, y el resto podría derivarse de un impuesto sobre el agua, pagado por todo el mundo. El aumento gradual del número de conexiones domiciliarias, y en consecuencia el del nivel de servicio a la comunidad, con frecuencia influirá positivamente sobre la viabilidad financiera del sistema.

Un sistema de abastecimiento de agua tiene que insertarse dentro del patrón social de una comunidad, y por ende en las etapas de planificación y diseño; se tendrán que tomar en cuenta los diferentes factores socioculturales que a menudo influyen profundamente en el uso del agua.

Es muy importante que los planificadores traten de comprender los puntos de vista de los usuarios, sus necesidades con respecto al agua, sus costumbres y preferencias, así como la estructura social y organizativa de la comunidad. Todos estos factores influyen tanto en los aspectos técnicos como organizativos del diseño de un sistema de fuentes públicas.

La organización y administración constituyen elementos fundamentales de un abastecimiento de agua. La responsabilidad de éstos muchas veces es compartida: un ministerio del gobierno se hace cargo de la planificación y construcción, mientras que una autoridad local hace lo mismo con la operación y mantenimiento. La alternativa consiste en que tanto la planificación como la administración sean dirigidas por una autoridad unitaria encargada del agua, la que incluso contará con un grado elevado de autonomía con respecto al financiamiento.

Esta sería responsable ante el gobierno, y tendría que coordinar sus actividades con las autoridades locales y municipales. Siempre es necesario un marco legal que defina los deberes y derechos de las autoridades encargadas del agua, de los comités locales y de otras agencias que tienen que ver con la organización y administración del sistema de abastecimiento de agua.

La administración operativa comprende la operación, el mantenimiento, la supervisión, la recaudación de tarifas y el nexo de comunicación con los usuarios. Es fundamental que la organización del mantenimiento incluya una inspección regular, y un mantenimiento preventivo así como un servicio de reparaciones para cuando se produzca alguna falla. La supervisión será necesaria en los siguientes casos: donde haya escasez de agua, peligros de vandalismo y donde se tenga que pagar por el agua en el acto. La recaudación de tarifas, ya sea que se cobre periódicamente, o por volumen de agua consumido, deberá ser aceptable a la comunidad. En las etapas de planificación, implantación y operación, es de suma importancia la existencia de una comunicación amplia y abierta entre la agencia encargada del agua y la comunidad.

En general, el número de personal capacitado en los aspectos técnicos y gerenciales es escaso, particularmente en este último. Deberán establecerse programas de capacitación para toda la gama de personal especializado necesario.

La organización y administración de las fuentes públicas deberán incorporar una profunda participación comunitaria. Son elementos fundamentales la coordinación de las actividades a nivel local y un diálogo permanente con la población. El grado de participación comunal y el patrón de organización local determinarán si se requiere o no fortalecer la organización formal de la comunidad.

La fuente en sí es el punto intermedio entre la tecnología y las actividades humanas; es el lugar donde el usuario entra en contacto directo con las instalaciones técnicas del sistema. Por lo tanto, al diseñar una fuente pública, tendrá que prestarse la debida atención a los hábitos y a las preferencias de los usuarios con respecto al acarreo y uso del agua.

El acceso razonable a una fuente pública puede ser definido como un camino cuya distancia sea menor de 200 metros; en las zonas rurales, las distancias hasta de 500 metros podrían ser aceptables. Es preferible que la cantidad de personas que una fuente pública ha de servir no sea mayor de 250, y el número de usuarios por grifo deberá hallarse entre los 25 y 125.

El volumen de agua que se extrae diariamente de una fuente pública se halla entre los 20 y 60 litros per cápita. El consumo real de agua no sólo depende de las costumbres locales con respecto al

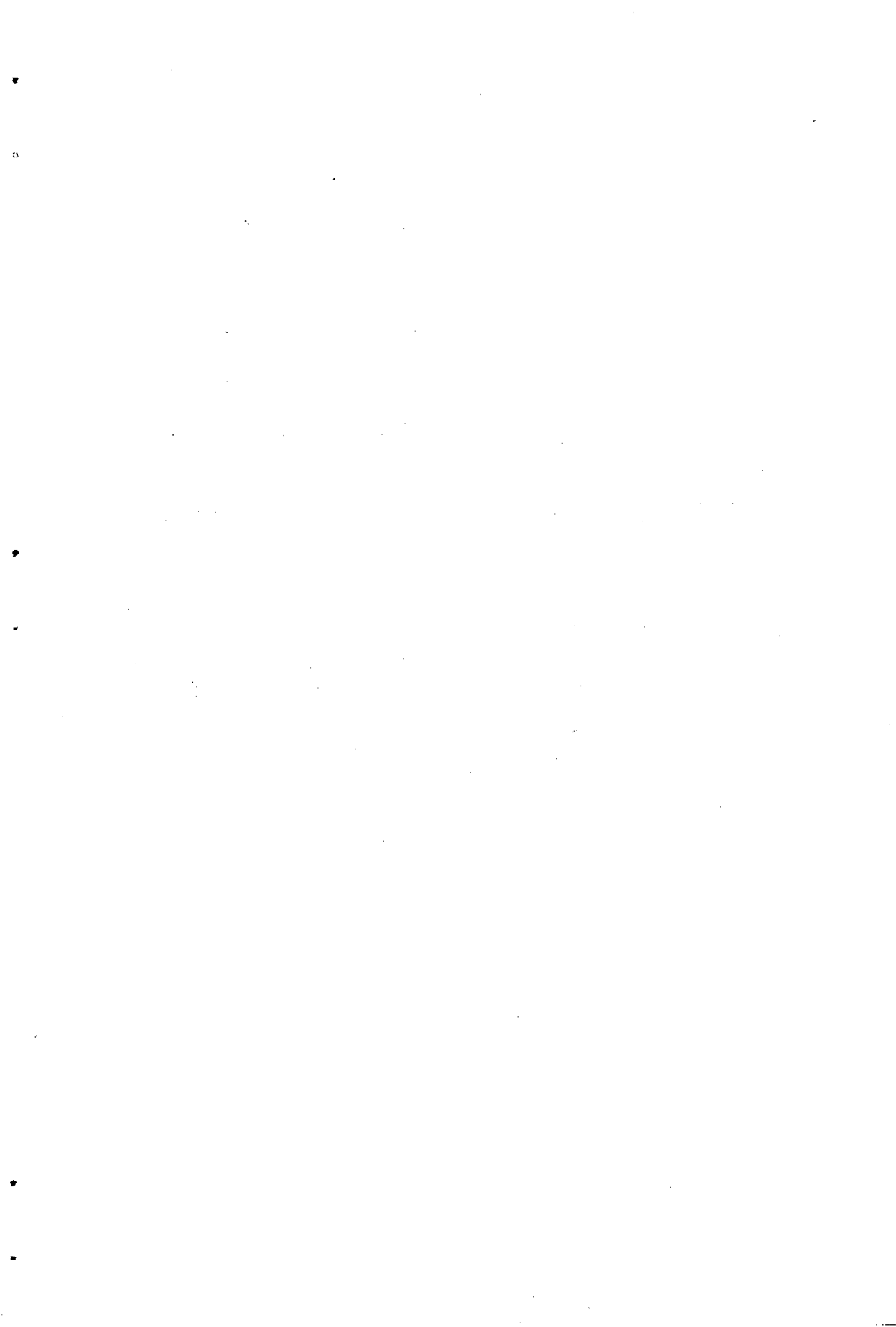
uso doméstico del agua, sino también de la disponibilidad de otras fuentes.

En muchos casos, sería adecuado un período de diseño de 15 a 20 años. El diseño inicial deberá, de preferencia, permitir el mejoramiento futuro del sistema, a través de la instalación creciente de conexiones domiciliarias.

Es imprescindible la provisión de un desagüe eficiente. El más simple consiste en un sumidero debajo del grifo, o próximo a la plataforma. También se podría instalar en la plataforma un canal de desagüe que conduzca las aguas drenadas hacia un tubo de descarga. Otra posibilidad sería utilizar las aguas servidas para dar de beber al ganado, en la irrigación o en la piscicultura.

Muchas veces se informa que el desperdicio de agua es uno de los principales problemas de las fuentes públicas. Sin embargo, resulta difícil cuantificar el desperdicio, y cuando se informa que las cifras son elevadas, puede suponerse que esto también incluye la fuga de agua en la red de tuberías. Es normal derramar algo de agua cuando se llenan los baldes y las latas. A menudo después de llenar un balde se deja abierto el grifo para llenar al que le sigue inmediatamente. En algunos casos, la causa del desperdicio de agua es el descuido de los usuarios, o el vandalismo. La solución al problema puede residir en el mejoramiento de la información pública, y de la organización comunitaria, en lugar de instalar un grifo sofisticado que prevenga el desperdicio de agua.

Algunos experimentos y cálculos han demostrado que las longitudes de las tuberías afectan mucho más el costo de un sistema de distribución que los diámetros de los tubos o el número de fuentes públicas. Por lo tanto, la red de tuberías deberá ser lo más corta posible, lo que a menudo dará como resultado redes ramificadas. Generalmente, el proveer algo de capacidad extra eligiendo tuberías de mayor diámetro e instalando algunas fuentes públicas extras constituye una buena inversión.





## I. INTRODUCCION

Se entiende por fuente pública una tubería de agua debidamente apoyada, conectada a un sistema de distribución de agua, y que termina en una llave o grifo, ubicada en un lugar público, del cual se puede obtener agua para uso doméstico y otros usos. En otras publicaciones se le asigna a esta clase de instalación diversos nombres, tales como: bocas de agua públicas, surtidores públicos, grifos públicos, piletas públicas, hidrantes públicos y tomas de agua comunitarias.\*

Muchas agencias de abastecimiento de agua localizadas en las áreas urbanas consideran que las fuentes públicas constituyen únicamente una etapa intermedia en el desarrollo de un sistema completo de abastecimiento de agua mediante conexiones domiciliarias. Esta política se originó en parte debido a la comprobación que los impactos que el agua tiene sobre la salud se incrementan, si las personas cuentan por lo menos con un grifo en sus propios hogares. En dichas circunstancias el agua se usará más libremente y conservará mejor su calidad. Otro aspecto que favorece la política de conexiones domiciliarias es el hecho de que es mucho más fácil recaudar los pagos por el agua de las personas que cuentan con ese tipo de conexiones que de los usuarios de una fuente pública; en consecuencia, son las primeras las que generalmente producen mayores ingresos.

No obstante, para muchas personas de un gran número de países, bien podría ser que el único método factible de abastecimiento de agua durante un período bastante largo sea una fuente pública. Esto resulta cierto sobre todo en las áreas rurales, donde el distanciamiento entre las viviendas hace que las conexiones domiciliarias sean bastante costosas debido a que se necesitan largas extensiones de tubería. Es probable que en este caso también se encuentren las áreas urbanas marginales de ingresos bajos, que por los servicios públicos que se les otorga producen a cambio rentas bastante reducidas.

Las dificultades que surgen al poner en operación una fuente pública se deben, frecuentemente, a la manera de administrar los abastecimientos de agua, a un diseño técnico poco apropiado

---

(\*) Nota de la traductora: Se reúnen aquí algunos de los términos actualmente en uso en diferentes países de Latinoamérica. La selección del término "fuentes públicas" se ha basado en documentos de la OMS y en el vocabulario establecido para la Red Panamericana de Información y Documentación en Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (REPIDISCA).

y a la escasez de los recursos con que se cuenta. Así mismo, existen otros problemas que se relacionan con la estructura institucional y organizativa, especialmente si las organizaciones que se encargan del abastecimiento de agua son varias y sus responsabilidades y áreas de acción no están bien definidas. Cuando esto ocurre, es posible que algunas funciones se repitan y otras se omitan por completo. Las fuentes públicas también se ven afectadas por algunos de los mismos inconvenientes por los que pasan otros servicios públicos o comunitarios.

En realidad son varios los factores que causan la mayoría de las dificultades. Por consiguiente, es necesario observar la situación en conjunto para poder dar solución a los problemas. El caso del desperdicio de agua en las fuentes públicas podrá ilustrar la afirmación anterior. La causa de que los grifos se dejen abiertos puede ser únicamente que los usuarios sean descuidados; sin embargo, también cabe la posibilidad de que sea difícil dar vuelta a la llave de los grifos porque su diseño o mantenimiento son deficientes, o porque el abastecimiento de agua sea intermitente, y los usuarios, al ver que el agua no corre del grifo, olvidan cerrarlo. Por estas razones la solución al problema del desperdicio del agua posiblemente dependa de las mejoras que se hagan al diseño técnico, a la administración de las fuentes (por ejemplo, mejorar el mantenimiento), a la educación de los usuarios, o a la organización local. Es muy probable que varias de estas mejoras se tengan que llevar a cabo simultáneamente.

Lo que se quiere hacer resaltar en este punto es que al igual que cualquier otra instalación de abastecimiento de agua, una fuente pública no es simplemente otro equipo técnico independiente, sino que forma parte de un sistema del cual la organización y administración son una parte integral. Sólo al considerar el sistema global en forma integral permitirá entender como hacerlo funcionar con éxito.

Por lo tanto, es muy importante llevar a cabo una planificación integral de todos los factores que se relacionan con este asunto. Desde el punto de vista técnico, la instalación de una fuente pública no ofrece mayores dificultades. El problema consiste en hallar la forma de asegurar su uso y mantenimiento adecuado y el pago regular de las tarifas del agua. El considerar detenidamente durante la etapa de planificación todos los aspectos pertinentes y su interdependencia ofrece la mejor esperanza de poder alcanzar esos objetivos (Anexo 1).

Es pues dentro de este conjunto de ideas que los siguientes capítulos tratarán diversos aspectos: institucionales, organizativos, económicos, financieros, administrativos, socioculturales y tecnológicos.



Los aspectos institucionales abarcan las relaciones entre los departamentos del gobierno central, las autoridades locales y municipales y las organizaciones comunitarias. Los organizativos comprenden la función del personal local del servicio de agua, incluyendo sus labores de operación y mantenimiento de las fuentes públicas, así como la participación de la comunidad en dichas labores.

Los usuarios tratan oficial o extraoficialmente con la estructura institucional y la administración operativa a través de los comités comunales encargados del agua, los guardianes de la fuente pública, la recaudación de los pagos, los acuerdos de mantenimiento, y el uso diario de la fuente.

Los aspectos tecnológicos y los organizativos y sociales son interdependientes en muchos aspectos, e incluso sería inútil contar con un buen diseño técnico de las fuentes si su resultado no fuera compatible con la estructura organizativa y social. En consecuencia, se tendrá que prestar una atención especial a los diferentes vínculos interdependientes que existen entre los aspectos tecnológicos, organizativos, económicos y sociales.

Las instalaciones físicas de un sistema de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas, comprende los componentes aguas arriba constituidos por la captación del agua, el reservorio, la planta de tratamiento de agua y las tuberías de distribución; y los componentes aguas abajo, incluyen los elementos de desagüe y disposición final de las aguas servidas. Es probable que el sistema abastezca algunas viviendas particulares, así como a las fuentes públicas.

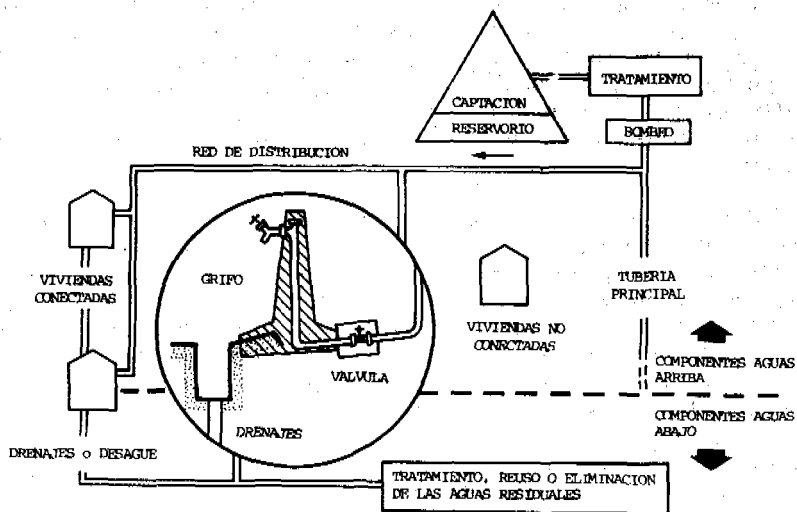


FIGURA 1: COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA MEDIANTE FUENTES PUBLICAS

Es probable que muchos aspectos de ingeniería se basen en las prácticas estándar para cualquier tipo de abastecimiento entubado de agua. La presente publicación no tratará estos detalles estándar, ya que su objetivo es tratar únicamente los asuntos que se relacionan directamente con las fuentes públicas.

Este documento comprende principalmente las características propias de las fuentes públicas, tales como:

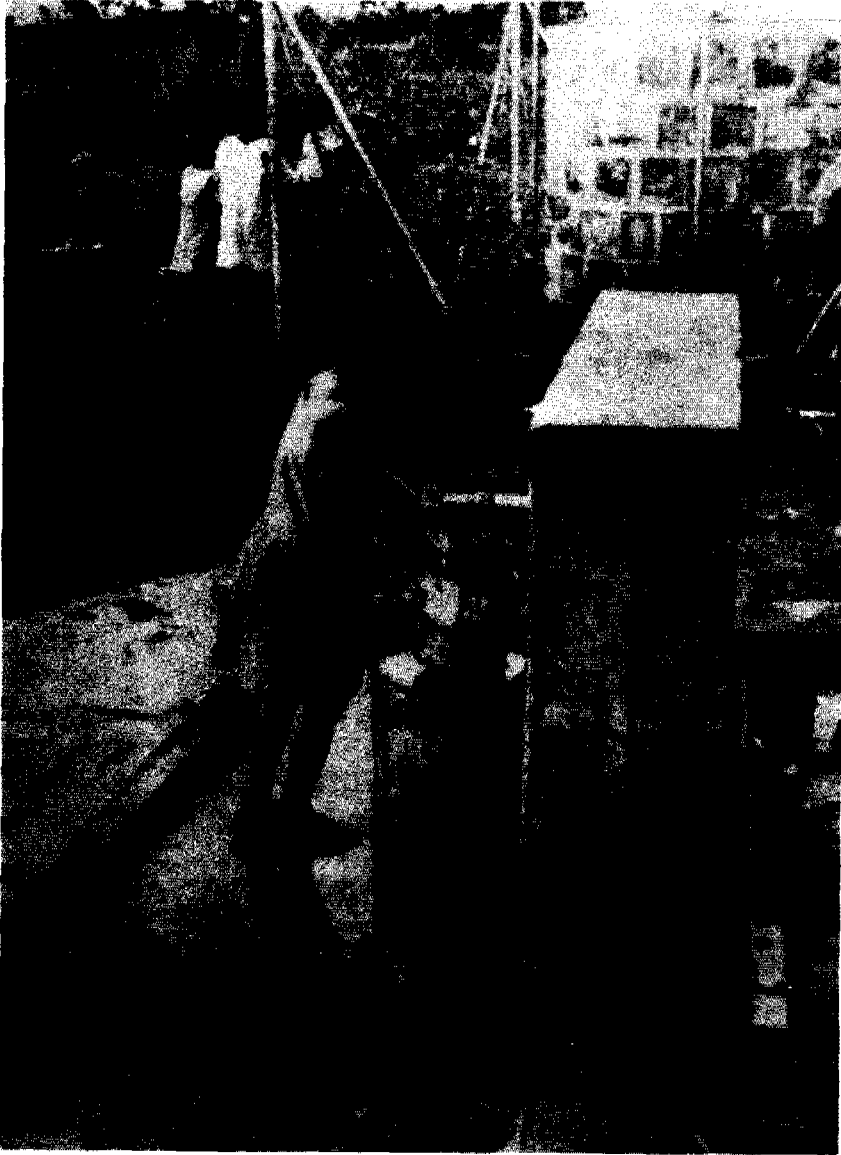
- (a) la tubería de servicio con su válvula que conecta la fuente pública con la tubería principal;
- (b) el grifo (llave) o cualquier otro mecanismo que controle el flujo del agua;
- (c) una estructura que sirva de apoyo al grifo y la unidad de la base;
- (d) el sistema de desagüe que elimina las aguas servidas del área de la fuente pública.

En términos generales, la tubería de servicio, y en realidad toda la red de tuberías de suministro a la que se encuentra conectada la anterior, no necesariamente deben ser diferentes de las tuberías que se utilizan en un sistema de conexiones domiciliarias.

No obstante, debe tenerse en cuenta que el aspecto económico de un sistema de fuentes públicas podría verse afectado grandemente por la selección del diámetro de las tuberías, el cual afecta la capacidad de abastecimiento.

Es obvio que los grifos y la plataforma de una fuente pública son los elementos que tienen mayor importancia dentro de todo el sistema, debido a que constituyen el lugar principal de contacto o enlace entre la tecnología y las actividades humanas. Es en ese punto que los usuarios se relacionan directamente con el equipo técnico, y donde la administración operativa debe concentrar sus principales esfuerzos en cuanto al mantenimiento e información al público.

Un sistema de abastecimiento de agua no constituye un fin por sí mismo. Generalmente, forma parte de un programa más amplio de desarrollo rural, mejoramiento de tugurios, o atención primaria de la salud. Esto quiere decir que además de tomar en cuenta los aspectos del propio sistema de abastecimiento de agua, también se tendrá que incluir las actividades de otros sectores. Y si se coordinara el programa de abastecimiento de agua con otros programas, tales como desarrollo de la comunidad, educación sanitaria, o proyectos de irrigación y piscicultura, por nombrar sólo algunos ejemplos, los beneficios de todas las actividades de desarrollo aumentarían considerablemente.



LA FUENTE PUBLICA CON EL GRIFO ES EL LUGAR DONDE EL  
USUARIO ENTRA EN CONTACTO CON EL SISTEMA TECNICO



## II. EL ASPECTO ECONOMICO Y FINANCIERO

### GENERALIDADES

El análisis económico puede brindar un aporte muy importante a la etapa de planificación de un abastecimiento de agua mediante fuentes públicas, por lo menos en tres aspectos. Primeramente, los proyectistas podrán elegir el nivel de servicio más adecuado, si antes de iniciar el diseño detallado de la fuente pública, cuentan con el análisis de la relación costos probables/número de personas que disfrutarán del servicio. Luego, una vez elegido el nivel de servicio, podrán establecer un diseño óptimo con ayuda del examen del capital con que se cuenta y de los que serán los gastos corrientes. Y por último, las observaciones económicas deberán respaldar la estructuración de las tarifas y del precio del agua.

Los principales beneficios que brinda una fuente pública en comparación con la extracción de agua de un arroyo o de un pozo abierto son, a saber: mejor salud, mayor accesibilidad y ahorro de tiempo. Se espera que los beneficios aumenten en la medida que lo hagan los puntos de distribución. Sin embargo, el agua entubada de una fuente pública puede llegar a contaminarse en diferentes puntos: en la misma fuente, cuando se lleva hacia la vivienda, o dentro de ella (donde probablemente no se la consumirá inmediatamente). Mientras más tiempo permanezca el agua fuera del sistema de distribución, mayor será el riesgo de que se contamine. Por las razones expuestas, quizás las fuentes públicas no provean un nivel elevado de beneficios para la salud. Por ello, si se desea alcanzar un buen impacto en dicho aspecto, y cuando la situación económica lo permita, será necesario reemplazarlas por un sistema de conexiones domiciliarias. No obstante, las fuentes públicas pueden constituir la solución óptima mientras los fondos sean limitados.

Ya que las enfermedades relacionadas con el agua no se transmiten exclusivamente a través de ésta, sino que también lo hacen a través de los alimentos contaminados y las condiciones de vida poco higiénicas, es extremadamente difícil aislar y cuantificar los efectos positivos que sólo un abastecimiento de agua mejorado tiene sobre la salud. La realización de numerosos estudios dan testimonio de estas dificultades. Aun así, si fuera posible identificar con exactitud las mejoras que un abastecimiento de agua más efectivo trajo a una comunidad en el aspecto de su salud, el siguiente paso, que consiste en ponerle precio a dichas mejoras, enfrentaría dificultades insalvables. Por lo tanto, no sería necesario, ni se debería intentar realizar un análisis de la relación costo-beneficios de ese tipo.

El papel que desempeña la educación sanitaria es muy importante, y numerosos estudios se han encargado de demostrarlo. Cuando se instruye a la población sobre la forma de recolectar el agua, llevarla y almacenarla, los resultados en la salud son mejores y lo mismo ocurre cuando se logra que los pobladores acepten el valor que tiene el aseo más frecuente. Por ello es muy importante que siempre se lleve a cabo una sólida actividad educativa, antes de proveer a una comunidad con un abastecimiento de agua mediante fuentes públicas. No obstante, se sabe que la educación no se realiza en forma gratuita, y que entre las instalaciones físicas de distribución y la campaña educativa hay que establecer prioridades económicas.

El punto de vista del proyectista en lo que se refiere al aspecto económico de un abastecimiento de agua mediante fuentes públicas se verá influenciado profundamente por la calidad y extensión del servicio que pueda brindarse dentro del presupuesto disponible. El estudio de la relación costo-eficacia puede servir de base para decidir cuál debería ser la combinación más adecuada entre las conexiones domiciliarias y las fuentes, y cuál el nivel de tratamiento más apropiado. Pero se presenta una cantidad considerable de problemas en este sentido. En primer lugar, se tendrá que realizar una estimación de los costos de todo el sistema - costos que abarcan la cantidad del capital necesario y los gastos corrientes que se presentarán durante toda la vida económica del sistema. Totalizar los costos en esta forma incluye la suposición de otros asuntos, tales como las tasas de interés y las correcciones a los desperfectos del mercado que se realizan a través del proceso conocido como "precios sombra".

La rapidez en el progreso de las acciones para proveer abastecimientos de agua, depende mucho del deseo y la posibilidad del consumidor de pagar por el agua. Por ello, si no existe una justificación en términos de costo/beneficios para realizar los proyectos, quizás la única alternativa sea proporcionar a los futuros usuarios la oportunidad de demostrar la forma en que ellos valoran un abastecimiento mejorado de agua, mediante el pago que ellos darían por el servicio. Pues aún en las áreas rurales relativamente pobres "es posible que la gente prefiera tener un abastecimiento de agua y pagar por él a no tenerlo en absoluto". (Saunders y Warford, 1976).

## EL COSTO DE LOS SISTEMAS DE FUENTES PUBLICAS

Antes de desarrollar este punto será necesario establecer la diferencia que existe entre los gastos de capital y los gastos corrientes. Los primeros se relacionan con el diseño y la construcción, mientras que los últimos abarcan la operación, mantenimiento, el pago de los intereses, la amortización, la depreciación y otros.

Las circunstancias locales, el tamaño y el carácter complejo del esquema de un abastecimiento de agua mediante fuentes públicas son las causas de que el gasto de capital necesario para construirlo pueda variar. Por ejemplo, los gastos totales de capital de los sistemas de fuentes públicas se encuentran en la escala de 10 a 30 dólares por usuario. Estos gastos de capital podrían incluir un desembolso de dinero que cubra las obras en la fuente, la planta de tratamiento (o la conexión a una planta existente), las tuberías, el tanque de almacenamiento, la red de distribución de agua, y desde luego, las fuentes públicas y las conexiones domiciliarias. En realidad, es difícil generalizar sobre qué parte de los gastos totales corresponde a cada uno de estos elementos; sin embargo, a menudo se requiere la mitad, aproximadamente, para cubrir la red de distribución y las fuentes públicas.

Esto quiere decir que, en general, del gasto total de capital el costo de las fuentes públicas constituye sólo una cantidad relativamente pequeña. Por ejemplo, una fuente pública de concreto, con dos a cuatro grifos, una plataforma y un sistema de desagüe, probablemente cueste de 200 a 500 dólares. Por contraste, el costo de una fuente sencilla, como las que se utilizan en muchos pueblos y áreas rurales, solamente es de 20 a 50 dólares. Suponiendo que una fuente pública sirviera por lo menos de 100 a 200 personas, el costo de las fuentes generalmente se encontrará entre el 10 y 30 por ciento del costo total. Para fines de comparación, el sistema de tuberías normalmente requiere una inversión aproximada del 30 al 40 por ciento del gasto total de capital. Por tanto, un diseño cuidadoso de la red de distribución ahorrará una cantidad considerable de dinero.

El costo de las tuberías de una red de distribución de agua depende de su longitud y diámetro y la ecuación que se utiliza con mayor frecuencia para expresar la relación que existe entre estos factores es la siguiente:

$$C = B_0 \cdot L \cdot D^{B_1}$$

donde C es igual a costos, L = longitud, y  $B_0$  y  $B_1$  son constantes positivas. Generalmente, a  $B_1$  se le asigna un valor entre 1 y 2, siendo más común el de 1.4, sin considerar el material de las tuberías, el país, la magnitud del proyecto, etc. El valor de  $B_0$  depende de C, L y D, así como de las condiciones de la construcción, el material y tamaño de las tuberías, y otros factores. Suponiendo que el valor de C estuviera dado en dólares según los precios de 1978, el valor de L en metros, el de D en milímetros, que la tubería fuera de asbesto-cemento (AC) o de PVC, y los diámetros que tuviera la tubería menores de 150 mm, entonces el valor de  $B_0$  se encontrará entre 0.01 y 0.2, siendo más común el de 0.03. Por ejemplo, una tubería de 100 mm de diámetro (comprada e instalada) costaría alrededor de 19 dólares el metro, si  $B_0$  tuviera el valor de 0.03 y  $B_1$  el de 1.4. De esta misma manera, una tubería de 50 mm de diámetro costará cerca de 7 dólares el metro y una de 150 mm, 33 dólares el metro.

Recientemente, el Banco Mundial encargó un estudio donde se examinó la longitud y el diámetro promedio de la tubería de varios sistemas de fuentes públicas con relación a diferentes variables de diseño de ingeniería (Lauria, ed.). El estudio reveló que el costo de un sistema de distribución, varía principalmente de acuerdo a la longitud de la tubería. Si se tiene una densidad determinada de población y un número dado de personas por fuente pública, entonces la longitud de tubería por persona constituye fundamentalmente una constante. Por ejemplo, para una cantidad de 100 personas por hectárea y 50 por fuente pública, la longitud de tubería que se necesita es aproximadamente 1 metro por persona. Si la densidad de población fuera más elevada y/o el número de personas por fuente pública fuera mayor, la longitud de tubería por persona sería menor. En cambio el diámetro de tubería no obedece a estos parámetros de diseño, pero para la mayoría de los sistemas de fuentes públicas lo adecuado sería una tubería con un diámetro promedio de 50 a 75 mm.

Por lo tanto, la longitud de la tubería es la principal variable que influye en el costo y depende de la densidad de la población y la cantidad de personas por fuente. La densidad de la población es una variable imposible de modificar; en cambio la cantidad de personas por fuente es una variable bajo el control del proyectista.



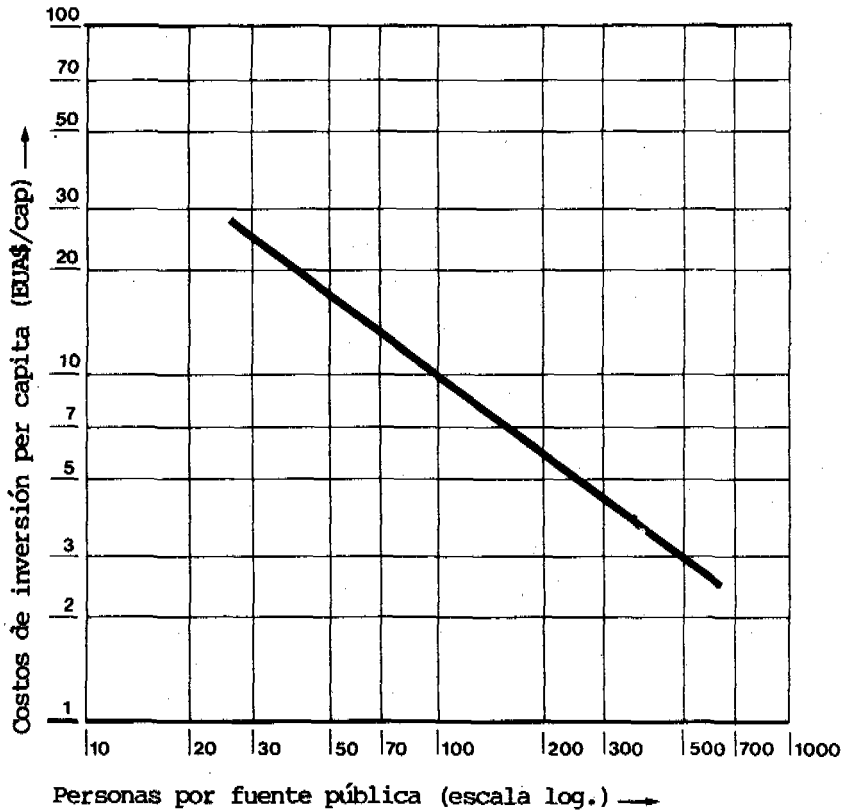


FIGURA 3: INDICACION DE COSTO PER CAPITA DE LA RED MAS LA FUENTE PUBLICA VERSUS NUMERO DE PERSONAS POR FUENTE. (PARA UNA DENSIDAD DADA = 200 PERSONAS/HA.

Nota de la traductora: En el texto original se ha omitido la figura 2. Hemos seguido la enumeración del original.

La figura 3 muestra la variación del costo per cápita en relación al número de personas por fuente pública (o sea, el espacio entre fuentes), para una densidad asumida de 200 personas por hectárea. (En este diagrama, el costo promedio que se ha adoptado para la tubería es de 10 dólares el metro y 500 dólares el de una fuente pública).

El diagrama se podría utilizar para determinar el número de personas por fuente pública siempre y cuando se conozca los siguientes datos: la cantidad de personas que utilizarán el servicio y los fondos de inversión con que se cuenta. Por ejemplo, si son 20,000 las personas que utilizarán el servicio, y están ubicadas en un área determinada, a razón de 200 por hectárea, y se dispone de 200,000 dólares, entonces el costo máximo de inversión per capita es de 10 dólares. Del gráfico se deduce que el número de personas por fuente es 100, y las fuentes deberán ser aproximadamente 200.

#### SELECCION DE LAS NORMAS DE DISEÑO

Las principales variables que todo sistema de fuente pública comprende son las siguientes: el número de fuentes públicas y el espacio que tiene que haber entre ellas, el volumen de abastecimiento de agua por persona, la presión mínima que debe existir en las tuberías, la cantidad de circuitos que tendrá la red, y el tamaño mínimo permisible de la tubería. Los principios para seleccionar las normas para estas variables son fundamentalmente los mismos que se utilizan en todo proceso que establece estándares: lo que se necesita es determinar la forma en que los costos y los beneficios cambian, a medida que se aumentan los valores de la variable.

Sin embargo, es imposible aplicar directamente la teoría de la relación costo/beneficio, ya que las dificultades que se presentan al cuantificar los beneficios son enormes. Pero existe una opción, y es la posibilidad de determinar los costos marginales que surgen cuando a las variables de diseño se le asignan valores cada vez más elevados. Podrá utilizarse el criterio personal para decidir si el aumento de los beneficios justifica esos valores.

En primer lugar, será examinada la siguiente variable de diseño: "volumen de agua suministrado por persona". Si el tamaño de la tubería se aumenta sólo un poco, el sistema podrá entregar cantidades de agua significativamente mayores. Luego, aparentemente se deduce que los proyectistas tienen razones justificadas para elegir tamaños de tuberías que permitan un consumo de agua relativamente grande, especialmente cuando las escogen previendo futuras conexiones domiciliarias.

Otra de las variables para la que los costos marginales son relativamente pequeños es "la presión mínima" que debe existir en la red de tuberías. Esta presión puede elevarse mediante dos formas: manteniendo una mayor presión en la fuente o utilizando tuberías cuyo diámetro sea más grande (lo que dará como resultado que los gradientes de presión sean menores). El aumento que se produzca en los costos de construcción, al introducir sólo una o las dos modificaciones en la etapa del diseño, será pequeño. Pero las presiones bajas de servicio pueden traer desventajas tales como riesgos de contaminación e incomodidad para el usuario, por lo que el aumentar la presión mínima puede traer como consecuencia beneficios marginales bastante grandes. Esto quiere decir que los proyectistas no deberían tener dudas en especificar que la presión mínima de la red sea una carga de 10 metros (o quizás más).

El número de fuentes públicas o la forma de distribuirlas en una área determinada es una de las variables más difíciles en cuanto a la asignación de una norma. Anteriormente ya se ha demostrado que el número de fuentes públicas influye significativamente en la longitud de la tubería, que es el factor principal que determina el costo. Además el costo de las fuentes en sí es muy importante. Por ello, los costos marginales de aumentar el número de fuentes públicas es relativamente grande. Los principales beneficios que se obtiene al ubicar las fuentes públicas más cerca unas de otras es el incremento de la accesibilidad para los usuarios. Los beneficios en el plano de la salud probablemente no aumenten sino hasta que las tuberías lleguen a las mismas viviendas. Sin embargo, hasta se podría suponer que los beneficios aumentan cuando las fuentes se hallan más juntas, por lo que debe instalarse el número máximo de fuentes permitido por los fondos disponibles. Con frecuencia, se suele asignar una meta de 100 personas por fuente, lo que parece ser un buen punto de partida para investigar otras cantidades de usuarios por fuente.

Otra de las variables a la que es bastante difícil asignar una norma de diseño es la cantidad de circuitos que tendrá la red de tuberías. En la mayoría de los casos, las redes de fuentes públicas pueden diseñarse como sistemas ramificados; es entonces cuando la longitud y el costo de la tubería se minimizan. La ventaja que ofrecen los circuitos es el aumento de la confiabilidad del sistema, particularmente en lo que a roturas de tuberías se refiere. Sin embargo, el costo marginal de esta confiabilidad es bastante elevado. Además los beneficios que se obtienen al ubicar las fuentes más cerca entre sí sobrepasan los que se obtienen cuando la confiabilidad de la operación aumenta. Esto quiere decir que en lugar de invertir dinero en proporcionar más ramales, sería mejor utilizarlo para reducir las distancias que se tengan que recorrer para llevar el agua a la casa.

El tamaño mínimo de la tubería es otra variable que requiere se le establezca una norma de diseño. Tal como se ha indicado anteriormente en el presente capítulo, lo más adecuado para la mayoría de los sistemas de fuentes públicas es una tubería con 50 mm de diámetro. Algunos estudios realizados por el Banco Mundial han demostrado que estableciendo la cifra de 50 mm como el diámetro mínimo de una tubería, el aumento del costo de construcción de la red para un sistema de diseño óptimo será de aproximadamente el 15 por ciento.

#### EL FINANCIAMIENTO

Antes de iniciar la construcción de un abastecimiento de agua mediante fuentes públicas se deberá asegurar el aspecto financiero. Destaca la necesidad de contar con una cantidad suficiente y segura de fondos para cubrir los gastos de capital. Sin embargo, es de igual importancia contar con fondos seguros destinados para los gastos corrientes de operación y mantenimiento. La falta de esta previsión puede dar como resultado que los sistemas se averíen y no se reparen por la falta de dinero para comprar repuestos. Esta situación tan deplorable impide que se obtengan los beneficios que la fuente pública brindaba al inicio de su operación.

Pueden tomarse en cuenta cuatro posibles fuentes de fondos para el financiamiento de la construcción de los abastecimientos de agua mediante fuentes públicas, a saber:

- a) las contribuciones de los propios poblados que contarán con el servicio de agua; éstas se recaudarán antes de iniciarse la construcción y durante ella;
- b) los fondos derivados de otros abastecimientos de agua ya existentes (fondos rotatorios);
- c) los préstamos del exterior o del país, que luego tendrán que pagarse a tasas específicas de interés;
- d) las subvenciones del exterior o nacionales.

Es en los programas rurales de abastecimiento de agua, con un alto grado de motivación comunitaria, donde se encontrarán fácilmente contribuciones de los futuros beneficiarios para los costos de construcción. Estas podrían ser en efectivo o en especies. Pueden pagarse antes de y durante la construcción. Sin embargo, la comunidad debe prepararse para cubrir los gastos subsiguientes, al menos los de la operación y mantenimiento. En los tugurios urbanos es más difícil lograr que la comunidad participe en este tipo de programa. Sin embargo, valdría la pena intentar

ganar la participación de las personas más pobres de la ciudad que habitan en barriadas. Las contribuciones que una comunidad tenga que hacer tendrán que establecerse necesariamente mediante estudios socioeconómicos sencillos que determinen los niveles de ingreso; esto constituye, en realidad, el primer paso promocional. Así mismo, antes de dar inicio a la construcción, se deberá establecer un contrato entre la comunidad y la empresa o institución que ejecutará la obra, que estipule las responsabilidades de ambas partes. Es en esta etapa que se puede pedir la contribución de la comunidad.

En el caso que se haya recurrido a préstamos para financiar la construcción de las fuentes públicas, es necesario que las tarifas se establezcan a nivel suficiente para cubrirlos. Por otro lado, existe la posibilidad que los préstamos puedan cancelarse con entradas tributarias generales, lo cual significaría que el abastecimiento de agua ha sido subsidiado. Sin embargo, cualquiera que sea la forma en que se pretenda pagar la deuda, se tendrá que informar a los prestamistas sobre la viabilidad del proyecto. Resulta imprescindible el establecimiento de una política de tarifas bastante clara, incluyendo una estructura adecuada de tarifas y un método apropiado para recaudar los pagos. Con frecuencia se requiere un estudio socio-económico que demuestre la capacidad y la voluntad de los consumidores de pagar los gastos de inversión de la fuente pública, así como los de su posterior operación y mantenimiento.

Las subvenciones constituyen el método más común para pagar los programas de abastecimiento de agua, lo que podría explicar la escasez de fondos para proyectos de abastecimiento de agua en muchos países. Es muy importante que las subvenciones se reserven para las poblaciones verdaderamente necesitadas. Con demasiada frecuencia, se toman como pretexto para no cobrar en absoluto por el uso de este servicio, trayendo como consecuencia inevitable el deterioro del mismo. Y lo que es peor, los que más se benefician al utilizar los abastecimientos de agua subvencionados son aquéllos que utilizan mayor cantidad de este líquido vital y que, generalmente, no son los más pobres.

En la práctica, para poder financiar los programas de abastecimiento de agua se utiliza con frecuencia una combinación de préstamos y subvenciones. Por ejemplo, en Brasil, el objetivo global de las empresas estatales de agua con respecto al financiamiento de los programas es cubrir la mitad de sus gastos de capital mediante la auto-financiación a través de préstamos bancarios que finalmente se han de repagar. Y la otra mitad la obtienen de las contribuciones de los gobiernos estatales, lo que viene a ser aproximadamente igual al 5% de las recaudaciones de impuestos. Si las empresas de agua han de pagar los préstamos deben, en lo posible, establecer una tarifa realista por el agua, dentro de la capacidad de pago que tenga el público.

El abastecimiento de agua no puede ser considerado como un servicio gratuito. El suministrar agua a una comunidad sin cobro alguno significa que el consumidor no afronta directamente el gravamen que constituye el costo del servicio. Considerando el factor de eficiencia, es indudable la conveniencia que brinda el establecimiento de un sistema de tarifas para el usuario. No obstante, cabe la posibilidad que dentro de la escala de prioridades, el logro de ciertos objetivos sociales o de otra índole sea más importante que el criterio de eficiencia.

En muchos países, existe un antagonismo entre la idea de que un abastecimiento de agua debe autofinanciarse y la opinión de que más bien éste es un servicio social que debe estar al alcance de todas las personas, sin tener en cuenta si pueden o no pagar por él. Es posible, sin embargo, poder conciliar ambos puntos de vista. Podría aclararse y establecerse que los usuarios deben pagar por el agua, pero que los abastecimientos de agua que han de prestar servicio a las personas de ingresos bajos pueden subvencionarse. Esto quiere decir que aún estas personas pagan por el servicio otorgado, pero a una tasa que se encuentre dentro de sus posibilidades. Por otro lado, se presenta otra alternativa para dar solución a este problema: proveer gratuitamente, o a un precio módico, una determinada cantidad de agua, y que por el consumo por encima de esa cantidad se cobre una tarifa real.

Los gastos de capital y los de la operación del sistema determinan el costo del agua por volumen unitario. Los gastos de capital ordinarios de cada año comprenden los gastos por intereses, amortización y depreciación que podrían encontrarse entre el 15 y 20 por ciento de los gastos iniciales de inversión. A todo esto se puede añadir los gastos de operación y mantenimiento, los que pueden ser igual al 5 por ciento de los gastos de inversión, cada año.

Por ejemplo, un sistema de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas cuyo costo es de 15,000 dólares y que sirve a 1,000 personas, podría incurrir en un gasto de 3,000 dólares anuales. Suponiendo que se utilice un promedio de 30 litros per cápita por día (lcd), entonces el costo unitario del agua es de  $3,000 \times 1,000 / (30,000 \times 365) = 0.27$  dólares (27 centavos de dólar) el metro cúbico (1,000 litros).

Quando se aplican cálculos similares al caso de un abastecimiento de agua con conexiones domiciliarias teniendo en cuenta un consumo promedio igual a 80 litros per cápita al día (lcd), el costo unitario del agua es a veces mucho menor. La cantidad extra de agua que se tome de una conexión domiciliaria compensa los gastos extra de capital, de manera que el agua resulta relativamente más económica.

Los sistemas de abastecimiento de agua con frecuencia brindan su servicio bajo dos formas: las conexiones domiciliarias para usuarios comerciales o que tengan mayores ingresos; y las fuentes públicas para el resto de la población. De esto surge la posibilidad de adoptar una estructura de tarifas que excedan el costo del abastecimiento para los usuarios que consumen mayor volumen de agua y utilizar el excedente para subvencionar a los usuarios que tienen menores ingresos y que utilizan las fuentes públicas. Estos "subsídios cruzados" pueden hacer que los sistemas sean auto-suficientes en su aspecto financiero, siempre y cuando los consumidores industriales, comerciales y los usuarios que tienen suficientes recursos económicos compensen el pago que no puede efectuar la gran cantidad de personas pobres. De hecho siempre que se cobre a los usuarios una tarifa que se encuentre por debajo de los costos del abastecimiento, la diferencia tiene que ser cubierta por un financiamiento muy favorable o de lo contrario por medio de los "subsídios cruzados". Con el fin de determinar hasta qué grado se pueden utilizar los subsidios cruzados, será necesario considerar los diferentes tipos de abastecimientos que se pueden ofrecer a los usuarios con amplios recursos económicos. Pero si las tarifas discriminatorias que se quieren cobrar exceden demasiado a los costos del abastecimiento de agua, los consumidores industriales u otros que consumen un gran volumen de agua podrían optar por construir sus propios abastecimientos, perdiéndose así la oportunidad de contar con los subsidios cruzados. Un estudio socioeconómico ayudará a determinar una estructura realista de tarifas.

En términos generales, se podría decir que las tarifas que se cobran a los usuarios vienen a ser una forma segura de costear los gastos de operación y mantenimiento; y que hasta las comunidades más pobres deberían ser capaces de cubrir estos gastos ordinarios. Las áreas rurales pueden llegar a establecer y administrar sus propios sistemas de cobro siempre que cuenten con el debido apoyo de las autoridades centrales encargadas del abastecimiento de agua. En cambio, los sistemas de cobro de las áreas urbanas deberán simplificarse para que así no se llegue a crear una situación donde el gasto que implica efectuar el cobro por el servicio de agua supere las entradas por las tarifas. De preferencia deberán ser tarifas estándar y cobrarse cada mes, trimestralmente o dentro de un período similar. Al establecerlas deberá tomarse como base el número de viviendas que existen dentro del área que la fuente pública ha de servir, o también el número de personas o familias que habitan a una cierta distancia de la fuente. Así mismo, podrán incluirse dentro de los costos de alquiler de la propiedad. El cobrar a la población por el abastecimiento de agua es una forma de educarla en cuanto al valor que tiene y su costo, lo que a la vez prepara el camino para poder instalar un sistema de conexiones domiciliarias.

La condición primordial para los diferentes métodos de cobro apropiados, es que la gente se dé cuenta que las tarifas que tiene que pagar son válidas. Por lo tanto, se deberá hacer conocer a las personas los gastos que la operación y mantenimiento del sistema implica, para que así puedan entender que para cubrir estos gastos es necesario establecer una tarifa. Para ello, se requerirá realizar programas adecuados de información y educación pública.

Cuando un sistema proporciona agua a una cantidad bastante definida de personas, la instalación de un medidor en las fuentes públicas puede ser de mucha utilidad; de esta forma podrá cobrarse de acuerdo a lo que indique el medidor cada período determinado de tiempo. Esto se podría aplicar, por ejemplo, en un colegio, un centro de salud, o a un grupo de familias que desean tomar sobre sí una responsabilidad colectiva. No obstante, es poco factible y recomendable medir el consumo individual de cada usuario y emitirle un recibo por ello. Si se quisiera llevar a la práctica esta política se necesitaría de un guardián que controlara la fuente pública cada vez que la comunidad la utilizara, lo cual eleva considerablemente el costo del abastecimiento y añade un peso más a toda la carga administrativa. Y por si esto fuera poco, cada vez que un intermediario interviene en la distribución del agua, ya sea éste un aguatero, un guardián o un concesionario que ejecuta la operación de la fuente pública, los usuarios probablemente se encuentren con que tienen que pagar precios exorbitantes por volumen unitario de agua.

Con frecuencia, se suele decir que la reducción del derramamiento y desperdicio de agua es una de las ventajas que se obtiene al instalar un medidor de agua en un abastecimiento. Sin embargo, se podrían obtener mejores resultados educando a los usuarios y/o estableciendo un control social en el caso de las familias que aceptaron tener una responsabilidad colectiva. Por ello, la opinión en contra de los medidores en los abastecimientos de agua mediante fuentes públicas es muy acentuada y únicamente en casos excepcionales se justifica su instalación. Uno de esos casos podría ser instalar un medidor con el fin de estudiar el patrón de consumo.

El uso de los ingresos que provienen de los pagos de los usuarios depende de la estructura institucional que exista. Por ejemplo, en los lugares donde hay una autoridad única encargada del abastecimiento de agua, los ingresos se pueden utilizar directamente para cubrir los costos del abastecimiento de agua. Sin embargo, los problemas surgen cuando la responsabilidad de los abastecimientos de agua la comparten los concejos municipales locales y un ministerio del gobierno. Si es el concejo local el que establece las tarifas del agua, posiblemente las considera como una forma de pago de impuestos locales, y por lo tanto no realizará



esfuerzo alguno para invertir las en la operación o expansión del abastecimiento de agua. De este modo, se despoja al sistema de abastecimiento de los ingresos que él mismo genera, y como consecuencia su mantenimiento será defectuoso o su operación deficiente, mientras que sus ingresos se invierten en otros servicios locales tales como carreteras o construcción de viviendas. Bajo estas circunstancias, las autoridades únicas encargadas del abastecimiento de agua gozan de una gran ventaja, lo cual se tratará ampliamente en el Capítulo IV, que abarca la Organización y Administración.

Los estudios socioeconómicos que determinan los niveles de ingresos en efectivo pueden también ayudar a indicar la cantidad de fondos que se necesitará para transformar el sistema de fuentes públicas en uno que cuente con mayor cantidad de conexiones. Es bastante típico el hecho de que las familias con bajos ingresos no cuenten con ahorros para pagar en efectivo los cargos por la conexión, los cuales pueden ser igual a los salarios de varios meses. Pero si se desea expandir el sistema de conexiones domiciliarias, se deberá extender el crédito durante un período largo. Quizás sea mejor fijar solamente un costo nominal por la conexión otorgada y posteriormente recuperarlo mediante las tarifas de consumo del agua, incluyendo en ellas una parte del costo durante unos cinco años aproximadamente. Un sistema como éste necesitará la instalación de medidores en las instalaciones domiciliarias y la fijación de tarifas progresivas de agua, las que aumentarán con rapidez de acuerdo a la cantidad de agua consumida.

Con el fin de facilitar más aún la expansión de las conexiones domiciliarias, se deberá estimular a las personas cuyas viviendas cuentan con una conexión domiciliaria a que vendan agua a sus vecinos que no la tienen, con la única condición de que el precio de venta se encuentre claramente visible en un cartel. El efecto será el mismo que el que produce un número mayor de fuentes públicas. Las personas que cuentan con una conexión domiciliaria no necesitarán de una licencia para vender el agua, (como se practica a veces). El único objetivo que se deberá perseguir es brindar la mayor cantidad posible de agua, siempre y cuando se pague por ella, y que la autoridad encargada del abastecimiento tenga la oportunidad de controlar y comparar los precios que se cobran en esos puntos comunales de agua.



AGUATERO

### III. ASPECTOS SOCIALES

#### UN SERVICIO SOCIALMENTE APROPIADO

Hoy en día se suele hacer hincapié en un aspecto que es a la vez bastante evidente: la tecnología deberá ser "apropiada" a las condiciones de la comunidad que la utilizará. Lo más aconsejable es que las fuentes públicas se adapten perfectamente a las condiciones de la comunidad a la que servirá, de manera que, en este sentido la consideren como una forma de "tecnología apropiada". Los aspectos económicos que se trataron en el capítulo anterior demuestran que las fuentes públicas son económicamente apropiadas sólo en ciertos lugares, mas no en otros - son económicamente apropiadas principalmente en los casos en que los fondos de inversión son muy escasos y en las áreas rurales donde abastecer agua mediante conexiones domiciliarias entubadas demanda una inversión muy elevada de dinero.

Por otro lado, es muy importante asegurarse que el abastecimiento de agua sea socialmente apropiado. Y para poder lograr esto, los proyectistas deberán contar con bastante información acerca de la comunidad que las fuentes públicas han de servir. Por ejemplo, necesitarán saber si las fuentes públicas han de ser aceptables para las personas que servirán y si los conocimientos y organización de la comunidad serán compatibles con los requerimientos de servicio y mantenimiento de las fuentes.

Un abastecimiento de agua mediante fuentes públicas será socialmente apropiado, concordará con el medio que le rodea y satisfará las necesidades de los usuarios únicamente cuando las personas que lo proyectan y construyen tienen un concepto claro de su propósito. Por lo tanto, cuando se vaya a construir un nuevo abastecimiento de agua, el primer paso en el proceso de diseño será definir los objetivos del planeamiento y luego decidir la clase de beneficios que deberá brindar el abastecimiento.

## PLANIFICACION Y ACEPTABILIDAD SOCIAL

El primer objetivo que se espera lograr al construir un abastecimiento de agua mediante fuentes públicas es, usualmente, brindar a la mayor cantidad posible de personas, los beneficios que proporciona una fuente de agua potable segura, y a un costo que la comunidad pueda afrontar. El mejoramiento del abastecimiento de agua en una fecha más lejana podría ser una de las metas posteriores; indudablemente, éstas incluirán el mejoramiento de la salud y los niveles de vida, que vienen a ser objetivos a largo plazo - quizás éstas últimas metas no se encuentren muy bien definidas en el sumario del proyectista, pero vienen a ser por último una de las razones para invertir en la construcción de un abastecimiento de agua.

Al evaluar que tan apropiado es un sistema de abastecimiento de agua para una comunidad se deberán formular dos preguntas claves con respecto a los objetivos del planeamiento. La primera es: ¿cumple el abastecimiento de agua con las necesidades sentidas y los deseos expresos de las personas que lo utilizan?; y la segunda: ¿existe algún antagonismo entre los objetivos que pretenden alcanzar los proyectistas del sistema y las metas de los usuarios?

Es indispensable reconocer que aunque los objetivos del planeamiento se formulen pensando en los usuarios, pueden diferir profundamente de lo que ellos necesitan y desean. Debido a esto, es muy importante que los proyectistas intenten comprender los puntos de vista de los usuarios realizando reuniones públicas o grupos de discusión con los líderes de la comunidad, o mediante encuestas sociales sobre la forma en que se utiliza el agua y las preferencias con respecto a ella. Al llegar a esta etapa los proyectistas y los trabajadores sociales deberán unir sus esfuerzos.

La consulta que se haga a la población tendrá que llevarse hasta su término en forma tan convincente que estimule a las personas a participar activamente en el proceso de planeamiento. Es necesario poner en práctica esto si se desea que el abastecimiento de agua, una vez construido, satisfaga sus demandas en forma satisfactoria.

Además de prestar atención a lo que las personas encuestadas expresan, los proyectistas deberán tomar nota de las costumbres de la localidad durante el lavado de la ropa y la vajilla, el aseo personal, el baño de los pequeños y el riego de los jardines. Si las personas tienen la costumbre de lavar la ropa en los lugares donde sacan el agua y las fuentes públicas no son apropiadas para realizar esta actividad, entonces probablemente pueden hacer mal uso de ellas. En algunos lugares de la India es bastante común bañar a los pequeños en las fuentes públicas.

Desde luego que toda práctica similar a ésta puede contaminar las fuentes y producir el desperdicio del agua. Sin embargo, si lavar la ropa y asearse en la fuente de agua son costumbres locales, la comunidad puede pensar que una fuente pública donde no se puedan realizar estas actividades no es nada adecuada. Por ello, los proyectistas deben tener en cuenta qué clase de instalaciones se necesitan para el lavado de ropa y el aseo personal, y quizás debieran preguntar si se podría construir un cuarto de baño o duchas y una loza para el lavado de ropa, junto a la fuente pública. Con esto, el objetivo que se persigue es que ésta brinde una ventaja definida con las instalaciones que se le han adherido, si es que se quiere que la comunidad llegue a valorarla y utilizarla como es debido.

Cuando surge alguna diferencia de opinión entre los proyectistas y la comunidad, casi siempre se debe a que los primeros han pasado por alto algunos asuntos muy importantes como son los costos y la comodidad de los usuarios. Probablemente, las personas de una comunidad consideren que el "costo" del agua se compone del dinero que pagan por utilizar la fuente pública; el tiempo que emplean en cargar el agua hasta sus hogares, y su dedicación a la organización local, a la construcción y al mantenimiento de la fuente.

Quizás uno de los factores más importantes sea la distancia que se tiene que recorrer cargando el agua desde la fuente pública. Por ejemplo, si las personas tienen que pagar en efectivo para utilizar la fuente pública, entonces la distancia que se tiene que recorrer cargando el agua tendrá que reducirse y proporcionar suficientes ventajas para que parezca que vale la pena hacer el pago. A la mayoría de los usuarios les parecerá que los beneficios para la salud que se obtienen al utilizar agua potable son intangibles y remotos comparados con los que proporcionaría un abastecimiento de agua más conveniente.

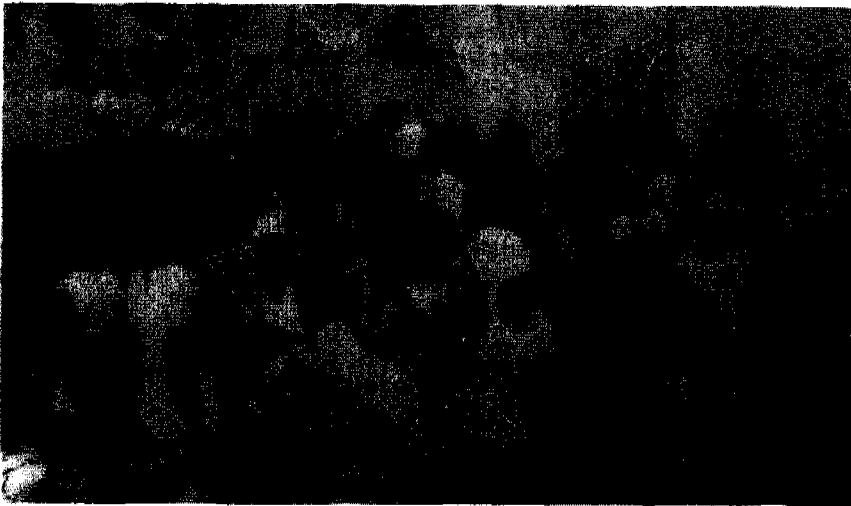
Es muy importante tener presente que son pocas las comunidades homogéneas y que en la mayoría de ellas existen intereses distintos. Toda comunidad está compuesta por diferentes familias entre las que existe una gama variada de ingresos. La cantidad de dinero que las personas desean o están dispuestas a pagar por el agua varía, mientras que por lo general las tarifas que se tienen que cobrar por el agua no pueden ser tan flexibles. Y a no ser que se subvencione la construcción de los abastecimientos de agua con ayuda de fuentes externas, el problema de intereses entre los sectores pobres y los más acomodados de una comunidad sigue aún latente.

Los usos que las personas le den al agua determinan la naturaleza exacta de la necesidad de agua que tiene una comunidad. Algunas comunidades, por ejemplo, necesitarán un gran volumen de agua para poder lograr una debida higiene alimenticia porque, según

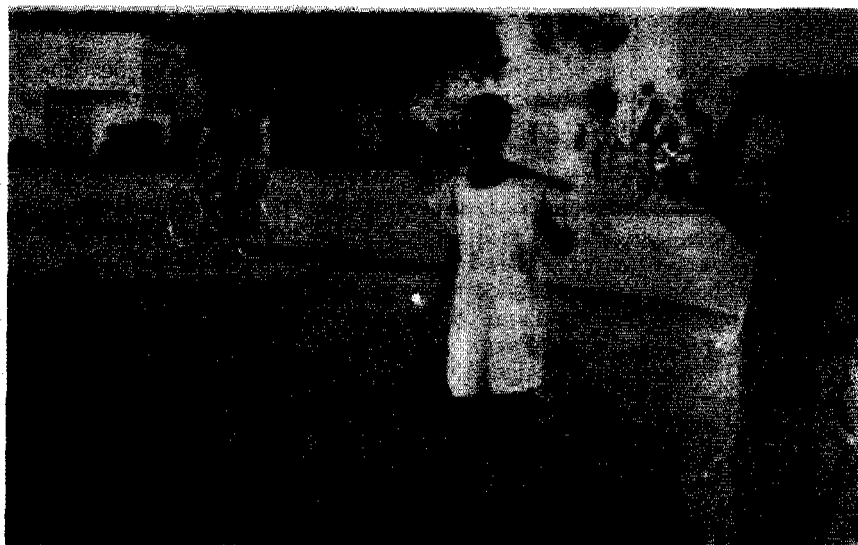
sus costumbres, la preparación y el servido de los alimentos acarrea una gran cantidad de agua, que la utilizan para cocinar y luego para lavar muchas ollas. Sin embargo, otras comunidades probablemente necesiten menor cantidad para lograr una debida higiene alimenticia, pues preparan sus alimentos con mayor sencillez. Lo mismo ocurre con el aseo personal. Así que la cantidad de agua que se necesita para el lavado de ropa, el aseo personal y la limpieza en general varía considerablemente, dependiendo del clima, los hábitos de cada persona, la religión y la condición social.

Uno de los aspectos que influye directamente en el diseño de las fuentes públicas es la modalidad como se acarrea el agua en una comunidad. En muchos lugares del mundo son las mujeres las que van a buscar el agua que se necesita en la vivienda, pero en algunos otros los niños comparten esta misma tarea. En las zonas en las que aún esto ocurre, es posible que sea necesario construir fuentes públicas cuyos grifos se coloquen a alturas diferentes. Por ejemplo, las mujeres que cargan los recipientes de agua sobre sus cabezas, generalmente, prefieren una fuente pública con plataformas pequeñas o con lozas a un metro de altura sobre el nivel del piso, donde puedan colocar los baldes y llenarlos. Luego, en este caso, el grifo puede instalarse a una altura de 1,6 m. sobre el nivel del piso. De este modo estará fuera del alcance de los niños. Para ellos el caño deberá colocarse aproximadamente a 1.1 metro de altura.

Este es un aspecto en el que la forma cómo las personas organizan el acarreo del agua determina el tipo de instalaciones que necesitan en la fuente pública. Si aún después de instaladas las fuentes públicas se sigue transportando el agua con bueyes o cargando los recipientes encima de la cabeza, el diseño de la fuente deberá ser adecuado para colocar en ella los recipientes de diferente tamaño que se utilizan (véase el anexo 2).



ALGUNOS HIDRANTES PUBLICOS SIRVEN A DEMASIADAS PERSONAS



JOVEN AGUATERO UTILIZANDO UN BALANCIN

Probablemente, el diseño de la fuente pública tenga que prever algunas instalaciones para bañar a los niños, o lavar la ropa. Quizás sea una buena idea observar detenidamente las actividades que realizan en las fuentes tradicionales con el fin de tener la seguridad de que la fuente pública les brindará por lo menos las mismas oportunidades de realizar sus tareas tal como las hacían antes.

Podría ser que se pasen por alto algunas de sus necesidades. Por ejemplo, las mujeres tienen la necesidad de bañarse en privado, lo cual puede estar previsto en virtud del relativo aislamiento de la fuente tradicional. Es posible que se tenga que construir un cuarto de baño aislado en la locación más concurrida de la fuente pública. O quizás los usuarios quieran dar una solución diferente a asuntos como éstos, en cuyo caso, como es lo usual, se tendría necesariamente que consultar a las mujeres. También es posible que ellas valoren la oportunidad de efectuar contactos sociales mientras van en busca del agua.

Quizás parezca inconveniente tener que construir instalaciones para satisfacer algunas de esas necesidades secundarias. Bañar a los niños en la fuente pública puede significar el uso - hasta algunos dirían que es un "desperdicio" - de una buena cantidad de agua. Pero anticiparse y satisfacer necesidades como esas resultaría a la larga mucho menos costoso que tomar algunas medidas que eviten que un sistema pobremente diseñado caiga en un mal uso. Algunas de estas medidas, muy costosas por cierto, sería

tener que emplear guardianes; o afrontar el riesgo de que la fuente sea dañada ya sea porque los usuarios intentarán adaptarla a sus costumbres o por razones de vandalismo.

Un proyectista cuya conducta está influenciada por prejuicios o que asume una actitud patronizante con las personas de los sectores más pobres puede ser más contraproducente al éxito de sus planes que cualquier creencia cultural de los usuarios. La función de un proyectista cuando las instalaciones sanitarias caen en mal uso no es la de juzgar a las personas sino que al contrario, deberá verificar y tratar de superar cualquier tipo de problema que los usuarios puedan tener con el sistema, además de proporcionarles información adicional sobre las ventajas de las instalaciones y su uso adecuado.

Entre los factores más importantes que pueden influir de alguna manera sobre la actitud de los usuarios hacia un abastecimiento de agua, se encuentran los originados en algunas religiones - que relacionan el agua con la pureza moral y la limpieza. Las ideas sobre la limpieza ritual pueden influenciar en las rutinas que las personas tengan para lavar la ropa, e influenciar en la elección del lugar en que debe instalarse la fuente pública y si ésta debe estar expuesta a la vista de la gente o ubicada dentro de algún tipo de recinto cerrado.

No se debería, sin embargo, poner mucho énfasis en la influencia negativa de la cultura local. Para la mayoría de las personas la utilidad práctica de la fuente pública es mucho más importante, y en muchos casos, los hábitos culturales juegan un papel muy importante y constructivo en el apoyo a los programas locales de abastecimiento de agua.



LA FUENTE PUBLICA COMO UN PUNTO DE REUNION



## ORGANIZACION SOCIAL

Las comunidades tienen una organización social formal e informal con respecto al uso del agua. La disposición de cómo se debe acarrear el agua, por ejemplo, es un asunto familiar e informal, pero el acceso a las fuentes de agua que se deben utilizar puede ser un asunto de organización más formal.

Es probable que los detalles que se relacionan con el uso del agua, sean cubiertos por diferentes maneras de organización informal. Algunos de ellos, tales como dónde se debe lavar la ropa y en qué lugar y cuándo se deben asear las personas, posiblemente sean asuntos que correspondan a patrones determinados de organización y comportamiento. Los acuerdos entre familias con respecto a la distribución de tareas puede ser un asunto que corresponda a una clase de organización informal, mientras que, cuando se establece una fuente pública, es posible que tengan que compartirse otras tareas diferentes, como por ejemplo limpiar la fuente o controlar a los niños para que no jueguen con los grifos.

El aspecto informal es también muy importante para que una comunidad llegue a aceptar un abastecimiento de agua diferente. Si al utilizar una fuente pública las mujeres se encuentran con que las relaciones sociales que tanto disfrutaban establecer mientras iban en busca del agua se han interrumpido, o que ya no es posible bañarse o lavar la ropa tal como lo solían hacer antes, la fuente pública será menos aceptable por culpa de ello.

La existencia de personas que perciban un ingreso por realizar algunas tareas como, por ejemplo, los aguateros, constituye otro aspecto que pertenece al tipo de organización informal que tiene que ver con el uso del agua. Tales personas, a las que se les paga para que lleven agua a otros, podrían oponerse a la instalación de una fuente pública, así como lo harían las que tienen pozos privados y venden agua. Se ha llegado a saber el caso de un hombre que hacía baldes de cuero, así como sogas para sacar agua de los pozos, que sabotó un abastecimiento de agua mejorado porque sintió que su medio de vida corría peligro.

Para que un sistema de fuentes públicas llegue a ser un tipo de "tecnología socialmente adecuada" en el sentido que se indicó al inicio del presente capítulo, no solo es suficiente que sea socialmente aceptable en términos de conveniencia, costos y cultura. La comunidad local posiblemente acepte por completo una fuente pública en esos tres aspectos, pero aún podría llegar a fracasar, si para su funcionamiento se necesita cierto grado de organización que no posee la comunidad. Por lo tanto, en la planificación del sistema de una fuente pública deberá incluirse el desarrollo de una organización mucho más formal que logre la operación y mantenimiento correcto del sistema, y para ello se necesitará el adiestramiento de personas en las habilidades administrativas y técnicas necesarias.

La supervisión y el mantenimiento adecuados, la limpieza regular y el uso disciplinado de las fuentes, forman parte de los criterios de una buena organización, y se encuentran estrechamente relacionados con los criterios técnicos. Si se llegan a cumplir los primeros, el dinero que se necesite para lograr los últimos será menor. Los siguientes objetivos: proporcionar agua potable, tener éxito en reducir la cantidad de agua derramada y desperdiciada, y poder contrarrestar el vandalismo, pueden llegar a lograrse eficazmente combinando los factores de índole organizativa y tecnológica.

Por ejemplo, si se quiere evitar que el agua llegue a contaminarse, se necesitará un tipo de diseño técnicamente adecuado, así como la limpieza regular y el uso disciplinado de la fuente. Podría citarse como ejemplo otro objetivo: disminuir el desperdicio del agua. Muchas veces se ha catalogado como un problema de índole únicamente técnica, dedicándose, como consecuencia, mucho esfuerzo al diseño de los grifos de flujo intermitente que se cierran automáticamente tan pronto como el usuario deja de presionarlos. Sin embargo, la experiencia nos demuestra que los sistemas más sofisticados generalmente no aventajan a los grifos comunes, al menos en lo que a reducción del desperdicio de agua se refiere. Con frecuencia ha sucedido que las fuentes públicas a las que se le instalan dispositivos mecánicos que disminuyen el flujo de agua y/o el desperdicio de ella, estimulan la imaginación de las personas que las utilizan, para encontrar otras formas de modificar el sistema, con el fin de sacar agua con mayor facilidad. Teniendo en cuenta todos estos aspectos, el sistema más recomendable sería un grifo a tornillo de bastante durabilidad y al que los usuarios le proporcionen un mantenimiento óptimo y uso adecuado.

Por lo tanto, para solucionar este tipo de problema, los criterios de una organización óptima, tales como la disciplina de los usuarios y la supervisión, tienen mayor importancia que los diseños técnicos.

Se ha advertido ya que el vandalismo en desmedro de las fuentes públicas, sucede algunas veces porque la comunidad no las acepta, y sus miembros las encuentran frustrantes o difíciles, sino imposibles de utilizar. Sin embargo, el vandalismo también puede suceder por los problemas que existan dentro de la organización del sistema en su conjunto. Uno de ellos podría ser el fracaso en la organización de la supervisión adecuada de las fuentes públicas. Posiblemente, los padres no puedan controlar a sus hijos o no exista en toda la comunidad una disciplina social. Otra alternativa podría ser que las personas encargadas de la administración del sistema de fuentes públicas no estén cumpliendo como debería ser con la supervisión de las fuentes.

En los lugares donde un buen planeamiento y una buena organización pueden prevenir el vandalismo, no se deberá desplegar ni tiempo ni esfuerzo en la creación de un tipo de tecnología a prueba de vándalos.

#### IV. ORGANIZACION Y ADMINISTRACION

##### ESTRUCTURA INSTITUCIONAL

Para que un sistema de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas tenga éxito, es imprescindible que su organización sea buena y su administración eficaz. Una administración deficiente contribuye a que la operación del abastecimiento de agua sea irregular y que su mantenimiento se descuide - trayendo como resultado una baja presión de agua, flujo irregular e incierto, desperfectos frecuentes y un funcionamiento defectuoso en general.

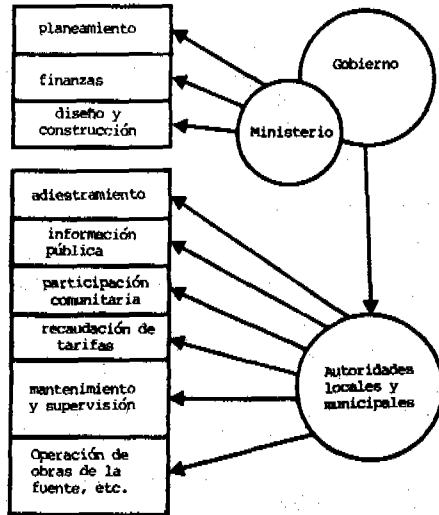
Posiblemente, la administración deficiente que crea estos problemas sea el resultado de la combinación de muchos factores, incluyendo una capacitación inadecuada, la escasez de personal y cierta presión política. Quizás la causa de estas fallas sean también los arreglos institucionales en los cuales se desenvuelven las actividades laborales del personal administrativo.

La figura 4 muestra dos opciones para realizar los arreglos institucionales. En la primera opción, que se encuentra en muchos países, la responsabilidad por las fuentes públicas la comparten uno o más ministerios del gobierno y las autoridades locales. Esta alternativa presenta muchas desventajas y con frecuencia se le ha considerado como la causa del mantenimiento ineficaz de las fuentes públicas, de las bombas de mano y de otra clase de instalaciones para la comunidad.

La principal alternativa, la que a menudo se considera como una de las más eficaces, consiste en establecer una autoridad unitaria encargada del agua, que dirija todas las actividades que tengan relación con el abastecimiento de agua. Y aunque este tipo de autoridades son responsables ante el gobierno y tienen que coordinar sus actividades con las autoridades locales, pueden, a pesar de ello, gozar de un grado elevado de autonomía en los aspectos de planificación y financiamiento. Sin embargo, algunas veces, esta opción tiende a ser insensible a las necesidades de los usuarios, lo cual constituye una desventaja. Pueden hacerse críticas a ambas opciones, pero también cabe la posibilidad de modificarlas con el fin de adaptarlas a las necesidades locales, previniendo así las dificultades latentes que puedan existir.

En muchos países, los ministerios del gobierno son los que construyen las fuentes públicas, entregándolas luego a las autoridades locales o municipales para que se encarguen de su operación

A: RESPONSABILIDADES DIVIDIDAS



B: AUTORIDAD UNITARIA RESPONSABLE DEL AGUA

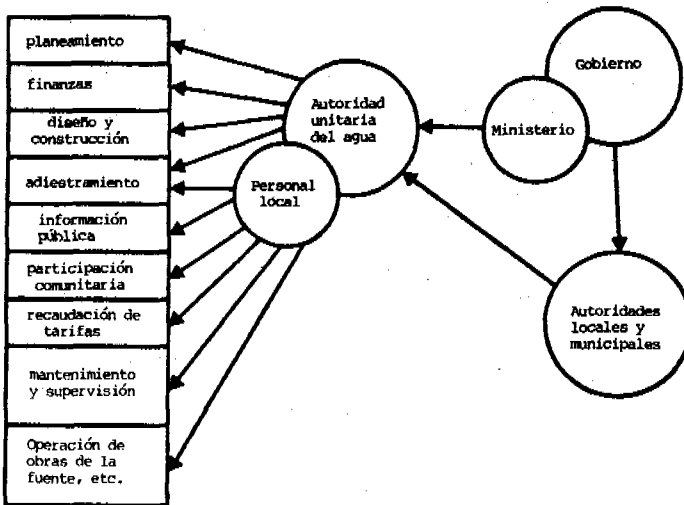


FIGURA 4: DOS ALTERNATIVAS DE ARREGLO INSTITUCIONAL

y mantenimiento. Sin embargo, frecuentemente sus recursos son muy limitados. Es probable que les sea difícil contratar y conservar el personal conveniente para que lleve a cabo las obras de mantenimiento necesarias, ya que las expectativas de una carrera en esta actividad son limitadas, las condiciones del servicio no son atractivas y las escalas del salario son bajas. Las restricciones en el presupuesto traen como consecuencia la deficiencia de la operación, y el descuido del mantenimiento, siendo reducida la recuperación del capital invertido. Otra de las desventajas que brinda esta opción es que los ingenieros a cuyo cargo se encuentra la construcción de las fuentes públicas, se desvinculan de su posterior operación y mantenimiento. Los criterios de diseño que éstos llegan a establecer quizás no guarden ningún tipo de relación con la forma como tiene que llevarse a cabo el mantenimiento.

Si la responsabilidad de los abastecimientos de agua la comparten distintas entidades, se deberá tomar las medidas necesarias para que todas las funciones esenciales esquematizadas en la figura 4, se lleven a cabo en una forma adecuada y en coordinación de unas con otras. Es muy loable la labor que vienen desempeñando las autoridades autónomas encargadas del agua, pues donde ellas se establecen casi siempre se ocupan de la disposición de aguas residuales, así como del abastecimiento de agua, ya que ambas funciones están unidas por un nexo inextricable.

A continuación se hace mención de una lista amplia de las tareas que se tienen que llevar a cabo.

- (a) planificar, es decir, definir claramente las poblaciones que se han de servir; identificar las necesidades particulares de la comunidad local; determinar si las fuentes públicas son las instalaciones más adecuadas; y establecer las fases de la construcción;
- (b) adoptar un marco legal para las fuentes públicas, especialmente en lo que respecta a la propiedad, y los derechos y deberes de todas las organizaciones que intervienen en el abastecimiento de agua;
- (c) diseñar y construir las fuentes públicas;
- (d) obras de la fuente: construcción o modificación de las obras de la fuente; plantas de tratamiento, tuberías, etc., para abastecer agua a las fuentes públicas;
- (e) financiar: conseguir subvenciones o préstamos para pagar la construcción de los abastecimientos de agua; establecer tarifas de agua para pagar los préstamos o los costos de la operación;

- (f) capacitar al personal técnico y administrativo, y a todo miembro de la comunidad local que interviene en el mantenimiento o supervisión;
- (g) comprometer a la comunidad y hacerla participar, consultar a las personas locales acerca del desarrollo planificado, brindar información y educación sanitaria al público;
- (h) administrar la operación de las fuentes: supervisar las fuentes públicas, su mantenimiento y la recaudación de las tasas por cobro de agua.

Al leer esta lista se habrá observado que algunas funciones incluyen la realización de funciones activas en las zonas pobladas, circunvecinas a las fuentes públicas, especialmente la función (g), lograr que la comunidad participe activamente, y la (h), administrar la operación de las fuentes públicas. Estas funciones las podría llevar a cabo el personal local; las otras, sin embargo, pueden centralizarse en las oficinas principales de la agencia encargada del agua.

Otro de los puntos de la lista, muy importante por cierto, es el (b), la adopción de un marco legal para las fuentes públicas. El problema que se plantea en esta función es que las fuentes públicas son instalaciones comunales o públicas, y que no son propiedades privadas. Por ello, la propiedad de la fuente y del lugar donde ha sido construída, así como también los métodos con que se recauden las tarifas de los usuarios, pueden llegar a necesitar alguna disposición legal especial. Es muy evidente que los derechos y deberes de la autoridad encargada del agua necesitan definirse legalmente; sin embargo, quizás no sea tan claro que todo comité local encargado del agua que se haya establecido en un pueblo también necesita una base legal, aunque no sea muy formal.

Hacer funcionar y mantener un abastecimiento de agua a menudo implica una labor administrativa excesiva, aspecto que suelen olvidar los proyectistas, cuando realizan las etapas preliminares del diseño. No se puede dejar de enfatizar la importancia que tiene el diseño de los aspectos organizativos del abastecimiento de agua en paralelo con el de los aspectos tecnológicos.

Por lo tanto, el planeamiento de un sistema de fuentes públicas deberá incluir el desarrollo de una organización que pueda hacer funcionar y mantener el sistema, para lo cual se necesitará adiestrar personas con la capacidad administrativa y técnica necesaria.

## REQUISITOS Y CAPACITACION DEL PERSONAL

Una de las causas principales por las que muchos abastecimientos de agua tienen un rendimiento deficiente es la carencia del potencial humano, especialmente en los sectores de supervisión y administración. Esto se debe a que con frecuencia se cree innecesaria la capacitación en las habilidades administrativas, mientras que generalmente se da crédito a la capacitación técnica. Sin embargo, la necesidad de la primera existe, y casi siempre a un nivel bastante básico. Se debe capacitar a los guardianes y supervisores de las fuentes públicas, así como al personal técnico. Inclusive, a cada empleado se le debería otorgar períodos breves adicionales de capacitación, mientras trabajen en la organización del abastecimiento de agua. También los proyectistas y diseñadores de los sistemas de las fuentes públicas necesitan capacitación y cursos de repaso durante sus períodos de servicio, con el fin de actualizarlos en las técnicas y criterios nuevos.

Debido a ello, los programas de capacitación tendrán que cubrir las labores administrativas y técnicas. Un programa de abastecimiento de agua no es únicamente un proyecto de ingeniería, sino que también abarca una serie de aspectos, entre ellos, el social, el de salud, el financiero, y el de administración. Es esencial que las políticas concernientes a la capacitación y al reclutamiento del personal, reconozcan que un programa de abastecimiento de agua es, en sí, un esfuerzo multidisciplinario.

Existe otro aspecto más a tratar y es que aunque una autoridad encargada del agua pueda necesitar iniciar un proyecto de capacitación, sus propias exigencias de personal quizás no sean suficientes para apoyar un programa autónomo de capacitación, quizás no sea suficiente. En casos como esos, posiblemente sea preferible establecer un proyecto de capacitación que abarque a todas las entidades del país que abastecen agua, y que incluya, por ejemplo, a los plomeros, para que puedan laborar en el sector privado. La necesidad de capacitación debe considerarse para toda la gama de oficios y conocimientos: técnicos especializados en bombas de mano y medidores, instaladores de tuberías, albañiles y personal administrativo.

La capacitación de los guardianes e inspectores locales, cuya preparación es relativa, quizás requiera una disposición especial, por ejemplo, que se realice en el lugar de trabajo.



EL MANTENIMIENTO: A MENUDO UNO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS



## ADMINISTRACION OPERATIVA

Con frecuencia, y lamentablemente, la operación diaria y las rutinas de mantenimiento de los abastecimientos de agua no se administran en forma conveniente. En la actualidad, la rapidez con que dejan de funcionar los abastecimientos de agua es mayor que aquella con la que se construyen, y la causa de ello parece ser su mantenimiento deficiente. Para llamar la atención sobre este problema y para describir la gama de oficios y conocimientos que muchas veces se descuidan, parece ser preciso introducir el término "administración de la operación". Este concepto se refiere a la administración de las actividades diarias, incluyendo la organización, el mantenimiento y la recaudación de los ingresos. Sin embargo, se diferencia del nivel de administración que establece las políticas generales y planifica el financiamiento de los proyectos.

El objetivo inmediato de una fuente pública es abastecer agua. Por lo tanto, la primera prioridad de la administración de la operación deberá ser el mantenimiento y supervisión, llevados a cabo en forma suficientemente regular y competente como para que mantenga a la fuente pública produciendo agua en forma eficiente.

En la lista de prioridades la siguiente es el nexo de relación con los usuarios de la fuente pública, a un nivel bastante básico, y con medios de comunicación que se adecuen a ellos, de modo que lleguen a sentir que el personal administrativo responde a sus reclamos, y que llevará a cabo las reparaciones cuando se haya informado de la necesidad de hacerlas. Así mismo, otra de las importantes tareas de la administración del funcionamiento, es la recaudación de los ingresos basada en el hecho ya remarcado de que actualmente, la mayor parte de los abastecimientos de agua mediante fuentes públicas tienen que autofinanciar por lo menos una parte de su costo.

Cuando se establece un buen mantenimiento de las fuentes y efectivos medios de comunicación con los usuarios, éstos sentirán que cuentan con un buen servicio, y como consecuencia estarán razonablemente dispuestos a cooperar con la administración, en el pago de las tarifas. Pero, si en cambio las fuentes públicas no reciben un mantenimiento adecuado y el abastecimiento de agua que brindan no es seguro, y si el personal adopta una actitud arrogante e indiferente hacia sus reclamos, entonces ni siquiera tendrá sentido intentar recaudar las tarifas.

## MANTENIMIENTO

Casi siempre el término mantenimiento se utiliza vagamente para referirse a la reparación de un equipo con desperfectos; sin embargo, en este caso el concepto mantenimiento preventivo se introduce para enfatizar la importancia de las medidas tomadas para evitar los desperfectos. Normalmente, éstas serán actividades muy básicas: la limpieza, el ajuste de algún tornillo y el cambio regular de las arandelas del grifo. En cambio el término reparar, por contraste, significa poner en funcionamiento la fuente pública después de ocurrido un desperfecto. La organización del mantenimiento deberá hacerse cargo del mantenimiento preventivo, así como de las reparaciones que se tengan que hacer. No obstante, en la práctica el mantenimiento preventivo con frecuencia se descuida y la "organización de mantenimiento" vienen a ser simplemente organizaciones de reparación, que envían equipos para que compongan las fuentes públicas únicamente cuando se malogran o cuando los grifos gotean demasiado.

La clave para que el mantenimiento preventivo tenga éxito es la inspección regular de la fuente pública y la atención adecuada a los pequeños indicios o al funcionamiento defectuoso. Si un grifo, que estando cerrado, gotea un poco o es difícil de hacer funcionar y no se arregla, puede llegar a ser la fuente de un serio problema. Pero si se repara con prontitud, mientras aún los síntomas se notan poco, dicho problema será prevenido. Quizás el grifo de una fuente pública sea la parte que más requiera de un mantenimiento continuo; muchas veces la plataforma, la estructura de concreto y la pieza que adhiere la tubería a la pared también requieren reparaciones. También se deberá revisar el medidor de agua, si lo hubiera, y limpiar con regularidad la plataforma y el sistema de desagüe. (véase el anexo 3).

En resumen, todos los programas de mantenimiento tienen que incluir las siguientes actividades:

- (a) mantener limpia la fuente pública y sus áreas vecinas, efectuar todos los pequeños ajustes que sean necesarios, por ejemplo, ajustar algún tornillo que esté suelto;
- (b) una persona con los conocimientos técnicos necesarios y las herramientas adecuadas inspeccionará la fuente pública una vez por semana, detectando y corrigiendo cualquier mínimo desperfecto; también observará si necesitan reemplazarse las arandelas del grifo u otras piezas;

- (c) brindar el equipo suficiente a una persona o a un equipo para que visite cada fuente pública durante períodos regulares o cada vez que sea necesario, y que lleve a cabo las inspecciones y reparaciones principales;
- (d) procurar tener almacenados los repuestos necesarios y asegurarse de que estén al alcance, y sin retraso alguno, de las áreas que los necesitan;
- (e) lograr que todas estas actividades puedan ser financiadas adecuadamente (se necesitará una cierta cantidad de capital para establecer un stock de piezas de repuesto dentro de un almacén adecuado, donde sea supervisado adecuadamente).

Ya que todas estas actividades garantizan el mantenimiento propio que deben recibir las fuentes públicas, la forma en que deberían organizarse constituye aún un punto que resolver. La organización del mantenimiento puede clasificarse en descentralizada y centralizada. La primera ocurre cuando se delega a nivel local determinada parte del trabajo y la segunda, cuando solamente una autoridad unitaria en materia de agua ejecuta todas las actividades.

Para el caso de las fuentes públicas construidas en las áreas rurales, el patrón descentralizado será a menudo la única opción realista. En cuyo caso, las personas que habitan en esas áreas serían las indicadas para llevar a cabo la limpieza de la fuente pública y las inspecciones regulares, durante los cuales verificarán si alguna de sus partes necesita ser cambiada; estas personas deberán recibir capacitación, como guardianes de las fuentes. Posiblemente, un acuerdo como éste alivie en parte el trabajo de mantenimiento de la organización central, incluyendo la carga económica que ello significa. Sin embargo, aún será necesario que el personal técnico contratado visite de vez en cuando la fuente pública con el objeto de realizar las inspecciones de mayor envergadura, oriente y aconseje a los guardianes locales.

En las áreas urbanas es muy probable que lo adecuado sea la organización centralizada. Bajo este sistema, los supervisores o guardianes que perciben un salario tienen la responsabilidad de limpiar e inspeccionar diariamente las fuentes públicas, y a su vez pueden emplear, alternadamente, algunos trabajadores para que realicen el trabajo de limpieza. El guardián es un empleado al que la autoridad del agua le paga un salario, y se relacionará directamente con el personal de mantenimiento de su organización. Debido a esta disposición, todo trabajo de mantenimiento es responsabilidad directa de la autoridad encargada del agua. No obstante, éste puede llegar a descentralizarse, si los concesionarios o los puestos de agua tienen una autorización para trabajar

en forma independiente y organizar por sí mismos las tareas más elementales de mantenimiento. La experiencia ha demostrado que cada fuente pública debería inspeccionarse aproximadamente una vez por semana.

Un inspector capacitado debería poder inspeccionar de 25 a 50 fuentes públicas por semana (en áreas rurales y urbanas, respectivamente) y realizar todas las rutinas de mantenimiento. Para atender las reparaciones mayores, será preciso contar con un equipo compuesto de un instalador de tuberías, un albañil y dos trabajadores.

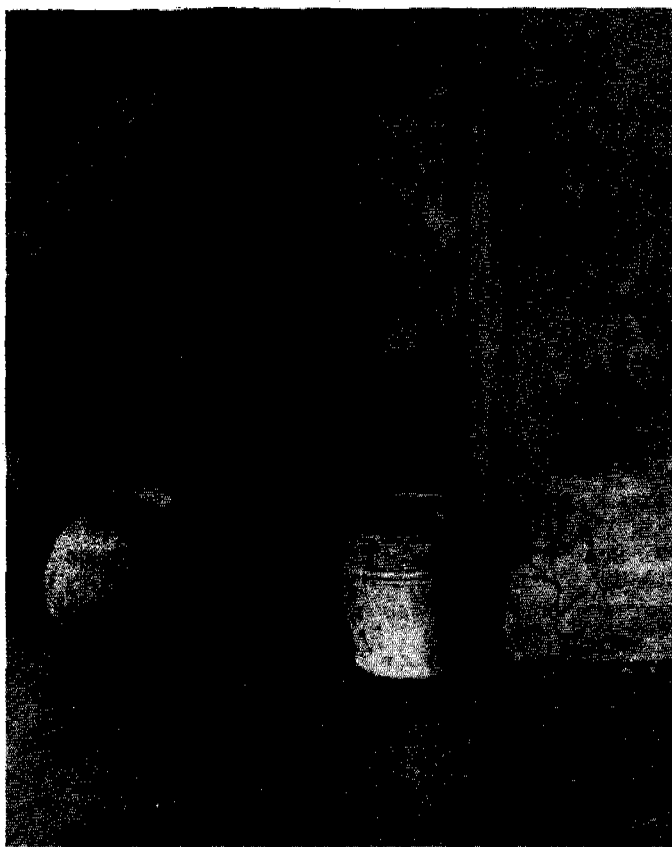
A medida que este equipo trabaje, la experiencia les mostrará el número de fuentes públicas que pueden atender, aunque el siguiente dato podría servir como guía: un supervisor de mantenimiento podría ser responsable de una cantidad hasta de 500 fuentes públicas, y tener a su cargo hasta tres equipos de trabajo.

Naturalmente, la magnitud del trabajo de mantenimiento que se realice y los costos que ello implique dependerán de la calidad y el tipo de construcción de la fuente pública y la unidad base, del número de personas que la utiliza y de la calidad del agua, especialmente de las propiedades corrosivas que ésta tenga. Los costos dependerán también de las distancias entre las fuentes públicas que tengan que recorrer el equipo técnico y del área total que tienen que atender.

A las responsabilidades del equipo de mantenimiento e inspección bien podría añadirse la tarea de supervisar regularmente la calidad del agua. Aunque la inspección frecuente en muchos casos no se pueda llevar a la práctica, y de todos modos podría compensarse mediante un mantenimiento realizado con el objeto específico de prevenir la contaminación del agua. Esto quiere decir que el mismo equipo inspeccionará la condición en que se hallan las tuberías de distribución del agua y brindará el servicio de mantenimiento a la fuente. En los sistemas con numerosas fugas en las tuberías y que reciben un mantenimiento deficiente, la presión es a menudo tan baja que el agua contaminada del exterior penetra en las tuberías, creándose serios riesgos para la salud de los consumidores.

Una de las características de la organización del mantenimiento que requiere más atención es la de los repuestos. En todos los lugares donde quizás existan retrasos en el envío de las piezas de repuestos, será necesario que la organización de mantenimiento aumente el stock de repuestos y administre los sistemas que lo controlan, con vista a preveer las futuras demandas de repuestos, de manera que puedan pedirse por adelantado. Es preferible, cuando sea posible, utilizar un equipo de fabricación local.

La clave para poder controlar debidamente el almacenamiento de las piezas de repuestos y otros aspectos del servicio de mantenimiento, es el registro constante de los repuestos almacenados y utilizados. Si se registrara todas las visitas del personal de mantenimiento a las fuentes públicas y los materiales que utilizan, sería posible observar la proporción con que se están utilizando las diferentes piezas de repuestos. La misma relación puede ser útil para verificar si cada fuente pública está recibiendo un servicio regular y puede ayudar a descubrir los focos de problemas que requieren reparaciones con mayor frecuencia que lo acostumbrado.



**EL DESPERDICIO DE AGUA: LA DESVENTAJA DE UN GRIFO QUE NO SE SUPERVISA CONSTANTEMENTE**

## SUPERVISION

Es recomendable supervisar constantemente el uso de las fuentes públicas en situaciones como éstas:

- (a) en los lugares donde para recaudar ingresos se paga por el agua directamente, de acuerdo al volumen obtenido;
- (b) donde existan serios períodos de escasez de agua y sea estrictamente necesario evitar el desperdicio y derrame de agua;
- (c) cuando las presiones sean bajas y el abastecimiento de agua irregular, para prevenir que los usuarios dañen la estructura de la fuente al tratar que el flujo de agua aumente;
- (d) en las áreas urbanas muy pobladas o donde existan cantidades numerosas de usuarios, para mantener el orden y prevenir que la fuente pública caiga en mal uso.

Para poder supervisar las fuentes públicas, generalmente se coloca un guardián en cada una de ellas. Pero si éste permanece en su puesto únicamente durante el día, los robos y averías sólo se solucionarán parcialmente. Quizás sea necesario establecer una vigilancia durante las 24 horas del día. Otra solución consistiría en construir grifos públicos en un lugar seguro y cerrado o en una especie de kiosco, dentro de los cuales el guardián pueda sentarse y hacerlos funcionar. Luego, el kiosco se cerrará en la noche. Hasta la fecha éste parece ser el método más efectivo para recaudar las tarifas y prevenir las averías. No obstante, se deberá pagar debidamente a los guardianes y hacerles sentir que su trabajo es importante. Quizás, los guardianes no estén dispuestos a imponer su autoridad, ni correr el riesgo de ganarse la antipatía de la comunidad, o inclusive fracasarían en el cumplimiento de sus deberes, si su salario fuera bajísimo y su moral decayera.

## RECAUDACION DE COBRANZAS

El cobro de las tarifas a los usuarios es uno de los problemas que más comúnmente se suele mencionar. En muchos países existe una antipatía generalizada contra el pago por una cantidad de agua que inclusive tiene que cargarse hasta la casa. Existen factores que disminuyen en las personas el deseo de pagar por el agua, a saber: la administración deficiente, el cobro irregular de las tarifas. Además de lo anterior, el estado financiero de

los usuarios: los que cuentan con un ingreso regular, quizás estén más dispuestos a pagar una cantidad mensual, que los que no cuentan con él; estos últimos, casi siempre, prefieren pagar al momento de sacar el agua y de acuerdo a la cantidad extraída.

Es muy importante crear un método apropiado para recaudar las tarifas, que sea justo y efectivo. Existen varios métodos para hacerlo:

- (a) estableciendo un pago mensual;
- (b) cobrando de acuerdo a la cantidad consumida de agua, por cada balde, o cualquier otro recipiente. El pago puede efectuarse con monedas o con fichas usadas como dinero;
- (c) cargando las tarifas a los impuestos personales, a los impuestos a la tierra o sobre el ganado;
- (d) Agregándolas en el pago de alquiler por la casa, cobrando así ambos conceptos;
- (e) en los casos en que el Concejo Municipal desee proveer agua en forma gratuita a los usuarios de las áreas pobres, se podrá colocar un medidor en la fuente de agua y la municipalidad podrá entonces pagar el recibo emitido por la autoridad encargada del agua.

En las zonas urbanas donde están agrupadas las viviendas de bajo costo, y donde las personas suelen compartir un grifo con otro grupo de viviendas, quizás sea bastante apropiado incluir en el alquiler mensual de la vivienda o de la parcela, una tarifa fija por el agua. Los problemas que las autoridades pertinentes afrontan cuando efectúan el cobro de esta manera son reducidos.

Cuando son guardianes o concesionarios los que controlan la operación de las fuentes públicas, muchas veces se crean algunos problemas. Quizás, se extralimiten en sus funciones, exigiendo un pago más elevado por el agua, o abriendo los grifos solamente a las horas que a ellos les conviene. Posiblemente, lleguen a carecer de autoridad para mantener el orden o para insistir en el pago del agua, o quizás por temor a volverse poco populares, falten al cumplimiento de sus responsabilidades. Frecuentemente, llegan a descuidar la instalación que está a su cargo, bajando así el nivel de mantenimiento. Por lo tanto, la selección de la persona adecuada para el trabajo tiene un carácter fundamental.

Quizás surja otro problema cuando la moneda más pequeña que se utiliza tiene como valor, digamos de un centavo de dólar. El pago de un centavo por cada cubo de agua, implicaría que el precio aproximado de un metro cúbico de agua es de un dólar. En

circunstancias como éstas, lo más recomendable sería que los usuarios pagaran el agua con fichas que se puedan comprar por cantidad. Luego, "ese centavo" podría comprar varias fichas, dando derecho al usuario de poder comprar, por ejemplo, de dos a cinco baldes de agua.

Es probable que surjan problemas en las áreas donde existen diferentes sistemas para recaudar las tarifas. Por ejemplo, en algunos asentamientos espontáneos de viviendas, las personas se rehusan a pagar la tarifa mínima por el agua consumida de las fuentes públicas pues piensan que sus vecinos del área contigua no pagaron por el agua que consumieron, cuando en realidad sus tarifas fueron incluidas en sus alquileres de vivienda. En estos casos, se debería establecer claramente cuál es la cantidad que se ha añadido al alquiler y que constituye las tarifas de agua.

El tipo de recaudación de impuestos que dará los resultados más satisfactorios depende de las costumbres locales y de la situación política del país.





DESAGÜE



## V. PARTICIPACION DE LA COMUNIDAD

Existe un consenso general sobre la importancia de la participación máxima posible de los usuarios en el planeamiento e implantación de los abastecimientos de agua mediante fuentes públicas. La participación activa de la comunidad puede ser beneficiosa para el éxito del proyecto de abastecimiento de agua y para que la comunidad desarrolle un espíritu de autoconfianza.

### PARTICIPACION EN EL PLANEAMIENTO

Resulta evidente que durante la planificación de un sistema de fuentes públicas deberán existir amplios contactos entre los proyectistas y las personas locales del área que se ha de servir. Quizás las mismas personas encargadas de establecer estas relaciones puedan al mismo tiempo actuar como trabajadores comunitarios, preparando a la comunidad local para el nuevo programa. Lo ideal sería que este trabajo comunitario se lleve a cabo de tal manera que fomente la participación activa de las personas locales en la planificación, la implantación y la operación del nuevo programa de abastecimiento de agua, y que a la vez les permita determinar en forma positiva las instalaciones que ellos desean.

Para que la comunidad participe en la planificación es necesario que las consultas se realicen antes de tomar cualquier decisión sobre la instalación de un sistema de abastecimiento de agua compuesto por fuentes públicas, o antes que se rechacen estas instalaciones y se opte por las conexiones domiciliarias. Con el fin de que su participación sea significativa, la comunidad deberá conocer toda la gama completa de opciones con sus respectivos costos, los cuales correrán por cuenta de los usuarios. Por lo tanto, antes de consultar a la comunidad, tendrá que calcularse el costo aproximado de todas las opciones, y decidir la cantidad de subvenciones externas que se podrá proveer a la comunidad.

Casi siempre ciertos tipos de comités o equipos de trabajo sirven como puntos focales donde puede reunirse toda la información proveniente de otros lugares, y todos los conocimientos que posee la comunidad. Quizás las reuniones públicas sean los medios más efectivos para saber si existe un consenso general sobre las decisiones tomadas; pero aún quizás en estas reuniones bien puede ocurrir que la gente más pobre se sienta incapaz de exponer claramente sus opiniones, ya que posiblemente no las tomen en cuenta. Por ello, con el fin de llegar a conocer y establecer los puntos de vista reales de cada grupo de la comunidad, quizás sea

necesario contactar específicamente y por separado al grupo más pobre, fuera del contexto de una reunión pública, y sin la presencia de los miembros más acomodados de la comunidad. Para lograr esto, sería preciso llevar a cabo una pequeña encuesta o, si se quiere hacerlo de una manera menos formal, podrán realizarse consultas en todos los puntos geográficos de la comunidad. La persona encargada de hacer la investigación o la encuesta deberá llenar un requisito muy importante: tendrá que estar plenamente consciente de los asuntos concernientes a este tipo de trabajo y ser sensible a ellos.

En resumen, deberá quedar bien en claro que la planificación de un sistema de fuentes públicas requiere primeramente definir los objetivos de la planificación; en segundo lugar, comunicarse con los usuarios potenciales del sistema para averiguar cuáles son sus necesidades y aspiraciones, y por último verificar si existe compatibilidad entre los objetivos de la planificación y las metas que tienen los usuarios. Todo este proceso deberá descubrir, en particular, los factores que hacen que una fuente pública sea socialmente aceptable, y los puntos fuertes y débiles de la organización de la comunidad local.

#### IMPLANTACION

En los lugares donde el objetivo sea la participación comunal en la etapa de construcción, se deberá tener cuidado de que los planes incluyan el uso máximo de los recursos que las comunidades puedan proporcionar; de esta forma los recursos limitados de la agencia pueden ser utilizados eficazmente, con el fin de beneficiar al número máximo posible de comunidades.

Las posibilidades de que una comunidad brinde su cooperación durante la construcción misma del abastecimiento de agua, son bastante obvias cuando ella ha tomado por cuenta propia la iniciativa de pedir la instalación de fuentes públicas y para recaudar los fondos. La única excepción ocurriría cuando parte de los miembros de una comunidad no tiene tanto entusiasmo, ya sea por que existen diferencias entre grupos, o por razones de índole socioeconómica o cultural.

Es durante las reuniones con la comunidad, celebradas antes de la construcción del abastecimiento de agua, que la agencia deberá establecer claramente desde un principio su posición con respecto a las contribuciones, en términos de dinero y de trabajo que se espera que la comunidad haga. Quizás se pueda ofrecer a la comunidad en conjunto, o a cada propietario de casa, las siguientes alternativas: que contribuyan con dinero en efectivo, que cooperen con unas horas de trabajo, u ofrecer a estos últimos una reducción específica en las tarifas subsecuentes del agua.

En los lugares donde lo que la agencia encargada del agua persigue es que la comunidad participe principalmente en la etapa de construcción, (y no en la operación posterior de la fuente pública) y donde la comunidad local posea tendencias sólidas hacia el trabajo comunitario, o para la organización de la construcción de instalaciones comunales, posiblemente no sea necesario crear ningún tipo de organización especial. Únicamente se tendrá que tener cuidado de que se cree una vinculación óptima con los distintos organismos que existen en la comunidad, tratando de asegurarse que el trabajo que realiza la comunidad se coordina perfectamente con las exigencias de la agencia, por ejemplo, en lo concerniente a los materiales que van llegando, etc. No obstante, en caso contrario, lo más aconsejable será establecer un comité encargado del agua, o un comité de salud pública, considerándolo quizás un subcomité que actúe dentro de alguna especie de concejo general, o de un comité existente para mejoras comunitarias.

#### PARTICIPACION EN EL FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO

Es posible que sea mucho más difícil organizar la participación efectiva de la comunidad en la operación y mantenimiento de la fuente pública que en la etapa de construcción. Un esfuerzo realizado durante un período corto, y en el cual cada persona tiene un rol que desempeñar, puede generar entusiasmo en una comunidad, trayendo como consecuencia un resultado concreto apreciable. Es bastante difícil lograr que las personas se entusiasmen por un trabajo nada atractivo ni siquiera notable, que tiene que realizarse indefinidamente, y cuya mayor parte tiene que ser hecho por una o dos personas, en lugar de que lo haga la comunidad en conjunto. Un trabajo de este tipo no puede compartirse equitativamente entre todos los beneficiarios, a no ser que el trabajo sea rotatorio, lo cual probablemente no funcione. Por lo tanto, debe ser hecho por personas voluntarias o por trabajadores contratados. El mantener la motivación de los voluntarios que, durante su tiempo libre, realizan un considerable trabajo no reconocido, presenta algunas dificultades.

En muchos casos, se requerirá hacer los arreglos necesarios para que se designe guardián a algún miembro de la comunidad. Este será responsable de realizar las rutinas de mantenimiento y supervisión y recibirá por ello una pequeña remuneración. Muchas comunidades tienen dificultad para recaudar en forma regular los fondos necesarios que cubran dichas remuneraciones. A menudo, la agencia encargada del agua posee una estructura administrativa mucho mejor que la de la comunidad, y por ende es la mejor indicada para pagar pequeñas remuneraciones regulares. En este caso, el problema podría consistir en la ausencia de una disposición

que norme los pagos que se tienen que efectuar por un trabajo a tiempo parcial, que es el tipo de trabajo que generalmente realizaría el guardián. No obstante, el verdadero objetivo de la agencia será reducir la carga administrativa que ocasiona el abastecimiento de agua, y el costo que implica el hacerlo funcionar. Muchas veces, esto último se logrará, contratando guardianes de la misma comunidad, para que trabajen por horas, antes que a trabajadores a tiempo completo que implican un costo mucho más elevado.



#### INSTRUCCION A NIVEL PRIMARIO

Las principales tareas de un guardián son, a saber: la limpieza, el mantenimiento preventivo, la reparación, verificar el uso correcto de la fuente pública, previendo así los daños y, si los arreglos hechos con la comunidad lo disponen, tendrá que recaudar los pagos por el agua. El comité encargado del agua y/o las autoridades locales deberán apoyarlo en todo lo posible. La decisión de si es mejor o no poner un guardián en cada fuente dependerá de las diferentes circunstancias locales: será recomendable, particularmente, en los casos en que las fuentes públicas se encuentren en barrios de mejor posición social, o en calles que se identifican con subcomités particulares. Si existieran aguateros u otras personas cuyos medios de vida se vieran amenazados por la instalación del nuevo abastecimiento de agua, bien pudiera ser que se los contrate como guardianes.

Las circunstancias locales también determinarán si las reparaciones pueden dejarse a cargo de la comunidad. Por lo menos, no se impedirá que ésta realice las reparaciones, a menos que la autoridad encargada del agua posea una organización de mantenimiento que pueda efectuar reparaciones en forma rápida y eficiente, y que las lleve a cabo. Las necesidades de adiestramiento de los guardianes en aspectos de su capacitación técnica y organizativa tendrán que considerarse bajo la luz de la amplitud de sus responsabilidades.

En caso de que la comunidad local se haga responsable de las reparaciones, deberá dejarse bien en claro quien ha de pagar los gastos involucrados, especialmente el de los repuestos. Ya que en una reparación en particular que beneficia únicamente a los usuarios de una fuente pública determinada es posible que puedan esperarse discrepancias y rechazo general al pago, a no ser que este asunto ya se haya establecido claramente de antemano. Las personas que tienen escasos recursos económicos, comprensiblemente se muestran reacias a apoyar lo que consideran la carga de otras personas. La cooperación de las personas puede lograrse, en los lugares donde se puede observar claramente que los costos y beneficios van a ser distribuidos equitativamente.

#### EL USO DEL AGUA Y EL MEJORAMIENTO DE LA SALUD

La participación comunitaria en el área de la educación para la salud tiene una importancia vital. Los beneficios para la salud que se espera provengan del mejoramiento de un abastecimiento de agua, probablemente no alcanzan siquiera un grado significativo a no ser que también se produzcan cambios en el comportamiento de las personas con respecto a la salud, empezando con la forma en que se maneja el agua después de sacarla del grifo, hasta cubrir todos los aspectos que se relacionan con la higiene personal. Probablemente estos cambios ni siquiera se produzcan en alguna escala significativa, a menos que la comunidad en general se involucre en el proceso de la educación sanitaria.

En primer lugar, tendrá que incrementarse el conocimiento de los habitantes de una comunidad en lo que respecta a las formas en que las enfermedades relacionadas con el agua podrían llegar a propagarse dentro de las condiciones locales con los patrones de comportamiento existentes. Esto se puede lograr por medio del diálogo entre un trabajador comunitario conocedor de las formas en que se transmiten las enfermedades, y las personas locales que conozcan las circunstancias y el comportamiento de la localidad. El trabajador comunitario puede ser un trabajador o auxiliar de la salud, bien pudiera ser que dentro de la agencia encargada del agua se estableciera un cargo especial como trabajador comunitario

y a este personal se le proporcione a la vez capacitación en aspectos de salud. Alternativamente, podría escogerse a una persona de la comunidad y capacitarla, en cuyo caso sería conveniente que la capacitación que se le otorgue abarque otras tareas básicas de saneamiento. Estas personas estarían entonces listas para desempeñar el cargo de trabajador comunal sanitario, siendo una de las tareas la educación de la salud con respecto al agua y a la higiene. Actualmente una serie de países están estableciendo programas para trabajadores sanitarios de la comunidad, y existe un campo de acción muy amplio donde la agencia encargada del agua, en conjunto con aquella a cuyo cargo se encuentran dichos programas, pueden brindarse mutua cooperación.

En segundo término, existe la necesidad de difundir en toda la comunidad la comprensión de las formas en que deberían cambiar los hábitos locales, para que así se reduzca la transmisión de enfermedades. Para que esto llegue a ser una realidad, se tendrá que lograr la participación activa de un comité constituido por personas locales, lo cual podría pasar a ser otra de las tareas del comité encargado del agua, en sí misma. La difusión de aquel tipo de información no es suficiente, deberá motivarse a la comunidad en forma positiva, para lograr que cambie substancialmente su comportamiento. Existen muchas maneras de motivar a una comunidad, y el tipo necesario puede derivarse del entendimiento cabal de todos los procesos en que se transmite una enfermedad; o consiguiendo que las personas acepten las afirmaciones de algunas autoridades en la materia, que aseguren que al adoptar algún cambio en sus hábitos se producirá un cambio en la salud; o cuando observen que ya otras personas han adoptado el cambio; por el deseo que tengan de ser bien considerados por otros miembros de la comunidad; o también porque se han establecido sanciones en contra de aquellos que no adopten el cambio. El tipo de motivación que se deba aplicar a cada caso en particular dependerá de las circunstancias locales; pero un comité local sabrá utilizar mejor la mayoría de ellas que un trabajador comunitario que viene de otro lugar. Este deberá, sin embargo, procurar asegurarse que el comité mismo, posea la motivación suficiente.

#### ORGANIZACION DE LA COMUNIDAD

Evidentemente la eficacia que tenga la participación comunitaria depende en gran parte del desarrollo de una organización comunal apropiada.

Muchas comunidades, en especial las de las áreas rurales, poseerán una organización formal bastante sólida, y los comités y guardianes locales que se requieren para la operación de un abastecimiento de agua mediante fuentes públicas deberán insertarse



dentro de esta organización. Esto significaría que una reunión a nivel de barrio, o un comité comunal existente serían los lugares más apropiados para tratar sobre abastecimientos de agua, o bien para escoger a personas que trabajen como guardianes. Aunque, muy a menudo ninguna organización existente es apropiada, posiblemente sea por ello necesario formar un "comité especial encargado del agua", o bien un "comité general de salud pública" que represente a la comunidad local.

En las comunidades donde parezca conveniente establecer comités locales, las políticas de las autoridades encargadas del abastecimiento de agua determinarán la estructura exacta de la participación. Si lo que persigue la autoridad encargada del abastecimiento es la participación activa de la comunidad sólo en la fase de la construcción, lo único que necesitará es que la organización de la comunidad alcance un mínimo desarrollo. De esta manera en algunos lugares quizás sea factible depender del marco existente para efectuar reuniones y consultas, así como de los líderes que organizan los grupos de trabajo, para asegurar las contribuciones en efectivo. No obstante, si se pide a la comunidad que participe continuadamente en la operación y mantenimiento de las fuentes públicas, y que asegure todos los beneficios potenciales en el aspecto de la salud que éstas proporcionan, entonces las demandas serán mucho mayores.

Para hacer realidad esta última propuesta será necesario, en primer lugar, encargarse en forma continua de la operación de la fuente pública durante un período prolongado y, en segundo término, esforzarse por involucrar en cualquier campaña para la salud a la comunidad en su conjunto, inclusive a aquellos grupos de personas no privilegiadas. Algunas veces estos dos objetivos pueden alcanzarse formando un "comité especial del agua" o un "comité de salud pública"; por lo tanto, el ayudar a formar comités como éstos constituirá una de las primeras tareas del trabajador comunitario que representa a la autoridad encargada del agua. Si se establece un comité para que se haga cargo, específicamente del agua y de la salud, puede ser posible incluir dentro de él a las mujeres y a otras personas que normalmente no se incluyen dentro de los comités o reuniones, debido a que éstas están más relacionadas con el uso del agua y las prácticas de la higiene. Si dentro de los comités o reuniones, ni las mujeres ni los grupos más pobres están debidamente representados, resultará mucho más difícil lograr que tengan efecto los beneficios para la salud que un abastecimiento de agua mejorado podría brindar.

La labor exacta de los comités encargados del agua variará de acuerdo al lugar; no obstante, es factible realizar una lista de sus funciones. En términos generales, un comité encargado del agua debería ser responsable de las siguientes tareas:

- (a) ayudará a que exista comunicación entre la autoridad encargada del agua y los usuarios;

- (b) organizará el esfuerzo que la comunidad quiera desplegar para autoayudarse, y el trabajo voluntario durante la etapa de construcción;
- (c) establecerá las reglas que observarán los usuarios del abastecimiento, hará que se cumplan, y prevendrá que la fuente pública caiga en mal uso;
- (d) seleccionará a las personas de la comunidad que recibirán capacitación para trabajar como guardianes, como trabajadores sanitarios de las comunidades, etc.;
- (e) recaudará las contribuciones en efectivo de los usuarios;
- (f) reembolsará a los guardianes cualquier gasto que hayan hecho (por ejemplo, por la compra de repuestos), y quizás pagará otros gastos;
- (g) formulará sugerencias en el campo de la educación para la salud, y brindará su ayuda a estos programas.

Esta lista de responsabilidades tan extensa representa la carga que recae sobre las personas de una comunidad, cuando la autoridad encargada del agua las hace responsables de su cumplimiento. Probablemente, sólo las comunidades cuya tradición de organizarse formalmente esté muy arraigada, y cuyos miembros tengan cierto grado de habilidad administrativa puedan llevar a cabo con éxito todas aquellas tareas.



UNA ESTACION HIGIENICA

## VI. ASPECTOS TECNICOS

Si se desea mayor información sobre los aspectos técnicos consulte el Manual de Diseño y Construcción de las Fuentes Públicas, editado como Documento Técnico 14 del Centro Internacional de Referencia, y al que se considera como documento complementario de la presente publicación.\*

### ELECCION DE TECNOLOGIA

Frecuentemente el término "elección de tecnología" se define como el problema de hacer uso óptimo del capital, el trabajo y los recursos naturales de cualquier programa que incluya un nuevo tipo de tecnología. Desde luego el proyectista de abastecimientos de agua enfrenta este mismo problema, y cuando se decide por la instalación de un sistema de fuentes públicas, ya ha efectuado una "elección de tecnología" fundamental.

La decisión de proveer fuentes públicas puede considerarse como el primer paso de una serie de pasos simples de un procedimiento lógico de diseño (véase el anexo 4). El siguiente paso consiste en recopilar datos que se relacionen con el diseño del sistema de fuentes públicas, incluyendo detalles sobre el lugar donde las personas lavan la ropa, y la clase de plataforma que necesitan para colocar sobre ella sus baldes u otra clase de recipientes.

Luego se realizará una evaluación para determinar si la comunidad es capaz de organizar el mantenimiento de sus propias fuentes públicas, y de recaudar de su misma gente los pagos que se necesiten, y si está dispuesta a realizar ambas tareas. Quizas sea posible alentar la formación de un comité local, y dejar principalmente a su cargo la administración de las fuentes.

Esto significa adoptar, un patrón "descentralizado" de mantenimiento que necesita un equipo sencillo y de fácil mantenimiento. Por otro lado, si la comunidad tiene una organización muy débil quizás lo más apropiado sea un patrón "centralizado".

Con consideraciones de este tipo, el proyectista debe llegar a ciertas conclusiones acerca de la especificación sobre la cual va a basar el diseño detallado de ingeniería. Para fines de discusión este tema está subdividido de la siguiente manera: (a) consumo de agua; (b) hidráulica y capacidad; (c) estructura y esquema de una fuente pública; y, (d) elección del equipo.

(\*) En la presente versión en español ambos documentos se publican juntos en un solo volumen.

## CONSUMO DE AGUA

El volumen de agua que se saca de las fuentes públicas es típicamente de 20 a 60 litros per cápita al día (lcd). El consumo efectivo de agua de una fuente pública no sólo depende de las costumbres locales con respecto al uso doméstico del agua, sino también de la disponibilidad de otras fuentes de agua. La cantidad de agua que se extrae para usos no-domésticos, como por ejemplo el riego de los jardines, también puede ser un dato importante. Al diseñar un abastecimiento de agua se deberá atender los futuros aumentos potenciales de la demanda de agua. Generalmente, se recomienda que un sistema de fuentes públicas tenga una capacidad excedente como para unos 10 años, previendo así el crecimiento de la población, y el aumento de consumo per cápita que se produzca durante ese período. En los lugares donde se planifica que un sistema de distribución de agua mediante fuentes públicas ha de proveer posteriormente a conexiones domiciliarias, el diseño de la planta de tratamiento y del sistema de distribución a menudo debe basarse en el uso de 100 lcd. De comprobarse que esta última opción resulta muy costosa, un diseño estándar de 75 lcd puede ser aceptable.

Otro criterio es la demanda máxima de agua. En las fuentes públicas de las áreas rurales, la demanda máxima muchas veces se presenta durante las primeras horas del atardecer, es decir cuando la cantidad de agua que se saca de las fuentes en una hora, puede llegar a ser igual a cinco veces la tasa promedio por hora, e inclusive aún más. Estos elevados factores de demanda son característicos en los abastecimientos de agua utilizados sólo para fines domésticos, y en donde no existe una producción básicamente industrial o agrícola. En la mayoría de los casos, lo más adecuado para el diseño de las redes de distribución de agua de una fuente pública será un factor máximo de 3 a 5.

El proyectista puede llegar a controlar hasta cierto punto el factor de demanda máxima, limitando el número de grifos de cada fuente pública, o utilizando orificios que restrinjan el flujo de agua. Estos últimos constituyen el método de control más preferido, ya que pueden ser hechos a un costo bastante reducido, en diferentes tamaños, además de insertarse y quitarse con facilidad. Sin embargo, un flujo máximo controlado de este modo, no deberá caer debajo de un nivel aceptable, para así evitar que los usuarios sean incomodados con la formación de largas colas. En la India, por ejemplo, el criterio consiste en que la tasa de descarga de los grifos de las fuentes públicas situadas en las zonas urbanas deberá ser de 10 litros por minuto, mientras que en los de las áreas rurales se considera que lo adecuado es de 5 litros por minuto.

## HIDRAULICA Y CAPACIDADES

Un sistema de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas está compuesto por una fuente central, conectada a una planta de tratamiento, o sin ella, desde donde se conduce el agua hasta las fuentes públicas para su distribución. Normalmente, el sistema de tuberías será ramificado, terminando en puntos muertos al alcanzar las fuentes públicas. El costo de los sistemas ramificados es menor, y son mucho más sencillos de diseñar que los sistemas con extensiones sin ramales. No obstante, una ruptura en la tubería principal de distribución de un sistema ramificado interrumpirá el servicio a muchos usuarios.

En los casos en que una serie de fuentes públicas están conectadas a una tubería principal de distribución de agua, frecuentemente es razonable suponer que el agua que emana de la fuente pública no afecta demasiado a la presión de agua de la tubería principal de distribución. Es entonces cuando los grifos u otros dispositivos similares de las fuentes públicas pueden ser considerados como piezas separadas al sistema de distribución.

Es muy importante elegir un tipo de grifo adecuado, así como tener la seguridad de que el tamaño y número de grifos instalados descargarán una cantidad suficiente de agua que atienda las necesidades de los usuarios.

De no ser adecuada la fuente pública en este aspecto, se formarán colas muy largas durante los períodos de demanda máxima, y las personas no se sentirán alentados a utilizar la fuente pública. Empíricamente, en una fuente deberá existir un grifo por cada grupo de 50 personas.

Pero para tener una idea más específica de la cantidad de grifos que se necesitan, es necesario observar detenidamente la situación durante las horas de demanda máxima. En la mayoría de las fuentes públicas, éstas ocurren temprano en las mañanas, o a horas avanzadas de la tarde. Durante ellas, los grifos pueden quedarse completamente abiertos sin interrupción alguna, y probablemente la descarga de agua proveniente de los grifos sea de 3 a 5 veces el flujo promedio de agua. Esta última relación se refiere al "factor máximo" o "p".

Además de esto, una cierta cantidad de agua es derramada o utilizada para enjuagar los baldes; por lo tanto, se ha de incluir un factor "w" que representará la fracción de agua que es desperdiciada.

Entonces, si "cd" indica la demanda promedio per cápita al día y "N", la cantidad de personas que sirve la fuente pública, el flujo  $\frac{S}{S}$  máximo de la fuente pública puede representarse con la siguiente fórmula:

$$Q_{\max} = N \times \frac{1}{S} \times \frac{cd}{24} \times P \times \frac{1}{1-w} \times \frac{1}{f}$$

Generalmente, los fabricantes de grifos pueden proporcionar un gráfico que muestre la tasa de descarga de agua de un tipo de grifo en particular, según diferentes presiones de alimentación del agua.

La presión mínima permisible de un sistema de abastecimiento de agua puede llegar hasta 5 metros (0.5 Kgf/cm<sup>3</sup>); sin embargo, las presiones de diseño que se encuentran entre los 8 y 20 metros son bastante comunes. Muchos ingenieros prefieren los valores bajos (alrededor de los 10 m) para reducir al mínimo la pérdida de agua de la red de distribución.

Evidentemente, el número de grifos necesarios en una fuente pública depende de la proporción del flujo necesario ( $Q_{\max}$ ) para la capacidad de descarga de un sólo grifo ( $q_d$ ), y el elegir grifos de tales dimensiones, de manera que esta proporción brinde un número conveniente de grifos, forma parte del trabajo del proyectista. Para reducir la capacidad de descarga de un grifo, puede hacerse un orificio en la tubería de servicio. Se necesita un cálculo aparte para determinar el diámetro de la tubería de Servicio, EP. El conocimiento de la presión de agua en las tuberías principales, de la presión deseada en el grifo, y de la longitud de la tubería, permitirá calcular la pérdida hidráulica en la tubería. Los fabricantes de tuberías proporcionan gráficos que muestran el diámetro de tubería que será necesario para enviar el flujo máximo requerido.

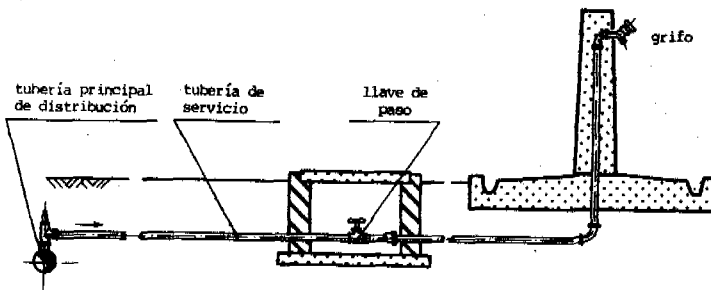
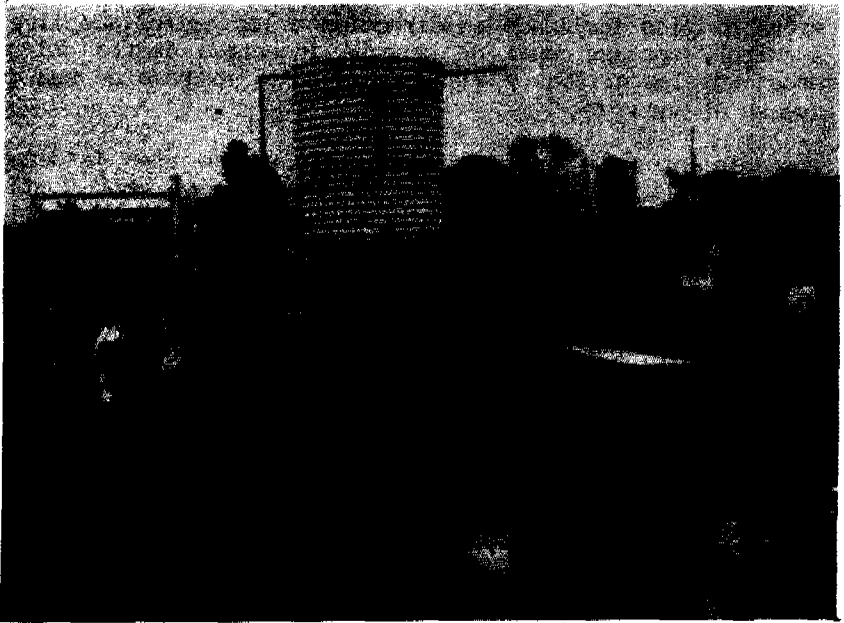


FIGURA 5: ELEMENTOS TECNICOS DE UNA FUENTE PUBLICA



EL AGUA PUEDE LLEGAR A CONTAMINARSE EN CUALQUIER PUNTO

## ESTRUCTURA Y ESQUEMA DE UNA FUENTE PUBLICA

La estructura de una fuente pública se compone de una pared o un poste que sirve de apoyo a los grifos y la plataforma. La superficie del piso debe ser dura e impermeable, y deberá inclinarse hacia algún tipo de desagüe, por donde puedan desaguar las aguas servidas. Para tener la seguridad de que se produzca un buen desagüe, la superficie del piso deberá elevarse aproximadamente a 0.10 m. sobre el terreno circundante.

Pueden distinguirse dos tipos básicos de estructura. En el diseño más simple y el que más se aplica, el piso se inclina en dirección opuesta al grifo hacia zanjas o desagües, ubicados en los bordes exteriores del piso (declive hacia afuera). El otro tipo tiene el piso inclinado en dirección a los grifos (declive hacia adentro), con un canal de desagüe insertado dentro del piso y debajo de los grifos, y que desagua en el extremo de una tubería (véase el anexo 6).

Probablemente, la construcción de este último tipo de desagüe de fuente pública sea relativamente costosa, y será justificada principalmente en las áreas urbanas donde no se puede utilizar el tipo de desagüe por absorción. Además ofrece un riesgo de contaminación algo más elevado que la fuente con plataforma de declive hacia afuera. Si la tubería de desagüe llegara a atorarse, la fuente pública estaría rodeada por un charco de agua estancada. Por lo tanto, este tipo deberá aplicarse únicamente en los casos en que el mantenimiento sea adecuado, y se mantengan desatoradas las tuberías de desagüe.

En áreas rurales, donde relativamente pocas personas utilizan cualquiera de esos dos tipos de fuentes públicas, quizás sea conveniente economizar dinero, prescindiendo completamente de una superficie de piso duro, en cuyo caso justo debajo del grifo se construye un desagüe por absorción. Este tipo de desagüe deberá estar compuesto de un hoyo, digamos de 0.50 metros cuadrados y 0.80 m. de profundidad, cubierto con cascajo o grava, a través del cual el agua pueda desaguar dentro del suelo. La grava que sirve de relleno deberá elevarse a un nivel adecuado, para que proporcione la plataforma necesaria para colocar los baldes. Una construcción de este tipo puede funcionar bien cuando el suelo es permeable, y el desagüe efectivo; pero no deberá aplicarse en los lugares donde el terreno se aniega con facilidad.

Siempre que sea posible canalizar las aguas servidas por una tubería de desagüe, sería preferible darles algún otro uso, por ejemplo como bebida para el ganado; como agua de regadío para los jardines; o para un estanque para peces.



Cuando sea imposible utilizarlas, se recomienda desacargarlas directamente en cualquier desagüe o conducto de aguas pluviales o cabe la posibilidad de infiltrarlas dentro del suelo, utilizando zanjas de absorción; el número de hoyos de filtración deberá decidirse de acuerdo a la permeabilidad del suelo: los suelos arcillosos requerirán zanjas relativamente más largas, y los suelos arenosos, zanjas cortas.

El piso o plataforma de la fuente pública puede ser hecho de concreto, o cualquier otro material disponible en la localidad, que sea conveniente (ladrillo, piedra). Es necesario que una estructura con cimientos resistentes sirva correctamente de apoyo a los grifos. Con demasiada frecuencia la construcción no es adecuada, y algunas veces sólo una tubería indebidamente apoyada asoma del suelo. A menudo, esta es la causa por la cual las tuberías que sirven de conexiones sufren averías. En ocasiones, este tipo de tubería es reforzada; por ejemplo, con una tubería de acero de 25 mm. Es mejor, sin embargo, cubrirla con mampostería, o instalarla junto con el grifo en una columna o en una pared.

Quizás surja la necesidad de construir pequeñas plataformas o bases justo debajo de los grifos, para que los usuarios puedan colocar allí sus baldes o recipientes para poder llenarlos. En los lugares donde las personas los cargan sobre sus cabezas, la altura de estas plataformas sobre el nivel del piso deberá ser de 0.9 a 1.0 m. para los adultos, y de 0.4 a 0.5 m para los niños. La altura de los grifos sobre la plataforma varía entre 0.4 y 1.0 m. dependiendo esto de la forma en que funcionan y del tamaño de los recipientes utilizados. En muchos países, las bases ubicadas debajo de cada grifo son simples y hechas de ladrillo o concreto, aunque en los sitios donde los fondos de inversión no son tan escasos, se pueden utilizar rejillas de metal para colocar sobre ellas los baldes.

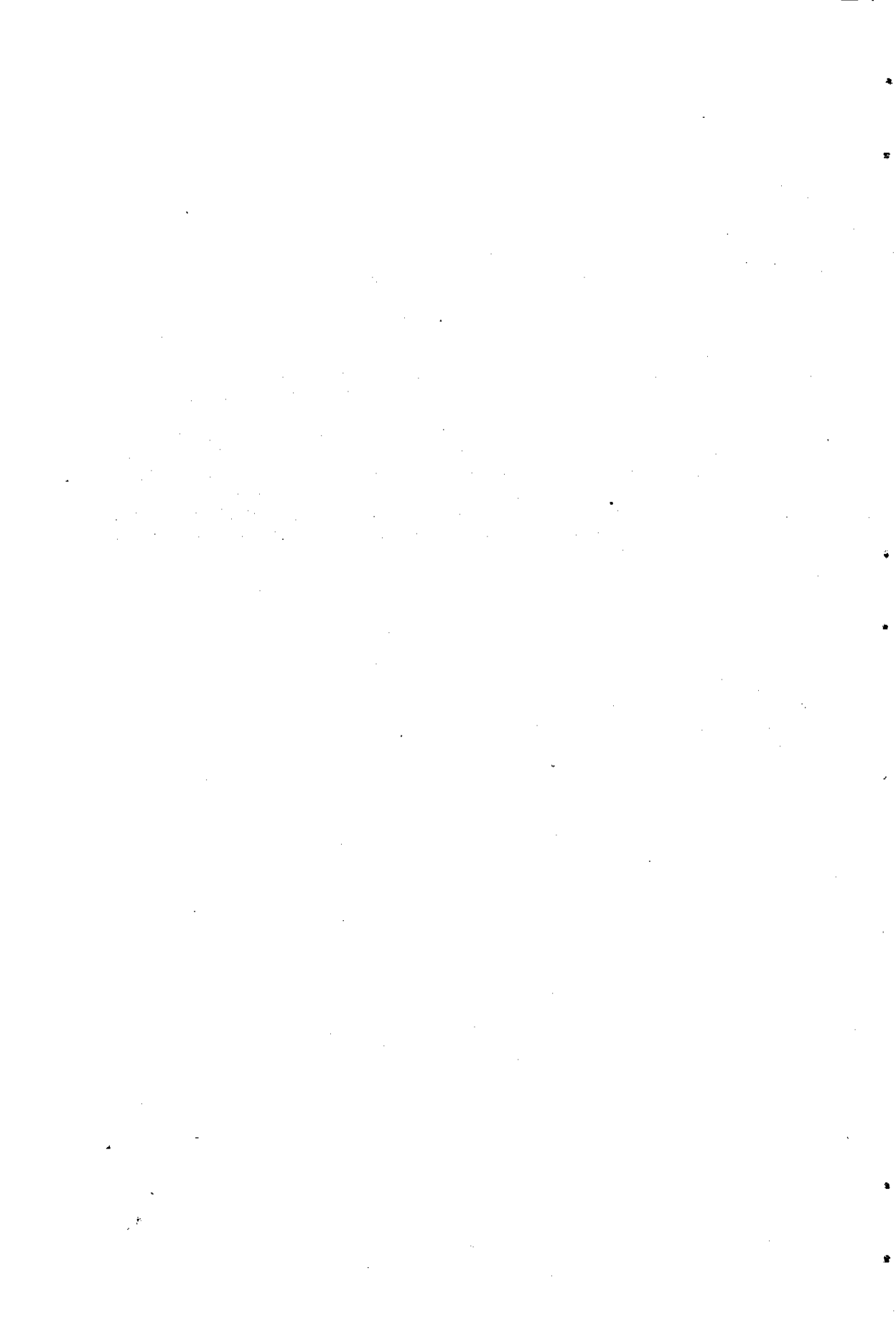
Además de los componentes básicos de las fuentes públicas descritos ya ampliamente, el esquema de la plataforma de una fuente pública puede incluir otras características, lo que dependerá de las preferencias de los usuarios, o de las disposiciones que se establezcan para la supervisión de la fuente y la recaudación de tarifas. Quizás los usuarios exijan la construcción de una pared que cerque la fuente pública, o si esta tiene una reja a la que pudiera hecharse llave, quizás se reduzcan los problemas de supervisión. Sino se llegara a necesitar esta pared, sería recomendable colocar una barandilla en los bordes exteriores de la plataforma de la fuente pública, para así mantener apartado el tráfico de las pistas adyacentes, o para prevenir que el ganado penetre en la plataforma. En los lugares donde el problema es el tráfico, la barandilla puede transformarse en un borde de 0.20 m. de altura, o si lo que se espera es que el ganado vacuno cause perjuicios, puede consistir en una pared de 0.80 m de altura.



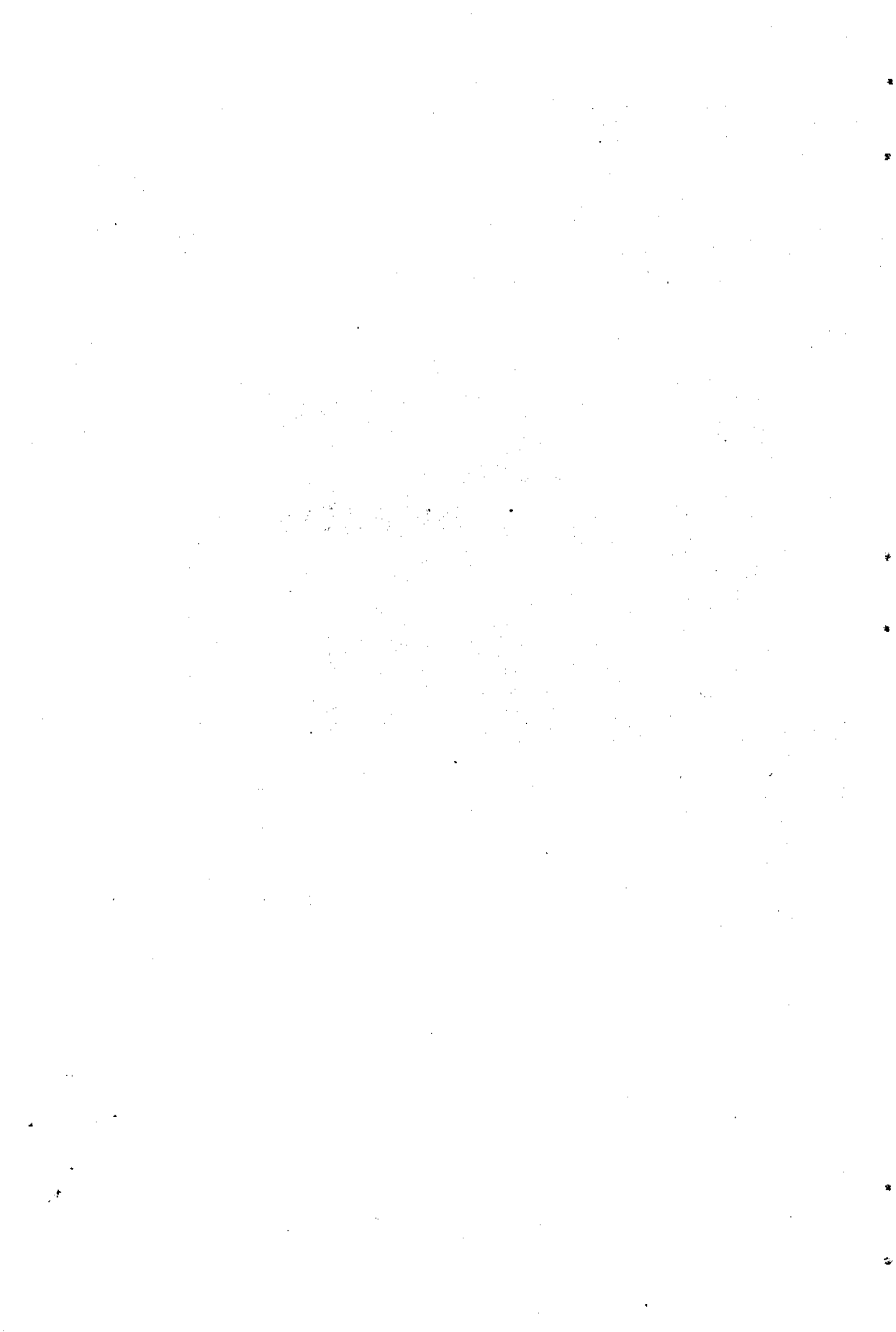
UN CANAL DE DESAGÜE DE AGUAS SERVIDAS DE UNA FUENTE PUBLICA

De ser grandes los riesgos que se corran por este último problema, sería aconsejable colocar una reja para ganado a la entrada de la fuente pública. Si se ha de dar de beber al ganado deberán construirse abrevaderos separados y deberán estar ubicados fuera de la cerca que rodea la fuente pública.

Si existiera la necesidad de construir instalaciones para el lavado de ropa y para la higiene, éstas deberán ubicarse cerca de las fuentes públicas, pero se mantendrán separadas. Es posible que la lavandería requiera únicamente algunos arreglos simples - lozas, fregaderos y un cobertizo. Alternativamente, quizás sea necesaria una "estación higiénica", incluyendo en ella retretes públicos, duchas y cuartos para el aseo personal. La construcción de una fuente pública como parte de una estación higiénica ofrece una serie de ventajas de índole técnica: las instalaciones, y las aguas servidas pueden eliminarse por el alcantarillado de la estación higiénica. Los grifos públicos deberán instalarse en la parte de afuera de la pared de la estación que da al exterior.



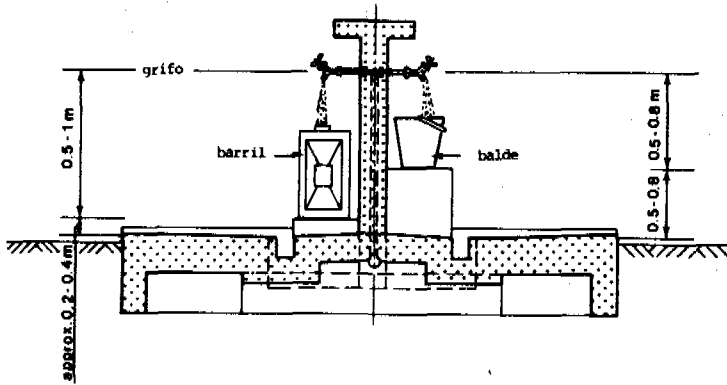
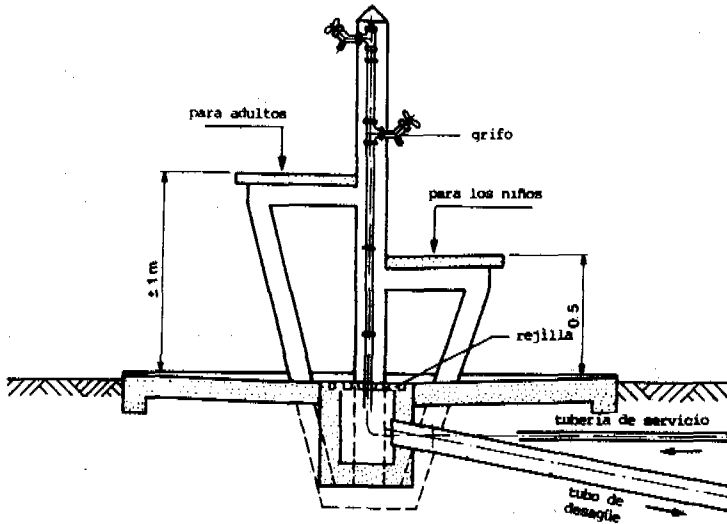
# ANEXOS



## ANEXO I

## LISTA DE VERIFICACION PARA EL DESARROLLO DE UN PROGRAMA INTEGRADO

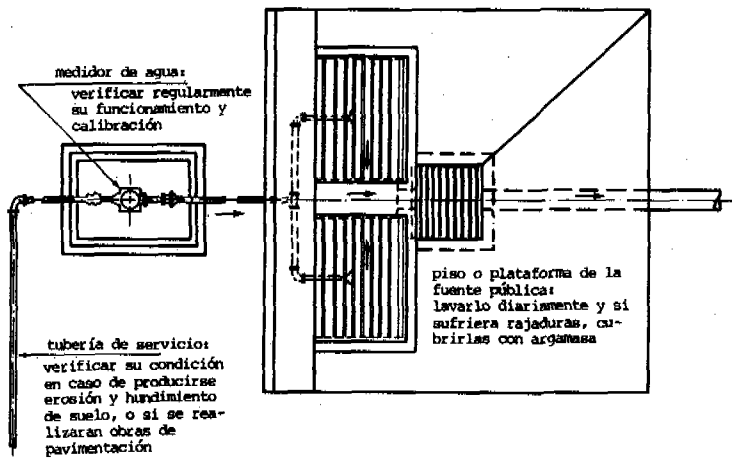
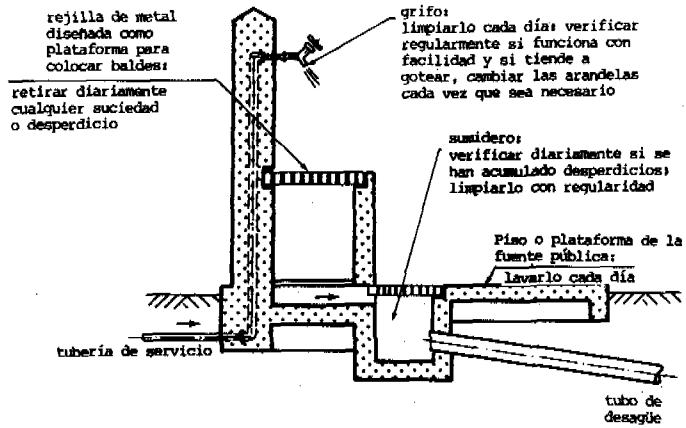
COMPONENTES	ELEMENTOS
PLANIFICACION	integración al programa nacional estudios de factibilidad presupuesto y financiamiento
INFRAESTRUCTURA INSTITUCIONAL Y ORGANIZATIVA	estructura institucional legislación organización administración
INVESTIGACION Y DESARROLLO	investigaciones en el campo pruebas estudios pilotos
INGENIERIA TECNICA	diseño construcción operación mantenimiento estandarización
ADMINISTRACION Y ORGANIZACION	administración políticas para establecer tarifas operación y mantenimiento manufactura indígena
ASPECTOS ECONOMICOS Y FINANCIEROS	viabilidad económica gastos de inversión/gastos ordi- narios análisis de costo/efectividad arreglos financieros fondos rotatorios estructuración de precios
DESARROLLO DEL POTENCIAL HUMANO	captación del personal necesario capacitación cursos, manuales, instalaciones
DESARROLLO DE LA COMUNIDAD	encuestas información pública participación de la comunidad saneamiento



FUENTES PUBLICAS CON PLATAFORMAS ELEVADAS

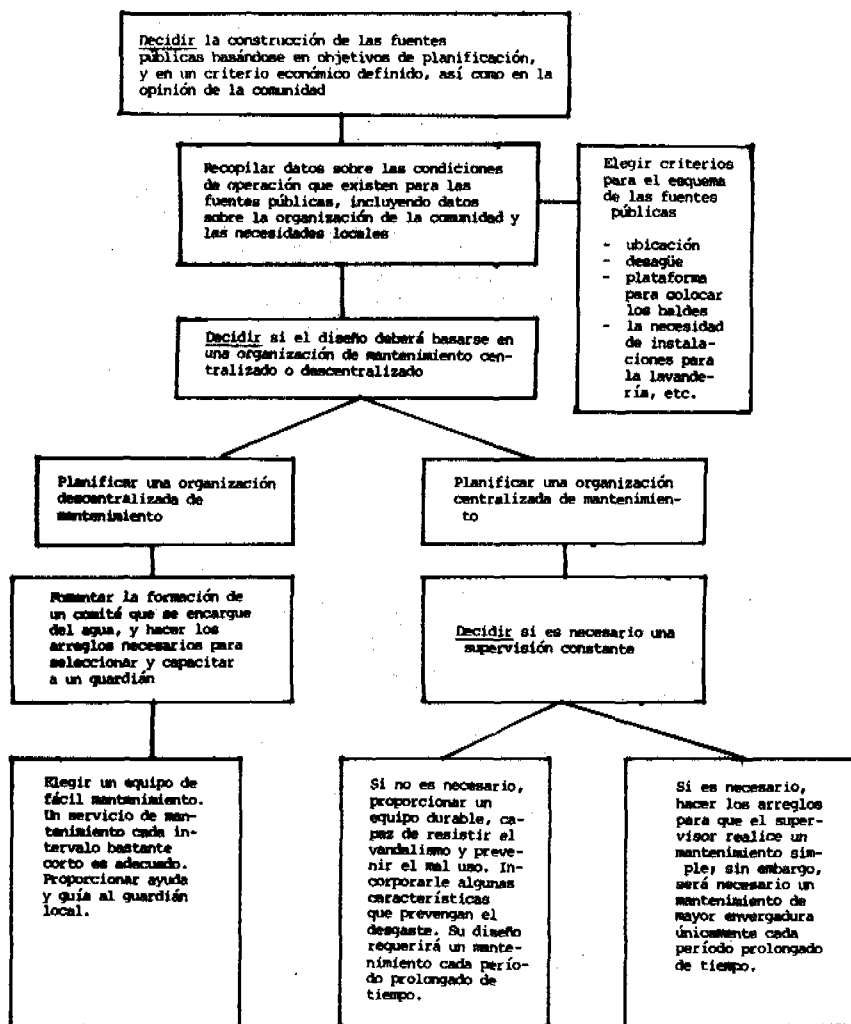
- (a) para brindar comodidad a los usuarios de diferentes edades
- (b) adecuada para recipientes de diferentes tamaños





PARTES DE UNA FUENTE PUBLICA QUE REQUIEREN MANTENIMIENTO

PROCEDIMIENTO PARA DISEÑAR UNA FUENTE PUBLICA



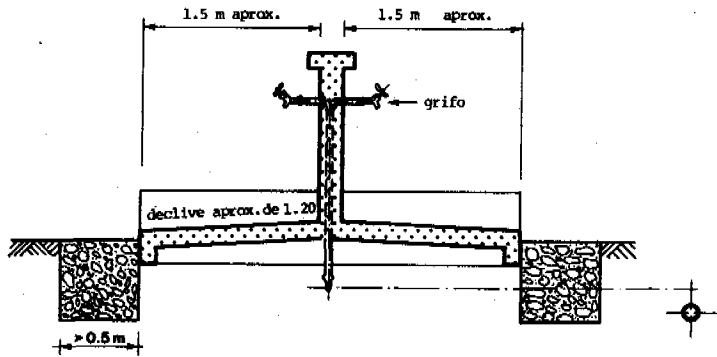


FIGURA A: CORTE TRANSVERSAL DE UNA FUENTE CON DOS CAÑOS A TORNILLO Y UNA PLATAFORMA DE CONCRETO

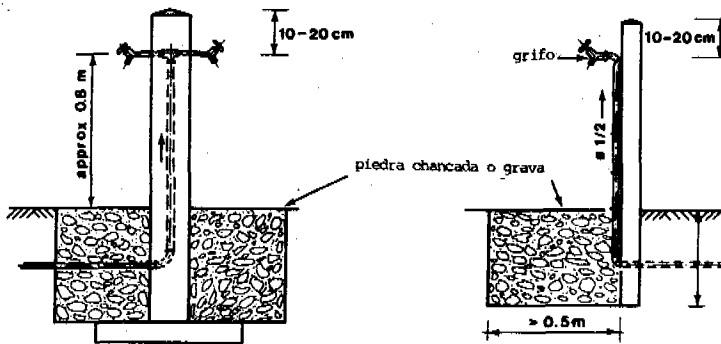
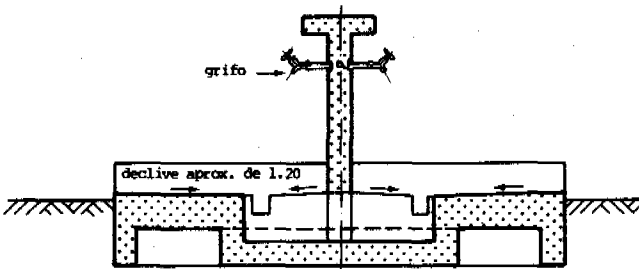
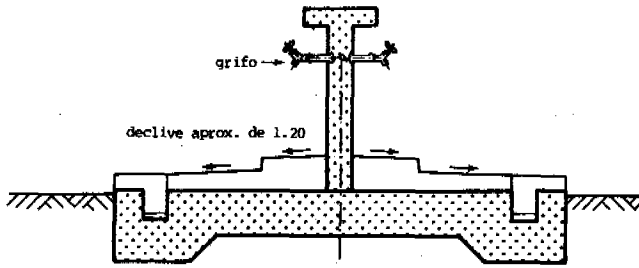


FIGURA B: CORTE TRANSVERSAL DE FUENTES PUBLICAS SIMPLES, FORMAS TÍPICAS DE ABASTECER AGUA A LAS ZONAS RURALES



DISPOSICIONES TÍPICAS PARA EL DESAGÜE DE AGUAS SERVIDAS

LISTA DE REFERENCIAS

APPLEYARD, J. R.

Least Cost Design of Branched Pipe Networks (Diseño de menor costo de sistemas de redes ramificadas de tuberías).

Journal of Environmental Engineering Division, 101, EEA, 1975, pp. 675-677.

BORJESSON, E.K.G.

Low Cost Distribution Systems (Sistemas de distribución de bajo costo)

En: Water for Peace Conference. Planning and developing water programmes. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1967, Vol. 7.

CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R.

Small Water Supplies (Abastecimientos de agua pequeños)

Londres, Ross Institute, Bulletin, 10, 1978.

CAIRNCROSS, S., et al.

The Evaluation of Village Water Supplies in Lesotho (La evaluación de abastecimientos de agua en Lesotho)

En: Pickford, John, ed.: Planning for Water and Waste in Hot Countries. Loughborough (Inglaterra), Loughborough University of Technology, 1976.

CARRUTHERS, I.D.

Impact and Economics of Community Water Supply (Impacto y economía de los abastecimientos comunitarios de agua).

Ashford, Wye College de la University of London, 1972.

COMMISSION OF EUROPEAN COMMUNITIES

Sector Evaluation (ex-post) of Urban and Village Water Supply Projects. (Evaluación sectorial (en el terreno) de proyectos de abastecimiento de agua para zonas urbanas y para aldeas)

Bruselas, (Comunidad Económica Europea), 1978. Vol. I y II

DEVELOPMENT PLANNING UNIT

Seminar on Planned Growth in Lusaka (Seminario sobre crecimiento planificado en Lusaka)

Londres, University College. Development Planning Unit Research.

DONALDSON, D.

Planning Water and Sanitation Systems for Small Communities (El planeamiento de sistemas de agua y saneamiento para comunidades pequeñas)

En: International Training Seminar on Community Water Supply in Developing Countries, WHO International Reference Centre for Community Water Supply, Bulletin No. 10, 1976, pp. 71-105.

EPP, R.; FOWLER, A.G.

Efficient Code for Steady State Flows in Networks (Codificación eficiente para flujos de estado constante en redes)

Journal Hyd. Division, American Society of Civil Engineers, (ASCE), 96, HY1, 1970.

FARRAR, D.M.

Aspects of Water Supply and Conservation in Some Semi-arid Parts of Africa (Aspectos del suministro y conservación del agua en algunas partes semiáridas del Africa)

Tesis de doctorado. Manchester, Institute of Science and Technology, University of Manchester, 1974.

FEACHEM, R.

Water Supplies for Low Income Communities: Resource Allocation, Planning and Design (Suministros de agua para comunidades de baja renta : Asignación de recursos, planeamiento y diseño)

En: Feachem, R.; McGarry, M.G. y D. Mara, eds: Water Wastes and Health in Hot Climates. Londres y Nueva York, John Wiley & Sons, 1977, pp. 75-95.

FEACHEM, R.

Water Supplies for Low Income Communities in Developing Countries  
(Suministros de agua para comunidades de baja renta en países en desarrollo)

Proceedings (Actas) of The American Society of Civil Engineers (ASCE), 101, EES, 1977, pp. 687-702.

HUGHES, A.J.B.

The Inter-relation of Social Structure, Land Tenure and Land Use  
(La Interrelación de la estructura social, la tenencia y uso de la tierra)

Documento presentado a la Conferencia de Bulawayo, National Resources Board, Zimbabwe, 1967.

HUMPHREYS, HOWARD & SONS

Seven Urban Water Supply Schemes in Ghana (Siete esquemas de abastecimiento urbano de agua en Ghana).

Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1970.

INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY

Public Standposts for Developing Countries (Fuentes públicas de agua para países en desarrollo)

Actas de una reunión internacional de expertos realizada en Achimota, Ghana, Agosto de 1977. Bulletin Series, No. 11

INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY

Manual for Design and Construction of Public Standposts (Manual para el diseño y construcción de fuentes públicas de agua)

Technical Paper Series, No. 14, Setiembre de 1979.

LARIA, D.T.; KOLSKY, P.J.; MIDDLETON, R.N.

Design of Low-Cost Water Distribution Systems (Diseño de sistemas de distribución de agua de bajo costo)

Washington, D.C., Banco Mundial, Departamento de Energía, Agua y Telecomunicaciones, 1977 (P.U. Report No. RES 11)

MARAIS, G. VAN ROOYEN; MCJUNKIN, F.E.

Reduction of Water Consumption by Use of Constant Flow Valves  
(Reducción del consumo de agua mediante el uso de válvulas de flujo constante).

University of North Carolina, 1969. (AID-UNC/IPSED Series, Item 2)

PACEY, A. ed.

Water for the Thousand Millions (Agua para mil millones)  
Oxford, Pergamon Press, 1977.

REES, I.

Urban Infrastructure Problems: A Case Study of Water Supply  
(Problemas de infraestructura urbana: un estudio de caso en abastecimiento de agua)

Documento para la Town and Country Planning Overseas Summer School, Londres, 1972.

ROBINSON, R.B.; AUSTIN, T.A.

Cost of Optimization of Rural Water Systems (Costos de optimización de sistemas rurales de agua)

En: Journal Hyd. Division, American Society of Civil Engineers (ASCE), 102, HY8, 1976, pp. 119-1134.

ROURE, J.

Standpipes in Tropical Africa (Caños públicos en Africa Tropical)

En: Information and Documents, No. 3, 1975, pp. 15-26

SAUNDERS, R.J.; WARFORD, J.J.

Village Water Supply: Economics and Policy in the Developing World  
(Abastecimiento de agua para aldeas: economía y política en el mundo en desarrollo)

SOCIETE D'ENERGIE ET D'EAU DU GABON

Projet D'aménagement et Entretien des Bornes Fontaines dans les Quartiers Non-urbanisés de Libreville (Proyecto de manejo y mantenimiento de las fuentes públicas en los barrios no urbanizados de Libreville)

Libreville, La Sociedad, 1972.



TASGAONKAR, S.K.

Norms for Design of Rural Piped Water Supplies Schemes (Normas para el diseño de esquemas de suministro rural de agua entubada)  
En: Journal Indian Water Works Association, January-March 1978, pp. 97-102

UNICEF

A Strategy for Basic Services (Una estrategia para los servicios básicos)

Nueva York, Naciones Unidas, 1976. (Code 378-76-10M)

WAGNER, E.G.; LANOIX, J.N.

Water Supply for Rural Areas and Small Communities (Abastecimiento de Agua para áreas rurales y comunidades pequeñas)  
Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1959. (Monograph Series, No. 42)

WARFORD, J.J; JULIUS, DE, A.S.

The Multiple Objectives of Water Rate Policy in Less Developed Countries (Los objetivos múltiples de la política de tarifas de agua en los países menos desarrollados)

En: Water Supply and Management, Vol. 1, 1977, pp. 335-342.

WARNER, D.

The Economics of Rural Water Supply in Tanzania (La economía de los abastecimientos rurales de agua en Tanzania).

University of Dar-es-Salaam, 1970. (ERB Paper).

WATER RESEARCH ASSOCIATION

Final Report of WHO - Assisted Course on Preventive Maintenance of Water Distribution Systems held in Bombay, India (Informe final del Curso Apoyado por la OMS sobre Mantenimiento Preventivo de Sistemas de Distribución de Agua, realizado en Bombay, India)

Marlow (Inglaterra), Water Research Association, 1972. 68

WHITE, A.T

Health Extension in Phase 2 of The Slow Sand Filtration Project  
(Extensión hacia aspectos de salud en la Fase 2 del Proyecto de Filtración lenta de arena)

La Haya, International Reference Centre for Community Water Supply, 1978 (no publicado).

WHITE, G.F.; BRADLEY, D.J.; WHITE, A.U.

Drawers of Water; domestic water use in East Africa (Extractores de agua; uso domestico del agua en Africa Oriental).

Chicago y Londres, University of Chicago press, 1972.

WORLD HEALTH ORGANIZATION

Community Water Supply; a Report of a WHO Expert Committee  
(Abastecimiento comunitario de agua; Informe de un Comité de Expertos de la OMS).

Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1969 (Technical Report, No. 420).

WORLD HEALTH ORGANIZATION

ECA Working Group of Experts in Water Resources Planning (ECA Grupo de trabajo de expertos en planeamiento de recursos hídricos).

Ginebra, OMS, Junio 1970.

WORLD HEALTH ORGANIZATION

World Health Statistics Report, Vol.26, No. 11, Ginebra, OMS, 1973.

WORLD HEALTH ORGANIZATION

Provision of Safe Water Supplies to Rural Communities in South East Asia (Provisión de suministros de agua segura a comunidades rurales en el sudeste Asiático)

Nueva Delhi, Oficina Regional de la OMS para el Sudeste Asiático, 1974.

WORLD HEALTH ORGANIZATION

World Health Statistics Report, Vol. 26, No. 10, Ginebra, OMS, 1976.

## INDICE

### A.

Abrevadero del ganado, 8, 64.  
Acarreadores de agua, véase Vendedores de agua  
Acarreo de agua, 20, 30-1, 65.  
Aceptabilidad social, 28-9, 34-5.  
Adiestramiento, 39, 40, 55-6.  
Administración, 36; véase además Gestión.  
Administración operativa, 7, 34, 42, 53-4.  
Agua, calidad del, véase Calidad del agua;  
cargos por el, véase Costos de agua; cobranzas;  
comités del, 51, 53-4, 56-8;  
desperdicio de, véase Desperdicio de agua;  
medidores de, véase Medidores de agua;  
tratamiento del, véase Tratamiento del agua.  
Análisis de costo-beneficio, 16, 19.  
Áreas rurales,  
fuentes para, 5, 64, 79;  
niveles de costo para, 6, 16.  
organización, 15, 44, 1 56-7.  
Áreas urbanas, 6, 21, 44.  
Asentamientos de intrusos, 22, 48.  
Aspectos legales, 7, 38-9.  
Autoridades del agua, 36-9, 45, 56-7.  
funciones unificadas de las, 7, 25, 36-7, 44.  
Autoridades municipales, 25, 36-9, 47.  
Autoayuda, 52-53, 57.

### B.

Baldes, plataformas para, 31, 65, 73.  
Beneficios y costos, 1-2, 16, 1-9, 54;  
véase además Beneficios para la salud.  
Beneficios para la salud, 14-5, 20, 57.

### C.

Calidad del agua, 45; véase además Contaminación.  
Capacidades, véase Capacidades de descarga  
Capacidades de descarga, 61-3.  
Cargos por el agua, véase cobranzas; costo del agua.  
Cobranzas, 24-5, 42, 47-9.  
"Colas" para el agua, 61-2.  
Comités comunitarios, 51, 53, 55, 56-8.  
Comités de salud, 5, 6-8.  
Comités de agua, véase Agua, comités del

Comunicación y relacionamiento, 42-3, 51-3, 57-8.  
Comunidad, contribuciones, 21-2, 52;  
organización, 56-7, 59, 60;  
participación, 21, 28, 39, 51-8;  
trabajadores de la, 61, 55-6, 57-8.  
Concesionarios de puestos del agua, 44.  
Condiciones de la vivienda, 5, 47-8.  
Conexiones domiciliarias,  
beneficios sanitarios de las, 9, 14;  
economía de las, 24-6;  
en recambio de fuentes públicas, 9, 14, 24-5;  
Consumidores, véase Usuarios  
Consumo per cápita, 19, 23, 60.  
Contaminación, 14, 35, 45, 64.  
Costo de construcción per cápita, 6, 18-9.  
Costo del agua, 23, 48.  
Costo del mantenimiento, 21, 23, 45.  
Costos corrientes, 16, 21, 23-6.  
Costos de capital, 16, 21, 23-6, 51.  
Costos recurrentes, véase Costos corrientes  
Costos unitarios del agua, 23.  
Consumo de agua per cápita, 19, 23, 60.  
Criterios de organización, 35, 39.  
Cuidadores, 40, 44, 57-8  
Salarios de los, 53.

### D.

Decenio del agua potable, 1.  
Desagües, véase Drenajes  
Densidad de la población, 17-8.  
Desperdicio de agua, 8, 25, 47, 61.  
Control del, 8, 26, 47, 62.  
Diámetro de las tuberías, 12, 17, 21, 62.  
Diseño de la organización,  
véase Criterios de organización  
Diseño, manual de, 59.  
normas de, 19-20.  
procedimientos de, 59, 77.  
vida del, 8, 60.  
Disposición de residuos, 38, 66.  
Distancia de camino a pie, 7, 20.  
Drenaje, 8, 11, 64-5, 81.

### E.

Economía de las fuentes públicas, 14, 27.  
Educación, 12, 15, 24-5, 55, 56.  
Educación sanitaria, 12, 22, 55-6.

Enfermedades relacionadas con el agua, 14, 55.  
Escasez de personal, 38, 40.  
Esfuerzo voluntario, 52-3, 57.  
Estaciones de "Confort", 58, 66;  
Estructura institucional, 25, 36-9.

F.

Factores culturales, 30, 31-3.  
Factores pico, 61-3.  
Finanzas, 21-7, 38, 43-4.  
Fondos de inversión, 21.  
Forma organizativa, 34-5, 44-5.  
  diseño de la , 35, 40, 77.  
Fuentes públicas,  
  circunstancias en que se usan las, 5, 9, 33.  
  costos de las, 16, 19.  
  definición de, 9.  
  espacio entre, 16-8.  
  plataformas para, 31, 65-7, 75.

G.

Gestión, 36, 40; véase además Administración  
  operativa  
Gobierno, 25, 36, 38-9.  
Grupos de bajos ingresos, 22-3, 30-3, 51-2, 56-8.  
Grifos, altura de los, 31.  
  capacidades de los, 61-3  
  mantenimiento de los, 10, 44.  
  número requerido de, 61-3.  
Guardianes, 25, 33, 44, 48.

H.

Hábitos de lavado, 30, 32-3, 55.  
Hidráulica, 61-3.  
Higiene, 55.

I.

Implementación, véase Implantación  
Implantación, 52.  
Inspección, regularidad de la, 43, 45.  
Instalaciones para el lavado, 30-1, 32, 34, 66.  
Inversiones per cápita, 6, 16, 19.

K.

Kioskos de agua, concesionarios de,  
  véase Concesionarios de puestos de agua

L.

Lavadero, 30, 32, 34, 66.  
Limpieza de las fuentes, 35, 43-4, 54.

M.

Mano de obra, 38, 40-1, 45.  
Mantenimiento, 21, 43-6, 75.  
  centralizado, 44, 60, 77.  
  decentralizado, 44, 60, 77.  
  diseño del sistema de, 40, 44.  
  preventivo, 43, 45-6.  
Medidores de agua, 25-6, 44.  
Metas, 1, 31-3.

N.

Necesidades, 29, 31-33, 51.  
  sentidas, 29, 31  
  de las mujeres, 29, 30-33, 57  
Niveles de servicio, 9, 14-5, 60.  
Normas de diseño, véase, Diseño, normas de

O.

Objetivos sociales, 1, 21-3, 29-33.  
Operación y mantenimiento, 21, 23, 53-4.

P.

Pago por el agua, 15, 22-7, 47-9.  
  con fichas, 49.  
Pago por reparaciones, 55.  
Participación comunitaria, 22, 29, 39, 51-7.  
  comunidad, participación de la; véase además,  
  Autoayuda, comités comunitarios;  
  en el planeamiento, 51-2.  
Pisos, véase Plataformas

Planeamiento, 10-1, 14, 38.  
integral, 10.

Plataformas (pisos), 43, 64-6, 75.

para baldes, véase Baldes, plataformas para,  
Población, densidad de la, véase Densidad de la,  
Población servida, 7, 19, 62.

Poblaciones de tugurios, 22, 49.

Potencial organizativo de las comunidades, 56-7, 59.

Precio del agua, 23-6.

Precios sombra, 15.

Presiones (del agua), 20, 47, 62.

Préstamos, 21, 22, 23.

Programas integrados, 71.

## R.

Recopilación de datos, 59.

Redes (de tuberías), 8, 11, 17, 19, 21.

Responsabilidad, asignación de, 10, 38-9, 54-5.  
dividida, 6, 26, 36, 38.

Reparaciones, 43-4, 54-5.

Repuestos, 44, 35-6.

Reuniones en el patio, 56.

Riego de jardines, 29, 60, 65.

## S.

Salud, salud pública, véase Beneficios para la salud  
comités de salud, educación sanitaria,  
trabajadores de la salud.

Sistemas de distribución, 8, 11-3, 16-7, 19, 61-3.

"Software", 2; véase además Forma organizacional,  
Subsidios, 22, 23.

Subvenciones, véase Subsidios

Sistemas, conceptos de, 10, 13.

Supervisores de fuentes públicas, véase Guardianes

Supervisores de mantenimiento, 45.

Supervisión, 47.

Secaderos de drenaje, 64; véase además Drenajes

## T.

Tarifas, 22, 23, 24-6.

Tecnología apropiada, 6, 28, 35, 59.

Tiempo de acarreo del agua, véase Acarreo del agua;

Trabajadores de la salud, 55, 57.

Trabajos en la fuente, 12, 37, 61.

Tratamiento del agua, véase Agua, tratamiento del,

## U.

Unidades de base, véase Plataformas

Usuarios de fuentes públicas

comunicación con, 42-3, 61.

contribuciones de los, 21-2, 52.

participación de los, 22, 39, 51-8.

preferencias, 6-7, 29, 51.

Uso del agua, . 55; véase además Consumo de agua.

## V.

Vandalismo, 35.

Vendedores de agua, 25, 34, 54.

Vivienda, condiciones de la véase Condiciones de la  
vivienda.

CENTRO INTERNACIONAL DE REFERENCIA PARA ABASTECIMIENTO  
PUBLICO DE AGUA Y SANEAMIENTO

ABASTECIMIENTO DE AGUA MEDIANTE FUENTES PUBLICAS  
ABASTECIMIENTO DE AGUA MEDIANTE FUENTES PUBLICAS: MANUAL DE DISEÑO

MANUAL DE DISEÑO

DOCUMENTO TECNICO No. 14

La Haya, Países Bajos  
Noviembre 1983

Este informe está difundido bajo la responsabilidad del Centro Internacional de Referencia de la OMS para el Abastecimiento Público de Agua y de Saneamiento. El mismo no representa necesariamente las decisiones o la política declarada de la Organización Mundial de la Salud.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PREFACIO . . . . .	2
RECONOCIMIENTOS . . . . .	3
1. INTRODUCCION . . . . .	5
2. EL DISEÑO DE UNA FUENTE PUBLICA . . . . .	7
3. LA CAPACIDAD DE DESCARGA NECESARIA POR FUENTE PUBLICA . . . . .	10
4. CALCULOS DE DISEÑO . . . . .	17
4.1 Componentes y parámetros . . . . .	17
4.2 Forma de utilizar los gráficos . . . . .	20
5. DIBUJOS DE LOS DISEÑOS . . . . .	29
 ANEXOS	
1. Símbolos y abreviaturas . . . . .	63
2. Unidades y conversión . . . . .	64
3. Factor de crecimiento . . . . .	65
4. Radio de servicio . . . . .	66
5. Pérdidas de carga de presión . . . . .	67
6. Ecuaciones hidráulicas . . . . .	68
7. Llave de paso y medidor de agua . . . . .	69
8. Materiales . . . . .	70
9. Desagüe de la fuente pública . . . . .	71
10. Mecanismos de control del flujo de agua . . . . .	72
11. Lista de referencias . . . . .	77



## PREFACIO

Durante un período largo, las fuentes públicas continuarán jugando un papel importante en el mejoramiento y aceleración de la provisión de abastecimientos de agua y saneamiento a las áreas rurales y a las urbanas marginales. En el marco de la Década Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y del Saneamiento Ambiental (1981-1990), se llevarán a cabo grandes inversiones dentro de este sector durante dicho periodo. Esto enfatiza la necesidad de desarrollar métodos apropiados para la planificación, el diseño y la construcción de sistemas de abastecimientos de agua mediante fuentes públicas.

En todo el mundo los ingenieros han diseñado e instalado fuentes públicas incorporando ideas propias. A menudo han tenido que empezar de la nada, y se ha invertido una considerable cantidad de tiempo profesional muy valioso en el perfeccionamiento de los detalles. El método de paso a paso sobre el que se basa este documento permite a un ingeniero o a un técnico llevar a cabo los cálculos necesarios en una forma eficiente. Los dibujos y las relaciones de cantidades que conforman la sección más extensa del presente documento pueden adaptarse con facilidad a las condiciones locales. Por ende, haciendo uso de este documento se puede utilizar eficazmente, en la selección y modificación, cualquier tipo de recurso tecnológico disponible para elaborar el proyecto más adecuado. Así mismo, puede utilizarse también en forma eficaz como un manual de guía para fines instructivos y de capacitación.

JOHN PICKFORD

## RECONOCIMIENTOS

El presente manual y su complemento "Abastecimiento de agua mediante fuentes públicas" (Documento Técnico No. 13 del CIR) son el resultado de un estudio encargado por el Banco Mundial. Se agradece profundamente el apoyo continuo que el Banco ha brindado a este estudio.

También se agradece a International Water Supply Consultants (IWACO, Rotterdam) por la preparación de este Manual. Así mismo, se agradece mucho las contribuciones del Dr. J. Pickford, Group Leader Water and Waste Engineering for Developing Countries (WEDC), de la University of Technology, Loughborough, Reino Unido, y del catedrático, señor D.J. Elliot, de la University of Newcastle Upon Tyne, Reino Unido, en la revisión de la presente publicación. Un agradecimiento muy especial a Marylynn Bianco que brindó su ayuda en el aspecto organizativo, y a Dick Mos por su ayuda técnica en la finalización de este documento.

Uno de los objetivos que se tiene es el del desarrollo y mejoramiento posterior del presente Manual. En consecuencia, dependemos completamente de la buena voluntad de las personas que utilicen el manual para que nos den a conocer las experiencias que tuvieron con él, y nos hagan llegar algunas sugerencias para su mejora. Cualquier clase de sugerencia al respecto sería agradecida profundamente.

Eric L.P. Hessing  
Oficial de Programas



## 1. INTRODUCCION

Se entiende por fuente pública a una tubería de agua debidamente apoyada, conectada a un sistema de distribución de agua, y que termina en una llave o grifo ubicada en un lugar público, del cual se puede obtener agua para uso doméstico y otros usos. En otras publicaciones a esta clase de instalación se le designa con diversos nombres, tales como bocas de aguas públicas, tomas públicas, piletas públicas, hidrantes públicos, tomas públicas de agua y grifos públicos.

A menudo, las fuentes públicas son instaladas como un paso intermedio en el desarrollo de un sistema de abastecimiento de agua compuesto completamente por conexiones domiciliarias. Sin embargo, para muchas personas, bien podría ser que el único método factible de abastecimiento de agua durante un largo período sean las fuentes públicas. Esto resulta cierto sobre todo en las áreas rurales, donde el patrón de distanciamiento entre las viviendas hace que las conexiones domiciliarias sean bastante costosas, y en las áreas urbanas donde es necesario que se mejoren las viviendas antes de que las conexiones domiciliarias constituyan una proposición factible; y en general, en aquellos lugares donde existe una escasez de fondos de inversión para el abastecimiento de agua.

Al planificar un sistema de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas tienen que tomarse en cuenta muchos factores, a saber: organizativos, económicos, socio-culturales y tecnológicos. El Documento Técnico No. 13 del CIR trata sobre estos factores, y las relaciones estrechas que guardan entre sí; su título es: "Abastecimiento de Agua mediante fuentes públicas", y es considerado como un documento complementario del presente Manual.

Este Manual de Diseño trata sobre los aspectos técnicos y de ingeniería de las etapas del diseño y la construcción de las fuentes públicas. Ofrece un método gradual de diseño, incluyendo la presentación de los criterios de diseño, un ejemplo de cómo efectuar los cálculos del diseño, los dibujos de trabajo y las descripciones técnicas.

El presente Manual no se ocupa del diseño y la construcción de las redes de distribución. La información al respecto puede obtenerse de otras fuentes, que son numerosas. (Véase el anexo II).

Al diseñar las fuentes públicas, a menudo se tiene que comparar una serie de alternativas, lo cual exige realizar cálculos reiterados. Se recomienda al lector que estudie varias veces todo el manual, antes de utilizarlo como una guía para el diseño real de un abastecimiento de agua mediante fuentes públicas.

Los anexos 1 y 2 enumeran los símbolos y unidades utilizados en la presente publicación.

## 2. DISEÑO DE UNA FUENTE PUBLICA

Uno de los aspectos más importantes en la etapa del diseño de un sistema de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas es el trazado del esquema y la ubicación de las fuentes públicas. En general, las fuentes públicas deberán estar ubicadas lo más cerca al mayor número posible de casas, y deben ser fácilmente accesibles a todos los usuarios; no obstante, estarán protegidas del tráfico vehicular. La distancia a pie a la vivienda más lejana no deberá exceder de preferencia los 200 metros (m).

Una fuente pública está compuesta de los siguientes elementos: una plataforma con una instalación de desagüe, una estructura que sirve de apoyo a la tubería y a los grifos, una base para colocar sobre ella los baldes, la tubería de servicio con una válvula y un medidor de agua (es opcional) y los grifos.

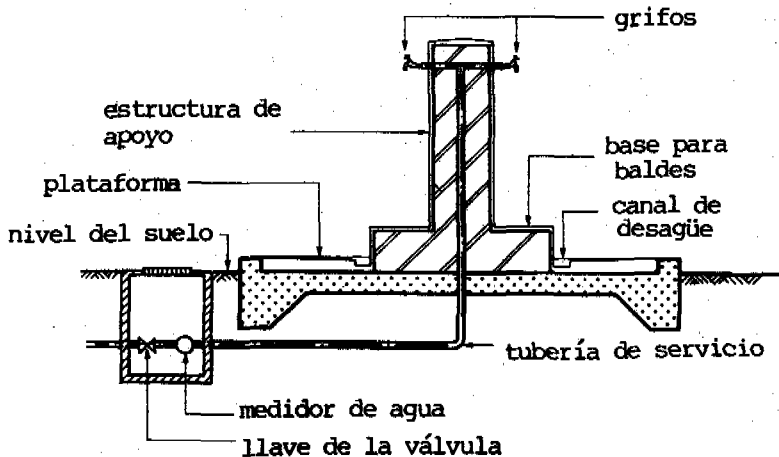


FIGURA 1: CORTE TRANSVERSAL DE UNA FUENTE PUBLICA

La plataforma deberá abarcar por lo menos un área de 1.0 m. alrededor del grifo(s), y construirse con materiales resistentes e impermeables, de preferencia concreto o mampostería. Deberá elevarse por lo menos, a 0.10 m. sobre el nivel del suelo, asegurándose así un desagüe óptimo, y con una pendiente en dirección opuesta a los grifos, hacia un canal de desagüe. Alternativamente, la pendiente podrá inclinarse hacia adentro, en cuyo caso las aguas residuales caen dentro de un canal ubicado debajo de los grifos y son descargadas en un desagüe.

La pendiente de la plataforma y de los canales de desagüe deberá estar en la gama de 1:50 (2%) y 1:20 (5%). Las dimensiones mínimas que el canal deberá tener son: 0.20 m. de ancho, y 0.05 m. de profundidad al comenzar el desagüe

De ser posible, deberá darse algún otro uso a las aguas servidas, como, por ejemplo: utilizarlas en la irrigación, como bebida para el ganado o en la piscicultura. A través de un canal abierto, pueden también ser conducidas hacia un curso de agua, hacia un conducto pluvial existente, a un sumidero o hacia una acequia.

Un sumidero ciego consiste en un hoyo de aproximadamente 0.5 m<sup>2</sup> y 0.80 m de profundidad, lleno de grava o cascajo, a través del cual las aguas residuales puedan filtrarse en el suelo. La permeabilidad del suelo determina la longitud necesaria que tendrán las zanjas de desagüe; cuando el suelo es arcilloso, se requieren zanjas relativamente más largas; en cambio si el suelo es arenoso, bastarán zanjas cortas.

La construcción de la estructura de apoyo y del empalme de los grifos deberá ser sólida. La insertación de la tubería en una columna de ladrillo o de concreto de 0.30 m<sup>2</sup> como mínimo resulta la mejor forma de protegerla. Para brindar protección a los grifos, la estructura de apoyo deberá extenderse a unos 0.10 m. por encima de ellos.

Bajo los grifos puede construirse una base elevada para colocar sobre ella baldes y recipientes mientras se llenan. La altura de la base, así como aquella a que se deberán colocar los grifos dependerá del tamaño de los recipientes que se utilicen, de la manera en que se cargan, y de saber si tanto los niños como los adultos irán por el agua. Por ejemplo, si las personas cargan los recipientes sobre sus cabezas, la base deberá tener una altura de 0.9 a 1.0 m.; el tamaño de los recipientes determinará la altura a la que se deberán colocar los grifos sobre la base. En este caso los niños necesitarán una base de 0.5 m. de altura. Con el propósito de reducir el derrame de agua, la distancia entre el grifo y el borde del recipiente deberá ser menor de 0.5 m. La tubería de servicio o la tubería de abastecimiento de agua puede ser de acero galvanizado o PVC; no obstante, las tuberías

de PVC deberán utilizarse únicamente en aquellos lugares donde van a estar cubiertas, no pudiendo así ser dañadas por el maltrato o los accidentes. El diámetro que deberá tener la tubería depende de la capacidad de descarga necesaria, del tipo y número de grifos que tenga la fuente pública y de la presión del agua. Normalmente, el diámetro de la tubería de servicio se encuentra entre los 12 mm. (1/2 pulgada) y los 36 mm. (1.1/2 pulgadas).

La válvula principal o llave de paso deberá instalarse en un lugar al que se pueda hechar llave. Los medidores de agua pueden brindar información muy importante para los estudios sobre el consumo y el desperdicio de agua, para los cálculos del consumo futuro, y para decidir si existe la necesidad de construir otras fuentes adicionales; dicha información puede servir como un medio para establecer el pago justo que se deberá efectuar por el agua utilizada. Los medidores deberán ser utilizados únicamente cuando sirvan a un propósito definido, y en los lugares donde se dispone de un personal debidamente capacitado y equipado que preste un servicio de mantenimiento regular en un taller. Cada medidor deberá ser colocado en una caja que pueda ser cerrada con llave, la que será ubicada en un lugar discreto.

El mecanismo de control del flujo de agua utilizado con mayor frecuencia es el grifo de tornillo con arandelas, tan común. Las siguientes podrían ser otras posibles alternativas: un grifo con válvula de bola o de tapón; los grifos accionados a presión, o por gravedad; las válvulas volumétricas o las de cierre de efecto retardado (véase el anexo 10).

El diseño puede incluir otras características, lo cual dependerá de las necesidades de los usuarios y de las disposiciones que se establezcan para la supervisión de las fuentes y la recaudación de las tarifas. La fuente pública puede estar rodeada por una pared, o un muro con una reja que pueda ser cerrada con llave para proteger la fuente durante las horas en que no es vigilada. Para prevenir los daños causados por el tránsito, puede colocarse una barandilla de 0.2 m. de altura, mientras que para descartar la contaminación producida por los animales, una pared de 0.8 m. de altura construida alrededor del área de la fuente pública, y una verja para ganado serían lo adecuado.



### 3. LA CAPACIDAD DE DESCARGA NECESARIA POR FUENTE PUBLICA

Un factor muy importante durante el diseño de un sistema de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas, es la capacidad de descarga máxima ( $Q_{max}$ ) por fuente pública.

Este parámetro constituye la base para efectuar el cálculo hidráulico y determinar las dimensiones de la tubería de servicio, así como el tipo y número de grifos.

La capacidad de descarga máxima está determinada por los siguientes factores: la población del diseño (N), la demanda promedio per cápita ( $C_d$ ), el factor de demanda máxima (P), el número de fuentes públicas (S), el factor de desperdicio (w) y un factor de eficiencia (f).

La siguiente fórmula representa la relación entre estos factores:

$$Q_{max} = N * \frac{1}{S} * \frac{C_d}{24} * P * \frac{1}{1-w} * \frac{1}{f}$$

Cada uno de los seis factores que constituyen esta fórmula tienen que determinarse por separado antes de calcular la capacidad de descarga máxima.

#### 3.1 La población del diseño (N)

Este factor depende de la magnitud inicial de la población que va a ser servida, de la tasa de aumento de la población, y del período de diseño.

Se deberá cuantificar o estimar el número inicial de usuarios ( $N_0$ ) del área que las fuentes públicas en perspectiva han de servir.

Los datos estadísticos históricos del área en cuestión podrán brindar una indicación de la tasa de crecimiento anual (r) de la población que se espera. Si no se dispone de ellos, se pueden substituir por las cifras que correspondan a áreas similares, o al país en conjunto.

La fuente pública deberá brindar la capacidad suficiente para satisfacer las demandas de agua de los usuarios, durante un período de varios años. El período de diseño (T) está determinado por diferentes factores técnicos y económicos; generalmente, un período de diez años es suficiente; sin embargo, quizás existan algunas razones locales que hagan que sea deseable un período más corto o más largo.

Ahora con estos datos la Población del Diseño (N) puede ser calculada de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$N = N_0 * [1 + r]^T$$

Posiblemente, se prefiera trabajar con un factor de crecimiento:

$$m = [1 + r]^T$$

En este caso puede utilizarse una tabla de valores, siempre que el factor de crecimiento esté dado como una función de una tasa fija de crecimiento anual, y del período de diseño. En general, el factor de crecimiento se encontrará entre 1.0 y 1.6 (véase el anexo 3).

### 3.2 Demanda per cápita (Cd)

El volumen promedio de agua que se extrae de las fuentes públicas es típicamente de 20 a 60 litros per cápita al día (lcd). Con el fin de establecer una cifra exacta, tendrán que estudiarse las costumbres locales que se relacionan con el uso doméstico del agua, especialmente en los lugares donde no ha existido experiencia alguna con las fuentes públicas, o en donde se disponga de otros tipos de fuentes. Usualmente, también se prevee para la bebida del ganado vacuno.

Deberán preverse los aumentos futuros de las demandas. Es recomendable proporcionar un exceso de capacidad para un período de diseño mínimo de 10 años, que permita un aumento de consumo por persona.

En el diseño de la red de distribución también pueden ser tomados en consideración otros usos que no sean los domésticos, tales como los de las pequeñas industrias, etc.

### 3.3 Factor de demanda máxima (P)

De seguro que la fuente pública será utilizada con mayor intensidad durante algunas horas del día. El sistema de abastecimiento de agua deberá tener la capacidad de satisfacer esta demanda máxima. Por lo tanto, dentro del cálculo de la capacidad de descarga máxima se introduce un factor de demanda máxima que representa la relación que existe entre la demanda máxima y la demanda promedio. Normalmente, el valor de este factor de demanda máxima se encuentra entre 2 y 4, siendo común un promedio de 3. La siguiente fórmula puede ayudar a obtener un valor aproximado del factor de demanda máxima:  $P = 24/t$ , donde t representa el número de horas durante las cuales se produce la demanda máxima

(usualmente son de 4 a 12 horas por día). No obstante, el resultado que se obtiene con este método tiende a ser un número más elevado de horas, ya que el método presupone que fuera de las horas de demanda máxima no se extrae absolutamente nada de agua.

El factor de demanda máxima deberá ser determinado con sumo cuidado, debido a que ejerce una considerable influencia sobre la capacidad de descarga máxima. Se recomienda estudiar siempre y cabalmente el patrón local de colecta de agua.

### 3.4 El número de fuentes públicas (S)

El número necesario de fuentes públicas se basa en otros dos criterios de diseño, la distancia máxima de camino a pié hasta la fuente pública y el número máximo de usuarios por grifo. Estos criterios están directamente relacionados con el "nivel de servicio" en perspectiva, el cual se deriva de las consultas hechas entre los usuarios y los proyectistas del esquema de la fuente pública.

#### Distancia máxima de camino a pié

En general, se recomienda que la distancia límite de camino a pié sea de 200 m., y para las áreas densamente pobladas, a menudo cabe la posibilidad de que ésta sea de 100 m. Algunas veces, en áreas escasamente pobladas, es posible que lo aceptable sea una distancia de camino superior a los 500 m.

En las áreas densamente pobladas, sin embargo, la aplicación de este criterio puede dar como resultado la existencia de demasiados usuarios por fuente pública y por grifo. Es por ello que se requiere un segundo criterio que tenga que ver con la densidad de la población en un área particular.

#### El número máximo de usuarios por fuente pública

Se recomienda que el número de usuarios por fuente pública debe limitarse de 100 a 250, y por ninguna razón el número debe ser superior a 500. El número de usuarios por grifo deberá hallarse de preferencia en la gama de 25 a 125.

Este criterio se relaciona con la capacidad de descarga máxima de los grifos y con el patrón de recolección de agua durante las horas de demanda máxima.

Teniendo como base un espacio más o menos equitativo entre cada fuente pública en un área determinada (A) y una distancia máxima de camino dada (R), puede valorarse el número de fuentes públicas utilizando la siguiente fórmula:

$$S = A / \pi R^2$$

A = área total del esquema en m<sup>2</sup>.

S = el número de fuentes públicas

R = el radio de servicio en m.

$\pi$  = 3.14

Deberá tenerse en cuenta que el radio de servicio no es exactamente igual a la distancia máxima de camino (véase el anexo 4).

En caso de que el cálculo del número de fuentes públicas (S) antes mencionado, diera como resultado un número promedio de usuarios demasiado elevado por fuente pública, se puede aumentar el número de grifos por fuente pública, con el fin de coincidir con el criterio establecido para el número máximo de usuarios por grifo.

Sin embargo, deberá ponerse un límite al número de grifos por fuente pública, para así evitar el acumulamiento de personas junto a una fuente pública; se recomienda no instalar más de cuatro grifos por fuente pública. Si a pesar de instalar más de un grifo en una fuente, el criterio del número máximo de usuarios por grifo no puede lograrse, se aumentará el número de fuentes públicas dentro del área en cuestión.

En la práctica, las circunstancias geográficas y demográficas reales determinarán el lugar donde se deba construir las fuentes públicas, y el número exacto de fuentes públicas y de grifos, así también como el número real de usuarios por cada fuente pública. No obstante, en la mayoría de los casos, como una evaluación inicial, el método antes mencionado proporciona resultados satisfactorios.

### 3.5 Factor de desperdicio del agua (w)

Inevitablemente, los usuarios derraman parte del agua al momento de llenar sus recipientes, o cuando sacan agua de la fuente pública, para su uso inmediato. Para poder expresar numéricamente este hecho, se incluye el factor de desperdicio de agua (w). Este factor puede determinarse calculando la relación entre la cantidad de agua que los usuarios sacan en la realidad y la cantidad total de agua que sale de los grifos.

El derrame y el desperdicio de agua dependen de los siguientes hechos: de la forma en que los recipientes son llenados, del tipo y condición de los grifos, de la altura a la que han sido colocados los grifos sobre la base para los recipientes, de la presión del agua, y de si la fuente pública es supervisada o no.

El factor de desperdicio puede estimarse con mayor exactitud con ayuda de los datos de otros esquemas. Solamente se incluirá el desperdicio y derrame de agua que se produzca al momento de llenar los recipientes y cuando se utiliza el agua en la fuente, más no las fugas de agua de la tubería principal, o de los ramales de la red de distribución, ya que esta pérdida no se efectuó a través de los grifos.

El factor de desperdicio de agua se encuentra entre 0.1 y 0.4, lo que significa que se derrama o desperdicia del 10 al 40 por ciento de la descarga total de agua que sale del grifo. Debido a que el factor de desperdicio de agua influye considerablemente en el  $Q_{max}$ , será necesario valorarlo con mucho cuidado. Es importante decidir si el agua que se utiliza en el grifo para lavar los utensilios y en el aseo personal, o para otros usos, deba ser considerada parte de la demanda per cápita, o si tiene que considerarse como derrame o desperdicio de agua.

### 3.6 El factor de eficiencia (f)

Este factor es introducido para tomar en cuenta lo que las personas que abastecen agua consideran que es el rendimiento de un grifo, y que generalmente se basa en la descarga continua de un grifo completamente abierto a razón de 10 mhw. En la práctica, la presión nunca será exactamente igual a 10 mhw., y la descarga no es generalmente continua. El abrir y cerrar el caño hará que la descarga real sea más pequeña que la descarga máxima teórica.

El tipo de grifo determinará la oscilación del factor de eficiencia (f), entre casi 1.0, correspondiente a una válvula de bola (grifo de cierre rápido), a 0.9 y 0.8, que es el valor para un grifo común de tornillo, y 0.7 para grifos que funcionan a presión.

### 3.7 Ejemplo de cálculo

La forma más clara de demostrar el cálculo de la capacidad de descarga máxima necesaria de una fuente pública es por medio de un ejemplo; supóngase que se cuenta con los siguientes datos:

- $N_0$  = número inicial de usuarios = 12 000  
 $r$  = tasa de aumento de la población = 2% al año  
 $T$  = período de diseño = 10 años  
 $A$  = área del esquema = 100 ha. =  $1.10^6 \text{ m}^2$   
 $S$  = número de fuentes públicas  
 $C_d$  = demanda per cápita promedio = 40 lcd  
 $t$  = número de horas de demanda máxima = 4,5 h  
 $W$  = factor de desperdicio de agua = 0.2  
 $f$  = factor de eficiencia = 0.9

La población del diseño puede calcularse de la siguiente forma:

$$N = N_0 * [1 + r]^T = 12000 * 1.02^{10} = 12000 * 1.22 \\ = 14640 \text{ personas}$$

Si el radio de servicio es  $R = 200$  y el número de usuarios por fuente pública se limita a 250, el número de fuentes públicas puede determinarse como se indica a continuación:

- a.  $S > \pi R = 106/3.14 * [200]^2 = 7.96$  y  
b.  $S > \pi N/250 = 14640/250 = 58.56$

En consecuencia, en el último caso (b), el número máximo de usuarios por fuente pública constituye el factor decisivo.

De establecerse 60 como el número de fuentes públicas, el número promedio de usuarios por fuente pública es:

$14640/60 = 244$  personas, y el radio de servicio, aproximadamente 73 m.

La capacidad de descarga necesaria por fuente pública puede ser calculada de la siguiente manera:

$$Q_{\max} = \frac{N}{S} * \frac{C_d}{24} * P * \frac{1}{1-w} * \frac{1}{f} =$$

$$\frac{14640}{60} * \frac{40}{24} * \frac{24}{4.5} * \frac{1}{1-0,2} * \frac{1}{0,9} = 3012 \text{ l/h}$$

Si la superficie del área hubiera sido de 1000 ha., en lugar de 100 ha., el resultado de la ecuación  $S > A / \pi R^2$ , teniendo como dato  $R = 200$ , habría sido 80 fuentes públicas, en cuyo caso el criterio de la distancia máxima de camino habría sido decisivo (a). En consecuencia, el número promedio de usuarios por fuente pública hubiera sido igual a:

$14640/80 = 183$ , y  $Q_{max}$ , 2260 l/h por fuente pública;

suponiendo que la población y las fuentes públicas son distribuidas uniformemente.

Sin embargo, en la práctica, y particularmente en las áreas más grandes, la población casi nunca estará distribuida en forma equitativa. Por ende, el número de fuentes y su ubicación siempre tendrán que determinarse en base a las circunstancias geográficas locales y a la variación de la densidad de la población del área en cuestión. Esto puede hacer que varíe el número de usuarios por fuente pública y subsecuentemente que la capacidad de descarga necesaria en diferentes fuentes públicas difiera.

En términos generales, la afirmación anterior sirve para demostrar que el número máximo de usuarios por fuente pública será el criterio que se aplicará en el caso de las áreas densamente pobladas, mientras que para las áreas escasamente pobladas el factor decisivo será la distancia máxima de camino.

Finalmente, deberá indicarse que la forma en que se ha calculado  $Q_{max}$  en este capítulo, está relacionada únicamente con el agua que realmente se descarga a través de las fuentes públicas. Muchas veces se informa que la cantidad total de agua que se bombea dentro de la red de distribución es de 10 a 50 por ciento más elevada que la cantidad total que se descarga a través de las fuentes públicas y las conexiones domiciliarias. Esto se debe a las fugas de agua dentro del sistema de tuberías. Los cálculos de la presente publicación no incluyen este factor, ya que únicamente se encarga de la descarga de agua a través de las fuentes públicas.

Todos los valores antes mencionados son supuestos. El proyectista deberá sustituirlos con sus propios datos, los que dependerán de las características del sistema con el que está trabajando.

#### 4. CALCULOS DE DISEÑO

El diámetro de la tubería de servicio y el número necesario de grifos puede ser determinado siguiendo el cálculo de la capacidad de descarga máxima necesaria ( $Q_{max}$ ). Se hará uso de una serie de gráficos que proporcionan la pérdida de carga correspondiente a cada componente del sistema. Antes de explicar detalladamente este método (véase el párrafo 4.2) se hará una breve introducción de los diferentes componentes y parámetros que intervienen en el cálculo gráfico.

##### 4.1 Componentes y parámetros

El orden de presentación de los componentes es el mismo que el de los cálculos gráficos.

###### 4.1.1 Medidor de agua

Generalmente un medidor de agua posee su descarga nominal a una presión principal de 10 mhw. Esto quiere decir que un medidor de agua "3-m<sup>3</sup>" a 10 mhw descarga una cantidad de agua de 3m<sup>3</sup>/h. Los flujos más elevados causarán el desgaste del medidor y la pérdida de su exactitud. El cálculo de la capacidad de descarga de la fuente pública deberá hallarse entre el 50 y 80 por ciento de la capacidad máxima del medidor (por ejemplo, en el caso de que  $Q_{max} = 3012$  l/h, un medidor de "5-m<sup>3</sup>" constituye una buena elección).

De preferencia, la curva de la pérdida de carga de un medidor deberá obtenerse de su distribuidor o fabricante. No obstante, si no se dispone de esta información, los gráficos presentados en este Manual pueden proporcionar una curva lo suficientemente exacta para un medidor con una descarga nominal similar.

Los medidores deberán utilizarse únicamente cuando sirven a un propósito determinado, por ejemplo, cuando se quiere obtener información para estudios sobre consumo y desperdicio de agua, o para determinar los pagos justos por el uso del agua. Sin embargo, muy a menudo no existe la necesidad de instalar un medidor de agua, y si no se instala deberá obviarse este componente en el cálculo gráfico.

###### 4.1.2 Material y diámetro de la tubería de servicio

El material y diámetro influyen directamente en las características hidráulicas de la tubería de servicio, y por supuesto, esto



también se aplica a la tubería principal. Esta relación sirve de base para la fórmula de la pendiente hidráulica (véase el anexo 6).

Esta pendiente hidráulica indica la pérdida de carga por cada metro de tubería. Para un flujo determinado, la pérdida de carga disminuirá a medida que el diámetro de las tuberías aumente. Desde el punto de vista financiero, lo ideal sería utilizar la tubería con el diámetro más pequeño posible por la que corra el flujo de agua deseado a la presión disponible. Por otro lado, en caso de que las demandas se eleven inesperadamente, o que decrezca la presión de la tubería principal, una tubería más larga, la cual proporcionará un pequeño aumento de capacidad, puede llegar a constituir una buena inversión.

Para poder calcular el diámetro de la tubería de servicio, se dispone de dos gráficos diferentes: uno de ellos corresponde a la tubería de acero galvanizado, y el otro a la tubería de PVC (véase las páginas 25 y 27).

En el gráfico de las tuberías de acero galvanizado (GS) se han trazado las curvas específicas de 1/2, 3/4, 1, 1,1/4 y 1,1/2 pulgadas. Los diámetros internos que se han utilizado cumplen con especificaciones para las tuberías de acero galvanizado de clase media, tal como lo especifica la Recomendación-ISO R 65, DIN 2240 y BS 1387.

La normalización de las tuberías de acero se da casi a nivel mundial, mientras que no ocurre lo mismo para las tuberías de PVC.

En el gráfico de las tuberías de PVC se presenta un conjunto de curvas con diámetros internos seleccionados. No obstante, los diámetros internos reales de las tuberías que tienen los mismos tamaños nominales varían considerablemente en todo el mundo. Por lo tanto, en el gráfico se seleccionará la curva más apropiada, o alternativamente tendrá que trazarse una nueva.

Para facilitar la elección, han sido marcadas con mayor énfasis algunas partes de las curvas. De preferencia deberán aplicarse estas partes, de modo que se pueda asegurar que la velocidad del flujo en la tubería se encuentre entre 0.5 a 0.2 m/s.

#### 4.1.3 Longitud de la tubería de servicio

La tubería de servicio deberá seguir en lo posible la ruta más directa. La longitud de la tubería de servicio se medirá desde el punto de conexión con la tubería principal hasta el grifo de la fuente pública. La longitud, en consecuencia, es mayor que la distancia directa horizontal entre la tubería principal y la fuente pública (véase el anexo 5).

En el diagrama de "la longitud de la tubería de servicio" se han trazado una serie de curvas. Se deberá seleccionar la curva más apropiada, o tendrá que interpolarse una nueva, siendo necesario para ello efectuar su trazado.

#### 4.1.4 "Carga disponible"

Se entiende por "carga disponible", la carga de presión que se dispone para superar las pérdidas hidráulicas que ocurren cuando el agua fluye a través de la tubería, del medidor y del grifo. Por ende, tendrá que regularse la presión real del agua en la tubería principal, en caso de que surja alguna diferencia en el nivel entre la tubería principal y la boca de los grifos (véase anexos 3 y 4).

La presión del agua en la tubería principal o en la tubería de distribución, en el punto donde está conectada la tubería de servicio, puede ser medida con un manómetro de presión colocado sobre la tubería, o puede computarse utilizando datos técnicos para la red de distribución. Normalmente, la "presión del diseño" que se elige se encuentra entre los 5 y 20 mhw; muchas veces la presión se limita a 10 mhw para reducir la pérdida de agua en la red.

#### 4.1.5 Tipo de grifo

El tipo de grifo que se deba utilizar depende de la capacidad de descarga necesaria y de la disponibilidad de los grifos existentes.

En forma general, la descarga de un grifo estará dada por el distribuidor a una carga de presión de 10 mhw. Comúnmente, un grifo común de 1/2 pulgada descarga 800 l/h, y uno de 3/4 de pulgada, 1500 l/h a una carga de 10 mhw. El gráfico presenta una serie de curvas para descargas específicas, a una carga de presión de 10 mhw. Deberá seleccionarse la curva más apropiada, o trazarse una nueva, dada la información que más se aproxime al dato proporcionado por el fabricante del grifo en particular. El gráfico indica la gama de presiones que se prefiera con respecto al grifo (4-10 mhw).

#### 4.1.6 Número de grifos

La última sección del gráfico trata sobre la determinación del número de grifos. De preferencia el número de grifos de una fuente pública no deberá ser de más de cuatro, aunque en el gráfico se ofrece la posibilidad de seleccionar un número mayor de hasta seis grifos. Con frecuencia, tomando como base una comparación de alternativas existentes, se toma una decisión final con respecto al tipo y número de grifos (véase los ejemplos de cálculo 4.2.1 y 4.2.2).

#### 4.2 Forma de utilizar los gráficos

Un ejemplo podrá ilustrar con mayor claridad la forma de hallar el diámetro de la tubería de servicio y el número de grifos utilizando para ello los gráficos de las páginas 25 y 27.

Como punto de partida se ha elegido el ejemplo del cálculo para la capacidad de descarga necesaria, tal como se encuentra en el punto 3.7:  $Q_{\max} = 3012 \text{ l/h}$

A este dato se añaden además los siguientes que son supuestos:

- longitud de la tubería de servicio = 80 m.;
- presión de la tubería principal, en el punto donde está conectada la tubería de servicio = 16,5 mhw;
- los grifos están ubicados a 1,5 m. más arriba de la tubería principal.

Antes de iniciar los cálculos hidráulicos reales, tenemos que determinar la carga disponible, así como regular la presión real de la tubería principal, en caso de que existan diferencias entre la altura de la tubería principal y el(los) grifo(s). Se hace referencia al anexo 5. En este caso la carga disponible puede calcularse de la siguiente manera:

$$H_a = 16,5 - 1,5 = 15 \text{ mhw.}$$

##### 4.2.1 Ejemplo que muestra la forma de utilizar el Gráfico para las tuberías de acero galvanizado (pág. 25).

Comience en el eje vertical  $Q_{\max}$  - ubicado en posición horizontal al diagrama del medidor de agua. El medidor que se utilizará para la  $Q_{\max} = 3012 \text{ l/h}$  es uno de "5 m<sup>3</sup>".

La intersección con la curva que representa el medidor de agua de "5 m<sup>3</sup>" es el punto 1. En el eje horizontal se puede leer la

pérdida de carga del medidor de agua (3,7 mhw). Si no se ha instalado ningún medidor, pase de largo el diagrama del "medidor de agua" y diríjase directamente hacia el diagrama de la "tubería de servicio".

Partiendo del punto 1, avance horizontalmente hasta el diagrama de "el diámetro de la tubería de servicio", continúe hasta la parte más marcada de las curvas que representan la pérdida de carga de las tuberías de servicio. Ubique el punto 2 en la curva que representa una tubería de servicio de 1,1/2 pulgadas, el punto 3 en la curva que representa a la de 1,0/4 pulgadas, y el punto 4 que se halla en la curva que representa a la tubería de servicio de 1 pulgada. Se presentan ahora tres alternativas, y en principio, todas deben ser consideradas.

#### Alternativa I (tubería de acero galvanizado de 1 pulgada).

Partiendo del punto 4, diríjase en forma vertical hacia el diagrama "de la longitud de la tubería de servicio" y ubique el punto 5, que se encuentra en la intersección con la curva interpolada que representa los 80 m. La pérdida de carga de la tubería de servicio (que figura en el eje vertical) es de 20 mhw.

La pérdida de carga que se ha hallado es mayor que la "carga disponible", por lo tanto el cálculo no continúa.

#### Alternativa II (tubería de acero galvanizado de 1,1/4 pulgadas).

Tomando como punto de partida el número 3 suba verticalmente hasta intersectar la curva de los 80 m. y ubique el punto 6, avance en forma horizontal hacia el eje vertical del diagrama de "la longitud de la tubería de servicio" y hallará la pérdida de carga de la tubería de servicio de 80 m., que es 4,8 mhw.

El diagrama de adición puede ser utilizado para graficar la suma de la pérdida de carga del medidor de agua y de la tubería de servicio. Empiece en el punto 7 y siga la línea oblicua de 45 grados hasta intersectar la línea vertical que viene del diagrama "del medidor de agua"; el punto de intersección es el 8, habiéndose efectuado ya la adición, y la pérdida de carga total es de 8,5 mhw.

Siga la línea horizontal que parte del punto 8 y que se prolonga hasta llegar al diagrama de la "carga disponible"; las líneas con una inclinación de 45 grados representan un valor de 5 m. cada una. La intersección de la línea horizontal con la línea que representa los 15 mhw, da como resultado el punto 9.

A partir de este punto descienda verticalmente hacia el diagrama del "tipo de grifo" hasta hallar el punto 10, lea sobre el eje horizontal que representa la carga disponible en el grifo (aproximadamente 7,5 mhw); este resultado se encuentra entre la gama de presiones que se recomienda que tengan los grifos (4-10 mhw). Para este caso se eligió un grifo bastante común de 3/4 de pulgada, con una descarga de 1500 l/h, y a una carga de presión de 10 mhw.

Para hallar el número de grifos avance horizontalmente del punto 10 hacia el diagrama del "número de grifos", como una de las ordenadas; la otra ordenada representa la capacidad de descarga máxima necesaria (eje horizontal). El punto de intersección es el 12, que se halla en el "área de los 3 grifos".

Esta segunda alternativa da como resultado tres grifos de 3/4 de pulgada y una tubería de servicio de 1,1/4 pulgadas. Sin embargo, aún así también tenemos que observar la tercera alternativa.

#### Alternativa III (tubería de acero galvanizado de 1,1/2 pulgadas)

En forma similar a las anteriores, vaya del punto 2 hasta el punto 13 que se encuentra en el diagrama de "la longitud de la tubería de servicio". Observe que la pérdida de carga en la tubería de 1,1/2 pulgadas es menor que la de la tubería de 1,1/4 pulgadas.

Luego, diríjase al punto 14 que se halla en el diagrama de "la adición", a la pérdida de carga del medidor de agua (3,5 mhw) añada la pérdida de carga de la tubería (2 mhw), ubique el punto 15, avance horizontalmente hasta el punto 16 que se encuentra en el diagrama de la "carga disponible", y baje hasta la curva seleccionada que representa el grifo, ubique entonces el punto 17; a partir de este punto avance horizontalmente hasta el punto 18 para hallar el resultado, que es el siguiente: exactamente dos grifos del tipo elegido. Esto significa que nunca se puede exceder la capacidad de descarga máxima necesaria de la fuente pública, debido a que ambos grifos se encuentran entonces funcionando a su capacidad de descarga máxima.

Si el proyectista hubiera estipulado que para 244 usuarios se requieren por lo menos 4 grifos, y si se dispone de varios tipos de grifos, se puede recurrir al "área de 4 grifos", y a partir de este punto deducir el tipo de grifo.

El resultado podría ser entonces 4 grifos de 1/2 pulgada (800 l/h nominales) sobre una tubería de servicio de 1,1/2 pulgadas, o también, 4 grifos de 1000 l/h nominales sobre una tubería de servicio de 1,1/4 pulgadas.

Antes de tomar una decisión final, considere siempre las diferentes alternativas que existan, y calcule varias veces el número y tipo de grifos en relación al diámetro de la tubería de servicio.

#### 4.2.2 Ejemplo que muestra la forma de utilizar el Gráfico para las tuberías de PVC (página 27).

Empiece en el eje vertical que representa a  $Q_{max}$  y avance horizontalmente hacia el diagrama del "medidor de agua". El punto donde se intersecta la curva que representa el medidor de agua de "5 m<sup>3</sup>" es el 1. La pérdida de carga del medidor de agua a una descarga aproximada de 3000 l/h es de 3,5 mhw.

Avance horizontalmente hasta hallar las curvas que representan los diámetros de las tuberías de servicio. Si los diámetros de las tuberías con que se cuentan no se encuentran entre las curvas trazadas, se interpolarán otras nuevas. Este cálculo solo es un ejemplo y los puntos 2, 3 y 4 son las intersecciones subsecuentes. A continuación se describe el procedimiento para las tres alternativas:

##### Alternativa I

Del punto 4 suba verticalmente hasta hallar la curva interpolada que representa 80 m., ubique el punto 5 y avance horizontalmente hasta el eje vertical; la pérdida de carga en la tubería de servicio es de 9,5 mhw. La suma de la pérdida de carga del medidor de agua se realiza siguiendo, a partir del punto 6, la línea con 45 grados de inclinación hasta intersectar la línea vertical que viene del punto 1. La intersección está señalada con el punto 7 y la pérdida de carga total es aproximadamente 13 mhw. Si no se utiliza ningún tipo de medidor, pase por alto esta suma y diríjase directamente hacia el diagrama de "la carga disponible".

Partiendo del punto 7, avance horizontalmente hacia el diagrama de "la carga disponible", intersekte la línea pertinente y halle el punto 8. Observe que la carga disponible en el grifo es solamente de 2 mhw. Este resultado no se halla en la gama de presiones recomendada, por lo tanto el cálculo se detiene aquí.

##### Alternativa II

A partir del punto 3 suba verticalmente hacia el diagrama de "la longitud de la tubería de servicio" e intersekte la curva que representa 80 m. (punto 9). Partiendo de este punto avance horizontalmente hasta el eje vertical; la pérdida de carga en la tubería de servicio es de 3,5 mhw.

Del punto 10 siga la línea inclinada de 45 grados hasta intersectar la línea vertical que viene del punto 1 y halle el punto 11; la suma de la pérdida de carga de la tubería y la del medidor de agua es 7 mhw. Avance horizontalmente hacia el diagrama de "la carga disponible", e intersecte la línea de 15 mhw (punto 12), descienda hacia el eje horizontal y observe la carga disponible en el grifo que es 8 mhw. Este valor se encuentra dentro de la gama recomendada. Continúe hacia el diagrama del "tipo de grifo" hasta intersectar la curva que representa el tipo de grifo elegido, que es el punto 13.

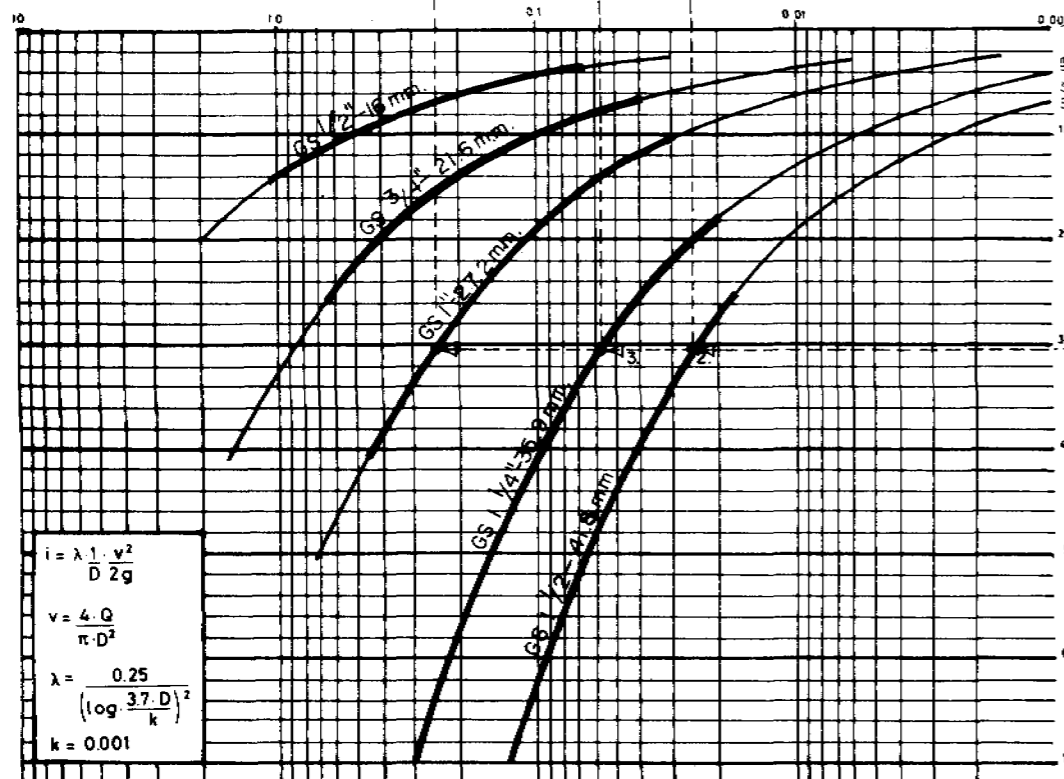
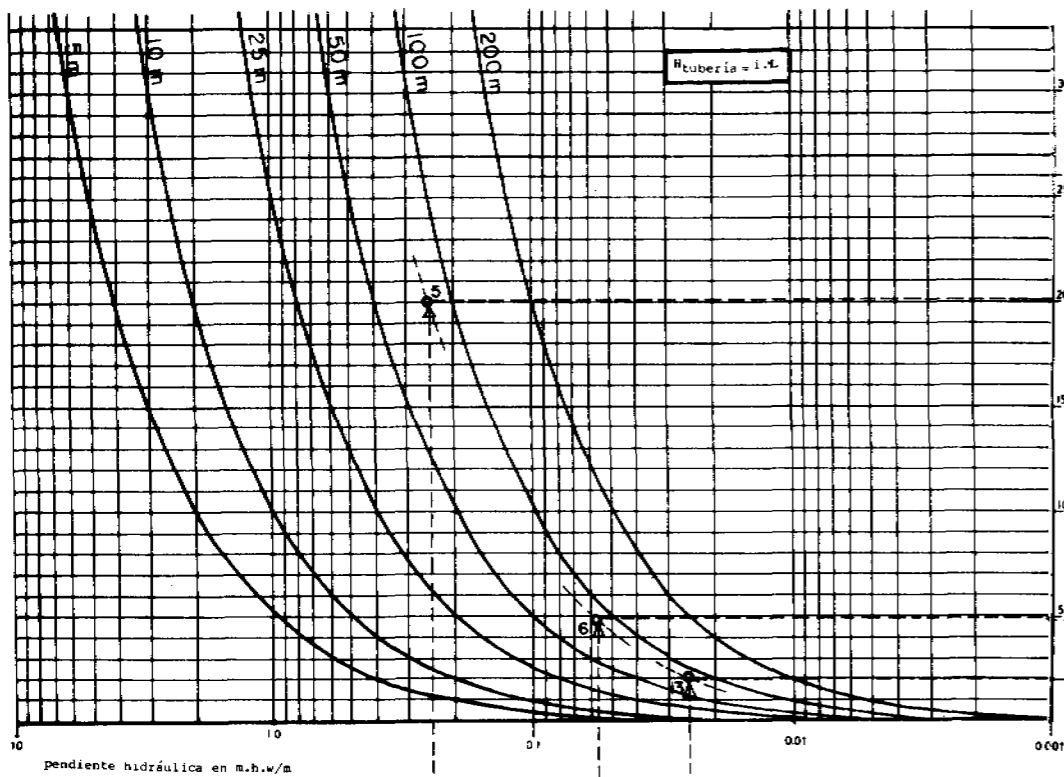
Para hallar el número de grifos, parta del punto 13 y avance horizontalmente hacia una de las ordenadas del diagrama "del número de grifos". La otra ordenada representa a  $Q_{max} = 3012$  l/h, y se halla sobre el eje horizontal. El punto de intersección es el 14, y se halla dentro del "área de 3 grifos"; esto quiere decir que la presente alternativa da como resultado 3 grifos del tipo elegido, en este caso sería un grifo común de 3/4 de pulgada con una descarga de 1500 l/h, a una pérdida de carga de 10 mhw, y una tubería de servicio PVC con un diámetro interno de 34 mm.

### Alternativa III

Empiece en el punto 2, que es la intersección de la curva que representa el diámetro interno de 42 mm. con la línea horizontal que se origina en el diagrama del "medidor de agua", y siga el procedimiento de la alternativa anterior, hasta llegar al punto 19.

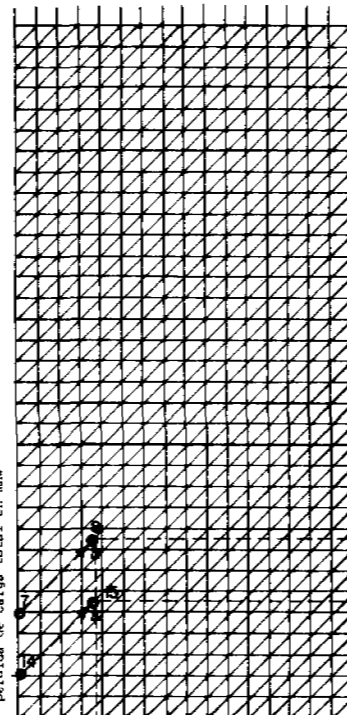
El resultado se halla dentro de los límites de la gama de presiones recomendada; sin embargo, el punto de intersección 20 está exactamente en el límite del "área de dos grifos". Esto proporciona una ganancia de 1 grifo con respecto a la segunda alternativa.

LONGITUD DE LA TUBERIA DE SERVICIO



DÍAMETRO DE LA TUBERIA DE SERVICIO (ACERO GALVANIZADO)

TABLA DE ADICION



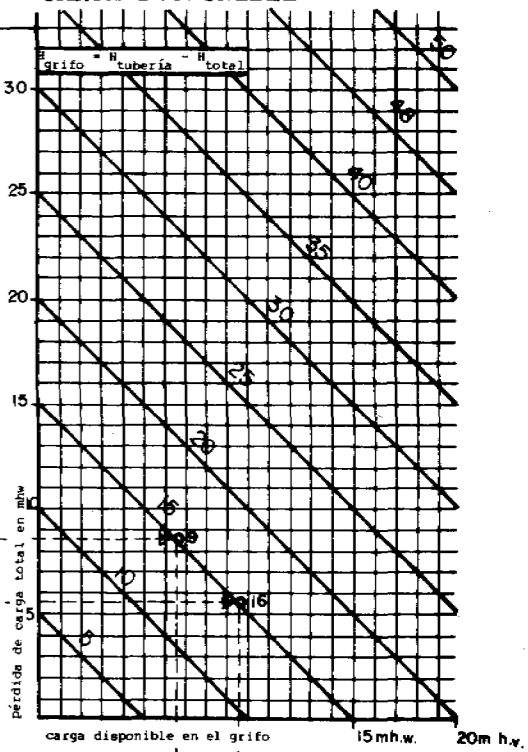
**CLAVES PARA LAS FORMULAS**

D = diámetro interno de la tubería en m'  
 i = pendiente hidráulica en m'/m'  
 v = velocidad en m'/s  
 Q = tasa de flujo en m<sup>3</sup>/s  
 lambda = coeficiente de gravedad en m'/s  
 k = aspereza de la tubería en m'  
 L = longitud de la tubería de servicio en m'  
 H = pérdida de carga en m.h.w.  
 Qespec = tasa específica del flujo del equipo en mención en m<sup>3</sup>/s

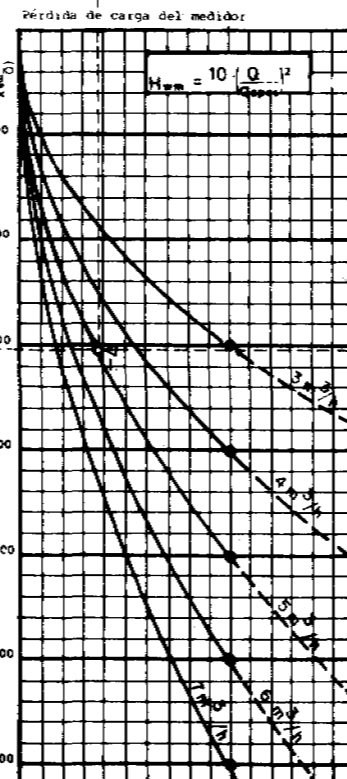
**¡IMPORTANTE!**  
 Asegurarse de que en todos los cálculos se están utilizando las unidades correctas

$H_{total} = H_{tuberia} + H_{medidor de agua}$

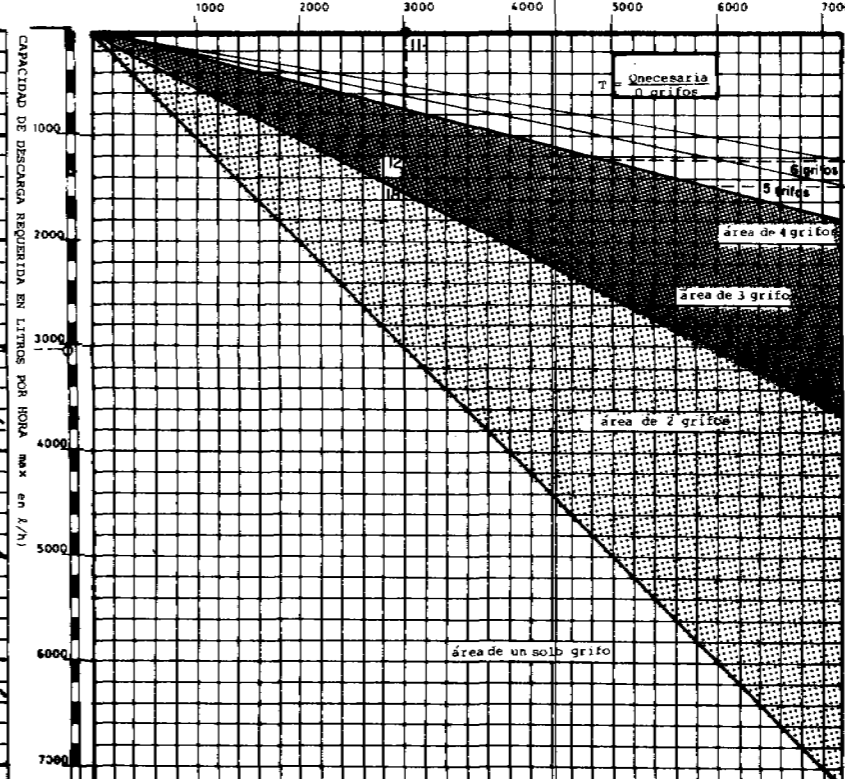
CARGA DISPONIBLE



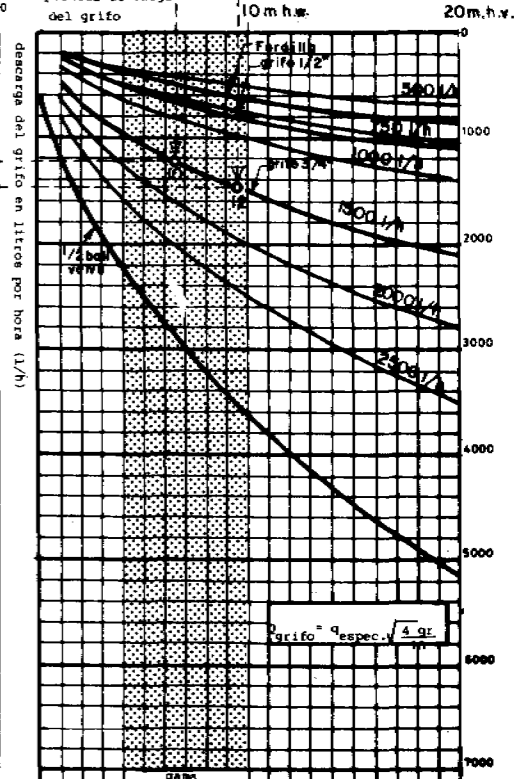
carga disponible en el grifo 15 m.h.w. 20 m.h.w.



MEDIDOR



NUMERO DE GRIFOS



TIPO DE GRIFO

$H_{m} = 10 \left( \frac{Q}{Q_{max}} \right)^2$

Se necesita 6 grifos

área de 4 grifos

área de 3 grifos

área de 2 grifos

área de un solo grifo

$H_{grifo} = H_{tuberia} - H_{total}$

Fardillo grifo 1/2"

300 l/h

1000 l/h

2000 l/h

3000 l/h

4000 l/h

5000 l/h

6000 l/h

7000 l/h

grifo = Qespec \* sqrt(4 \* g \* H)

gama recomendada





LONGITUD DE LA TUBERIA DE SERVICIO

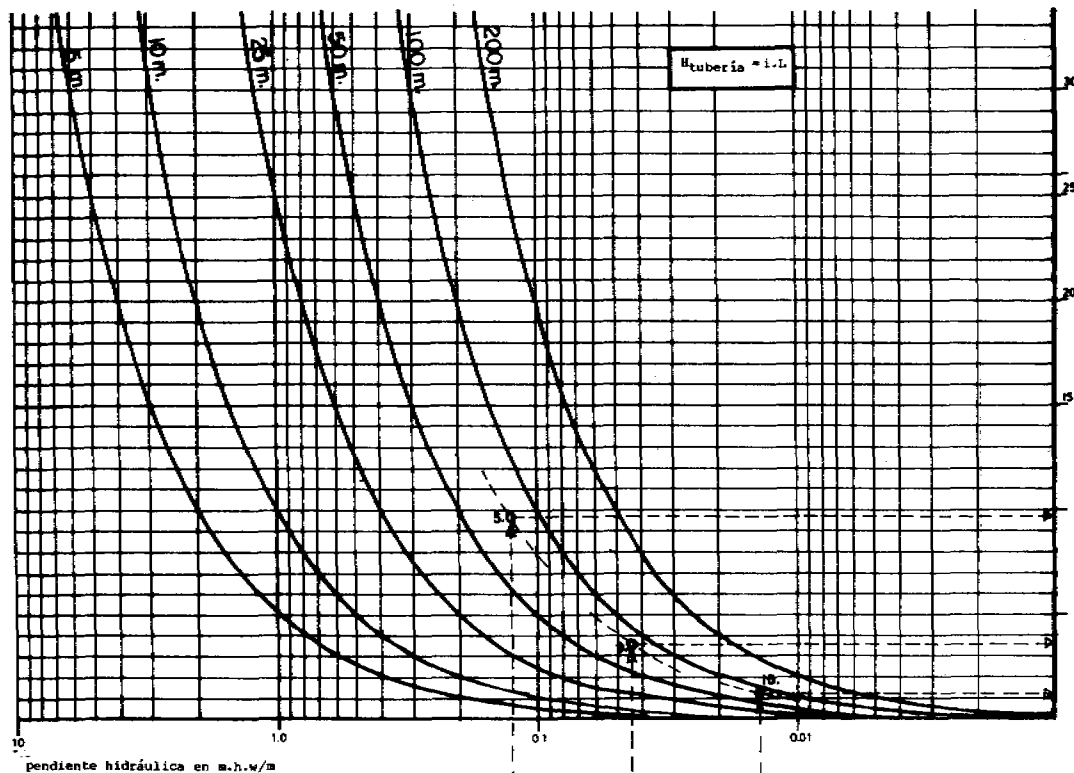
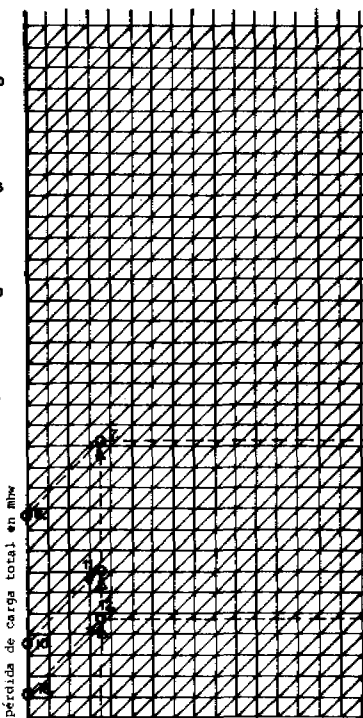


TABLA DE ADICION



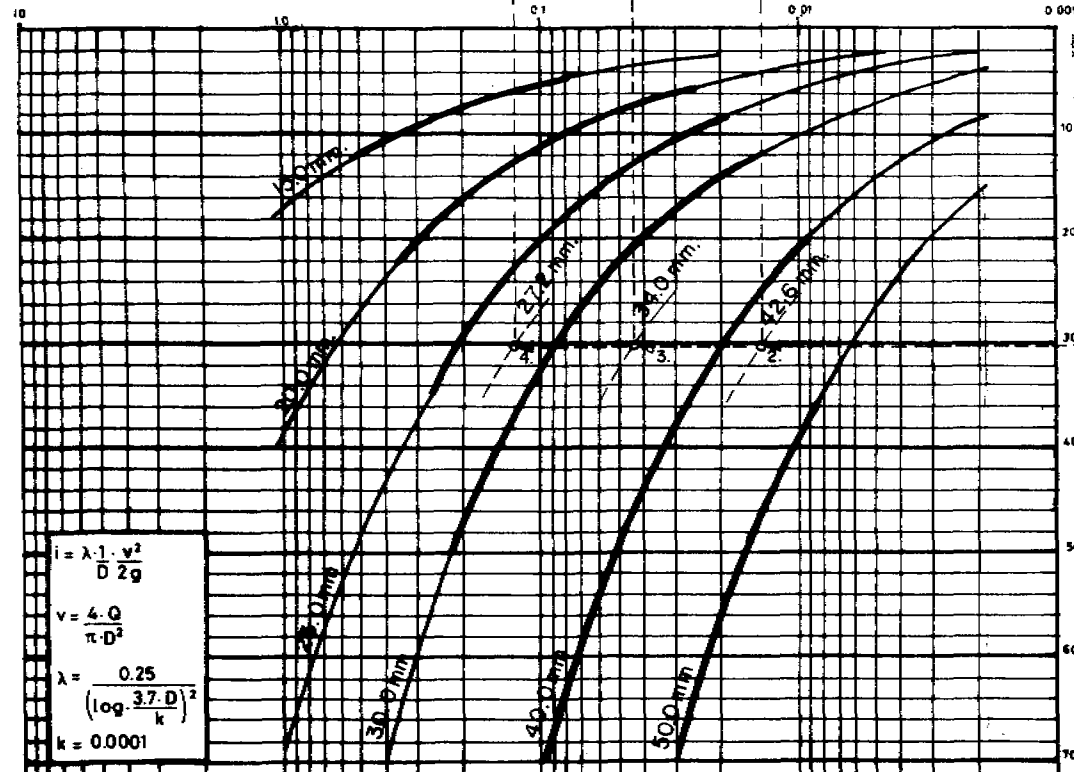
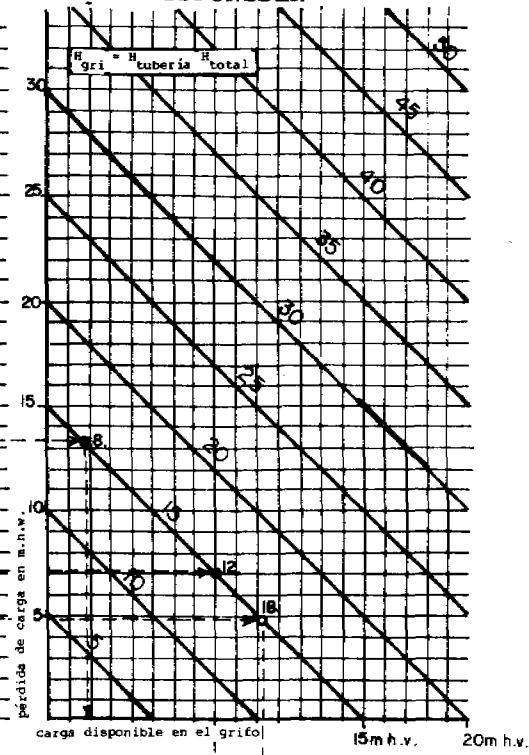
$H_{total} = H_{tuberia} + H_{medidor\ de\ agua}$

**CLAVES PARA LAS FORMULAS**

D = diámetro interno de la tubería en m'  
 i = pendiente hidráulica en m'/m'  
 v = velocidad en m'/s  
 Q = tasa de flujo en m<sup>3</sup>/s  
 g = coeficiente de gravedad en m'/s  
 K = aspereza de la tubería en m'  
 L = longitud de la tubería de servicio en m'  
 H = pérdida de carga en m.h.v.  
 Q<sub>espec</sub> = tasa específica del flujo del equipo en mención en m<sup>3</sup>/s

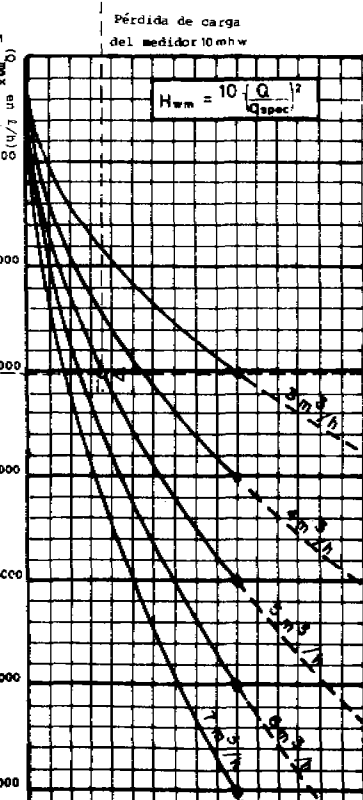
**IMPORTANTE**  
 Asegurarse de que en todos los cálculos se están utilizando las unidades correctas

CARGA DISPONIBLE

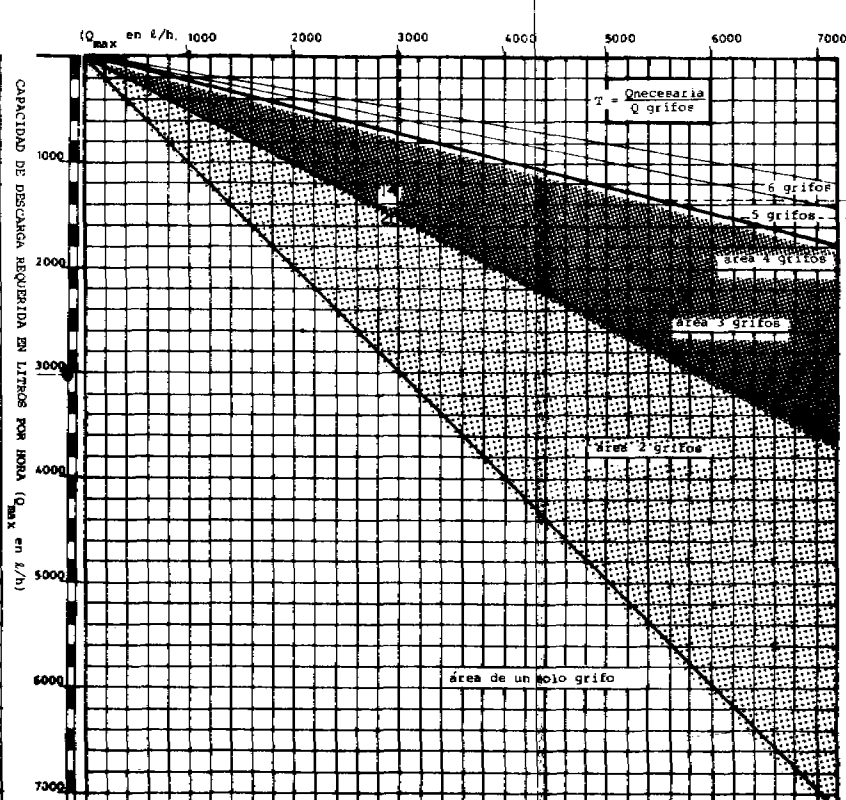


$i = \lambda \cdot \frac{v^2}{D \cdot 2g}$   
 $v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$   
 $\lambda = \frac{0.25}{(\log \frac{3.7 \cdot D}{k})^2}$   
 $k = 0.0001$

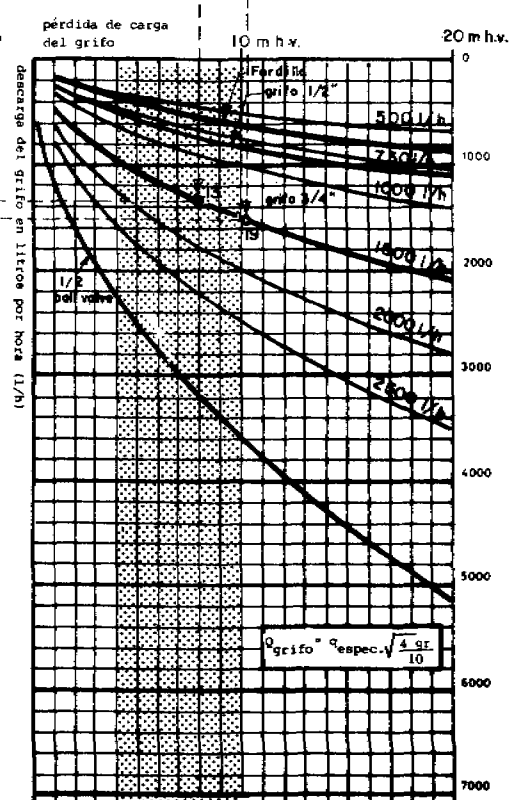
DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SERVICIO (PVC)



MEDIDOR



NUMERO DE GRIFOS



TIPO DE GRIFO



## 5. DIBUJOS DE LOS DISEÑOS

Además de los dibujos de los diseños se incluyen las siguientes notas:

La tubería de servicio es aquella que parte de la tubería principal de distribución hasta llegar a los grifos. La pieza que conecta a ambas tuberías consiste usualmente en una montura, una pieza en forma de T, o una pieza llamada también casquillo. A menudo, éste es el punto débil del sistema de tuberías, y la causa de que se produzcan grandes fugas de agua. Por lo tanto, es una parte que requiere mucha atención durante la etapa de construcción.

Son diferentes factores los que determinan si se elegirá la tubería de acero galvanizado (GS) o la de policloruro de vinilo (PVC) para la tubería de servicio. Las ventajas de la tubería de acero galvanizado son las siguientes: su resistencia, su facilidad de instalación y su disponibilidad en casi todos los países.

Las desventajas están constituidas por: su peso alto, su sensibilidad a la corrosión (interna así como externa) y la aspereza relativamente elevada de sus paredes con respecto al flujo del agua a través de la tubería.

Las ventajas de la tubería PVC son, a saber: la ausencia de corrosión, su fácil manipuleo debido al poco peso, además de que la aspereza de sus paredes es relativamente baja. Las desventajas son: su resistencia contra los impactos es limitada, y no existe una estandarización en la calidad del material, ni en las dimensiones de la tubería.

Se aconseja instalar siempre una llave de paso en la tubería de servicio, con el fin de cortar el flujo de agua, por ejemplo, cuando se van a llevar a cabo reparaciones o para cambiar las arandelas del grifo, etc. La llave deberá estar protegida y por ende, deberá instalarse dentro de una cavidad, a 5 m. bajo la estructura de la fuente pública. En los casos en que se utilice un medidor de agua, la llave debe estar de preferencia ubicada en la misma cavidad donde se ha instalado el medidor.

Para el tramo de la tubería de servicio que se halla entre la llave y los grifos, se recomienda utilizar la tubería de acero galvanizado, debido a la resistencia tan elevada que tiene este material contra los impactos y a la facilidad de su instalación y conexión con los grifos. En caso de que las características del suelo sean muy desfavorables será necesario aplicar un revestimiento (betún o un tejido) a la parte de la tubería que ha de estar en contacto con el suelo.

Para el desague, se recomienda que el declive de la plataforma se encuentre entre 1:50 y 1:20. Lo adecuado para una superficie de yeso suave es un declive de 1:50; sin embargo, para un piso de concreto con un acabado de yeso, se recomienda uno de 1:20.

Si se quiere prevenir que los grifos sean empleados para colgar en ellos los baldes, la distancia entre los grifos y la pared deberá ser lo más corta posible.

Al finalizar la construcción de la fuente tendrá que prestarse la debida atención a la prevención del ingreso de agua, particularmente en los siguientes puntos: en la parte superior de la estructura, en la base para los baldes, y en el punto donde la tubería sale de la construcción.

En términos generales, el diseño de una fuente pública siempre deberá ceñirse a las costumbres y circunstancias locales, tales como la disponibilidad de material y equipo.

## DIBUJOS DE LOS DISEÑOS TÍPICOS DE FUENTES PÚBLICAS

- 5.1 Fuente pública de concreto y ladrillos con un solo grifo:  
relación de cantidades
- 5.2 Fuente pública de concreto y ladrillos con grifos  
gemelos:  
relación de cantidades
- 5.3 Fuente pública de concreto y ladrillos con tres grifos:  
relación de cantidades
- 5.4 Fuente pública de concreto y ladrillos con cuatro grifos:  
relación de cantidades
- 5.5 Fuente pública tubular con grifos gemelos:  
relación de cantidades
- 5.6 Fuente pública de concreto y mampostería de bloques  
cuadradas con tres grifos:  
relación de cantidades
- 5.7 Fuente pública de concreto con cuatro grifos:  
relación de cantidades
- 5.8 Fuente pública de concreto con cuatro grifos:  
relación de cantidades
- 5.9 Fuente pública de piedra y mampostería con cuatro  
grifos:  
relación de cantidades
- 5.10 Fuente pública de concreto reforzado con grifos gemelos:  
relación de cantidades
- 5.11 Fuente pública de concreto y ladrillos, protegida contra  
ganado y con tres grifos:  
relación de cantidades
- 5.12 Cobertizo con cuatro grifos:  
relación de cantidades

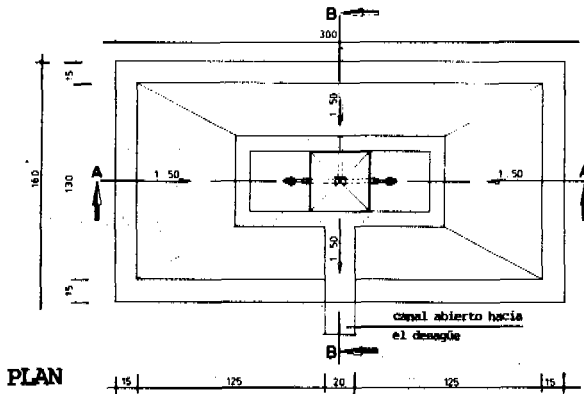
**NOTA:** Las cifras de las relaciones de cantidades deben considerarse como indicaciones. Las cantidades de los materiales y del equipo que se requieren en la realidad, deberán calcularse en forma específica para cada fuente pública, de acuerdo al diseño real.



RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	1.6		
2	PLATAFORMA DE MOLDAJE	m <sup>2</sup>	4.0		
3	ENREJADO DE ALAMBRE DE ... x ...	m <sup>2</sup>	3.0		
4	PLATAFORMA DE CONCRETO MEZCLA 1:3:6	m <sup>3</sup>	1.0		
5	ENLADRILLADO CON MEZCLA DE CEMENTO, MEZCLA 1:6	m <sup>3</sup>	0.2		
6	MEZCLA PARA REVOQUE 1:3, INCLUYENDO EL CANAL	m <sup>2</sup>	4.3		
7	RELLENADO	m <sup>3</sup>	0.5		

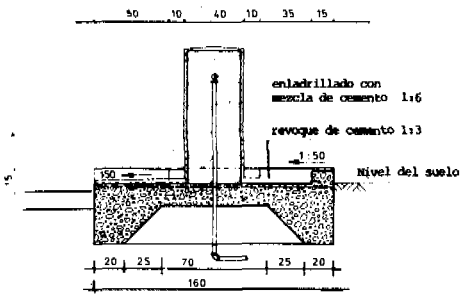
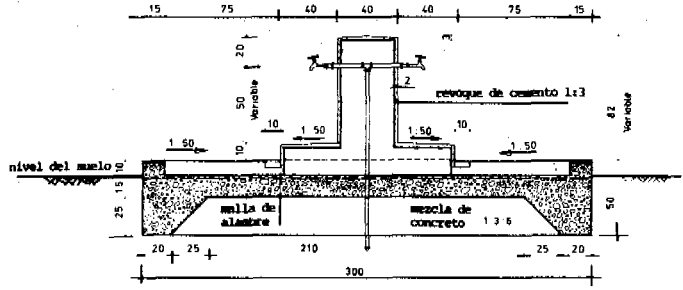
FUENTE PUBLICA DE CONCRETO Y LADRILLOS CON UN SOLO GRIFO





**OBSERVACIONES**

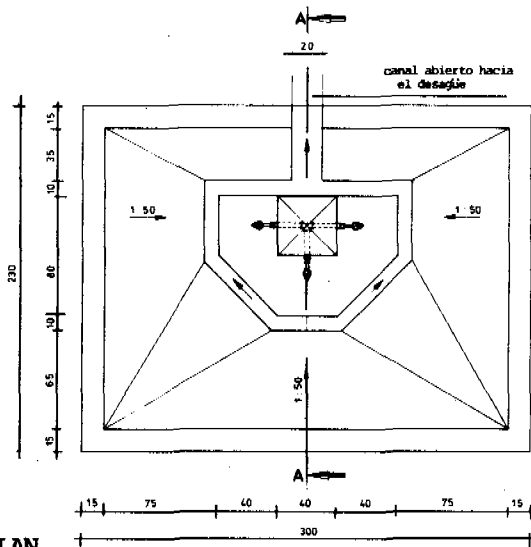
- Las dimensiones están dadas en cm, a menos que se indique lo contrario.
- Deberán ajustarse los tamaños variables y adaptarlos a los usos y costumbres locales.
- Se redondearán todos los bordes.
- Todo el enladrillado deberá revocarse con cemento 1:3.
- En caso de que no exista un desagüe natural alrededor de la fuente pública, se construirá uno.



FUENTE PUBLICA DE CONCRETO Y LADRILLOS CON GRIFOS GEMELOS

RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	2.5		
2	PLATAFORMA DE MOLDAJE	m <sup>2</sup>	5.4		
3	ENREJADO DE ALAMBRE DE ... x ...	m <sup>2</sup>	4.8		
4	PLATAFORMA DE CONCRETO MEZCLA 1:3:6	m <sup>3</sup>	1.5		
5	ENLADRILLADO CON MEZCLA DE CEMENTO MEZCLA 1:6	m <sup>3</sup>	0.2		
6	MEZCLA PARA REVOQUE 1:3, INCLUYENDO EL CANAL	m <sup>2</sup>	5.0		
7	RELLENADO	m <sup>3</sup>	0.6		

FUENTE PUBLICA DE CONCRETO Y LADRILLOS CON GRIFOS GEMELOS

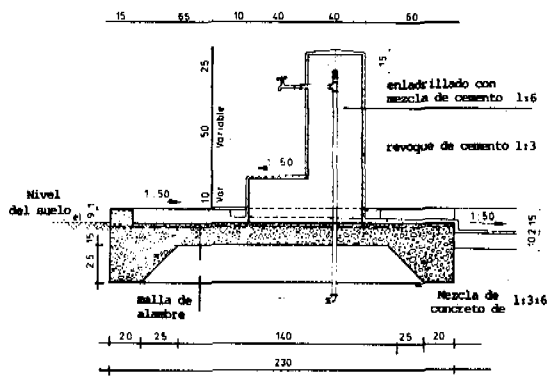


PLAN



**OBSERVACIONES**

- Las dimensiones están dadas en cm, a menos que se indique lo contrario
- Deberán ajustarse los tamaños variables y adaptarlos a los usos y costumbres locales
- Se redondearán todos los bordes
- Todo el enladrillado deberá revocarse con cemento 15-25 cm.
- En caso de que no exista un desagüe natural alrededor de la fuente pública, se construirá uno.



SECCION A-A

**FUENTE PUBLICA DE CONCRETO Y LADRILLOS CON TRES GRIFOS**

RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	3.5		
2	PLATAFORMA DE MOLDAJE	m <sup>2</sup>	6.4		
3	ENREJADO DE ALAMBRE DE ... x ...	m <sup>2</sup>	6.9		
4	PLATAFORMA DE CONCRETO MEZCLA 1:3:6	m <sup>3</sup>	2.0		
5	ENLADRILLADO CON MEZCLA DE CEMENTO MEZCLA 1:6	m <sup>3</sup>	0.3		
6	MEZCLA PARA REVOQUE 1:3, INCLUYENDO EL CANAL	m <sup>2</sup>	8.4		
7	RELLENADO	m <sup>3</sup>	0.8		
FUENTE PUBLICA DE CONCRETO Y LADRILLOS CON TRES GRIFOS					



RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	4.4		
2	PLATAFORMA DE MOLDAJE	m <sup>2</sup>	7.1		
3	ENREJADO DE ALAMBRE DE ... x ...	m <sup>2</sup>	9.0		
4	PLATAFORMA DE CONCRETO MEZCLA 1:3:6	m <sup>3</sup>	2.6		
5	ENLADRILLADO CON REVOQUE DE CEMENTO MEZCLA 1:6	m <sup>3</sup>	0.8		
6	MEZCLA PARA REVOQUE 1:3, INCLUYENDO EL CANAL	m <sup>2</sup>	12.5		
7	RELLENADO	m <sup>3</sup>	0.8		
FUENTE PUBLICA DE CONCRETO Y LADRILLOS CON CUATRO GRIFOS					



RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	1.3		
2	PLATAFORMA DE MOLDAJE	m <sup>2</sup>	4.1		
3	ENREJADO DE ALAMBRE DE ... x ...	m <sup>2</sup>	2.6		
4	PLATAFORMA DE CONCRETO MEZCLA 1:3:6	m <sup>3</sup>	0.9		
5	COLUMNNA DE LA TUBERIA DE ACERO CUBIERTA CON CONCRETO MEZCLA 1:3:6	c/u	1		
6	REVOQUE SOBRE LA PLATAFORMA Y LA BASE PARA EL BALDE MEZCLA 1:3	m <sup>2</sup>	2.8		
7	RELLENADO	m <sup>3</sup>	0.3		
FUENTE PUBLICA TUBULAR CON GRIFOS GEMELOS					





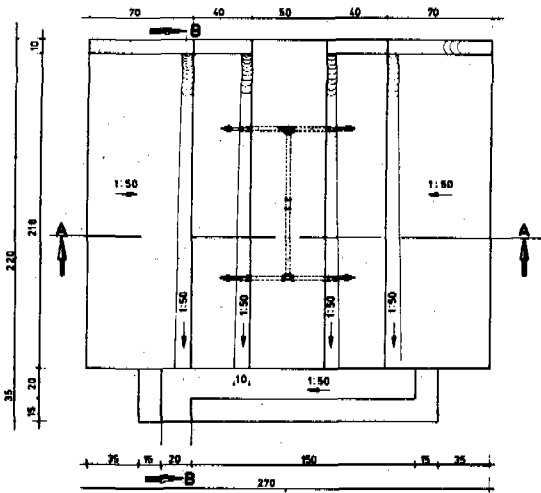
RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	1.7		
2	BLOQUES DE CONCRETO UNIDOS CON MEZCLA DE CEMENTO 1:6	m <sup>3</sup>	3.5		
3	REMOQUE SOBRE LA COLUMNA, LA PLATAFORMA Y EL CANAL, MEZCLA 1:3	m <sup>2</sup>	14.2		
4	RELLENADO	m <sup>2</sup>	0.4		
FUENTE PUBLICA DE CONCRETO Y MAMPOSTERIA DE BLOQUES CON TRES GRIFOS					



RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	2.7		
2	PLATAFORMA DE MOLDAJE	m <sup>2</sup>	8.0		
3	ENREJADO DE ALAMBRE PARA LA PLATAFORMA Y UNA COLUMNA DE ... x ...	m <sup>2</sup>	6.2		
4	PLATAFORMA DE CONCRETO MEZCLA 1:3:6	m <sup>3</sup>	2.1		
5	COLUMNA DE MOLDAJE	m <sup>2</sup>	1.0		
6	COLUMNA DE CONCRETO MEZCLA 1:2:6	m <sup>3</sup>	0.1		
7	REVOQUE SOBRE LA PLATAFORMA MEZCLA 1:3	m <sup>2</sup>	7.9		
8	RELLENADO	m <sup>3</sup>	0.5		
FUENTE PUBLICA DE CONCRETO CON CUATRO GRIFOS					



RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	3.9		
2	PLATAFORMA DE MOLDAJE INCLUYENDO LOS CORTADORES	m <sup>2</sup>	8.5		
3	ENREJADO DE ALAMBRE DE ... x ...	m <sup>2</sup>	32.8		
4	BARRAS DE REFUERZO 8 mm. LONGITUD SUJETA A ADAPTACION	c/u	12		
5	PLATAFORMA DE CONCRETO, MEZCLA 1:3:6	m <sup>3</sup>	2.1		
6	PARED DE MOLDAJE	m <sup>2</sup>	4.3		
7	PARED DE CONCRETO MEZCLA 1:2:6 INCLUYENDO EL REVOQUE	m <sup>3</sup>	0.3		
8	REVOQUE SOBRE LA PLATAFORMA, LA BASE PARA EL BALDE Y EL CANAL DE DESAGÜE	m <sup>2</sup>	5.7		
9	RELLENADO	m <sup>3</sup>	1.0		
FUENTE PUBLICA DE CONCRETO CON CUATRO GRIFOS					

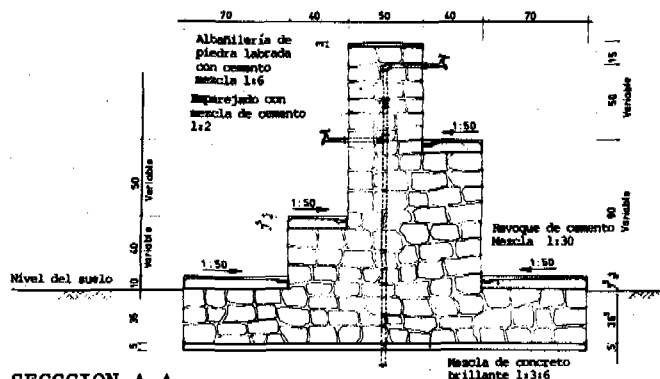


PLAN

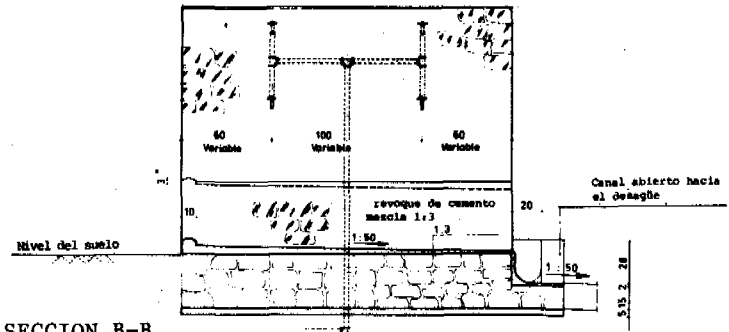
**OBSERVACIONES**

- Las dimensiones están dadas en centímetros, a menos que se indique lo contrario
- Se redondearán todos los bordes
- Deberán ajustarse los tamaños variables y adaptarlos a los usos y costumbres locales
- En caso de que no exista un desagüe natural alrededor de la fuente pública, se construirá uno
- Los tamaños de las piedras del dibujo son sólo indicativos y pueden cambiarse de acuerdo a la disponibilidad local

Canal abierto hacia el desagüe



SECCION A-A

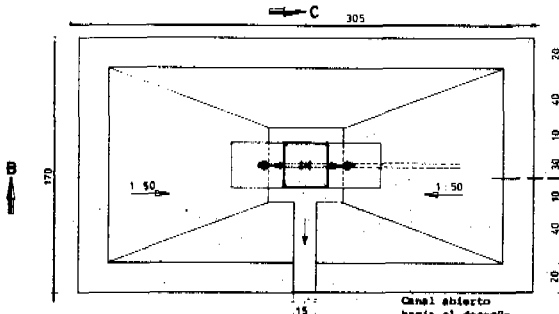


SECCION B-B

**FUENTE PUBLICA DE PIEDRA Y MAMPOSTERIA CON CUATRO GRIFOS**

RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	3.4		
2	MEZCLA DE CONCRETO BRILLANTE 1:3:6	m <sup>3</sup>	0.3		
3	MAMPOSTERIA DE PIEDRA CUBIERTA CON UNA MEZCLA DE YESO 1:3	m <sup>3</sup>	4.5		
4	REVOQUE SOBRE LA COLUMNA, LAS BASES PARA LOS BALDES, Y LA PLATAFORMA, INCLUYENDO LOS CANALES, MEZCLA 1:3	m <sup>2</sup>	6.0		
5	EMPAREJAR LA MAMPOSTERIA CON MEZCLA DE CEMENTO 1:2	m <sup>2</sup>	10.0		
6	RELLENADO	m <sup>3</sup>	1.0		
7	CANAL DE DESAGÜE ENCOFRADO	m <sup>2</sup>	1.4		
8	CANAL DE DESAGÜE DE CONCRETO, MEZCLA 1:3:6	m <sup>3</sup>	0.1		
9	CANAL DE DESAGÜE DE CEMENTO, MEZCLA 1:3	m <sup>2</sup>	0.4		
FUENTE PUBLICA DE PIEDRA Y MAMPOSTERIA CON CUATRO GRIFOS					



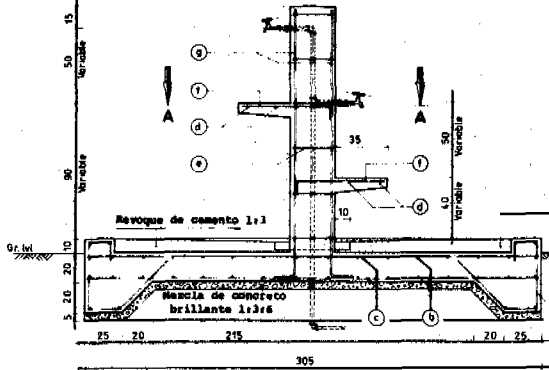
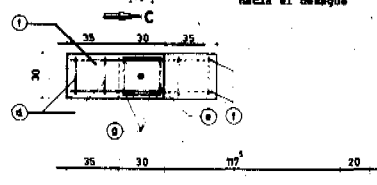


PLAN

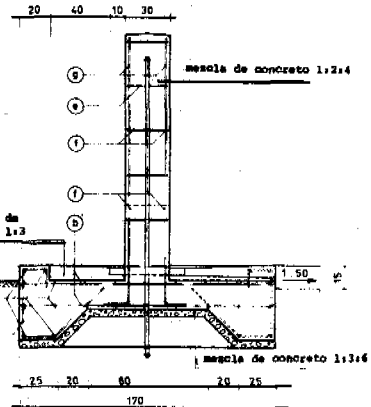
**OBSERVACIONES**

- Las dimensiones están dadas en centímetros, a menos que se indique lo contrario
- Deberán ajustarse los tamaños variables y adaptarlos a los usos y costumbres locales
- Se redondearán o biselarán todos los bordes
- En el caso de que no exista un desagüe natural alrededor de la fuente pública, se construirá uno
- Después de quitar los asperezas alisar con una mezcla de cemento
- y agua sobre las superficies de concreto que están expuestas
- La cubierta sobre el refuerzo será como mínimo de 20 mm.

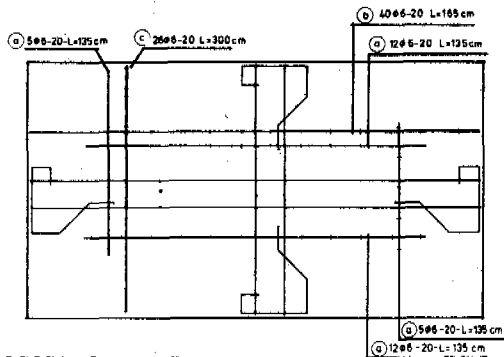
SECCION A-A



SECCION B-B



SECCION C-C



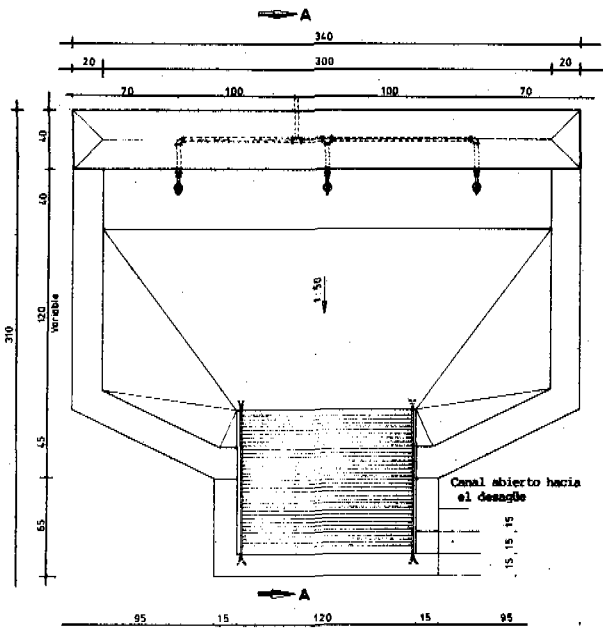
PLATAFORMA DE REFUERZO

**CUADRO DE FLEXION**

SECCION	FORMA DE LA BARRA, DIMENSIONES EXTERIORES	DIAM. en mm.	número	longitud en cm.	longitud total en cm.	peso en Kg.
PLATAFORMA	a	ø 6	34	135	4590	
	b derecha	ø 6	40	165	6600	
	c derecha	ø 6	26	300	7800	
	d derecha	ø 6	4	25	100	
Columna	e	ø 6	6	110	660	43.8 kg
	f	ø 10	4	55	260	
	g	ø 10	4	205	820	6.7 kg

FUENTE PUBLICA DE CONCRETO REFORZADO CON GRIFOS GEMELOS

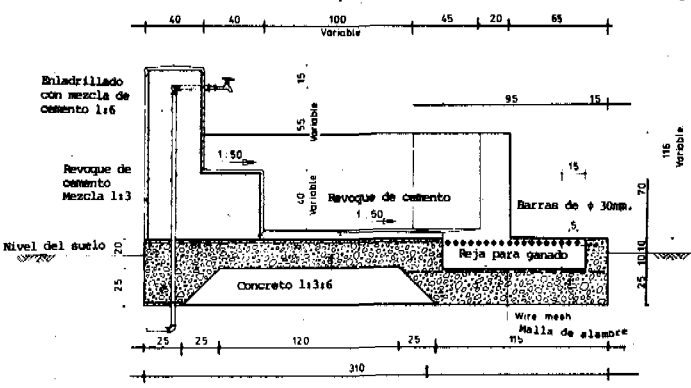
RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVILES					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	3.0		
2	CONSTRUCCION DE CONCRETO, 5 CM. MEZCLA 1:3:6	m <sup>2</sup>	5.2		
3	PLATAFORMA DE ENCOFRADO	m <sup>2</sup>	5.6		
4	REFUERZO COMPLETO	Kg	50.5		
5	PLATAFORMA DE CONCRETO MEZCLA 1:2:4	m <sup>3</sup>	1.8		
6	COLUMNA DE MOLDAJE Y BASE PARA LOS BALDES	m <sup>2</sup>	2.3		
7	COLUMNA DE CONCRETO Y BASE PARA LOS BALDES MEZCLA 1:2:4	m <sup>2</sup>	0.2		
8	REVOQUE SOBRE LA PLATAFORMA, INCLUYENDO LOS CANALES, MEZCLA 1:3	m <sup>2</sup>	3.5		
9	RELLENADO	m <sup>3</sup>	0.7		
FUENTE PUBLICA DE CONCRETO REFORZADO CON GRIFOS GEMELOS					



**OBSERVACIONES**

- Las dimensiones están dadas en centímetros, a menos que se indique lo contrario
- Deberán ajustarse los tamaños variables y adaptarlos a los usos y costumbres locales
- Se redondearán todos los bordes
- Toda la albañilería se cubrirá con revoque de cemento 15-25 cm.
- En caso de que no exista un desagüe natural alrededor de la fuente pública, se construirá uno
- Deberá pintarse la reja para ganado con pintura roja anti-corrosiva y con pintura de plomo

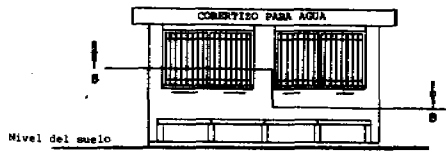
**PLAN**



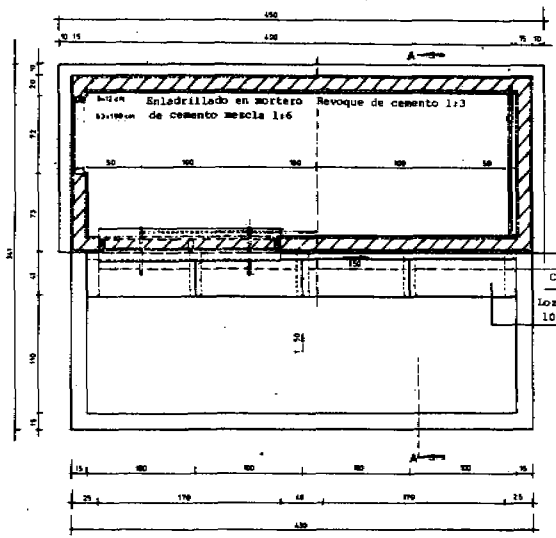
**SECCION A-A**

**FUENTE PUBLICA DE CONCRETO Y LADRILLOS, PROTEGIDA CONTRA GANADO Y CON TRES GRIFOS**

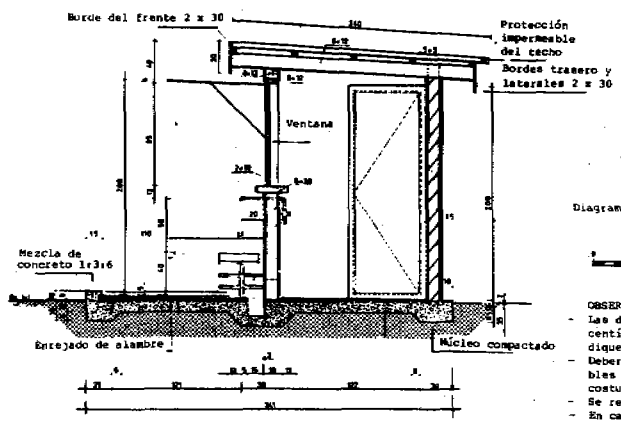
RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	3.7		
2	PLATAFORMA DE MOLDAJE INCLUYENDO POZO	m <sup>2</sup>	7.2		
3	ENREJADO DE ALAMBRE DE ... x ...	m <sup>2</sup>	10.0		
4	PLATAFORMA DE CONCRETO MEZCLA 1:3:6	m <sup>3</sup>	2.8		
5	ENLADRILLADO CON MEZCLA DE CEMENTO 1:6 PARA LAS PAREDES Y LA BASE PARA LOS BALDES	m <sup>3</sup>	3.0		
6	REVOQUE SOBRE LAS PAREDES, LA PLATAFORMA Y LA BASE PARA LOS BALDES, MEZCLA 1:3	m <sup>2</sup>	22.0		
7	REJILLA PARA GANADO, INCLUYENDO LA BASE	c/u	1		
8	RELLENADO	m <sup>3</sup>	0.6		
FUENTE PUBLICA PROTEGIDA CONTRA GANADO Y CON TRES GRIFOS					



Corte Frontal



CORTE DEL PLAN B-B

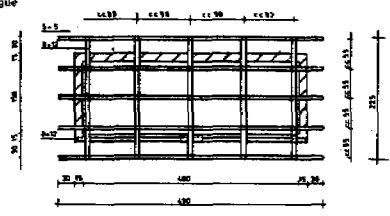


SECCION A-A

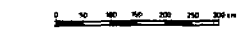
Diagrama esquemático de la tubería



- OBSERVACIONES:
- Las dimensiones están dadas en centímetros a menos que se indique lo contrario.
  - Deberán ajustarse los tamaños variables y adaptarlos a las cosas y costumbres locales.
  - Se redondearán todos los bordes.
  - En caso de que no exista un desagüe natural alrededor del cobertizo, se construirá uno.
  - La profundidad del cimiento deberá decidirse sobre el terreno.



Detalle del Techo



- Barra:
- 8no 8mm, cada una de 95 de longitud
  - 8no 6mm, a 20 c/c cada una de 32 de long



DETALLE DE LAS LOZAS DE CONCRETO PRE-MOLDEADO

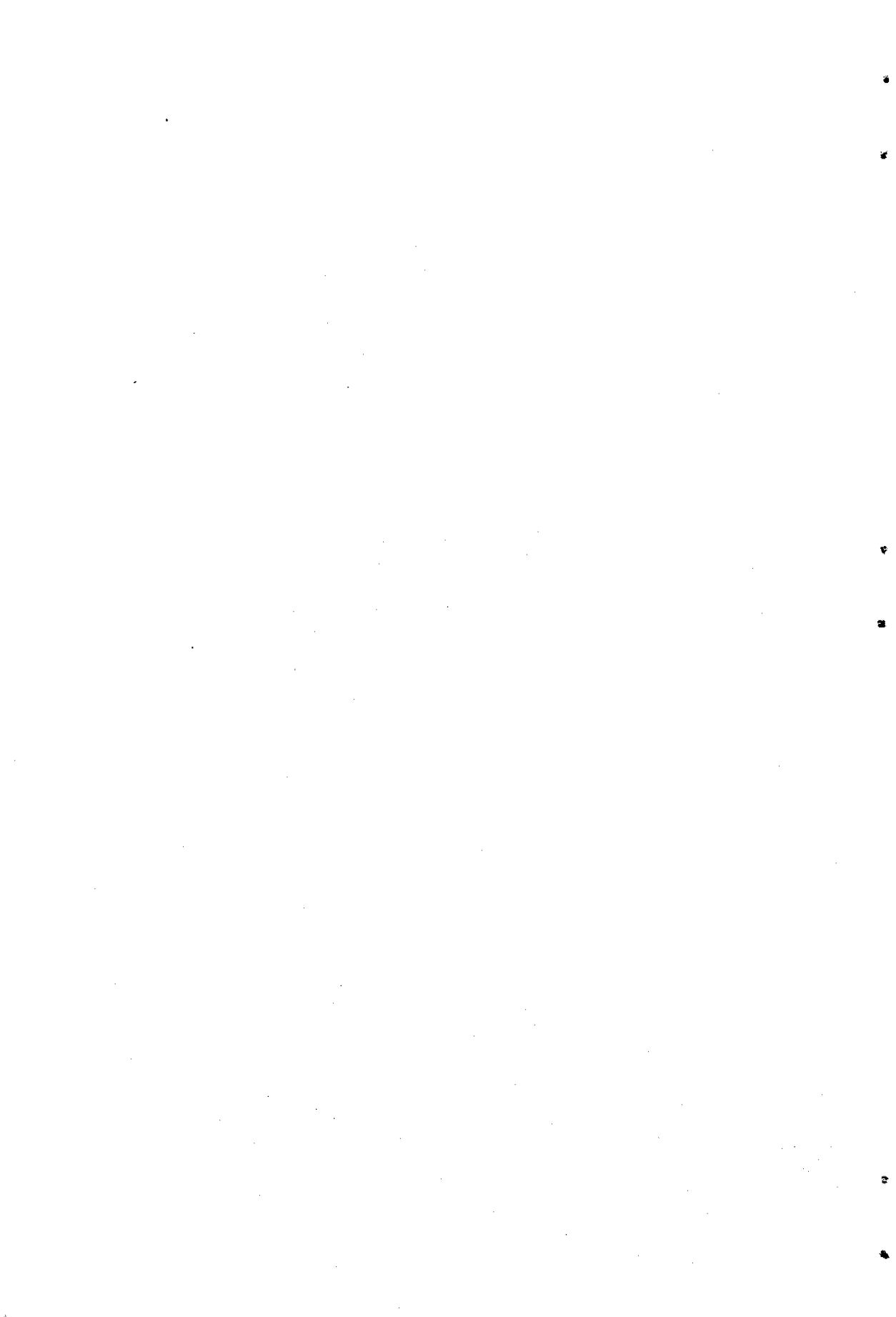
COBERTIZO PARA AGUA CON CUATRO GRIFOS

RELACION DE CANTIDADES PARA LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	EXCAVACION	m <sup>3</sup>	7.0		
2	ENREJADO DE ALAMBRE Y LOSAS DE CEMENTO DE ... x ... mm.	m <sup>2</sup>	15.0		
3	(NUCLEO DURO COMPACTO) 20 cm.	m <sup>2</sup>	22.0		
4	EVT. RELLENADO CON ARENA LIMPIA	m <sup>3</sup>	--		
5	MOLDAJE PARA PISO DE LOSA INCLUYENDO A LOS CANALES	m <sup>2</sup>	6.2		
6	PISO DE REFUERZO ENREJADO DE ALAMBRE DE ... x ... mm.	m <sup>2</sup>	14.6		
7	PISO DE CONCRETO MEZCLA 1:3:6	m <sup>3</sup>	3.5		
8	PAREDES DEL COBERTIZO Y BASE PARA LOS BALDES CONSTRUIDOS CON LADRI- LLOS Y MEZCLA DE CEMENTO 1:6, GROSOR 15 CM	m <sup>2</sup>	20.0		
9	MARCO DE LAS CONTRAVENTANAS Y PUERTA, INCLUYENDO LAS CONTRAVENTANAS Y LA PUERTA, MONTANTES DE HIERRO, ETC.	--	--		
10	CONSTRUCCION DEL TECHO CON TODAS LAS VIGAS NECESARIAS Y ENCOFRADO INCLUYENDO LOS CERROJOS	-	--		
11	REVOQUE DE CEMENTO SOBRE LAS PAREDES, LA PLATAFORMA Y LA BASE PARA LOS BALDES MEZCLA 1:3	m <sup>2</sup>	46		
12	PINTADO DEL COBERTIZO				
13	RELLENO	m <sup>3</sup>	2.5		
14	LOZAS DE CONCRETO PREVACIADO 100 x 75 x 35 mm. INCLUYENDO EL REFUERZO	c/u	4		
COBERTIZO CON CUATRO GRIFOS					



# **ANEXOS**





## ANEXOS

### LISTA DE ANEXOS

1. Símbolos y abreviaturas
2. Unidades y conversión
3. Factor de crecimiento
4. Radio de servicio
5. Pérdidas de carga de presión
6. Ecuaciones hidráulicas
7. Llave y medidor de agua
8. Materiales
9. Desagüe de la fuente pública
10. Mecanismo de control del flujo de agua
11. Lista de referencias

1913

1. ...  
2. ...  
3. ...  
4. ...  
5. ...  
6. ...  
7. ...  
8. ...  
9. ...  
10. ...  
11. ...  
12. ...  
13. ...  
14. ...  
15. ...  
16. ...  
17. ...  
18. ...  
19. ...  
20. ...  
21. ...  
22. ...  
23. ...  
24. ...  
25. ...  
26. ...  
27. ...  
28. ...  
29. ...  
30. ...  
31. ...  
32. ...  
33. ...  
34. ...  
35. ...  
36. ...  
37. ...  
38. ...  
39. ...  
40. ...  
41. ...  
42. ...  
43. ...  
44. ...  
45. ...  
46. ...  
47. ...  
48. ...  
49. ...  
50. ...  
51. ...  
52. ...  
53. ...  
54. ...  
55. ...  
56. ...  
57. ...  
58. ...  
59. ...  
60. ...  
61. ...  
62. ...  
63. ...  
64. ...  
65. ...  
66. ...  
67. ...  
68. ...  
69. ...  
70. ...  
71. ...  
72. ...  
73. ...  
74. ...  
75. ...  
76. ...  
77. ...  
78. ...  
79. ...  
80. ...  
81. ...  
82. ...  
83. ...  
84. ...  
85. ...  
86. ...  
87. ...  
88. ...  
89. ...  
90. ...  
91. ...  
92. ...  
93. ...  
94. ...  
95. ...  
96. ...  
97. ...  
98. ...  
99. ...  
100. ...

## SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

SIMBOLOS

A	=	área (m <sup>2</sup> ) o (ha)
a	=	distancia máxima de camino a pie
C <sub>d</sub>	=	demanda promedio per cápita (l/d)
D	=	diámetro interno de la tubería (m) o (mm)
f	=	factor de eficiencia de un grifo
g	=	factor de gravedad (m/s <sup>2</sup> )
H	=	carga, carga de presión, pérdida de carga (mhw)
H <sub>a</sub>	=	carga disponible
i	=	pendiente hidráulica
K	=	factor de aspereza (M)
L	=	longitud (m)
m	=	factor de crecimiento
N	=	población del diseño
N <sub>0</sub>	=	población inicial
n	=	número de usuarios por fuente pública
P	=	factor de demanda máxima
p	=	presión (mhw)
Q	=	tasa del flujo (m <sup>3</sup> /s) o (l/h)
Q <sub>max</sub>	=	capacidad de descarga máxima necesaria (l/h)
q <sub>spec</sub>	=	tasa específica de flujo (m <sup>3</sup> /s)
R	=	radio de servicio (m)
r	=	tasa anual de aumento de la población (%)
S	=	número de fuentes públicas
T	=	período de diseño
t	=	número de horas de demanda máxima
v	=	velocidad (m/s)
w	=	factor de desperdicio
λ	=	coeficiente en la pendiente hidráulica i
ρ	=	densidad específica (Kg/m <sup>3</sup> )
π	=	3,14
≥	=	mayor o igual que
≤	=	menor o igual que
*	=	multiplicado por

ABREVIATURAS

GS	=	acero galvanizado
PVC	=	policloruro de vinilo
lcd	=	litros per cápita por día
mhw	=	carga hidráulica por metro

## UNIDADES Y CONVERSION

En principio en la presente publicación se han utilizado las unidades del Standard International (SI). Sin embargo, además de ellas, y a manera de compromiso hacia la costumbre diaria del mundo consumidor de agua, también se ha hecho uso de otras unidades bastante conocidas (tales como los centímetros, la carga hidráulica por metro, los litros por hora y las pulgadas), lo cual no perjudica la exactitud de los cálculos. En esta relación se hace referencia al consejo de la International Water Supply Association (IWSA) con respecto al uso de las unidades del SI en el campo del abastecimiento de agua y el saneamiento.

UNIDADES

Longitud	metro	m
Area	metro cuadrado	m <sup>2</sup>
Volumen	metro cúbico	m <sup>3</sup>
Tiempo	segundo, hora	s, h
Masa	kilogramo	Kg
Fuerza	Newton	N
Presión	kilogramo fuerza	Kgf/cm <sup>2</sup>
Trabajo, Energía	Joules	J
Potencia	Watt	W
Velocidad	metro por segundo	m/s
Flujo	metro cúbico por segundo	m <sup>3</sup> /s

## UNIDADES ADICIONALES

cm	=	centímetro = 0,1 = 10 mm
mhw	=	carga hidráulica por metro
1 mhw	=	10 <sup>3</sup> m H <sub>2</sub> O = 9.807.10 <sup>3</sup> = 0,1 Kgf/cm <sup>2</sup> Pa = N/m <sup>2</sup> constituye una unidad relativamente pequeña y requiere de cantidades muy grandes en los cálculos, lo cual es una desventaja; además los mhw son visualmente más atractivos.
l/h	=	litro por hora, una unidad muy importante con respecto al uso doméstico del agua.
pulgada	=	medida inglesa equivalente a 25,4 mm; con respecto al equipo de normalización, utilizada a menudo en las órdenes de pedido.

## CONVERSION DE LAS MEDIDAS INGLESAS A UNIDADES SI

1 pulgada	=	25,4 mm	1 pulgada cúbica	=	16387 mm <sup>3</sup>
1 pie	=	0,305 m	1 pie cúbico	=	0,028 m <sup>3</sup>
1 yarda	=	0,914 m	1 yarda cúbica	=	0,765 m <sup>3</sup>
1 acre	=	4047 m <sup>2</sup>	1 galón	=	0,005 m <sup>3</sup>

EL FACTOR DE CRECIMIENTO COMO UNA FUNCION DEL PERIODO DE DISEÑO Y  
LA TASA PORCENTUAL ANUAL DEL AUMENTO DE LA POBLACION

Período del diseño en años	Tasa porcentual anual del aumento de la población					
	0	2	3	4	5	10
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.16	0.122	1.27	1.61
10	1.00	1.22	1.34	1.48	1.63	2.59
15	1.00	1.35	1.56	1.80	2.08	4.18
20	1.00	1.45	1.81	2.19	2.65	6.83

El factor de crecimiento ( $m$ ) depende de la tasa anual de aumento ( $r$ ) y del período del diseño ( $T$ ):  $m = [1 + r]^T$

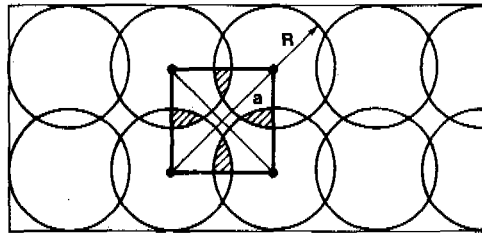
Generalmente el factor de crecimiento se hallará en la gama entre 1.0 y 1.6

EL RADIO DE SERVICIO Y LA DISTANCIA MÁXIMA DE CAMINO A PIE

Suponga que toda el área A se encuentra dividida en una serie de "áreas de servicio de las fuentes públicas" de igual magnitud y dispuestas de tal manera que la suma del área superficial de todas las áreas de servicio es igual a la superficie total del Área A. Digamos que hay S fuentes públicas y que R es el radio del área de servicio. Entonces la siguiente ecuación expresa la suposición anterior:

$$A = S * \pi R^2$$

Esta situación hipotética puede representarse de la siguiente manera:



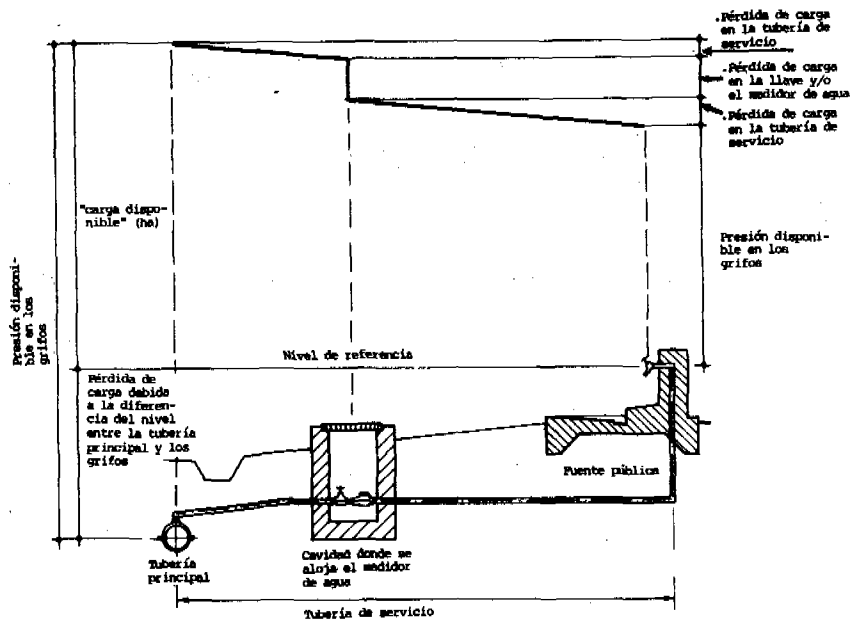
La ecuación antes mencionada es válida únicamente si la suma de las superficies de las "áreas circulares superpuestas" es exactamente igual a la suma de las superficies de las áreas que no están comprendidas dentro de ninguna de las áreas circulares de servicio. En cuyo caso la superficie del cuadrado iguala a la superficie del área circular.

La distancia máxima de camino se puede calcular de la siguiente forma:

$$2a^2 = \pi R^2 \rightarrow a = \sqrt{\pi/2} \cdot R = 1,253 R.$$

Con frecuencia, la ecuación  $A = S * \pi R^2$  se utiliza para evaluar el número S de fuentes públicas que se necesitan en una área A en particular, suponiendo un radio R de servicio. Tal como se muestra en la figura, R no es exactamente igual a la distancia máxima de camino; no obstante, constituye una óptima representación de la distancia máxima de camino de la mayor parte de la población de un área en particular.

PERDIDAS DE CARGA DE PRESION DEBIDAS AL FILIJO DE AGUA



Este diagrama ilustra lo siguiente:

- la diferencia del nivel entre la tubería de servicio y los grifos;
- la superioridad de la longitud total de la tubería de servicio en relación con la distancia directa horizontal (también se ha tomado en cuenta la posible desviación del plano horizontal).



ECUACIONES HIDRAULICAS1. Ecuación de Bernoulli

$$H = \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + Z$$

H = nivel total de la energía ("carga total")

$\frac{v^2}{2g}$  = carga con respecto a la velocidad del agua

$\frac{p}{\rho g}$  = carga de presión, que es la presión en el agua

Z = nivel con respecto al nivel, de referencia

Cuando el agua de una tubería se encuentra en reposo ( $v = 0$ ), únicamente la carga de presión y el nivel, determinan la carga total.

2. La pendiente hidráulica

$$i = \lambda \frac{l}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad \text{donde} \quad v = \frac{4Q}{\lambda D^2}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{[\log \frac{3.7D}{k}]^2} \quad \text{y}$$

k = coeficiente de aspereza

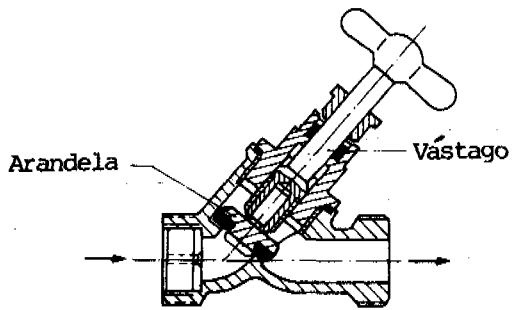
El coeficiente k está relacionado directamente con el tipo de material. Para las tuberías de acero galvanizado (GS),  $K = 0.001$  y para las de policloruro de vinilo (PVC),  $K = 0.0001$ .

3. Definiciones

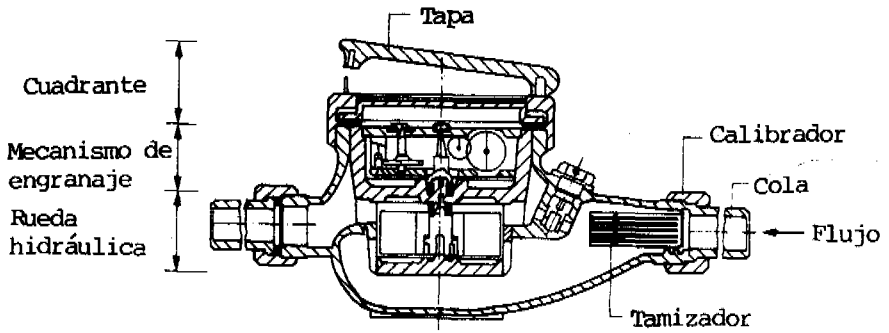
Hidráulica: "relativo al agua que fluye a través de las tuberías y de los canales".

Hidrostática: "relativo al equilibrio de los líquidos y a presión ejercida por los líquidos en reposo"

LLAVE (VALVULA) Y MEDIDOR DE AGUA



Llave de paso



Medidor de agua (cuadrante seco)

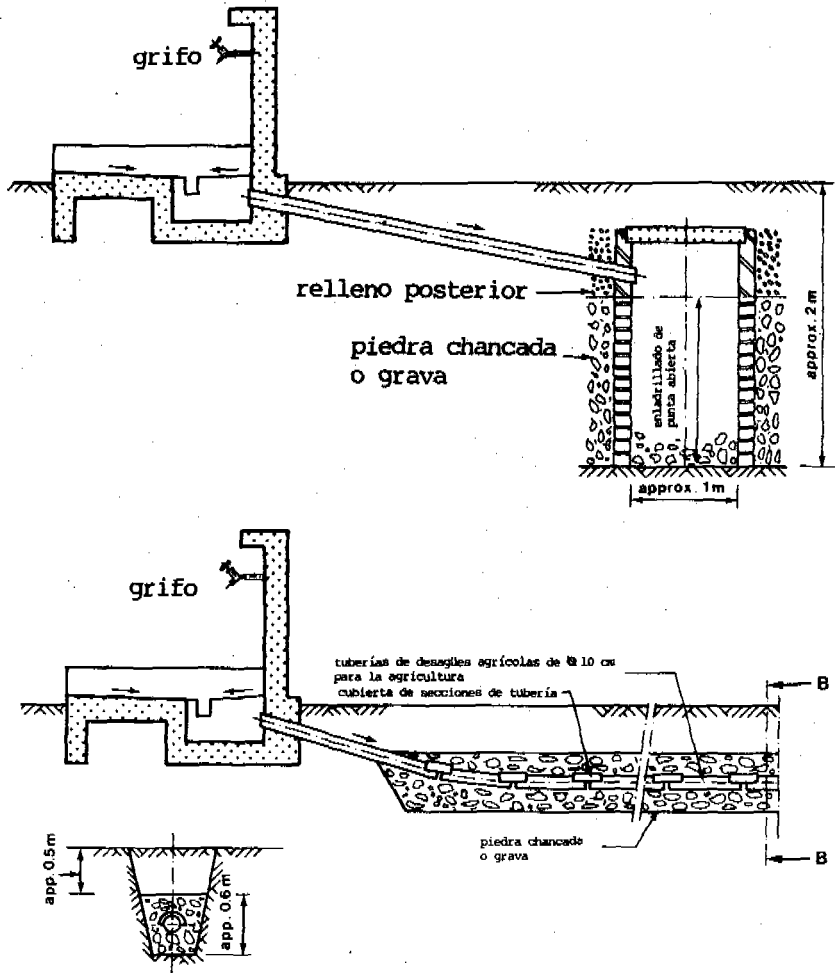
MATERIALES Y EQUIPO COMUNMENTE UTILIZADOS EN LOS  
SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

ANEXO 8

Partes de sistema Materiales	Tuberías de distribución	Conexión de la tubería de distribución con la tubería de servicio		Tubería de Servicio	Llave de paso	Medidor de agua	Grifos o válvulas	Conexiones de tuberías	Observaciones
		Montura	Casquillo						
Acero	*	*	--	---	---	---		soldadas o con juntas	
Acero Galvaniza- do (gs)	***	*	--	***	---	---		casquillos atornillados	
Hierro colado o hierro dulce	***	**	*	---	**	---	**	campana y espiga	
Policloruro de vinilo (PVC)	**	***	--	***	**	---	*	casquillos	
Polietileno (pe)	*	---	--	*	---	---		soldadas o bronce/hierro colado	
Asbeto cemento (ac)	**	---	--	---	---	---		juntas casquillos	
Bronce	---	---	***	---	**	***	***	---	
Nylon	---	---	---	---	---	---	*	---	

\*\*\* = utilizados a menudo  
\*\* = utilizados regularmente  
\* = raramente utilizados

DRENAJE DE UNA FUENTE PUBLICA



Baldosas para el desagüe agrícola, colocadas en un sumidero ciego (a menos que se tenga conocimiento de una cifra más exacta, la tasa de infiltración por  $m^2$  del área de la pared lateral puede estimarse en 10 l/d).

## MECANISMOS DE CONTROL DEL FLUJO DE AGUA

- A. GRIFOS DE TORNILLO, como el tipo doméstico tan común pueden brindar una serie de ventajas, incluyendo la simplicidad de su mantenimiento y probablemente sea el que más se elegirá. La arandela de la válvula en los grifos de metal debe ser reemplazada con regularidad para así prevenir la fuga de agua. Esta tarea se halla dentro de las posibilidades de un cuidador local.

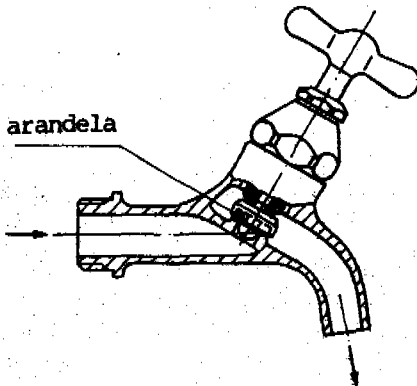
El desgaste que sufra la arandela y otras partes depende de la forma en que el grifo es utilizado, y de la forma muy ajustada con que algunas veces se cierra. No obstante, una vez que las personas se han familiarizado con este dispositivo y se les haya dado instrucción con respecto a su uso, en caso de necesidad, no deberán presentarse mayores problemas.

Los grifos de tornillo pueden ser de bronce, hierro o plástico. A menudo, los de bronce son robados debido al valor del material y pueden destornillarse con facilidad del extremo de la tubería, a menos que se suelde a ésta. La experiencia que se tiene con los grifos de nylon que tienen los asientos de la válvula de nylon, ha sido bastante buena, y se desgastan menos que los grifos de metal.

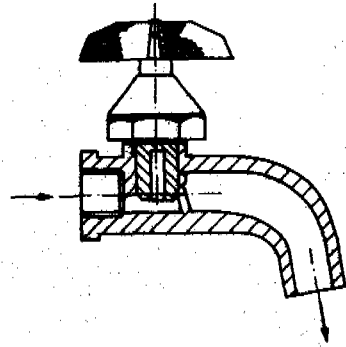
Desde luego, que en el mercado se encuentran bastantes tipos y marcas de grifos de tornillo. Los detalles pequeños pueden ser muy importantes para saber la frecuencia con que se deberá brindar un servicio de mantenimiento al grifo; entre éstos: la calidad de las arandelas y el acabado de los asientos

- B. LOS GRIFOS CON UNA VALVULA DE BOLA, parece ser que ofrecen algunas ventajas, debido a que la presión que se tiene que ejercer para que el grifo cierre, no depende de la fuerza que el usuario despliegue. De esta manera, el desgaste deberá ser menor y no existirán pequeñas arandelas que requieran un cambio frecuente. Algunas autoridades opinan que estos grifos son más propensos a causar fugas de agua que los de tornillo bien mantenidos. Generalmente, éstos últimos ocasionan una pérdida de carga menor y en consecuencia proporcionan una tasa de flujo adecuada, inclusive cuando la presión del agua es relativamente baja.

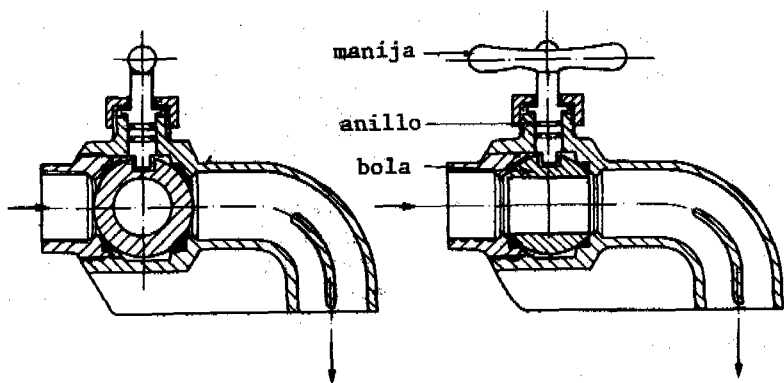
A. GRIFOS DE TORNILLO



A1: UN GRIFO DE TORNILLO COMUN  
EN POSICION CERRADA



A2: UN GRIFO DE NYLON  
EN POSICION CERRADA



B1: EN POSICION CERRADA

B2: EN POSICION  
ABIERTA

- C. LOS GRIFOS ACCIONADOS POR RESORTE O ACCIONADOS POR GRAVEDAD, son dispositivos que exigen que el usuario utilice un poco de fuerza con la mano a fin de mantener el flujo de agua. Parecen ser una opción atractiva en el caso de que los grifos no se supervisen y donde es muy importante evitar el desperdicio del agua. El grifo se cierra por acción de un resorte o por medio de la gravedad, una vez que el usuario deja de presionarlo.

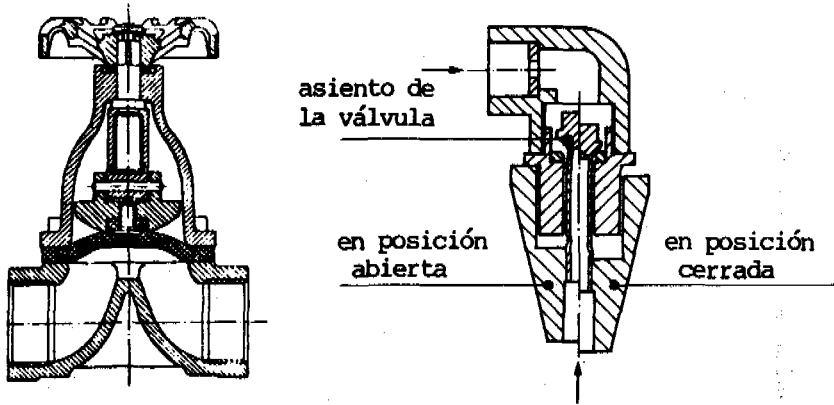
Estos grifos son relativamente baratos, es fácil el hacerlos funcionar y no ofrecen problemas complejos. No obstante, el valor que tienen para reducir el desperdicio no siempre es tan grande como pareciera ser, debido a que algunas veces los mantienen abiertos utilizando para ello una cuerda, un alambre o poniendo una piedra encima de la manivela.

En la India, los grifos accionados por gravedad son utilizados ampliamente. Poseen una boquilla pesada que debe presionarse hacia arriba para abrir el grifo. Regresa a su posición normal tan pronto como el usuario deja de presionarla.

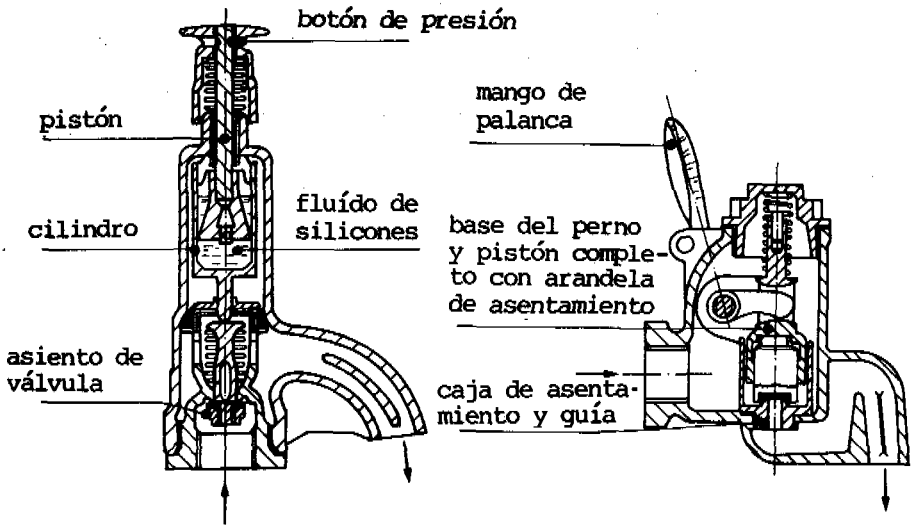
- D. LOS GRIFOS VOLUMETRICOS O DE CIERRE RETARDADO, son similares a los anteriores, pero se diferencian en que poseen un mecanismo más complejo que mantiene abierto el grifo durante un período fijo, después que se ha accionado la manivela. Es imposible mantenerlo abierto, colocando pesos sobre él, debido a que se cierra después del intervalo de tiempo fijado, aún cuando se presione continuamente. Para volverlo a abrir se tiene que hacer funcionar nuevamente la manivela o la perilla.

Posiblemente estos grifos sean los más efectivos para reducir el desperdicio de agua en las fuentes públicas que no se supervisan; no obstante, constituyen dispositivos complicados que requieren de un servicio de mantenimiento regular proporcionado por un personal hábil. Cabe notarse en este punto que los grifos de cierre retardado o a los accionados por resorte no siempre son aceptables para los usuarios. Algunos grifos de este tipo requieren de una fuerza considerable para hacerlos funcionar, y no se excluye que causen algunas heridas pequeñas cuando no se hacen funcionar con propiedad.

C. GRIFOS ACCIONADOS POR RESORTE O ACCIONADOS POR GRAVEDAD



GRIFOS ACCIONADOS POR GRAVEDAD  
(Grifos de Jayson (Pat))



D1: GRIFO DE CIERRE AUTOMATICO  
(Fordilla)

D2: GRIFO DE CIERRE AUTOMATICO  
(Taylor Wastenot)



Un grifo se define como un dispositivo de cierre ubicado al final de una tubería, mientras que una válvula es insertada en una tubería.

- E. UNA VALVULA DE DIAFRAGMA, posee un cuerpo de hierro fundido o de policloruro de vinilo y su diafragma es usualmente de neopreno o de teflón. La válvula de diafragma ofrece las siguientes ventajas: las pérdidas de presión son bajas en comparación con las de los grifos; la separación entre el mecanismo de funcionamiento y el agua es afectada por el diafragma; la construcción sin casquillos del mecanismo de funcionamiento, y los requisitos mínimos de mantenimiento durante todo el tiempo de su vida útil.

LISTA DE REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BACKMANN, A.

Manual for Water Systems and Pipe Work

A brief introduction course for the establishment of rural water supplies in Nepal. (Manual para sistemas de agua y trabajos de tubería. Un breve curso introductorio para el establecimiento de abastecimientos rurales de agua en Nepal). Katmandú, Swiss Association for Technical Assistance (SATA).

BORJESSON, E.K.G.; BODEDA, C.M.

New Concept in Water Service for Developing Countries

(Nuevo Concepto en el Servicio de Agua para los Países en Desarrollo). Journal of the American Water Works Association, 56, 1964, pp. 853-862.

FAIR, G.M.; GEYER, J.C.; OKUN, D.A.

Water and Wastewater Engineering, Vol. I: Water Supply and Wastewater Removal

(Ingeniería del Agua y de las Aguas Residuales, Vol. I: Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales). Nueva York, John Wiley and Sons, Inc., 1966.

JOHNSON, C.R.

Village Water Systems, Standards and Procedures for the Design of Water Supply Systems in Rural Areas of Nepal and Bhuthu

(Sistemas de Agua para Aldeas; Estándares y Procedimientos para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua en Areas Rurales de Nepal y de Bhuthu). Katmandú, Nepal, UNICEF, 1976.

LAURIA, D.T.; KOLSKY, P.J.; MIDDLETON, R.N.

Design of Low-cost Water Distribution Systems

(Diseño de Sistemas de Distribución de Agua de Bajo Costo).  
Washington, D.C., Banco Mundial, Departamento de Energía,  
agua y telecomunicaciones, 1977. (P.U. Report No. RES11).

PITCHAI, R.

Water Distribution - Problem and Discussion

(Distribución del Agua - Problema y Discusión). Documento  
presentado al Seminario sobre Mejora y Mantenimiento de los  
Sistemas Existentes de Abastecimiento de Agua, Manpur, U.P.,  
India, 1978. Oficina Regional para el Sudeste Asiático de  
la OMS, (1978).

TASGAONKAR, S.K.

Norms for Design of Rural Pipes Water Supply Schemes

(Normas para el Diseño de Esquemas de Abastecimiento Rural  
de Agua por Tuberías). Journal of the India Water Works  
Association, January/March 1978, pp.97-102.