

5. MEDIDAS DE HIGIENE DEL MEDIO *

Búsqueda, rescate y evacuación

Durante las primeras horas o, a veces, días después de un desastre, la tarea inmediata consiste en buscar y rescatar a personas lesionadas, ancianas, inválidas, o por algún otro motivo incapaces de escapar de situaciones peligrosas. Tareas relacionadas con la búsqueda y el rescate son la lucha contra incendios, el retiro de escombros para permitir la entrada, la recuperación de cadáveres, etc. La situación puede exigir que el personal de saneamiento tome parte en esas actividades, aunque por lo general los bomberos, la policía, el ejército, etc., son los que se encargan del trabajo de rescate. Esta labor y la de evacuación suelen realizarse simultáneamente, lo que exige intensos esfuerzos de todos los que en ellas intervienen. Para ayudar al rescate y la evacuación, el personal de higiene del medio debe estar familiarizado con los sistemas de comunicaciones y transportes de la zona de desastre. Mientras se buscan personas, deben adoptarse todas las precauciones necesarias para evitar que empeore la condición de la víctima y también que se ponga en peligro la seguridad de los que van a rescatarla.

Muy pocas medidas sanitarias hay que puedan adoptarse mientras se está trasladando a las personas a viviendas temporales, por lo que el viaje debe ser lo más breve posible. Es menester proporcionar vehículos por lo menos a los ancianos y a los inválidos, pero la mayor parte de las personas deberán caminar hasta el sitio de evacuación.

Deberá decirse al público que lleve consigo la cantidad de víveres, agua y ropas que irá a necesitar. Sin embargo, en muchos casos esto no será posible, especialmente cuando el viaje sea largo, en cuyo caso deberán proporcionarse víveres y agua a lo largo de la ruta, de preferencia en puestos fijos. Las autoridades de socorro o asistencia deben saber que durante ese periodo de transición sólo habrán de distribuirse alimentos que no se descompongan ni requieran cocción. Puede distribuirse el agua por medio de camiones cisternas en una proporción mínima de 3 litros por persona y por día en las regiones templadas, cantidad que se ha de elevar a un mínimo de 6 litros por persona y por día en las zonas cálidas y desérticas. Cuando no puede distribuirse el agua en esa forma, deben darse instrucciones de hervir cualquier clase de agua que se encuentre en el camino; otra posibilidad es

* En el Anexo 6 se resumen las recomendaciones principales que se formulan en esta sección.

la distribución de tabletas de cloro o yodo para desinfectar el agua. Es muy difícil conseguir la eliminación sanitaria de las excretas cuando las personas están en marcha, y no es mucho lo que puede hacerse respecto a la recogida de basuras. No obstante, en los puntos de descanso, las brigadas de saneamiento deben enterrar las excretas y los desechos sólidos en agujeros o trincheras de 60 cm de profundidad por lo menos. Después de su uso, debe llenarse el agujero o la trinchera con la tierra excavada y apisonar ésta. Acaso sea también necesario combatir ectoparásitos aplicando insecticidas.

Refugios

Después de la mayoría de los desastres, debe proporcionarse a las personas un refugio temporal; la gente que vive en zonas rurales tal vez desee llevar consigo su ganado, y deben adoptarse medidas para hacer frente a los problemas de saneamiento consiguientes. Ha habido ocasiones en que una colectividad vecina no afectada o una parte no dañada de una ciudad ha podido albergar a las víctimas. Las autoridades de socorro y asistencia deben ser las que proporcionen refugios. El tipo más común y práctico de refugio de emergencia es la tienda de lona. En algunos países también se han utilizado refugios prefabricados de aluminio para campamentos semi-permanentes. Los campamentos recreativos situados cerca de la ciudad o del lugar de un desastre con frecuencia ofrecen condiciones adecuadas, pues normalmente tienen algunas instalaciones sanitarias. El jefe de los servicios de higiene del medio deberá encargarse de vigilar que se observen los puntos siguientes cuando sea necesario acomodar a las personas evacuadas durante un cierto número de días.

Campamentos de tiendas

1) El sitio debe siempre estar alejado de criaderos de mosquitos y de basureros. Debe tener buen acceso a caminos.

2) La topografía del terreno debe permitir un desagüe fácil; también deben estudiarse las condiciones del subsuelo y del agua freática. Los terrenos cubiertos de hierba impiden que haya polvo, pero deben evitarse o desbrozarse los matorrales y la vegetación excesiva que puede albergar insectos, roedores, reptiles, etc.

3) Siempre que sea posible, la zona debe tener una protección natural contra condiciones adversas del tiempo; deben evitarse los valles estrechos y las cañadas sujetas a inundaciones.

4) También deben evitarse los sectores adyacentes a zonas comerciales e industriales, expuestos a ruidos, malos olores, aire contaminado, congestiones de tráfico y otras molestias.

5) Debe haber amplio espacio para que las personas se alberguen y se disponga de todos los servicios públicos necesarios. En términos generales, esto significa contar con 3 ó 4 hectáreas por cada 1 000 personas (30 a 40 m² por persona).

6) El sitio debe estar a distancia razonable de una fuente de agua buena y abundante.

7) Deben disponerse las tiendas en hileras a ambos lados de un camino de 10 m de ancho por lo menos, que permita un tráfico fácil. Debe haber un mínimo de 2 m entre la orilla del camino y las estaquillas que lijan las tiendas.

8) Dentro de la tienda debe haber un mínimo de 3 m² por persona como superficie de piso.

9) Debe haber una distancia mínima de 8 m entre las tiendas, de manera que las personas puedan pasar libremente sin que las obstaculicen espiguillas o cuerdas. Ese espaciamiento es también una medida de seguridad contra la propagación del fuego.

10) Son preferibles las tiendas pequeñas para un número reducido de ocupantes. Debe tomarse en consideración ese factor al planificar situaciones de urgencia.

11) El sector residencial del campamento debe estar frente a los vientos dominantes.

12) En tiempo frío, deben proporcionarse estufas de queroseno u otros calefactores y dar instrucciones sobre su uso a la gente; deben adoptarse todas las precauciones para evitar incendios y explosiones.

13) La ventilación natural es suficiente para las tiendas.

14) Para iluminar tiendas y caminos deben proporcionarse lámparas de queroseno o de petróleo, a prueba de viento. También pueden proporcionarse linternas con bombillas eléctricas y pilas secas.

15) En los sitios que no tengan cañerías de agua, deben instalarse tanques a ambos lados del camino. Esos tanques deben tener una capacidad de 200 litros o más, según sea la frecuencia de relleno, y deben estar espaciados de tal manera que los habitantes del campamento no necesiten caminar más de 100 m para obtener agua; la distribución se facilita si cada tanque cuenta con varios grifos; es conveniente poner los tanques de agua sobre soportes de madera de altura adecuada.

16) Para cada 4 a 8 tiendas (25 a 50 personas) deben proporcionarse recipientes para recoger basura (de 50 a 100 litros de capacidad) con tapas herméticas.

17) En manzanas situadas detrás de las tiendas deben instalarse retretes u otros tipos de sistema para eliminación de excretas (véase la página 66).

18) Para cada 50 personas debe proporcionarse una serie de lavaderos bilaterales (de 3 m de longitud).

19) Deben cavarse fosas de desagüe alrededor de las tiendas y a los lados de los caminos. Los puestos de abastecimiento de agua deben tener también desagüe suficiente para evitar el lodo.

20) Cuando se usen los sitios de campamento durante periodos prolongados, debe rociarse con petróleo la superficie de los caminos para que no se levante polvo.

21) Es necesario establecer reglamentos de saneamiento conforme a lo que sea factible en cada situación en particular y deberán observarse estrictamente.

22) El campamento debe dividirse en dos sectores separados: un sector residencial y un sector de servicios públicos (centro de alimentación colectivo, hospital de campaña, parque de recreación, etc.).

23) Para poder tratar y combatir mejor las enfermedades transmisibles, conviene evitar los campamentos grandes, o subdividirlos en unidades independientes de no más de 1 000 personas.

24) Debe limpiarse con regularidad el sitio del campamento, conforme a un calendario previamente establecido.

Edificios

Si se proporciona alojamiento de emergencia dentro de los edificios existentes, debe prestarse más atención a la ventilación y la eliminación de olores. Se necesitan 30 m³ de aire fresco por persona y por hora. En ocasiones es necesario proporcionar ventilación mecánica. Es conveniente una temperatura de 20°C, pero pueden tolerarse temperaturas inferiores con ropa que abrigue. Deben tomarse en consideración los puntos siguientes en relación con los edificios utilizados como refugio:

1) Las personas que duerman en camas o esteras deben tener una superficie mínima de piso de 3,5 m² o 10 m³ de espacio aéreo. En habitaciones de techos altos pueden usarse literas dobles.

2) Entre camas o esteras debe haber una separación mínima de 0,75 m.

3) Es necesario que haya salidas de emergencia y escapes para incendios; los cañones de chimeneas usadas para calefacción deben salir fuera del edificio; hay que evitar la sobrecarga de circuitos eléctricos; deben colocarse o suspenderse las linternas y lámparas de tal manera que se eviten peligros; el queroseno y la gasolina deben almacenarse fuera de los edificios; en sitios destacados deben exhibirse instructivos claros sobre peligros de incendio y medidas de seguridad; debe conservarse debidamente el equipo contra incendios.

4) Hay que proporcionar un lavabo para cada 10 personas, o lavabos colectivos de 4 a 5 m por cada 100 personas; esos lavabos colectivos deben estar separados para mujeres y hombres, y cada uno de ellos debe contar con receptáculos para basuras. Se necesita una ducha para cada 50 personas en climas templados y una para cada 30 personas en climas cálidos. Hay que desinfectar los pisos diariamente.

5) Para las excretas humanas deben proporcionarse excusados de agua corriente si es posible (véase también la página 66). Las letrinas deben estar situadas en un radio de 50 m del edificio, pero lejos de la cocina o de los comedores.

6) Para cada 12 a 25 personas debe proporcionarse un recipiente de basuras de 50 a 100 litros de capacidad, con tapa hermética.

Abastecimiento de agua

Es indispensable disponer de un abastecimiento de agua pura y en cantidad suficiente; el ingeniero sanitario o el técnico de saneamiento encargados de los trabajos de socorro de urgencia tendrán la responsabilidad de asegurar que pueda disponerse de ese abastecimiento y de que su acceso sea fácil. Las condiciones bacteriológicas, químicas y físicas del agua para consumo humano deben cumplir con las normas establecidas.¹

Necesidades

Ya se han examinado las necesidades de agua durante la evacuación y en marcha (véase la página 33). Las cifras siguientes se ofrecen como orientación con objeto de calcular las necesidades mínimas de agua para beber, cocinar y practicar la limpieza fundamental.

- 1) Hospitales de campaña y puestos de primeros auxilios: 40 a 60 litros por persona y por día.
- 2) Centros de alimentación colectiva: 20 a 30 litros por persona y por día.
- 3) Albergues temporales y campamentos: 15 a 20 litros por persona y por día.

A menos que haya limitaciones rígidas respecto al abastecimiento de agua potable, no debe restringirse su empleo. Si escasea el agua, debe imponerse el racionamiento, la vigilancia estrecha de su consumo y otras medidas para conservarla. Tan pronto como hayan pasado los primeros días de emergencia y haya aumentado el abastecimiento de agua, deben levantarse las restricciones, porque hay una correlación entre el consumo de agua y la limpieza, por una parte, y entre la limpieza y la incidencia de enfermedades, por la otra. Sin restricciones, el consumo de agua puede acercarse a 100 litros por persona y por día.

Investigación y selección de fuentes

Debe practicarse una búsqueda minuciosa de todas las posibles fuentes de agua a una distancia razonable del campamento. No es posible exagerar la importancia de una investigación y una encuesta sanitaria sobre las fuentes disponibles: las operaciones de tratamiento adoptadas en situaciones de urgencia son, en el mejor de los casos, únicamente improvisaciones de los métodos clásicos de purificación del agua, y evidentemente tiene una importancia máxima la selección de las fuentes que se encuentren menos expuestas a la contaminación.

En los párrafos siguientes se examinan las posibles fuentes de agua:

¹ Véase *Normas internacionales para el agua potable*, 2ª ed., Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1964

1. Sistemas municipales

Si el desastre ha afectado el sistema de abastecimiento de agua de una ciudad o poblado, en primer lugar debe restablecerse el funcionamiento de ese sistema.¹ Tan pronto como sea factible deben repararse las cañerías principales y los ramales averiados. Con frecuencia es posible aislar una sección dañada cerrando determinadas válvulas y restablecer el servicio de agua en la mayor parte del sistema de distribución. Se han descubierto nuevos procedimientos para acoplar rápidamente tuberías y repararlas con materiales plásticos, lo que puede efectuarse en los plazos más cortos posibles. No obstante, ese trabajo exige que las autoridades de los servicios de agua hayan hecho previamente planes para obtener el equipo y los suministros necesarios y adiestrar técnicos en trabajos de urgencia. Son indispensables como medidas preparatorias el mantenimiento de buenos registros y mapas, el funcionamiento adecuado del sistema y el almacenamiento de piezas de recambio. En el Anexo 7 figura un cuestionario que puede servir a los superintendentes de los sistemas de abastecimiento de agua para determinar hasta qué punto está bien preparada su instalación si se plantea una situación de urgencia.

Cuando sobrevienen desastres, debe elevarse la presión del agua y aumentarse la concentración de cloro a fin de proteger el sistema de distribución contra el agua contaminada que pueda entrar en las tuberías, especialmente después de inundaciones. Si se inundan la central de tratamiento de agua o las estaciones de bombeo, debe extraerse por medio de bombas el agua de las crecidas y limpiarse y desinfectarse los pisos y el equipo. Después de toda reparación en el sistema de distribución, las cañerías principales reparadas deben ser limpiadas con chorros de agua y desinfectadas con una solución de 50 mg de cloro por litro que se dejará durante 24 horas, después de lo cual se vacía la cañería principal y vuelve a limpiarse con chorros de agua potable. Si es urgente la demanda de agua, o si no puede aislarse la tubería principal, puede aumentarse la concentración de la solución desinfectante hasta 100 mg/litro y reducir el periodo de contacto a una hora. Al terminar las operaciones de desinfección, pero antes de volver a poner en servicio la tubería principal, deben tomarse muestras de agua para practicar análisis bacteriológicos y determinaciones de residuos de cloro. En el Anexo 8 se ofrece información más detallada sobre la desinfección de las tuberías de agua principales (cañerías maestras).

Cuando una instalación de tratamiento de agua, una estación de bombeo o un sistema de distribución se encuentra averiado tan gravemente que no puede volver a ponerse en funciones durante algún tiempo, deben emplearse otros métodos, que se describen en los párrafos siguientes.

¹ Véase Canadá, Department of National Health and Welfare (1965) *Emergency water services and environmental sanitation*, Ottawa.

2. Sistemas privados

Con frecuencia se encuentran algunos sistemas privados de abastecimiento de agua en las cercanías de una colectividad asolada por un desastre. Esos sistemas pueden pertenecer a lecherías, cervecerías, fábricas de elaboración de alimentos y bebidas, y otros establecimientos industriales o agrícolas. La fuente de abastecimiento suele ser un pozo profundo o una instalación de tratamiento privada. El agua procedente de esas fuentes, con la cloración adecuada que se necesite, puede conectarse a un sistema de distribución o transportarse a los sitios de consumo. Habitualmente los propietarios están dispuestos a colaborar y nunca debe pasarse por alto la posibilidad de utilizar esos abastecimientos cuando se investiguen las fuentes de agua que existan en una región.

3. Manantiales y pozos

A menudo puede encontrarse agua subterránea en las cercanías de una zona de desastre. Esa agua está menos sujeta a grandes contaminaciones que las aguas superficiales. El agua subterránea procedente de acuíferos profundos (como la que se obtiene de pozos profundos y de ciertos manantiales) estará exenta de contaminación si se han adoptado algunas medidas sencillas de protección. El agua subterránea tiene además la gran ventaja de ser límpida y algunas veces de no necesitar otro tratamiento que la desinfección. Es más sencillo aprovechar los manantiales, pues no se necesita bombear para llevar el agua a la superficie.

Cuando se utilizan los manantiales como fuente de abastecimiento de agua para una zona de desastre, debe prestarse cuidadosa atención a las formaciones geológicas. La piedra caliza y ciertas rocas fácilmente pueden tener orificios y fisuras, especialmente después de un terremoto, que faciliten la contaminación del agua subterránea. También los manantiales están expuestos a la contaminación por aguas de crecidas. Por tanto, se necesitan una localización adecuada y estructuras de protección bien construidas para conservar la calidad del agua subterránea.

En un tiempo corto puede lograrse el aprovechamiento y la protección de manantiales y pozos, siempre que se disponga de materiales de construcción, herramientas y trabajadores diestros. Es posible, según las condiciones geológicas de la región, abrir diferentes tipos de pozos — por excavación, taladro, perforación y barreno, simple o de chorro — para obtener una fuente segura de agua que pueda utilizarse también en la etapa de rehabilitación.

Es sumamente importante una exploración sanitaria de la zona que rodea un pozo o un manantial. Esa exploración, que debe practicar un experto profesional en higiene del medio, habrá de proporcionar datos acer-

ca de fuentes de contaminación, estructuras geológicas (en especial respecto de las capas superficiales y las formaciones rocosas), calidad y cantidad del agua subterránea, dirección de las corrientes, etc.

El pozo debe estar a una distancia mínima de 30 m de toda fuente posible de contaminación, y a una altura mayor que la de todas esas fuentes. La porción superior del pozo debe estar protegida por un revestimiento externo impermeable que se extienda como mínimo a 3 m por debajo y 30 cm por encima del nivel del suelo. El revestimiento debe estar rodeado de una plataforma de hormigón armado de 1 m de anchura como mínimo que tenga un declive para que el agua escurra fuera del pozo, éste debe conectarse con un desagüe que aleje el agua derramada. La abertura correspondiente a las tuberías de bajada debe estar cerrada herméticamente para impedir que entre agua del exterior al pozo. El borde de los registros debe sobresalir un mínimo de 8 cm por encima de la superficie circundante, y la cubierta del registro debe rebasar ese borde.

Hay que desinfectar el pozo inmediatamente después de su construcción o reparación. Primero hay que lavar y restregar el revestimiento con una solución clorada concentrada que contenga 100 mg de cloro por litro. Se añade luego una solución más fuerte para obtener una concentración de 50–100 mg/litro en el agua almacenada en el pozo. Después de agitarla bastante, se deja reposar el agua del pozo durante 12 horas por lo menos y finalmente se extrae por bombeo. Se deja entonces que vuelva a llenarse el pozo. Cuando el cloro residual del agua desciende a menos de 1 mg/litro, puede utilizarse el agua.

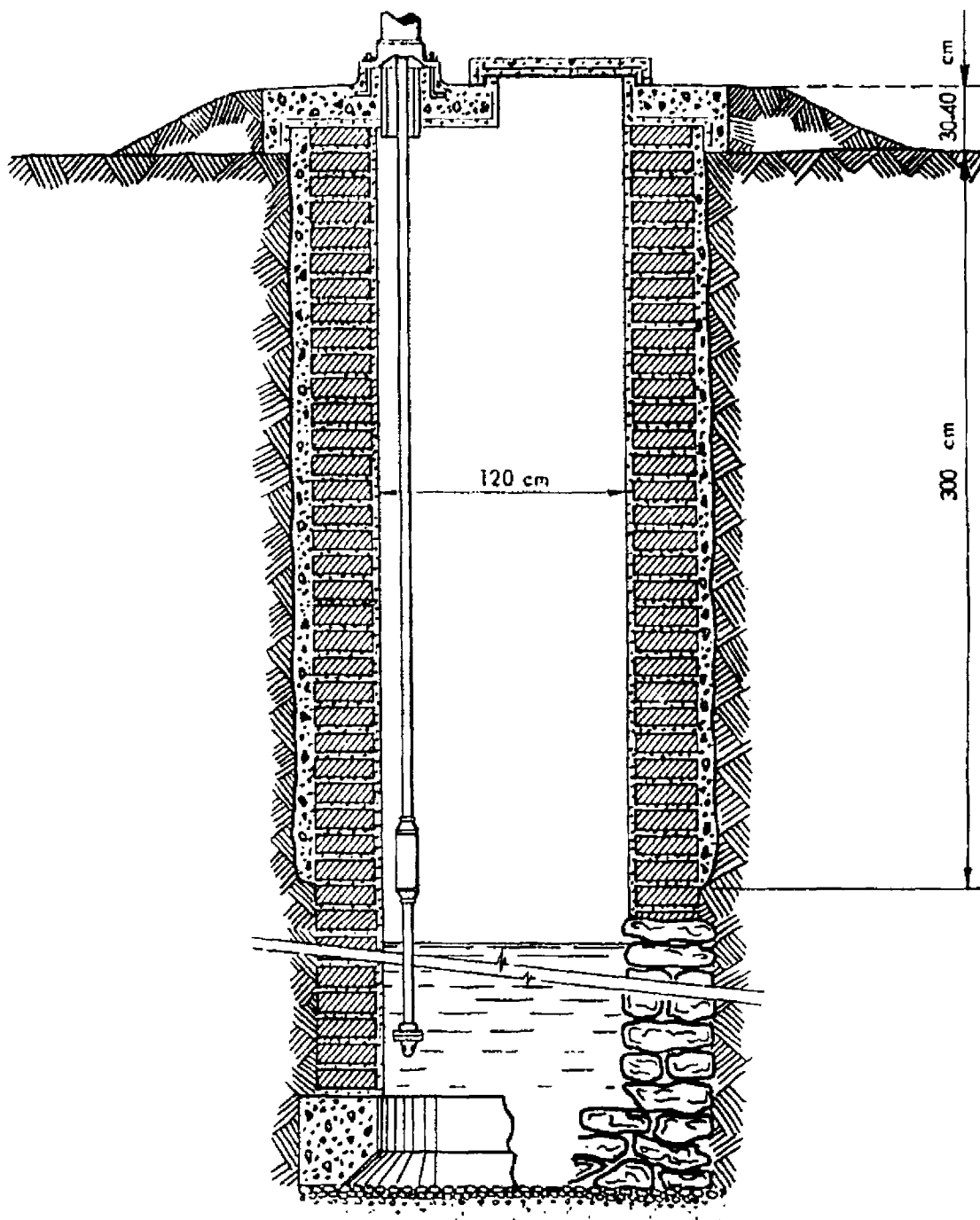
La mayor parte de lo que se ha indicado anteriormente se aplica también a la localización y protección de manantiales. Pueden agregarse los puntos siguientes:

- 1) La instalación para tomas de agua debe construirse de tal manera que se impida la entrada de la luz.
- 2) El rebosadero debe estar situado de tal manera que impida la entrada de agua de la superficie cuando llueva intensamente.
- 3) La cubierta y la puerta del registro deben estar cerradas con llave.
- 4) Antes de utilizar el agua, debe desinfectarse la cámara de extracción con una solución de cloro.
- 5) Debe cercarse la zona dentro de un radio de 50 m alrededor del manantial para impedir las contaminaciones de la superficie del suelo.

En una monografía publicada por la OMS en 1959¹ se ofrece información detallada sobre el establecimiento y la protección de abastecimientos de agua. De esa obra se han tomado las figuras 5 a 10 para ilustrar las medidas de protección de pozos y manantiales.

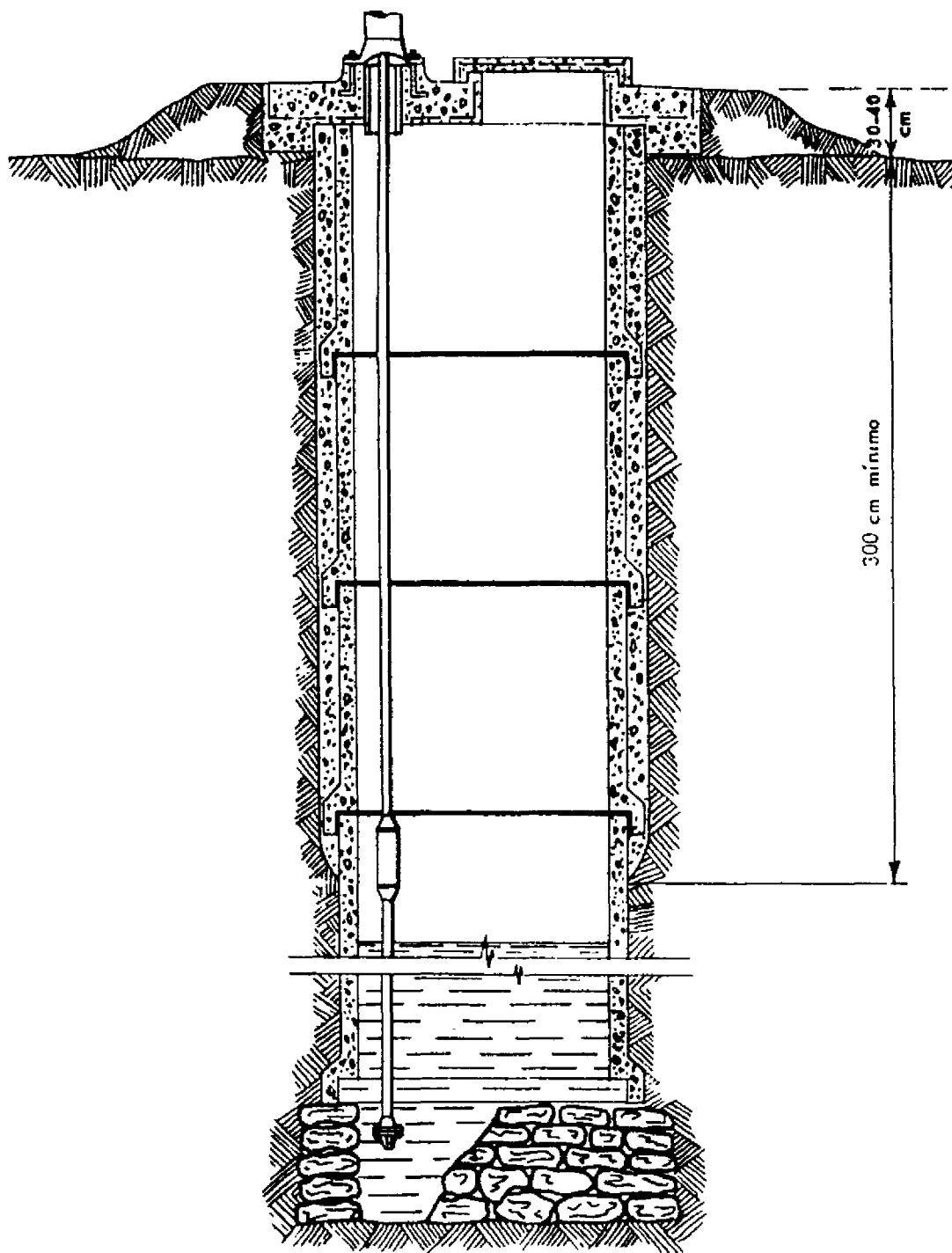
¹ Wagner, E. G. y Lanoux, J. N. (1961) *Abastecimiento de agua en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades*. Ginebra (Organización Mundial de la Salud · Serie de Monografías, N° 42).

FIG. 5. POZO ORDINARIO CON ENTUBADO PROTECTOR Y PLATAFORMA



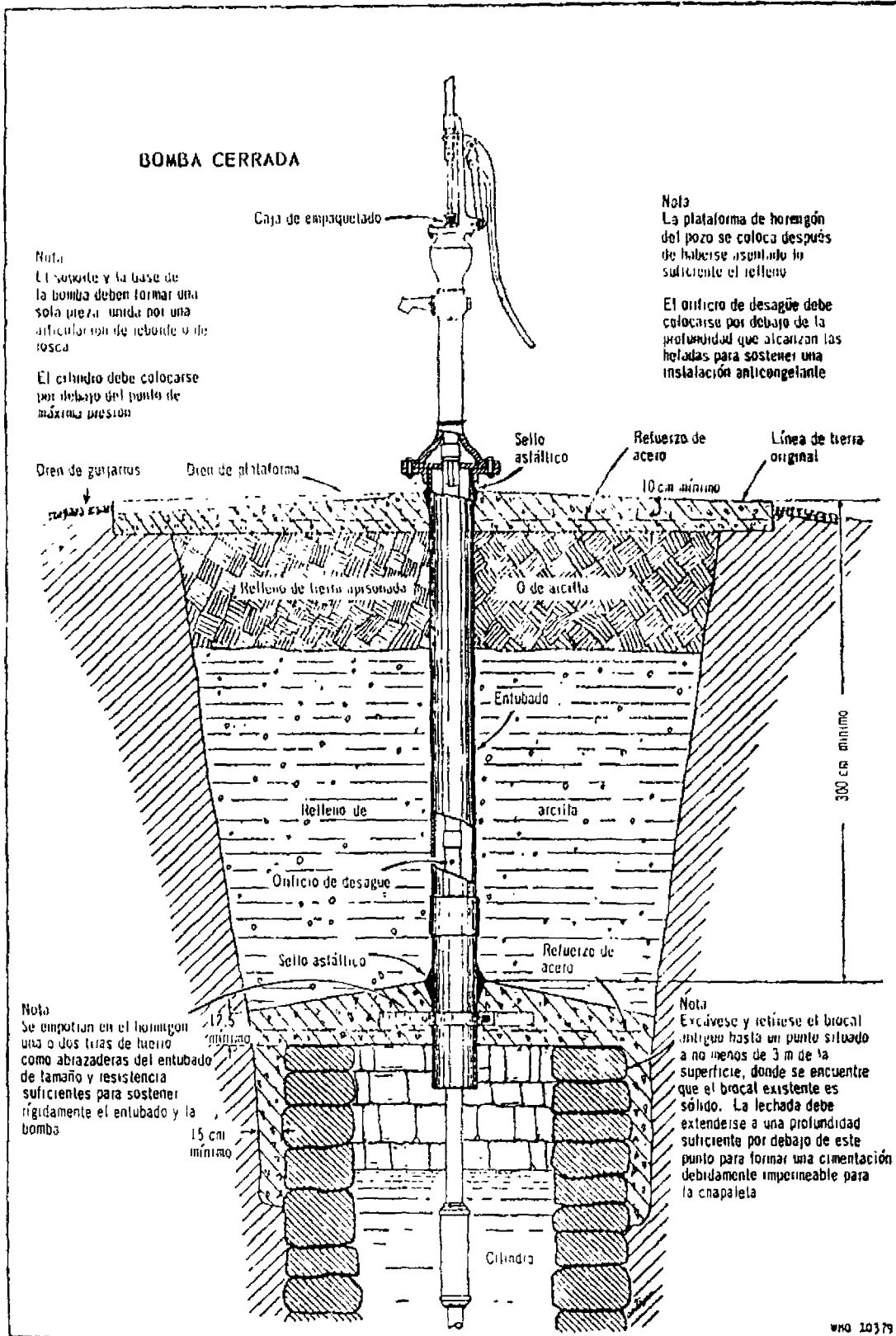
Esta figura muestra un pozo ordinario y una cubierta exterior protectora de hormigón armado. En el fondo del pozo hay dos clases diferentes de construcción: una, construida con piedras redondas que forman un muro de filtración, y la otra, una zapata de hormigón armado. Las piedras deben colocarse después de haber excavado completamente el pozo y sólo son prácticas en zonas de arena gruesa y grava. La zapata de concreto se emplea en los lugares donde el entubado se hunde conforme avanza la excavación, y suele ser más práctico en arena fina. En el fondo de este pozo debe construirse un filtro lento de arena, protector.

FIG. 6. POZO ORDINARIO REVESTIDO CON BLOQUES DE HORMIGÓN O DE ARCILLA



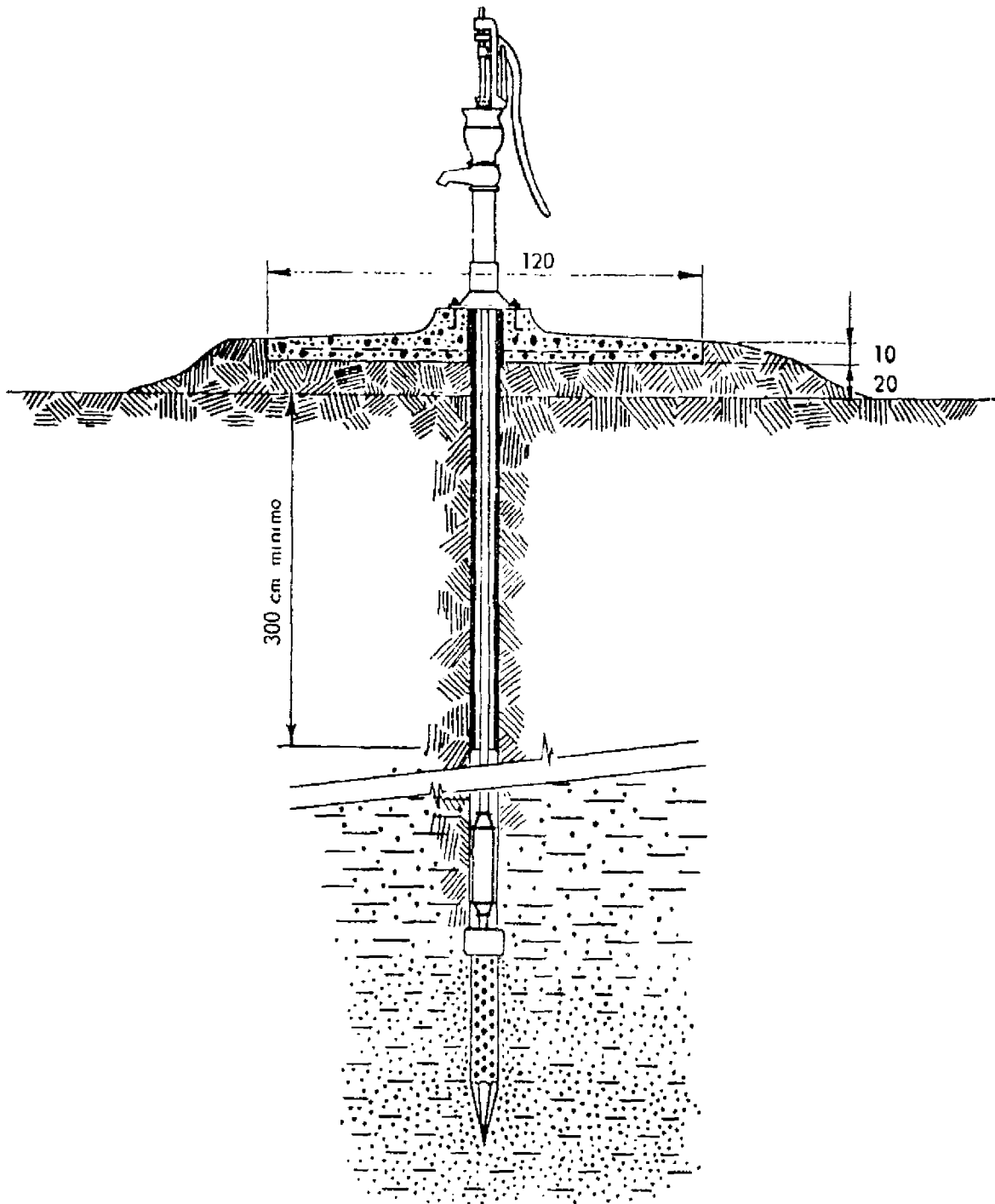
Con bloques de hormigón o arcilla puede hacerse un entubado excelente y su colocación es rápida y fácil dentro del pozo mediante un armazón sencillo en forma de A u otra estructura provisional para bajar los bloques al interior del pozo. Obsérvese la capa protectora externa de hormigón que se extiende hacia abajo hasta 3 m (10 pies) por lo menos para asegurar la impermeabilidad de las paredes superiores.

FIG. 7. POZO RECONSTRUIDO CON LOSA ENTERRADA



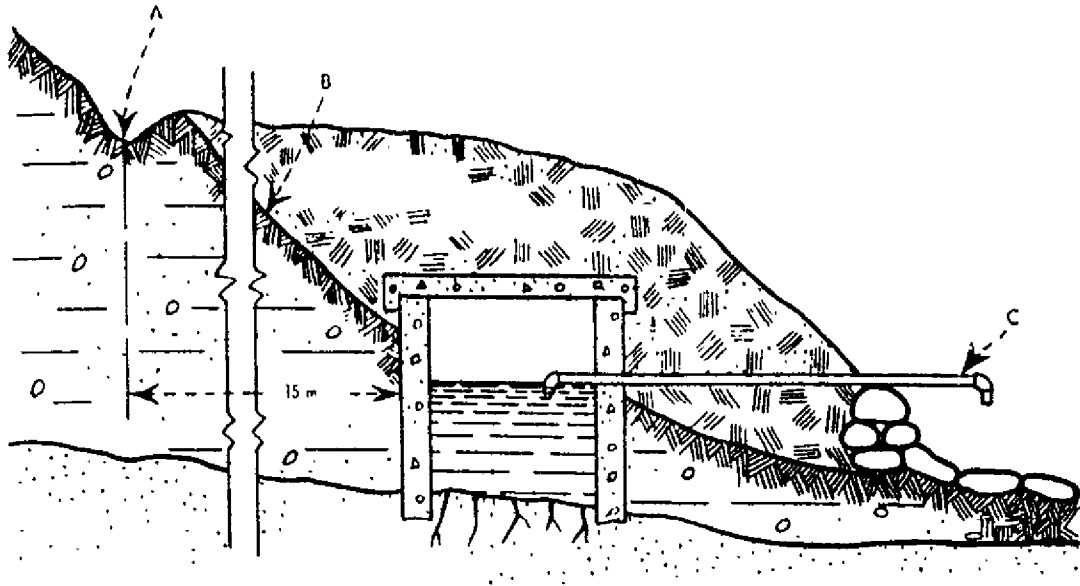
Tomado de US Public Health Service, Joint Committee on Rural Sanitation (1950) *Individual water supply systems*, Washington, pág. 25.

FIG 8. POZO HINCADO CON TUBERIA, CILINDRO Y PLATAFORMA DE PROTECCION



En sectores con arena relativamente gruesa, los pozos hincados pueden ser un medio excelente y muy económico de obtener agua. Pueden perforarse rápidamente y ponerse en funcionamiento en poco tiempo. Con técnica adecuada, este pozo puede mejorarse para aumentar su capacidad. Obsérvese el revestimiento impermeable que desciende hasta un mínimo de 3 m por debajo de la superficie del suelo.

FIG. 9. MANANTIAL PROTEGIDO DEBIDAMENTE (I)

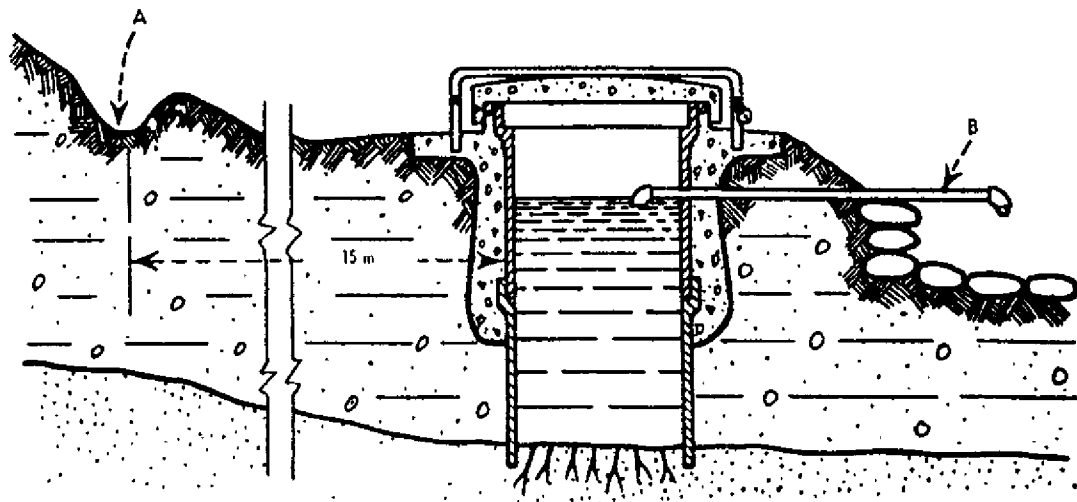


WFO 5441

- A = Zanja protectora de drenaje para mantener a buena distancia del manantial las aguas de desague
- B = Vertiente original y línea de la superficie
- C -- Tubería cubierta de salida: puede descargar libremente el agua o llevarla entubada hasta una aldea o residencia

Los manantiales pueden ser fuentes económicas de agua pura. Deben buscarse cuidadosamente signos de afloramiento de aguas subterráneas. Los manantiales que pueden entubarse y llegar al usuario por gravedad ofrecen una solución excelente. Las variaciones de precipitación pluvial pueden influir sobre el rendimiento, por lo que debe verificarse el gasto propio sin agua pluvial.

FIG. 10. MANANTIAL PROTEGIDO DEBIDAMENTE (II)



WFO 5274

- A = Zanja protectora de drenaje para mantener a buena distancia del manantial las aguas de desague
- B = Tubería cubierta de salida, para descargar libremente el agua o llevarla entubada hasta la aldea o residencia

4. Aguas superficiales

Únicamente en último recurso se utilizarán aguas superficiales como fuente de abastecimiento. Deben evitarse las aguas malolientes, muy coloreadas o sumamente contaminadas. El agua procedente de fuentes superficiales debe desinfectarse y, si es posible, tratarse para eliminar de ella turbidez, color e impurezas. Si no se dispone del equipo habitual de purificación, es necesario improvisar. Antes del tratamiento, puede reducirse la turbidez y la cantidad de bacterias en el agua mediante una galería de infiltración o varias bombas de extracción conectadas a un tubo múltiple, situado en la orilla de un curso de agua. Deben adoptarse medidas para proteger la cuenca de alimentación contra contaminaciones de animales y personas. Como generalmente es difícil la aplicación de reglamentos de control, el punto de entrada del abastecimiento de agua debe estar situado por encima de todo afluente que lleve agua fuertemente contaminada. La toma de agua de la bomba debe cubrirse con rejilla de alambre y colocarse de tal manera que no reciba lodo del lecho del curso de agua ni detritos flotantes. El aditamento puede ser extremadamente sencillo, como un tonel perforado y fijado a la mitad de la corriente.

Tratamiento

Debe improvisarse el tratamiento según los materiales y equipo disponibles y la impureza del agua. Este tratamiento puede adoptar diversas formas:

1. Desinfección

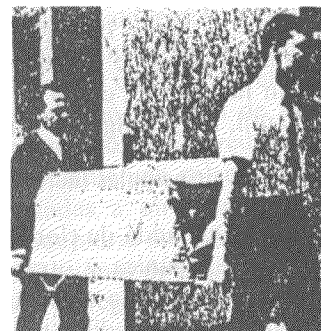
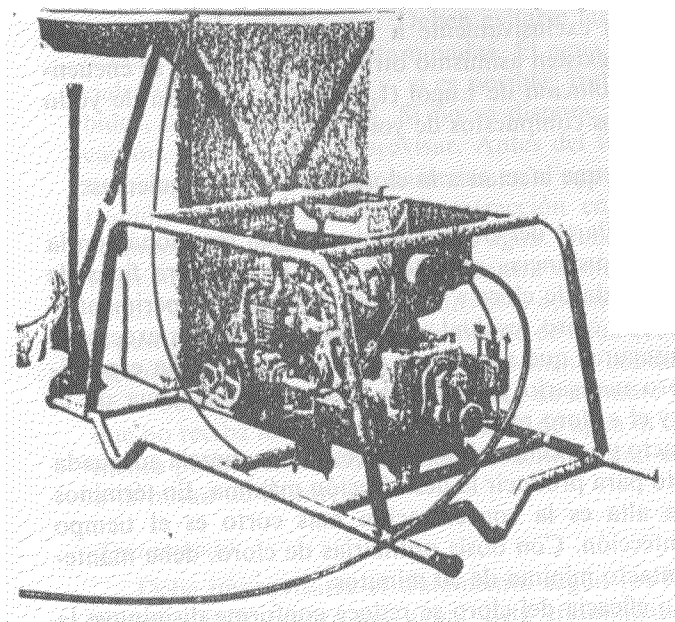
La desinfección tiene por objeto destruir organismos patógenos y, de esta manera, prevenir enfermedades transmitidas por el agua. Puede lograrse la desinfección del agua por ebullición o tratamiento químico. Los desinfectantes más comunes son el cloro y los compuestos que desprenden cloro. Habitualmente se encuentran los compuestos clorados para desinfectar el agua en tres formas:

1) Cal clorada o cloruro de cal, que cuando es reciente tiene 25 % en peso de cloro utilizable. Este es un compuesto inestable que pierde su cloro con bastante rapidez, especialmente cuando se almacena en lugares húmedos y calientes. Debe comprobarse siempre su actividad antes de emplearlo.

2) El hipoclorito de calcio, compuesto más estable que se vende bajo diversas marcas registradas. Este compuesto contiene 70 % en peso de cloro utilizable. Si se almacena debidamente en recipientes herméticos y en un lugar oscuro y fresco, conserva su contenido de cloro durante un periodo considerable.

3) Hipoclorito de sodio, que suele venderse en forma de solución a una concentración de 5 %, aproximadamente, bajo diversas marcas registradas. Su uso como desinfectante del agua se limita a pequeñas cantidades en circunstancias especiales.

FIG. 11. APARATO PORTATIL DE CLORACION



Reproducido con autorización de Paterson Candy International Ltd., Auckland, Nueva Zelanda.

La improvisación es una necesidad inevitable durante las operaciones posteriores a un desastre. A continuación se describe un aparato improvisado que se utilizó en Yugoslavia.¹

Esencialmente, el aparato de cloración consta de un balancín fijado a un armazón de madera. Del brazo largo del balancín cuelga un recipiente para la solución de cloro, y del brazo corto un regulador que rige la entrada de la solución por presión sobre el tubo de goma de alimentación; del brazo corto cuelga también un saco de arena para equilibrar el recipiente del brazo largo. El balancín está además provisto de dos tubos de goma, uno que vierte la solución de cloro en el recipiente y otro que la extrae por acción de sifón del recipiente y la dirige al punto de salida. La descarga se regula cambiando la altura del tubo de salida, que está fijado a un soporte corredizo por fuera del armazón. Puede ajustarse manualmente a la dosis de cloro estipulada (Fig. 12).

El armazón de madera tiene 55 a 60 cm de longitud y 35 cm de altura. Para asegurar la estabilidad, la plancha de base tiene 20 cm de ancho. El resto del armazón puede hacerse con tablas de 10 cm de anchura. El brazo corto del regulador de entrada y el contrapeso tiene 15 cm de longitud, mientras que el brazo largo que sostiene el recipiente es de 25 cm de longitud. Una pieza de madera de bordes afilados sirve como regulador de entrada al oprimirla contra el tubo de goma.

La solución de cloro se guarda en recipientes de diversos tipos, generalmente en barriles. Para completar el aparato improvisado, se fija un flotador (por ejemplo, una bombilla eléctrica fundida o una pieza de madera) en el extremo sumergido del tubo de goma para asegurar que la solución de cloro extraída es pura y que no contiene sedimento de hipoclorito cálcico.

¹ Gjorgov, A. (1964) *Zdrav. nov. (Zagreb)*, 17: 72.

El aparato de cloración funciona equilibrando la salida y la entrada de la solución. Se adapta el aparato de tal manera que el regulador de salida deje pasar únicamente cierta cantidad de gotas. Cuando el número de gotas descargado en el abastecimiento de agua es igual al número de gotas que entra en el recipiente, se establece el equilibrio. Una vez que el recipiente está lleno, todo suministro adicional de solución aumenta su peso y rompe el equilibrio; el regulador se oprime contra el tubo de alimentación, y el suministro se interrumpe hasta que se establece el equilibrio. El aparato de cloración comienza a funcionar bajando el soporte del tubo de salida hasta que se establece el rendimiento, cuando se ajusta a la altura adecuada que permite salir la cantidad necesaria de solución. El aparato se detiene cuando hay alguna obstrucción.

El uso de este tipo de clorador ha demostrado que tiene las ventajas siguientes:

1) Economía y rapidez de construcción (2 a 3 horas de trabajo de un obrero semi-calificado, 4 tablas cortas, un pedazo de madera contrachapada, 1 ½-2 m de tubo de goma, un recipiente a prueba de corrosión y unos cuantos clavos).

2) El aparato es de manejo sencillo y fácil de instalar en cualquier parte.

3) El empleo del desinfectante más fácil de obtener (polvo de hipoclorito de calcio) reduce los costos de funcionamiento.

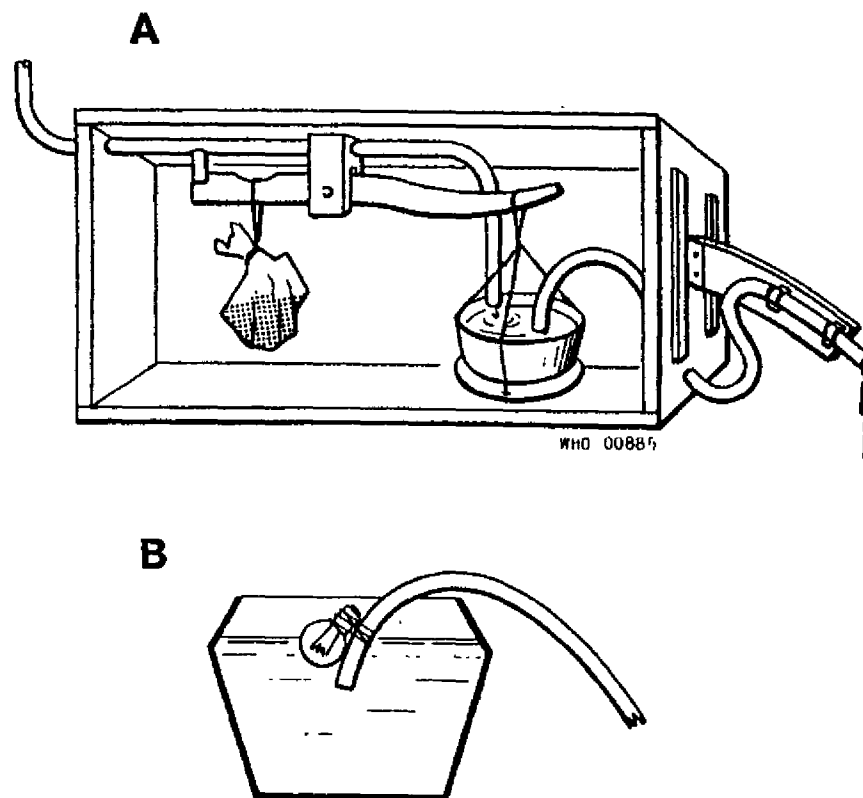
4) El aparato puede adaptarse para uso en pequeños abastos de agua por gravedad, con un rendimiento de 3 a 10 litros por segundo (en circunstancias en que no son adecuados los aparatos de cloración caros).

5) El aparato no es voluminoso ni ocupa mucho espacio.

6) El aparato es a prueba de corrosión.

7) No se registran obstrucciones.

FIG. 12. APARATO DE CLORACION IMPROVISADO



Tomado de Gjorgov, A. (1964) *Zdrav. nov. (Zagreb)*, 17, 74.

3) *El procedimiento intermitente.* Cuando no hay aparatos de cloración, se desinfecta el agua por el procedimiento intermitente que suele emplearse más frecuentemente en casos de urgencia y que consiste en aplicar un volumen predeterminado de solución de cloro de concentración conocida a un volumen fijo de agua por medio de algún procedimiento de gravedad. La solución de carga no debe tener una concentración superior a 0,65 % de cloro por peso, que es aproximadamente el límite de solubilidad de cloro a temperaturas ordinarias. Por ejemplo, 10 g de hipoclorito de calcio ordinario (concentración, 25 %) disuelto en 5 litros de agua da una solución primaria de 500 mg/litro. Con objeto de desinfectar agua para bebida, se añade un volumen de la solución primaria a 100 volúmenes de agua, a fin de obtener una concentración de 5 mg/litro. Si después de 30 minutos de contacto el cloro residual excede de 0,5 mg/litro, puede reducirse la dosis señalada.

Después de transcurrido el periodo de contacto necesario, puede eliminarse el exceso de cloro para mejorar el sabor por medio de productos químicos como el bióxido de azufre, el carbón activado o el tiosulfato de sodio. Los dos primeros son adecuados para instalaciones permanentes, mientras que el tiosulfato de sodio es más propio para utilizarse en la cloración de urgencia. Una tableta con 0,5 g de tiosulfato de sodio anhidro puede eliminar 1 mg/litro de cloro de 500 litros de agua.

En las figuras 13 y 14 se presentan dos tipos de aparato que pueden utilizarse para aplicar soluciones primarias. El primero es un aparato sencillo pero seguro para descargar una solución de cloro mezclada para desinfección intermitente en un aljibe, un canal abierto, un pozo, etc. Cuando se utiliza el aparato conjuntamente con un depósito de sello de agua y válvula de flotación, puede descargarse la solución dentro del sector de succión de una bomba. Cuando el nivel del líquido en depósito de cierre hidráulico está por encima del gradiente hidráulico, puede introducirse la solución primaria dentro de un conducto cerrado. El flotador de madera mantiene una carga de agua constante en el orificio, que puede hacerse de tamaño suficientemente grande para impedir obstrucciones. Si el aparato que presenta la figura 14 se construye cuidadosamente con depósitos y barriles revestidos de asfalto o algún otro material resistente a la corrosión, puede constituir un medio semipermanente de aplicar solución primaria de cloro.

En el Sudán se ha fabricado otro aparato sencillo para aplicar solución de cloro para agua.¹ Se trata de un depósito de gasolina, de material plástico, invertido, con un orificio perforado en la base (Fig. 15).

El flotador se hace con material ligero de empaque. Para extraer la solución del depósito se emplea un tubo de vidrio en T, y la rama vertical

¹ Grombach, H. E. (1966) *Study on rural water treatment plants in the Sudan Gezira*, Ginebra (informe inédito de la OMS).