

GUÍA PARA GOBIERNOS LOCALES



Lima, 2005

Tabla de contenido

Página

CAPÍTULO I. Capacitación en educación sanitaria

1.	Agua-conceptos	7
1.1.	Calidad de agua	11
1.1.1.	Aspectos microbiológicos (biológicos)	11
1.1.2.	Aspectos físicos y químicos	13
1.2.	Impacto en la salud del agua y en el saneamiento	17
1.2.1.	Enfermedades relacionadas con el agua	17
1.3.	Agua y salud	19
1.3.1.	Contaminación del agua	19
1.3.2.	Actividades que originan la contaminación de agua	20
1.3.3.	Formas de contaminación del agua	21
1.3.4.	Tipos de contaminantes	21
1.3.5.	Riesgos de la contaminación del agua para la salud	22
1.3.6.	Riesgos relacionados con el agua debido a la ingestión de agentes biológicos	22
1.3.7.	Riesgos derivados de agentes biológicos transmitidos por contacto con el agua, sin ingestión	24
1.3.8.	Principales enfermedades transmitidas por el agua	24
1.3.9.	Riesgo especial para los niños debido al agua de contaminada	35
1.3.10.	Agua y salud en nuestra comunidad	37
1.4.	Saneamiento y salud	41
1.4.1.	Enfermedades transmisibles	41
1.4.2.	Enfermedades no transmisibles	42
1.4.3.	Transmisión de las enfermedades	43
1.4.4.	Medidas preventivas	43
1.4.5.	El saneamiento y la salud en nuestra comunidad	44
1.5.	Normas de calidad del agua	46
1.5.1.	Parámetros de calidad y límites máximos permisibles	46
1.5.2.	Bacterias y minerales en el agua para beber	48
1.6.	Higiene en el hogar y en los sistemas de abastecimiento de agua	49
1.6.1.	Higiene en el hogar	52
1.7.	Diagnóstico	53
1.7.1.	Inspección sanitaria (Encuesta unitaria)	53
1.7.2.	Información de la comunidad	57

CAPÍTULO II. Capacitación técnica

2.	Capacitación técnica	58
2.1.	Tecnologías para abastecimiento de agua	58
2.1.1.	Nivel y calidad de servicios	58
2.1.2.	Opciones de tecnológicas y servicios para abastecimiento de agua	58
2.2.	Desinfección del agua para consumo	66
2.2.1.	Desinfección	67
2.2.2.	Métodos de desinfección	67
2.3.	Manejo intradomiciliario del agua	76
2.3.1.	Manejo del agua en los hogares	80
2.4.	Operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua	84
2.4.1.	Captaciones, líneas de conducción, impulsión y equipos de bombeo	85
2.4.2.	Plantas de tratamiento	100
2.4.3.	Unidades y conversiones	118
2.5.	Limpieza y desinfección de las instalaciones del sistema de agua potable	120
2.6.	Control y registros	123
2.7.	Saneamiento	129
2.7.1.	Tecnologías en saneamiento	129
2.7.2.	Saneamiento en la comunidad	132
2.8.	Análisis de vulnerabilidad	134
2.8.1.	Análisis de riesgo de las amenazas naturales en los sistemas de aguas y saneamiento	135
2.8.2.	Análisis de vulnerabilidad en sistemas de agua y saneamiento	138
2.8.3.	Conformación de expedientes técnicos	155

CAPÍTULO III. Capacitación en gestión

3.	Legal	156
3.1.	Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338 (Decreto Supremo N° 09-95-PRES)	156
3.1.1.	Artículos relacionados con el área de agua y saneamiento ...	156
3.1.2.	Ley General de Aguas (Decreto Ley N° 17752)	160
3.1.3.	Ley Orgánica de Municipalidades (Decreto ley N° 27972) ..	165
3.1.4.	Ley de contrataciones y adquisiciones del Estado y su Reglamento	170
3.2.	Planificación y control	172
3.2.1.	Planificación y gobiernos locales	172
3.2.2.	Instrumentos para la gestión municipal	172
3.2.3.	Promoción y gestión de proyectos	173

3.3.	Registro de JASS o similares	174
3.3.1.	La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento	174
3.3.2.	El Consejo Directivo	179
3.3.3.	Funciones de los miembros del consejo directivo y del fiscal	187
3.3.4.	Constitución de las JASS	190
3.3.5.	Administración de servicios	192
3.3.6.	Organización y planificación local	194
3.3.7.	Costo de administración – gestión y costos de operación y mantenimiento	195
3.3.8.	Establecimiento de niveles de pago por servicio	196
3.3.9.	Monitoreo, evaluación y vigilancia	203
3.4.	Glosario	204
3.5.	Bibliografía	207

Índice de Figuras

	Página
Figura 1.1	El agua en la tierra 8
Figura 1.2	El agua en diferentes formas en la naturaleza 9
Figura 1.3	Diferentes usos del agua .....10
Figura 1.4	Tipo de impurezas del agua .....11
Figura 1.5	Diferentes formas de los microorganismos .....12
Figura 1.6	Curva histórica de casos de dengue .....18
Figura 1.7	Agua de bebida expuesta a contaminación .....20
Figura 1.8a	Descripción de la <i>Salmonella spp</i> y <i>Escherichia coli</i> .....27
Figura 1.8b	Descripción de la <i>Vibrio Cholerae</i> y <i>Shigella dysenteriae</i> .....28
Figura 1.9	Descripción de las lombrices y amebas de vida libre .....29
Figura 1.10	Descripción del virus de hepatitis A y polio virus .....30
Figura 1.11	Descripción de los vectores <i>Anopheles</i> y <i>Aedes aegypti</i> .....31
Figura 1.12	Uso de plaguicida en el hogar y la agricultura .....33
Figura 1.13	Prácticas inadecuadas que contaminan el agua .....37
Figura 1.14	Formas de contaminar el agua .....38
Figura 1.15	Enfermedades producidas por consumo de agua contaminada .....39
Figura 1.16	Cuidados que se debe tener en el agua .....40
Figura 1.17	Ruta de contaminación fecal – oral .....44
Figura 1.18	Actividades que se realizan para cuidar el medio ambiente .....45

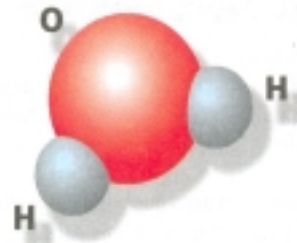
Índice de Cuadros

	Página
Cuadro 1.1 Escala de pH	16
Cuadro 1.2 Principales grupos de causas de morbilidad registrada en consulta externa en el Perú durante el año 2002	18
Cuadro 1.3 Principales enfermedades transmitidas por el agua (ingestión)	25
Cuadro 1.4 Enfermedades debido al agua (sin ingestión)	26
Cuadro 1.5 Riesgos químicos según grupo	32
Cuadro 1.6 Metales encontrados comúnmente en el agua para consumo humano y sus posibles fuentes	35
Cuadro 1.7 Presencia de ciertos agentes patógenos en la orina, las heces y las aguas domésticas	42
Cuadro 1.8 Límites máximos permisibles (LMP) referenciales de los parámetros de calidad del agua	47
Cuadro 1.9 Comportamientos que se deben recomendar en la educación en materia de higiene	50

CAPÍTULO I. Capacitación en educación sanitaria

1. Agua - conceptos

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2001), el agua es una “Sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales”.



El agua representa entre 70 y 90% del peso de la mayor parte de los organismos. El contenido varía de una especie a otra y en función de la edad del individuo (su porcentaje disminuye al aumentar la edad) y según el tipo de tejido.

Las aguas se utilizan en las actividades domésticas (hogar) y comerciales (restaurantes, hoteles, etc.) que ascienden a cerca de 8% del consumo mundial total del agua. Las aguas provenientes de las actividades industriales son empleadas por las compañías mineras, y por las fábricas de alimentos y productos químicos; representan alrededor del 23%. Las aguas utilizadas en las actividades agrícolas y ganaderas constituyen aproximadamente 69%.

El agua se emplea también como medio de transporte y con fines recreativos (natación, buceo, etc.). En las áreas rurales emplean el agua de los ríos o quebradas para beber, lavar ropa y bañarse.

✓ Cantidad de agua en la tierra

La disponibilidad del agua en la tierra es de 1.384 millones (Raimund Haberl, 2004) y se encuentra como:

1.348.000.000 km ³	97,33%	Agua salada en los mares y océanos		
36.000.000 km ³	2,67%	Agua dulce distribuida así:		
		27.800.000 km ³	2,062%	Hielos y glaciares
		8.060.000 km ³	0,598%	Aguas subterráneas y suelos (*)
		124.000 km ³	0,009%	Ríos y mares
		16.000 km ³	0,001%	Atmósfera y biomasa

(*) Las aguas subterráneas se encuentran en el subsuelo, aunque a veces afloran y dan origen a los manantiales o puquios.

Esta información se presenta en forma esquemática en la figura 1.1.

Esta figura muestra la distribución del agua en la tierra. Solo una pequeña parte del agua es dulce y mayormente está en forma de hielo; teóricamente, solo 0,27% de agua dulce está disponible para el consumo humano.

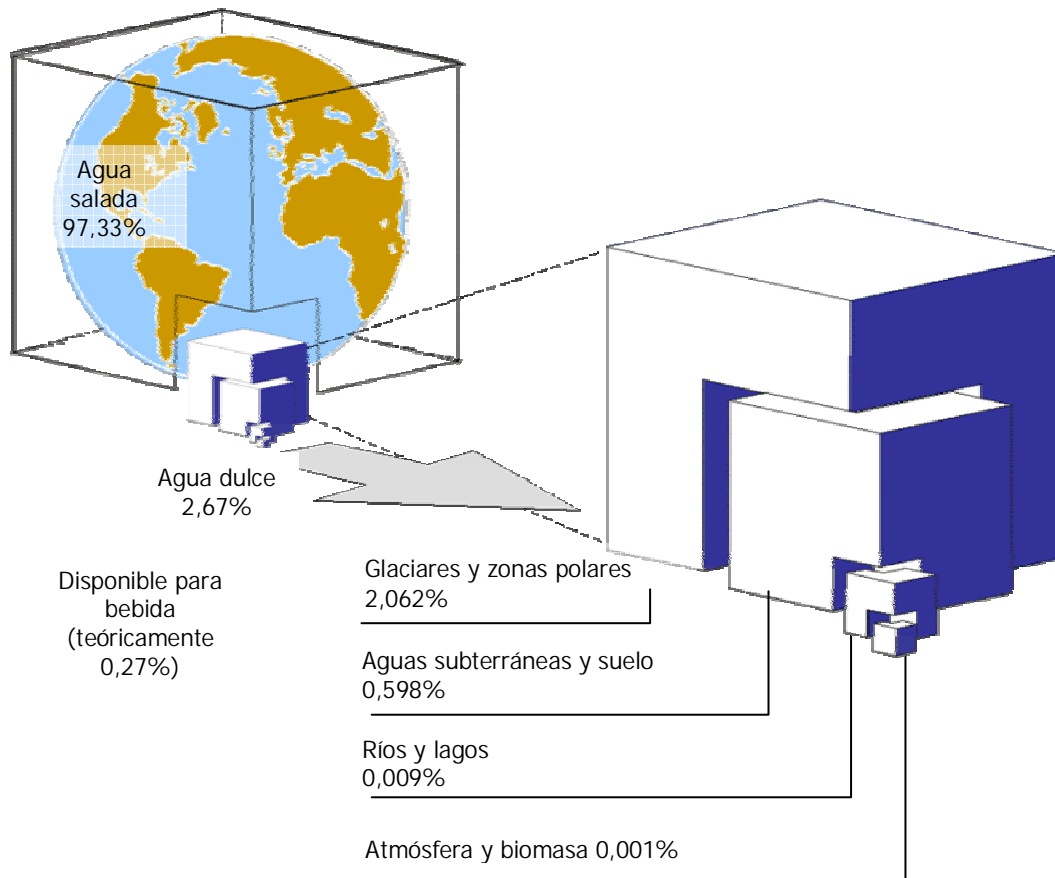


Figura 1.1 El agua en la tierra

El agua se encuentra en nuestro medio en diferentes formas, es decir, como hielo en las zonas polares y glaciares, como vapor en la atmósfera y como líquido en los ríos, lagos y aguas subterráneas. En la figura 1.2 se presenta el agua, tal como existe en diferentes lugares de la naturaleza.

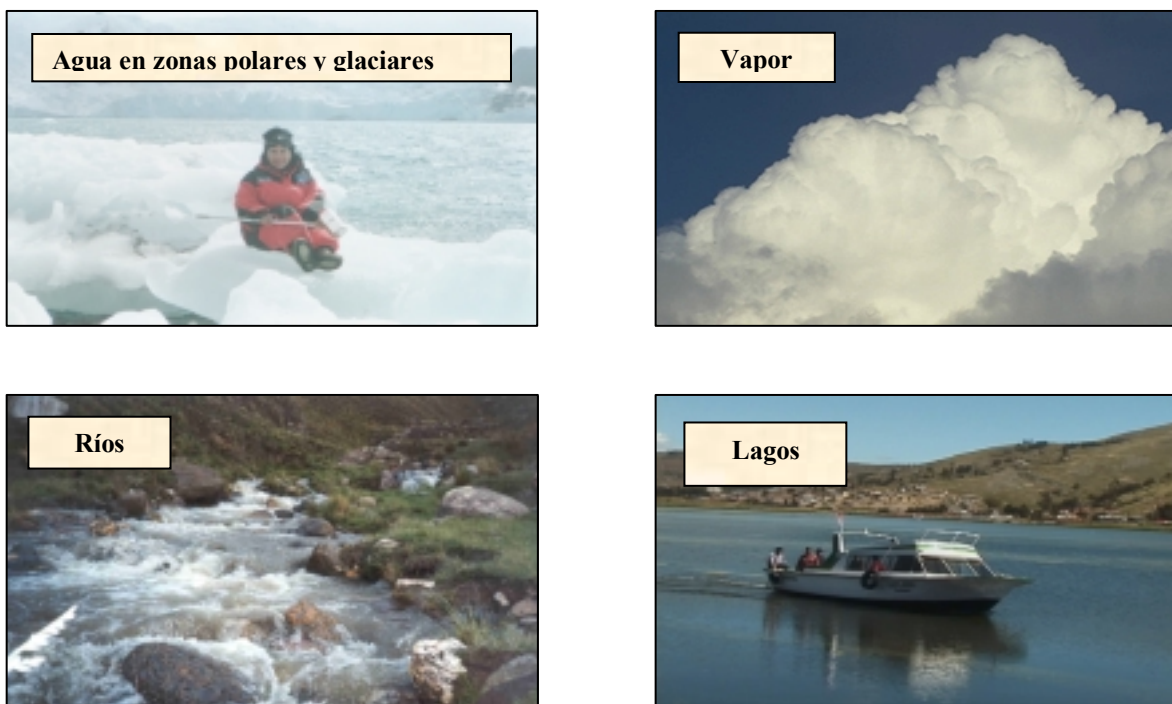


Figura 1.2 El agua en diferentes formas de la naturaleza

FORM JASS-ES 1

✓ El agua en nuestra comunidad

El agua juega un papel muy importante en las actividades del planeta desde tiempos muy antiguos. Indudablemente, el agua continuará siendo un elemento básico para la vida. Debido a su abundancia en la naturaleza y al continuo contacto con ella en todos los momentos de la vida, no se le concede la importancia que realmente tiene. Sin agua no hay vida. Por lo tanto, todos debemos tomar conciencia de lo importante que es utilizarla eficientemente, cuidar su calidad, aprovecharla lo más posible y procurar que no se contamine cuando pase por las comunidades.

El agua de los ríos, lagos, quebradas o manantiales se emplea para beber, para el aseo personal, para lavar la ropa, para que beban los animales y para regar los campos de cultivo.



Figura 1.3 Diferentes usos del agua

1.1 Calidad del agua

El agua está expuesta a contaminación por medios naturales o a consecuencia de las actividades que realiza el ser humano (tareas agrícolas, ganaderas, industriales y domésticas). Debido a ello, el agua contiene impurezas de diferentes tipos, tal como se muestra en la figura 1.4.

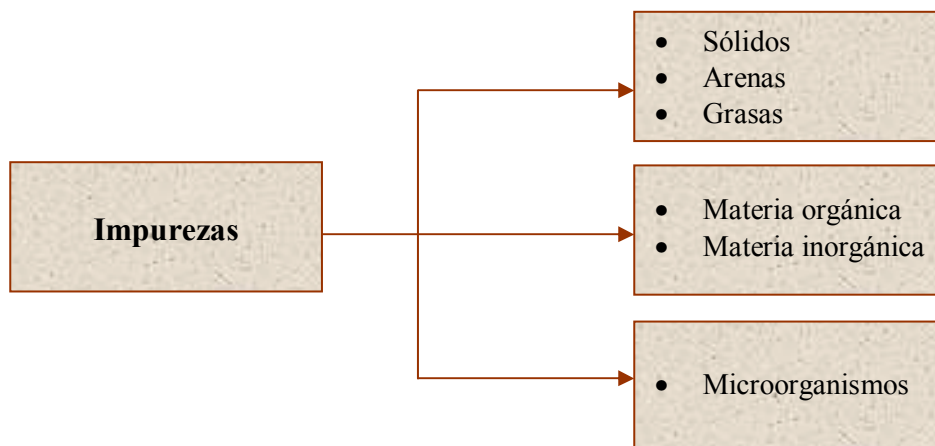


Figura 1.4 Tipo de impurezas del agua

Las impurezas que contiene el agua se agrupan en aspectos microbiológicos, físicos y químicos. A continuación se detallarán las características más importantes.

1.1.1 Aspectos microbiológicos (biológicos)

El término biológico hace referencia a la presencia de organismos patógenos, como huevos, quistes, bacterias y virus, que se encuentran presentes en las excretas humanas, en las basuras, en las aguas estancadas y en suelos contaminados con excrementos del ser humano y de los animales.

a) Bacterias

Las bacterias son los microorganismos unicelulares más pequeños, capaces de duplicarse por sí solos a expensas del medio que los rodea. El tamaño de las bacterias varía de acuerdo con la especie: desde 0,2 hasta 30 milésimas de milímetro. El número de especies bacterianas es abundante; suelen encontrarse muy difundidas en la naturaleza: suelo, agua, aire, ser humano y animales. Algunas especies pueden causar enfermedades, pero mayormente no son perjudiciales sino más bien necesarias para la vida de la humanidad.

b) Parásitos

Los parásitos son organismos microscópicos en su mayor parte, aunque también hay otros que se aprecian a simple vista y que pueden medir centímetros. Están constituidos por agrupaciones moleculares, por una sola célula o por millones de células agrupados en órganos y sistemas. El parásito vive en asociación biológica con otro ser vivo, el hospedero, obtiene de él su alimento y habitualmente no lo mata.

c) Virus

Los virus son los agentes infecciosos más pequeños (varían de 20 a 300 nanómetros de diámetro) y sólo contienen un tipo de ácido nucleico: RNA o ADN. Los virus son inertes en el ambiente extracelular; sólo se multiplican dentro de células vivientes y por tanto son parásitos a nivel genético.

Estos elementos se miran por lo general con un microscopio.

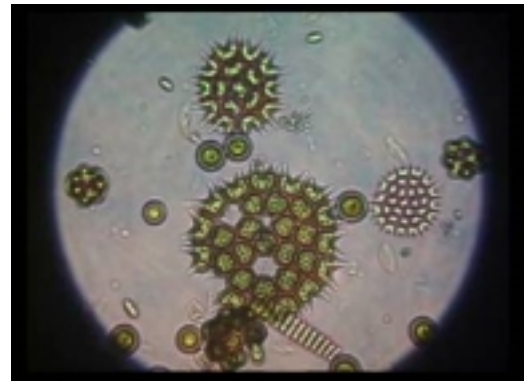


Figura 1.5 Diferentes formas de los microorganismos

1.1.2 Aspectos físicos y químicos

a) Físicos

Los aspectos físicos hacen referencia al olor, sabor, color y turbiedad.

✓ Turbiedad

Los niveles elevados de turbiedad pueden proteger a los microorganismos contra los efectos de la desinfección, estimular el crecimiento de las bacterias y ejercer una demanda significativa de cloro. Por lo tanto, en todos los procesos en los que se utilice la desinfección, la turbiedad siempre debe ser baja, de preferencia por debajo de 1 UNT, para conseguir una desinfección efectiva.



Agua turbia formada naturalmente



Agua turbia por efecto de actividad agrícola

✓ Color

El color del agua potable puede deberse a la presencia de materia orgánica de color, por ejemplo, sustancias húmicas, metales como el hierro y el manganeso, o residuos industriales fuertemente coloreados. La experiencia ha demostrado que los consumidores pueden acudir a fuentes alternativas, potencialmente inseguras, cuando a simple vista, su agua tiene un color desagradable. Por lo tanto, se recomienda que el agua potable sea incolora.



Agua de color rojizo por la presencia de hierro



Agua cristalina (transparente)

El olor del agua se debe principalmente a la presencia de sustancias orgánicas. Algunos olores indican un incremento en la actividad biológica, otros pueden tener su origen en la contaminación industrial. Las inspecciones sanitarias siempre deben incluir investigaciones sobre fuentes de olor, posibles o reales, e invariablemente se debe intentar corregir los problemas de este tipo.

La percepción combinada de sustancias detectadas por los sentidos del gusto y del olfato se conoce generalmente con el nombre de "sabor". Los problemas de "sabor" en los abastecimientos de agua son la causa principal de quejas de los consumidores. Por lo general, las papilas gustativas de la cavidad bucal detectan específicamente compuestos inorgánicos de metales como el magnesio, calcio, sodio, cobre, hierro y zinc.

Las alteraciones del sabor normal del agua de un abastecimiento público, pueden ser indicio de cambios en la calidad de la fuente de agua natural o deficiencias en el proceso de tratamiento.

b) Químicos

Los químicos tienen relación con el contenido de minerales como el hierro y el manganeso; sucede igual con otras sustancias fácilmente identificables por su efecto, por ejemplo, en la ropa lavada ya que generalmente la mancha impide al jabón disolverse, como ocurre cuando hay alta presencia de carbonatos de calcio.

✓ Cloro residual

El cloro ofrece varias ventajas como desinfectante, entre ellas ser relativamente económico, ser eficaz y ser fácilmente mensurable en los laboratorios y sobre el terreno. Otra ventaja importante con respecto a otros desinfectantes es que el cloro deja un residuo desinfectante – cloro residual – que contribuye a prevenir la nueva contaminación durante la distribución, el transporte y el almacenamiento del agua en el hogar.

Se pueden medir tres tipos de cloro residual: cloro libre (las especies más reactivas, es decir, el ácido hipocloroso y el ión de hipoclorito); cloro combinado (las especies menos reactivas pero más persistentes, formadas por la reacción de las especies de cloro libre con material orgánico y amoníaco); y cloro total (la suma de los residuos de cloro libre y cloro combinado). El cloro libre es inestable en solución acuosa, y el contenido de cloro de las muestras de agua puede disminuir rápidamente, en particular a temperaturas cálidas. La exposición a luz fuerte o la agitación acelerará la pérdida de cloro libre. Por consiguiente, cuando se trata de determinar la concentración de cloro libre, las muestras de agua se deben analizar inmediatamente después de tomarlas y en ningún caso almacenarlas para su análisis ulterior.

✓ Conductividad

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. La conductividad por lo general se expresa en micromhos por centímetro ($\mu\text{mhos/cm}$).

La conductividad del agua destilada recién preparada oscila entre 0,5 y 2 $\mu\text{mhos/cm}$, las aguas potables oscilan entre 50 y 1.500 $\mu\text{mhos/cm}$.

Sirve para evaluar la concentración de minerales disueltos en las aguas, entre otras razones para su medición.

✓ Oxígeno disuelto (OD)

Su presencia es esencial para mantener las formas superiores de vida biológica. Además las aguas saturadas de oxígeno tienen un sabor agradable. La concentración de saturación del oxígeno en el agua depende de varios factores especialmente la temperatura, presión y salinidad.

✓ pH

El pH es una medida de la concentración de iones H^+ , que determinan la naturaleza ácida o básica del agua analizada, en una escala logarítmica cuya definición es:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

Es tan importante el pH como el cloro residual, ya que la eficacia de la desinfección con cloro depende en alto grado del pH: cuando este pasa de 8,0 la desinfección es menos eficaz.

Para averiguar si el pH se encuentra óptimo para la desinfección con cloro (menos de 8,0), es factible realizar pruebas sencillas sobre el terreno, mediante el empleo de comparadores como los usados para el cloro residual.

El pH se expresa en una escala log 10, de 1 a 14; el valor neutro es 7. El pH de las aguas naturales superficiales y subterráneas puede variar considerablemente de un lugar a otro debido a las condiciones naturales del área, pero el monitoreo de los cambios en el pH puede indicar la posible contaminación de una fuente de agua. En el cuadro 1.1 se muestran algunos valores de pH de algunas sustancias conocidas.

Cuadro 1.1. Escala de pH

Escala de pH	
pH = 1	Sustancias gástricas Suelos volcánicos
pH = 2	Ácido Drenaje de minas
pH = 3	Jugo de naranja
pH = 4	Jugo de tomate Suelos ácidos
pH = 5	Repollo
pH = 6	Orina
pH = 7	Agua pura
pH = 8	Agua de mar
pH = 9	Bicarbonato de soda
pH = 10	Suelos alcalinos
pH = 11	Solución de amoníaco
pH = 12	Agua jabonosa
pH = 13	Hipoclorito de sodio
pH = 14	Líquido para desatorar

1.2 Impacto en la salud del agua y en el saneamiento

Anualmente, en el mundo existen 16,4 millones de muertes por enfermedades infecciosas, 5 millones de las cuales están asociadas con el consumo de agua (OMS, 2003).

1.2.1 Enfermedades relacionadas con el agua

Las enfermedades relacionadas con el agua pueden ser causadas por bacterias, virus y parásitos.

La eliminación inadecuada de las excretas humanas contamina el agua, las manos y los alimentos, pues a través de estos tres medios los microorganismos ingresan por la boca, causan la enfermedad e incluso la muerte.

Esta situación es generada por conductas inadecuadas de higiene, por falta de educación sanitaria, por beber agua de mala calidad y por el poco o nulo cuidado que se dispensa a este valioso, pero no inagotable, recurso de la naturaleza.

Las enfermedades transmitidas por el agua son causadas por diferentes tipos de microbios, incluidas las bacterias, protozoarios, virus y lombrices, que pueden transmitir a los humanos, a través del agua infectada, otros humanos o los animales. Estos microbios patógenos generalmente se multiplican en el tracto intestinal de los humanos y los animales, se excretan y permanecen en el ambiente.

Una vez ahí, los microbios tienen diferentes tiempos de supervivencia, pero pueden transmitirse por medio de escorrentías superficiales a los alimentos, o a través del contacto directo con humanos o animales infectados, tratamiento parcial de aguas residuales y desperdicios animales, lo cual ocasiona enfermedades como la ceguera, elefantiasis, esquistosomiasis, tifoidea y disentería.

En el Perú, las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua y los alimentos ocupan el tercer, quinto y décimo lugar, según los registros en consultas externas y tal como se muestra en el cuadro 1.2. Las enfermedades causadas directamente por parásitos (helminetos) ocupan el sexto lugar.

Cuadro 1.2 Principales grupos de causas de morbilidad registrada en consulta externa en el Perú durante el año 2002

Grupo de causas	Nº Casos	%	Relacionadas con el agua
1. Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	5.122.825	22,0	
2. Enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxilares.	2.377.092	10,2	
3. Enfermedades infecciosas intestinales	1.469.106	6,3	
4. Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	1.192.056	5,1	
5. Helmintiasis	809.221	3,5	
6. Desnutrición	736.740	3,2	
7. Otras enfermedades del sistema urinario	573.957	2,5	
8. Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	459.660	2,0	
9. Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno	459.298	2,0	
10. Infecciones de la piel y del tejido subcutáneo	445.999	1,9	
11. Dermatitis y eczema	401.614	1,7	
12. Otras causas	9.229.710	39,7	
Total	23.277.278	100,0	

Fuente: Registro diario de actividades de salud (HIS) Ministerio de Salud - Oficina de Estadística e Informática (2002).

El dengue es una de las enfermedades comunes en nuestro país. En la figura 1.6 se observa que existe un incremento en los últimos años.

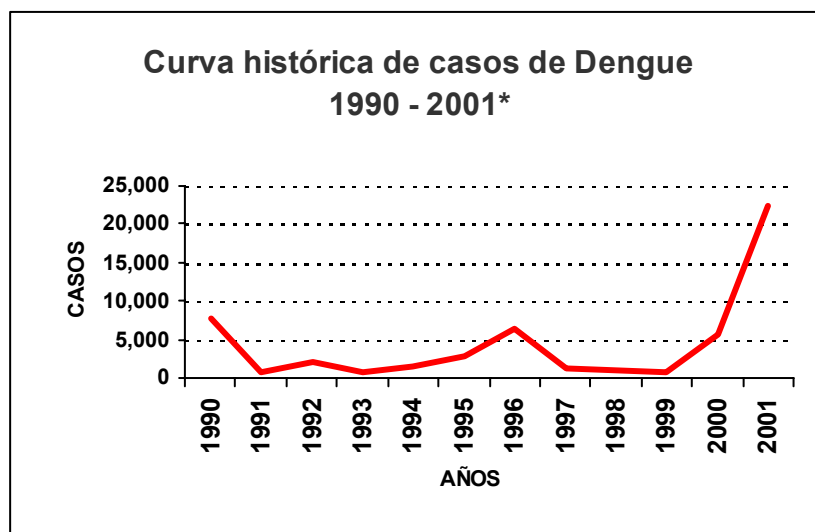


Figura 1.6 Curva histórica de casos de dengue

Fuente: MINSA- Oficina General de Epidemiología (2002)

* Hasta los Semana Epidemiológica. 40

1.3 Agua y salud

En teoría, el ser humano puede subsistir con solo cinco litros o menos de agua al día; en realidad, algunos pueblos nómadas viven por largos períodos con estas cantidades. Sin embargo, para conservarse en buen estado de salud, el humano necesita de 40 a 50 litros al día para la higiene personal y doméstica. En medios más desarrollados, requiere cantidades aun mayores para actividades de zootecnia y para la industria rural; así, un aldeano necesitará 100 litros o más. En un país industrializado o donde se practica la agricultura de regadío, se necesitan con frecuencia 400 a 500 litros de agua por persona. Estas necesidades van siendo más difíciles de satisfacer, a medida que la contaminación reduzca la calidad de numerosas fuentes de agua.



El agua tiene una estrecha relación con la vida humana por su utilidad directa y por ser un elemento esencial para la conservación del ecosistema. Es también un agente básico de salud o enfermedad.

Tener acceso a un agua segura es fundamental para la salud de las personas, ya que si está contaminada se convierte en uno de los principales vehículos de transmisión de enfermedades.

Las enfermedades transmitidas por el agua, especialmente las diarreas, se encuentran entre las principales causas de morbilidad y mortalidad en la mayoría de los países en desarrollo. Los niños pueden contraer esas enfermedades al beber agua contaminada, pues los microorganismos que causen esas enfermedades son ingeridos con el agua.

Entre las principales causas de las diarreas están la inapropiada disposición de excretas, las prácticas higiénicas inadecuadas y la mala calidad del agua de bebida. Si bien es cierto que esas causas se engloban dentro del contexto de la pobreza, también se deben a la falta de educación y a las pautas culturales inapropiadas.

No es menos importante señalar la magnitud y el peso que esta situación representa sobre la calidad de vida de los individuos y en la economía de la humanidad en su conjunto (Solsona, 2003).

1.3.1 Contaminación del agua

El agua se considera contaminada, cuando se altera su composición o condición y resulta menos apta para la función que en su estado natural resultaría apropiada. En esta definición están las alteraciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua.

Incluye también la descarga de sustancias líquidas, gaseosas o sólidas que producirán (o que podrían producir) molestias, o que conviertan estas aguas en un peligro para la salud pública, la seguridad, el bienestar, como también para usos domésticos, comerciales, industriales, agrícolas, recreativos y otros que se consideren legítimos, o para el ganado, animales salvajes, peces y otra fauna acuática. Incluye también los cambios de temperatura debido a la descarga de agua caliente.

El agua que consumimos también se vuelve a contaminar como se observa en la figura 1.7.

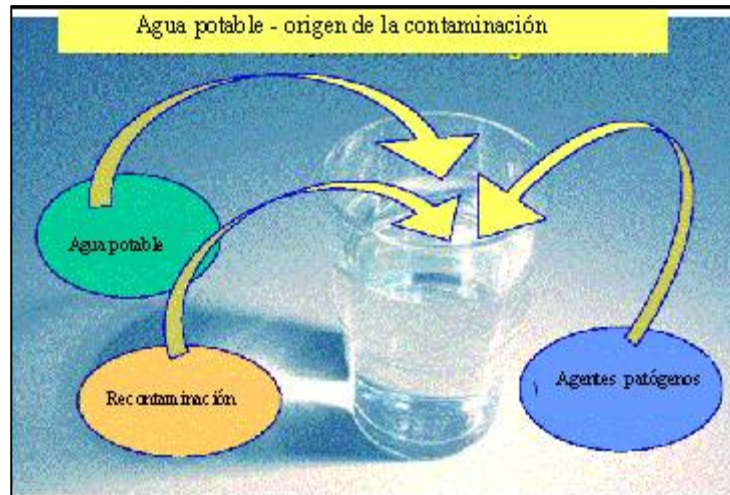


Figura 1.7. Agua de bebida expuesta a contaminación

}

1.3.2 Actividades que originan la contaminación de agua

Las fuentes de agua se contaminan por la descarga indiscriminada de aguas residuales domésticas, comerciales, industriales o agrícolas sin tratamiento. Esto puede causar la desaparición de muchas especies acuáticas, además de provocar la proliferación de malos olores que afectan al medio ambiente. Por esta razón, el agua dulce pierde su calidad. La contaminación físicoquímica puede emerger de ciertas industrias, como la minería y la fundición, o de prácticas agrícolas, algunas incorrectas (uso y abuso de nitratos como fertilizantes) o provenir de fuentes naturales (hierro, fluoruros). Para establecer si existen problemas de este tipo, es necesario proceder a medir un número seleccionado de parámetros físicoquímicos para evaluar la calidad del agua.



Agua procedente de la actividad minera

1.3.3 Formas de contaminación del agua

La contaminación puede ser accidental, pero más frecuentemente se debe a la evacuación sin control de aguas residuales y otros desechos líquidos procedentes del uso doméstico del agua, desechos industriales que contienen una gran variedad de contaminantes, efluentes agrícolas de instalaciones zootécnicas y drenajes de sistemas de riego y aguas de escorrentía urbana. Otra causa de contaminación es la aplicación deliberada de productos químicos al suelo para aumentar el rendimiento de los cultivos, o su adición al agua para controlar organismos indeseables.

Además de la mayor producción de aguas residuales debido al crecimiento demográfico, su producción per cápita es también mayor; tanto, que en muchas ciudades puede alcanzar hasta 600 litros por persona al día.

Las aguas residuales domésticas y municipales contienen materias orgánicas putrescibles que ejercen una demanda sobre el oxígeno de las aguas receptoras. La materia orgánica consiste principalmente de carbohidratos, proteínas de material animal y grasas y aceites diversos.

1.3.4 Tipos de contaminantes

La enumeración completa de las sustancias presentes en las aguas residuales industriales llegaría a varios miles. Entre ellas figuran los detergentes, disolventes, cianuros, metales pesados, ácidos, minerales y orgánicos, sustancias nitrogenadas, grasas, sales, blanqueadores, colorantes y pigmentos, compuestos fenólicos, curtientes, sulfuros y amoniacos; muchos de estos compuestos son biocidas y tóxicos. El uso del agua como refrigerante aporta temperaturas superiores a las normales de los cursos de agua.



La contaminación originada por las prácticas agrícolas se debe a los desechos animales, material de erosión, nutrientes vegetales, sales inorgánicas y minerales como producto de la irrigación, además de diversos agentes infecciosos contenidos en los desechos. La actividad agrícola emplea agrotóxicos, fertilizantes denominados abono para las plantas y plaguicidas para protección contra las plagas, y el agua de riego arrastra los residuos de estos compuestos químicos.

La concentración de contaminantes presentes en las aguas servidas originales suele alterarse cuando el agua se trata antes de la descarga. El destino de los contaminantes después de su descarga a un agua natural, dependerá generalmente de su naturaleza (solubilidad, biodegradabilidad) y de la masa de agua de que se trate. Normalmente se verán sometidos a procesos físicos de dispersión y dilución, y pueden ser afectados por reacciones químicas y biológicas. Sin embargo, los métodos de predicción con respecto a estas circunstancias son más

adecuados en el caso de sustancias solubles transportadas por el agua en la que están disueltas, que en el de materias en suspensión que tienden a flotar o a sedimentarse por la gravedad.

1.3.5 *Riesgos de la contaminación del agua para la salud*

El agua, como parte del ambiente humano, se encuentra en cuatro formas principales: depósitos subterráneos, masas superficiales de agua dulce, el mar y como vapor en la atmósfera. Pueden afectar a la salud humana la ingestión de agua directamente o en alimentos; su empleo en la higiene personal o la agricultura, industria o recreación; y el hecho de habitar en sus cercanías.

A continuación, se examinarán dos categorías principales de riesgos para la salud relacionados con el agua: los derivados de agentes biológicos que pueden afectar al hombre después de ingerir agua o de entrar en contacto con ella en otras formas, o a través de insectos vectores, y los derivados de contaminantes químicos y radiactivos, ocasionados generalmente por descargas de desechos industriales.

1.3.6 *Riesgos relacionados con el agua debido a la ingestión de agentes biológicos*

Los principales agentes biológicos transmitidos de esta manera pueden agruparse en las siguientes categorías: bacterias patógenas, virus, parásitos y otros organismos.

La contaminación del agua por bacterias patógenas, virus y parásitos puede atribuirse a la contaminación de la propia fuente del agua o del agua durante su transporte desde la fuente al consumidor. Entre los contaminantes figuran las excreciones fecales y urinarias del ser humano y de los animales, aguas negras y efluentes de alcantarillado, y relaves del terreno. Los enfermos y los portadores que eliminan agentes patógenos en las heces y en la orina propagan las infecciones. Los portadores pueden ser pacientes ya restablecidos, pero que albergan todavía el agente infeccioso sin experimentar ningún otro trastorno, o enfermos leves o asintomáticos no identificados ni diagnosticados. La prevención de la contaminación y la purificación del agua tienen por objeto, en gran parte, erradicar las infecciones transmitidas por el agua, y se establecieron para ese fin.

✓ Bacterias patógenas

Las bacterias patógenas transmitidas directamente por el agua, o indirectamente a través del agua a los alimentos, constituyen una de las principales fuentes de morbilidad y mortalidad en muchos países en desarrollo. Incluyen los agentes causantes de grandes enfermedades epidémicas – cólera y fiebre tifoidea – y los casos menos espectaculares pero mucho más numerosos de diarrea infantil, disentería y otras infecciones entéricas que ocurren constantemente, a menudo con resultados mortales, en poblaciones rurales o urbanas, especialmente en los países en desarrollo.

En el último decenio, el cólera clásico causado por *Vibrio cholerae* cedió de manera considerable en el país y el continente americano.

El cólera puede transmitirse de una persona a otra. Sin embargo, el ambiente – especialmente el agua – constituye el medio más importante de propagación. Las fiebres tifoidea y paratifoidea están también muy extendidas en todo el mundo.

Las enfermedades producidas por bacterias son:

- La fiebre tifoidea y la paratifoidea, cuyos agentes causantes son la *Salmonella typhi* y *Salmonella paratyphi* A y B.
- La disentería cuyo agente patógeno es la *Shigella* spp.
- El cólera cuyo agente es el *Vibrio cholerae*.
- Las gastroenteritis agudas y diarreas cuyos agentes son la *Escherichia coli* enterotóxica, *Campylobacter*, *Yersinia* enterocolitica, *Salmonella* spp y *Shigella* spp.

✓ Virus

Ciertos virus que se multiplican en el aparato digestivo (incluida la oro-faringe) del ser humano, y que podrían excretar las heces en cantidades considerables, pueden encontrarse en las aguas negras y aguas contaminadas. Sin embargo, su presencia no indica necesariamente un riesgo significativo para el ser humano. Los virus hallados con mayor frecuencia en aguas contaminadas y en efluentes de alcantarillado son los enterovirus (virus poliomiélicos, virus coxsackie y virus echo), adenovirus, reovirus y el virus (todavía no identificado) de la hepatitis infecciosa (Chang, 1968).

En cuanto a los enterovirus, no se ha demostrado la propagación por el agua del virus poliomiélico. A lo sumo, se ha demostrado solo en casos raros, debido a dilución extremadamente alta y a la consecuente dificultad de aislarlo. La vía más directa (la fecal-oral) es el modo más probable de propagación de los virus echo y coxsackie. Los adenovirus y rotavirus suelen transmitirse a otras personas desde la oro-faringe (vía respiratoria).

Las principales enfermedades de origen viral transmitidas por el agua son:

- Hepatitis A → agentes = virus de la hepatitis A.
- Poliomiélitis → agente = virus de la poliomiélitis.
- Gastroenteritis agudas y diarreas → virus Norwalk, rotavirus, enterovirus, adenovirus, etc.

✓ Parásitos

Entre los parásitos con el peligro potencial de ser ingeridos, se encuentra la *Entamoeba histolytica*, que es el agente causal de la amebiasis intestinal (disentería amebiana y sus complicaciones) y de formas extraintestinales de la enfermedad, como los abscesos hepáticos amebianos. Este parásito está muy extendido en los países cálidos del mundo y donde las condiciones sanitarias son malas. El empleo de filtros finos, como los utilizados para la eliminación de las bacterias, es eficaz y esencial contra las amebas vegetativas y enquistadas, puesto que el quiste amebiano es resistente al cloro en las dosis que normalmente se aplican para el tratamiento del agua (OMS, Comité de Expertos en Amebiasis, 1969).

Algunos helmintos intestinales, como *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura*, pueden ser también transmitidos por el agua. No obstante, su modo normal de transmisión es la ingestión de tierra contaminada. La distomatosis es otra enfermedad parasitaria que puede contraerse al ingerir agua contaminada que contenga, en este caso, quistes de las especies *Fasciola* o *Dicrocoelium*.

Las principales enfermedades de origen parasitario son:

- Disentería amebiana cuyo agente es la Entamoeba histolytica.
- Gastroenteritis → agentes = Giardia lamblia y Cryptosporidium (frecuentes en los hogares donde crían animales domésticos dentro de las viviendas).

1.3.7 Riesgos derivados de agentes biológicos transmitidos por contacto con el agua, sin ingestión

✓ Vectores

Existen virus y parásitos transportados por los insectos (vectores) que viven en charcos de agua. El insecto es un medio para la transmisión de enfermedades de un ser humano a otro.

El insecto se alimenta en el domicilio y sus alrededores, donde hay reservorios de agua y donde puede dejar sus huevos. Los enfermos infectan al mosquito desde un día antes de la fiebre hasta el final del período febril. Se alimentan de día e interrumpen con facilidad su alimentación, y pican a varios huéspedes en un solo periodo. Por tanto, un mosquito puede infectar a varios susceptibles en un área pequeña.

En los países económicamente avanzados, el contacto directo con el agua (salvo el relativo a la higiene personal) tiene lugar principalmente durante las actividades recreativas – natación, esquí acuático, etc. – y los peligros suelen ser mínimos. Por el contrario, muchos países en vías de desarrollo utilizan el agua de los ríos, estanques, canales, etc. para diversos propósitos (lavado de ropa, eliminación de excretas humanas, usos domésticos). Por ello, estas aguas se contaminan considerablemente y constituyen un vehículo importante de transmisión de infecciones entéricas (cólera, fiebre tifoidea y disenterías) y ciertas infecciones parasitarias.

Entre las enfermedades transmisibles propagadas por la penetración de parásitos en la piel y ciertas membranas mucosas, la más extendida es la esquistosomiasis. Ciertas bacterias causan también enfermedades en esta forma.

1.3.8 Principales enfermedades transmitidas por el agua

Aproximadamente 4 billones de casos de diarrea se dan cada año en el mundo, los cuales causan la muerte de 2,2 millones de personas al año. Mayormente, son niños menores de 5 años. Esto equivale a la muerte de un niño cada 15 segundos (OMS, 2002). También en el mundo hay alrededor de 30 millones de personas que sufren el efecto de consumir agua con arsénico.

El cólera, la criptosporidiosis, la fiebre tifoidea y la fiebre entérica causada por la *Escherichia coli* son enfermedades que generalmente se diseminan a través del agua cuando están presentes en la población humana. El cuadro 1.3 presenta las enfermedades más comunes y su modo de transmisión.

- La fiebre tifoidea y la paratifoidea → agentes = *Salmonella typhi* y *Salmonella paratyphi* A y B.
- La disentería → agente patógeno = *Shigella* spp.
- El cólera → agente = *Vibrio cholerae*.
- Las gastroenteritis agudas y diarreas → agentes = *Escherichia coli* enterotóxica, *Campylobacter*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* spp y *Shigella* spp.
- Disentería amebiana → agente = *Entamoeba histolytica*.
- Gastroenteritis cuyos agentes son la *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium* (frecuentes en los hogares donde crían animales domésticos dentro de las viviendas). En los cuadros 1.3 y 1.4 se muestran las principales enfermedades transmitidas por el agua y debido al agua.

Cuadro 1.3 Principales enfermedades transmitidas por el agua (ingestión)

Nombre	Agente	Síntomas principales	Reservorio
Salmonellosis	Bacteria	Dolores abdominales, diarreas, náuseas, vómitos, fiebre.	Animales domésticos, personas enfermas.
Cólera	Bacteria	Fiebre, diarreas, malestar abdominal, vómitos.	El humano y animales domésticos.
Fiebre tifoidea	Bacteria	Fiebre, malestar general, anorexia, pulso lento.	El humano, paciente o portador.
Criptosporidiosis	Protozoario	Fiebre, diarreas.	Ser humano.
Shigelosis	Bacteria	Fiebre, diarreas.	Ser humano.
Disenterías	Protozoario	Diarreas, fiebre, vómito, cólico.	El ser humano y animales domésticos.
Giardiasis	Protozoario	Asintomática, asociada con diarreas.	El ser humano.
Hepatitis	Virus	Fiebre, náuseas, anorexia, malestar general.	El ser humano.

Cuadro 1.4 Enfermedades debido al agua (sin ingestión)

Nombre	Agente	Síntomas principales	Reservorio
Dengue	Virus	Fiebre alta y continuo dolor	Transportado por un mosquito que lo inyecta en la sangre humana.
Malaria	Protozoario	Anemia	Se trasmite a través de la saliva y la picadura de un mosquito portador. Los parásitos se transportan en el torrente sanguíneo hacia el hígado humano donde se reproduce.
Esquistosomiasis	Protozoario	Infección	Se desarrolla en caracoles de agua dulce, que se encuentran en los lagos, canales de irrigación y campos agrícolas inundados.
Onchocerciasis (ceguera de los ríos)	Larvas de lombrices	Picazones severas o dermatitis	Se desarrollan en moscas negras, las cuales los transmiten a los humanos mediante picadura.

En las figuras 1.8 (a) a 1.12 y en el cuadro 1.5 se describen brevemente algunos agentes patógenos y compuestos químicos que afectan a la salud.

Bacterias


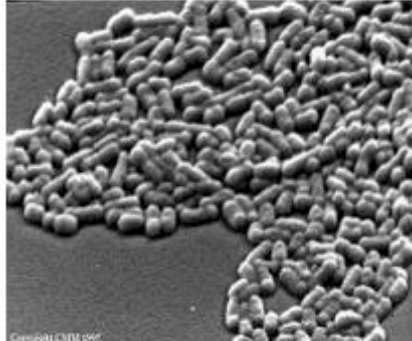
Nombre	Enfermedad	Figura
<p><i>Salmonella spp</i></p> <p>El bacilo tífico llega al intestino tras la ingestión de alimentos y bebidas conta-minadas.</p>	<p>Son bacilos patógenos causantes de la tifoidea. Es una afección generalizada aguda, con invasión de los tejidos linfoides, caracterizada por fiebre de varias semanas de duración, manchas rosadas en la piel, toxemia, signos abdominales y esplenomegalia. Se presenta estreñimiento más que diarrea.</p>	
<p><i>Escherichia coli</i></p> <p>Es un bacilo que se presenta solo, en pares, en cortas cadenas o formando grupos.</p>	<p>Aunque forma parte de la flora intestinal normal del ser humano, es capaz de ejercer acción patógena en el intestino o fuera de él.</p>	

Figura 1.8(a) Descripción de la *Salmonella spp* y *Escherichia coli*

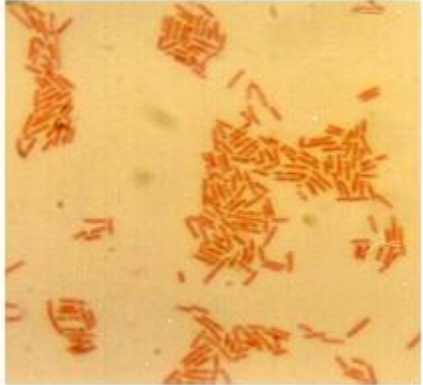

Nombre	Enfermedad	Figura
<p><i>Vibrio cholerae</i></p> <p>Los microorganismos son células bacilares cortas, que se presentan solas o unidas en dos o más, formando una S.</p>	<p>En el ser humano, es el agente causal del cólera asiático (cólera epidémico), infección intestinal específica caracterizada por diarrea acuosa fuerte, heces con aspecto de agua de arroz, deshidratación rápida, pulso imperceptible, tonos cardíacos débiles y colapso.</p>	
<p><i>Shigella dysenteriae</i></p> <p>Produce sustancia tóxica que ocasiona lesiones nerviosas e intestinales.</p>	<p>En el ser humano, son agentes de la disentería bacilar, o shigelosis, afección intestinal, caracterizadas por evacuaciones diarreicas con mucosa sanguinolenta, acompañadas de dolores abdominales.</p> <p>La enfermedad es común y ocurre en individuos de todas las edades, con mayor incidencia en niños menores de dos años. Son reservorios la persona enferma, el portador convaleciente y el portador sano; la fuente de infección son las heces que contaminan alimentos, bebidas y objetos. Las moscas constituyen un importante factor mecánico de difusión. El periodo de incubación suele ser de 24 a 48 horas, y dura hasta siete días.</p>	

Figura 1.8 (b) Descripción de *Vibrio cholerae* y *Shigella dysenteriae*

Parásitos



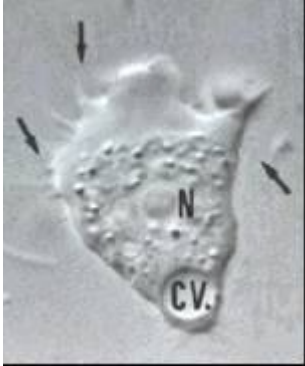
Nombre	Enfermedad	Figura
<p><i>Ascaris lumbricoides</i></p> <p>Tiene forma fina; acaba en punta por delante y por atrás; alcanza una longitud total de 20 a 40 cm. La hembra produce, en grandes cantidades, huevos de cubierta dura, con una superficie con protuberancias, que van a parar al exterior junto a los excrementos.</p> 	<p>Una infección de estas lombrices puede tener como consecuencia síntomas muy distintos. Generalmente al rozar la mucosa del intestino, se desencadena dolor en el vientre, diarrea o vómitos, dolores musculares, calambres y presencia de mareos. Asimismo, uno solo de estos parásitos es capaz de suscitar un importante conjunto de síntomas. Una persona puede llegar a albergar en su cuerpo cientos de parásitos. Los huevos se transforman en infecciosos luego de dos semanas de estar en el suelo.</p>	
<p><i>Amebas de vida libre</i></p> <p>Protozoarios Rhizopodos que viven en el medio ambiente (agua, tierra). Contacto con agua potencialmente contaminada (ríos, lagunas, piscinas, etc.)</p>	<p>En ciertas circunstancias toman contacto con el ser humano y causan diversos trastornos potencialmente mortales.</p>	

Figura 1.9 Descripción de las lombrices y amebas de vida libre

Virus

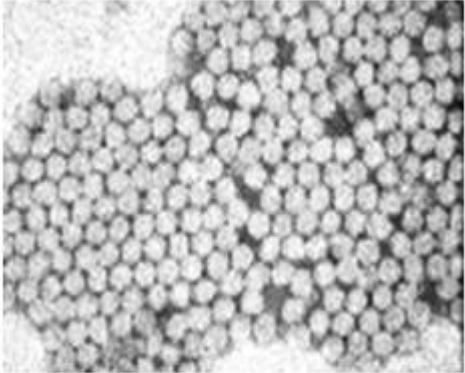
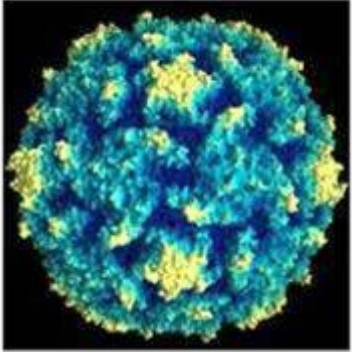
Nombre	Enfermedad	Figura
<p><i>Hepatitis A</i></p> <p>Es una pequeña partícula. Resiste a una temperatura de 56° C durante tres minutos. Tiene un periodo de incubación de 15 a 45 días.</p>	<p>Los síntomas típicos de la enfermedad son fiebre, pérdida de apetito y de energía, dolor de cabeza y de espalda. Después de pocos días, la fiebre puede ceder y puede presentarse ictericia (tinte amarillento en la piel). Provoca gastroenteritis agudas infecciosas no bacterianas.</p>	
<p><i>Polio virus</i></p> <p>Virus de la poliomielitis. El virus se encuentra en las heces, en las que puede permanecer hasta seis semanas. El virus se transmite por moscas domésticas y cucarachas, y por otros insectos. El periodo de incubación es de tres a 14 días.</p>	<p>Produce la poliomielitis (parálisis infantil), infección aguda generalizada, con manifestaciones clínicas diversas. Ataca en especial al cerebro y médula; en estos órganos destruye las células nerviosas y ocasiona trastornos irreparables.</p>	

Figura 1.10 Descripción del virus de hepatitis A y polio virus

Vector (mosquitos)



Nombre	Enfermedad	Figura
<p><i>Anopheles</i></p> <p>Mosca de la malaria y paludismo. Sólo la hembra del mosquito <i>Anopheles</i> transmite el protozoo. Los parásitos son frotados sobre la herida ocasionada por la picadura o sobre la conjuntiva al rascarse. Vive en la región de la selva peruana.</p>	<p><u>Anemia</u></p> <p>Malestar general del cuerpo y dolor de cabeza.</p>	
<p><i>Aedes aegypti</i></p> <p>Mosca de la fiebre amarilla y dengue. El adulto hembra produce de 10 a 100 huevos por vez cada 4 a 5 días. El virus es transportado por el mosquito, es decir el mosquito pica a una persona enferma y luego pica a otra persona. Por eso se dice que es su ciclo: Hombre - <i>Aedes aegypti</i> – Hombre. El periodo de incubación es de 3 a 14 días. No se transmite de una persona a otra.</p>	<p><u>Dengue clásico</u></p> <p>Fiebre alta y continua (2 a 7 días). Cefalea, dolor retro-ocular, artralgias (rompehuesos), mialgias, erupción dérmica. Diarrea y/o dolor abdominal.</p> <p><u>Dengue hemorrágico</u></p> <p>Dolor abdominal, hepatomegalia, distensión abdominal, vómitos frecuentes. Diarrea acuosa, dolor torácico, derrame seroso. Postración excesiva, inquietud, somnolencia, intranquilidad, hipotermia y palidez marcada, diaforesis, cianosis.</p>	

Figura 1.11 Descripción de los vectores *Anopheles* y *Aedes aegypti*

Cuadro 1.5 Riesgos químicos según grupo



Grupo químico	Descripción	Efectos en la salud humana
Nitratos	<p>Los nitratos son moléculas compuestas de nitrógeno y oxígeno en la forma química NO₃. Los nitratos existen naturalmente en bajos niveles del ambiente como parte del ciclo del nitrógeno. Las mayores fuentes de nitratos son los fertilizantes agrícolas, pero los residuos humanos y animales también pueden aportar nitratos al ambiente.</p> <p>Los nitratos pueden afectar al agua superficial como la subterránea. El tratamiento de agua para consumo humano contaminada con nitratos es costoso y puede resultar complicado por la presencia de otros contaminantes. Las concentraciones de nitrato pueden variar con el tiempo debido a fuentes atmosféricas, insumos agrícolas y condiciones climáticas. No obstante, es razonablemente seguro suponer que los nitratos están afectando la calidad del agua para consumo humano y que la gestión del agua debe dedicar esfuerzos para resolver este problema.</p>	<p>Los niveles elevados de nitratos en el agua para consumo humano resultan preocupantes debido a su efecto potencial a los infantes, niños pequeños y mujeres embarazadas. Los niveles de nitratos por encima de 10 mg/L en el agua para consumo humano pueden causar el síndrome de niño azul (metahemoglobinemia), una enfermedad caracterizada por la falta de oxígeno en la sangre, que puede provocar retardo mental y en casos severos incluso la muerte. La ingestión de nitratos también tiene un alto riesgo de contraer cáncer, especialmente de tipo gastrointestinal.</p>
Solventes y productos derivados del petróleo	<p>En algunas actividades comerciales e industriales se usan productos químicos que tienen como base el petróleo o solventes orgánicos artificiales. Por ejemplo, los talleres de reparación de autos frecuentemente usan una variedad de solventes o productos derivados del petróleo, como aceite para motor y compuestos para remover grasa. Los talleres de pintura usan diluyentes, barnices, aceites y tintes. Las estaciones de gasolina almacenan y venden combustible. Todos estos materiales pueden contaminar el agua de bebida si no se les manipula, almacena y dispone con métodos seguros.</p>	<p>Los solventes pueden plantear riesgos significativos para las personas de todas las edades, especialmente si se los ingiere cotidianamente durante largos periodos, incluso en concentraciones aparentemente bajas. Muchos productos orgánicos están asociados con un mayor riesgo de cáncer en todos los grupos de edades. También están vinculados a problemas hepáticos y pueden dificultar el funcionamiento normal de los sistemas circulatorio y nervioso. Las mujeres pueden experimentar dificultades en la reproducción; los niños tienen un alto riesgo de desarrollar una gama de problemas de salud relacionados con la exposición a estos productos químicos en el agua para bebida.</p>

Grupo químico	Descripción	Efectos en la salud humana
<p>Plaguicidas</p>	<p>Un plaguicida es una sustancia o mezcla de sustancias cuyo objetivo es prevenir, destruir, repeler o mitigar cualquier plaga (EPA, 2001c). Los plaguicidas incluyen a los insecticidas, cuyo propósito es matar o repeler insectos. Los fungicidas tienen el objetivo de matar hongos. Los herbicidas son para destruir la hierba mala y las plantas indeseables. En el Perú, los plaguicidas comunes son gramoxone (herbicida), metadifos (insecticida), endosulfán (insecticida) y metalaxil (fungicida de uso natural). Cuando estos productos químicos se usan para controlar la hierba mala y los insectos en los cultivos agrícolas o para controlar las plagas domésticas, pueden contaminar el agua para consumo humano a través de su disposición o en la escorrentía. Los ingredientes activos en la mayoría de plaguicidas son generalmente compuestos orgánicos sintéticos (como los nombrados anteriormente) o metales tóxicos como el cobre o el arsénico (el uso de arsénico ya no es tan común actualmente). Estos productos químicos son venenosos para los seres humanos y pueden causar efectos a largo plazo, como dolores de cabeza, náuseas y vómito, e impactos a largo plazo como daños en el sistema nervioso y cáncer.</p>	<p>Los efectos que tiene en la salud humana la exposición a plaguicidas a través de la ingestión de agua para consumo humano son similares a los de los solventes. Los plaguicidas son también productos químicos orgánicos y sus efectos en la salud son parecidos. La exposición de plaguicidas a través del agua para consumo humano está asociada a problemas hepáticos y renales, y un incremento en el riesgo de sufrir cáncer (EPA, 2001b).</p> <p>Los niños están especialmente en riesgo cuando ingieren cotidianamente concentraciones significativas de plaguicidas en el agua. Existen “periodos críticos” en el desarrollo humano en los que una toxina es particularmente dañina. Por ejemplo, los plaguicidas pueden dañar a un niño al bloquear la absorción de importantes nutrientes necesarios para un crecimiento normal saludable. También lo dañan si el sistema excretorio de un niño no está completamente desarrollado. Puede suceder también que el cuerpo no elimine totalmente los plaguicidas (EPA, 2001d).</p>



Figura 1.12 Uso de plaguicidas en el hogar y la agricultura

Cuadro 1.5 Riesgos químicos según grupo (Continuación)

Grupo químico	Descripción	Efectos en la salud humana
Metales	<p>Los metales pueden estar presentes naturalmente en el agua para consumo humano a través de la lixiviación del suelo. Los metales también están asociados a una gama de fuentes humanas, incluidas las escorrentías pluviales urbanas, descargas de aguas residuales industriales o domésticas, producción de petróleo y gas, minería y agricultura. Estos metales incluyen elementos traza que ocurren naturalmente, como plomo, mercurio, hierro y cobre.</p> <p>Los metales pesados como arsénico, plomo, mercurio, cadmio y cromo son los que tienen el mayor impacto en la salud.</p>	<p>En niveles bajos, los metales son componentes importantes de la dieta humana, mas en niveles altos pueden ser peligrosos para la salud humana y el ambiente. Pueden ser una fuente seria de contaminación del agua de bebida. Una vez disueltos en el agua, los metales pueden ser captados biológicamente. En niveles por encima de las normas, pueden ser tóxicos para la vida acuática y tener efectos negativos de significación para la salud humana, cuando se ingieren a través del agua. Algunos metales pueden interferir con el funcionamiento del sistema nervioso humano y animal, y otros pueden causar problemas reproductivos y de desarrollo.</p>
	<p>Ejemplo 1: Arsénico</p> <p>El arsénico se encuentra en la naturaleza en forma natural. Es un elemento que se utiliza en muchas actividades del ser humano, por ejemplo en la manufactura, en plaguicidas, etc.</p>	<p>El arsénico inorgánico en el agua para consumo humano está asociado a una alta incidencia de cáncer de piel, cáncer al hígado, enfermedades neurológicas y dermatológicas denominados Hiperqueratosis palmo-plantar (OMS, 1993).</p>  <p>Hiperqueratosis palmo-plantar</p>
	<p>Ejemplo 2: Plomo</p> <p>El plomo es un metal gris azulado que aparece en cantidades pequeñas en la corteza terrestre. El plomo se puede encontrar en todo el ambiente. Mucho de él viene de actividades humanas incluida la quema de los combustibles fósiles, la explotación minera, y la fabricación. El plomo tiene muchas aplicaciones.</p>	<p>Un niño que ingiere cantidades grandes de plomo puede desarrollar anemia, problemas estomacales, debilidad muscular y daño cerebral. Una cantidad grande de plomo puede afectar el crecimiento mental y físico del niño. Por ello, el infante tendrá dificultades para aprender y un crecimiento reducido.</p>  <p>Pulmón con plomo</p>

Cuadro 1.6 Metales encontrados comúnmente en el agua para consumo humano y sus posibles fuentes

Metal	Efectos de la ingestión a través del agua para consumo humano	Posibles fuentes
Arsénico	Daños a la piel, problemas en el sistema circulatorio, mayor riesgo de cáncer.	Erosión de depósitos naturales, subproductos de la minería, escorrentía de residuos de la producción de vidrio y dispositivos electrónicos.
Cadmio	Daños al riñón.	Corrosión de tuberías galvanizadas, erosión de depósitos naturales, descarga de refinerías de metal, lixiviado de baterías desechadas y pinturas.
Mercurio	<p><u>Exposición a largo plazo:</u> Puede dañar permanentemente el cerebro, los riñones y el feto. Provoca irritabilidad, timidez, temblores, cambios en la visión o en el sistema auditivo y problemas de memoria.</p> <p><u>Exposición a corto plazo:</u> Puede causar efectos incluido daño al pulmón, náuseas, vómitos, diarrea, aumentos en la presión arterial o en el ritmo cardíaco, erupciones en la piel e irritación de ojos.</p>	El mercurio inorgánico (mercurio metálico y compuestos inorgánicos del mercurio) entra en el aire de depósitos del mineral, de la quema de carbón y de basura, y de algunas fábricas. Entra en el agua o el suelo a partir de depósitos naturales, de la deposición de basuras y de la actividad volcánica.
Plomo	<p><u>Infantes y niños:</u> Retardo en el desarrollo físico o mental.</p> <p><u>Adultos:</u> Problemas renales, presión alta.</p>	Corrosión de tuberías domiciliarias, erosión de depósitos naturales.
Zinc	Rechazo de los consumidores por su sabor.	Corrosión de tuberías domiciliarias.
Cobre	<p><u>Exposición a corto plazo:</u> Malestar gastrointestinal.</p> <p><u>Exposición a largo plazo:</u> Daños al hígado o riñón.</p>	Corrosión de tuberías domiciliarias, erosión de depósitos naturales, subproductos de minería.

1.3.9 Riesgo especial para los niños debido al agua contaminada

Las enfermedades diarreicas en general y particularmente las del tracto intestinal, son especialmente peligrosas para los niños porque afectan su nutrición y por ende sus capacidades para el normal crecimiento y desarrollo, además de disminuir las defensas contra otras enfermedades.

En un caso de diarrea, se pierde mucho líquido y sales minerales, y si las diarreas son prolongadas se produce deshidratación. Ello puede llevar rápidamente a estados graves y aun a la muerte. Si un niño con diarrea no consume alimentos, como generalmente suele ocurrir, también se expone a la desnutrición al eliminar los nutrientes importantes de su cuerpo.

Por lo general, los niños que viven en condiciones de pobreza y en lugares sin abastecimiento seguro de agua ni saneamiento, se encuentran en mayor riesgo de contraer enfermedades diarreicas.

Las enfermedades y dolencias causadas por la exposición a varios contaminantes, usualmente plantean un mayor riesgo para los niños que para los adultos. Los infantes y niños pueden ser especialmente sensibles a los riesgos para la salud planteados por los productos químicos orgánicos y los metales por varias razones:



- Sus órganos internos todavía están en desarrollo y maduración.
- En relación con su peso corporal, los infantes y niños comen y beben más que los adultos, lo que incrementa potencialmente su exposición a los productos químicos presentes en los alimentos y en el agua.

Ciertos comportamientos, como jugar en el piso o en áreas externas o llevarse las cosas a la boca, incrementan la exposición de los niños a los productos químicos usados en el hogar y en el vecindario (Solsona, 2003).

1.3.10 Agua y salud en nuestra comunidad (DAANDO, 2003)

El agua que actualmente consumimos en la comunidad, no es agua segura para la salud. La falta de saneamiento, además los hábitos inadecuados de las personas ayudan a contaminarla y provocan problemas de salud como diarreas, cólera, hepatitis, disentería, parasitosis y otras.



✓ ¿Dónde se origina la contaminación del agua?

La contaminación del agua se origina al defecar al aire libre cerca de la actividad de niños y adultos. También se presenta al depositar o tirar la basura donde las personas caminan. Los animales también la contaminan y las personas al lavar la ropa directamente en la fuente de agua. Todo esto se muestra en la figura 1.13.



Excretas al aire libre



Basura en la calle



Actividades en la fuente de

Figura 1.13. Prácticas inadecuadas que contaminan el agua

✓ ¿Cómo se contamina el agua que se toma?

El agua se contamina como consecuencia de un mal manejo al extraerla, almacenarla y consumirla. Generalmente, se contamina con microbios presentes en los excrementos de las personas y de los animales enfermos, y que son transportados por el polvo, viento, animales domésticos, moscas, cucarachas, etc., sobre todo por las manos sucias.

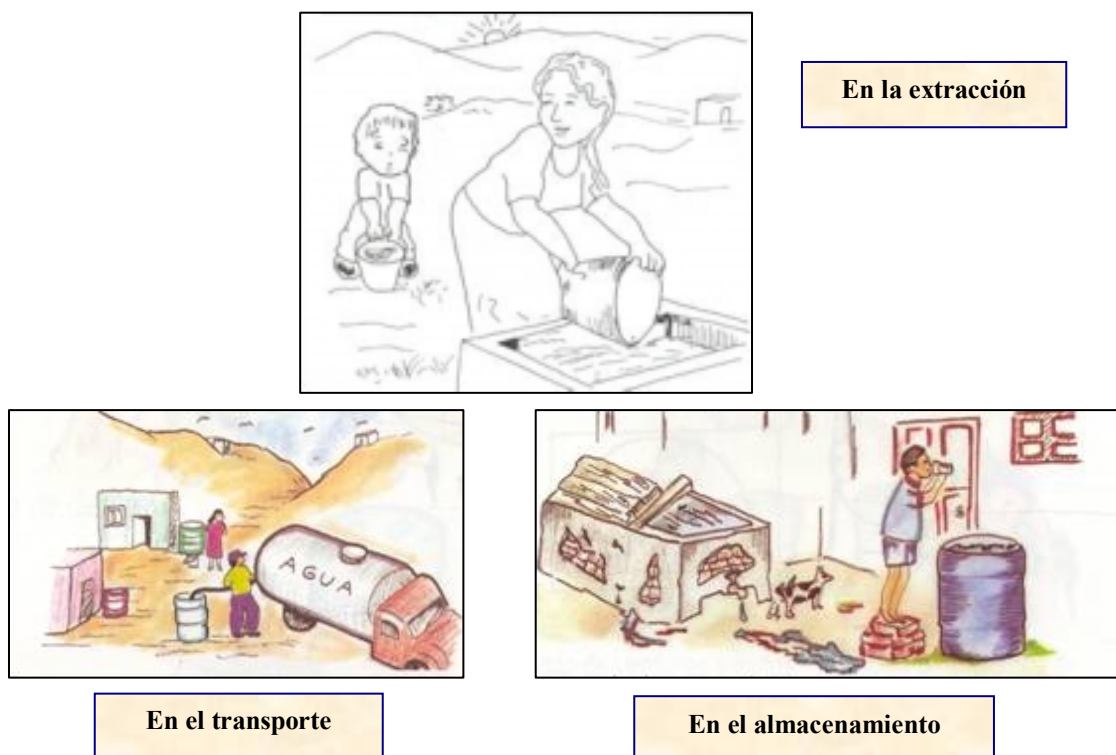


Figura 1.14 Formas de contaminar el agua

✓ ¿Cuáles son las consecuencias?

Existe una cantidad de enfermedades en las cuales el agua actúa como vehículo. Estas son enfermedades hídricas o de tipo fecal-oral. Es el agua contaminada por la descarga de desechos del hombre (heces y orina) y todo tipo de efluentes domésticos e industriales.

Muchas de estas enfermedades causan diarreas agudas y deshidratación severa; son además la principal causa de morbilidad y mortalidad en el Perú y en países en vías de desarrollo. Las enfermedades indicadas anteriormente, aunque son transmitidas por el agua, también pueden ser difundidas por cualquier otra ruta que permita la ingestión de la materia fecal de una persona enferma. Un ejemplo es la falta de higiene en las manos de quienes preparan y manejan los alimentos.



Diarreas



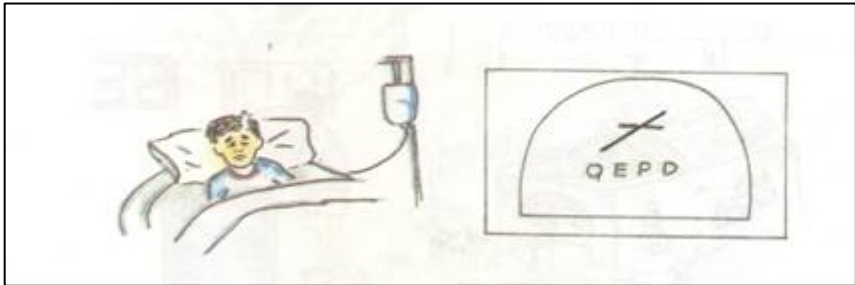
Vómitos



Sudoración



Malestar



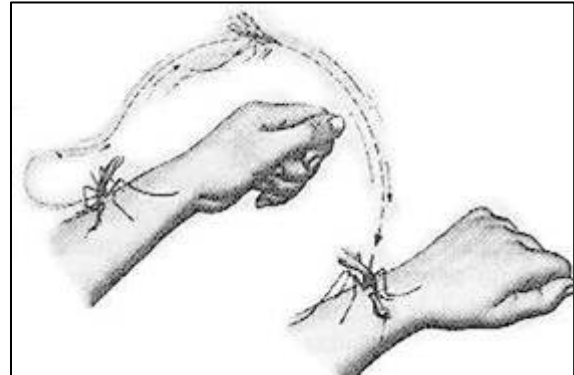
Postración en cama

Incluso la muerte

Figura 1.15 Enfermedades producidas por consumo de agua contaminada

Otro medio de transmisión de enfermedades relacionadas con el agua son los insectos denominados vectores.

Hay dos clases de insectos vectores. Uno de ellos son las moscas y cucarachas que llevan consigo heces y contaminan los alimentos. Otros son los insectos vectores no relacionados con el consumo humano de agua o con su contacto, sino que emplean el agua para reproducirse. Entre estos últimos están los mosquitos, insectos que transmiten el paludismo, dengue, malaria, etc. y que proliferan en las aguas estancadas, en los arrozales, en las orillas de los lagos con vegetación y en los recipientes donde se almacena agua.



La materia fecal de huéspedes o portadores infectados puede introducirse de diversas maneras en un sistema de abastecimiento de agua o en un área de natación.

✓ Conservación de la fuente de agua

Por lo expuesto, es muy importante cuidar el agua. Esto quiere decir que se debe hacer buen uso de ella y evitar su contaminación. En la figura 1.16 se indican algunas recomendaciones para conservar el agua.



**El agua nos da un lindo amanecer
-Debemos cuidarla-**



Evitemos botar basura al agua

Figura 1.16 Cuidados que se debe tener con el agua

1.4 Saneamiento y salud

En el presente documento, el saneamiento se define como el medio para recoger y eliminar higiénicamente las excretas y las aguas residuales de la colectividad, de manera que no se ponga en peligro la salud de las personas y de la comunidad en su conjunto.

La eliminación inadecuada y antihigiénica de las heces humanas infectadas, da lugar a la contaminación del suelo y de las fuentes de agua. A menudo, a causa de estos hábitos inapropiados, hay criaderos de ciertas especies de moscas y mosquitos, los que además pueden poner huevos y multiplicarse o alimentarse del material expuesto y transmitir la infección. También atraen a los animales domésticos, roedores y otras sabandijas, que transportan consigo las heces y sus posibles enfermedades. Además, esa situación crea a veces molestias intolerables para el olfato y para la vista.

Hay toda una serie de afecciones relacionadas con las excretas y las aguas residuales, que afectan comúnmente a los habitantes de los países en desarrollo y que pueden subdividirse en enfermedades transmisibles y no transmisibles.

1.4.1 Enfermedades transmisibles

Las principales enfermedades transmisibles, cuya incidencia puede reducirse mediante la eliminación inocua de las excretas, son las infecciones intestinales y las producidas por helmintos, entre ellas el cólera, la fiebre tifoidea y paratifoidea, la disentería y la diarrea, la anquilostomiasis, la esquistosomiasis y la filariasis.

Los más expuestos a contraer estas enfermedades son los niños menores de cinco años, ya que su sistema inmune no está totalmente desarrollado y porque pueden estar debilitados a causa de la mala nutrición.

En el cuadro 1.7 se mencionan algunos de los organismos patógenos que se hallan frecuentemente en las heces, la orina y las aguas domésticas (aguas grises), así como las enfermedades que causan.

Cuadro 1.7 Presencia de ciertos agentes patógenos en la orina, las heces y las aguas domésticas

Agente patógeno	Nombre vulgar de la infección	Presente en:		
		Orina	Heces	Aguas servidas
Bacterias				
<i>Escherichia coli</i>	Diarrea	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Salmonella typhi</i>	Fiebre tifoidea	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Virus				
Poliovirus	Poliomielitis		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Rotavirus	Enteritis		<input checked="" type="checkbox"/>	
Protozoarios – amebas				
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebiasis		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Giardia intestinalis</i>	Giardiasis		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Helmintos – huevos de parásitos				
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariasis		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Fasciola hepática</i>	Distomiasis hepática		<input checked="" type="checkbox"/>	
<i>Ancylostoma duodenale</i>	Anquilostomiasis		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Trichuris trichiura</i>	Tricocefalosis		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

1.4.2 Enfermedades no transmisibles

Además del contenido de agentes patógenos, se debe considerar la composición química de las aguas residuales, debido a sus efectos en el crecimiento de los cultivos y en los consumidores. El número de componentes a ser vigilados (compuestos pesados, metales orgánicos, detergentes, etc.) es mayor en las zonas urbanas industrializadas que en las rurales.

Sin embargo, el contenido de nitratos es importante en todas partes por a los posibles efectos de su acumulación en las aguas superficiales y en las subterráneas, en la salud humana (metahemoglobinemia de los lactantes) y en el equilibrio ecológico de las aguas que reciben escorrentía o efluentes con una gran concentración de nitratos. Aunque la principal actividad humana que aumenta el contenido de nitratos es la utilización de fertilizantes químicos, el saneamiento deficiente o el mal uso de las aguas residuales puede contribuir también a esa concentración, particularmente en las aguas subterráneas y, en casos excepcionales, puede ser su principal elemento determinante.

1.4.3 Transmisión de las enfermedades

Los propios seres humanos son el principal reservorio de la mayor parte de las enfermedades que los afectan. La transmisión de enfermedades relacionadas con las excretas de un huésped a otro (o en el mismo huésped) sigue por lo común una de las vías presentadas en la Figura 1.17 que se presenta más adelante.

La deficiente higiene doméstica y personal, que crea vías en las que intervienen los alimentos y las manos, a menudo reduce o anula cualquier efecto favorable de una mejor eliminación de excretas en la salud comunitaria. Como puede verse en la Figura 1.17, las vías de transmisión de las enfermedades asociadas con las excretas son generalmente las mismas rutas relacionadas con el agua y dependen de la transmisión fecal-oral y de la penetración a través de la piel.

1.4.4 Medidas preventivas

La prevención de infecciones de origen fecal es el objetivo más importante. Las excretas humanas y las aguas servidas deben eliminarse sin que haya contacto directo o indirecto con el hombre. Los requisitos enumerados a continuación son indispensables:

- a) El suelo, el agua subterránea y el agua superficial no deben contaminarse.
- b) Las moscas u otros animales no deben tener acceso a materiales fecales.
- c) No debe haber malos olores ni condiciones antiestéticas.



También se deberán mantener adecuados hábitos de higiene, sobre todo con el lavado de manos después de utilizar las instalaciones sanitarias.

1.4.5 El saneamiento y la salud en nuestra comunidad

El saneamiento es el medio para recoger y eliminar las excretas y las aguas residuales de la colectividad de una manera higiénica, con el propósito de no poner en peligro la salud de la comunidad en su conjunto.

✓ La ruta de la contaminación fecal – oral

La eliminación inadecuada de las excretas humanas contamina el agua, las manos y los alimentos, pues a través de estos tres medios los microorganismos ingresan por la boca y producen la enfermedad e incluso la muerte.

La contaminación, en cualquiera de sus formas es mala e inaceptable, pero desde el punto de vista de la salud, la contaminación del agua por excretas es la que ocasiona peores consecuencias. En la figura 1.17 se representa la ruta de la contaminación fecal – oral.

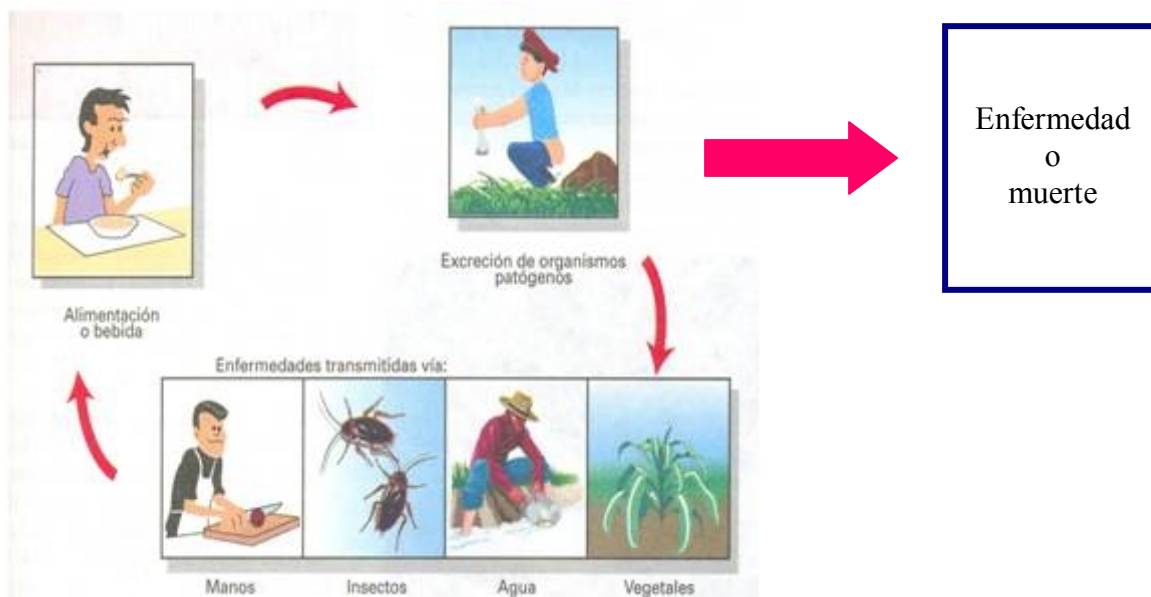
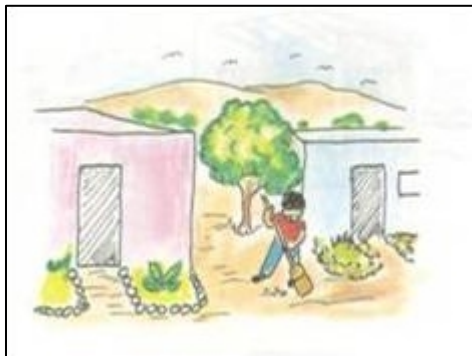


Figura 1.17 Ruta de la contaminación fecal – oral

✓ ¿Qué se debe hacer para evitar las enfermedades?

Cuidar el medio ambiente. El medio ambiente es todo aquello que nos rodea y que influye en nuestra salud. El medio ambiente está formado por el suelo, aire, agua, personas, animales y plantas. Cuando el medio ambiente está contaminado, se afirma que existe la necesidad de sanarlo para que así la salud de todos no corra el riesgo de quebrantarse. Por ello, se habla del saneamiento ambiental.



Limpiar las calles



Limpiar la casa

Figura 1.18 Actividades que se realizan para cuidar el medio ambiente

1.5 Normas de calidad del agua

1.5.1 Parámetros de calidad y límites máximos permisibles

El agua potable es la que reúne los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos señalados en las normas de agua estipuladas por las autoridades de salud para ser consumida por la población humana a fin de que no produzca efectos dañinos en la salud.

Idealmente, el agua potable no debe contener ningún microorganismo considerado patógeno. Para asegurarse de que un abastecimiento de agua potable satisfaga estas guías, es importante examinar, de manera regular, muestras para detectar indicadores de contaminación fecal. El primer indicador bacteriano recomendable para este propósito es el grupo de organismos coliformes en su conjunto (o grupo coliforme).

Aunque considerados como grupo, estos organismos no son exclusivamente de origen fecal. Ellos están siempre presentes en gran número de las heces del hombre y de otros animales de sangre caliente, por lo que pueden ser detectados aun después de considerable dilución. La detección de organismos coliformes fecales (termo resistentes), en particular de *Escherichia coli*, brinda una evidencia definitiva de contaminación fecal.

El valor guía recomendado es de 5 Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT) ó 5 Unidades Jackson de Turbiedad (UJT), pero es preferible que el nivel sea menor a 1 UNT cuando se utilice la desinfección. La turbiedad por encima de 5 UNT puede ser perceptible y, en consecuencia, generar quejas por parte del consumidor.

El agua potable, también llamada para consumo humano, debe cumplir con las disposiciones legales nacionales, a falta de éstas deberán cumplir con las Guías de Calidad de Agua de Bebida de la OMS. En el Perú, la autoridad que regula la calidad del agua potable es la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). Los Límites Máximos Permisibles (LMP) referenciales para el agua potable, fijados por la SUNASS se indican en el cuadro 1.8.

**Cuadro 1.8 Límites máximos permisibles (LMP)
referenciales de los parámetros de calidad del agua**

Parámetro	LMP	
Coliformes totales UFC/100mL	0 (ausencia)	(1)
Coliformes termotolerantes UFC/100mL	0 (ausencia)	(1)
Bacterias heterotróficas UFC/mL	500	(1)
pH	6,5-8,5	(1)
Turbiedad, UNT	5	(1)
Conductividad, 25° C µS/cm	1.500	(3)
Color, UCV-Pt-Co	20	(2)
Cloruros, mg/L	250	(2)
Sulfatos, mg/L	250	(2)
Dureza, mg/L	500	(3)
Nitratos, mgNO ₃ ⁻ /L(*)	50	(1)
Hierro, mg/L	0,3	0,3 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Manganeso, mg/L	0,2	0,2 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Aluminio, mg/L	0,2	(1)
Cobre, mg/L	3	(2)
Plomo, mg/L(*)	0,1	(2)
Cadmio, mg/L(*)	0,003	(1)
Arsénico, mg/L(*)	0,1	(2)
Mercurio, mg/L(*)	0,001	(1)
Cromo, mg/L (*)	0,05	(1)
Flúor, mg/L	2	(2)
Selenio, mg/L	0,05	(2)

Fuente: SUNASS (2002)

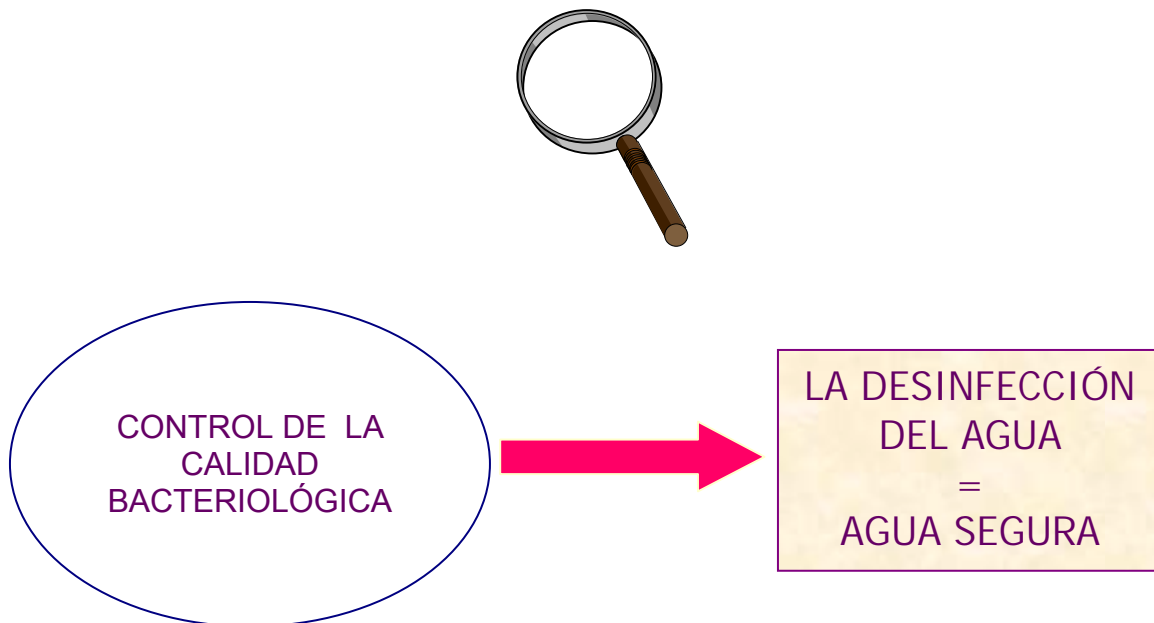
- (1) Valores tomados provisionalmente de los valores guías recomendados por la OMS (1995).
 - (2) Valores establecidos en la norma nacional “Reglamento de Requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que deben Reunir las Aguas de Medida para ser Consideradas Potables”, aprobado por Resolución Suprema del 17 de diciembre de 1946.
 - (3) Para el caso de los parámetros de conductividad y dureza, en vista de que son parámetros que afectan solamente la calidad estética del agua, tomar como referencia los valores indicados, los que han sido propuestos para la actualización de la norma de calidad de agua para consumo humano especialmente para aguas subterráneas.
- (*) Compuestos tóxicos.

Mediante Oficio Circular No 677-2000/SUNASS-INF, la SUNASS estableció los valores límites máximos permisibles referenciales de los parámetros de control. Esto se originó por la carencia de una norma nacional actualizada, ya que la vigente data del año 1946 y no considera varios parámetros como turbiedad, coliformes, pH, aluminio, nitratos, cadmio, mercurio, cromo, entre otros, para los cuales se ha tomado los valores guía que recomienda la OMS.

FORM JASS - ES4

1.5.2 Bacterias y minerales en el agua para beber

El agua que se emplea para beber y para el aseo personal no debe tener bacterias ni ser turbia. Hay elementos químicos que están disueltos en el agua y que no se perciben. Por ello, se debe averiguar el lugar del origen del agua y preguntar a las autoridades de salud si esa agua es apta para tomar o no.



1.6 Higiene en el hogar y en los sistemas de abastecimiento de agua

El principal riesgo para la salud asociado al almacenamiento doméstico de agua es la facilidad con que esta puede volver a contaminarse durante el transporte y el almacenamiento, en particular si los miembros de la familia o de la comunidad no siguen las prácticas de higiene correctas. Entre las medidas de higiene apropiadas figuran las siguientes:

- Almacenamiento cuidadoso del agua en el hogar y limpieza periódica de todos los utensilios domésticos de almacenamiento de agua.
- Construcción, uso apropiado y mantenimiento de letrinas.
- Lavado sistemático de las manos, especialmente después de la defecación y antes de comer o de preparar los alimentos.
- Almacenamiento y preparación cuidadosa de los alimentos.
- ✓ Comportamientos en materia de higiene

La disponibilidad de un buen sistema de abastecimiento de agua potable no basta por sí sola para garantizar la salud. Hay muchas etapas durante la recolección; almacenamiento y manipulación de alimentos; evacuación de excretas; y cuidado de los niños, en que el agua de beber puede contaminarse y exponer a la comunidad a los gérmenes patógenos presentes en las excretas.

Los niños, en particular los menores de cinco años, son especialmente vulnerables a la diarrea. Es una creencia común que las heces de los niños son inocuas, cuando en realidad son las principales fuentes de infección para otros niños. Es posible que los padres no eliminen higiénicamente las heces de sus hijos pequeños, que los niños de corta edad no usen letrinas, y que los alrededores de las viviendas estén con frecuencia contaminados.

Son muchas las vías de transmisión de las enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento. Por consiguiente, la educación en materia de higiene puede abarcar una larga serie de actividades. Los comportamientos más importantes desde el punto de vista de la salud dependerán de la comunidad, la distribución de las enfermedades y el clima. Una de las funciones de la inspección inicial sobre el terreno y de la vigilancia consiste en determinar cuáles son los comportamientos que el programa de educación en materia de higiene debe tratar de fomentar en la comunidad. En el cuadro 1.9 se muestran algunas recomendaciones que se debe considerar en materia de higiene.

Cuadro 1.9 Comportamientos recomendables para la educación en materia de higiene (OMS, 1998)

Componente	Recomendación
Fuente de agua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Todos los miembros de la comunidad deben utilizar fuentes de agua inocuas para beber y para preparar los alimentos. ▪ Debe utilizarse agua en cantidad suficiente para fines higiénicos, tales como el aseo personal, de la casa y el lavado de ropa. ▪ El agua debe utilizarse eficientemente, sin derrocharla. Las aguas servidas deben evacuarse apropiadamente. ▪ Las fuentes de agua mejoradas se deben utilizar higiénicamente y su mantenimiento debe ser eficaz. ▪ No debe haber riesgos de contaminación de las fuentes de agua por la proximidad a letrinas o por evacuación de las aguas servidas, de ganado o de productos agroquímicos.
Tratamiento de agua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si es necesario, se debe someter el agua a procedimientos sencillos de depuración, por ejemplo, la cloración. ▪ Si es necesario, el agua debe filtrarse para eliminar todos los materiales sólidos, los gusanos de Guinea, etc.
Recojo de agua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El agua de beber debe recogerse en recipientes limpios, sin que entre en contacto con las manos ni con otros materiales. ▪ El agua debe transportarse en un contenedor cubierto.
Almacenamiento de agua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El agua debe almacenarse en recipientes cubiertos y sometidos a una limpieza periódica. ▪ Siempre que sea posible, el agua potable debe guardarse en un recipiente distinto de los destinados al agua para otros usos domésticos.
El agua de beber	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El agua que se va a beber debe extraerse del recipiente de almacenamiento, de modo que no se contaminen manos, tazones ni otros objetos.
Uso del agua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Debe disponerse de agua en cantidad suficiente y utilizarla para la higiene personal y doméstica.
Manipulación de los alimentos diarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Antes de preparar los alimentos o antes de comer, hay que lavarse las manos con jabón. ▪ La verdura y la fruta deben lavarse con agua inocua, y los alimentos deben cubrirse de manera adecuada. ▪ Luego de usarse y tan pronto sea posible, los utensilios empleados para preparar y cocer los alimentos deben lavarse con agua segura. Se deben guardar en un lugar limpio.
Evacuación de las excretas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Todos los hombres, mujeres y niños deben usar letrinas en el hogar, trabajo y escuela. ▪ Las deposiciones de los lactantes y de los niños pequeños se deben evacuar de manera higiénica. ▪ Las letrinas domésticas deben estar situadas donde el contenido del pozo no pueda llegar a las fuentes de agua o a la capa freática. ▪ Debe disponerse de instalaciones para lavarse las manos, y de jabón o cenizas. Las manos deben lavarse siempre después de defecar y también después de cambiar los pañales a los lactantes y niños pequeños.
Evacuación de las aguas servidas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Las aguas servidas domésticas deben evacuarse o reutilizarse de manera apropiada. Deben adoptarse medidas para evitar que las aguas servidas creen criaderos de mosquitos y otros vectores de enfermedades o que contaminen el agua.

✓ Vigilancia basada en la comunidad

Para que los programas de abastecimiento de agua sean eficaces y sostenibles, es necesario que las comunidades locales les presten apoyo activo y que participen en todas las etapas de estos programas, incluidas las encuestas iniciales, control y vigilancia de abastecimientos de agua, actividades de mantenimiento y adopción de medidas correctivas. Son necesarias además las actividades de apoyo, incluido el saneamiento y las prácticas higiénicas.

Todo ello supone el establecimiento de un programa de educación completo encaminado a conseguir que la comunidad:

- Adquiera conciencia de la importancia de la calidad del agua y su relación con la salud, y de la necesidad de contar con abastecimientos inocuos de agua.
- Reconozca la importancia de la vigilancia y necesidad de colaboración de la comunidad.
- Comprenda cuál es su función en el proceso de vigilancia y se disponga a desempeñarla.
- Esté dotada de los conocimientos necesarios para desempeñar esta función.

Los diversos medios que utilizan estos gérmenes o parásitos se conocen como mecanismos de transmisión fecal-oral, lo que significa que por medio de los alimentos contaminados, una persona puede ingerir cantidades sumamente pequeñas (imperceptibles) de heces, que contienen suficientes agentes patógenos para provocar la enfermedad. Los medios más comunes son: agua de bebida contaminada con aguas servidas (agua de río y de acequias); hortalizas regadas con aguas servidas; manos contaminadas del manipulador, especialmente después de defecar y no lavarse las manos; moscas que se posan en heces y basuras; cucarachas y roedores; alimentos expuestos a polvo; superficie contaminada de preparación de alimentos.

1.6.1 Higiene en el hogar

Debemos cuidar nuestra higiene personal y de la vivienda. Los microbios se encuentran en las deposiciones o excrementos humanos y animales.



Cucarachas

También en moscas, cucarachas y roedores, y en la piel de animales (perros, gatos). A su vez, estos animales tienen parásitos como la pulga y la garrapata.



Pulga



Garrapata

Debemos desinfectar el agua en el hogar y usarla para:

- Beber.
- Lavarse las manos antes de cocinar y de ingerir los alimentos, y después de usar la letrina o baño.
- Lavar y desinfectar las frutas y verduras antes de comerlas.
- Lavar los utensilios de cocina, platos y cubiertos.

1.7 Diagnóstico

A fin de conocer el estado en que se encuentran las comunidades, se realiza una encuesta para tener información del manejo del agua y saneamiento.

1.7.1 Inspección sanitaria (Encuesta sanitaria)

Se toma en cuenta los siguientes aspectos:

- Desinfección de agua
- Abastecimiento de agua
- Eliminación de excretas y aguas de lavado en la localidad
- Higiene personal y limpieza
- Módulo sanitario (baños, duchas y lavaderos)
- Pago de servicios públicos
- Vigilancia de la calidad del agua

ENCUESTA SANITARIA

Localidad: Fecha: Entrevistador:

1. Datos generales

1.1 Distrito _____ Provincia _____
Departamento _____

1.2 Número de viviendas _____ Viviendas habitadas _____ Número de habitantes _____

1.3 Material predominante en la zona (%):

Adobón _____ Adobe _____ Ladrillo _____ Otro (especificar) _____

1.4 Acceso: Vía asfaltada ___ Vía afirmada _____ Herradura _____ Otro (especifique) _____
A _____ horas de _____

1.5 Personas entrevistadas: _____ Cargo _____
Desde _____ Hasta _____
_____ Cargo _____
Desde _____ Hasta _____
_____ Cargo _____
Desde _____ Hasta _____

2. Abastecimiento de agua

¿Tiene sistema de abastecimiento de agua? Sí _____ No _____

¿Cuál es el tipo de fuente? Manantial _____ Acequia _____ Pozo _____

Otro (especifique) _____

¿Tiene red frente a casa? Sí _____ No _____

¿Cómo se abastecen en las viviendas? Conexión domiciliaria _____ Pileta pública _____

Otro (especifique) _____

Antigüedad del servicio:

1 año o menos _____ De 1 a 2 años _____ De 2 a más años _____

¿Qué entidad administra el servicio? Municipio _____ JASS _____

Otro (especifique) _____

Observaciones:

3. Desinfección del agua

3.1 ¿Se desinfecta el agua de consumo directo actualmente? Sí _____ No _____

Si respondió que sí:

¿Dónde se desinfecta el agua? En el reservorio _____ En depósito domiciliario _____
Otro (especificar) _____

Si respondió que no:

¿Desde cuándo no se desinfecta el agua? 1 mes o menos _____ De 1 a 6 meses _____
Nunca se hizo _____

3.2 ¿Con qué frecuencia se compra el desinfectante? Una vez al año _____

Dos veces al año _____ Nunca _____

3.3 Nombre del operador del sistema: _____

Desde _____ Hasta _____

4. Eliminación de excretas y aguas de lavado en la localidad

4.1 ¿Tiene algún sistema de eliminación sanitaria de excretas? Sí _____ No _____

Si la respuesta es sí: Alcantarillado _____ Número conexiones domiciliarias _____
Letrinas _____ Número de viviendas con letrina _____

Si la respuesta es no: ¿Cuál es el motivo?
No sabe _____ No conoce _____ No le interesa _____

5. Higiene personal y limpieza

5.1 ¿Tiene la localidad un lugar público para bañarse?

Sí _____ No _____ ¿Se paga? Sí _____ No _____

5.2 ¿Hay en la localidad un lugar público para lavar ropa?

Sí _____ No _____ ¿Se paga? Sí _____ No _____

6. Módulo sanitario (baños, duchas y lavaderos de ropa)

6.1 ¿Cree necesario que haya en la localidad un módulo de servicios comunales con duchas, baños y lavaderos?

Sí _____ No _____ Requiere mayor información _____

6.2 ¿Qué servicios cree que se utilizarían más?

Baños _____ Duchas frías _____ Duchas calientes _____ Lavadero ropa _____

6.3 ¿Cuánto cree que se podría pagar por usar la ducha caliente?

De S/.0.30 a 0.50 _____ De S/.0.50 a 1.00 _____

6.4 ¿Contribuiría la comunidad en la construcción de un módulo sanitario?

Sí _____ No _____

6.5 ¿Cómo contribuiría la comunidad?

Mano de obra _____ Materiales _____ Ambos _____ Efectivo _____

6.6 ¿Existe un área adecuada?

Sí _____ No _____ Permeabilidad del terreno: <10min _____ >10min _____

7. Pago de servicios públicos

Agua: Sí _____ No _____ S/. _____ ¿A quién? _____

Luz : Sí _____ No _____ S/. _____ ¿A quién? _____

Otro: Sí _____ No _____ S/. _____ ¿A quién? _____

8. Vigilancia de la calidad del agua

8.1 Entidad: _____

8.2 Frecuencia: _____

Puntos de muestreo:

8.3 Conexiones _____

8.4 Redes _____

8.5 Reservorio _____

8.6 Otros _____

1.7.2 Información de la comunidad

Es necesario tener una idea de los sistemas existentes en la comunidad y sus hábitos. Para ello, se debe hacer una visita a los hogares y preguntar lo siguiente:

Actividades	Realiza	No realiza
Desinfección de agua		
Abastecimiento de agua		
Eliminación de excretas y aguas de lavado en la localidad		
Higiene personal y limpieza		
Módulo sanitario (baños, duchas y lavaderos)		
Pago de servicios públicos		
Vigilancia de la calidad del agua		

CAPÍTULO II

2. Capacitación técnica

2.1 *Tecnologías para abastecimiento de agua (UNATSABAR, 2003)*

2.1.1 *Nivel y calidad de servicios*

Las soluciones técnicas para abastecimiento de agua están definidas por el rendimiento y la ubicación de las fuentes, por el tamaño y característica de la población (concentrada o dispersa) y por los demás factores mencionados anteriormente. Estas condiciones determinarán que la opción tecnológica sea “convencional” o “no convencional” (UNATSABAR, 2002).

Los niveles de servicio que ofrecen las distintas opciones tecnológicas son:

- Nivel 1: Las familias cuentan con el servicio mediante el acceso a pequeñas fuentes de abastecimiento de agua de uso exclusivo, de donde la transportan hasta su domicilio. Esto último es aplicable a poblaciones rurales dispersas.
- Nivel 2: Las familias transportan hasta su domicilio el agua desde una fuente pública, que forma parte de un sistema de abastecimiento.
- Nivel 3: Las familias son servidas a través de fuentes públicas o conexiones domiciliarias enlazadas al servicio público de abastecimiento de agua. En este último caso, las viviendas normalmente cuentan con uno o más grifos.

2.1.2 *Opciones de tecnologías y servicios para abastecimiento de agua*

Conjunto de componentes construidos e instalados para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir agua a los usuarios (UNATSABAR, 2003).

A. Sistemas convencionales

En el presente caso, se ha considerado sistema convencional al que brinda un servicio público de abastecimiento de agua en las viviendas mediante conexiones domiciliarias. Para ello, emplea un sistema de distribución de agua diseñado para proporcionar la calidad y cantidad de agua establecidas por las normas de diseño.

El sistema convencional está conformado por uno o más de estos componentes:

- Captación o pozo
- Estación elevadora de agua
- Línea de conducción o impulsión
- Planta de tratamiento o estación elevadora de agua
- Reservorio

- Línea de aducción
- Red de distribución
- Conexiones domiciliarias

Así mismo, los sistemas convencionales pueden ser:

- Por gravedad sin tratamiento
- Por gravedad con tratamiento
- Por bombeo sin tratamiento
- Por bombeo con tratamiento

✓ Sistemas por gravedad

a) Sin tratamiento

Los sistemas por gravedad sin tratamiento son aquellos cuyas fuentes son aguas subterráneas o subálveas. Las primeras afloran a la superficie del terreno bajo la forma de manantiales y las segundas son captadas por medio de galerías filtrantes. Es probable que la desinfección no sea muy exigente en estos sistemas de abastecimiento, por ser el agua filtrada en los estratos porosos del subsuelo.

La particularidad de este tipo de sistema de abastecimiento radica en la captación que, para el caso de manantiales, puede ser de ladera o de fondo, y para galerías filtrantes puede ser captación por drenes subsuperficiales.

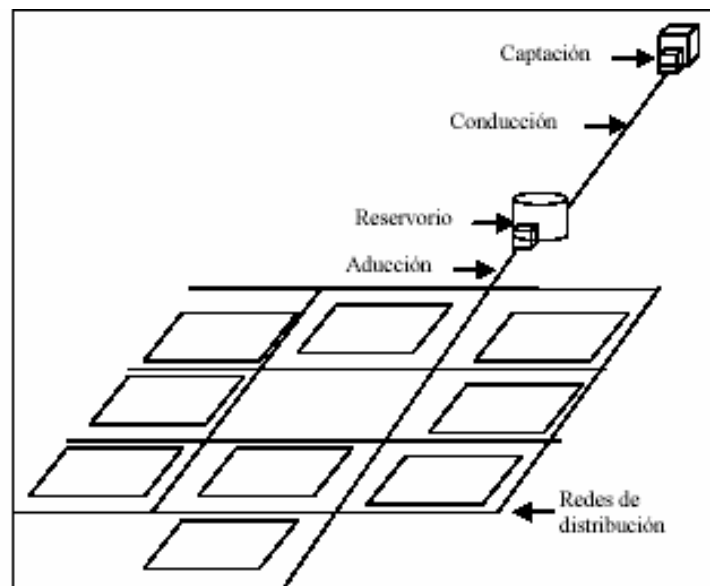


Figura 2.1. Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento

Cuadro 2.1. Sistemas por gravedad sin tratamiento

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mínima operación y mantenimiento. ▪ Bajo costo de inversión. ▪ Reducidas tarifas por el servicio. ▪ Alta confiabilidad. ▪ No requieren tratamiento de clarificación. ▪ Bajo o nulo contenido de coliformes y posibilidad de usarse sin desinfección permanente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Por su origen, el agua puede contener sales disueltas.

b) Con tratamiento

Las fuentes de estos sistemas son aguas superficiales que discurren por canales, acequias, ríos, etc.; requieren ser clarificadas y desinfectadas. Estos sistemas están equipados con plantas de tratamiento diseñadas en función de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda.

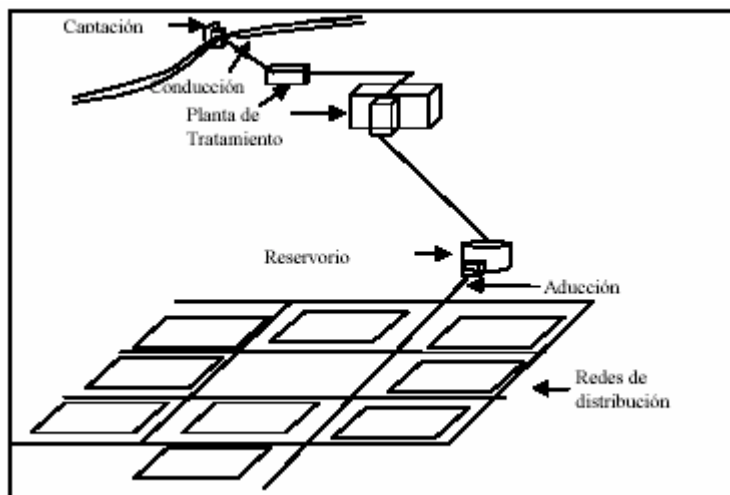


Figura 2.2. Sistema de abastecimiento de agua por gravedad con tratamiento

Cuadro 2.2. Sistemas por gravedad con tratamiento.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remueven la turbiedad del agua cruda. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requieren personal capacitado para operar y mantener la planta de tratamiento. ▪ Pueden requerir productos químicos para el tratamiento del agua. ▪ Es obligatoria la desinfección. ▪ Mayor costo de operación y mantenimiento frente a los sistemas por gravedad sin tratamiento. ▪ Tarifas más elevadas. ▪ Pueden ser un medio de transmisión de enfermedades.

✓ Sistemas por bombeo

a) Sin tratamiento

Son sistemas cuyas fuentes de aguas subterráneas o subálveas, afloran o se encuentran por debajo de la cota mínima de abastecimiento de la localidad a ser servida, y que requieren equipo electromecánico para impulsar el agua hasta el nivel de atención a la comunidad.

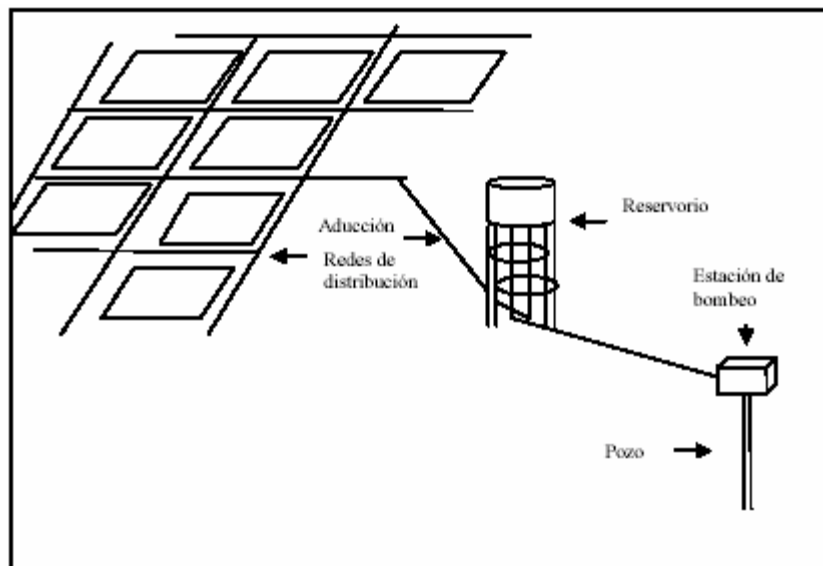


Figura 2.3. Sistema de abastecimiento de agua por bombeo sin tratamiento

Cuadro 2.3. Sistemas por bombeo sin tratamiento

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Desinfección poco exigente. • Menor riesgo en la población a contraer enfermedades relacionadas con el agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren personal especializado para operar y mantener sistemas de bombeo. • Su implementación demanda una elevada inversión. • Las tarifas de servicios son elevadas. • Muchas veces trabajan esporádicamente porque la baja tarifa impide la atención durante las 24 horas del día.

b) Con tratamiento

Las fuentes de agua de estos sistemas son superficiales y están ubicadas por debajo del nivel de las localidades a ser atendidas. Además, requieren estaciones elevadoras para impulsar el agua hasta el nivel de atención a la comunidad. También necesitan contar con plantas de clarificación para el acondicionamiento de aguas crudas para consumo humano.

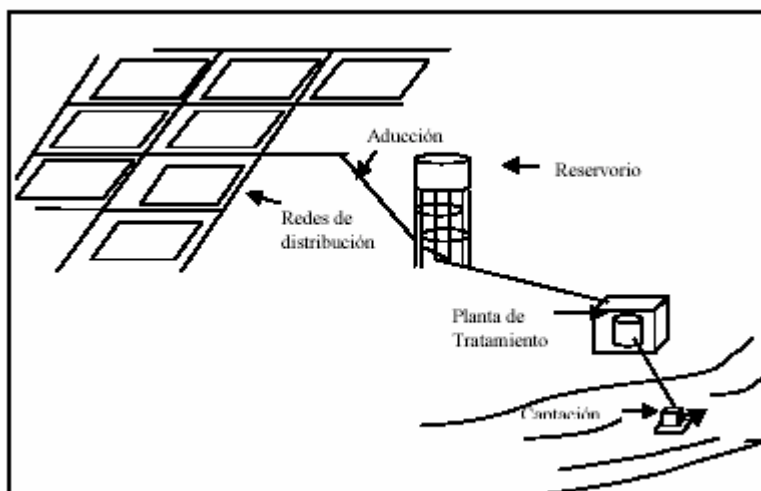


Figura 2.4. Sistema de abastecimiento de agua por bombeo con tratamiento

Cuadro 2.4. Sistemas por bombeo con tratamiento

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Permiten acondicionar la calidad de las fuentes superficiales. • En lugares planos permiten aprovechar las fuentes superficiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren personal altamente capacitado para operar y mantener la planta de tratamiento y el sistema de bombeo. • Requieren mayores costos de inversión, de operación y mantenimiento frente a los sistemas de bombeo sin tratamiento. • Las tarifas de servicio son las más altas entre los diferentes sistemas convencionales de abastecimiento de agua. • Complejos y de poca confiabilidad. • Desinfección obligatoria. • Muchas veces trabajan esporádicamente porque la tarifa reducida impide su funcionamiento las 24 horas del día.

B. Sistemas no convencionales

Son sistemas no convencionales los esquemas de abastecimiento de agua, compuestos por soluciones individuales o multifamiliares, dirigidos a aprovechar pequeñas fuentes de agua, que normalmente demandan transporte, almacenamiento y desinfección intradomiciliaria del agua.

Estas opciones tecnológicas están compuestas por los siguientes tipos de sistemas de abastecimiento de agua:

- Captación de aguas de lluvia
- Filtros de mesa
- Protección de manantiales
- Pozos-bombas manuales

✓ Captación de aguas de lluvia

La captación de aguas de lluvia corresponde a soluciones del tipo unifamiliar o multifamiliar, en que las aguas de lluvia se captan en los techos de las viviendas y se acumulan en tanques de almacenamiento. Para el consumo directo, el agua debe desinfectarse y, de ser necesario, se filtrará previamente.

Los componentes de estos sistemas son:

- Captación
- Canaletas de recolección
- Interceptor de primeras aguas
- Almacenamiento

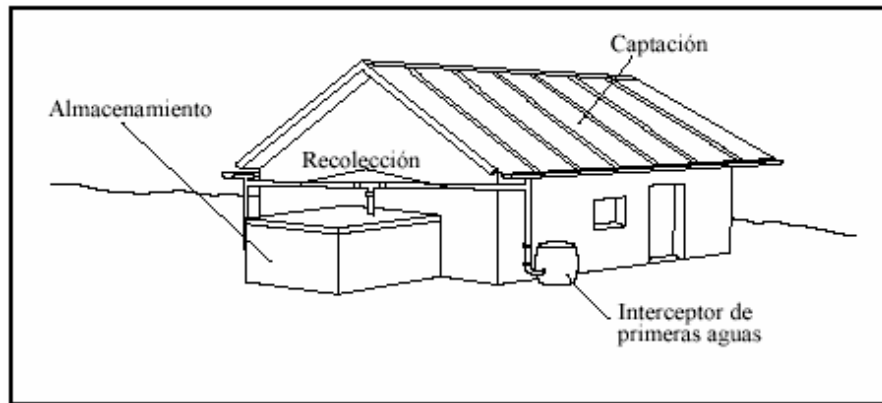


Figura 2.5. Captación de aguas de lluvia

Cuadro 2.5. Sistemas de captación de aguas de lluvia

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Buena calidad física y química del agua. • Apropriados para comunidades dispersas. • Posible empleo de recursos locales para su implementación. • Fáciles de mantener por el usuario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible costo inicial alto. • La cantidad de agua depende de cuánta se recolecte y de la intensidad de las lluvias. • Posible aparición de bacterias por el largo periodo de almacenamiento.

✓ Filtros de mesa

Opción que trata pequeñas cantidades de agua superficial proveniente de ríos, acequias, etc., con turbiedades menores a 100 UNT y baja carga bacteriológica. Sin embargo, es recomendable que antes del consumo el agua sea sometida al proceso de desinfección.

Normalmente, los filtros de mesa están compuestos por un recipiente que contiene el medio o los dispositivos filtrantes y un tanque de almacenamiento del agua filtrada.

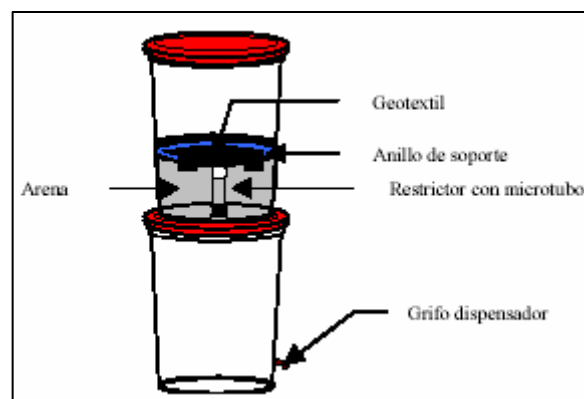


Figura 2.6. Filtro de mesa – modelo CEPIS/OPS

Cuadro 2.6. Filtro de mesa

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejora la calidad física y bacteriológica del agua. ▪ Apropiado para comunidades alejadas y dispersas. ▪ Fácil de mantener por el usuario. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trata pequeña cantidad de agua destinada a la bebida e higiene bucal.

✓ Protección de manantiales

Son soluciones de abastecimiento de agua a partir de la captación segura de pequeñas fuentes subterráneas, ubicadas en las proximidades de la vivienda o grupo de viviendas. El punto de abastecimiento puede encontrarse en el lugar donde se ubica la fuente. Caso contrario, el agua puede ser conducida a los usuarios mediante tuberías de pequeño diámetro.

Estas soluciones se componen de captación y surtidor de agua. El surtidor puede estar en el mismo lugar de captación o a distancia y se convierte en una conexión domiciliaria o fuente pública.

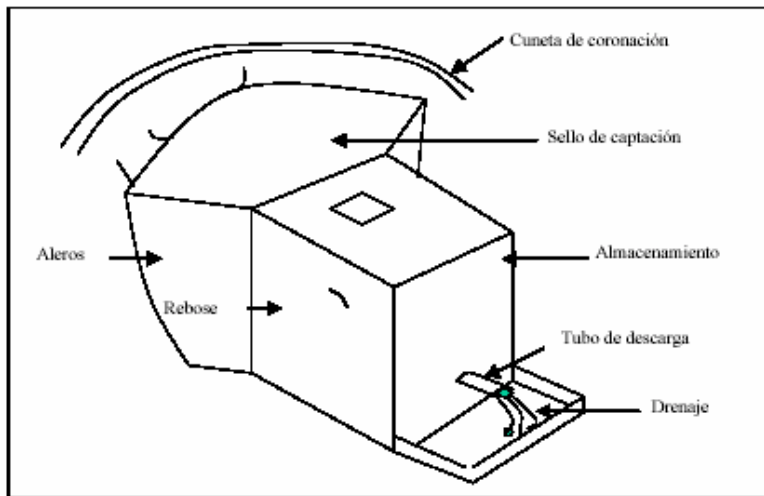


Figura 2.7. Protección de manantial

Cuadro 2.7. Protección de manantiales

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de construir y mantener. • No requiere gran inversión. • Se utilizan recursos humanos y materiales locales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Racionamiento del servicio por bajo rendimiento de la fuente. • Puede generar cierto conformismo.

✓ Pozos - bombas manuales

Soluciones compuestas por pozos perforados o excavados debidamente protegidos; pueden ser del tipo familiar o multifamiliar. Según el tipo de protección del pozo y de la presencia de puntos de contaminación, el agua debe desinfectarse antes de destinarse al consumo humano directo.



Figura 2.8 Bomba manual

Cuadro 2.8 Bomba manual

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Recomendable para poblaciones dispersas con posible existencia de aguas subterráneas. • No requiere gran inversión. • Fácil operación y mantenimiento. • Se utilizan recursos humanos y materiales locales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede haber dificultad para conseguir repuestos de las bombas manuales.

2.2 Desinfección de agua para consumo

El agua para consumo humano debe ser potabilizada, es decir, debe recibir tratamiento físico, químico y de desinfección. Mediante el tratamiento físico, se eliminan por sedimentación las partículas sólidas contenidas en el agua. El tratamiento químico tiene por objeto reducir el contenido de material en suspensión (turbiedad). La desinfección está dirigida a eliminar las bacterias y virus presentes en el líquido.

La desinfección de abastecimiento comunitario de agua es una medida esencial de salud pública, que data de principios del Siglo XX. Su importancia se ha demostrado plenamente en la teoría y en la práctica. El tratamiento adecuado y la desinfección confiable de agua permitieron reducir considerablemente la incidencia de tifoidea y cólera en muchos países, antes de que se descubrieran los antibióticos y las vacunas. En todos los lugares donde se realizó adecuadamente la desinfección de agua, se obtuvieron beneficios en la salud de los usuarios.

Actualmente, el objetivo de la desinfección de agua es asegurar que el consumidor reciba agua esencialmente saludable mediante la destrucción de agentes patógenos, y que mantenga una barrera protectora contra los agentes patógenos que se podrían introducir en el sistema de abastecimiento de agua y suprimir así la contaminación microbiológica del agua que pudiese ocurrir posteriormente.

A grandes rasgos, la calidad del agua destinada al consumo humano no debe contener microorganismos nocivos, y las concentraciones de sustancias químicas o de otro tipo, deben estar por debajo de los niveles que puedan presentar riesgos para la salud. Además, tampoco debe tener turbiedad o color, ni sabor u olor desagradable.

2.2.1 Desinfección

La desinfección del agua podría definirse como el proceso de destrucción o desactivación de agentes patógenos y otros microorganismos indeseables presentes en el agua destinada al consumo humano.

2.2.2 Métodos de desinfección

En la práctica no existe un desinfectante ideal, uno que se desempeñe óptimamente en todas las circunstancias. Los desinfectantes y el equipo de desinfección, se deben seleccionar de modo que satisfagan en lo posible las condiciones específicas de la aplicación a que se destinen, y teniendo en cuenta todos los factores que influyen en la fiabilidad, continuidad y eficacia de la desinfección. Los principales métodos de desinfección del agua se presentan el cuadro 2.9.

Cuadro 2.9. Métodos de desinfección del agua

Físicos	Químicos	
Ebullición Tamices Sedimentadores Filtros de arena Radiación solar (luz)	Cloro Yodo	Sodio Hipoclorito Dicloro isocianurato de sodio Calcio

La mayoría de compuestos de cloro son desinfectantes muy eficaces y se utilizan en toda América Latina y el Caribe. El yodo y el dicloroisocianurato de sodio se utilizan ampliamente como desinfectante en casos de emergencia durante períodos cortos, y como desinfectante complementario en situaciones microbiológicas difíciles.

✓ Ebullición (hervido)

Es una buena práctica si el agua hierve de uno a tres minutos, pero por lo general resulta costoso para algunas familias debido al gasto en combustible. Además, con esta agua no se pueden lavar verduras ni los servicios de cocina porque no tiene efecto residual.

✓ Tamizado

Consiste en echar el agua a través de un paño de algodón limpio; eliminará una cierta cantidad de sólidos en suspensión o turbidez.

✓ Radiación solar

Mediante este método, el agua es sometida a la exposición del sol en botellas de vidrio o plástico transparente durante cuatro horas. Es válido en los lugares donde hay sol todo el año, pero no tiene efecto residual.

✓ Hipocloritos

Pueden ser líquidos o sólidos. De amplio uso en pequeños sistemas de abastecimiento y en la desinfección domiciliar de agua para el consumo directo; tienen efecto residual.

Existen también dosificadores por erosión de tabletas de hipoclorito de calcio de alta concentración. En la Figura 2.9 se muestra un sistema de desinfección por erosión.

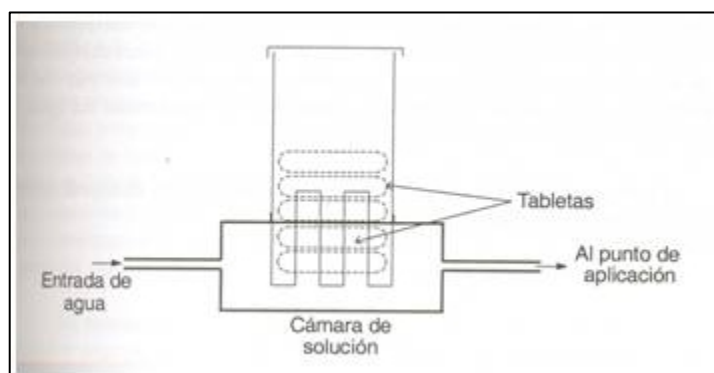


Figura 2.9. Desinfección por erosión

✓ Yodo

De uso limitado por su alto costo. Muy empleado en filtros caseros de agua. Tiene efecto residual.

✓ Dicloroisocianurato de sodio (NaDCC)

Es un compuesto que libera cloro en concentraciones adecuadas. Tiene larga estabilidad, lo que es ideal para mantenerlo en depósito por periodos mucho mayores que cualquier otro compuesto de cloro.

✓ Filtros de arena

Existen dos tipos de filtro de arena. A continuación se detallan.

a) Filtros lentos de arena

Consta de una caja o tanque que contiene una capa sobrenadante del agua, la cual se va a desinfectar, además de un lecho filtrante de arena, drenajes y un juego de dispositivos de regulación y control.

b) Filtros rápidos de arena

Es el uso de arena más gruesa y una tasa más elevada que los filtros lentos de arena.

Características deseables en un desinfectante de agua

El desinfectante ideal deberá reunir las siguientes características:

- Destruir o desactivar en un tiempo determinado los microorganismos patógenos presentes en el agua.
- Ser confiable para usar dentro del rango que deben encontrarse en el abastecimiento de agua.
- Mantener una concentración residual adecuada en el sistema de distribución de agua para evitar la recontaminación.
- No introducir ni producir sustancias tóxicas; en caso contrario, estas deben mantenerse por debajo de los valores guía.
- Ser seguro y conveniente de manejar y aplicar.
- El análisis para determinar la concentración de desinfectante en el agua debe ser exacto, sensible, rápido y apropiado.
- El costo del equipo, instalación, operación, mantenimiento y reparación, así como su adquisición y el manejo de los materiales deben ser asequibles.

✓ La cloración como método de desinfección

El cloro es un bactericida y virucida eficaz en la mayoría de situaciones y proporciona un residual que puede medirse fácilmente. El residual de cloro en el agua desinfectada ayuda a proteger el agua contra la recontaminación microbiana. Para los seres humanos y los animales, el cloro que contiene el agua no es nocivo en las concentraciones empleadas para la desinfección.

Para cualquier método de desinfección, incluida la cloración, la eficiencia de la desinfección está basada en la naturaleza y concentración de los microorganismos de interés, y en la naturaleza del agua a ser desinfectada. Por eso, antes de realizar la desinfección de agua es muy importante conocer la calidad bacteriológica y fisicoquímica del mismo, especialmente en lo que respecta a contaminación fecal y turbiedad.

✓ Compuestos de cloro

El cloro se encuentra a la venta bajo diversas formas y es relativamente económico y sencillo de aplicar al agua. Los compuestos de cloro de mayor uso en la desinfección del agua se presentan en el cuadro 2.10.

Cuadro 2.10. Características de los compuestos de cloro

Compuesto	Presentación	Aplicación
Hipoclorito de sodio (comercial)	Líquido	Solución
Hipoclorito de calcio	Sólido	Solución
Cal clorada	Sólido	Solución

✓ Concentración del desinfectante en el agua de consumo

Para una adecuada desinfección de agua, es necesario conocer la demanda de cloro (cantidad de cloro necesaria para desinfectar y está ligada a la calidad química y microbiológica del agua) a fin de determinar la dosis correcta del desinfectante a ser aplicada. Normalmente, las aguas con alta turbiedad requieren mayores dosis de desinfectante que las aguas con baja turbiedad. Algo muy semejante sucede cuando el agua contiene compuestos orgánicos o productos oxidables, los cuales ejercen una demanda adicional de cloro, tal como ocurre con la turbiedad. Si no es detectada oportunamente, esta demanda conduce a errores al aplicar el desinfectante, con la consiguiente ausencia de cloro residual en el agua de consumo humano.

Por ello, se recomienda que la concentración de cloro en el agua de consumo humano esté comprendida entre 0,3 y 0,6 mg Cl₂/L. Valores por debajo del especificado pueden no resultar beneficiosos, mientras que valores por encima de 0,6 mg Cl₂/L pueden dar lugar a un rechazo del agua por mal olor o sabor.

✓ Tiempo de contacto

La necesidad de la desactivación de los organismos patógenos, conduce a establecer un tiempo mínimo de contacto para lograr la desinfección del agua. Se ha establecido que para procesos de desinfección bien operados, el tiempo de contacto mínimo para lograr la destrucción de las bacterias, virus y protozoos es de 30 minutos, siempre que se disponga de un cloro residual de 0,5 mg Cl₂/L.

La eficiencia de la cloración es afectada por la materia en suspensión, los nemátodos, la temperatura, el calcio, el valor de pH, el nitrógeno amoniacal, los fenoles y la materia orgánica en general.

Cuadro 2.11. Ejemplo de objetivos de rendimiento para eliminación de turbiedad y de las bacterias coliformes termotolerantes en el tratamiento de agua a pequeña escala (OMS, 1998)

Fase y proceso	Turbiedad			Bacterias coliformes termotolerantes		
	Eliminación	Promedio de carga (UNT)*	Carga máxima (UNT)*	Eliminación (%)	Promedio de carga (por 100 ml)	Carga máxima (por 100 ml)
Simple sedimentación	50	60	600	50	1.000	10.000
Prefiltros de grava (tres escalones)	80	30	300	90	500	5.000
Filtro lento de arena	>90	6	60	95	50	500
Desinfección	NA (a)	<1	<5	>99,9	<3	25
Agua distribuida	NA (a)	<1	<5	NA (a)	<1	<1

(a) NA: No aplicable.

(*) UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad

A. Desinfección del agua para consumo de la comunidad y preparación del desinfectante

✓ Cloración del agua

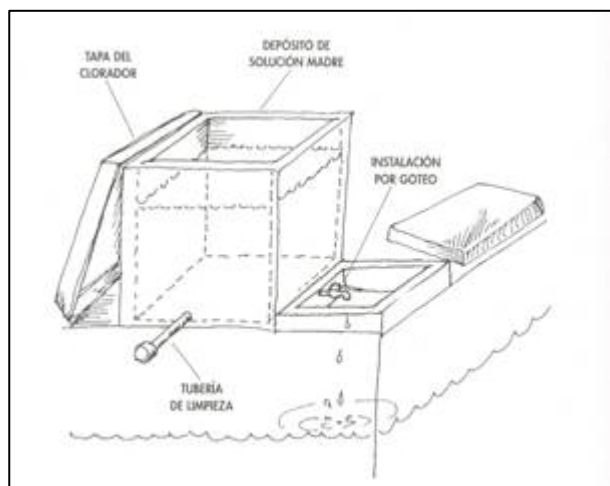
El uso del cloro como agente desinfectante del agua para consumo humano es el método más efectivo y económicamente factible. A través de la desinfección por cloración, se asegura y mejora la calidad del agua, con el fin de solucionar problemas de salud pública originados por el consumo de agua.

Los métodos más empleados para la desinfección del tanque de agua son la cloración por goteo y por difusión.

a) **Clorador artesanal por goteo (Marrón, 1998)**

Los principales componentes del clorador se observan en esta figura.

Un pequeño tanque de material noble sobre el reservorio, colocado cerca del ingreso de agua y junto a la tapa sanitaria. El interior de las paredes y el piso del clorador se revisten con una capa de 2 cm de cemento con sika para evitar fugas. El piso debe tener una ligera inclinación hacia la tubería de limpieza. En el tanque se deposita la solución madre.



✓ Aforo, cálculo del goteo y preparación de la solución madre

En el clorador se prepara una solución de cloro con agua; con el caño (grifo) se controla el goteo de esta solución dentro del reservorio.

- **Aforo.** Para calcular el goteo y la cantidad de cloro en polvo que se requiere, primero se debe medir el caudal o la cantidad de agua que entra en el reservorio. Esta operación se llama aforo. Para realizarla, se cuentan los segundos que demora en llenarse un balde de volumen conocido.
- **Cálculo del goteo y preparación de la solución madre.** Con el caudal calculado, en el cuadro 2.12 se obtiene la cantidad de gramos de cloro requerido, el volumen de solución madre que se preparará y las gotas por minuto.

Cuadro 2.12. Cálculo del goteo y preparación de la solución madre

Caudal litros/seg	Peso de cloro (gramos)	Volumen solución madre (litros)	Gotas por minuto
0,30	115	15	12
0,40	140	18	15
0,50	170	22	18
0,60	208	27	22
0,70	240	31	26
0,80	277	36	30
0,90	308	40	33
1,00	346	45	37
1,20	408	53	44
1,50	524	68	56
1,80	624	81	67
2,00	693	90	74
2,25	770	100	83
2,50	862	112	92

Se echa en un balde la cantidad de cloro obtenido a partir del cuadro 2.12, con un poco de agua para disolverla. Luego, se vierte esta mezcla en el clorador, el que se llena con agua hasta completar los litros de solución madre que recomienda la tabla.

La solución madre (concentración: 5.000 ppm) es la mezcla de cloro y agua que se introdujo en el clorador artesanal y que, por goteo, desinfectará el agua del reservorio. Entonces, se regula el grifo para que caigan aproximadamente las gotas por minuto que indica la tabla. Se cuentan estas durante un minuto. Se considera correcto si del clorador caen hasta cinco gotas más o menos de lo que indica la tabla. Así, la solución madre durará aproximadamente siete días.

Esta tabla considera cloro en polvo HTH al 65%. Si el cloro utilizado tiene otro porcentaje, para calcular el peso necesario se hará la siguiente operación (solo la última columna de la tabla variará):

$$Peso = \frac{Peso\ cuadro \times 65}{\% Cloro}$$

Ejemplo.- Si el caudal de agua que entra al reservorio es de 0,83 litros/segundo y en la región solo se comercializa cloro en polvo HTH al 70%, se comprueba en la tabla que el caudal más aproximado es de 0,80 litros/segundo, por lo que el goteo será de 30 gotas por minuto. Entonces, se prepara una solución madre de 36 litros. Para saber el peso de cloro al 70% que debemos utilizar, se realiza la siguiente operación:

$$Peso = 277 \times 65/70 = 257$$

Es decir, se emplearán 257 gramos de cloro en polvo al 70% para preparar la solución madre de 36 litros. Una vez preparada, se regula el grifo para que proporcione treinta gotas por minuto.

✓ Calibración del clorador artesanal: regulación del goteo

Los datos anteriores consideran un tipo de agua normal. Sin embargo, algunos aspectos físicos y químicos del agua pueden alterar la cloración. Por esta razón, siempre se debe regular el goteo al momento de hacer funcionar el clorador.

Al medir el cloro residual en las piletas más alejadas de la red, se comprobará si el goteo obtenido de la tabla es correcto. Si no se encuentra el cloro residual necesario (0,2 ppm – 1,0 ppm), se debe regular el grifo para aumentar el goteo. En ningún caso se incrementará la dosis a más de tres veces de la calculada en la tabla.

✓ Para determinar el cloro residual

- Se espera entre 3 y 4 horas desde el inicio de la cloración. Es mejor dejar las piletas abiertas durante estas horas.
- Una vez transcurrido el tiempo necesario, se rellena el pequeño tubo del “comparador de cloro” con el agua que sale de la pileta más alejada y se introduce una pastilla de DPD. Se agita el tubo y se espera durante dos minutos hasta que tome un color rosáceo.
- Se compara este color con la tabla de colores del comparador de cloro y, por aproximación, se determina la concentración (ppm) del cloro residual del agua.

Si apenas se colorea, significa que no tiene el cloro suficiente y se debe aumentar el número de gotas; si toma un color demasiado fuerte, se disminuye el goteo. Al regularlo, la solución madre ya no durará siete días. La primera vez que se use el clorador, es necesario llevar un registro de tres determinaciones por día como mínimo y apuntar el cloro residual encontrado – siempre en los mismos puntos – además de la fecha y hora.

b) Uso del hipoclorador de difusión automático (DISABAR-MINSA, 1980)

✓ Elementos y acciones necesarias

- Hipoclorito (cloro). Realizar la cloración por medio de cloro en su forma comercial de hipoclorito de calcio o sodio con una concentración de 30%.
- Hipoclorador de flujo-difusión. Elemento utilizado para realizar la dosificación adecuada de cloro al agua.
- Comparador artesanal de cloro.
- Medir la cantidad de cloro residual entre 0,2 y 0,8 miligramos/litro.

Primero se debe realizar la desinfección del sistema de agua potable (captación, reservorio, tubería). Se procede a clorar el agua para consumo humano. Se utiliza para este fin el nuevo hipoclorador mejorado para un gasto de 1 L/s; se produce su propia solución y dosificación automática.

✓ Cloración del agua

- Pastilla reactiva (DPD)
- Tapa y tapón
- Muestreador
- Hipoclorador de flujo-difusión
- Comparador de cloro residual
- Buzón de inspección
- Hipoclorador

✓ Procedimiento

- Cargar el hipoclorador con el cloro en forma de hipoclorito de calcio al 30%, preparado en pasta en proporción 3:1 (hipoclorito/agua).
- Colocar en posición vertical el hipoclorador; remover la tapa de ingreso y llenar el espacio con aproximadamente 2 kg de hipoclorito (pasta); enrasar el borde superior y volver a tapar. Se colocará un hipoclorador por cada litro/segundo que ingrese a la unidad a ser desinfectada.
- Colgar el hipoclorador en posición vertical con ayuda de una cuerda o nylon y sumergirlo totalmente dentro de la instalación de agua potable.
- Si se tiene un valor menor de 0,2 mg/L al medir el cloro residual del agua con el comparador, cada 20 días se debe renovar el contenido del hipoclorador, en caso no se tuviera comparador.

✓ Procedimiento

- Llenar el tubo de vidrio con la muestra de agua.
- Agregar una pastilla de DPD y ver el color formado para determinar el cloro residual.
- Luego de 60 segundos, comparar el color producido con la escala de valores y obtener el cloro residual de la muestra.

✓ Observación

El cloro residual en agua para consumo humano no debe ser mayor de 0,8 mg/L para evitar el rechazo.

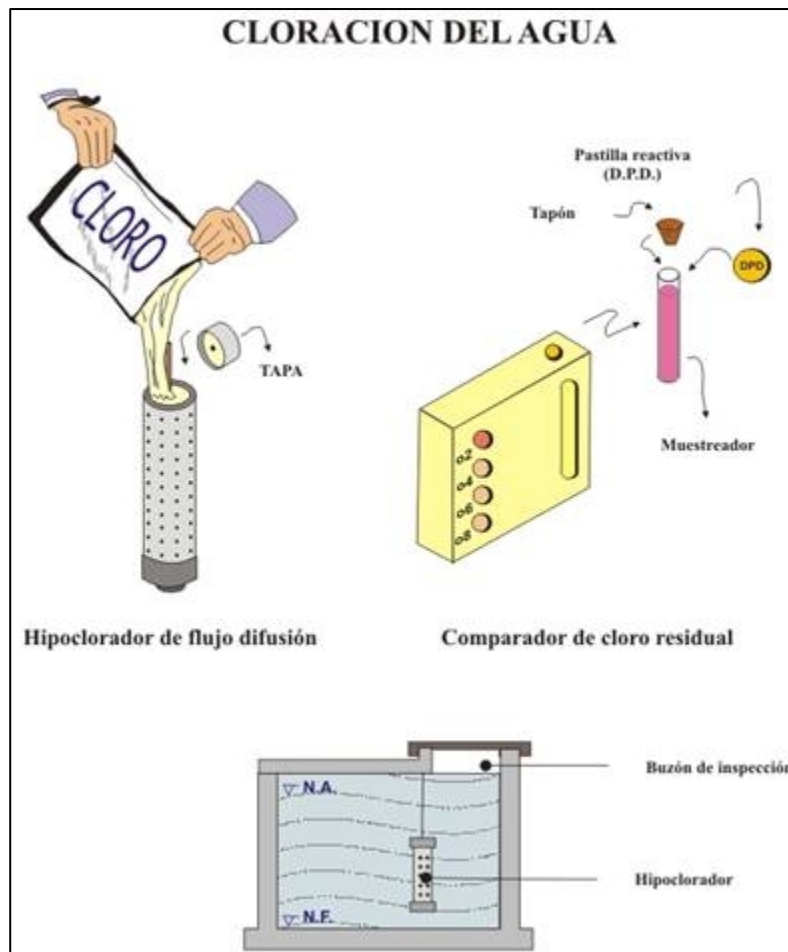


Figura 2.10. Hipoclorador de flujo-difusión y comparador de cloro

FORM GL-CT 2

2.3 Manejo intradomiciliario del agua

✓ Almacenamiento de agua en el hogar

El agua que llega limpia del abastecimiento o que ha sido tratada en el hogar, debe protegerse de una nueva contaminación. Son importantes las precauciones y consideraciones que se describen a continuación.

- Ubicación de los recipientes de almacenamiento. El recipiente de almacenamiento debe estar situado por encima del nivel del suelo para restringir su acceso a niños y animales. De ser posible, es conveniente situarlos a la sombra para mantener fresca el agua. Además, deben estar en lugar accesible a los usuarios y donde puedan ser llenados nuevamente.

- Diseño del recipiente de almacenamiento. El recipiente de almacenamiento se diseñará con miras a reducir el riesgo de contaminación. Debe tener una tapa segura y muy ajustada. Será lo bastante fuerte para resistir una manipulación ruda sin agrietarse, y ser fácil de levantar del suelo y de acarrear de vuelta al lugar de almacenamiento una vez llenado. El agua almacenada se puede mantener fresca en vasijas o botes de cerámica, mediante los cuales se evapora parte del agua, lo que tiene efectos refrigerantes. Los contenedores deben ser fáciles de llenar y limpiar, de modo que el contacto con las manos sea mínimo.
- Extracción del agua. Es imprescindible extraer el agua del contenedor higiénicamente, sin ningún contacto entre manos y agua. Generalmente, el agua se extrae con un tazón, lo que puede ser aceptable si el tazón no se utiliza para ningún otro fin, si se lava regularmente y si se guarda donde no pueda contaminarse. Sin embargo, dado que es difícil introducir el tazón en el agua sin mojarse las manos, el riesgo de contaminación sigue siendo alto. Es preferible utilizar un recipiente que se guarde permanentemente dentro del contenedor, con lo que se reduce el riesgo de contaminación mientras el recipiente no se utiliza.

Las sustancias como el petróleo, el gasóleo, los plaguicidas y los disolventes no deben almacenarse ni utilizarse cerca de las instalaciones de agua (manantiales, zonas de captación, depósitos de almacenamiento, etc.). Los contenedores que hayan sido empleados para almacenamiento, transporte o manipulación de estas sustancias no deben usarse después para almacenar agua destinada al consumo humano, ni siquiera después de una limpieza a fondo.

Los elementos más importantes del almacenamiento de agua se resumen a continuación.

- Usar una fuente de agua limpia o tratar el agua en el hogar o en un depósito de almacenamiento.
- Almacenar el agua en un recipiente de cerámica o de plástico con tapa.
- Colocar el contenedor de agua lejos del acceso de niños o animales.
- Instalar un surtidor en el contenedor para extraer agua limpia, de modo que no se contamine con el contacto de las manos o con tazones sucios.

✓ Depósitos de almacenamiento

En lugares donde la red de suministro de agua al hogar funcione de manera intermitente, se suele utilizar un depósito de almacenamiento para disponer de agua suficiente para las necesidades de la familia durante todo el día. El depósito debe estar cubierto para prevenir la contaminación del agua y para restringir el acceso de niños y animales. Puede estar dentro o fuera de la casa, pero si permanece fuera, debe protegerse con una cubierta sólida y resistente a los cambios de temperatura.

Si el agua que entra en el depósito es limpia, es decir, si procede de una fuente protegida o de una estación de tratamiento, el depósito debe ser inspeccionado, limpiado y desinfectado por lo menos una vez al año. Si el agua que entra no es limpia, la limpieza será más frecuente en función de la calidad del agua. El agua de calidad deficiente debe tratarse por los medios más apropiados.

Cuando se instale un depósito para almacenamiento doméstico de agua y una red de distribución para el agua de beber, en principio se debería llenar el conjunto de agua con un contenido de 50 mg/L de cloro y dejarla reposar toda una noche con el fin de desinfectar el sistema antes de utilizarlo.

✓ Tratamiento del agua en el hogar

Cuando la fuente de agua que abastece a una comunidad no esté protegida y/o no haya sido tratada, o cuando el abastecimiento de agua esté contaminado, probablemente el agua de uso doméstico deba tratarse en el hogar para asegurarse de que su consumo no sea peligroso. El tratamiento y almacenamiento higiénico del agua en el hogar pueden mejorar la calidad estética del agua (turbiedad, temperatura, etc.) y reducir la contaminación fecal, pero su utilización para mejorar la calidad química no es común. Por consiguiente, la presente sección versa solamente sobre la reducción de la contaminación fecal del agua de beber, para prevenir la transmisión de enfermedades infecciosas que el agua puede transmitir.

Si el agua de beber se contamina de nuevo periódicamente, la mejor medida correctiva es un programa de educación en materia de higiene. El programa debe dirigirse a toda la comunidad, pero de manera especial a los miembros que se suelen encargar de su acarreo, almacenamiento y tratamiento (generalmente mujeres y niños). La recontaminación es resultado, generalmente, de ciertas modalidades de comportamiento. Si estos comportamientos se modifican, se reducirán o eliminarán los riesgos a la salud. También se debe aplicar intervenciones técnicas (como las que se describen más adelante). Sin embargo, no es probable que éstas redunden en una reducción considerable de la recontaminación, sin el complemento de un programa de educación en materia de higiene.

Cuando los abastecimientos de agua estén contaminados o cuando no hayan sido analizados, debe recomendarse en general el tratamiento del agua en el hogar. La contaminación fecal del agua puede combatirse:

- Hirviendo el agua
- Filtrando el agua
- Con desinfección química

✓ Ebullición

La ebullición es un procedimiento sencillo para eliminar huevos, quistes, bacterias y virus presentes en el agua contaminada. El agua debe calentarse hasta que empiecen a subir continuamente a la superficie grandes burbujas y no cesen de hacerlo durante por lo menos un minuto. El agua hierve a temperaturas más bajas, a medida que aumenta la altitud. Así, por

cada 1.000 metros por encima del nivel del mar, se debe añadir un minuto al tiempo de ebullición. El procedimiento presenta estos inconvenientes:

- Requiere grandes cantidades de combustible, cuyo costo puede impedir a la población hervir el agua en muchas zonas.
- Puede dar al agua un sabor desagradable e inaceptable.
- El agua muy caliente puede causar accidentes en el hogar.
- El agua hervida puede volverse a contaminar una vez enfriada.

✓ Filtros caseros sencillos

Hay muchos tipos de filtros caseros; algunos se pueden encontrar en el comercio; otros se pueden fabricar localmente. Muchos de estos filtros eliminan además los parásitos, por ejemplo quistes, huevos y larvas del gusano de Guinea. Pero es posible que no todos los filtros sencillos eliminen todos los microorganismos del agua. Algunos filtros caseros sencillos son de piedra; otros son de arena.

- Sedimentación. Si el agua turbia se deja en un contenedor cerrado durante varias horas, por ejemplo, toda la noche, una proporción de las partículas en suspensión se posará en el fondo.
- Coagulación. El agua turbia puede sedimentar más rápidamente si se utiliza un coagulante químico para que las partículas en suspensión se aglomeren. La dosis de alumbre necesaria depende de la turbiedad del agua y, en lo posible, se determinará sobre la base de la experiencia local.

✓ Desinfección

Si el agua está contaminada pero aparece clara y transparente, es factible recurrir a la desinfección para eliminar los microorganismos que contenga. Al emplear cloro con este fin, se obtendrá un residuo desinfectante que contribuirá a evitar la recontaminación. Hay distintas maneras de desinfectar el agua de beber doméstica; entre ellas, la más común es el uso del cloro. Con frecuencia se emplea una solución de cloro al 1%, en forma de hipoclorito de sodio (lejía líquida), hipoclorito de calcio (generalmente en polvo) o hipoclorito de alta prueba en forma de polvo.

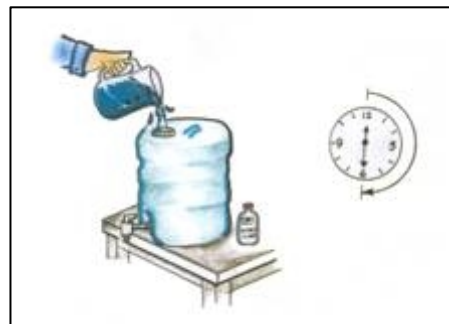
El cloro es una sustancia peligrosa. Es muy corrosivo en solución concentrada y las salpicaduras pueden causar quemaduras y lesiones en los ojos. Si salpica cloro en los ojos o en la piel, deben lavarse inmediatamente a fondo con abundante agua. Durante el transporte, la manipulación de las formas sólidas es menos peligrosa que cuando se trata de soluciones. Los lugares donde se almacene cloro en cualquiera de sus formas deben ofrecer condiciones de seguridad, y es necesario tomar precauciones especiales para impedir el acceso de niños y animales.

2.3.1 Manejo del agua en los hogares

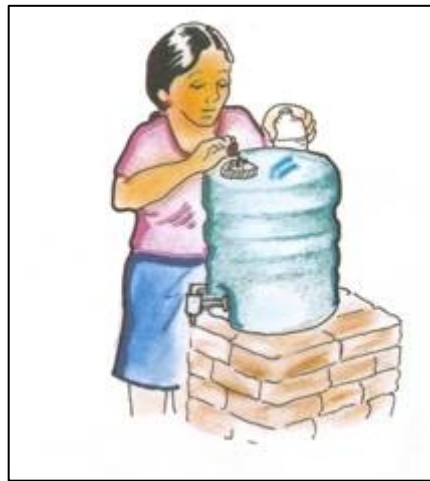
- El recipiente de almacenamiento impide la entrada de microbios al agua.
- Con un paño de tela, se fabrica un filtro que impida la suciedad del agua y mediante el cual el desinfectante sea más eficaz.
- Al sedimentarse el agua y al separar agua clara de agua turbia, se fortalece la labor del desinfectante.
- En los recipientes se recomienda la cantidad correcta de desinfectante a ser utilizado; ahí también se indica cómo medirlo y añadirlo al agua.



- El desinfectante mata los microbios en el agua en 30 minutos. Es necesario esperar este periodo para que el desinfectante produzca su acción beneficiosa. Luego se puede beber el agua.



- Desinfectar siempre el agua antes de beberla, o antes de utilizarla para lavarse o preparar los alimentos.



✓ Almacenamiento del agua

Se debe utilizar correctamente el recipiente para almacenar agua y protegerla de la contaminación. No colocar las manos ni los utensilios dentro del agua. Limpiar el recipiente al menos una vez a la semana.

✓ Almacenamiento de la botella de desinfectante

- Fuera del alcance de los niños.
- En el interior, en un lugar fresco y oscuro.



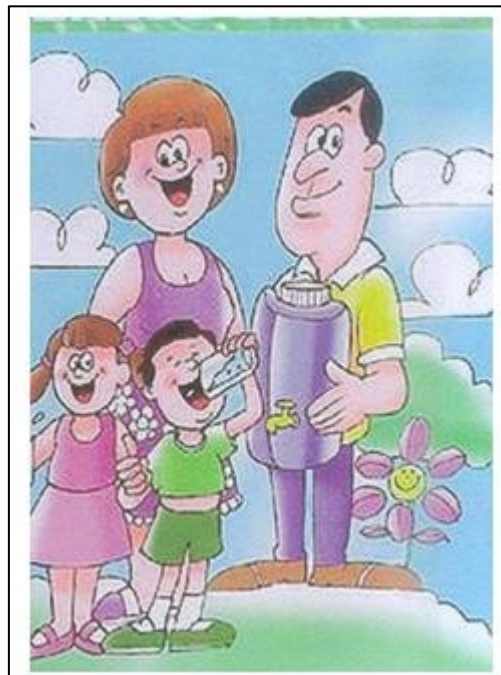
✓ Usos del agua tratada

- Para beber.
- Para lavarse las manos y los dientes.
- Para lavar los productos alimenticios.
- Para limpiar los utensilios de cocina y de mesas.



✓ Beneficios del tratamiento del agua y del almacenamiento seguro

La familia, especialmente los niños, serán más saludables y tendrán menos diarrea si se utiliza desinfectante y un recipiente de almacenamiento de agua que la proteja de la contaminación.



2.4 Operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua

Se requiere cloro para realizar la operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua. En el cuadro 2.13 se indica la cantidad de cloro en función de los requerimientos.

Cuadro 2.13. Cantidad de cloro (hipoclorito) requerido en la desinfección de instalaciones de agua

Descripción	(C) Concentración mg /L ó (ppm)	(T) Tiempo de retención (horas)	(P) Peso de hipoclorito de calcio (kg)	Cantidad mínima de agua para diluir el hipoclorito de calcio (L)
Captación	150 – 200	2 - 4	0,8 (x m ³)	65
Buzón de reunión	150 – 200	2 - 4	0,8 (x m ³)	65
Reservorios:				
Hasta 5 m ³	50	4	0,83	65
10 m ³	50	4	1,70	135
15 m ³	50	4	2,50	200
20 m ³	50	4	3,30	264
25 m ³	50	4	4,20	336
30 m ³	50	4	5,00	400
40 m ³	50	4	6,60	520
50 m ³	50	4	8,30	664
Más de 50 m ³	50	4	*	
Tuberías	50	4	*	
Pozos	50	4	*	

(*) Para mayores volúmenes y, en general, cuando se desee conocer el peso requerido de cloro para cualquier instalación, puede aplicarse la siguiente fórmula práctica:

$$P = \frac{C \times V}{(\% \text{ Cloro}) \times 10}$$

Donde:

P = Peso requerido de hipoclorito en gramos

C = Concentración aplicada (mg/L) valores recomendados.

% Cloro (Hipoclorito) = Porcentaje de cloro libre en el producto, en este caso 30%.

V = Volumen de la instalación a desinfectar en litros (L).

2.4.1 Captaciones, líneas de conducción, impulsión y equipos de bombeo

a) Manantial de ladera

Estructura que sirve para captar manantiales que fluyen horizontalmente, llamados “manantiales de ladera”. Se compone generalmente de dos compartimientos: cámara húmeda y cámara seca.

• Operación

✓ Puesta en marcha

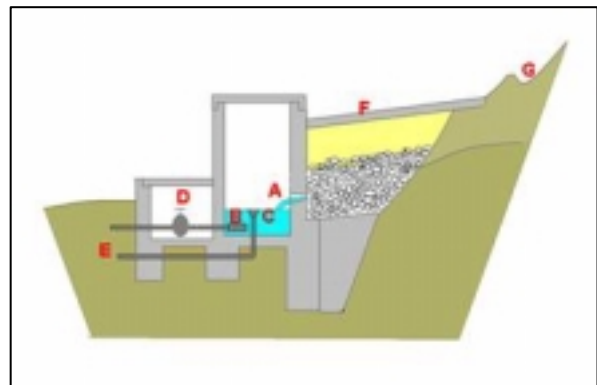
- Abrir válvula (D).
- Mantener cono de rebose (C) en posición normal, como se indica en la figura.

✓ Limpieza y desinfección

- Remover tapa de cámara húmeda.
- Quitar cono de rebose (C) para evacuar agua de cámara húmeda.
- Cerrar válvula (D).
- Limpiar con escobilla cámara húmeda, ventanas y canastilla (B), tubería de limpieza y desagüe (E).
- Colocar cono de rebose (C) y verter solución de hipoclorito de calcio con una concentración de 200 partes por millón (véase cuadro 2.13).
- Quitar cono de rebose (C) para eliminar el agua.
- Colocar nuevamente cono de rebose y dejar correr el agua por dos horas.
- Cerrar la válvula (D) para poner en marcha la captación, colocar la tapa de cámara húmeda.
- Limpiar el canal de escurrimiento (G) y la zona aledaña a la captación.

Manantial de ladera

- A Ventanas de descarga
- B Canastilla
- C Cono de rebose (removible) y desagüe
- D Válvula
- E Tubería de descarga de limpieza
- F Sello de captación
- G Canal de escurrimiento o cuneta



• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar juego de válvulas; maniobrar 1/4 de vuelta hacia la izquierda y derecha. ▪ Limpiar zona aledaña a la captación (piedras, maleza, hojas en canales de desagüe). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lampa, pico
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiar. ▪ Verificar sello de captación, resanar si es necesario. ▪ Aforar rendimiento de manantial. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lampa, pico ▪ Recipiente de capacidad conocida ▪ Escobilla, escoba
Anual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiar y desinfectar. ▪ Verificar sello y canal de escurrimiento, cambio de accesorios deteriorados. ▪ Resanar la estructura, si lo requiere. ▪ Pintar elementos metálicos. ▪ Aforar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hipoclorito de calcio ▪ Lampa, pico ▪ Recipiente de capacidad conocida ▪ Escobilla, escoba ▪ Pintura anticorrosiva y brocha ▪ Mascarilla, guantes y botas de jebe

b) Manantial de fondo

Es una unidad para captar el agua que brota o sale del subsuelo; consta de dos cámaras.

• **Operación**

✓ Puesta en marcha

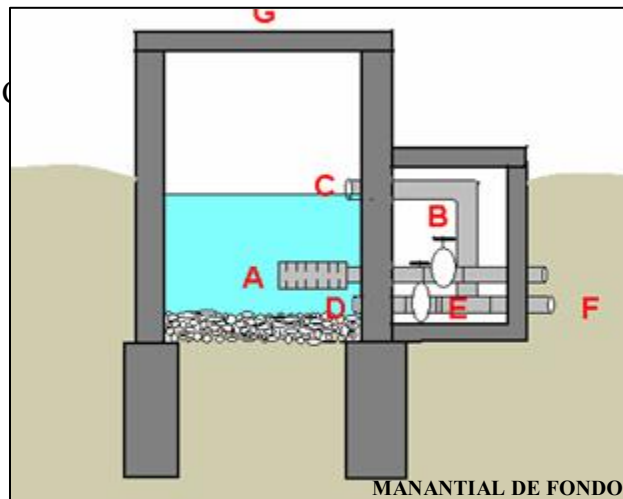
- Abrir la válvula de la salida (B).
- Mantener cerrado (E).

✓ Limpeza y desinfección

- Remover la tapa de cámara húmeda.
- Abrir la válvula (E), para evacuar el agua de la cámara húmeda y cerrar (B).
- Limpiar con escobilla la cámara húmeda.
- Cerrar (E) y preparar la solución de hipoclorito con una concentración de 200 partes por millón (Ver cuadro 2.13).
- Limpiar con una escobilla las paredes de la cámara húmeda con el hipoclorito de calcio disuelto.
- Mantener durante dos horas el estado anterior y abrir (E).
- Poner en marcha la captación.

Manantial de fondo

- Cámara húmeda
A – Salida
- Cámara seca
B – Válvula de control de salida.
E – Válvula para desagüe.
- Exteriores
F – Descarga del desagüe.
G – Tapa cámara húmeda.



• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar juego de válvulas; maniobrar hacia la izquierda y derecha 1/4 de vuelta. • Verificar estado general de la captación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lampa, pico
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar. • Aforar rendimiento de manantial. • Efectuar limpieza y desbroce de zona aledaña a la captación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lampa, pico • Vasija de capacidad conocida. • Escobilla
Anual	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar y desinfectar. • Cambiar los accesorios deteriorados. • Resanar si la estructura lo requiere. • Proteger con pintura anticorrosiva los elementos metálicos. • Aforar rendimiento de manantial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lampa, pico y ocasionalmente machete. • Vasija de capacidad conocida. • Hipoclorito de calcio. • Cubo de capacidad conocida. • Pintura anticorrosiva y brocha. • Cemento. • Arena. • Badilejo, escobilla.

c) **Galerías filtrantes**

Mediante las galerías filtrantes, se capta el agua subterránea que está muy próxima a la superficie y cuyos afloramientos se presentan dispersos en áreas considerables; se recolecta el agua en un buzón, a través de tuberías con perforaciones llamadas drenes.

- **Operación**

- ✓ Puesta en marcha

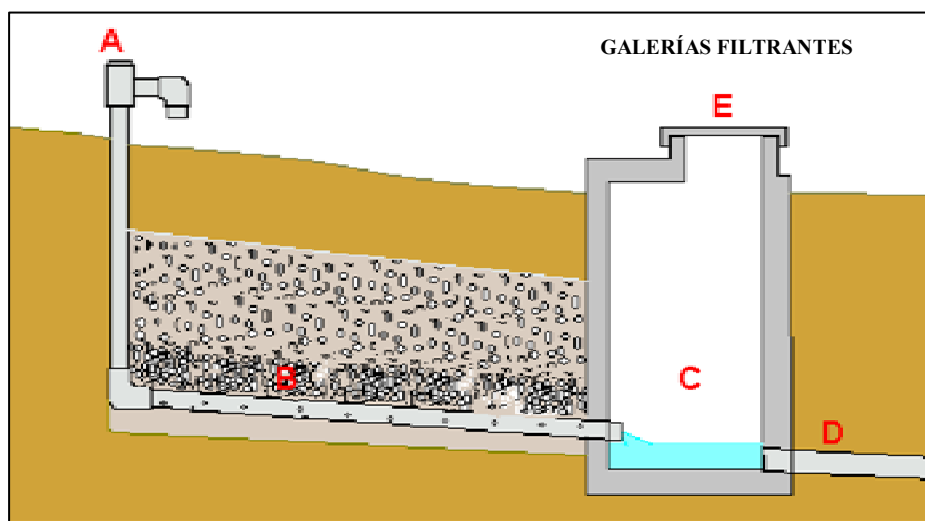
- Abrir (D) para poner en operación la galería.

- ✓ Limpieza y desinfección

- Remover la tapa sanitaria (E) de buzón de reunión (C) y cerrar D.
- Limpiar con una escobilla el fondo y paredes del buzón de reunión.
- Eliminar el agua del buzón de reunión, y volver a cerrar D.
- Remover tapón de tubería de desinfección A.
- En un recipiente con agua, agregar hipoclorito de calcio al 30% con una concentración de 200 partes por millón y verterla por A. La cantidad de hipoclorito será de acuerdo con el volumen del buzón y drenes (ver cuadro 2.13).
- Colocar el tapón de (A) en su lugar.
- Dejar por lo menos cuatro horas el desinfectante en la tubería.
- Desaguar el desinfectante utilizado por las instalaciones de desagüe del reservorio y colocar la tapa sanitaria en su lugar.
- Poner en marcha el sistema.

Galerías filtrantes

- A Tubería de ventilación y desinfección
- B Drenes o tuberías con perforaciones
- C Buzón de reunión
- D Salida a reservorio
- E Tapa sanitaria



• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspección general de la galería. ▪ Aforar el rendimiento de la galería. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cronómetro. ▪ Recipiente de volumen conocido.
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiar cámara de reunión. ▪ Eliminar la hierba y proteger la zona aledaña a la galería. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lampa, machete ▪ Llave Stillson ▪ Escobilla
Anual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiar y desinfectar el buzón de reunión. ▪ Resanar ▪ Pintar elementos metálicos. ▪ Limpiar y desinfectar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hipoclorito de calcio ▪ Escobilla ▪ Cemento, arena ▪ Brocha y pintura anticorrosiva

Observaciones. Después de la desinfección, de ser posible, usar el comparador de cloro para verificar la calidad de agua que se llevará al reservorio.

d) Pozos

Orificio que se efectúa en la superficie terrestre (suelo) para extraer agua subterránea. Consta de un hoyo, una estructura de protección y un equipo para la extracción de agua.

• **Operación**

✓ Puesta en marcha

De acuerdo con el equipo que se tenga instalado, se usa el manual de instrucción del equipo para poner en marcha el sistema.

✓ Desinfección del pozo

Elementos a utilizarse:

- Manguera plástica o tubo
- Hipoclorito de calcio
- Agua

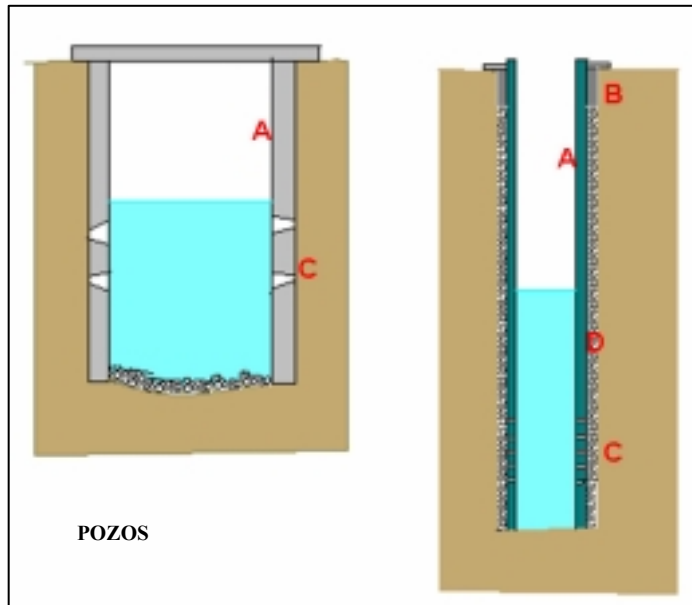
Pasos a seguir:

- Bajar la manguera o tubo hasta el fondo del pozo.
- Agregar el hipoclorito de calcio disuelto, previamente preparado de acuerdo con el volumen del pozo (cuadro 2.13).
- Mezclar el hipoclorito de calcio en el equipo instalado; hacer funcionar la bomba hasta que la mezcla salga por el desagüe de la misma; detener el equipo. En el caso de bomba manual, agitar el agua del fondo del pozo con un tubo de plástico o manguera.
- Dejar que el hipoclorito de calcio disuelto y agregado permanezca 12 horas como mínimo.

- Extraer el agua clorada hasta que el cloro residual esté dentro de los límites permisibles (usar comparador de cloro).

Pozos

- A Forro de pozo
- B Sello de concreto
- C Ventanas de ingreso de agua
- D Empaque de grava



• Mantenimiento

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiar de terreno exterior, adyacente a los pozos. ▪ Mantener libres los accesos, caminos, sendas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pala ▪ Pico
Anual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extraer una muestra de análisis bacteriológico y verificar si hay contaminación. ▪ Realizar una inspección general de elementos confortantes del pozo (paredes, collarín de protección, etc.). ▪ Hacer desinfección del pozo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recipiente para muestra ▪ Equipo de extracción ▪ Manguera o tubo ▪ Hipoclorito de calcio

Observaciones. Efectuar la desinfección cada vez que se desmonte el equipo.

e) Aguas superficiales

Estructuras que permiten tomar el agua proveniente de acequias, canales, ríos, riachuelos, lagunas, etc.

• Operación

✓ Puesta en operación

- Levantar la compuerta (A) para el ingreso del agua.
- Graduar la compuerta (C) al nivel del agua que marca el vertedero triangular.

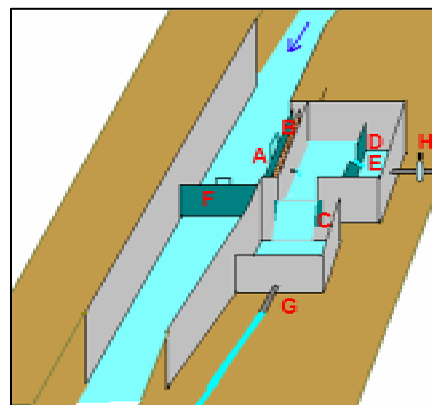
- Graduar la compuerta (F) para represar y la (A) para permitir la entrada de agua a la toma.
- Abrir la válvula de salida (H).

✓ Limpieza

- Cerrar la compuerta (A).
- Cerrar la válvula (H).
- Levantar la compuerta (C).
- Levantar el vertedero triangular (D) y la malla metálica (B).
- Eliminar los sedimentos acumulados en la caja de captación.
- Limpiar con una escobilla las paredes y canastillas, el vertedero (D), la compuerta (C) y la malla metálica (B).
- Levantar la compuerta (G), para limpiar totalmente la caja y eliminar las aguas de limpieza por el desagüe (G).
- Poner en su lugar el vertedero triangular (D).
- Ejecutar la puesta en operación.

Captación de agua superficial

- A Compuerta metálica de ingreso
- B Malla metálica
- C Aliviadero (controla vertedero)
- D Vertedero triangular (regula el caudal)
- E Canastilla de salida
- F Compuerta de represamiento
- G Tubo de descarga del rebose del aliviadero y desagüe
- H Válvula de compuerta de salida a la línea de Conducción.



• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Diaria	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar el vertedero (D). ▪ Maniobrar (C) de ser necesario. 	
Semanal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiar ingreso a la unidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rastrillo, escobilla, lampa, escoba, etc.
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maniobrar elementos metálicos. ▪ Limpiar maleza adyacente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Llave francesa ▪ Pala, machete ▪ Pico
Anual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pintar las estructuras metálicas. ▪ Resanar la estructura (de ser necesario). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lija para metal ▪ Escobilla ▪ Pintura anticorrosiva ▪ Brocha ▪ Cemento, arena, etc.

✓ Observaciones

- Señalar en el vertedero el nivel al cual debe trabajar.
- Mantener limpio de arbustos, ramas, etc., el lugar de la captación.
- Cercar la captación.
- Cerrar la compuerta (A) cuando la turbidez del agua sea excesiva y abrirla cuando se aclare, sobre todo en época de lluvias.

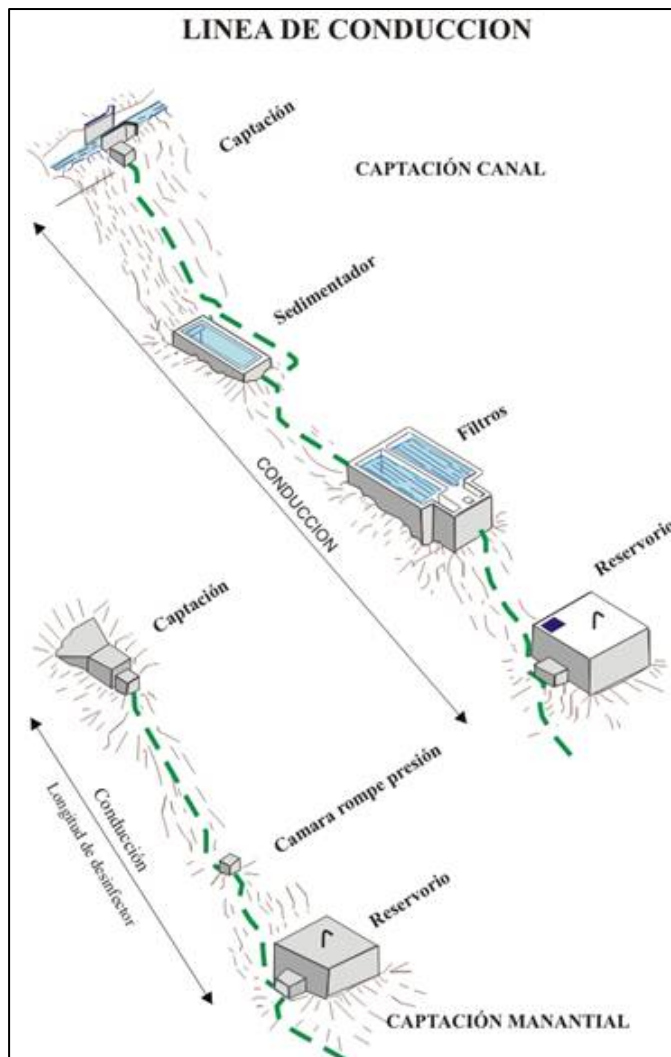
f) Línea de conducción

La línea de conducción es el canal o tubería que lleva el agua desde el lugar de captación o toma, hasta un reservorio o planta de tratamiento.

• **Operación**

✓ Puesta en marcha

- Abrir válvula de purga (si la hay) para eliminar sedimentos y aires acumulados.
- Llenar la tubería por tramos con la solución de hipoclorito (concentración de 50 partes por millón) y mantenerla durante 4 horas (cuadro 2.13).
- Evacuar el agua con desinfección por el desagüe de la unidad más cercana o por la purga.
- Utilizar el agua cuando no se perciba olor a cloro, o cuando el residual medido en el comparador no sea mayor de 0,5 mg/L.



• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Semanal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspeccionar la línea para detectar posibles fugas y repararlas. ▪ Maniobrar válvulas de purga o aire si hubiera. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pala, pico, arco de sierra, pegamento.
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspeccionar interior de buzones de reunión, cámaras de distribución y rompe presión. ▪ Limpiar si es necesario. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pala, pico, arco de sierra, escobilla, tubería, pegamento.
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resanar estructura, si es necesario. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cemento, agregados. ▪ Badilejo.
Anual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pintar elementos metálicos en la línea. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pintura anticorrosiva. ▪ Brocha.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desinfectar la línea. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hipoclorito de calcio.

✓ Observaciones

En caso de captación de canal, la desinfección sólo es necesaria en el tramo comprendido entre el filtro lento y reservorio.

g) Línea de impulsión

La línea de impulsión es la tubería comprendida entre la caseta de bombeo y el reservorio.

• **Operación**

✓ Puesta en marcha

- Cerrar la llave (D), abrir la llave (F).
- Poner en marcha (C).
- Abrir lentamente (D), cerrar lentamente (F).

✓ Limpieza y desinfección: Se hará al inicio de su funcionamiento; se debe desaguar el reservorio inmediatamente; el agua desaguada no se puede enviar a la red.

• **Mantenimiento**

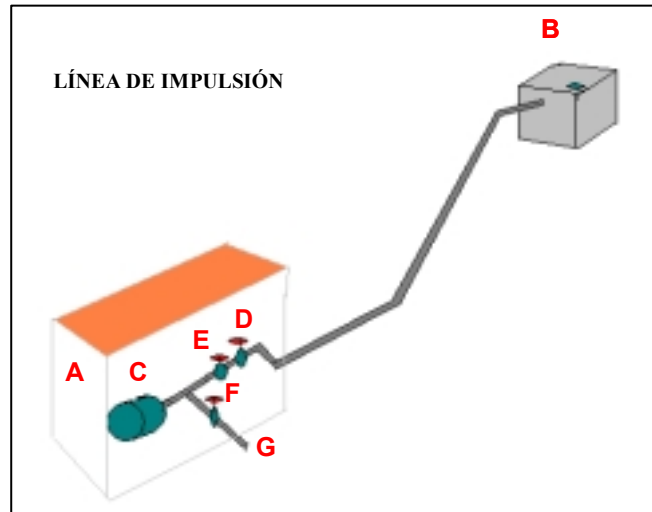
Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Semanal	Inspeccionar la línea para detectar fugas y reparar.	<ul style="list-style-type: none"> • Arco de Siena. • Tubería y pegamento. • Pico. • Pala.
Anual	Pintar elementos metálicos en la línea.	<ul style="list-style-type: none"> • Brocha. • Pintura anticorrosiva.

✓ Observaciones

En caso haya aire en la línea de impulsión, se debe purgar la tubería mediante una abrazadera y tapón para sellar una vez expulsado el aire.

Línea de impulsión

- A Caseta de bombeo
- B Reservorio
- C Bomba-motor
- D Válvulas de impulsión
- E. Válvula check
- F Válvula de desagüe
- G Desagüe



h) Equipos de bombeo

Son instalaciones mediante las cuales se impulsa el agua desde el pozo o cisterna hasta el reservorio o red de distribución.

• **Operación**

Remitirse al manual del fabricante de cada equipo de bombeo.

✓ Motores a combustión

- Cerciorarse del nivel de aceite en el cárter.
- Revisar el nivel de aceite en el purificador.
- Comprobar que el tanque de combustible esté lleno.
- Verificar el sistema de refrigeración; rellenar el tanque si es necesario.

✓ Motores a electricidad

Verificar la tensión de servicio.

Comprobar el aislamiento de las partes que estarán bajo tensión.

Revisar la lubricación de los cojinetes.

✓ Puesta en marcha

• **Bombas centrífugas**

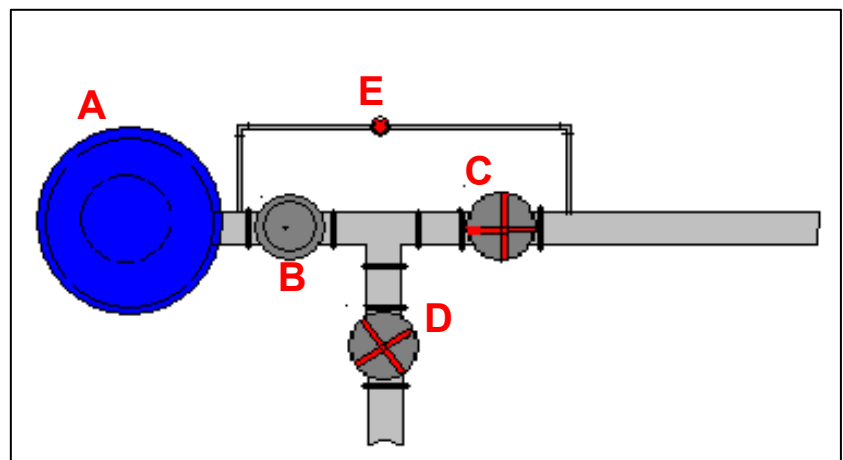
- Cerciorarse de que haya suficiente agua en el buzón o cisterna (el tubo de succión debe estar sumergido).
- Cebat la columna de succión, de ser necesario.
- Arrancar el motor y dejarlo trabajar sin carga durante 5 minutos, a velocidad moderada, para facilitar la circulación del aceite.

- Cerrar la válvula de impulsión y abrir la válvula de desagüe.
- Acelerar el motor a velocidad de operación.
- Conectar el embrague e iniciar el bombeo; abrir lentamente la válvula de impulsión y cerrar la válvula de desagüe.
- Ajustar el prensa-estopas y dejar salir una pequeña cantidad de agua (dos o tres gotas por minuto) a fin de posibilitar su lubricación. Para terminar el bombeo se debe:
 - Bajar la velocidad del motor.
 - Desconectar el embrague.
- Si el motor es de combustión interna y estuvo trabajando fuertemente (está caliente), no detener repentinamente desde la carga plena; quitar la carga y dejar que el motor trabaje sin ella de 1.000 a 1.200 rpm por 3 ó 5 minutos, según la temperatura del motor.
- Accionar el botón de parada del motor; una vez detenido, cerrar el paso del combustible.
- Hacer las anotaciones en el cuadro de control de mantenimiento del equipo.
- Dejar todo limpio y ordenado en la bomba y en la caseta.

• **Bombas tipo turbina (Pozo profundo)**

- Verificar el nivel de aceite en el cabezal.
- Revisar la lubricación del eje.
- Comprobar que el eje de la bomba gire libremente.
- Arrancar el motor y dejarlo trabajar sin carga durante cinco minutos a una velocidad moderada.
- Abrir la válvula de desagüe y cerrar la válvula de impulsión.
- Acelerar el motor a velocidad de operación.
- Conectar el embrague para iniciar el bombeo.
- Abrir lentamente la válvula de impulsión e ir cerrando la válvula de desagüe.

- A - Motor-bomba
- B - Válvula check
- C - Válvula compuerta impulsión
- D - Válvula compuerta desagüe
- E - Válvula de cebado



✓ Para terminar el bombeo deberá:

- Bajar la velocidad del motor.
- Desconectar el embrague.
- Si el motor es de combustión interna y estuvo trabajando fuertemente (está caliente), no parar repentinamente desde la carga plena; quitar la carga para permitir que el motor trabaje sin ella de 1.000 a 1.200 rpm por 3 ó 5 minutos, según la temperatura del motor.
- Accionar el botón de parada de motor; una vez detenido, cerrar el paso del combustible y el paso del aceite al eje de la bomba.
- Registrar las anotaciones en el cuadro de control de mantenimiento del equipo.
- Dejar todo limpio y ordenado en la bomba y en la caseta.

✓ Mantenimiento

El mantenimiento de los equipos debe ceñirse estrictamente al manual de operación del motor y la bomba, según marca; en todo caso, considerar las recomendaciones que se exponen a continuación.

• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Diario	<p><u>Motor y bomba</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar niveles de combustible y lubricación del motor. • Verificar la lubricación del eje de la bomba. • Chequear prensa-estopa y ajustar de ser necesario. • Reportar síntomas de mal funcionamiento. • Llenar registro de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llaves. • Desarmador. • Aceite. • Combustible. • Estopa. • Petróleo.
Quincenal o 50 horas de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar aceite de cárter. • Limpiar filtro y tasa del purificador. • Revisar el nivel de aceite del embrague. • Limpiar bujías. • Limpiar residuos de aceite y combustible. • Ajustar tuercas o pernos. • Limpiar o soplear con aire limpio y seco la superficie del motor o sus partes internas si son motores abiertos. • Verificar que la operación de los baleros estén sin residuos ni vibraciones. • Revisar montaje o alineamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llaves • Desarmador • Aceite • Combustible • Petróleo
Mensual o 100 horas de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar calibración de bujías. • Revisar y calibrar platinos. • Cambiar filtro de aceite de ser necesario. • Revisar platino y condensador. • Comprobar el conmutador y los anillos colectores. • Revisar y cambiar (de ser necesario) los cepillos del generador. • Verificar las conexiones del tubo de escape. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llaves • Desarmador • Gasolina • Petróleo • Llaves.
Trimestral o cada 500 horas de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el carbón de la culata y descarbonizar pistones. • Calibrar válvulas. • Limpiar carburador. • Poner a punto el motor. • Revisar la compresión. <p>Además de lo indicado, para 50 y 100 horas, se deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar compresión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llaves.
Semestral o 2.000 horas	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar aceite del cabezal de mando. 	

- **Observaciones**

- ✓ Motor

- No llenar el tanque de combustible cuando el motor esté en operación o caliente.
- No hacer ajustes con el motor en marcha.
- El tubo de escape debe tener salida exterior de la caseta.

- ✓ Bomba turbina

- No llenar el tanque de aceite cuando la bomba funcione.
- Cuando bombee arena, acelerar hasta obtener agua clara. Si persiste el problema, parar y recurrir a un mecánico.
- Si hay excesiva vibración o ruidos extraños, parar la bomba y solicitar ayuda de un mecánico.

- ✓ Bomba centrífuga

- No lubricar la bomba cuando esté en funcionamiento.
- No hacer funcionar la bomba al vacío, verificar el cebado.
- Si hay excesiva vibración o ruidos extraños, parar la bomba y solicitar ayuda de un mecánico.

2.4.2 Plantas de tratamiento

a) Sedimentador

Unidad cuyo diseño permite que las partículas en suspensión contenidas en el agua, se depositen en el fondo.

• Operación

✓ Puesta en marcha

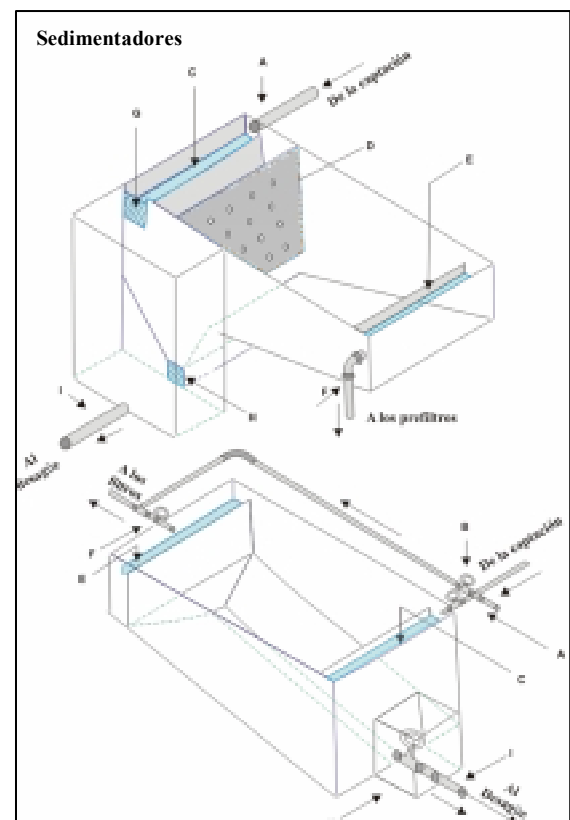
- Abrir (A), cerrar (B), (G) y (H)
- Abrir (F)

✓ Limpieza

- Cerrar (A) y (F).
- Abrir (B) o (G).
- Abrir (H) hasta mantener un tirante mínimo sobre el vertedero de salida.
- Limpiar las paredes y pantalla (D).
- Remover lodos acumulados en el fondo para facilitar su salida.
- Abrir (H) para evacuación total de lodos.
- Poner en marcha.

Sedimentadores

- A Tubería o válvula de ingreso
- B Válvula de by-pass
- C Canaleta de ingreso
- D Pantalla difusora
- E Canaleta de salida
- F Tubería o válvula de sauna
- G Compuerta de alivio
- H Compuerta o válvula de evacuación de lodos



• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Diario o mensual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar caudal de entrada. ▪ Maniobrar válvulas girando hacia izquierda y derecha. ▪ Verificar dispositivos de apertura de compuertas. ▪ Limpiar cámaras de evacuación de lodos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manual de operación
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vaciar, limpiar y lavar la unidad. ▪ Pintar elementos metálicos con pintura anticorrosiva. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cepillo ▪ Escoba ▪ Pintura ▪ Brocha
Anual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspeccionar minuciosamente la unidad; resanar deterioros en la estructura. ▪ Reparar o cambiar válvulas y compuestas para luego pintarlas. ▪ Limpiar maleza adyacente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lampa ▪ Badilejo ▪ Plancha ▪ Cemento ▪ Pintura anticorrosiva ▪ Brocha

- ✓ Observación: De acuerdo con una mayor turbidez, la frecuencia de lavado de la unidad será más corto.

b) Prefiltros horizontales

El prefiltro horizontal es una unidad que permite bajar la turbidez del agua hasta un nivel donde pueda trabajar el filtro lento sin problemas.

• **Operación**

- ✓ Puesta en marcha (una unidad):

- (A) y (B) abiertos, (C) cerrado.
- (K), (L) y (M) cerrados.
- (I) y (J) abiertos.

- ✓ Puesta en marcha (segunda unidad):

- (B) cerrado.
- (A) y (C) abiertos.
- Demás elementos: puesta en marcha similar a lo indicado en pasos 2 y 3 para una unidad.

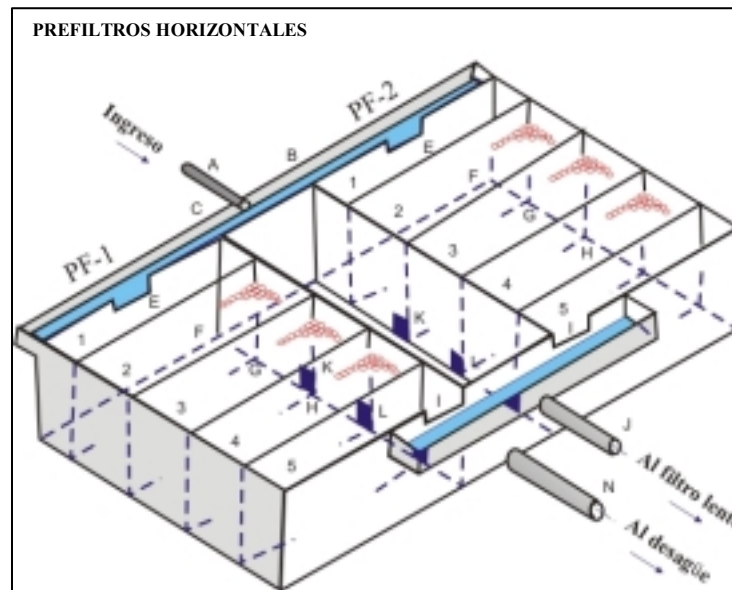
- ✓ En marcha dos unidades:

- (A) abierto
- (B) y (C) abiertos

- (I) abierto
- (J) abierto
- (K), (L) y (M) cerrados

✓ Limpeza (una unidad):

- Cerrar (I) hasta alcanzar nivel (D).
- Abrir compuerta (K) para lavar compartimiento 2.
- Abrir compuerta (L) para compartimiento 3.
- Abrir compuerta (M) para compartimiento 4.
- Limpiar paredes de compartimientos 1 y 5.



Prefiltros horizontales

- A Ingreso.
- B y C Compuertas de entrada de las unidades.
- D Vertedero de desborde.
- 1 y 5 Zona de aquietamiento.
- 2 Zonas de grava mayor.
- 3 Zonas de grava intermedia.
- 4 Zonas de grava menor.
- E y F Muros con G y H orificios.
- I Compuertas para carga de lavado.
- J Salida del agua tratada.
- K, L y M Compuertas de lavado.
- N Desagüe.
- PF-1, PF-2 Unidades de prefiltros.

• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Diario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar la calidad del agua en la entrada. 	
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar dispositivos de apertura de compuertas. ▪ Vaciar, limpiar y lavar unidad (enero, febrero y marzo). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manual ▪ Cepillo ▪ Escoba
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vaciar, limpiar y lavar unidad. (abril - diciembre) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cepillo ▪ Escoba
Anual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspeccionar minuciosamente la unidad, resanar deterioros de la estructura. ▪ Reparar y pintar compuertas. ▪ Limpiar zonas aledañas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lampa ▪ Badilejo ▪ Cemento ▪ Pintura anticorrosiva ▪ Brocha

✓ Observaciones:

- Si se presenta mayor turbidez, el lavado de la unidad será más frecuente.
- La limpieza se hace por unidad; mientras una se lava, la otra permanece en funcionamiento.

c) Filtros lentos

Los filtros lentos son unidades diseñadas para bajar la turbidez a niveles tolerables por el organismo humano.

• **Filtros lentos tradicionales**

✓ Características:

- Control de ingreso y salida mediante tuberías y válvulas.
- Lavado de arena por inversión de flujo.

• **Operación**

✓ Puesta en marcha:

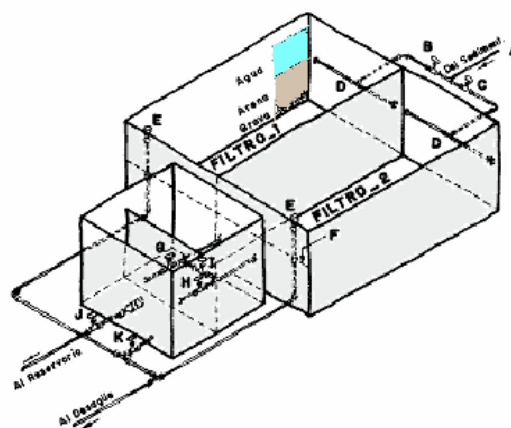
- (A) abierto.
- Abrir (B) para llenar el filtro 1; cerrar (G), (H), e (I).
- Cuando el nivel del agua llegue hasta (E), abrir (I) para llenar el filtro 2.
- Cerrar (I) cuando los niveles en los filtros de agua estén por encima de la arena.
- Abrir (C) y regular (G) y (H), de manera que se tenga el nivel de agua sobre la arena y abrir (K) hasta que el filtro haya madurado.
- Cerrar (K) y abrir (J).

✓ Limpieza del filtro 1:

- Cerrar (B) e (I), abrir (G).
- Quitar (E) para eliminar agua sobrenadante.
- Vaciar la unidad y remover la capa superficial de arena en un espesor de 5 cm.
- Lavar la arena removida y guardarla en un lugar limpio y seguro.
- Colocar (E) en su lugar y rastrillar la arena.
- Cerrar (G) y (H), abrir (I) para llenar el filtro con la otra unidad.
- Cuando el nivel de agua llegue a (F), abrir (H) y cerrar (I).
- Abrir (G) para poner en operación el filtro.
- Proceder de igual manera con el otro filtro.

Filtros lentos tradicionales

- (A) — Ingreso de agua
- (B), (C) — Válvulas de distribución
- (D) — Tubería perforada
- (E) — Conos de rebose
- (F) — Nivel de agua sobrenadante
- (G), (H) — Válvulas de salida de filtros 1 y 2
- (I) — Válvula de interconexión
- (J) — Válvula de salida de agua filtrada
- (K) — Válvula de desagüe de cámara húmeda



• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Diario	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el caudal de ingreso. • Eliminar elementos flotantes en el agua de la unidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de operación y mantenimiento. • Recipiente • Rastrillo
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> • Maniobrar válvulas y engrasarlas, de ser necesario. • Limpiar el filtro, de ser necesario (enero, febrero, marzo). 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual • Grasa • Rastrillo • Lampa
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el filtro, de ser necesario. • Pintar elementos metálicos con pintura anticorrosiva. • Eliminar maleza u otros materiales ubicados alrededor de la estructura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rastrillo • Lampa • Machete • Pintura
Anual	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar y resanar la estructura. • Reparar o cambiar válvulas de compuerta u otros elementos metálicos deteriorados y pintarlos con anticorrosivos. • Reparar cerco. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento • Arena • Pintura anticorrosiva • Badilejo • Brocha

- ✓ Observaciones: El momento de la limpieza se determinará mediante observación del nivel de agua en la unidad, a medida que se va acercando al cono de rebose (E).

- **Filtros lentos modificados**

- ✓ Características

Con control de caudal al ingreso, la operación se efectúa mediante compuertas.

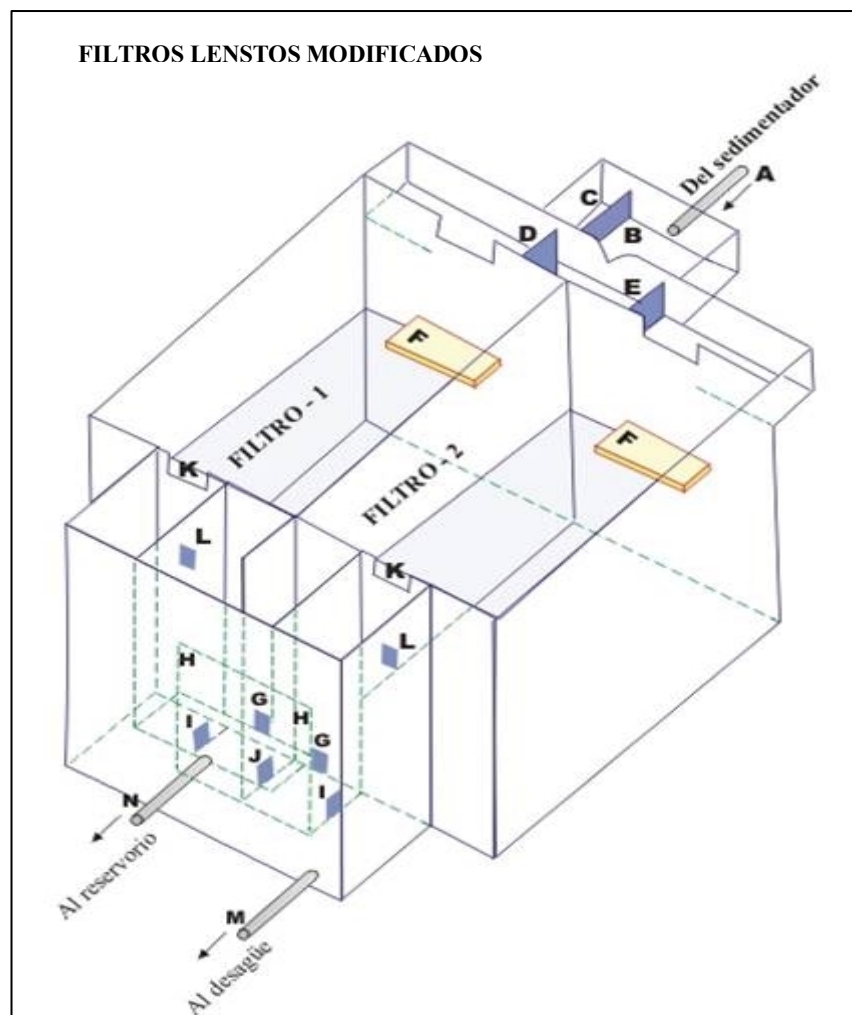
- **Operación**

- ✓ Puesta en marcha

- (A) abierto.
- Abrir (D) para llenar filtro 1; cerrar (I), (J), (L), (N) de ambos filtros.
- Cuando el agua alcance la cresta de la pantalla (H), regular la compuerta (J), de manera que el nivel de agua se mantenga sobre la arena en el filtro 1 y permita su ingreso al filtro 2 por (G).
- Cuando el nivel del agua esté por encima del nivel de arena en ambos filtros; abrir (E) para ingreso de agua al filtro 2.
- Regular las dos compuertas (I), de manera que se tenga el nivel del agua sobre el de la arena en ambas unidades, mantener en este estado hasta que el filtro haya madurado.
- Cerrar las compuertas (I) y abrir (N).

- ✓ Limpieza de filtro 1

- Colocar compuerta (D).
- Abrir (I) del filtro 1 y cerrar (J) e (I) del filtro 2.
- Operar L para eliminar agua sobrenadante.
- Una vez que el agua de la unidad 1 esté por debajo de la arena, cerrar (I), eliminar la capa superficial de arena (5 cm) y rastrillar la arena que quede.
- Lavar la arena removida y guardar en un lugar limpio y seguro.
- Abrir la interconexión (J) y llenarla con agua de otro filtro hasta el nivel de compuerta (L).
- Cerrar (J) y abrir (D) para poner en operación.
- Proceder de igual forma con el otro filtro.



Filtros lentos modificados

- A Ingreso de agua
- B Vertedero para medir caudal
- C Aliviadero, marca el nivel sobre el vertedero
- D, E Compuertas de distribución
- F Losas sobre arena
- G Salida de agua filtrada
- H Pantalla de desborde
- I Compuerta de desagüe
- J Compuerta de interconexión
- K Aliviadero
- L Compuerta para evacuar agua sobrenadante
- M Desagüe
- N Salida de agua filtrada al reservorio

• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Diario	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el caudal de ingreso. • Eliminar elementos flotantes en el agua de la unidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recipiente • Rastrillo
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> • Maniobrar compuertas y lubricarlas de ser necesario. • Limpiar el filtro de ser necesario (enero, febrero, marzo). 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual • Lubricante • Rastrillo • Lampa
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el filtro de ser necesario. • Pintar elementos metálicos con pintura anticorrosiva. • Eliminar maleza u otros materiales ubicados alrededor de la estructura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rastrillo • Lampa • Machete • Brocha • Pintura
Anual	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar y resanar la estructura. • Reparar o cambiar válvulas de compuerta u otros elementos metálicos deteriorados. • Pintar elementos metálicos con anticorrosivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento • Arena • Pintura anticorrosiva • Badilejo • Brocha

✓ Observaciones

- No es conveniente consumir la primera agua filtrada; se debe esperar hasta que el filtro haya madurado (formación de la capa biológica).
- El momento de limpieza se determinará mediante observación del nivel de agua en la unidad que se va acercando al aliviadero (K).

• **Recomendaciones de re-arenamiento**

✓ Re-arenamiento de un filtro

Luego de varios años de operación (3–4 años), es decir, después de unos 20 a 30 raspados, el lecho filtrante alcanza su menor espesor permisible, por lo que debe llevarse un medio filtrante nuevo o lavado para elevar el lecho hasta su espesor original. El nuevo medio filtrante debe colocarse debajo de los 0,3–0,5 metros, superiores al medio filtrante antiguo. Para ello, se emplea el proceso de “encimado” (ver figura). Por este procedimiento, la capa superior, mucho más rica en vida microbológica, es reubicada en la parte más alta del lecho filtrante, lo cual permite que el filtro rearenado se torne operable con un período mínimo de remaduración.

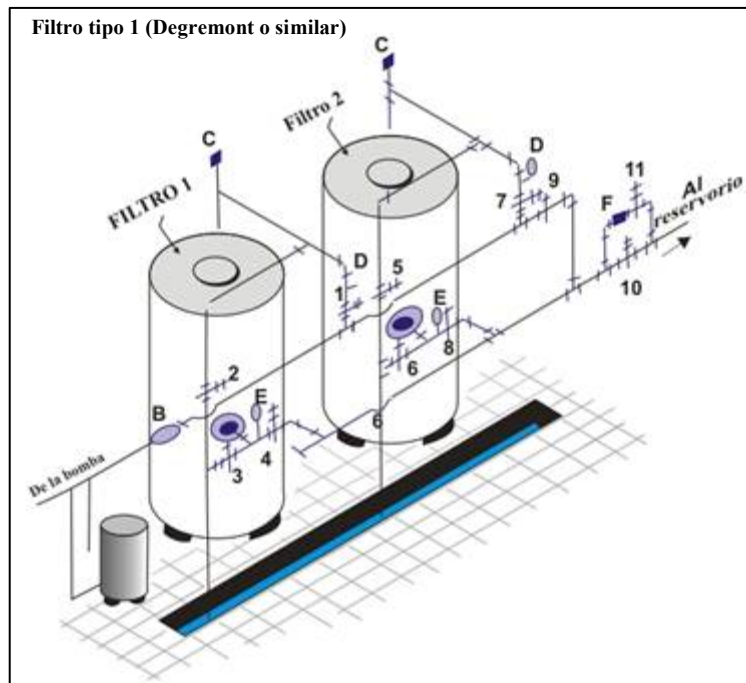
d) Filtros a presión

Los filtros a presión son unidades diseñadas para remover o bajar el color y la turbidez del agua, hasta niveles aceptables para el consumo humano.

- **Operación**

- ✓ Filtros tipo 1 (Degremont o similar)

- Componentes: Se muestran en la figura siguiente.
- Puesta en marcha: Con el equipo de bombeo en marcha, abrir las válvulas de ingreso a las unidades. Cuando haya varios filtros, todos deben funcionar simultáneamente.
- Lavado y limpieza del medio filtrante: El lavado se efectúa por inversión de flujo con agua del reservorio o proveniente del otro filtro.



Filtros tipo 1 (Degremont o similar)

- A Dosificador de coagulante
- B Válvula check
- C Válvula de purga
- D Manómetro al ingreso
- E Manómetro a la salida
- F Rotámetro
- 1-7 Válvulas de ingreso
- 4-8 Válvulas de salida
- 3-6 Válvulas de drenaje
- 2-5 Válvulas de lavado
- 10-11 Válvulas al reservorio

- **Operación de válvulas**

Descripción	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Control
Funcionamiento filtros 1 y 2	1 y 7 (ingreso) 4,8 y 10 (salida)	Resto	(D), (E) y (F)
Funcionamiento filtro 1	1 (ingreso) 4 y 10 (salida)	Resto	(D) y (F)
Funcionamiento filtro 2	7 (ingreso) 8 y 10 (salida)	Resto	(D), (E) y (F)
Lavado filtro 1 (con carga del reservorio)	4 y 10 (ingreso) 2 (salida)	Resto	Calidad de agua
Lavado filtro 2 (con carga del reservorio)	8 y 10 (ingreso) 5 (salida)	Resto	Calidad de agua
Lavado filtro 1 (con carga del otro filtro)	4 y 7 (ingreso) 2 y 8 (salida)	Resto	Calidad de agua
Lavado filtro 2 (con carga del otro filtro)	1 y 8 (ingreso) 4 y 5 (salida)	Resto	Calidad de agua

- ✓ Observaciones

La válvula II deberá estar abierta cuando se determine el caudal de salida; en este caso, mantener cerrada la válvula 10.

- **Filtros tipo II (Hidráulica o Similar)**

- ✓ Componentes

Se muestra en el gráfico.

- ✓ Puesta en marcha

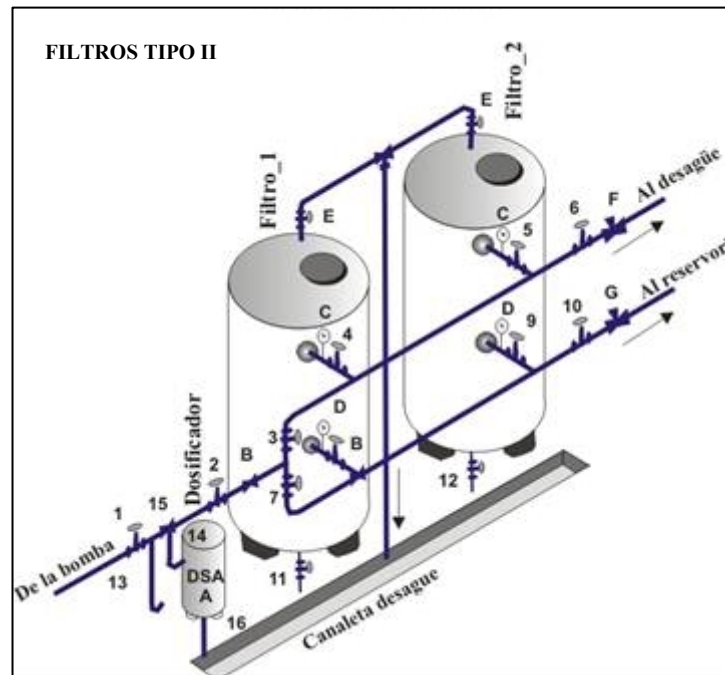
Con el equipo en marcha, abrir las válvulas de ingreso a las unidades; los filtros funcionan simultáneamente.

- ✓ Lavado y limpieza del medio filtrante

El lavado se efectúa por inversión de flujo con agua del reservorio, unidad por unidad.

• **Operación de válvulas**

Descripción	Abiertas	Cerradas	Control
Coagulación y filtración normal	1, 2, 3, 4, 5, 13 (ingreso) 8, 9, 10, 14 (salida)	Resto	(C), (D) y (G)
Filtración sin coagulación	1, 2, 3, 4, 5 (ingreso) 8, 9, 10 (salida)	Resto	(C), (D) y (G)
Lavado de filtro 1	8, 10 (ingreso) 4, 6 (salida)	Resto	(F)
Lavado de filtro 2	9, 10 (ingreso) 5, 6 (salida)	Resto	(F)



Filtros tipo II

- A Dosificador de coagulante
- B Válvula check
- C Manómetro de ingreso
- D Manómetro de salida
- E Válvula de purga
- F Vaso visor
- G Medidor de flujo
- 1.2.3.4.5 Válvulas de ingreso
- 8.9.10 Válvulas de salida
- 6 Válvula de desagüe
- 7 Válvula de by-pass
- 11.12 Válvulas de drenaje
- 13 Válvula de ingreso al dosificador
- 14 Válvula de salida al dosificador

- 15 Venturi
- 16 Válvula de purga del dosificador

• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Diario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lavar exteriormente los filtros. ▪ Verificar el funcionamiento de accesorios de medición: manómetros, dosificador, medidor de flujo, etc. ▪ Registrar las lecturas de manómetros, medidor de flujo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manual ▪ Franela
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiar totalmente la caseta de filtros. ▪ Registrar lectura de manómetros, medidas de flujo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escoba
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar la calidad del agua filtrada para efectuar el lavado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visual en vaso visor (F).
Anual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reparar deterioros en caseta. ▪ Pintar elementos metálicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cemento ▪ Arena ▪ Pintura anticorrosiva ▪ Brocha ▪ Lija para metales

✓ Observaciones

- Cuando se tengan problemas de operación y mantenimiento, solicitar asesoramiento de técnicos especializados.
-
- Para efectuar el lavado, la diferencia de lecturas en los manómetros a la entrada y salida debe ser mayor de 5 m (0,5 kg/cm² ó 7,3 lb/pulg²).

• **Reservorio**

Los reservorios son unidades de almacenamiento de agua potable para garantizar la alimentación de la red de distribución y para mantener una presión adecuada de servicio.

El reservorio está constituido por:

- Elemento de almacenamiento.
- Elementos de control de entrada y salida del agua.

• **Operación**

✓ Puesta en marcha:

Abrir la válvula de entrada (A) y la válvula de salida (D) a la red de distribución; cerrar la válvula de desagüe o limpia (E). Esta operación se realizará previa limpieza y desinfección de la unidad.

✓ Limpieza y desinfección:

Después de la construcción o reparación de la unidad, proceder a la desinfección así:

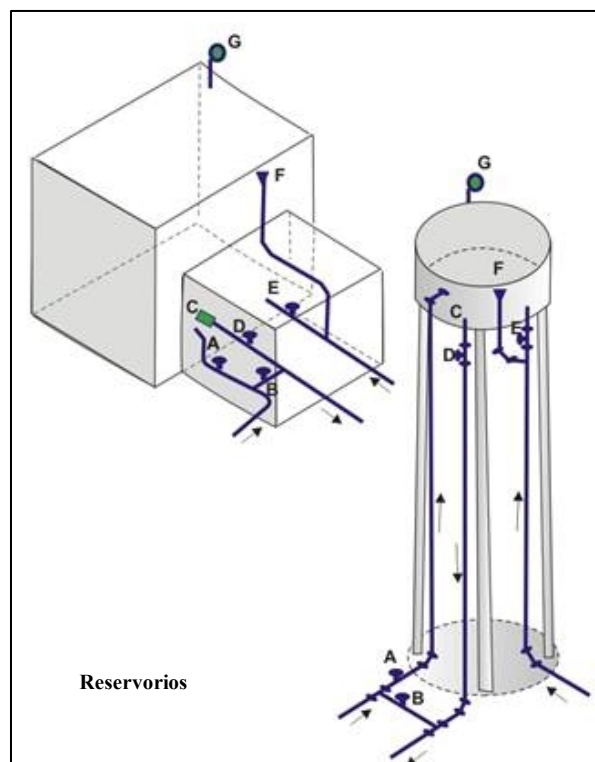
- Cerrar la válvula de salida (D) y la entrada (A); Luego abrir la válvula de desagüe o limpia E.
- Levantar la lapa tapa de inspección para comprobar si está vacío el reservorio.
- Limpiar con una escobilla de alambre las paredes, el fondo del reservorio y el interior de la tapa de inspección.
- Preparar una solución de hipoclorito de calcio al 30%, según el volumen del reservorio, con una concentración de 50 partes por millón (cuadro 2.13).
- Cerrar la válvula de salida (D) y la válvula de desagüe (E); abrir la válvula de entrada (A) y dejar que se llene el reservorio. Una vez lleno, cerrar la válvula (A) de entrada de agua y agregar la solución de hipoclorito de calcio; procurar que se mezcle bien. Dejar la solución de hipoclorito de calcio en el reservorio durante cuatro horas por lo menos; transcurrido este tiempo, vaciar el reservorio a la red si se debe desinfectar el sistema de distribución (agua que no puede ser consumida por la población), o en su defecto drenar por el desagüe.

✓ Protección contra la corrosión:

En caso de reservorios elevados, mantener las estructuras metálicas y el sistema de tuberías bien pintados para evitar la corrosión.

Reservorios

- A Válvula de ingreso
- B Válvula de by-pass
- C Canastilla de salida
- D Válvula de salida del reservorio
- E Válvula de limpieza
- F Cono de rebose
- G Tubería de ventilación



• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Quincenal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maniobrar las válvulas de entrada, salida y rebose para mantenerlas operativas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manual ▪ Kerosén
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observar si existen grietas o fugas en la estructura del reservorio para proceder de inmediato a su reparación. ▪ Limpiar la maleza en el contorno de la estructura. ▪ Verificar el estado de la tapa sanitaria y de la tubería de ventilación. ▪ Pintar los escalines (interior en contacto con el agua). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rastrillo, machete, pala, pico, brocha de escoba, pintura anticorrosiva, cemento, arena, badilejo.
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisar el estado general del reservorio y su protección. ▪ Limpiar y desinfectar el reservorio o cisterna. ▪ Verificar las tuberías. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escobilla, escoba, recipiente, hipoclorito de calcio, pegamento, cemento y agregados.
Anual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar la estructura de la unidad en forma integral y reparar los daños existentes. ▪ Reparar el interior de tanques o cisternas (simultáneamente con la limpieza). ▪ Mantener con pintura anticorrosiva todos los elementos metálicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cemento agregado, pintura, brocha, desinfectante, escobilla, escoba.

✓ Observaciones

Se recomienda pintar exteriormente las estructuras.

• **Línea de aducción y red de distribución**

La línea de aducción y la red de distribución son las tuberías que conducen el agua desde el reservorio hasta la población, a partir de las cuales se instalan las conexiones domiciliarias.

• **Operación**

✓ Puesta en marcha

- Abrir las válvulas de purga (C).
- Abrir la válvula de salida del reservorio a la red.
- Una vez que salga el agua por las válvulas de purga, cerrarlas.



✓ Limpieza

- Notificar a la población que se realizará la limpieza o desinfección de la red y que, por precaución, mientras dure esta labor se deben cerrar las válvulas de paso.
- Llevar a cabo esta acción de preferencia en la tarde para no causar incomodidad al usuario.
- Abrir válvula de purga, hasta eliminar arena u otros sedimentos.
- Cerrar la purga lentamente para reponer el servicio cuando el agua esté visiblemente clara y limpia.

• **Mantenimiento**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspeccionar tuberías y válvulas de la red. ▪ Detectar las fugas y repararlas. ▪ Abrir y cerrar las válvulas y verificar su funcionamiento. ▪ Reparar o cambiar válvulas dañadas o tuberías que presenten fugas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plano de replanteo ▪ Tuberías y accesorios ▪ Pegamento ▪ Berbiquí ▪ Arco de sierra ▪ Llave inglesa de 12'' ▪ Llave Stillson 24''
Anual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Purgar agua de red. 	

✓ Observaciones:

- La desinfección se lleva a cabo una vez terminado de construir un sistema de agua potable. Sin embargo cuando las condiciones lo determinen, se hará una nueva desinfección.
- Al ampliar o reparar la red, se desinfectará el tramo ampliado.
- En los sistemas con tratamiento, es recomendable hacer una desinfección anual al terminar la época de lluvias.

• **Conexiones domiciliarias y piletas públicas**

La conexión domiciliaria es la parte del sistema que lleva el agua de la red de distribución al interior de las casas; se instala desde la tubería matriz. Es una unidad complementaria del sistema y se halla en contacto directo con el usuario. Puede estar instalada en los domicilios directamente o en un lugar público (se les denomina piletas públicas).

• **Operación**

✓ Puesta en Marcha

Abrir la válvula de paso para hacer uso del agua. Esta operación se realizará luego de haber hecho la limpieza y desinfección de la red.

• **Mantenimiento**

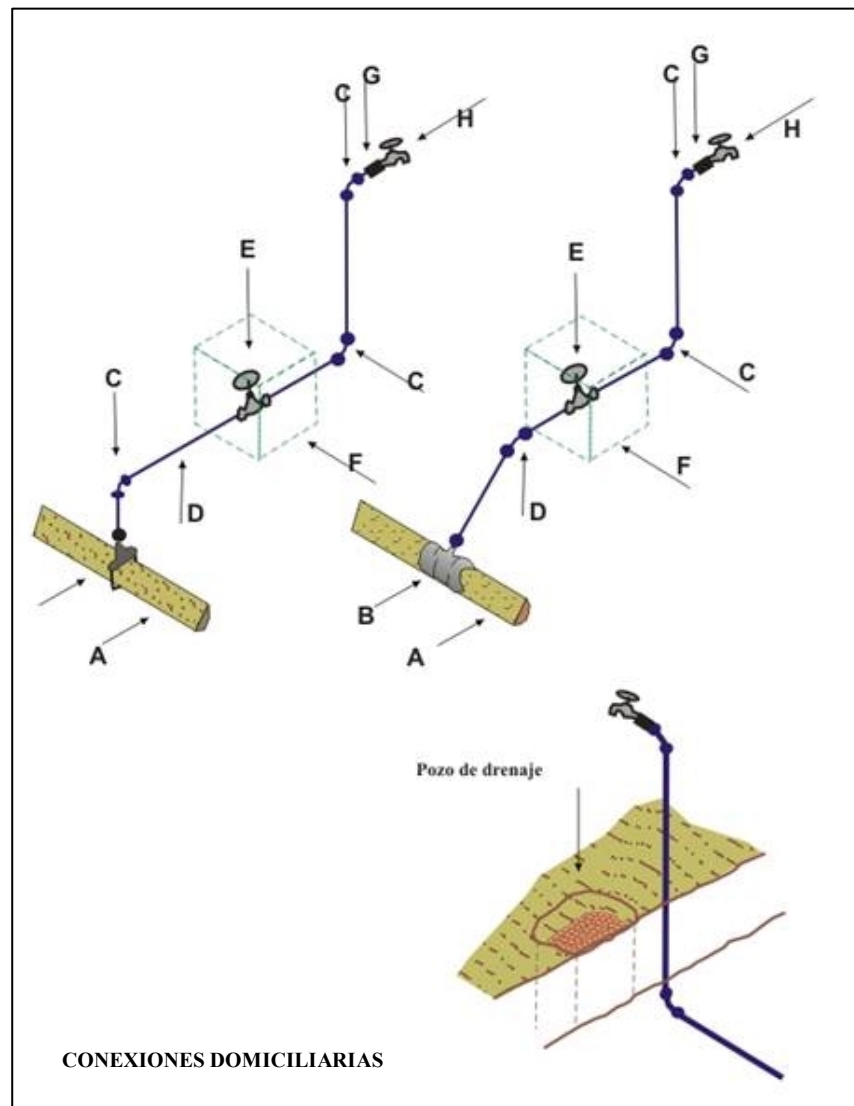
Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspeccionar el funcionamiento de la válvula de paso y de los accesorios. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Llave inglesa, desarmador, pegamento.

✓ Observaciones:

- Preservación y cuidado de la tapa de la caja donde se halla la válvula de paso.
- Evitar desperdicios de agua mediante la revisión del grifo.
- Evitar los empozamientos de agua producidos por el uso de conexiones o piletas mediante un drenaje adecuado.

Conexiones domiciliarias

- A Tubería matriz
- B Abrazadera (A) 1/2" o Tee (B) 1/2".
- C Codo 1/2" x 90°
- D Tubería ø 1/2"
- E Válvula de paso 1/2"
- F Caja de válvula
- G Socket 1/2"
- I Grifo 1/2"



- **Bombas manuales**

Una bomba manual es un artefacto que permite succionar el agua desde un pozo o cisterna, mediante el accionar manual de una palanca o mango.

- **Operación**

- ✓ Puesta en marcha

- Maniobrar verticalmente la palanca (F) hasta que salga agua por el surtidor (I). Entonces la bomba está cebada.
- Ejecutar el mismo movimiento de (F) para tomar el agua en un recipiente.

• **Mantenimiento**

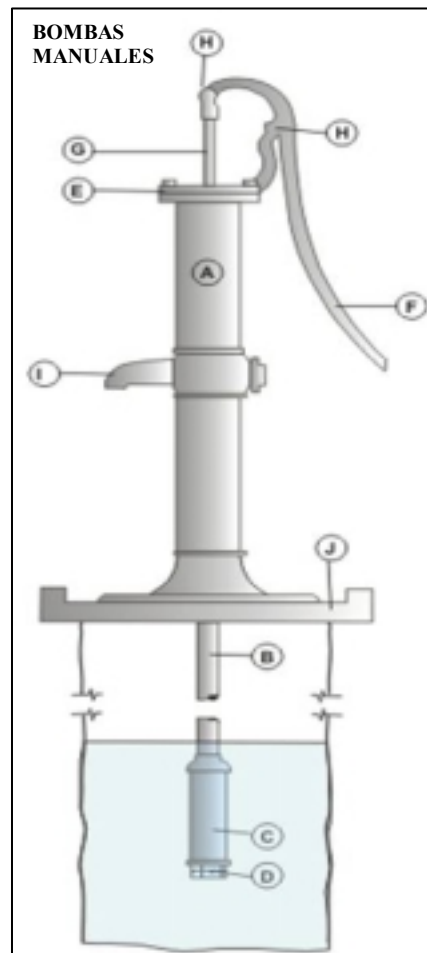
Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Diario	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar la losa sanitaria. 	<ul style="list-style-type: none"> Escoba Agua
Semanal	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar exteriormente la bomba. Aceitar o engrasar. 	<ul style="list-style-type: none"> Escobilla Brocha
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> Verificar la caja de estopas y ajustar tuercas, si el escape de agua es considerable. Verificar ajuste de pernos o tuercas. 	<ul style="list-style-type: none"> Llaves
Anuual	<ul style="list-style-type: none"> Pintar exteriormente las partes expuestas. Reparar deterioros de losa sanitaria. Solicitar asesoramiento para revisar la bomba. Reparar interior de tanques o cisternas (simultáneamente con la limpieza). 	<ul style="list-style-type: none"> Pintura Brocha Cemento Arena Badilejo

✓ Observaciones

Es conveniente fijar un horario de uso de la bomba y asegurarse de no usarla fuera de este horario.

Bombas manuales

- A Armadura del soporte de la bomba
- B Tubería de succión
- C Cilindro de la bomba
- D Válvula de pie
- E Caja de estopas
- F Mango o palanca
- G Varilla de la bomba
- H Pasadores
- I Surtidor
- J Losa sanitaria



2.4.3 Unidades y conversiones

a) Longitud

1 metro	=	100 centímetros = 1.000 milímetros
1 pie	=	12 pulgadas
1 pulgada	=	2,54 centímetros
1 metro	=	3,28 pies

b) Área o superficie

1 m ²	=	10,80 pie ²
1 pie ²	=	0,09 m ²

c) Volumen o capacidad

1 litro	=	1.000 centímetros cúbicos
1 galón	=	3,78 litros
1 metro cúbico	=	1.000 litros
1 lata (aceite)	=	5 galones = 19 litros

d) Tiempo

1 hora	=	60 minutos
1 minuto	=	60 segundos

e) Peso

1 kilogramo	=	1.000 gramos
1 libra	=	454 gramos

f) Áreas más comunes

Círculo	$a = \Pi \times r^2$ (radio, $\Pi = 3,1416$)
Cuadrado o rectángulo	$a = a \times b$ (a = largo, b = ancho)

g) Volúmenes más comunes

Cubo	$V = a \times b \times c$ (a = largo, b = ancho, c = altura)
Cilindro	$V = \Pi \times r^2 \times h$ (r = radio, h = altura, $\Pi = 3,1416$)

h) Ejemplos prácticos

- (1) Hallar el volumen de un recipiente donde $a = 50$ cm, $b = 40$ cm y $c = 30$ cm

Entonces:

$$V = 40 \times 50 \times 30 = 60,000 \text{ cm}^3 = 0,06 \text{ m}^3 = 60 \text{ L}$$

- (2) Calcular el caudal de una fuente; si para aforar se utilizó el recipiente del ejemplo (a) y se llenó en 15 segundos, expresarlo en litros por segundos y en metros cúbicos por hora.

Como el volumen es 60 L ó $0,06\text{m}^3$

$$\text{Tiempo:} \quad 15 \text{ s} = \frac{15}{3.600} = 0,00417 \text{ h}$$

El caudal será Q

$$Q = \text{volumen} / \text{tiempo} = 60 \text{ L} / 15 \text{ s} = 4 \text{ L/s}$$

$$Q = 4 \text{ L/s} \quad = 14,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

2.5 Limpieza y desinfección de las instalaciones del sistema de agua potable

Para matar los microbios, es necesario desinfectar las instalaciones. Esta operación se realizará cuando se ponga en funcionamiento el sistema y se repetirá cada seis meses. He aquí cómo se desinfectará:



• Captación y reservorio

Para desinfectar la captación y el reservorio:

- Se cierra el ingreso de agua a la instalación
- Se vacía por el desagüe el agua que contiene la instalación.
- Se lava la instalación con agua, un cepillo y una escoba para eliminar el polvo.
- Se cierra la salida del desagüe.
- Ver en el cuadro siguiente el peso del cloro que se utilizará.

Descripción	Peso del cloro (65% gramos)
<u>Captación de:</u>	
1 m ³	230
2 m ³	460
3 m ³	690
4 m ³	920
5 m ³	1.150
<u>Reservorio de:</u>	
5 m ³	380
10 m ³	770
15 m ³	1.150
20 m ³	1.540
25 m ³	1.920
30 m ³	2.310
40 m ³	3.070
50 m ³	3.850

- Si el cloro utilizado tiene una concentración distinta de 65%, para saber la cantidad de cloro que se necesita, se hará la misma operación que se indica en el capítulo de cloración. Se mezcla esa cantidad de cloro con agua en un balde hasta que se disuelva.
- Se restregan las paredes y el piso de la instalación con un cepillo mojado en esa mezcla. El operador debe tener cuidado de que la mezcla no le salpique.
- Se llena la instalación de agua y se añade la mezcla sobrante.
- Se mantiene el agua con cloro en la instalación durante cuatro horas.
- Se abre la válvula de desagüe y se lava con agua hasta que no se sienta el olor a cloro.

- **Aforos**

El aforo es la medición del rendimiento de una fuente expresada generalmente en litros por segundo (L/s) o en metros cúbicos por hora (m³/h).

- **Elementos necesarios**

- ✓ Métodos

- Volumétrico. Se coloca directamente el recipiente bajo la descarga libre o chorro y se mide el tiempo de llenado, entonces:

$$\begin{aligned} Q &= V / t \\ Q &= \text{Rendimiento o caudal en L/s} \\ V &= \text{Volumen del recipiente en litros} \\ t &= \text{Tiempo en segundos} \end{aligned}$$

- Por Sección Velocidad. Se efectúa en canales de sección transversal conocida (generalmente rectangular) y pendiente uniforme. Se utiliza un elemento flotante que es soltado en (A) por ejemplo y se indica el tiempo en llegar hasta (B). Entonces:

$$\begin{aligned} Q &= l \times b \times h / t \times 1.000 \\ Q &= \text{Rendimiento o caudal en L/s} \\ l &= \text{Longitud entre (A) y (B) en cm} \\ b &= \text{Ancho del canal en cm} \\ h &= \text{Altura del agua en el canal en cm} \\ t &= \text{Tiempo en segundos} \end{aligned}$$

- ✓ Unidades para el aforo

- Recipiente de volumen conocido
- Vertedero triangular o descarga libre
- Canal de sección conocida
- Reloj con medición al segundo

2.6 Control y registros

Con la finalidad de llevar un control que permita evaluar periódicamente las instalaciones, se establecen los siguientes formatos que deberán ser llenados por el operador según el tipo de sistema, los que estarán a disposición de los supervisores de DISABAR en las visitas que se efectúen.

- **Tipos**

Se han establecido los siguientes formatos básicos de operación y mantenimiento:

- ✓ Descripción

	<u>Tipo</u>
- Registro de Operación y Mantenimiento de Sistemas por Gravedad	OM-1
- Registro de Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento	OM-2
- Registro de Operación y Mantenimiento de Sistemas con Equipo de Bombeo	OM-2
- Registro de Operación y Mantenimiento de Reservorio y Red de Distribución	OM-4
- Desinfección de Instalaciones	OM-5

- **Modo de empleo**

Según tipo de sistema deberá utilizarse:

- Gravedad sin tratamiento: OM-1, OM-4 y OM-5.
- Gravedad con tratamiento: OM-1, OM-2, OM-4 y OM-5.
- Bombeo sin tratamiento: OM-3, OM-4 y OM-5.
- Bombeo con tratamiento: OM-3, OM-4 y OM-5.

- ✓ Nota: En sistemas por bombeo para la línea de impulsión, utilizar la forma OM-4 en el ítem Línea de Conducción.

- **Registro de operación y mantenimiento de sistemas de gravedad sin tratamiento**
- ✓ Caja de captación – Línea de conducción

Localidad:

Caudal primer día del mes:

Año:

Mes:

Operador:

OM-1

Días	Caja de captación							Línea de conducción			Observaciones
	Mensual	Trimestral			Anual			Mensual	Trim.	Anual	
	Maniobrar válvulas	Desbroce aéreo adyacente	Verificar y resanar sello de captación	Aforo Rendimiento	Limpieza y desinfección	Resane de estructuras, reparación de accesorios	Pintura de elementos metálicos	Limpieza cámara rompe-presión, Válvulas purga, etc.	Limpieza y desbroce	Revisión y reparación de válvulas	
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											

Registro de operación y mantenimiento de plantas de tratamiento

Localidad:

Caudal primer día del mes:

Año:

Mes:

Operador:

OM - 2

Día	Captación					Desarenador		Sedimentador					Pre – filtros					Filtros lentos								
	Sem.		Trim.		Anual	Trimestral		Mensual		Semestral		Anual	Mens.	Tri m	Sem	Anual			Mensual		Semestral		Anual			
	Limpieza	Engrase de elementos móviles	Limpieza de malezas adyacentes	Pintado de elementos metálicos	Resane de estructuras	Limpieza	Desbroce	Maniobrar válvulas y/o elementos móviles	Limpieza cámara, evacuación, lodos	Vaciar y lavar la unidad	Pintado de elementos metálicos	Resanar estructuras	Reparación, cambio válvulas o compuertas	Engrasar dispositivo de compuertas	Lavar unidad	Pintado de elementos metálicos	Resane de estructuras	Reparación compuertas	Limpieza y desbroce	Maniobrar válvulas	Lavado de arena por inversión de flujo	Pintado de elementos metálicos	Limpieza de zonas adyacentes	Resane de estructuras	Reparación o cambio de válvula compuerta	
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																										

Registro de operación y mantenimiento de sistemas con equipos de bombeo

Localidad:

Caudal primer día del mes:

Año:

Mes:

Operador:

OM - 3

Días	Pozo		Motor									Bomba						Caseta			
	Semanal Niveles		Diario						Sem.	Mensual			Diario						Diario	Mensual	Anual
			Trabajo, horas			Consumo, gal.							Trabajo, horas			Control					
	Estático	Dinámico	Inicial	Final	Diferencia	Acumulado	Combustible	Acete	Limpieza y lavado de filtro	Drenaje y lavado	Control de tensión (voltaje)	Inicial	Final	Diferencia	Acumulado	Prensa estopa	Nivel aceite	Control tanque presión-lubricación	Barrido y limpieza	Desbroce área adyacente	Resane y limpieza
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																					

Registro de operación y mantenimiento de reservorio y red de distribución

Localidad:

Caudal primer día del mes:

Años:

Operador:

Mes:

OM - 4

Días	Reservorio						Red de distribución		Observaciones
	Estructura				Cloración		Mensual		
	Quinc.	Trim.	Semest.	Anual	-----	Diario			
Maniobra de válvulas	Resane limpieza y desbroce	Revisión general del reservorio, limpieza y desinfección	Reparación de daños, pintura de elementos metálicos	Consumo de compuestos (org.)	Cloro residual (ppm)	Inspección y reparación de tuberías y válvulas	Inspección y reparación de cámara rompe-presión		
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									

Desinfección de instalaciones

Localidad: _____ Tipo de sistema: _____

OM - 5

Descripción	Cantidad de hipoclorito de calcio (kg)	Observaciones
1. Captación		
Volumen Cámara Húmeda: _____		
Volumen Buzón Drenes: _____		
Volumen Pozo: _____		
2. Línea de conducción / impulsión		
1) ø _____ Long. _____ : Vol. _____		
2) ø _____ Long. _____ : Vol. _____		
3) ø _____ Long. _____ : Vol. _____		
3. Reservorio		
Volumen: _____		
4. Red de Distribución		
ø _____ Long. _____ : Vol. _____		
ø _____ Long. _____ : Vol. _____		
ø _____ Long. _____ : Vol. _____		
ø _____ Long. _____ : Vol. _____		
<p>Fecha: _____</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">V° B°</p>		

2.7 *Saneamiento*

2.7.1 *Tecnologías en saneamiento*

✓ Sistema convencional

Mediante el sistema convencional de alcantarillado, se recolectan las descargas de los inodoros y otros residuos líquidos, que llegan por un sistema de tuberías hasta la planta de tratamiento de aguas servidas, o que se vierten directamente al mar o al río.

El alto costo de un sistema de alcantarillado (generalmente cuatro veces más costoso que las instalaciones *in situ*) y el hecho de que este sistema exija disponer de agua corriente, impiden su utilización en numerosas comunidades de países en desarrollo que carecen de saneamiento adecuado. La eliminación *in situ*, que permite tratar las excretas donde se depositan, puede ser una solución higiénica y satisfactoria para estas comunidades.

✓ Sistema intermedio

La necesidad de asegurar una correcta eliminación de excretas humanas en centros donde no hay desagüe (alcantarillado), resulta una medida de especial importancia para evitar la contaminación del suelo y del agua.

Si bien resulta más conveniente la eliminación hidráulica de excretas, en muchos casos por carencia de recursos, será aconsejable la construcción de letrinas como una solución inicial para resolver el problema de contaminación del suelo, proliferación de insectos y transmisión de enfermedades.

Estas soluciones intermedias se clasifican en dos modalidades:

- Soluciones individuales: Consisten en la instalación de una letrina para una sola familia; pueden ser letrinas con arrastre de agua y letrinas sin arrastre de agua.
- Soluciones comunitarias: Consisten en la instalación de núcleos sanitarios para el uso de varias familias; pueden ser letrinas públicas o núcleos higiénicos dotados de aparatos sanitarios, duchas, lavaderos, etc.

Cuando no se dispone de un sistema de eliminación de excretas a base de agua, el único procedimiento satisfactorio consiste en utilizar instalaciones domésticas o públicas bajo la debida supervisión. Las letrinas sanitarias de pozo, de pozo anegado y de cierre hidráulico son tres tipos de instalaciones que –cuando están bien diseñadas y con buen mantenimiento– sirven para atender las necesidades sanitarias esenciales. Cuando se dispone de agua en tuberías, el sistema de recolección y eliminación de excretas por arrastre de agua es el más satisfactorio.

✓ Letrinas

El sistema de letrinas permite disponer adecuadamente los excrementos o deposiciones humanas, con la finalidad de proteger la salud de la población y evitar la contaminación del medio ambiente.

Para el medio rural se recomienda:

- Letrina de pozo seco: Hoyo, losa (asiento) y caseta.
- Letrina de pozo ventilado: Hoyo, losa (asiento), caseta y tubo de ventilación con mosquitero.

✓ Operación

- La puerta de la caseta debe mantenerse cerrada.
- Arrojar todo papel de servicio dentro del hoyo.

• **Mantenimiento**

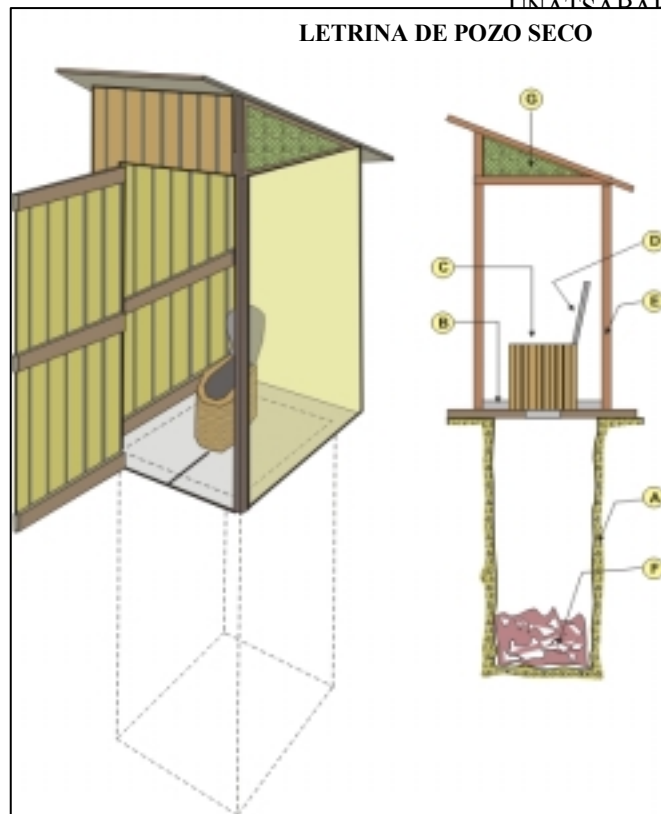
Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Diario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiar losa (barrido y lavado) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escoba y detergente
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar que el mosquitero del tubo de ventilación esté libre de obstrucción. ▪ Cualquier rotura de la malla debe remendarse o cambiarse si está demasiado deteriorada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Malla, mosquitero, alambre
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar que los alrededores del conjunto sanitario se encuentren libres de maleza u otros desperdicios. ▪ Comprobar si alguna de las partes del conjunto sanitario se encuentra deteriorada para proceder a su arreglo inmediato. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lampa, pico, ocasional-mente machete ▪ Cemento, arena y badilejo
Anual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pintar la caseta (preferible colores claros). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brocha y pintura

✓ Observaciones

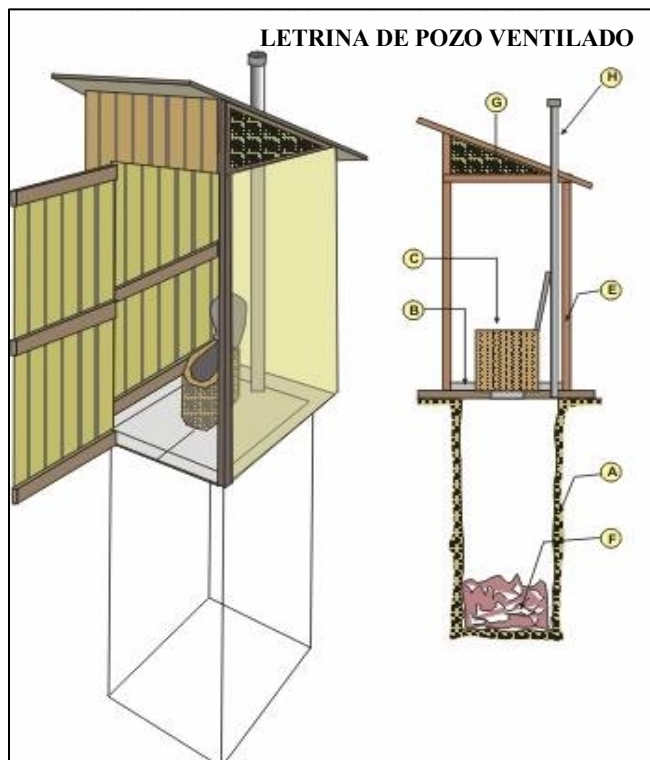
- a) No utilizar la letrina como granero o depósito, evitar que los animales entren o duerman dentro de la caseta.
- b) Cuando no esté en uso, mantener tapada la losa o asiento.
- c) No arrojar dentro del hoyo, aguas de lluvia o de cocina ni basuras.
- d) No echar desinfectante dentro del hoyo.
- e) Cuando existan moscas, agregar una taza de kerosén dentro del hoyo.
- f) Cuando las excretas lleguen a medio metro del nivel de la losa, clausurar la letrina con cal viva y rellenar con tierra. Al cambiar de ubicación al conjunto sanitario, la excavación para la nueva letrina deberá estar alejada por lo menos 2 m de la anterior.

✓ Letrina de pozo seco

- A Hoyo
- B Losa
- C Asiento (opcional)
- D Tapa
- E Caseta
- F Excreta
- G Malla-mosquitera



✓ Letrina de pozo ventilado



- (A) Hoyo
- (B) Losa
- (C) Asiento (opcional)
- (E) Caseta
- (F) Excreta
- (G) Malla-mosquitera
- (H) Tubo de ventilación

2.7.2 *Saneamiento en la comunidad*

- **Ubicación de la letrina**

- La letrina se debe ubicar en un lugar seco, libre de inundaciones, a una distancia de por lo menos 10 metros de la casa y a 15 metros del pozo de agua u otras fuentes de agua, tales como ríos, manantiales o reservorios.

- **¿Cómo construir una letrina?**

- Cavar un hoyo cuadrado.
- Reforzar las paredes del hoyo con piedras.
- Una vez construido el hoyo, colocar vigas de concreto sobre el hoyo.
- Poner la losa sobre las vigas.
- Levantar el muro de la caseta con otro material de la zona.
- Poner el techo de calamina (o de otro material de la zona) y la puerta.
- Colocar la tubería de ventilación.
- Poner una malla metálica en la tubería de ventilación para evitar que entren moscas.

- **Orientaciones**

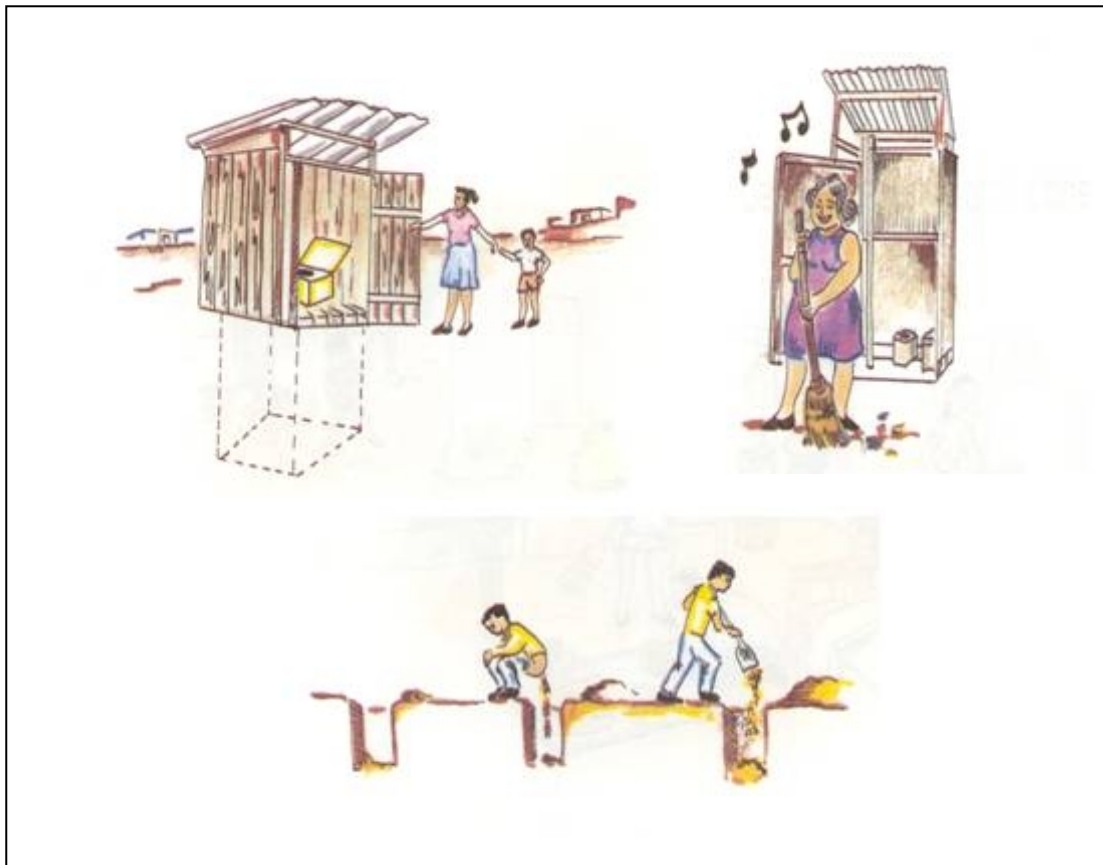
- Defecar y orinar en la letrina y nunca fuera de ella.
- Limpiarse bien después de ocupar y arrojar los papeles usados dentro de la letrina.
- Lavarse las manos después de usar la letrina.
- No arrojar agua ni basura dentro de la letrina.
- Echar cal al hoyo de la letrina cuando existan moscas.
- Tener cerrada la puerta de la losa (solo en letrinas sin ventilación).
- Mantener siempre cerrada la tapa de la losa.
- Limpiar todos los días el piso y las paredes.
- Pintar el techo y las paredes cada vez que sea necesario.
- Nunca usar la letrina como corral o granero.

- **Operación de una letrina**

- Aquí se aprenderá a usar correctamente la letrina o baño.
- Cuando la caca (excretas) llegue a 50 cm del nivel de la losa o terreno, se debe clausurar la letrina echándole cal viva y rellenándola con tierra.
- Al cambiar de ubicación, la nueva letrina deberá estar situada por lo menos a dos metros de distancia de la anterior.
- Todo papel usado en las letrinas deberá lanzarse al hoyo.
- Agregar cal dentro del hoyo cuando existan moscas.
- Cuando las letrinas comiencen a despedir mal olor, poner en el hoyo una pala de guano de cuy, oveja o vacuno.
- La puerta de la caseta siempre debe estar cerrada.

- **Mantenimiento de una letrina**

- La letrina debe usarse únicamente para defecar y para arrojar los papeles con los que se limpia.
- Nunca se debe arrojar dentro del hoyo agua sucia, agua de lluvia ni basura.
- Mantener cerrada la tapa de la losa o asiento cuando no se use (solo en las letrinas sin ventilar).
- Limpiar todos los días el piso y las paredes. Pintar el techo y las paredes cada vez que sea necesario.
- No arrojar en el hoyo ningún desinfectante.
- Nunca se debe usar la letrina como corral o granero.
- Reparar inmediatamente cualquier rajadura o grieta del piso.
- Verificar mensualmente que el mosquitero del tubo de ventilación esté libre y en buen estado.
- Lavar siempre las manos con agua y jabón al salir de la letrina.



2.8 *Análisis de vulnerabilidad*

En su significado más amplio, vulnerabilidad es la susceptibilidad o factor de riesgo interno de un componente o del sistema como un todo, de ser dañado total o parcialmente por el impacto de una amenaza. A la magnitud del daño cuantificado se le denomina vulnerabilidad.

Dos condiciones contribuyen a la vulnerabilidad de un componente:

- a) La existencia de la amenaza
- b) La condición de debilidad del componente.

Estas dos condiciones deben analizarse separadamente y luego en forma combinada, pues la primera depende únicamente de la zona donde esté el componente y la segunda depende del propio componente (ubicación, estado y conservación).

La existencia de la amenaza es una condición de la zona donde se asienta el elemento, por ejemplo, zona afectada por inundaciones, zona sísmica, etc. La debilidad del elemento depende de dos condiciones:

- La ubicación del componente respecto a la zona de impacto de la amenaza. Por ejemplo, áreas susceptibles a inundaciones y áreas cercanas a fallas geológicas.
- El estado, conservación y mantenimiento del componente. Por ejemplo, una estación de bombeo con equipo en malas condiciones por antigüedad y falta de mantenimiento, ubicada en un sitio muy seguro, será vulnerable por su propio estado. Si esta estación es además propensa a inundaciones, será vulnerable por su propia condición y por su ubicación.

El conocimiento de la magnitud de la vulnerabilidad, determinará las medidas de mitigación y de emergencia a implementar para dar respuesta al impacto. La vulnerabilidad de un elemento puede aumentar o disminuir, si las condiciones de su ambiente y constitución varían. Así, la vulnerabilidad de una conducción de agua potable que corre paralela a un río puede incrementarse si el río cambia de curso y se acerca peligrosamente a la tubería, y puede disminuir si se construyen muros de protección.

El análisis de vulnerabilidad como diagnóstico, se aplica no solo al impacto de fenómenos naturales graves como terremotos y huracanes, sino también al riesgo implícito de accidentes que afectan los servicios, como es el caso de contaminaciones, brotes epidémicos y roturas de tuberías.

2.8.1 *Análisis de riesgo de las amenazas naturales en los sistemas de agua y saneamiento (Plaza, 1998)*

✓ Sismo

Los parámetros comúnmente utilizados para la caracterización del potencial destructor de un sismo en un sitio determinado son: intensidad del sacudimiento y aceleración sísmica.

La escala de intensidades describe el efecto o daño al hombre, naturaleza y construcciones, provocado por un sismo en un sitio determinado. Estos efectos varían de un lugar a otro y dependen en gran medida de la distancia hipocentral y de la respuesta sísmica de los suelos. La intensidad se mide generalmente en la Escala de Mercalli Modificada, que tiene grados fijos que van del I (imperceptible) al XII (destrucción total), o en otras escalas similares.

Los efectos del sismo en los sistemas son:

- Destrucción total o parcial de las estructuras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución.
- Rotura de las tuberías de conducción y distribución y daños en las uniones, entre tuberías o con los tanques, con la consiguiente pérdida de agua.
- Interrupción de la corriente eléctrica, de las comunicaciones y de las vías de acceso.
- Modificación de la calidad del agua por deslizamientos en áreas de topografía montañosa.
- Variación (disminución) del caudal en captaciones subterráneas o superficiales.
- Cambio del sitio de salida del agua en manantiales.
- Daños por inundación costa adentro por impacto de tsunamis.

✓ Erupciones volcánicas

El potencial destructor de las erupciones volcánicas varía en relación a los cuatro tipos de productos esperados en una erupción volcánica: flujos de lava, flujos piroclásticos o nubes ardientes, flujos de lodos o lahares y caídas de ceniza. Los dos primeros comprenden corrientes de roca fundida y nubes densas de gas, ceniza y fragmentos de roca respectivamente, que tienen temperaturas mínimas de varios cientos de grados centígrados y que viajan restringidos por la topografía, generalmente hasta el pie del edificio volcánico.

En condiciones muy especiales, pueden alcanzar distancias mayores. Estos dos productos volcánicos destruyen todo lo que se encuentra a su paso, de manera que estructuras y tuberías resultan arrasadas, enterradas o quemadas, y solo hay posibilidad de que no resulten afectadas si se ubican fuera del camino de los flujos.

Los flujos de lodo o lahares –a diferencia de los anteriores– no son calientes, pero tienen un volumen y una movilidad mucho mayor, y pueden viajar hasta cientos de kilómetros por hora a lo largo de los drenajes que nacen en el volcán. Toda obra que se encuentre a su paso, es decir, dentro de los primeros metros por encima del nivel del agua de dichos drenajes en condición normal, podría ser enterrada, destrozada o arrastrada por el flujo. La única protección contra este fenómeno es nuevamente mantenerse fuera de su camino.

Las caídas de cenizas cubren uniformemente áreas mucho mayores que los productos anteriores, al ser éstas transportadas por aire y no estar condicionadas por la topografía existente. Mientras más lejos esté la fuente de emisión, menor es el tamaño de la ceniza y menor el espesor depositado, que puede medirse en el rango de los milímetros a centímetros. El principal efecto de la caída de cenizas se produce en las plantas de tratamiento y acueductos a cielo abierto, a causa de la contaminación producida por depositar este material de características ácidas. Paralelamente, hay impactos indirectos como suspensión de energía eléctrica y corte de caminos y comunicaciones.

En mapas de amenaza volcánica se pueden encontrar delineados los límites de las posibles áreas de influencia. Estos mapas generalmente presentan a escala local las zonas potencialmente afectadas por flujos piroclásticos, de lava y por caídas de ceniza, mientras que por la naturaleza del fenómeno los lahares se presentan a escala regional.

Cuando el componente se encuentre dentro de los límites de flujos piroclásticos, de lava y de lahares, se considerará una destrucción total y un factor de daño de 100%. En caso de caídas piroclásticas, el factor de daños depende solamente del volumen de cenizas.

Los efectos de las erupciones volcánicas en los sistemas son:

- Destrucción total de los componentes en las áreas de influencia directa de los flujos, generalmente restringidas al cauce de los drenajes que nacen en el volcán.
- Obstrucción de las obras de captación, desarenadores, tuberías de conducción, floculadores, sedimentadores y filtros, por caída de cenizas.
- Modificación de la calidad del agua en captación de agua superficial y en reservorios por caída de cenizas.
- Contaminación de ríos, quebradas y pozos en zonas de deposición de los lahares.
- Destrucción de caminos de acceso a los componentes y de líneas de transmisión de energía eléctrica y de comunicación.
- Incendios.

Si el componente se encuentra dentro de los límites de caída de cenizas, se debe analizar únicamente la posibilidad de contaminación del agua por acumulación de sólidos en suspensión en depósitos abiertos (plantas de tratamiento y captaciones superficiales). El impacto a considerar será la suspensión del servicio y el reemplazo de filtros de arena por colmatación en plantas de tratamiento, según la duración e intensidad del fenómeno.

Este es un fenómeno progresivo, por lo que se podrían tomar medidas de emergencia, en función de la información existente en los organismos responsables del control de la evolución del proceso eruptivo.

✓ Deslizamientos

El potencial destructor de los deslizamientos depende principalmente del volumen de masa en movimiento, de la velocidad de movimiento, del tipo de movimiento y de la disgregación de masa inestable. Los tipos de movimientos más comunes son: caída de rocas, deslizamientos de tierra rotacionales o traslacionales, flujos de lodo o escombros, y reptación

de laderas. Los primeros son extremadamente rápidos (probables movimientos mayores a 5 m/s) y de tamaño variado. Los segundos movimientos pueden ser extremadamente rápidos a extremadamente lentos (velocidades entre 5 m/s a menos de 16 mm/año), profundos o superficiales; los terceros generalmente rápidos a muy rápidos (velocidades entre 1,8 m/hora a 5 m/s) y los últimos son extremadamente lentos (menos de 16 mm/año) y superficiales.

El volumen está relacionado con el espesor y la extensión de la masa inestable. La velocidad (aspecto muy difícil de cuantificar) se determina por medio de monitoreo con equipos o de estimaciones relacionadas con los rasgos morfo-dinámicos y desplazamientos de estructuras (cercas, caminos, etc.). Estos dos son los parámetros relacionados más directamente con el poder destructor de los deslizamientos. La disgregación del material tiene relación con la dinámica del movimiento, el tamaño de las rocas y los bloques de material inestable.

En mapas de fenómenos de inestabilidad de terrenos o de peligrosidad por deslizamiento, a escala local o regional, se muestran los límites del área, la tipología, el espesor promedio o de varios puntos de la zona inestable y el grado de actividad o peligrosidad. Los efectos de los deslizamientos en los sistemas son:

- Destrucción total o parcial de las obras, en especial de captación y de conducción ubicadas sobre o en la trayectoria principal de deslizamientos activos, especialmente en terrenos montañosos inestables con fuerte pendiente, o en taludes muy inclinados o susceptibles a deslizamientos.
- Contaminación del agua en las áreas de captación superficial en zonas montañosas.
- Corte de caminos y comunicaciones, paralelamente a impactos indirectos como suspensión del servicio eléctrico.
- Velocidad probable. En algunos casos, estos mapas y los geotécnicos contienen los fenómenos de carcavamiento, hundimiento por colapso de cavernas, asentamiento por arcillas expansivas, licuación de terrenos granulares y saturados entre otros. Estos fenómenos y sus características pueden también localizarse y describirse en informes técnicos elaborados durante el estudio de proyectos específicos. El potencial destructor de estos fenómenos depende de su intensidad y extensión.

Cuando el componente está sobre un deslizamiento activo extremadamente rápido, o en su trayectoria principal, su destrucción puede ser total y el factor de daño puede llegar a 100%.

Cuando el componente se encuentra sobre un deslizamiento activo con velocidad menor a 1,6 m/año (o en el camino de este), los daños son menores y factibles de ser reparados; el factor de daño es incierto. Cuando el componente se encuentra en la superficie y en el camino de caídas de rocas (velocidad mayor a 5 m/s), hay seguridad de daños, pero el factor es difícil de precisar. Cuando el componente está sobre o en el camino de movimientos con velocidad menor a 16 mm/año, posiblemente las estructuras no sufrirán daños.

✓ Inundaciones

El impacto de amenaza por inundaciones podrá caracterizarse por el área de influencia y por los niveles máximos de inundaciones y crecidas. Estos datos se encuentran en mapas de inundaciones de ríos o zonas costeras, a escala local, donde se ubican los límites del área de

inundación. En los anuarios hidro-meteorológicos y en los informes técnicos de proyectos especiales (hidroeléctricos, de irrigación, etc.) puede encontrarse información adicional para evaluar el fenómeno.

Cuando el componente esté en el cauce de un río con crecidas continuas, de fuerte velocidad (>1 m/s) o de larga duración, su destrucción puede ser total (factor de daño puede ser 100%); si está en la llanura de inundación, el impacto puede ser parcial por contaminación, erosión, enterramiento o impacto de materiales arrastrados y el factor de daño es incierto.

Los efectos de las inundaciones y crecidas en los sistemas son:

- Destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos o quebradas.
- Azolve y colmatación de componentes por arrastre de sedimentos.
- Pérdida de captación por cambio del cauce del río.
- Rotura de tuberías expuestas en pasos de quebradas y/o ríos.
- Rotura de tuberías de distribución y conexiones en las áreas costeras debido al embate de marejadas y en áreas vecinas a cauces de agua.
- Contaminación del agua en las cuencas.
- Daño de equipos de bombeo al entrar en contacto con el agua.
- Impactos indirectos como la suspensión de energía eléctrica, corte de caminos y comunicaciones.

✓ Sequías

El impacto de amenaza por sequías podrá caracterizarse por el área de influencia, los períodos de sequía y los niveles de precipitación y disminución del nivel del agua subterránea. Esta información se encuentra generalmente en registros hidro-meteorológicos, mapas de condiciones hidrogeológicas y, en pocos casos, en mapas de amenaza. Puede resultar muy difícil contar con una información sintetizada sobre el tema. Los períodos de sequía continuos y de larga duración pueden reducir considerablemente el caudal de captación y determinar un factor de daño del sistema del 100% (cambio de sistema). Los períodos de sequía cíclicos y de corta duración influyen en la continuidad y cantidad del servicio de manera incierta.

Los efectos de las sequías en los sistemas son:

- Pérdida o disminución del caudal del agua superficial y/o subterránea.
- Racionamiento y suspensión del servicio.
- Abandono del sistema.

2.8.2 *Análisis de vulnerabilidad en sistemas de agua y saneamiento (CEPIS/OPS, 1996)*

El análisis de vulnerabilidad es el método mediante el cual se determinan las debilidades de los componentes de un sistema frente a una amenaza con un doble objetivo: establecer las medidas de mitigación necesarias para corregir esas debilidades, y proponer las medidas de emergencia para dar una respuesta adecuada cuando el impacto de la amenaza se produce.

El objetivo del análisis de vulnerabilidad y de la identificación de las medidas de mitigación para los sistemas rurales de agua potable, es tener sistemas sostenibles y seguros frente a las amenazas naturales.

Para conseguir este objetivo, es necesario primero conocer las características del nivel organizativo, administrativo y de operación (administrativo-funcionales) y las características de los componentes físicos (estructurales), así como las relacionadas con las amenazas naturales de la zona y su impacto potencial.

Con esa información, se procede a identificar las vulnerabilidades del sistema y las medidas de mitigación. Las características administrativo-funcionales permiten identificar los diferentes niveles organizativos y administrativos, sus jerarquías, normas vigentes y sus responsabilidades con respecto al buen funcionamiento del sistema. Esto permite delinear las estrategias para establecer las medidas de mitigación y ubicar los recursos disponibles a ser usados para la implementación de dichas medidas. Este conocimiento de la organización institucional, de la administración y capacidad de operación locales lleva a establecer las vulnerabilidades administrativo-funcionales, muy importantes de resolver para lograr la sostenibilidad de los sistemas rurales de agua potable.

Las características estructurales identifican los componentes, el funcionamiento físico del sistema y el tipo de amenazas, además de su posible impacto en el sistema. Se establece una relación directa entre las características estructurales del sistema y las amenazas naturales. Esta relación se visualiza por medio de la sobreposición de las amenazas con respecto a los componentes del sistema y determina la capacidad de resistencia del mismo y, por consiguiente, su vulnerabilidad física y su capacidad operativa ante la ocurrencia del fenómeno.

Es necesario conocer las vulnerabilidades administrativo-funcionales en los diferentes niveles, especialmente en los niveles administrativos y operativos, pues son los encargados de garantizar la operación, mantenimiento y administración con un mínimo de ayuda externa.

El esquema organizativo institucional en el cual se involucran los sistemas rurales de abastecimiento de agua potable, es el primer nivel donde puede identificarse la vulnerabilidad. El segundo nivel corresponde a la forma administrativa local de los sistemas, que puede estar relacionada con el esquema organizativo institucional y ser la misma para todos los sistemas de una región, pero diferente entre regiones. El tercer nivel corresponde a la operatividad del sistema, que es asumida principalmente por un operador y que tiene estrecha relación con el segundo nivel.

Si se conoce la vulnerabilidad del sistema, es posible determinar las medidas de mitigación para los aspectos físicos y para los administrativo-funcionales. Las medidas de mitigación para la vulnerabilidad física tienden a fortalecer el estado actual del sistema y sus componentes, así como a mejorar las condiciones de los mismos frente al impacto de una amenaza determinada. Las medidas de mitigación para la vulnerabilidad administrativo-funcional tienden a mejorar la organización, gestión local, capacidad de operación, para fortalecer el funcionamiento del sistema en condiciones normales o frente al impacto de una amenaza.

La ejecución de medidas de mitigación demanda disponibilidad de recursos humanos, materiales y económicos. Por ello, es necesario estimar los costos, priorizar su ejecución y visualizar la capacidad de respuesta actual de los sistemas. Los datos obtenidos sirven para la formulación de un plan de implementación de las medidas de mitigación.

El análisis de vulnerabilidad demanda conocer y determinar lo siguiente:

- La organización institucional para el abastecimiento rural de agua potable y la administración local.
- La forma de operación de los sistemas rurales.
- Los componentes del sistema y su funcionamiento.
- Las amenazas, sus características e impactos.
- La vulnerabilidad administrativa, funcional y física.
- Las medidas de mitigación para reducir la vulnerabilidad identificada.

- **Aplicación del análisis de vulnerabilidad**

El análisis de vulnerabilidad se aplica a cada componente de los sistemas, como resultado del análisis individual de sus componentes. Como herramienta de diagnóstico para elaborar planes de mitigación y de emergencia, el análisis de vulnerabilidad se aplica en la planificación para atender los grandes desastres naturales y las situaciones que impidan la prestación continua de los servicios. Es usual que primero se aplique a las situaciones operacionales y a los aspectos organizativos y administrativos, y posteriormente a los impactos de los fenómenos naturales, lo que facilita su aplicación al obtener experiencia en situaciones que van de menor a mayor complejidad.

- **Niveles de análisis**

El análisis se efectúa en los siguientes niveles: 1° nivel → análisis detallado; 2° nivel → análisis especializado; 3° nivel → análisis de evaluación.

- a) **Primer nivel → análisis detallado**

Este primer nivel se utiliza para determinar las medidas de mitigación y de emergencia, a ser implementadas para disminuir la vulnerabilidad del sistema, según sus componentes operacionales, físicos y administrativos. En este nivel se identifican además los estudios de mayor complejidad que deben efectuarse y que corresponden al segundo nivel.

El análisis se lleva a cabo por etapas, desde el simple reconocimiento para encontrar las situaciones que comprometen los componentes, hasta estudios detallados de ingeniería, estructuras e hidrológicos.

La complejidad del análisis dependerá del sistema. En los sistemas rurales y urbanos muy sencillos, bastará un recorrido detallado para determinar las situaciones vulnerables y las medidas de mitigación y de emergencia necesarias a implementar para las amenazas propias de la zona. En los sistemas urbanos mayores y metropolitanos, serán necesarios estudios de mayor complejidad, según el sistema.

b) Segundo nivel → análisis de especialización

Este segundo nivel implica efectuar estudios especializados de vulnerabilidad, que usualmente las empresas de agua potable y saneamiento no están en capacidad de efectuar, tales como estudios de análisis estructural de represas, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento, tuberías de grandes diámetros, estabilidad de taludes y de suelos, estudios hidrológicos de avenidas, control de sedimentos y manejo de cuencas, etc.

Estos estudios están encaminados a determinar la vulnerabilidad de las estructuras y las medidas de mitigación, tales como programas de manejo integrado de cuencas para mejorar y conservar la cantidad del agua y disminuir el acarreo de sedimentos; obras de mejoramiento y sustitución de captaciones de agua (captaciones superficiales por galerías de infiltración por ejemplo); obras de reforzamiento estructural; flexibilización de tuberías de grandes diámetros; obras encaminadas a mejorar el funcionamiento de equipos y la flexibilidad operacional, etc.

La necesidad de estos estudios se identifica en el primer nivel de análisis, oportunidad en la cual se recopila la información disponible y se elaboran los términos de referencia para la contratación de consultores especializados.

c) Tercer nivel → análisis de evaluación

El análisis de vulnerabilidad en el tercer nivel presupone la vigencia de un plan de mitigación y de un plan de emergencia. Se efectúa luego del impacto de una amenaza y con posterioridad a la realización de simulacros, talleres y seminarios de análisis de vulnerabilidad. Las actividades anteriores deben ser continuas y permanentes, de manera que el plan de emergencia se mantenga vigente a lo largo del año, y no como un simple documento a utilizarse cuando se presente una emergencia.

- **Pasos del análisis**

Para llevar a cabo este análisis, es necesario conocer la organización y normativa nacional en materia de atención de emergencias y desastres; identificar y caracterizar las amenazas posibles de la zona; y conocer en detalle el sistema de abastecimiento de agua potable, sus componentes y funcionamiento.

El análisis de vulnerabilidad debe ser efectuado por profesionales con amplia experiencia en operación, diseño y reparación de los componentes del sistema. También se requiere una buena dosis de imaginación para prever posibles daños y medidas para evitarlos. El análisis de vulnerabilidad de sistemas de agua potable o de alcantarillado sanitario demanda seguir los pasos que se detallan a continuación.

✓ Paso 1: Identificación de la organización y legislación vigentes

a) Organización nacional y regional

Antes de efectuar el análisis de vulnerabilidad, es necesario identificar la organización nacional y regional, sus normas de funcionamiento y los recursos disponibles para el abastecimiento de agua y evacuación de aguas residuales en situaciones de emergencia y para ayudar en la rehabilitación. Es usual que estas organizaciones cuenten con plantas portátiles y equipo de construcción pesada para las reparaciones del sistema de agua potable y del alcantarillado sanitario, aspectos que deben valorarse en la elaboración del análisis. La información recabada en este primer paso es la base para llenar la tercera matriz de vulnerabilidad.

b) Normativa legal vigente

En esta etapa debe identificarse:

- Legislación y reglamentación sobre atención de las diferentes fases de las emergencias y desastres: Defensa Civil, comisiones de emergencia, organización nacional, regional y local, etc.
- Legislación aplicable respecto a la responsabilidad civil y penal en el manejo de emergencias y desastres en el nivel de empresa y de funcionario.
- Los códigos para el diseño y análisis, tales como códigos sísmicos.

✓ Paso 2: Descripción de la zona, del sistema y de su funcionamiento

a) Descripción de la zona

Es deseable caracterizar la zona del sistema mediante los siguientes datos: ubicación (distancia a otros poblados, región en que se encuentra, etc.); clima (temperatura, precipitación, humedad, etc.); población (tasa de crecimiento, densidad, etc.); estructura urbana (barrios y caseríos, zona industrial, comercial y domiciliaria, tipo de viviendas, calidad de la construcción, etc.); salud pública y saneamiento (servicios de salud, recolección de basura, estadísticas de salud); desarrollo socioeconómico (actividades socioeconómicas, desempleo, etc.); datos geológicos, geomorfológicos y topográficos.

Es importante conocer los servicios con que cuenta la zona: comunicaciones (televisión, radio, correo, telégrafo, teléfono, fax, etc.); acceso y vías de comunicación (carreteras, trenes, aeropuertos, puertos fluviales y marítimos, así como la frecuencia de viaje en las diferentes vías); energía eléctrica (quién la opera, cobertura, confiabilidad, seguridad, etc.). Es necesario evaluar la vulnerabilidad física y administrativa (capacidad de respuesta) de las vías de comunicación y abastecimiento de energía eléctrica (para sistemas con bombeo) en coordinación con el ministerio y la empresa correspondientes. Esta información es muy útil a la hora de plantear medidas de mitigación y emergencia, pues puede modificar significativamente el tiempo de rehabilitación (TR) estimado, y por ende los tipos y costos de dichas medidas.

b) Descripción física del sistema

En esta etapa se recopilarán los planos físicos del sistema y se describirá este con los datos más relevantes de cada componente: elevaciones, materiales, diámetros, volúmenes, etc. La descripción se acompañará de esquemas claros que faciliten la comprensión del sistema.

c) Descripción funcional del sistema

Paralelamente a la descripción física, se describirá el funcionamiento del sistema con los datos más relevantes de cada componente: flujos, niveles, presiones y calidad del servicio. Para el caso de agua potable, interesa conocer la cantidad suministrada en cantidad, continuidad del servicio y calidad del agua. Para el caso de alcantarillado sanitario, se debe conocer la cobertura, capacidad de evacuación, calidad de afluentes y de cuerpos receptores.

La descripción se acompañará de esquemas claros que faciliten el entendimiento del funcionamiento del sistema. Deberán considerarse las variaciones de las épocas de verano e invierno que pudieran presentar diferentes modalidades de operación y condición de los servicios. Esta información se empleará en el llenado de la matriz de vulnerabilidad operativa.

✓ Paso 3: Estimación de la vulnerabilidad operativa (primera matriz de vulnerabilidad)

Para el caso de sistemas de agua potable, en la primera columna de la matriz se anotará el componente analizado, captación, planta de tratamiento, tanque, zona de abastecimiento o zona de presión. En la segunda columna, se anotará el componente, requerimiento actual y superávit o déficit. En la tercera columna, se indicará la continuidad del servicio de las zonas de presión o sectores de la red. En la cuarta columna, se registrará la calidad del agua con sus deficiencias si las hubiere. Si no existe un componente requerido (reservorio, por ejemplo), en la segunda columna sobre capacidad se anotará cero y en la tercera columna se registrará como déficit el volumen.

Para sistemas de alcantarillado sanitario, en la primera columna de la matriz se anotará el componente analizado: zona de recolección, conducción, planta de tratamiento y disposición final. En la segunda columna (para las zonas del área) se anotará la cobertura. En la tercera columna, se registrará la capacidad y déficit si lo hubiera. En la cuarta columna, se anotará la calidad del efluente final y se indicará la fuente de disposición final.

✓ Paso 4: Estimación de la vulnerabilidad física e impacto en el servicio (segunda matriz de vulnerabilidad)

a) Identificación de las amenazas

En la primera columna de esta matriz, se anotarán las amenazas propias de la zona que pudieran impactar los sistemas físicos de agua potable o de alcantarillado sanitario. El análisis debe efectuarse separadamente para cada sistema. En esta columna, se hará una descripción breve de la amenaza y sus consecuencias. Estas últimas se deben catalogar así:

- Originadas por fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundaciones, erupciones volcánicas, etc.).
- Originadas por la actividad humana (derrames de sustancias químicas, contaminación, etc.).
- Originadas por la operación de sistemas (roturas de tuberías de gran diámetro, etc.).

b) Características de las amenazas

En la segunda columna, se indicarán los valores que caracterizan la amenaza. Por ejemplo, para un huracán: pronóstico del área de impacto, tiempo de duración del impacto, velocidad esperada de los vientos, precipitación esperada y niveles probables de agua en los cauces. Para sismos: fuentes de la amenaza, valores de recurrencia, magnitudes máximas, máxima duración probable, y aceleraciones y desplazamientos esperados.

Esta información se incorporará en un mapa o plano de la zona. Las características deberán ser lo más aproximadas al pronóstico de impacto, obtenidas del análisis de probabilidades de ocurrencia. Para ello, es necesario recurrir a análisis especializados de la historia de amenaza en la región. Esta información deberá incluirse en mapa de riesgo sísmico o hidrológico, de manera que la superposición de los mapas de riesgos con los planos del sistema de agua potable a la misma escala, indiquen los componentes de mayor riesgo.

c) Prioridad relativa

En la tercera columna se indicará la prioridad de la amenaza, si la zona estuviese sujeta a varias amenazas. Al iniciar el análisis, no siempre se conoce con exactitud la prioridad de cada amenaza. Por esto, al inicio se indicarán prioridades tentativas, que se corregirán una vez concluido el análisis.

d) Sistemas de información de alerta

La cuarta columna de la matriz se dividirá en tres sub-columnas. En la primera, se indicarán (para cada amenaza según corresponda y al mismo nivel) los sistemas de información y de alerta hacia la empresa, por ejemplo el sistema de comunicación entre Defensa Civil y la empresa. En la segunda, se indicarán los sistemas de información dentro de la empresa y hacia las regiones de la misma. En la tercera sub-columna, se registrarán los sistemas de información después del evento, incluidos los medios masivos de comunicación y la información a los clientes. En el análisis posterior de vulnerabilidad, se evaluará la efectividad de estos sistemas y las medidas de mejoramiento necesarias para que los sistemas operen con eficacia.

e) Áreas de impacto

En la quinta columna se indicarán las áreas de impacto directo, por ejemplo, áreas de captación por acción de fuertes lluvias; áreas de suelos suaves y sueltos donde se ubican tuberías de conducción en caso de sismos, etc.

f) Componentes expuestos

En la sexta columna, se indicarán las estructuras de los componentes expuestos directamente al impacto de la amenaza. Los componentes deben indicarse preferiblemente en el sentido de flujo del agua y se catalogarán así: captaciones (diferentes tipos) y sus estructuras, aducciones, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento, redes principales de conducción o matrices y redes de distribución.

g) Características del impacto: daños, vulnerabilidad, tiempo de rehabilitación (TR) y capacidad remanente

Esta séptima columna se dividirá en tres sub-columnas. En la primera se describirán las características del impacto sobre cada uno de los elementos expuestos. En la segunda sub-columna, se indicará el tiempo estimado de rehabilitación antes del impacto. En la tercera, se incluirá la capacidad remanente de operación del componente en unidades de flujo y de porcentaje. El tiempo de rehabilitación y la capacidad remanente corresponden a los valores de vulnerabilidad del componente.

La información aquí consignada es la clave del análisis de vulnerabilidad. Por ello, es imprescindible ponerle especial énfasis. Deberá ser elaborada por profesionales con amplia experiencia en operación, mantenimiento, diseño y rehabilitación de sistemas de agua potable, preparados para pronosticar con suficiente aproximación las situaciones generadas por los impactos y para determinar los parámetros de vulnerabilidad.

h) Impacto en el servicio de agua potable o alcantarillado

En esta octava columna, para cada elemento expuesto, se indicará el impacto en el servicio, la población que queda parcial o totalmente sin servicio, la cantidad de personas y áreas de servicio, y los servicios prioritarios del área como hospitales, centros que serán utilizados para refugiados, etc. Esta información, conjuntamente con el tiempo de rehabilitación, se utilizará para indicar en el plan de emergencia las necesidades de proveer agua por otros medios, el tiempo durante el cual este servicio se deberá implementar, y las conexiones e instalaciones prioritarias de atención del drenaje.

- ✓ Paso 5: Estimación de la vulnerabilidad administrativa de la empresa y capacidad de respuesta (tercera matriz de vulnerabilidad)

a) Organización institucional

En la primera columna de esta matriz, se indicará el resultado del análisis de vulnerabilidad correspondiente a la organización institucional. Se debe distinguir los niveles central, regional y local.

Los aspectos más relevantes a considerar son: existencia del programa para la atención de emergencias y desastres, y planes de mitigación y de emergencia; constitución y funcionamiento del comité de emergencia y de las comisiones de formulación de planes; estado de divulgación y conocimiento por parte de los funcionarios involucrados; aspectos de coordinación con Defensa Civil o su similar, empresa de energía, comunicaciones; y

evaluación del sistema de información y alerta. También es importante considerar la experiencia en el manejo de situaciones de emergencias y la existencia de rutinas no escritas, pero de uso comprobado en emergencias anteriores.

b) Operación y mantenimiento

En la segunda columna de esta matriz, se indicará el resultado del análisis de vulnerabilidad correspondiente a los aspectos de operación y mantenimiento para los niveles central, regional y local. Este aspecto es clave en la atención de emergencias y desastres. Las empresas con programas adecuados de operación y de mantenimiento preventivo y correctivo están en mejores condiciones de proveer una respuesta eficaz a las emergencias y desastres.

Los aspectos más relevantes a considerar son: existencia de programas idóneos de planificación de operación y de mantenimiento correctivo y preventivo; coordinación con otras instituciones prestatarias de servicios como energía y teléfonos; personal capacitado; existencia de repuestos para las reparaciones; disponibilidad de equipo y maquinaria (propia o de la empresa privada).

c) Apoyo administrativo

En la tercera columna de esta matriz, se indicará el resultado del análisis de vulnerabilidad de los sistemas de apoyo administrativo, que si bien forman parte del plan de emergencia, es necesario evaluarlos por separado.

Los aspectos más relevantes a considerar son: disponibilidad y manejo de dinero en situaciones de emergencia y desastre; apoyo logístico de personal, almacenes y transportes; disponibilidad de contratación de empresas privadas para apoyar medidas de mitigación y de rehabilitación.

d) Capacidad de respuesta

En la cuarta columna de esta matriz, se indicará la capacidad de respuesta institucional para implementar medidas de mitigación y para atender el impacto de las amenazas si estas se presentaran. Esta columna es el resultado de las evaluaciones de las tres columnas anteriores.

✓ Paso 6: Medidas de mitigación y de emergencia (cuarta matriz de vulnerabilidad)

En esta matriz se plantearán las medidas de mitigación y de emergencias para cada aspecto de vulnerabilidad analizado: operativa, física y administrativa. Para cada caso, se llenará una columna dividida en cuatro sub-columnas, las dos primeras para medidas de mitigación y sus costos estimados, y la tercera y cuarta para medidas de emergencia y costo estimado.

a) Vulnerabilidad operativa

La primera parte de esta matriz corresponderá a las medidas de mitigación y de emergencia para los aspectos operativos identificados como vulnerables en la primera matriz de vulnerabilidad.

b) Vulnerabilidad física

La segunda parte de esta matriz corresponderá a las medidas de mitigación y de emergencia, correspondientes a los componentes físicos. Se indicarán en el mismo orden en que fueron analizados en la segunda matriz de vulnerabilidad.

Esta parte se dividirá en dos secciones; en la primera, plan de mitigación, se indicarán las medidas de mitigación para los componentes físicos que corresponderán a obras de reforzamiento, sustitución, rehabilitación, reposición de equipos, mejoramiento de accesos, etc. Junto a cada componente se indicará la prioridad de atención que corresponderá a los que tienen mayor tiempo de rehabilitación, mayor frecuencia o componentes críticos. En la segunda, plan de emergencia, se indicarán las medidas de emergencia y procedimientos de emergencia para que sean implementados si el impacto se presentara antes que las medidas de mitigación fueran implementadas.

Es aconsejable que esta matriz sea llenada por el mismo equipo de profesionales que efectuó el análisis de vulnerabilidad física. El conocimiento del funcionamiento del sistema es fundamental en esta etapa, ya que facilitará la formulación del plan de mitigación y los estudios complementarios de diseño y construcción, y el planteamiento de los procedimientos alternativos de abastecimiento de agua potable para elaborar el plan de emergencia.

c) Vulnerabilidad administrativa

En la tercera parte de esta matriz, se indicarán las medidas de mitigación y de emergencia que se deben implementar para corregir o reforzar los aspectos administrativos identificados en la tercera matriz.

Matriz 1(a) – Vulnerabilidad operativa, agua potable

(1) Componente	(2A) Capacidad componente	(2B) Requerimiento actual	(2C) Déficit (-) Superávit (+)	(3) Continuidad	(4) Calidad del agua

Matriz 1(b) - Vulnerabilidad operativa, alcantarillado sanitario

(1) Componente	(2) Cobertura (%)	(3) Capacidad (L/s)	(4) Calidad del efluente

Matriz 2 - Vulnerabilidad física e impacto en el servicio

(1)	(2)	(3)	(4 A)	(4 B)	(4 C)	5	(6 A)	(6 B)	(7 A)	(7 B)	(7 C)	8
Tipo de amenaza	Características de la amenaza	Prioridad relativa de la amenaza	Sistemas de información y alerta (instituciones a la empresa)	Sistema de información y alerta (dentro de la empresa)	Sistemas de información (después del evento)	Áreas de impacto	Componentes expuestos (riesgos relativos)	Estado del componente	Daños estimados (tipo y dinero)	TR ₁₀₀ (días)	Capacidad remanente inmediata L/s (%)	Impacto en el servicio (conexiones)
							1 Agua potable					
3 Alcantarillado sanitario												
							4 TR del sistema					

Matriz 3 – Vulnerabilidad administrativa de la empresa y capacidad de respuesta

1	2	3	4
Organización institucional	Operación y mantenimiento	Apoyo administrativo	Capacidad de respuesta
A.- Planes de emergencia	A.- Programas de operación	A.- Disponibilidad y manejo de dinero. B.- Contratación de empresa privada en el mercado	A.- Organización institucional
B.- Comité de emergencia	B.- Programas de mantenimiento preventivo		B.- Operación y mantenimiento
C.- Comisión de formulación de los planes de mitigación y emergencia	C.- Mantenimiento correctivo		C.- Apoyo administrativo
D.- Coordinación interinstitucional	D.- Personal capacitado		D.- Institucional
E.- Sistema de información y alerta	E.- Materiales y accesorios		
	F.- Disponibilidad de equipo y maquinaria.		

**Matriz 4(a) – Medidas de mitigación y emergencia
VULNERABILIDAD OPERATIVA (1)**

Componente	Mitigación (1A)		Emergencia (1B)	
		Costos S/.		Costos S/.
Agua potable				
Alcantarillado sanitario				
Sub total (1)				

**Matriz 4(b) – Medidas de mitigación y emergencia
VULNERABILIDAD ADMINISTRATIVA (3)**

Área	Mitigación (3A)	Emergencia (3B)
Organización institucional		
Operación y mantenimiento		
Apoyo administrativo		
Sub total (3)		
Total		

**Matriz 4(c) – Medidas de mitigación y emergencia
VULNERABILIDAD FÍSICA (2)**

Mitigación (2 A)				Emergencia (2 B)	
Componente	Prioridad de atención		Costos S/.		Costos S/.
Agua potable					
Alcantarillado sanitario					
Sub total (2)					

2.8.3 *Conformación de expedientes técnicos*

El expediente técnico consta de la siguiente estructura:

- (1) Diagnóstico
- (2) Sistemas de agua y saneamiento
 - (2.1) Descripción de los componentes del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento.
 - (2.2) Operación y mantenimiento de los sistemas de agua y saneamiento.
 - (2.3) Administración de los sistemas.
- (3) Monitoreo y evaluación.

CAPÍTULO III Capacitación en gestión

3. Legal

3.1. *Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338 (Decreto Supremo N° 09-95-PRES)*

3.1.1. *Artículos relacionados con el área de agua y saneamiento*

- **Disposiciones generales**

Artículo 4: En aplicación de la Ley General y del presente reglamento entiéndase por:

- a) Servicios de saneamiento: La organización empresarial y el conjunto de instalaciones y equipos destinados a la satisfacción de las necesidades colectivas de servicios de saneamiento, en una localidad delimitada y para cada uno de los servicios a que se refiere el artículo 2 de la Ley General.
- b) Prestación regular de servicios de saneamiento: La actividad empresarial y la aplicación de tecnologías, métodos y procedimientos universalmente aceptados para suministrar agua potable y disponer sanitariamente las excretas, aguas servidas y aguas pluviales.
- c) Calidad del servicio: Conjunto de factores que caracterizan el servicio prestado al usuario.
- d) Usuario: La persona natural o jurídica a la que se presta los servicios de saneamiento.
- e) Explotación total: Explotación de uno o más servicios de saneamiento que se describen en el Título III de la Ley General.
- f) Explotación parcial: Explotación total o parcial de uno o más sistemas que integran los servicios de saneamiento.
- g) Entidad Prestadora de Servicios: La EPS pública, privada o mixta constituida con el exclusivo propósito de brindar servicios de saneamiento.
- h) Entidad Prestadora Pública: La EPS que se encuentra en el ámbito de la Actividad Empresarial del Estado.
- i) **Entidad Prestadora Municipal**: La EPS pública de derecho privado, **que presta servicios en el ámbito de una o más provincias y cuyo capital está suscrito en su totalidad por las municipalidades de los distritos que integran esas provincias.**

- j) **Entidad Prestadora Privada**: La EPS cuyo capital está suscrito íntegramente por **personas naturales o jurídicas privadas**.
- k) **Entidad Prestadora Mixta**: La EPS de Economía Mixta, cuyo **capital está suscrito por las municipalidades y por personas naturales o jurídicas privadas**, de acuerdo con lo establecido por la normatividad vigente.
- l) **Derecho de explotación**: Facultad de una EPS pública, privada o mixta, para prestar en forma total o parcial uno o más servicios de saneamiento en un determinado ámbito geográfico, de acuerdo con lo dispuesto por la Ley General y el presente reglamento.
- m) **Contrato de explotación**: Instrumento legal celebrado por una o más municipalidades provinciales con las EPS municipales, privadas o mixtas, que define las condiciones de otorgamiento del derecho de explotación total o parcial de uno o más servicios de saneamiento.

Artículo 5: Corresponde a la **municipalidad provincial**, en cumplimiento de lo establecido en la Ley General:

- a) La responsabilidad de la prestación de los servicios de saneamiento en todo el ámbito de su provincia.
- b) La constitución de EPS municipales en forma individual o asociada a otras municipalidades provinciales.
- c) El otorgamiento del derecho de explotación de los servicios de saneamiento a la EPS municipal, privada o mixta, así como la supervisión del cumplimiento del contrato de explotación respectivo.
- d) La aprobación de las tarifas, de acuerdo con lo establecido en el artículo 37 de la Ley General y del presente reglamento.
- e) El apoyo en la realización de acciones necesarias para la provisión de infraestructura de saneamiento en las localidades carentes de ellas.

Artículo 6: Las **municipalidades provinciales** prestarán los servicios de saneamiento a través de EPS municipales, privadas o mixtas, las que serán constituidas con el exclusivo propósito de prestar tales servicios, debiendo éstas poseer patrimonio propio, gozar de autonomía funcional y administrativa, y cumplir con los requisitos establecidos en el presente reglamento.

Artículo 7: Las **municipalidades provinciales** otorgarán el derecho de explotación a las EPS mencionadas en el artículo anterior, mediante contratos de explotación cuyas características y condiciones básicas se rigen por el presente reglamento y por las normas específicas que emita la Superintendencia.

Artículo 8: Dos o más **municipalidades provinciales** podrán otorgar el derecho de explotación de los servicios de saneamiento de su jurisdicción a la misma EPS, para lo cual suscribirán el contrato de explotación respectivo con la referida EPS, en los casos y bajo las condiciones establecidas en el presente reglamento.

Artículo 9: Cuando una **municipalidad provincial** ubicada fuera del ámbito de responsabilidad de una EPS municipal ya constituida, desee otorgarle el derecho de explotación, ésta deberá contar con la autorización previa de su Junta General o Directorio, según sea Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada o Sociedad Anónima, para la celebración del respectivo contrato de explotación.

Artículo 10: Son nulos los contratos de explotación de servicios de saneamiento celebrados por las municipalidades provinciales y las EPS municipales, privadas o mixtas, que no contengan cuando menos estipulaciones relativas a:

- a) El derecho de explotación total o parcial que se otorga.
- b) El ámbito geográfico de explotación de los servicios.
- c) El plazo de duración (indeterminado para EPS municipales será indeterminado).
- d) La calidad de los servicios, de acuerdo con los niveles vigentes y conforme los fije la Superintendencia.
- e) La obligación de sujetarse a las normas que rigen la prestación de los servicios de saneamiento.
- f) La expresa sujeción al Sistema Tarifario, conforme a lo establecido en la Ley General y en el presente reglamento.
- g) El compromiso de cumplir con los Planes Maestros o de expansión de los servicios de saneamiento.
- h) Las condiciones de prestación de los servicios de saneamiento en situaciones de emergencia.
- i) Las penalidades en caso de incumplimiento del contrato.

✓ *De la prestación de servicios*

Artículo 22: En los casos que por razones técnicas previsibles, la EPS requiera interrumpir el servicio o restringirlo, deberá comunicar sobre el particular a los usuarios, con una anticipación no menor de 48 horas, para lo cual utilizará todos los medios de difusión. Esta situación deberá ser simultáneamente **informada a la municipalidad distrital** correspondiente.

✓ De las entidades prestadoras públicas

Artículo 25: En los pequeños **centros poblados del ámbito rural**, la explotación de los servicios será realizada **por acción comunal**, mediante la **Organización de Juntas Administradoras** que operen y mantengan dichos servicios. El funcionamiento de las Juntas Administradoras será regulado por la Superintendencia. (*).

(*) Modificado por Decreto Supremo N° 015-96-PRES, estando vigente el siguiente enunciado: "En los pequeños centros poblados del ámbito rural, la explotación de los servicios será realizada por acción comunal, mediante la organización de Juntas Administradoras que operen y mantengan dichos servicios. El funcionamiento de las Juntas Administradoras que operen y mantengan dichos servicios será regulado por la Superintendencia.

Para tal efecto, se considera como centro poblado de ámbito rural aquel que no sobrepase los 2.000 habitantes. En casos excepcionales, la Superintendencia podrá incluir a otras localidades dentro de esta calificación o excluir de la misma a los centros poblados antes mencionados, de acuerdo con otros criterios previamente establecidos por esta institución.

✓ De las entidades prestadoras de mayor tamaño

Artículo 36: Las acciones que representan el **capital social de las EPS municipales** constituidas como sociedades anónimas serán emitidas a nombre de las **municipalidades de los distritos** que conforman cada una de las provincias donde prestan servicios las EPS, distribuidas según el porcentaje de población que tiene el distrito, con respecto al total de población de su provincia. Para tal fin, deben utilizarse las cifras oficiales sobre población del último Censo Nacional. Las municipalidades provinciales son entes titulares de las acciones correspondientes al número de habitantes del Cercado. El porcentaje de población que corresponda a las municipalidades, deberá redondearse a dos decimales; cuando se trate del reparto de acciones, se redondeará a cifras enteras. En ambos casos se utilizarán los métodos usuales de redondeo.

Artículo 42: Son funciones del Directorio de la EPS municipal, además de las establecidas en su Estatuto Social y demás normas pertinentes, velar por la formulación, aplicación y actualización de los Planes Maestros y los Programas de Operación y Mantenimiento que debe elaborar la EPS, en cumplimiento de la normatividad vigente.

✓ Tarifas: Del ámbito y alcances de la regulación de tarifas

Artículo 87: Para efectos de la aplicación del Artículo 28 de la Ley General, se consideran como **servicios prestados en condiciones especiales**, aquellos que se proporcionen ocasionalmente, que impliquen condiciones de calidad distintas a las generales del servicio, o que no sean suministrados por los sistemas a que se refiere el Título III de la Ley General, comprende:

- a) El suministro de agua potable mediante camiones cisterna, reservorios móviles y conexiones provisionales.
- b) La eliminación de excretas de tanques sépticos y su disposición.
- c) Otros servicios que determine la Superintendencia.

Los servicios prestados en condiciones especiales **pueden estar sujetos a cuotas o cánones** que serán fijados por la EPS, de acuerdo con lo establecido en su Reglamento de Prestación de Servicios.

Artículo 89: En cumplimiento del Artículo 44 de la Ley General, los servicios de las denominadas **áreas rurales** se sustentarán en "**cuotas familiares**" que cubrirán, como **mínimo, los costos de operación y mantenimiento del servicio**. La Superintendencia establecerá los procedimientos para la fijación de dichas cuotas.

✓ De los contratos celebrados por la EPS municipal

Artículo 150: La EPS municipal podrá celebrar contratos de prestación de servicios, de asociación en participación o subsidiarios de concesión con la EPS mixta o privada, siempre que se garantice el autosostenimiento y capacidad de expansión del conjunto de servicios que presta la EPS municipal.

3.1.2. *Ley General de Aguas (Decreto Ley N° 17752)*

✓ De la conservación y preservación de las aguas

Artículo 19°: La **Autoridad de Aguas** dictará las providencias y aplicará las medidas necesarias para evitar la pérdida de agua por escorrentía, percolación, evaporación, inundación, inadecuado uso u otras causas, con el fin de lograr la máxima disponibilidad de los recursos hídricos y mayor grado de eficiencia en su utilización.

Artículo 20°: Todo usuario está obligado a:

Emplear las aguas con eficiencia y economía, en el lugar y con el objeto para el que le sean otorgadas.

- a) Construir y mantener las instalaciones y obras hidráulicas propias en condiciones adecuadas para el uso, evacuación y avenamiento de las aguas.
- b) Contribuir proporcionalmente a la conservación y mantenimiento de los cauces, estructuras hidráulicas, caminos de vigilancia y demás obras e instalaciones comunes, así como a la construcción de las obras necesarias.
- c) Utilizar las aguas sin perjuicio de otros usos.

- d) No tomar mayor cantidad de agua que la otorgada, y sujetarse a las regulaciones y limitaciones establecidas de conformidad con la presente Ley.
- e) Evitar que las aguas que deriven de una corriente o depósito se derramen o salgan de las obras que las deben contener.
- f) Dar aviso oportuno a la autoridad competente cuando, por cualquier causa justificada, no utilice parcial, total, transitoria o permanentemente las aguas otorgadas, excepto cuando se trate de alumbramiento de aguas subterráneas no comunes.
- g) Cumplir con los reglamentos del Distrito de Riego al cual pertenece, así como con las demás disposiciones de las autoridades competentes.

Artículo 21°: La **Autoridad de Aguas deberá disponer la modificación, reestructuración o acondicionamiento de las obras o instalaciones** que atenten contra la conservación de las aguas; esta autoridad puede modificar, restringir o prohibir el funcionamiento de ellas.

✓ De la Preservación

Artículo 22°: Está prohibido verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar las aguas y que cause daños; que ponga en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna; o que comprometa su empleo para otros usos. Podrán descargarse únicamente cuando:

- a) Sean sometidos a los necesarios tratamientos previos.
- b) Se compruebe que las condiciones del receptor permitan los procesos naturales de purificación.
- c) Se compruebe que con su lanzamiento submarino no se causará perjuicio a otro uso.
- d) En otros casos que autorice el Reglamento.

La Autoridad Sanitaria dictará las providencias y aplicará las medidas necesarias para el cumplimiento de la presente disposición. Si, no obstante, la contaminación fuera inevitable, podrá llegar hasta la revocación del uso de las aguas, a la prohibición o a la restricción de la actividad dañina.

Artículo 23°: Está prohibido verter a las redes públicas de alcantarillado, residuos con propiedades corrosivas o destructoras de los materiales de construcción o que imposibiliten la reutilización de las aguas receptoras.

Artículo 24°: La Autoridad Sanitaria establecerá los límites de concentración permisibles de sustancias nocivas, que pueden contener las aguas, según el uso a que se destinen. Estos límites podrán ser revisados periódicamente.

Artículo 25°: Cuando la Autoridad Sanitaria compruebe la contravención de las disposiciones contenidas en este Capítulo, podrá solicitar a la Autoridad de Aguas la suspensión del suministro, mientras se realicen los estudios o trabajos que impidan la contaminación de las aguas.

✓ De los usos de las aguas

Artículo 26°.- Los usos de las aguas son aleatorios y se encuentran condicionados a las disponibilidades del recurso y a las necesidades reales del objeto al que se destinen, y **deberán ejercerse en función del interés social y el desarrollo del país.**

Artículo 27°.- El orden de preferencia en el uso de las aguas es el siguiente:

- a) Para las necesidades primarias y abastecimientos de poblaciones.
- b) Para cría y explotación de animales.
- c) Para agricultura.
- d) Para usos energéticos, industriales y mineros.
- e) Para otros usos.

El Poder Ejecutivo podrá variar el orden preferencial de los incisos (c), (d) y (e), en atención a los siguientes criterios básicos: características de las cuencas o sistemas, disponibilidad de aguas, política hidráulica, planes de Reforma Agraria, usos de mayor interés social y público y usos de mayor interés económico.

✓ De los Usos Preferentes

Artículo 39°: La Autoridad de Aguas, conjuntamente con la Sanitaria, podrá disponer lo que más convenga para que **el agua como elemento vital sea accesible a todos los seres en la cantidad suficiente** para satisfacer sus necesidades primarias. Con tal finalidad, fijará, cuando sea necesario, lugares o zonas de libre acceso a las fuentes naturales o cursos artificiales abiertos, sin alterarlos y evitando su contaminación.

Artículo 40°: El Estado otorgará el uso de las aguas preferentemente para **fines domésticos y abastecimiento de poblaciones**, que comprenderá la satisfacción de las necesidades primarias y sanitarias de la población como conjunto humano.

Artículo 41°: Podrán otorgarse usos de agua para cría y explotación de animales, debiendo procurarse la utilización de aguas subterráneas en granjas, centros o planteles aledaños a poblaciones.

✓ De los Estudios y Obras

Artículo 85°: Quedan sujetas a las disposiciones específicas del presente Título y a las demás de esta Ley que le sean aplicables, la realización de estudios y la ejecución y modificación de obras destinadas a los siguientes fines:

- a) Usos de agua.
- b) Evacuación de desagües y descarga de los afluentes, relaves y materiales sólidos provenientes de la minería, industria y de otros usos.
- c) Defensa contra la acción erosiva de las aguas.
- d) Encauzamiento de cursos naturales.
- e) Avenamiento de suelos.
- f) Los demás estudios y obras de carácter hidráulico en general.

Artículo 86°: Las obras se ejecutarán ciñéndose estrictamente a las características, especificaciones y condiciones de los estudios y proyectos aprobados.

Artículo 87°: La autoridad competente podrá disponer el retiro, demolición, modificación o reubicación de obras autorizadas en los casos siguientes:

- a) Si no se ajustan a los estudios y proyectos aprobados.
- b) Si resultan perjudiciales por haber variado naturalmente las causas que determinaron su construcción.
- c) Si ello es indispensable por razones de orden técnico para una mejor o más racional utilización de las aguas, en cuyo caso será cubierta por los beneficiarios la indemnización o el costo de lo que fuese necesario hacer, de modo que el dueño de la obra no se perjudique.

Artículo 88°: Los estudios destinados a obras de irrigación, mejoramiento de riegos, o cualquier otro que en su ejecución pudiera ocasionar daños o perjuicios por infiltración de agua, deberán incluir los referentes al avenamiento.

Artículo 89°: En los expedientes administrativos abandonados y en los declarados caducos, el Estado se subrogará sin costo alguno en el derecho del peticionario sobre los planos, estudios y proyectos acompañados.

Artículo 90°: Todo aquel que sin autorización ejecute alguna de las obras a que se refiere el artículo 85°, deberá, a juicio de la autoridad competente, ser obligado a retirarla o demolerla y restituir las cosas a su anterior, o deberá ser sancionado con multa no mayor de

50% del importe de las obras indebidamente ejecutadas; será además responsable de los daños y perjuicios que ocasione.

Si el obligado no efectuase el retiro o la demolición, la autoridad competente lo hará por cuenta de aquel.

✓ *De las Obras de Defensa, Encauzamiento y Avenamiento*

Artículo 94°: Cuando por causas de crecientes extraordinarias u otras emergencias, los propietarios o conductores de predios se vieren en la necesidad de construir obras de defensa sin permiso de la autoridad, deberán dar aviso a esta dentro de los 10 días siguientes a su inicio. Dichas obras serán construidas en las márgenes con carácter provisional, de acuerdo con las normas que el reglamento establezca al efecto, y deberá cuidarse de que no causen daños a terceros; además, quedarán sujetas a su revisión oportuna por la Autoridad de Aguas.

Artículo 95°: En los mismos casos del artículo precedente, la autoridad podrá ordenar o ejecutar obras o demoler las existentes para conjurar daños inminentes. Pasado el estado de emergencia o el peligro que las determinó, la Autoridad de Aguas dispondrá que se retiren las obras que resulten inconvenientes, se repongan las demolidas o se construyan las nuevas obras necesarias por cuenta de quienes resultaron defendidos directa o indirectamente.

Artículo 96°: Ningún propietario podrá oponerse a que en las márgenes de los ríos y demás álveos naturales, se realicen obras de defensa para proteger de la acción de las aguas a otros predios o bienes. En caso de que la obra defienda también el predio en cuya margen se construye, su propietario contribuirá a sufragar los gastos respectivos en la proporción correspondiente que fijará la Autoridad de Aguas. El Estado podrá asumir parte de estos gastos cuando se trate de unidades agrícolas familiares.

Artículo 97°: Los usuarios defenderán las márgenes en toda la longitud que queda bajo la influencia de una bocatoma. La Autoridad de Aguas fijará en cada caso la extensión por defender, además del tipo y características de las obras respectivas.

Artículo 98°: El Estado podrá realizar obras destinadas a la defensa de poblaciones, cambio de curso de los ríos y todas las que sean de interés general o de servicio público. Si con esas obras se aseguran o benefician los particulares, se aplicará lo dispuesto en el artículo 18°.

Artículo 99°: La Autoridad Sanitaria, por razón de la salubridad, podrá disponer que se realicen obras de avenamiento de terrenos pantanosos o húmedos.

Artículo 100°: La explotación de los minerales que acarrear y depositan las aguas en sus álveos o cauces, deberá ser controlada y supervigilada por la Autoridad de Aguas, la que otorgará permisos para su extracción, sujetos a las condiciones que en ellos se establezcan y pagando al Estado los correspondientes derechos. Son nulas las concesiones que se hayan otorgado con anterioridad a la promulgación de la presente Ley, como supuestas concesiones de exploración minera de materiales no metálicos (*).

(*) Artículo derogado por la Décimo Séptima Disposición Final del Decreto Legislativo N° 708, publicado el 14 de noviembre de 1991; recogido por la Octava Disposición Final del Decreto Supremo N° 014-92-EM, publicado el 6 de abril de 1992.

Artículo 101°: Al iniciarse los trámites para la realización de estudios destinados a los fines a que se refiere el artículo 85°, a pedido de los interesados, se establecerán las reservas necesarias de los materiales de construcción que fuesen requeridos para la ejecución de las obras que de dichos estudios pudieran proyectarse, y se fijará el plazo de la reserva.

Artículo 102°: Antes de autorizar la construcción de obras o la utilización de tierras en zonas arqueológicas, la autoridad competente deberá oír a la Dirección General de Cultura del Ministerio de Educación y a la Empresa Nacional de Turismo para la aplicación de las disposiciones legales correspondientes.

✓ *De la Extinción de los usos y de los Delitos, Faltas y Sanciones*

Artículo 122°: El que contaminare aguas superficiales o subterráneas, con daño para la salud humana, la colectividad o la flora o fauna, e infrinja alguna de las disposiciones pertinentes de la presente Ley, o las que, para evitar la contaminación, hubiera dictado la autoridad competente, será sancionado de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 274° del Código Penal, y quedará obligado a reparar los daños y perjuicios ocasionados.

3.1.3 *Ley Orgánica de Municipalidades (Decreto ley N° 27972)*

✓ *De la gestión municipal*

Artículo 33°: Otorgamiento de concesión

Los gobiernos locales pueden otorgar concesiones a personas jurídicas, nacionales o extranjeras para la ejecución y explotación de obras de infraestructura o de servicios públicos locales, conforme a ley.

La concesión puede autorizar el reembolso de la inversión mediante los rendimientos de la obra o el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales generados, según sea el caso.

Las decisiones de concesión de nuevos proyectos, obras y servicios públicos existentes o por crear, son adoptadas por acuerdo municipal en sesión de concejo y se definen por mayoría simple. Las municipalidades pueden celebrar convenios de asesoría y de apoyo para el financiamiento con las instituciones nacionales de promoción de la inversión, conforme a ley.

Artículo 34°: Contrataciones y adquisiciones locales

Las contrataciones y adquisiciones que realizan los gobiernos locales se sujetan a la ley de la materia; deben hacerlo en acto público y preferentemente con las empresas calificadas constituidas en su jurisdicción, y a falta de ellas con empresas de otras jurisdicciones.

Los procesos de contratación y adquisición se rigen por los principios de moralidad, libre competencia, imparcialidad, eficiencia, transparencia, economía, vigencia tecnológica y trato justo e igualitario; tienen como finalidad garantizar que los gobiernos locales obtengan bienes, servicios y obras de la calidad requerida, en forma oportuna y a precios o costos adecuados.

Artículo 35°: Actividad empresarial municipal

Las empresas municipales son creadas por ley, a iniciativa de los gobiernos locales con acuerdo del concejo municipal y con el voto favorable de más de la mitad del número legal de regidores.

Dichas empresas adoptan cualquiera de las modalidades previstas por la legislación que regula la actividad empresarial y su objeto es la prestación de servicios públicos municipales.

En esta materia, las municipalidades pueden celebrar convenios de asesoría y financiamiento con las instituciones nacionales de promoción de la inversión.

✓ De las competencias y funciones específicas

Artículo 80°: Saneamiento, salubridad y salud

Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones:

a) Funciones específicas exclusivas de las **municipalidades provinciales:**

- Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.
- Regular y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

b) Funciones específicas compartidas de las **municipalidades provinciales:**

- Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.
- Los procesos de concesión son ejecutados por las municipalidades provinciales del cercado y son coordinados con los órganos nacionales de promoción de la inversión que ejercen labores de asesoramiento.
- Proveer los servicios de saneamiento rural cuando éstos no puedan ser atendidos por las municipalidades distritales o de los centros poblados rurales, y coordinar con ellas la realización de campañas de control de epidemias y sanidad animal.

- Difundir programas de saneamiento ambiental en coordinación con las municipalidades distritales y los organismos regionales y nacionales pertinentes.
- Gestionar la atención primaria de la salud, así como construir y equipar postas médicas, botiquines y puestos de salud en los centros poblados que los necesiten, en coordinación con las municipalidades distritales, centros poblados y los organismos regionales y nacionales pertinentes.
- Realizar campañas de medicina preventiva, primeros auxilios, educación sanitaria y profilaxis local.

c) Funciones específicas exclusivas de las **municipalidades distritales**:

- Proveer del servicio de limpieza pública y determinar las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios.
- Regular y controlar el aseo, higiene y salubridad en los establecimientos comerciales, industriales, viviendas, escuelas, piscinas, playas y otros lugares públicos locales.
- Instalar y mantener servicios higiénicos y baños de uso público.
- Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.
- Expedir carnés de sanidad.

d) Funciones específicas compartidas de las **municipalidades distritales**:

- Administrar y reglamentar, directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando esté en capacidad de hacerlo.
- Proveer los servicios de saneamiento rural y coordinar con las municipalidades de centros poblados la realización de campañas de control de epidemias y de sanidad animal.
- Difundir programas de saneamiento ambiental, en coordinación con las municipalidades provinciales y los organismos regionales y nacionales pertinentes.
- Gestionar la atención primaria de salud, y construir y equipar postas médicas, botiquines y puestos de salud en los centros poblados que los necesiten, en coordinación con las municipalidades provinciales, los centros poblados y los organismos regionales y nacionales pertinentes.
- Realizar campañas locales sobre medicina preventiva, primeros auxilios, educación sanitaria y profilaxis.

Artículo 86º: Promoción del desarrollo económico local

a) Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:

- **Diseñar un plan estratégico de desarrollo económico local sostenible y un plan operativo anual**, e implementarlos en función de los recursos disponibles y de las necesidades de la actividad empresarial de la provincia, según diagnóstico económico de su jurisdicción.
- Flexibilizar y simplificar los procedimientos de obtención de licencias y permisos en el ámbito de su jurisdicción, sin obviar las normas técnicas de seguridad.
- Mantener un registro de las empresas que operan en su jurisdicción y cuentan con licencia municipal de funcionamiento, definitiva o provisional, y consignar expresamente el cumplimiento o incumplimiento de las normas técnicas de seguridad.
- Concertar con el sector público y privado la elaboración y ejecución de programas de apoyo al desarrollo económico local sostenible en su espacio territorial.

b) Funciones específicas compartidas de las municipalidades provinciales:

- Organizar, en coordinación con el respectivo gobierno regional y las **municipalidades distritales** de su jurisdicción, instancias de coordinación para promover el desarrollo económico local; aprovechar las ventajas comparativas de los corredores productivos, eco-turísticos y de biodiversidad.
- Realizar campañas conjuntas para facilitar la formalización de las micro y pequeñas empresas de su circunscripción territorial, mediante el uso de criterios homogéneos y de simplificación administrativa.
- Elaborar junto con las instancias correspondientes, evaluaciones de impacto de los programas y proyectos de desarrollo económico local.
- En coordinación con el gobierno regional, promover agresivas políticas orientadas a generar productividad y competitividad en las zonas urbanas y rurales. Además, elaborar mapas provinciales sobre potenciales riquezas, con el propósito de generar puestos de trabajo y desanimar la migración.
- En los municipios rurales, concertar con las comunidades campesinas.
- Articular las zonas rurales con las urbanas, fortaleciendo así la economía regional.

c) Funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales:

- Diseñar un plan estratégico para el desarrollo económico sostenible del distrito y un plan operativo anual de la municipalidad, e implementarlos en función de los recursos

disponibles y de las necesidades de la actividad empresarial de su jurisdicción, a través de un proceso participativo.

- Ejecutar actividades de apoyo directo e indirecto a la actividad empresarial en su jurisdicción sobre información, capacitación, acceso a mercados, tecnología, financiamiento y otros campos a fin de mejorar la competitividad.
- Concertar con instituciones del sector público y privado de su jurisdicción la elaboración y ejecución de programas y proyectos que favorezcan el desarrollo económico del distrito.
- Brindar la información económica necesaria sobre la actividad empresarial en su jurisdicción, en función de la información disponible, a las instancias provinciales, regionales y nacionales.
- Promover las condiciones favorables para la productividad y competitividad de las zonas urbanas y rurales del distrito.

✓ Definición, competencias y desarrollo de municipios en zonas rurales

Artículo 139°: Definición

Las municipalidades ubicadas en zonas rurales son las que funcionan en capitales de provincia o distrito, cuya población urbana no es mayor a 50% de su población total.

Tienen a su cargo la promoción del desarrollo integral, particularmente el desarrollo rural sostenible.

Artículo 140°: Competencias y transferencias

Corresponden a las municipalidades ubicadas en zonas rurales, en lo que les sea aplicable, las competencias, atribuciones, funciones, responsabilidades, derechos, deberes y obligaciones que conforme a esta ley corresponden a las municipalidades provinciales y distritales, según el caso, además de las condiciones especiales que establece el presente título.

La condición de municipalidad ubicada en zona rural es considerada para efecto de la distribución del FONCOMUN, canon u otras transferencias de recursos a favor de ellas.

Artículo 141°: Competencias adicionales

Las **municipalidades ubicadas en zonas rurales**, además de las competencias básicas, tienen a su cargo aquellas relacionadas con la **promoción de la gestión sostenible de los recursos naturales**: suelo, **agua**, flora, fauna, biodiversidad, con la finalidad de integrar la lucha contra la degradación ambiental con la lucha contra la pobreza y la generación de empleo; en el marco de los planes de desarrollo concertado.

3.1.4 Ley de contrataciones y adquisiciones del Estado y su Reglamento

- Formulación del Plan Anual de Adquisiciones.
- Reconocimiento de los Principios Generales, Procesos de Selección y Solución de Controversias e Impugnaciones.
- Aplicación de los conocimientos sobre Formulación del Plan Anual de Adquisiciones, Procesos, Conformación del Comité Especial, Disposiciones para el caso de Obras.
- Inclusión de los Procesos de Selección y las Disposiciones Específicas para las Obras Públicas.

- ✓ Procesos de selección, pasos y cronograma
- Reconocimiento de los Principios Generales, Procesos de Selección y Solución de Controversias e Impugnaciones.
- Aplicación de los conocimientos sobre Formulación del Plan Anual de Adquisiciones, Procesos, Conformación del Comité Especial, Disposiciones para el caso de Obras.
- Inclusión de los Procesos de Selección y las Disposiciones Específicas para las Obras Públicas.

- ✓ El comité especial
- Reconocer los Principios Generales, Procesos de Selección y Solución de Controversias e Impugnaciones.
- Aplicar los conocimientos sobre Formulación del Plan Anual de Adquisiciones, Procesos, Conformación del Comité Especial, Disposiciones para el caso de Obras.
- Comprender los Procesos de Selección y las Disposiciones Específicas para las Obras Públicas.
- Plantear que el participante muestre una actitud crítica frente a la información recibida y analice a través de sus propias experiencias.
- Elevar el nivel de confianza del participante cuando tenga que establecer Disposiciones Específicas para Obras.
- Reconocer los Principios Generales, Procesos de Selección y Solución de Controversias e Impugnaciones.
- Aplicar los conocimientos sobre Formulación del Plan Anual de Adquisiciones, Procesos, Conformación del Comité Especial, Disposiciones para el caso de Obras.

- Comprender los Procesos de Selección y las Disposiciones Específicas para las Obras Públicas.
- ✓ CONSUCODE
- Comprender los Procesos de Selección y las Disposiciones Específicas para las Obras Públicas.
- Plantear que el participante muestre una actitud crítica frente a la información recibida y analice a través de sus propias experiencias.
- Elevar el nivel de confianza del participante cuando tenga que ejecutar Procesos de Selección.
- ✓ Liquidación de obra – Valorizaciones
- Valorizaciones-reajuste de precios.
- Conocer la normatividad para las valorizaciones, liquidaciones y utilización del cuaderno de obra.
- Aplicar la normatividad vigente para la elaboración de valorizaciones, liquidaciones y el uso del cuaderno de obra.
- ✓ Liquidaciones de obras

Identifica los procedimientos a seguir para la elaboración de valorizaciones, liquidaciones y utilización del cuaderno de obra.

Garantiza la calidad y la elaboración de las valorizaciones, liquidaciones y el llenado del cuaderno de obra.

✓ Cuaderno de obra

Identifica la importancia de la utilización del cuaderno de obra como documento oficial de comunicación entre el ente ejecutor y la entidad.

Elabora documentos técnicos para la entidad contratante y el contratista.

Es el documento que, debidamente foliado se abre al inicio de toda obra y en el que el inspector o supervisor y el residente anotan las ocurrencias, órdenes, consultas y las respuestas a las consultas. En los artículos 150° al 152° del reglamento de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, se establece el uso del cuaderno de obra.

3.2. Planificación y control

El control y la planificación en el medio rural es más complejo que en el medio urbano, principalmente debido a la falta de un abastecedor responsable, y por la escasez de supervisores de los servicios de abastecimiento de agua por parte de las autoridades competentes.

3.2.1. Planificación y gobiernos locales

A fin de asegurar la calidad del agua de consumo en las zonas rurales, debe considerarse su vigilancia sanitaria y operacional, sobre la base de la legislación vigente y la capacidad operativa.

De acuerdo con los recursos disponibles, se procede a elaborar una estrategia de control y vigilancia con la participación activa de la comunidad. Estos planes deben detallar las actividades a realizarse, los objetivos de estas actividades, los responsables, los tiempos y los indicadores de avance.

Entre las actividades que deben ejecutarse, están:

- Identificación de los límites de las zonas de abastecimiento de agua.
- Definición de los puntos de muestras y establecimiento de los criterios de muestreo.
- Definición de frecuencia de muestreo, tipo y análisis.
- Requerimiento de personal.
- Establecimiento de formatos de control de operación de plantas de agua.

3.2.2. Instrumentos para la gestión municipal

- Nº de usuarios de agua potable y desagüe.
- Porcentaje de cobertura de aguas en las zonas rurales.
- Nº de fuentes de agua (pozos, infiltraciones).
- Tipos de tratamiento de agua potable.
- Volumen de agua utilizado para fines domésticos.
- Porcentaje de tiempo durante el cual el agua está disponible para el usuario.
- Porcentaje de eficiencia de tratamiento del agua: calidad.
- Costos del agua.

En los pequeños poblados, la participación de la comunidad puede darse de diversas formas, entre ellas:

- Ayudar al personal de vigilancia en las tomas de muestras y evaluaciones del agua.
- Velar por el uso adecuado del agua.
- Asumir el mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua y las reparaciones sencillas.
- Mantener comunicación fluida con el personal de vigilancia.

Para que la participación de los miembros de la comunidad sea sostenible, estos deben entender los sistemas de tratamiento, a fin de identificar los problemas en forma oportuna y así asegurar la calidad del agua.

3.2.3. Promoción y gestión de proyectos

A fin de dar a conocer las obras de agua y saneamiento, se debe realizar actividades sociales y técnicas. Para ello, en primer lugar es necesario priorizar las necesidades básicas de la población, es decir, el acceso a una fuente segura. En segundo lugar, se debe tener en cuenta la necesidad de disponer las excretas adecuadamente. A su vez, es aconsejable considerar el manejo de los residuos sólidos, para lo cual se deberá elaborar un proyecto donde se detalle esta necesidad, el que luego se gestionaría a entidades públicas o privadas para su financiamiento.

FORM GL CG 3 / JASS – CG 1

3.3. Registro de JASS o similares

3.3.1. La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) (SER, 2003)

✓ Concepto de la JASS

Es una Asociación que se encarga de la prestación de los servicios de saneamiento en los centros poblados y comunidades rurales. Se les llama servicios de saneamiento a los servicios de agua potable, disposición de excretas (letrinas) y eliminación de basura (Decreto Ley N° 26338, D.S. N° 24-94-PRES).

✓ Inscripción de la JASS

La Ley General de Servicios de Saneamiento reconoce el derecho de la JASS para constituirse como asociación civil, lo que le permitiría suscribir convenios de cooperación, contratos y préstamos con otras instituciones. Con la finalidad de obtener su personería jurídica, la JASS presentará a registros públicos su acta de constitución, estatuto y reglamento. Para la inscripción en el Directorio Nacional de JASS de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), se deberán presentar los siguientes documentos:

- Solicitud de inscripción.
- Acta de constitución o adecuación de la JASS.
- Constancia de inscripción en los Registros Públicos para obtener la personería jurídica.
- Ficha resumen de información básica llenada según formato.

En un plazo no mayor de 30 días calendarios de recibida la solicitud, la SUNASS emitirá el certificado de inscripción en el Directorio Nacional de la JASS.

A continuación se presenta un modelo de acta de constitución de la JASS.

Modelo de acta de constitución de una JASS

Constitución de la JASS del Distrito de, Provincia de....., Departamento de siendo las del día de 200..... en el lugar de los abajo firmantes, usuarios del servicio de saneamiento del centro poblado de reunidos con el propósito de constituir la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento de acuerdo con la Directiva de Organización y de Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento, aprobada por Resolución de Superintendencia N°, acordamos lo siguiente:

1. Elegir como Presidente y Secretario de la Asamblea de Constitución a los Señores:
Presidente:
Secretario:
2. Constituir la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) del Centro Poblado de, distrito deprovincia de, departamento de , que se denominará.....
3. Aprobar el estatuto y anexos al presente documento.
4. De conformidad con los procedimientos y condiciones contemplados en el estatuto y reglamento, se nombran a las siguientes personas como integrantes del Consejo Directivo de la entidad:

Presidente:
Tesorero:
Secretario:
Vocal:
Vocal:

En señal de conformidad todos los presentes suscriben la siguiente acta:

Presidente:
Asamblea de constitución
Nombre:
DNI:

Secretario:
Asamblea de constitución
Nombre:
DNI:

Presidente de la JASS:
Nombre:
DNI.

Secretario de la JASS:
Nombre:
DNI.

Usuarios:
Nombre:

DNI

Firma

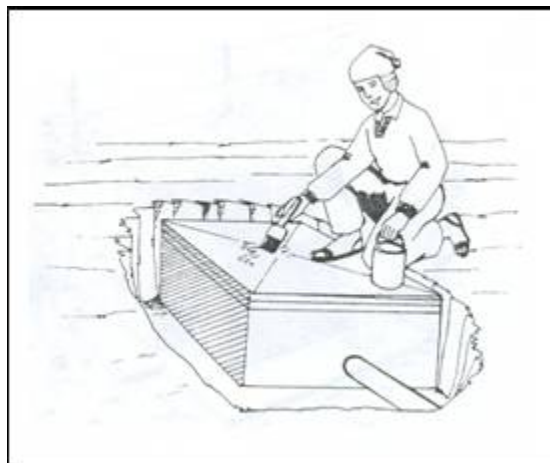
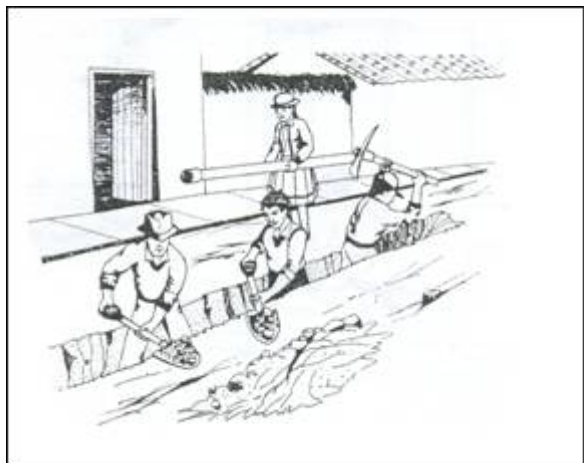
.....
.....

.....
.....

.....
.....

✓ Importancia de la JASS

La JASS es importante porque cuando se tiene una JASS bien organizada, se administran, operan y mantienen eficientemente los servicios de saneamiento, y así se contribuye a mejorar la calidad de vida en la comunidad.



✓ Organización

Ahora presentamos, gráficamente, las instancias que la ley reconoce cuando se organiza la JASS (SER, 2003).

Asamblea general: Es la autoridad máxima de la JASS, la conforman todos los usuarios(as) inscritos en el padrón de asociados(as). Sus funciones son:

- Aprobar el estatuto, reglamento interno y sus modificaciones.
- Aprobar el plan de trabajo, el presupuesto anual y la cuota familiar.
- Aprobar el informe anual del Consejo Directivo.
- Supervisar y evaluar las actividades realizadas por el Consejo Directivo.
- Designar al comité electoral.
- Resolver y sancionar casos de denuncias a miembros del Consejo Directivo y/o asociados.
- Confirmar o revocar las sanciones impuestas por el Consejo Directivo.
- Elegir a los miembros del Consejo Directivo.
- Otras funciones que por su naturaleza le corresponde como máxima autoridad de la JASS.



La Asamblea se reúne en forma ordinaria por lo menos tres veces al año y en forma extraordinaria cada vez que lo considere necesario.



Fiscal: Supervisa y fiscaliza la labor del Consejo Directivo.

Consejo Directivo: Es el grupo de personas elegidas por la Asamblea General que se responsabilizan de la administración de la JASS.



✓ De los asociados

Los asociados son los comuneros que participan en las faenas de construcción del sistema. También son aquellas personas que sin haber participado en las faenas de construcción, han pagado su cuota de inscripción. Todo asociado está inscrito en el padrón de Asociados de la JASS. Cada vivienda tiene derecho a un punto de agua y solo puede inscribir a un usuario en la JASS.

✓ Derechos, obligaciones y prohibiciones del asociado

• **Derechos**

- Elegir y ser elegido como miembro del Consejo Directivo.
- Tener voz y voto en la Asamblea General.
- Representar y hacerse representar en la Asamblea General.
- Controlar la gestión del Consejo Directivo.
- Gozar de todos los beneficios que pueda producir la JASS.
- Recibir aviso oportuno de las interrupciones del servicio.
- Ser atendido en sus reclamos.
- Estar informado sobre el estado del servicio.

• **Obligaciones**

- Participar en las asambleas.
- Participar en los trabajos comunales convocados por la JASS.
- Pagar la cuota familiar y las cuotas aprobadas por la asamblea.
- Informar a la JASS de las averías que afectan el servicio.
- Conservar y usar adecuadamente el sistema.
- Participar activamente en las actividades de la JASS.
- Cumplir con las normas establecidas en el estatuto y el reglamento.
- Acatar las decisiones de la Asamblea General y del Consejo Directivo.

• **Prohibiciones**

- Usar el agua potable para regar.
- Efectuar conexiones clandestinas.
- Manipular cualquier parte de la infraestructura del servicio de saneamiento, sin autorización del Consejo Directivo de la JASS.

3.3.2. *El Consejo Directivo*

Es la instancia responsable de la administración de la JASS. Tiene la finalidad de asegurar la calidad del servicio y una buena gestión y administración. Sus miembros son elegidos por la Asamblea General por un periodo de dos años y son responsables de manera conjunta de las decisiones que toman.

Los miembros del Consejo Directivo son cinco:

- Presidente
- Secretario
- Tesorero
- Dos vocales

Los requisitos para ser elegidos miembros del Consejo Directivo o Fiscal son: Ser asociado o cónyuge del asociado.



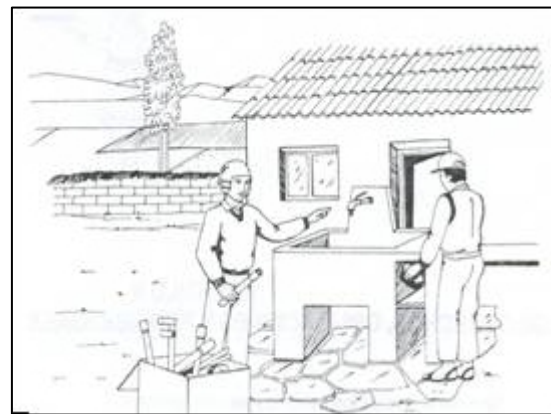
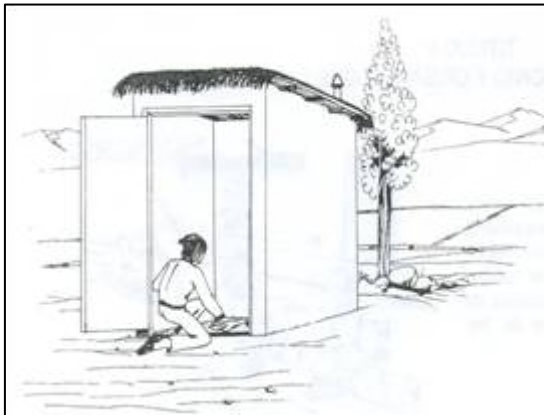
- Tener más de 18 años.
- Residir en la jurisdicción de la JASS.
- Ser responsable y honrado.
- No haber sido sentenciado por delito fraudulento.
- Estar al día en sus aportaciones a la JASS.
- Tener voluntad de servicio.

En el Consejo Directivo, deben participar hombres y mujeres y reunirse por lo menos una vez al mes para tratar los asuntos relacionados con la conducción de la JASS.

✓ Funciones del Consejo Directivo

b) Administrar el servicio de saneamiento

Es la función más importante del Consejo Directivo para garantizar un buen servicio de saneamiento básico. Para ello, sus miembros planifican, ejecutan, supervisan y evalúan las actividades acordadas en el plan de trabajo anual.



c) Elaborar el plan de trabajo anual, el presupuesto y el cálculo de la cuota familiar

El Consejo Directivo tiene la función de elaborar el plan de trabajo anual, el presupuesto y la propuesta de la cuota familiar, y presentarlos a la Asamblea para su aprobación.



d) Cautelar el patrimonio de la JASS

Mediante esta función, el Consejo Directivo de la JASS busca proteger y asegurar el uso de los recursos económicos y materiales (dinero, bienes o equipos y materiales) en el funcionamiento y operatividad de los servicios de saneamiento. Para cumplir esta función, existen algunos procedimientos que a continuación presentamos:



✓ Control de pagos y libro de caja

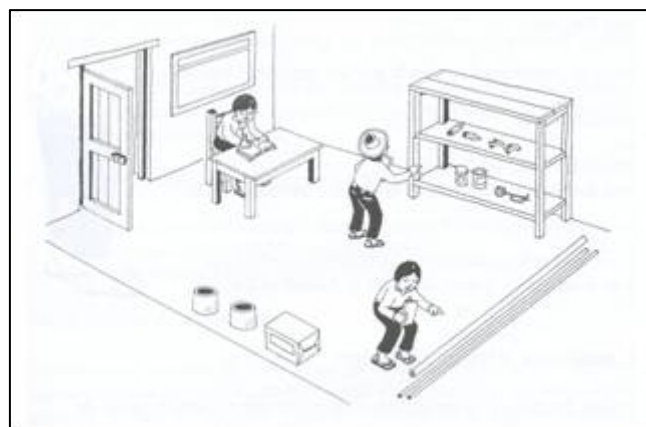
Es muy importante para el manejo ordenado del dinero. El control de pagos es una actividad indispensable a fin de garantizar que se cuente con los recursos económicos necesarios para el cumplimiento del plan de trabajo y para asegurar así la adecuada operación y mantenimiento del sistema. Hay cuatro instrumentos o herramientas que permiten el control de pagos:

- Talonario de recibos
- Cuaderno de control de pagos
- Cuaderno diario de movimiento de caja
- El libro de caja

La elaboración y actualización del libro de caja es responsabilidad del tesorero de la JASS, bajo la supervisión del Presidente.

✓ Elaboración de inventarios de bienes

Para resguardar los bienes, equipos y materiales de la JASS, sugerimos que se elabore un inventario, el que tiene por finalidad registrar todos los bienes (equipos y materiales) que son propiedad de la JASS (comprados u obtenidos por contribución de los asociados o bienes donados por alguna institución).



d) Aprobación de la solicitud de inscripción de nuevos socios

Mediante esta función, el Consejo Directivo de la JASS busca que todos los comuneros se beneficien de los servicios de saneamiento básico. Por ello, promueve el ingreso de nuevos socios y evalúa si reúnen las condiciones para ingresar a la junta. Para cumplir esta función, a continuación presentaremos algunos procedimientos importantes:



✓ Inscripción de asociados

Para ser inscrito como asociado, se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Haber participado en la ejecución del sistema de agua potable, en faenas comunales y en asambleas.
- Entregar el aporte económico, previamente acordado en la Asamblea General de asociados, para la construcción de una obra de saneamiento.
- Pagar el derecho de inscripción vigente aprobado por la Asamblea General.

La condición de asociado se pierde por los siguientes causales:

- Renuncia voluntaria.
- Muerte.
- Decisión de la Asamblea General.
- Quedarse sin vivienda ubicada en el ámbito territorial de la JASS.

Se puede recuperar la condición de asociado mediante la solicitud de inscripción y evaluación de la Asamblea General.

e) Aplicar sanciones a los asociados

Mediante esta función, el Consejo Directivo promueve el cumplimiento de obligaciones y de prohibiciones que todo asociado debe conocer. El Consejo Directivo puede aplicar sanciones a los asociados y suspender temporalmente el servicio en los siguientes casos:

- Estar atrasado en el pago de más de dos cuotas familiares.
- Comercializar o suministrar a otros el agua potable sin autorización.
- Manipular la caja de conexión.
- Hacer derivaciones o conexiones de la tubería de una vivienda a otra.
- Rehabilitar un servicio cerrado sin autorización de la JASS.
- Cometer cualquier acto doloso que de alguna manera, obstruya, interrumpa o destruya tuberías, instalaciones de saneamiento al interior o exterior de la conexión.
- Hacer mal uso del agua potable que signifique el desperdicio del mismo.
- Utilizar el agua potable para usos distintos al doméstico o al autorizado.
- Tener la letrina en mal estado.

Puede cerrarse totalmente el servicio en caso de:

- Tener deudas mayores a nueve meses por concepto de pago de la cuota familiar.
- Presentar una solicitud de clausura a la JASS.
- Terminar el contrato de abastecimiento de agua.

f) Contratación de personal

El contrato de servicios se realiza cuando los miembros de la JASS no pueden ejecutar directamente las actividades de operación, mantenimiento del sistema, facturación y cobranza. Es una función del Consejo Directivo de la JASS reconocida por la ley (SUNASS).

Se debe tener en cuenta la capacidad de pago de la JASS al momento de tomar decisiones de contratos de servicios. En los pasos para hacer un contrato, se debe consignar claramente:

- El nombre del contratado.
- Las funciones y actividades que debe realizar.
- El monto de pago.



El monto de pago es propuesto por el Consejo Directivo y debe ser aprobado por la asamblea general.

g) Supervisión de las obras y mejoramiento del servicio

La supervisión incluye:

Supervisión de las obras de ampliación y/o mejoramiento del servicio.- Se refiere a la vigilancia del trabajo durante la ampliación del sistema y/o mejoramiento del servicio. Es importante contar con un cuaderno de supervisión, donde se registrará el resultado de las actividades.



Supervisión de las instalaciones de conexiones domiciliarias de agua y saneamiento.- Es la actividad que permite relacionarnos con los usuarios del sistema y verificar el uso adecuado del lavadero, de la letrina familiar y del pozo de relleno para la basura. Es una oportunidad para sensibilizar al asociado y su familia sobre sus derechos, obligaciones y prohibiciones.

h) Coordinación con diversas instituciones

El Consejo Directivo de la JASS también tiene la función de coordinar con diversas instituciones tales como:

- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). Establece las normas y los alcances de la JASS.
- Ministerio de Salud. Brinda asesoría para la desinfección y conservación de los servicios de saneamiento. Es deber del Sector Salud a través de las Oficinas de Salud Ambiental, prestar la asesoría para la desinfección del sistema y para la prevención de enfermedades contagiosas ligadas al ambiente.
- Municipalidad y Empresas Municipales de Saneamiento. Es deber de las municipalidades distritales y provinciales apoyar a las JASS para la conservación, mejoramiento y ampliación de los servicios de saneamiento.
- Organismos no Gubernamentales. Es importante establecer convenios de cooperación con los organismos no gubernamentales existentes en la zona para fines de asesoría, capacitación y eventual mejoramiento de los servicios de saneamiento.



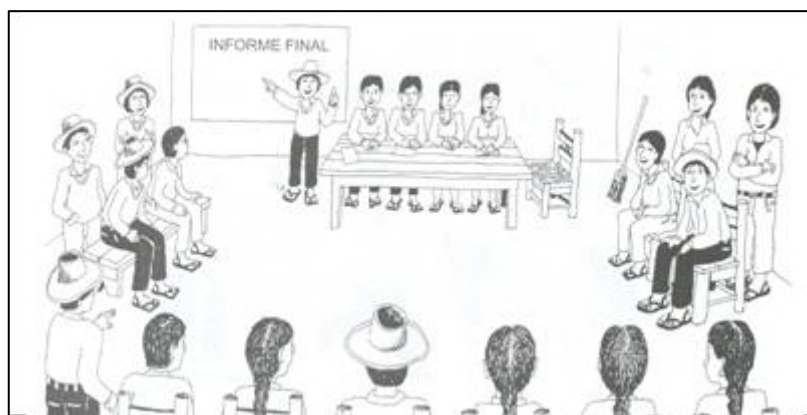
Conocer el rol de las instituciones con las que se puede coordinar, permitirá identificar los aliados que fortalecerán la JASS.

i) Elaboración del informe anual

El Consejo Directivo tiene el deber de informar a los asociados sobre las actividades, el estado de las cuentas, los logros y las dificultades en la gestión de la JASS. La Asamblea General es el espacio indicado para informar.

Un aspecto del informe lo constituyen los informes económicos mensuales y anuales.

Por ello, es importante que el libro de caja (donde se registran los ingresos y los egresos) se mantenga actualizado permanentemente y que se elabore un informe mensual. De esta manera resultará mucho más sencillo preparar el informe anual.



Para elaborar el informe económico mensual, recomendamos los siguientes pasos:

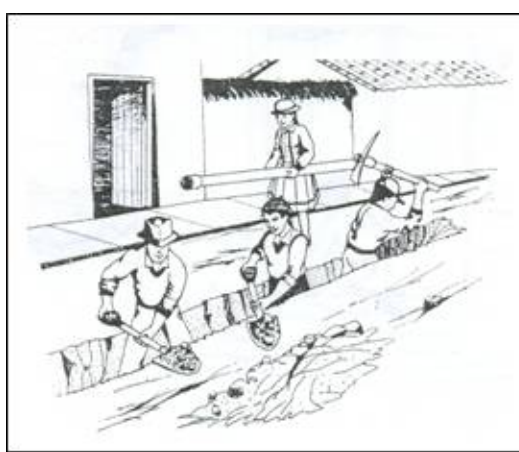
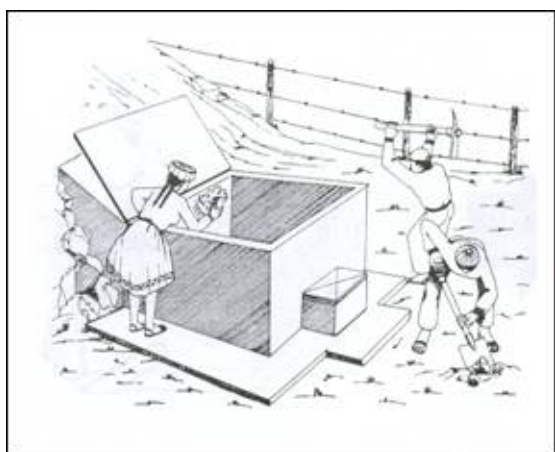
- Sumar el total de ingresos y consignar la fuente de ingreso (por ejemplo, cuotas familiares, por alguna donación, etc.).
- Sumar los egresos o gastos consignando el concepto del gasto (por ejemplo, compra de materiales para mantenimiento, pago a operador, etc.).
- Restar los ingresos y egresos para saber si hay déficit (más gastos) o superávit (más ingresos).

Para hacer el informe anual, se suman los ingresos, egresos y saldos de todos los meses y luego se restan los ingresos y egresos para saber si hay déficit (más gastos) o superávit (más ingresos) al finalizar el año. El informe económico mensual y anual lo elabora el tesorero, lo revisa el presidente y luego es presentado y aprobado en la Asamblea General. A continuación se muestra un modelo para elaborar el informe económico anual.

Informe Económico del Año 2000			
Mes	Ingresos (S/.)	Egresos (S/.)	Saldo (S/.) (favor o en contra)
Enero			
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			
Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre			
TOTAL			

j) Organización de las campañas de limpieza comunal y otras funciones

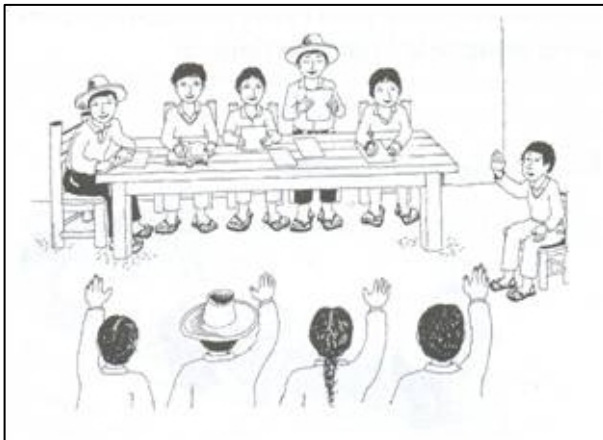
Es otra función del Consejo Directivo de la JASS promover el cuidado del medio ambiente. Es importante que toda la comunidad participe en campañas de limpieza comunal para evitar la contaminación. Asimismo, la comunidad realizará otras funciones que le asigne la Asamblea General.



3.3.3. Funciones de los miembros del consejo directivo y del fiscal

a) Funciones del Presidente

- Representar legalmente a la JASS e informar de las actividades.
- Convocar y presidir las reuniones de La Asamblea General y del Consejo Directivo.
- Controlar el manejo de los recursos económicos.
- Autorizar gastos y aprobar la rendición de cuentas que presenta el tesorero.
- Dar cuenta en forma conjunta con el tesorero sobre la marcha del servicio ante el Consejo Directivo y la Asamblea General en aspectos técnicos y económicos.
- Supervisar permanentemente la marcha del plan anual del trabajo y la calidad del servicio.
- Otras funciones que le asigne la Asamblea General.



b) Funciones del Secretario

- Llevar el libro de actas de las sesiones de la Asamblea General y del Consejo Directivo.
- Llevar actualizado el padrón de asociados.
- Dirigir y controlar el trabajo del operador.
- Guardar y cuidar los archivos de las JASS.
- Reemplazar al Presidente en caso de ausencia.
- Inscribir a nuevos asociados.
- Apoyar al Presidente para la formulación y control del plan operativo anual de trabajo.
- Otras funciones que le asigne el Presidente.



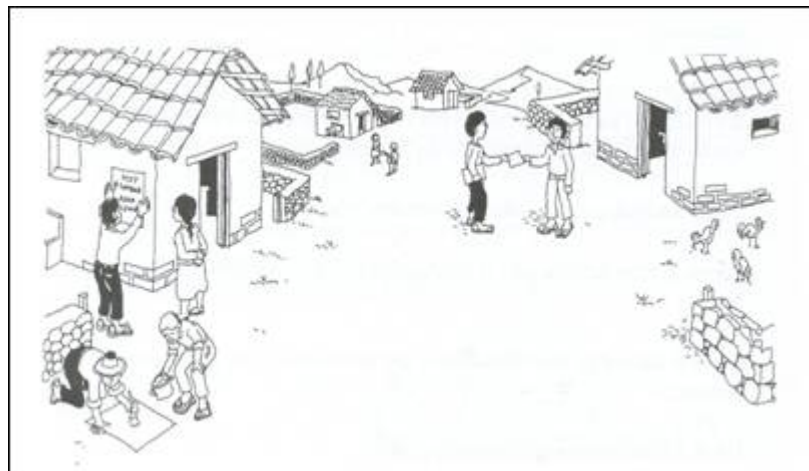
c) Funciones del Tesorero

- Cobrar las cuotas familiares y otros ingresos de la JASS.
- Hacer las compras y pagos necesarios para la marcha del servicio, todo lo cual deberá contar con el visto bueno del Presidente.
- Anotar los ingresos y egresos en el libro de caja de la JASS y mantenerlo actualizado.
- Presentar mensualmente el informe del estado de cuentas debidamente documentado para su aprobación por el Consejo directivo y el informe final anual con la correspondiente aprobación del Presidente.
- Cuidar los fondos y otros valores materiales de la JASS.
- Apoyar al Presidente para la elaboración y control del Plan Operativo Anual de Trabajo.
- Llevar el Padrón de los Asociados con el registro de las aportaciones u otras cobranzas.
- Llevar el libro de inventario actualizado.
- Otras funciones que le asigne el Presidente.



d) Funciones de los Vocales

- Apoyar a los miembros del Consejo Directivo para que todo se cumpla con suma eficiencia.
- Apoyar en la con-vocatoria a las asambleas.
- Asumir las fun-ciones de algún miembro ausente en forma temporal.
- Otras funciones que el Consejo Directivo crea conveniente.
- Destitución de los miembros del Consejo Directivo.



Las causales de destitución de los miembros del Consejo Directivo son las siguientes:

- Aprovechar el cargo para obtener ventajas personales.
- Ausentarse injustificadamente a tres reuniones seguidas del Consejo Directivo o a cinco reuniones alternadas en un semestre, o a dos sesiones de la Asamblea General en un año.
- Incapacidad debidamente comprobada para desempeñar el cargo.
- Ser condenado a pena privativa de la libertad.
- Haber perdido la condición de asociado.
- Incumplir reiteradamente las funciones que le son asignadas.

e) Funciones del Fiscal

El Fiscal es un asociado elegido por la Asamblea General por un período de dos años. Su función es supervisar y fiscalizar la gestión del Consejo Directivo de la JASS. El Fiscal debe cumplir los mismos requisitos de los miembros del Consejo Directivo y posee el derecho a estar presente en las sesiones del Consejo Directivo, con voz pero sin voto en las decisiones.

Sus principales funciones son:

- Resguardar el cumplimiento de los acuerdos de la Asamblea General.
- Convocar a la Asamblea cuando lo solicite por lo menos 20% de los asociados y cuando el Presidente no cumpla con hacerlo en un plazo de 15 días.
- Recoger propuestas de nuevas formas de trabajo para mejorar la organización.
- Informar a la asamblea sobre el cumplimiento de la gestión del Consejo Directivo de la JASS.
- Denunciar en primera instancia ante el Consejo Directivo los casos de infracciones por parte de alguno de los miembros o de los asociados, y en segunda instancia ante la Asamblea General.
- Otras funciones que le asigne la Asamblea.
- No pueden ejercer el cargo de Fiscal los parientes directos de los miembros del Consejo Directivo.



Además, el Fiscal debe:

- Saber escuchar.
- Tener voluntad de enseñar lo que sabe.
- Observar con el ánimo de identificar las dificultades para corregir de inmediato.
- Enseñar con el ejemplo.

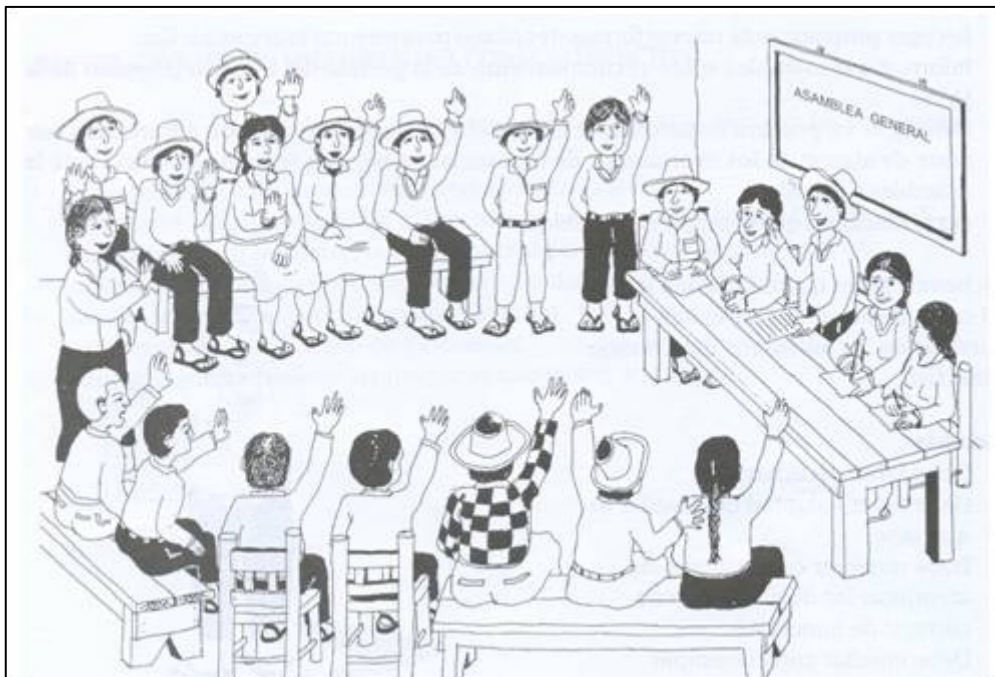
3.3.4. Constitución de la JASS

A continuación presentamos los procedimientos para formar y constituir una JASS.

✓ Constitución de una JASS

Para formar una JASS en una localidad, se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Las autoridades (Teniente Gobernador, Agente Municipal, etc.) convocan a los miembros de la comunidad a una Asamblea General.
- Explicar la razón por la que se debe organizar y constituir una JASS.
- La Asamblea General debe nombrar al Comité Electoral que será responsable de organizar el proceso de elección del Consejo Directivo de la JASS.
- Convocar la Asamblea General para la elección de Consejo Directivo de la JASS.
- Elegir la JASS.
- Oficializar la designación del Consejo Directivo, levantando el acta de constitución de la JASS.



✓ *Pasos para elegir al consejo directivo de la JASS*

Para elegir el Consejo Directivo de la JASS, se formará un Comité Electoral elegido en Asamblea General. Su función principal será llevar a cabo el proceso de elección de la nueva junta Directiva de la JASS, a través de una asamblea de usuarios. Está conformado por:



- Un Presidente
- Un Secretario
- Un Vocal

Las funciones del Comité Electoral son las siguientes:

- Elaborar un reglamento de elecciones, el mismo que debe ser aprobado en Asamblea General.
- Finalizada la votación, este Comité debe proclamar a los ganadores y elaborar el acta correspondiente, la misma que debe ser firmada por los asistentes como testigos.

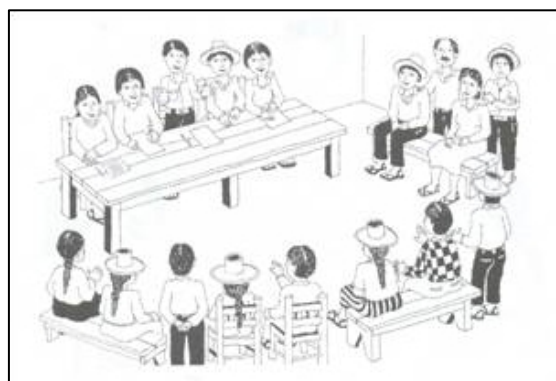
Los pasos para organizar un proceso de elección se presenta a continuación:

a) Antes de las elecciones

- Decidir la fecha de las elecciones en Asamblea General.
- Elegir un Comité Electoral, conformado por tres personas: Presidente, secretario y vocal.
- Elaborar el Reglamento Electoral, en el cual debe figurar:
 - Quiénes pueden ser candidatos.
 - Quiénes están facultados para votar.
 - Cómo se realizará la elección del Consejo Directivo.
 - Difusión de las elecciones.
- El reglamento de elecciones, debe ser aprobado en Asamblea General.

b) El día de las elecciones

- Registrar la asistencia de los asociados, según el padrón.
- Presentar las listas de candidatos para el Consejo Directivo a la Asamblea General.
- Proceder a la elección.
- Elaborar el Acta electoral.
- Publicar una copia del acta electoral.
- Finalizada la votación, el Comité Electoral debe proclamar a los ganadores y elaborar el acta correspondiente firmada por los asistentes como testigos.



Tener presente:

- Los miembros del Comité Electoral no pueden ser candidatos en las elecciones que están a su cargo.
- El Consejo Directivo saliente debe entregar a la nueva directiva los documentos y pertenencias de las JASS en Asamblea General.

3.3.5. Administración de servicios

✓ Organización y conducción de una asamblea

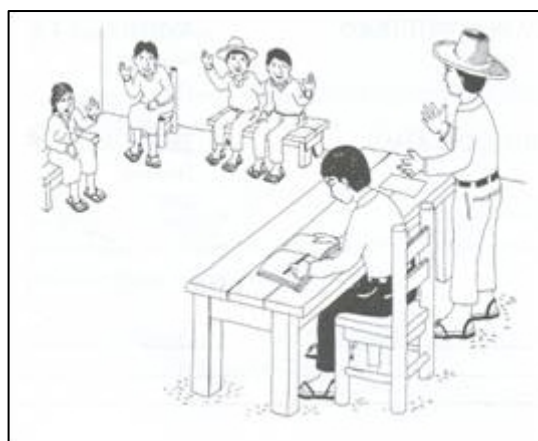
a) Antes de la asamblea

- Convocar e informar a todos los asociados fecha, hora y lugar donde se realizará la asamblea, además de los objetivos y la agenda. Para ello, se utiliza el medio adecuado para la convocatoria. Por ejemplo, carteles en lugares visibles, campana, parlante, etc.
- Especificar y difundir con claridad las sanciones por inasistencia consideradas en el reglamento de la JASS.
- Preparar los materiales necesarios para la asamblea: una mesa, bancas, tal vez un equipo generador de energía a petróleo, etc.



b) Durante la asamblea

- Distribuir las tareas para conducir la asamblea entre los miembros del Consejo Directivo. Por ejemplo, registro de asistencia y registro en el libro de actas.
- Presentar la agenda a consideración de la asamblea. Se agregan puntos si la asamblea lo solicita.
- Al desarrollar cada tema de la agenda, es importante llegar a acuerdos concretos. Finalmente, se elabora el acta, se lee y se firma.



✓ Manejo del libro de actas

El secretario es responsable del Libro de Actas; debe utilizarlo en cada reunión del Consejo Directivo y en la Asamblea de Asociados. A continuación se presenta un modelo de acta de una Asamblea General:

Modelo de Acta

En la localidad de, siendo las horas, del día..... del mes de del año se reunieron los miembros de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento y los asociados en general para tratar la siguiente agenda:

- 1°
- 2°
- 3°

Resumen de la asamblea

.....
.....
.....

Acuerdos o conclusiones

- 1°
- 2°
- 3°
- 4°
- 5°

No habiendo más puntos que tratar, se leyó el acta y se dio por terminada la Asamblea General, siendo las horas del mismo día y firmando todos los presentes en señal de conformidad.

Firmas por la JASS:

Presidente	Secretario	Tesorero
.....

Vocal 1	Vocal 2	Fiscal
.....

Asociados:	.....	.....	.....

3.3.6. Organización y planificación local

✓ Elaboración de un plan anual de trabajo

El plan anual de trabajo nos señala el camino que debemos seguir para alcanzar el resultado deseado. Este plan permite identificar todo lo que se requiere: los materiales, el dinero requerido y las personas que se harán responsables de las actividades. También, permite distribuir las responsabilidades y determinar el tiempo para hacerlo. De hecho, las personas siempre están planificando sus actividades. Las siguientes preguntas son útiles para planificar:

¿Qué se desea lograr?	Objetivos
¿Qué se hará?	Actividades
¿Qué se necesita?	Recursos
¿Cuántas veces se hará?	Frecuencia
¿Quiénes lo harán?	Responsables

A continuación presentamos un cuadro o matriz que puede ayudar a ordenar mejor el proceso de planificación en la JASS.

Plan anual de trabajo de la JASS

Actividades	Recursos	Frecuencia (N° de actividades por año)	Responsables
1. Asambleas Generales - Elaboración de la propuesta del plan anual de trabajo. - Propuesta de la cuota familiar - Aprobación del plan anual de trabajo y de la cuota familiar - Elaboración del informe anual (gestión de la JASS) e informe económico. - Aprobación del informe anual e informe económico.	Libro de actas Libro de caja, etc.	Una reunión Una reunión Una reunión Una reunión	Consejo Directivo Consejo Directivo Asamblea General Consejo Directivo Asamblea General
2. Elecciones del Consejo Directivo - Formar el comité Electoral - Elecciones del Consejo Directivo	Reglamento de Elecciones	Cada dos años	Comité Electoral Asamblea General
3. Reuniones del Consejo Directivo	Libro de actas	Mensual	Consejo Directivo y Fiscal
4. Cobranza de las cuotas familiares	Talonario de recibos	Mensual	Consejo Directivo y Fiscal
5. Visitas domiciliarias para el control de: - Buen uso del agua potable. - Buen uso de letrinas. - Correcta eliminación de la basura inorgánica.	Cuaderno de supervisión	Mensual	Consejo Directivo y Fiscal

Actividades	Recursos	Frecuencia (N° de actividades por año)	Responsables
6. Mantenimiento del sistema de agua potable: - Revisión de tuberías, limpieza y operación de válvulas del sistema de agua potable. - Mantenimiento y operación de los componentes del sistema. - Desinfección de los componentes del sistema.	Módulo de herramientas, materiales y accesorios	Mensual	Operadores
		Trimestral	Operadores
		Semestral	Operadores
7. Actividades comunales: - Trabajos de limpieza comunal. - Difusión de las actividades	Material de limpieza (escobas, lampas, etc.).	Mensual	Consejo directivo y Asociados

3.3.7 Costos de administración – gestión y costos de operación y mantenimiento

El presupuesto es la cantidad de dinero que necesitamos para realizar las actividades programadas en el plan de trabajo de las JASS. Para hacer el presupuesto, se debe considerar dos tipos de gastos:



- b) Gastos Fijos: Son gastos que siempre se van a realizar. Por ejemplo, operación y mantenimiento (pago a operadores, compra de herramientas) y administración y cobranza (libros, recibos, servicios, etc.).
- c) Gastos Temporales: Son gastos que se efectuarán eventualmente. Por ejemplo, por concepto de reparación (compra de pegamento, tubería, accesorios, válvulas, hipoclorito, etc.).

A continuación, se presenta un ejemplo de cómo ordenar los gastos de algunas actividades de la JASS.

• **Gastos fijos**

Actividad	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Compra de herramientas	▪ Módulo de herramientas	Varios	1	100	100
Administración y cobranza	• Libro de actas, cuaderno de inventarios, útiles de escritorios, talonarios de recibos.	Varios	1	114	114
	• Mantenimiento del local y transporte	Varios	1	240	240
Operación, mantenimiento y desinfección del sistema	• Compra de materiales e insumos.	Varios	1	442	442
	• Pago operador	Varios	1	960	960
Total gastos fijos				S/. 1.856	

• **Gastos temporales**

Actividad	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unit. (S/.)	Costo Total (S/.)
Reparaciones o refacciones	• Compra de materiales e insumos	Varios	1	260	270
Desinfección	• Hipoclorito de calcio	Varios	1	82	82
Total gastos temporales (S/.)					352
GASTO TOTAL (Gastos fijos más gastos temporales)					2.208

3.3.8 *Establecimiento de niveles de pago por servicios*

Para saber cuánto se debe recaudar, primero se calcula a cuánto ascenderán los gastos en el año. Por ejemplo, al considerar una localidad con 60 familias de usuarios con los siguientes gastos previstos:

Tarea	Cantidades	Costo (S/.)
Construcción del clorador (materiales y mano de obra)	1 clorador	100
Desinfección del agua, cloración (compra del cloro)	S/. 21 x kg de cloro en polvo 4 kg c/mes x 12 meses = S/. 21 x 4 kg x 12 meses	1.008
Desinfección de captación, reservorio y tuberías (compra del cloro)	S/. 21 x kg de cloro en polvo 10 kg c/desinfección, 2 x año S/. 21 x 10 kg x 2 veces	420
Operador (manejo de válvulas, desinfección, etc.)	S/. 10 x jornada trabajada 4 jornadas/mes, 12 meses S/. 10 x 4 jornadas x 12 meses	480
Compra de herramientas	1 llave Stillson, 1 sierra, 1 lampa	200
Material de administración	Cuadernos, lapiceros, recibos, etc.	20
Imprevistos	Roturas de tubos, cambio de válvula, reparaciones, etc.	300
TOTAL		2.528

En total, se debe recaudar S/.2.528 durante 12 meses entre 60 usuarios. Para conocer la tarifa mensual para cada usuario, se realiza la siguiente operación:

$$2.528 \div 12 = 210,66 \text{ luego } 210,66 \div 60 = 3,50$$

En esta localidad, cada familia que consuma agua de pileta pública pagará una tarifa mensual de S/.3,50.

Cuanta más agua consuma, más deberá pagar el usuario:

- Usuarios con conexión domiciliaria. Por cada una pagarán un monto adicional.
- Usuarios que den algún tipo de servicio que suponga consumo adicional de agua, como restaurantes, hospedajes, etc.
- Usuarios que utilicen el agua para sus trabajos.
- Colegios, postas médicas, iglesias, etc.

En estos casos, la JASS propondrá la tarifa que deben pagar estos usuarios según su consumo. Posteriormente, se convocará a una asamblea para informar, discutir y aprobar los gastos y las tarifas.

✓ Cálculo de la cuota familiar

Para calcular la cuota familiar, es necesario seguir los siguientes pasos:

- a. Obtener el gasto total (sumar gastos fijos + temporales).
Gasto total = Total gastos fijos + Total gastos temporales.
Conforme a los cuadros anteriores:
Gasto total = 1.856 + 352 = 2.208
- b. El gasto mensual resulta de dividir el gasto total entre 12 (meses del año).
Gasto Mensual = Gasto Total \div 12 meses del año
Gasto Mensual = 2.208 \div 12 = 184
- c. La cuota familiar resulta de dividir el gasto mensual entre el número de familias.
Cuota familiar = Gasto Mensual \div N° de Familias
Cuota familiar = S/.184,00 \div 80 familias = S/. 2,30

✓ Recibos y libro de caja

b) Recibos

Para registrar los cobros, debemos contar con un Talonario de Recibos, donde se anotan todos los ingresos que por cualquier concepto haya recibido la JASS. Este registro permitirá al Consejo Directivo manejar, consignar y conservar ordenadamente el registro de las cuotas de los usuarios. Este talonario se debe llenar por completo; se retendrán para la JASS los talones más pequeños y se entregará al asociado la parte desglosable. Todo asociado que efectúa un pago tiene derecho a contar con un recibo. El control de pagos de los asociados se hace en base al talonario de recibos.

JASS	S/. _____
Recibí de	
La cantidad de	
Por concepto de pago de servicio de agua	
..... Tesorero de la JASS	

Los ingresos deben sustentarse con recibos numerados sellados por la JASS y los egresos con boletas de venta o recibos. A continuación mostramos un ejemplo de talonario de recibo:

- Se fija un día al mes para que los usuarios se acerquen a pagar. El tesorero les dará un recibo por el pago realizado.
- Si un usuario no puede pagar la tarifa, podrá desempeñar en compensación alguna tarea relacionada con el servicio de agua, porque todos tenemos derecho al agua.
- Al usuario que acumula dos meses sin pagar su tarifa injustificadamente, se le entrega un aviso de corte.
- Si en una semana no se ha puesto al día, se corta temporalmente su conexión domiciliaria y si consume de pileta pública se le prohíbe utilizarla.
- Para reconectarse al sistema deberá pagar una multa.

b) Libro de caja

Es el libro donde se anotan mensualmente los ingresos o cobros y los gastos que se hacen para el mantenimiento del sistema o gestión de las JASS; debe ser legalizado por un notario público, juzgado civil o juez de paz.

El libro tiene dos partes y el tesorero debe anotar en cada una de ellas lo siguiente:

<u>Columna izquierda</u>	<u>Columna derecha</u>
Poner los ingresos o cobros realizados. A esta hoja se le llama Ingresos	Poner los egresos o gastos realizados. A esta hoja se le llama Gastos
En la hoja izquierda:	En la hoja derecha:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fecha del cobro 2. Tipo de cobro 3. Número de personas que pagan 4. Costo Unitario 5. Costo Total 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Fecha de gasto 7. Tipo de gasto 8. Número de recibos o boletas 9. Gasto unitario 10. Gasto total

El **saldo** que queda es el resultado de restar los **gastos** a los **ingresos**.

Se debe considerar lo siguiente:

- Después de registrar los ingresos y egresos mensualmente, el libro de Caja debe ser firmado por el Consejo Directivo.
- Esta información se debe presentar en asamblea.

✓ Inventario de bienes

Para la elaboración del inventario se recomienda seguir los siguientes pasos:

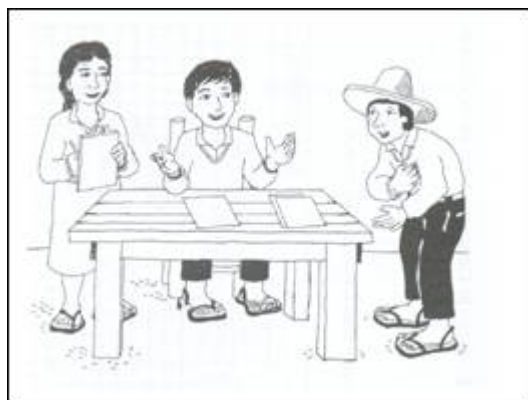
- Enumerar y etiquetar los equipos y materiales a ser inventariados.
- Anotar el número del equipo o material.
- Anotar la fecha de ingreso a la JASS (fecha en que el equipo pasa a ser de su propiedad).
- Anotar el nombre del equipo o material.
- Describir las características más importantes. Por ejemplo, marca del equipo, modelo, color u otra característica que se considere importante.
- Cuando un bien ya no se utilice y/o esté deteriorado, previo acuerdo con la asamblea, se le dará de baja y se anotará la fecha de salida.

A continuación, se presenta un modelo de inventario que puede ser utilizado por la JASS:

Nº	Fecha	Cantidad	Unidad	Nombre del equipo / material	Características	Observaciones
01	20/feb/03	30	Unidad	Tubos	Tubos de PVC ½ pulgada de clase 10	
02	20/feb/03	1/4	Unidad	Pegamento	Pegamento PVC	

✓ El padrón de asociados

El padrón de asociados es el libro legalizado donde se inscribe a estos. Ayuda a conocer el número de familias que participan en la JASS y a controlar la asistencia en las asambleas. La elaboración y actualización del padrón de asociados es responsabilidad del Secretario de la JASS.



✓ Inscripción de asociados

A continuación se presentan los pasos para inscribir a un asociado:

- Registrar primero al asociado cuya fecha de inscripción sea la más antigua.
- Anotar el nombre del asociado. Por cada vivienda debe haber solo un asociado inscrito. Los miembros de la familia de cada vivienda eligen a su representante ante la JASS.
- Registrar el pago efectuado por el asociado por concepto de monto de inscripción. Si el asociado participó en la faena de construcción de las obras de saneamiento, está exonerado de este pago.

Para inscribir a nuevos asociados, se debe aprobar la incorporación en reunión de Consejo Directivo.

Nº	Fecha de Inscripción	Apellidos y nombre del asociado	Monto de inscripción	Observaciones

✓ Modelo de notificación

Cuando haya problemas con un asociado por incumplimiento de sus deberes o por haber participado en hechos prohibidos por la JASS, se recomienda notificar por escrito a dicho asociado. En caso de que el asociado no sepa leer, el Secretario le leerá el comunicado personalmente.

Se sugiere aplicar la sanción después de notificar al asociado.

Notificación	
Señor Asociado:	
Se le notifica que por el siguiente motivo:	
.....	
.....	
se le suspenderá el servicio.	
De no asumir sus deberes, perderá la condición de asociado.	
.....
Presidente	Secretario

✓ Modelo de registro de las visitas de supervisión

Es importante contar con un cuaderno de supervisión donde se registre el resultado de la actividad de la supervisión que realiza el Consejo Directivo de la JASS.

a) Supervisión de obras

Informe de visita de supervisión	
Fecha de la visita:	.....
Actividad supervisada:	.....
<i>Dificultades encontradas:</i>	.....
Soluciones o alternativas propuestas:	.....
Nombre del supervisado:	.....
	..... Firma del Supervisor

b) Supervisión de usuarios

Informe de visita de supervisión	
Fecha de la visita:	.....
Nombre del asociado:	.....
Dificultades encontradas:	.....
Soluciones o alternativas propuestas:	.....
Nombre del supervisado:	.....
..... Firma del Supervisor	..... Firma del Asociado

Padrón de usuarios y control de recaudos (En Nuevos Soles S/.)

Junta Administradora de Agua Potable de _____

Año: _____

Fecha de instalación	Nombres y apellidos	Tarifa	Deudas anteriores		Control mensual de tarifa												Total	
			Tarifa	Otro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Tarifa	Otro
Total																		

3.3.9 Monitoreo, evaluación y vigilancia

El monitoreo es un mecanismo que permite obtener y analizar información durante el proceso de desarrollo de algún tipo de proyecto o estudio. Es un sistema de retroalimentación que se aplica en forma permanente, a fin de verificar si conducen al cumplimiento de la meta final las actividades realizadas por el proyecto o estudio, y los resultados que se están obteniendo.

Indicadores	Frecuencia		
	Mensual	Trimestral	Semestral
<u>Educación sanitaria:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hábitos y costumbres ▪ Prevalencia de diarreas 		✓	✓
<u>Capacitación:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Operación y mantenimiento ▪ Concentración de cloro residual 	✓ ✓		
<u>Gestión:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rentabilidad ▪ Comercialización ▪ Sostenibilidad 		✓	✓ ✓

Se ha definido tres elementos básicos que todo programa de vigilancia y control de la calidad de servicio de abastecimiento de agua debe contener (Rojas, 2002). La evaluación analítica, las inspecciones sanitarias y la evaluación institucional.

a) Evaluación analítica

Esta evaluación incluye análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua. Permite investigar la calidad del agua y define su aceptabilidad para el consumo humano. En algunos casos, comprende desde el muestreo hasta el reporte de la información. La evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua comprende:

- Definición de zonas de abastecimiento
- Selección de los lugares o puntos de muestreo
- Selección de indicadores y parámetros
- Muestreo
- Frecuencia de muestreo
- Análisis
- Calidad de los análisis y control de calidad

b) Inspección

La inspección permite identificar los posibles problemas y fuentes de contaminación. Además, intenta proporcionar un rango de información e identificar problemas potenciales de contaminación. Comprende la inspección sanitaria y la inspección operacional, todo lo cual contribuye a determinar la calidad del servicio de abastecimiento de agua.

✓ Inspección sanitaria

- Condiciones físicas de las instalaciones
- Estado de higiene
- Nivel de servicio

✓ Inspección operacional

- Capacidad y habilidad del personal
- Alcance del programa de control
- Puntos críticos de control
- Programa de medidas correctivas
- Registro de información

c) Evaluación institucional

La evaluación institucional está relacionada con los aspectos de gerencia y operacional del abastecedor, y con el grado de apoyo a las actividades de control de calidad.

- Modelo de organización existente
- Políticas institucionales con respecto al control de la calidad del agua
- Visión sobre objetivos
- Relaciones de coordinación vertical y horizontal
- Mecanismo y niveles de decisión

3.4. Glosario

- Acceso: Camino o sendero.
- Aforar: Medir el caudal o rendimiento de una fuente.
- Agua clorada: Agua que contiene cloro.
- Agua subterránea: Agua depositada o que fluye interiormente de la tierra.
- Agua superficial: Agua que circula superficialmente (acequias, canales, etc.).
- Aliviadero: Dispositivo que permite eliminar el excedente de una fuente utilizada.
- Arandelas: Elemento metálico llamado comúnmente “huacha” (plancha circular metálica con orificio que facilita ajuste de pernos o tornillos).
- Alimento contaminado: Alimento que contiene microbios o sus toxinas, parásitos, sustancias químicas, radiactivas, tóxicas u otros agentes nocivos para la salud. El origen de la contaminación puede ocurrir en cualquier etapa de la cadena alimenticia, que incluye la producción, transporte, almacenamiento, elaboración, distribución y consumo de los alimentos.
- Alimento alterado: Alimento que ha sufrido un deterioro por diversas causas (por ejemplo, exposición al calor ambiental), por lo que resulta peligroso para la salud.
- Amenaza: Probabilidad de ocurrencia dentro de un tiempo y lugar determinado, de un fenómeno natural o provocado por la actividad humana, que se torna peligroso para las personas, edificaciones, instalaciones, sistemas y para el medio ambiente.
- Análisis de vulnerabilidad: Proceso para determinar los componentes críticos, débiles o susceptibles de daño o interrupción, de edificaciones, instalaciones y sistemas, o de

grupos humanos, y las medidas de emergencia y mitigación a tomarse ante las amenazas.

- Baleros: Cojinetes o rodajes.
- Bidones: Cilindros vacíos generalmente de metal.
- Buzón o caja: Donde se junta o recolecta el agua proveniente de más de una fuente.
- Cable templador: Cable que permite fijar la balsa flotante a la superficie del terreno.
- Calidad de agua: Característica del agua que permite determinar su uso o tratamiento requerido para tal efecto.
- Cámara húmeda: Compartimiento donde se recolecta el agua.
- Cámara seca: Compartimiento donde se ubican las válvulas y accesorios para control de la cámara húmeda.
- Caudal: Cantidad de agua expresada en litros por segundo o en metros cúbicos por hora.
- Cercar: Proteger perimetralmente las instalaciones.
- Cisterna: Depósito o reservorio de agua desde donde se realizará el bombeo para su distribución.
- Cloro residual: Cantidad de cloro mantenida dentro del agua, luego de haber procedido a su desinfección.
- Compuerta: Dispositivo metálico o de madera que permite bloquear el ingreso o salida del agua de una unidad.
- Cono de rebose: Dispositivo utilizado de tal manera que permite controlar el nivel del agua en una unidad.
- CRP: Cámara rompe-presión.
- Componente: Parte discreta del sistema capaz de operar independientemente, pero diseñada, construida y operada como parte integral del sistema. Ejemplos de componentes individuales son pozos, estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento, presas, conducción, etc.
- Desaguar: Eliminar el agua de una unidad.
- Desinfectante: Elemento químico que se utiliza para completar el tratamiento del agua y para eliminar patógenos contenidos en él; en mayor cantidad se usa para sanear las estructuras.
- Desbroce: Eliminación de maleza.
- DPD 1: Compuesto químico en tableta que se emplea para determinar la cantidad de cloro residual mediante tonos de color.
- Drenes: Tubos o canales que recolectan el agua en una galería filtrante, prefiltro o filtro.
- Desastre natural: Manifestación de un fenómeno natural que se presenta en un espacio y tiempo limitado, y que causa trastornos en los patrones normales de vida (pérdidas humanas, materiales y económicas) debido a su impacto sobre poblaciones, edificaciones, instalaciones, sistemas y el medio ambiente.
- Epidemia: Enfermedad que afecta en un mismo lugar y tiempo a un gran número de individuos de una población.
- Estructura: Resultado de un proceso constructivo; puede ser de concreto, mampostería, metal u otro material.
- Extracción: Acción de sacar.
- Flotadores: Elementos que permiten mantener en la superficie del agua una estructura pesada.
- Frecuencia de lavado: Tiempo transcurrido entre lavado y lavado.

- Fenómeno natural: Manifestación de procesos naturales atmosféricos o geológicos, tales como terremotos, huracanes, erupciones volcánicas y otros.
- Hipoclorito: Compuesto clorado.
- Impulsión: Acción de impulsar o elevar.
- Inspeccionar: Verificar el estado de funcionamiento de una estructura o instalación.
- Lodo: Barro depositado en el fondo de una unidad como resultado de la sedimentación.
- Manómetro: Instrumento utilizado para medir la presión de agua en un depósito o tubería cerrada.
- Mantenimiento: Conjunto de acciones que se realizan para prevenir o corregir daños producidos en los equipos e instalaciones.
- Mantenimiento correctivo: Se efectúa para reparar daños causados por acciones extrañas o imprevistas, o por deterioros normales del uso.
- Mantenimiento preventivo: Se realiza para evitar problemas en el funcionamiento de los sistemas.
- Medidas de mitigación: Conjunto de acciones y obras a implementarse para reducir o eliminar el impacto de las amenazas, mediante la disminución de la vulnerabilidad de los sistemas y sus componentes.
- Operación: Conjunto de acciones adecuadas y oportunas efectuadas para que todas las partes del sistema funcionen en forma continua y eficiente, según las especificaciones de diseño.
- Operador: Persona calificada y responsable de la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones del sistema de agua potable, cuyas funciones son:
 - Operar y mantener adecuadamente el servicio.
 - Responder ante la Junta Administradora sobre el estado general del sistema.
 - Llevar los formatos de registro y control de operación y mantenimiento; entregar un informe mensual a la Junta.
 - Informar a la Junta sobre las necesidades de adquisición de materiales, herramientas, repuestos e insumos para el óptimo funcionamiento del sistema.
 - Comunicar a DISABAR, a través de la Junta Administradora, los desperfectos que exijan un trabajo de mantenimiento especializado para que se tomen las medidas correctivas.
- Pintura anticorrosivo: Pintura con aditivo que permite proteger los elementos contra acciones de la intemperie.
- Plan de mitigación: Conjunto de medidas y obras a implementar antes del impacto de las amenazas para disminuir la vulnerabilidad de los componentes y de los sistemas.
- Plano de replanteo: Plano general de las instalaciones con indicación de la ubicación de válvulas y estructuras.
- Prevención: Acciones de preparación para disminuir el impacto de las amenazas.
- Puesta en marcha: Poner en operación.
- Rebose: Nivel por donde se elimina el agua sobrante.
- Remover: Sacar fuera de su lugar.
- Rendimiento de fuentes o de manantial: Caudal aforado de la fuente, expresado en litros por segundo.
- Resanar: Efectuar reparaciones de daños menores.
- Reservorio: Depósito apoyado o elevado, donde se almacena el agua para su distribución.

- Rotámetro: Aparato para medir caudales, generalmente ubicado a la salida de los filtros a presión.
- Sedimentos: Material depositado por acción de la gravedad.
- Sello de captación: Protección de afloramiento contra la contaminación ambiental.
- Sistema de refrigeración: Tipo de enfriamiento del motor durante su funcionamiento.
- Sobrenadante: Agua sobre el nivel de la arena en los filtros lentos.
- Tensión de servicio: Voltaje, amperaje y ciclaje del servicio eléctrico disponible (110, 220, 440).
- Toma: Captación.
- Unidad: Elemento o estructura componente de un sistema.
- Válvula de aire: Instrumento para eliminar el aire existente en las tuberías.
- Válvula de purga: Ubicada en los puntos más bajos de la red o conducción para eliminar sedimentos.
- Vertedero: Dispositivo que permite medir el caudal de una fuente bajo ciertas condiciones.
- Vulnerabilidad: Grado de daño susceptible de producirse en las personas, edificaciones, instalaciones y sistemas, cuando están expuestos a la ocurrencia de un fenómeno natural.

3.5. *Bibliografía*

- Bellmann et al. (1994) Invertebrados y organismos unicelulares. 1ra. Edición en español. Blume. Barcelona.
- Carmona, O. (1997) Microbiología médica de Divo. 5ta. Edición. McGraw Hill Interamericana .Venezuela.
- DAANDO (2004) Desinfección del agua y alimentos en el nivel domiciliario. CEPIS-DIGESA, Lima Perú.
- EPILAS (2004) Acreditación en agua y saneamiento rural. Programa de agua y saneamiento, CARE y COSUDE, Cajamarca-Perú.
- Hartigan P. (1998) Género, ambiente y salud. Incorporación de un enfoque de género en el trabajo de salud ambiental. Programa Mujer, Salud y Desarrollo. OPS/OMS.
- http://www.who.int/water_sanitation_health/Globassessment/GlobalTOC.htm
- Horsley &Witten (2001) Protección de efluentes de agua. Manual de capacitación para comunidades. (Proyecto de la EPA - Agencia de Protección de los EE.UU. y de la AID - Agencia para el Desarrollo Internacional).
- Marrón, César. Sistemas de agua potable: manual de administración, operación y mantenimiento. (1998) ITDG.
- Ministerio de Salud – Dirección de Saneamiento Básico – Perú. Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y letrinas en el medio rural (2000).
- Ministerio de Salud (2002) Estadísticas de morbilidad.
- <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/Morbilidad/072002DI00.htm>
- <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/nacionaldisa.asp>
- Morales C., C. A. Recomendaciones de líneas de trabajo de agua y saneamiento que los ministerios de salud deben realizar. Preparación, mitigación y respuesta a los desastres. XXII Congreso de Centroamérica y Panamá de Ingeniería Sanitaria y Ambiental “Superación Sanitaria y Ambiental: el Reto”.

- Plaza N. G.; Yépez A. Y. (1998) Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable. Serie Mitigación de Desastres. Escuela Politécnica Nacional, OPS/OMS. Ecuador.
- Real Academia Española. 1992. Diccionario de la Lengua Española (Vigésimo primera edición). España.
- Rojas, R. (2002) Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. CEPIS.
- Romieu, I.; López S. (2002) Contaminación ambiental y salud de los niños en América Latina y el Caribe. Instituto Nacional de Salud Pública. México
- Solsona, F.; Fuertes, C. (2003) Guía de promoción de calidad del agua para escuelas de países en desarrollo. CEPIS/OPS. Perú
- SUNASS – Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (1999) Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS). Lima-Perú.
- UNATSABAR (2002) Consideraciones para la selección de la opción tecnológica y nivel de servicio en sistemas de abastecimiento de agua OPS/CEPIS/02.57 – UNATSABAR.
- SUNASS.
- http://www.sunass.gob.pe/docs/normas%20legales/ds9_95.htm
- <http://www.minjus.gob.pe/legislacion/contrata.htm>
- http://www.lf2.cuni.cz/Projekty/interna/heart_sounds/h13/infdisedu.html
- http://www.virology.net/Big_Virology/BVDiseaseList.html
- WHO y otros (2000). Global Water Supply and Sanitation Assessment. WHO/UNICEF/ Water Supply & Sanitation Collaborative Council. USA.