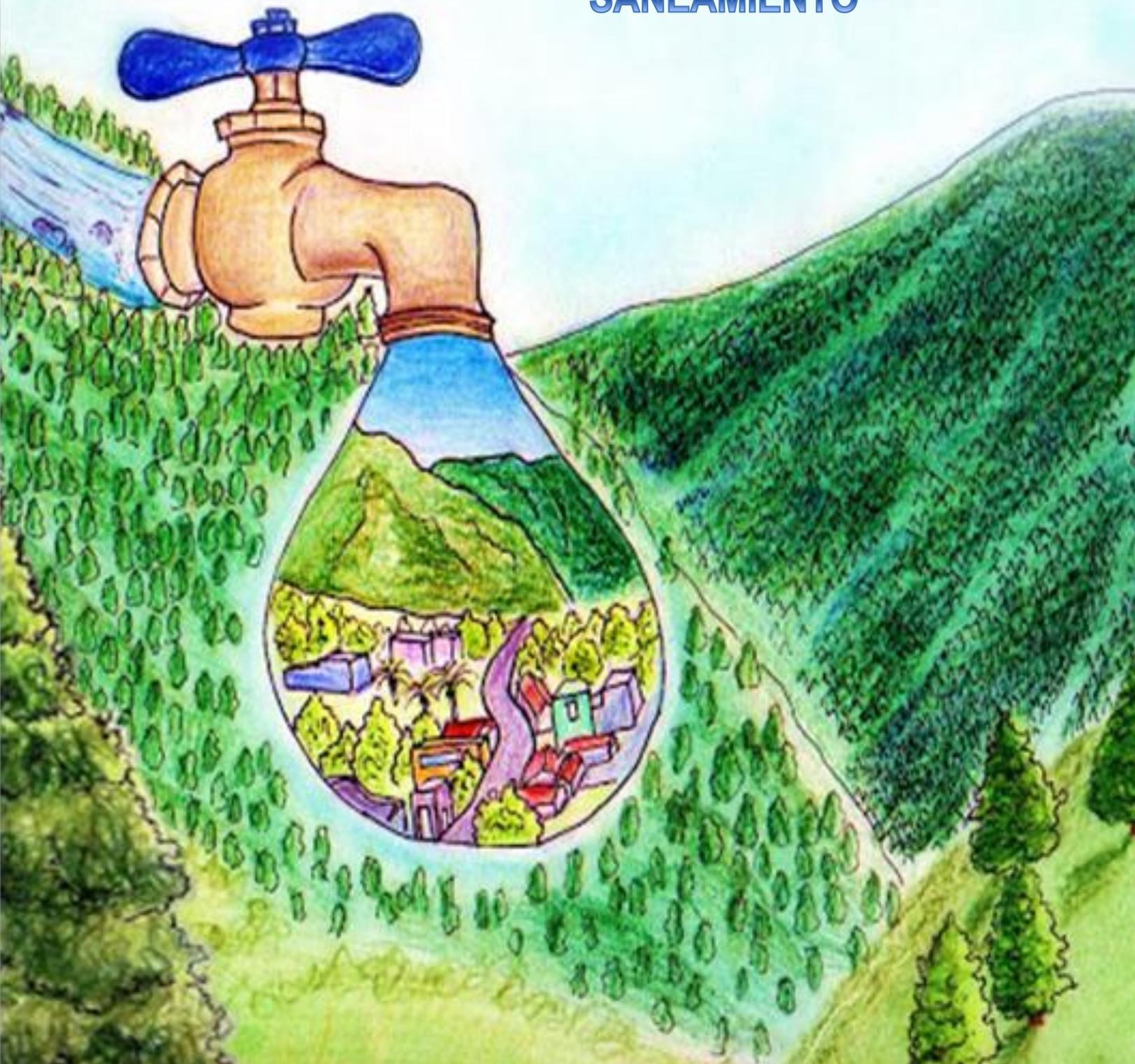


# MANUAL DE AO&M

MANUAL DE ADMINISTRACIÓN,  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE  
SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y  
SANEAMIENTO



## ÍNDICE

PRESENTACIÓN .....	VII
INTRODUCCIÓN .....	VIII
GLOSARIO.....	X

### CAPITULO I: OBJETIVOS

1 OBJETIVO GENERAL .....	1
2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	1

### CAPITULO II: EDUCACIÓN SANITARIA

1 AGUA – ALGUNAS IDEAS .....	3
1.1 EL AGUA EN NUESTRA COMUNIDAD.....	3
1.2 CALIDAD DEL AGUA.....	4
1.3 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS (BIOLÓGICOS) .....	4
1.4 ASPECTOS FÍSICO Y QUÍMICOS .....	5
1.5 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA.....	8
1.6 AGUA Y SALUD.....	9
1.7 CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	10
1.7.1 ACTIVIDADES QUE ORIGINAN LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....	10
1.7.2 FORMAS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	10
1.7.3 TIPOS DE CONTAMINACIÓN .....	11
1.7.4 RIESGOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA PARA LA SALUD .....	12
1.7.5 RIESGOS RELACIONADOS CON EL AGUA DEBIDO A LA INGESTIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS .....	12
1.7.6 RIESGOS DERIVADOS DE AGENTES BIOLÓGICOS TRANSMITIDOS POR CONTACTO CON EL AGUA, SIN INGESTIÓN.....	14
1.8 PRINCIPALES ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA.....	14
1.9 RIESGO ESPECIAL PARA LOS NIÑOS DEBIDO AL AGUA CONTAMINADA.....	16
1.10 ¿CÓMO SE CONTAMINA EL AGUA QUE SE CONSUME? .....	17
1.10.1 ¿CUÁLES SON LAS CONSECUENCIAS? .....	17
1.11 CONSERVACIÓN DE LA FUENTE DE AGUA .....	19
2 SANEAMIENTO Y SALUD.....	20
2.1 ENFERMEDADES TRANSMISIBLES.....	20
2.2 ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES .....	21
2.3 TRANSMISIÓN DE LAS ENFERMEDADES.....	22
2.4 MEDIDAS PREVENTIVAS .....	22

3	EL SANEAMIENTO Y LA SALUD EN NUESTRA COMUNIDAD.....	22
3.1	LA RUTA DE LA CONTAMINACIÓN FECAL – ORAL.....	22
3.2	¿QUÉ HACER PARA EVITAR LAS ENFERMEDADES? .....	23
4	NORMAS DE CALIDAD DE AGUA.....	24
4.1	PARÁMETROS DE CALIDAD Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES .....	24
4.2	BACTERIAS Y MINERALES EN EL AGUA PARA BEBER .....	26
4.3	HIGIENE EN EL HOGAR Y EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA .....	26
4.4	COMPORTAMIENTOS EN MATERIA DE HIGIENE.....	26
4.5	HIGIENE EN EL HOGAR .....	29

## CAPITULO III: ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

1	MARCO LEGAL .....	33
1.1	ACUERDO GUBERNATIVO 293-82. REGLAMENTO PARA LA ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS RURALES DE AGUA POTABLE.....	33
1.2	DECRETO 11-2002. LEY DE LOS CONSEJOS DE DESARROLLO URBANO Y RURAL .....	33
1.3	DECRETO 12-2002. CÓDIGO MUNICIPAL.....	33
1.4	DECRETO 68-86. LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE .....	34
1.5	ACUERDO GUBERNATIVO 431-2007. REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	35
1.6	DECRETO NÚMERO 1126 DEL CONGRESO DE LA REPÚBLICA. LEY ORGÁNICA DEL TRIBUNAL Y CONTRALORÍA DE CUENTAS .....	35
1.7	DECRETO 31-2002. LEY ORGÁNICA DE LA CONTRALORÍA GENERAL DE CUENTAS .....	35
2	ARTÍCULOS RELACIONADOS CON AGUA Y SANEAMIENTO.....	36
2.1	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA .....	36
2.2	DECRETO 90-97. CÓDIGO DE SALUD .....	36
2.3	ACUERDO MINISTERIAL No. 2-2012 MODIFICACIONES Y DEROGATORIAS AL ACUERDO MINISTERIAL SP-M-278-2004, POR MEDIO DEL CUAL SE CREÓ EL PROGRAMA NACIONAL DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	39
2.4	ACUERDO GUBERNATIVO No. 113-2009. REGLAMENTO DE NORMAS SANITARIAS PARA LA ADMINISTRACIÓN, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	40
2.5	ACUERDO MINISTERIAL No. 1148-09. MANUAL DE NORMAS SANITARIAS QUE ESTABLECEN LOS PROCESOS Y MÉTODOS DE PURIFICACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	41

2.6	ACUERDO GUBERNATIVO 178-2009. REGLAMENTO PARA LA CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO.....	42
2.7	ACUERDO GUBERNATIVO 986-1999. APROBACIÓN DE LA NORMA GUATEMALTECA OBLIGATORIA DE ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE: COGUANOR NGO 29001. ....	42
2.8	ACUERDO MINISTERIAL No. 572-2011. NORMAS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. ....	42
2.9	ACUERDO MINISTERIAL No. 573-2011. NORMAS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES EN ZONAS RURALES DE GUATEMALA..	42
3	ADMINISTRACIÓN .....	43
3.1	ADMINISTRACIÓN DE UN PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO....	43
4	ORGANIZACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN .....	44
5	FORMACIÓN DEL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (CAPS)	44
6	COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO –CAPS-.....	45
6.1	IMPORTANCIA DEL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – CAPS- .....	46
6.2	FUNCIONES DE LA ASAMBLEA COMUNITARIA CON RESPECTO AL COMITÉ/COMISIÓN .....	46
6.3	FUNCIONES DEL COMITÉ/COMISIÓN .....	46
6.4	FUNCIONES DE LOS MIEMBROS DEL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO .....	49
6.5	ELABORACIÓN DEL POGRAMA ANUAL DE TRABAJO.....	51
6.6	COSTO DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	52
6.7	CÁLCULO DE TARIFA A PAGAR POR CADA BENEFICIARIO.....	55
6.8	RECIBOS Y LIBRO DE CAJA.....	57
6.9	INVENTARIO DE BIENES .....	58
6.10	CENSO DE BENEFICIARIOS .....	58
6.11	INSCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS.....	58
6.12	NOTIFICACIÓN DE INCUMPLIMIENTO.....	59
6.13	REGISTRO DE SUPERVISIÓN DEL SISTEMA Y DE USUARIOS .....	59
6.14	PROCEDIMIENTO PARA INSCRIBIR EL COMITÉ/COMISIÓN EN LA CONTRALORÍA GENERAL DE CUENTAS .....	60
6.15	AUTORIZACIÓN Y HABILITACIÓN DE LIBROS Y RECIBOS EN LA CONTRALORÍA GENERAL DE CUENTAS .....	61

## CAPITULO IV: PROTECCIÓN DE CUENCAS

1	¿QUÉ ES UNA CUENCA?.....	63
2	ZONA DE RECARGA HÍDRICA.....	63

3	EL VÍNCULO DE LOS BOSQUES Y EL AGUA EN LA LEY FORESTAL DE GUATEMALA (DECRETO 101-96) .....	65
4	PROBLEMAS GENERADOS POR LA TALA .....	65
5	PAGO POR SERVICIO AMBIENTAL .....	66

## CAPITULO V: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

1	EL SISTEMA DE AGUA .....	70
1.1	EL CICLO HIDROLÓGICO .....	70
1.2	COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA .....	71
2	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS POR GRAVEDAD .....	74
2.1	OPERACIÓN .....	74
2.2	MANTENIMIENTO .....	74
2.3	RESPONSABLE DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	75
3	CAPTACIONES .....	75
4	GALERÍAS DE INFILTRACIÓN .....	77
5	LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	79
5.1	OBRAS EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	80
5.1.1	CAJAS DISTRIBUIDORAS DE CAUDALES .....	80
5.1.2	CAJAS ROMPE PRESIÓN SIN FLOTE Y CAJAS REUNIDORAS DE CAUDAL ..	81
5.1.3	VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE AIRE .....	83
5.1.4	VÁLVULAS DE COMPUERTA PARA LIMPIEZA .....	84
5.1.5	PASOS DE ZANJÓN .....	84
5.1.6	PASOS AÉREOS .....	84
6	TANQUES DE DISTRIBUCIÓN .....	85
6.1	HIPOCLORADORES .....	88
6.1.1	DOSIFICADOR DE CARGA CONSTANTE .....	90
6.1.2	HIPOCLORADOR DE PASTILLAS .....	94
7	LÍNEA Y RED DE DISTRIBUCIÓN .....	95
7.1	OBRAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	96
7.1.1	CAJAS ROMPE PRESIÓN CON VÁLVULA DE FLOTE .....	96
7.1.2	VÁLVULAS DE COMPUERTA DE CONTROL .....	97
7.1.3	CONEXIONES PREDIALES .....	98
7.1.4	MEDIDORES DE AGUA .....	99
7.1.5	LLENACÁNTAROS .....	99
7.1.6	CANDADOS .....	100

7.1.7	ESCALONES, HALADORES, VARILLAS DE PROTECCIÓN Y TAPADERAS DE METAL	100
8	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS POR BOMBEO	101
8.1	COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA	101
8.2	FUENTE	102
8.3	POZO	102
8.4	CASSETAS DE BOMBEO	102
8.5	GENERADORES	103
8.5.1	PERÍODOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	103
8.5.2	MONITOREO	103
8.6	EQUIPOS DE BOMBEO	106
8.6.1	BOMBA CENTRÍFUGA HORIZONTAL	106
8.6.2	BOMBA TURBINA EJE VERTICAL	108
8.6.3	BOMBA SUMERGIBLE	110
8.7	LÍNEA DE BOMBEO	112
8.8	OBRAS EN LÍNEAS DE BOMBEO	113
8.8.1	TANQUE DE SUCCIÓN	113
8.8.2	VÁLVULAS DE RETENCIÓN O CHEQUE	114
9	INSPECCIÓN GENERAL DEL SISTEMA	114
9.1	INSPECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	114
9.2	GUÍA DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA	115
9.3	REPARACIONES	117
9.3.1	REPARACIONES EN TUBERÍA PVC	117
9.3.2	REPARACIONES EN TUBERÍA GALVANIZADA O HG	118
9.3.3	INSTALACIÓN DE UNA UNIÓN UNIVERSAL DE HG	119
9.3.4	REPARACIONES EN ACCESORIOS	120
9.3.5	HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	121
10	SISTEMAS NO CONVENCIONALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	122
10.1	CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (ALJIBES)	123
10.2	POZOS CON BOMBAS MANUALES	124
10.2.1	TIPOS DE BOMBAS MANUALES PARA POZOS ARTESIANOS	124
10.3	SISTEMA DE BOMBEO CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA O SOLAR	128
11	SANEAMIENTO	130
11.1	OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO	130
11.2	MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO	131
11.2.1	MANTENIMIENTO DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL	131
11.2.2	MANTENIMIENTO DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL	132

11.2.3	MANTENIMIENTO DE TANQUES O FOSAS SÉPTICAS .....	133
11.2.4	MANTENIMIENTO DE BIODIGESTORES.....	134
11.3	MANTENIMIENTO DE SISTEMAS SIN RECOLECCIÓN.....	134
11.3.1	MANTENIMIENTO DE LETRINAS DE HOYO O POZO SECO VENTILADO.....	134
11.3.2	MANTENIMIENTO DE LETRINAS DE SELLO HIDRÁULICO .....	136
11.3.3	MANTENIMIENTO DE LETRINAS COMPOSTERAS O ABONERA SECA FAMILIAR.....	137
11.4	OPCIONES DE TRATAMIENTO PARA AGUAS GRISES.....	139
11.4.1	TRAMPAS DE GRASAS .....	140
11.4.2	POZO DE ABSORCIÓN .....	140
11.4.3	SUMIDERO .....	141
11.4.4	BIOFILTROS FILTRO JARDINERA .....	141
11.5	MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS (BASURAS).....	143
11.5.1	RESIDUOS SÓLIDOS (BASURAS) .....	143
11.5.2	CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS .....	143
11.5.3	LAS TRES ERRES DE LA ECOLOGÍA.....	144
11.5.4	MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS O BASURAS .....	144
11.5.5	RECOLECCIÓN DE LA BASURA .....	144
11.5.6	DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS O BASURAS .....	145

## CAPITULO VI: ANEXOS

1	ANEXO 1. AFOROS DE CAUDAL .....	147
2	ANEXO 2. DETERMINACIÓN DE CLORO LIBRE O RESIDUAL.....	149
3	ANEXO 3. GUÍA DE INSPECCIÓN.....	153
4	ANEXO 4. GUÍA DE REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE .....	157
	BIBLIOGRAFÍA .....	223

## PRESENTACIÓN

El Programa Conjunto –PC- “Fortaleciendo Capacidades con el Pueblo Mam para la Gobernabilidad Económica en Agua y Saneamiento”, que se encuentra enmarcado dentro de la Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Naranjo –MANCUERNA-, responde a “La mejora en las capacidades de los gobiernos municipales de la MANCUERNA y de la sociedad civil, en especial del pueblo Mam, con la finalidad de permitir la gestión efectiva y sostenible de los servicios de agua (consumo humano y riego) y saneamiento, razón por la que se ha elaborado y pone a disposición el presente Manual de Administración, Operación y Mantenimiento, y la Guía del Reglamento para los sistemas de agua para consumo humano a nivel municipal, que contribuya a la sostenibilidad y desarrollo de los sistemas de agua de los municipios de la MANCUERNA. Este Manual se ha desarrollado, considerando la documentación que se ha escrito en el país, en la región centroamericana e información existente del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente –CEPIS-.

El propósito del presente Manual, es que sirva como una guía para realizar las actividades necesarias en cada una de las obras que conforman los diferentes sistemas de abastecimiento de agua (gravedad o bombeo) y saneamiento, con el fin de que los operadores u operadoras, desarrollen las capacidades correspondientes, para la adecuada administración y operación de los sistemas, así como, realizar el mantenimiento preventivo, las reparaciones en forma correcta y oportuna cuando el caso lo requiera.

Una de las finalidades de este manual es que los operadores u operadoras, adquieran los conocimientos y destrezas de carácter práctico en relación a la administración, operación y mantenimiento de los sistemas. Para ello es recomendable que se realicen talleres de capacitación cuando los proyectos se encuentren en la fase de construcción, pues ello permitirá que se logre un aprendizaje bastante significativo.

El Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento, los líderes y los beneficiarios deberán de participar activamente en cada una de las actividades a realizar, de este modo, se garantizará el buen funcionamiento del sistema de agua y saneamiento durante el período para el cual fueron diseñados, así, los beneficiarios podrán disponer de un sistema que les suministre agua de buena calidad, en forma permanente, contribuyendo al mejoramiento de las condiciones de salud y calidad de vida de la población.

## INTRODUCCIÓN

El presente Manual de Administración, Operación y Mantenimiento de sistemas de agua y saneamiento, así como la Guía del Reglamento para los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, es el resultado de la recopilación y revisión de la información de varios manuales publicados por diversas instituciones del país, también se ha considerado la experiencia de los países de la Región, así como la información disponible por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente –CEPIS-, la cual se encuentra disponible en la Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental –BVSDE- de OPS/OMS ([www.bvsde.ops-oms.org](http://www.bvsde.ops-oms.org)).

En este manual se describen las principales actividades que deberán realizarse para la adecuada administración, operación y mantenimiento de las obras que conforman los proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento, con la finalidad de prevenir su deterioro y garantizar la sostenibilidad de los mismos, durante el tiempo para el cual fueron diseñados. Con ello, se pretende el suministro de agua sin interrupciones, que sea de buena calidad, cumpliendo con las normas existentes en el país (COGUANOR NTG 29001), además, contribuye a disminuir los índices de morbilidad y mortalidad infantil existentes en nuestro país, lo que genera el bienestar y desarrollo de las comunidades.

En el primer capítulo, se indica cuales son los objetivos que se pretenden alcanzar con el presente Manual de Administración, Operación y Mantenimiento, así como la Guía del Reglamento de los servicios.

En el segundo capítulo, se describen las condiciones de calidad que debe cumplir el agua para que sea apta para el consumo humano, las enfermedades relacionadas con el agua, las diversas formas en que se puede contaminar ésta, los riesgos que representan para la salud el beber agua contaminada, las principales enfermedades transmitidas por el agua y las recomendaciones en materia de higiene.

En el tercer capítulo, se describe los acuerdos y decretos que deben de cumplir todos los prestadores del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano existentes en el país, los requisitos que tienen que cumplir para inscribir el Comité/Comisión ante la Contraloría General de Cuentas, la responsabilidad de prestar una buena calidad del servicio, asimismo, se indica el procedimiento para la elección del Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento, las funciones del Comité/Comisión, así como las funciones y responsabilidades de cada uno de los miembros del Comité/Comisión. La importancia fundamental de la buena

administración para generar los recursos necesarios para garantizar la sostenibilidad de los sistemas.

En el cuarto capítulo, se indica lo que es una cuenca hidrográfica, las zonas de recarga hídrica, el vínculo existente entre el bosque y el agua en la Ley Forestal. También se describe la importancia de aportar un porcentaje adicional al valor del pago de la tarifa, como un fondo para la conservación y mantenimiento de la cuenca y garantizar el suministro de agua todo el tiempo.

En el capítulo quinto, se describe los tipos de sistemas que existen para abastecer de agua a una comunidad. Las actividades de operación y mantenimiento a realizar en las obras que conforman los sistemas de agua y saneamiento para garantizar su funcionalidad y sostenibilidad.

En el capítulo sexto, se describen algunos conocimientos básicos esenciales, por ejemplo, como realizar un aforo y la determinación del cloro residual. Se anexa la Guía de Inspección de las obras de los sistemas de agua por gravedad y bombeo.

Se espera que el presente Manual y Guía del Reglamento para los sistemas de agua y saneamiento, sea un instrumento útil para el Comité/Comisión, encargado de la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua y saneamiento, de tal forma que pueda brindar a los beneficiarios un servicio digno y seguro, ganándose de esta forma la confianza de los beneficiarios para que se comprometan en la administración del proyecto y sobre todo a pagar la tarifa correspondiente, que es un pilar fundamental para la sostenibilidad de los proyectos.

## GLOSARIO

**Afloramiento:** punto o zona por donde fluye el manantial hacia la superficie,

**Aforo:** medición del flujo del manantial o nacimiento expresado generalmente en litros por segundo (lps),

**Agua clorada:** agua que contiene cloro,

**Agua subterránea:** agua depositada o que fluye en el interior de la tierra,

**Agua superficial:** agua que circula superficialmente (quebradas, ríos, canales, etc),

**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,

**Alimento contaminado:** alimento que contiene microbios o sus toxinas, parásitos, sustancias químicas, radiativas, 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,

**Aliviadero:** dispositivo que permite eliminar el excedente de una fuente utilizada,

**Almacenamiento:** acción de acumular y conservar el agua con fines domésticos,

**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,

**Aparato sanitario:** dispositivo diseñado para que brinde comodidad a la persona al momento de defecar,

**Área de captación:** área comprendida entre la captación, la caja reunidora y la zona o punto de afloramiento,

**Bacteria:** organismo microscópico unicelular que carece de núcleo diferenciado pero posee material cromosómico. Pueden vivir libres o agruparse. Su tamaño varía entre 0.2 y 3 micras,

**Baleros:** cojinete o rodajes,

**Basura:** todo residuo sólido o semisólido –con excepción de las excretas de origen humano y animal- que carece de valor para el que la genera o para su inmediato poseedor. Están comprendidos en la misma definición los desechos, cenizas, elementos de barridos de calles, residuos industriales, de hospitales y de mercados, entre otros. Es sinónimo de desechos o residuo sólido,

**Biodegradable:** dicho de la materia orgánica, cualidad de ser metabolizada por medios biológicos,

**Bombeo o Impulsión:** acción de impulsar o elevar,

**Brocal:** anillo de protección del hoyo de la letrina. Se ubica en la parte superior de este y sirve para estabilizar la boca del hoyo, sostener la losa y para impedir el ingreso del agua de lluvia,

**Caja de válvula:** compartimiento donde se ubican las válvulas y accesorios de control de la captación,

**Caja repartidora:** dispositivo destinado a derivar los desechos fisiológicos al hoyo en operación,

**Caja reunidora:** donde se junta o recolecta el agua proveniente de más de una fuente,

**Calidad de agua:** característica del agua que permite determinar su uso o tratamiento requerido para tal efecto,

**Cámara:** obra fabricada con mampostería de block o ladrillo, unidos con mortero de cemento-arena, que se levanta sobre el nivel natural del suelo para depositar las heces humanas, las orinas y el material de limpieza anal,

**Captación:** superficie destinada a la recolección del agua para un fin beneficioso,

**Caseta:** ambiente construido con materiales de la comunidad. Sirve para dar privacidad al usuario de una letrina,

**Caudal:** cantidad de agua expresada en litros por segundo o en metros cúbicos por hora,

**CEPIS.** Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente,

**Cercar:** proteger perimetralmente las instalaciones,

**Cloro residual:** cantidad de cloro mantenida dentro del agua, luego de haber procedido a su desinfección,

**Cloro:** elemento químico número atómico 17 y peso atómico 35,457. Gas verde amarillento, asfixiante. Símbolo Cl,

**Conducto:** tubería destinada a transportar los desechos fisiológicos desde el aparta sanitario hasta el punto de disposición final pasando por la caja repartidora,

**Degradable:** dicho de determinadas sustancias o compuestos, cualidad de descomponerse gradualmente mediante medios físicos, químicos o biológicos,

**Desaguar:** eliminar el agua de una unidad,

**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,

**Desinfección:** destrucción selectiva de organismos que producen enfermedades,

**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,

**Diseño:** trazo o delineación de una obra o figura. Se aplica al término al proyecto básico de la obra,

**DPD:** compuesto químico en polvo o tableta que se emplea para determinar la cantidad de cloro residual mediante tonos de color,

**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,

**Fenómeno natural:** manifestación de procesos naturales atmosféricos o geológicos, tales como terremotos, huracanes, erupciones volcánicas y otros,

**Flotador:** elemento que permite mantener en la superficie del agua una estructura pesada,

**Frecuencia de lavado:** tiempo transcurrido entre lavado y lavado,

**Galería de infiltración:** agua subterránea que fluye hacia la superficie por efecto de la presión ejercida por el acuífero confinado, también denominado de flujo artesiano,

**Hipoclorito de calcio:** sustancia química derivada del ácido hipocloroso y calcio que actúa sobre microorganismo, eliminándolos,

**Hipoclorito de sodio:** sustancia química derivada del ácido hipocloroso y sodio que actúa sobre microorganismos, eliminándolos,

**Hoyo o pozo:** cavidad que se realiza en la tierra con una determinada profundidad, el cual servirá para depositar las heces humanas y material de limpieza anal,

**Impacto Ambiental:** modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza,

**Inspeccionar:** verificar el estado de funcionamiento de una estructura o instalación,

**Interceptor:** dispositivo dirigido a captar las primeras aguas de lluvia correspondiente al lavado del área de captación y que pueden contener impurezas de diversos orígenes,

**Letrina:** estructura que se construye para disponer los excrementos o material fecal, con la finalidad de proteger la salud de la población y evitar la contaminación del suelo, aire y agua,

**Límite de protección:** perímetro alrededor de la caja de captación que debe ser preservada para protección a la contaminación,

**Lodo:** tierra depositada en el fondo de una unidad como resultado de la sedimentación,

**Losa:** estructura de concreto armado u otro material resistente que se construye sobre el brocal y sirve para soportar al usuario,

**Manantial o nacimiento:** es el agua subterránea que fluye hacia la superficie por efecto de la gravedad,

**Manómetro:** instrumento utilizado para medir la presión de agua en un depósito o tubería cerrada,

**Mantenimiento:** acciones permanentes que se realizan con la finalidad de conservar un adecuado estado de funcionamiento de los componentes o partes del sistema,

**Mantenimiento correctivo:** consiste en las acciones que se efectúan para reparar daños o reponer piezas deterioradas por el uso,

**Mantenimiento preventivo:** es aquel que se realiza con una frecuencia determinada con la finalidad de prevenir y evitar daños al sistema,

**Material de cobertura:** capa superficial de tierra en cada celda que tiene como finalidad aislar los residuos del ambiente externo, controlar infiltraciones y la presencia de fauna nociva,

**Material permeable:** grava clasificada por donde discurre el agua entre el punto de afloramiento y la caja reunidora,

**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,

**Nivel de servicio:** el grado de satisfacción en la utilización de las opciones tecnológicas, pueden ser familiar o multifamiliar,

**Nivel freático:** profundidad a la que se encuentran las aguas freáticas. Este nivel baja en tiempo de estiaje y sube en épocas de lluvias,

**OMS:** Organización Mundial de la Salud,

**Opción tecnológica:** solución de ingeniería que puede aplicarse en función de las condiciones físicas, económicas y sociales de la comunidad. Como opciones tecnológicas se pueden mencionar: letrinas, tanto en medio húmedo como en seco; sistemas de alcantarillado de pequeños diámetro, simplificado y condiminial,

**Operador:** persona calificada responsable de la operación y mantenimiento de las instalaciones de agua potable,

**Operación:** conjunto de acciones que se efectúan para poner en funcionamiento a todos los componentes o partes de un sistema de agua potable,

**OPS:** Organización Panamericana de la Salud,

**Pendiente:** inclinación que tiene un terreno o cualquier elemento tomando como base la relación entre la longitud horizontal y la vertical,

**Permeabilidad:** es la capacidad del suelo para conducir o transportar un fluido cuando se encuentra bajo un gradiente. Varía según la densidad del suelo, el grado de saturación y el tamaño de las partículas,

**Pintura anticorrosiva:** pintura con aditivo que permite proteger los elementos contra acción de la intemperie,

**Pozo de percolación:** hoyo profundo realizado en la tierra para infiltrar el agua residual sedimentada en el tanque séptico,

**Prevención:** acciones de preparación para disminuir el impacto de las amenazas,

**Puesta en marcha:** poner en operación,

**Rebalse:** dispositivo utilizado de tal manera que permite controlar el nivel del agua en una unidad,

**Reciclaje:** proceso mediante el cual ciertos materiales de la basura se separan, recogen, clasifican y almacenan a fin de reincorporarlos al ciclo productivo como materia prima,

**Remove:** sacar fuera de su lugar,

**Rendimiento de fuentes o de manantial:** caudal aforado de la fuente expresado en litros por segundo (lps)

**Resanar:** efectuar reparaciones de daños menores,

**Residuo sólido comercial:** aquel generado en establecimientos comerciales o mercantiles (almacenes, hoteles, restaurantes, cafeterías y mercados),

**Residuos sólidos domésticos:** el que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado por las actividades realizadas en viviendas o cualquier otro establecimiento con características similares,

**Residuos sólidos industrial:** aquel generado en actividades propias de este sector como resultado de los procesos de producción,

**Residuos sólidos institucional:** aquel generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, penitenciarios, religiosos; también en terminales aéreas, terrestres, fluviales o marítimos y en oficinas,

**Residuos sólidos patógenos:** el que por sus características y composición puede ser reservorio o vehículo de infección,

**Reúso:** es el retorno de un bien o producto a la corriente económica para ser utilizado de la misma manera que antes, sin cambio alguno en su forma o naturaleza,

**Saneamiento:** control de todos los factores del ambiente físico del hombre que ejercen o pueden ejercer un efecto pernicioso en su desarrollo físico, salud y supervivencia,

**Sedimentos:** material depositado por acción de la gravedad,

**Sellado:** capa de concreto o material impermeable que se dispone sobre el material permeable, para evitar la contaminación de las aguas captadas,

**Sello de captación:** protección de afloramiento contra la contaminación ambiental,

**Separación de los residuos sólidos:** actividad que facilita el manejo integral de los residuos sólidos, ya que los divide en orgánicos e inorgánicos, peligrosos y no peligrosos,

**Sistema de refrigeración:** tipo de enfriamiento del motor durante su funcionamiento,

**Talud:** inclinación de un dique, terraplén o desmonte,

**Tanque de distribución:** depósito apoyado o elevado, donde se almacena el agua para su distribución,

**Tanque de succión:** depósito de agua desde donde se realizará el bombeo para su distribución,

**Tanque o fosa séptica:** cámara impermeable donde las aguas residuales de la vivienda son sometidas a un proceso de sedimentación y los desechos orgánicos a descomposición húmeda,

**Tapadera del hoyo:** objeto construido de madera o metal que debe sellar herméticamente el orificio de la losa o tasa,

**Tensión de servicio:** voltaje, amperaje, y ciclaje del servicio eléctrico disponible (110 y 220 v),

**Terraplén:** macizo de tierra con que se rellena un hueco o que se levanta para hacer una defensa, un camino u otra obra semejante,

**Trampa:** dispositivo con que se encuentra equipado el aparato sanitario y que propicia la formación de sello de agua o sello hidráulico para impedir la salida hacia la caseta, de los malos olores que se puedan producir en el hoyo,

**Tratamiento:** proceso de transformación físico, químico o biológico de los excrementos, aguas reduales o residuos sólidos, con el fin de obtener beneficios sanitarios y/o económicos y de reducir o eliminar sus efectos nocivos en el hombre y el ambiente,

**Unidad:** elemento o estructura componente de un sistema,

**Válvula de aire:** instrumento para eliminar el aire existente en las tuberías,

**Válvula de limpieza:** ubicada en los puntos más bajos de las conducciones para eliminar sedimentos,

**Vectores:** seres vivos que intervienen en la transmisión de enfermedades al llevarlas de un enfermo o de un reservorio a una persona sana,

**Ventana:** orificio por donde fluye el agua hacia la caja reunidora,

**Ventilación:** conducto destinado a eliminar los malos olores y controlar el ingreso de insectos que pudieran afectar el buen funcionamiento de la letrina. Puede ser circular o cuadrada,

**Vertedero:** dispositivo que permite medir el caudal de una fuente bajo ciertas condiciones,

**Zanja de coronación o contracuneta:** es un canal perimetral u que permite coleccionar las aguas superbicado en la parte superior de la captación, que permite coleccionar las aguas superficiales producto de las precipitaciones. Protege a la captación de contaminación por aguas superficiales,

**Zanja de infiltración:** excavación larga y angosta realizada en la tierra para acomodar las tuberías de distribución del agua residual sedimentada en el tanque o fosa séptica, y para su siguiente infiltración en el suelo permeable.

# CAPÍTULO 1

## OBJETIVOS



**CAPITULO I: OBJETIVOS****1. OBJETIVO GENERAL**

El objetivo principal de este manual es que sea una guía de consulta para todas aquellas personas o grupos y en particular aquellos entes que están comprometidos en la Administración, Operación y Mantenimiento de un sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento en el área rural.

**2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Que los operadores de estos sistemas conozcan las características mas importantes de los componentes de un sistema de agua, para poder operar y mantener las diversas obras que componen el proyecto de su comunidad,
- Orientar a los operadores en la solución de los problemas derivados de la operación y mantenimiento de los servicios de agua potable y saneamiento, y
- Facilitar a los encargados de operar los sistemas de abastecimiento de agua potable, procedimientos básicos que contribuyan a la sostenibilidad del proyecto, mejorar la prestación y la calidad del servicio, generando con ello, confianza en los beneficiarios.
- Que los operadores conozcan los riesgos que existen en la salud de los beneficiarios, principalmente la población infantil, menores de 5 años, al no cumplir con los requisitos establecidos en los procedimientos indicados para que el agua que consumen, sea de buena calidad.
- Que los miembros de los comités encargados de la administración, operación y mantenimiento de los proyectos de agua y saneamiento, conozcan las responsabilidades que tienen ante su comunidad y además, que son los actores principales para que haya un crecimiento económico, como consecuencia de la buena salud de sus habitantes.
- Que los miembros de los comités, conozcan las leyes que tienen que cumplir, como administradores de su proyecto.

# CAPÍTULO 2

## EDUCACIÓN SANITARIA



## CAPITULO II: EDUCACIÓN SANITARIA

1	AGUA – ALGUNAS IDEAS .....	3
1.1	EL AGUA EN NUESTRA COMUNIDAD .....	3
1.2	CALIDAD DEL AGUA .....	4
1.3	ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS (BIOLÓGICOS) .....	4
1.4	ASPECTOS FÍSICO Y QUÍMICOS .....	5
1.5	ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA .....	8
1.6	AGUA Y SALUD .....	9
1.7	CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....	10
1.7.1	ACTIVIDADES QUE ORIGINAN LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....	10
1.7.2	FORMAS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	10
1.7.3	TIPOS DE CONTAMINACIÓN .....	11
1.7.4	RIESGOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA PARA LA SALUD .....	12
1.7.5	RIESGOS RELACIONADOS CON EL AGUA DEBIDO A LA INGESTIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS .....	12
1.7.6	RIESGOS DERIVADOS DE AGENTES BIOLÓGICOS TRANSMITIDOS POR CONTACTO CON EL AGUA, SIN INGESTIÓN.....	14
1.8	PRINCIPALES ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA .....	14
1.9	RIESGO ESPECIAL PARA LOS NIÑOS DEBIDO AL AGUA CONTAMINADA .....	16
1.10	¿CÓMO SE CONTAMINA EL AGUA QUE SE CONSUME?.....	17
1.10.1	¿CUÁLES SON LAS CONSECUENCIAS? .....	17
1.11	CONSERVACIÓN DE LA FUENTE DE AGUA.....	19
2	SANEAMIENTO Y SALUD.....	20
2.1	ENFERMEDADES TRANSMISIBLES .....	20
2.2	ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES.....	21
2.3	TRANSMISIÓN DE LAS ENFERMEDADES .....	22
2.4	MEDIDAS PREVENTIVAS .....	22
3	EL SANEAMIENTO Y LA SALUD EN NUESTRA COMUNIDAD .....	22
3.1	LA RUTA DE LA CONTAMINACIÓN FECAL – ORAL .....	22
3.2	¿QUÉ HACER PARA EVITAR LAS ENFERMEDADES? .....	23
4	NORMAS DE CALIDAD DE AGUA.....	24
4.1	PARÁMETROS DE CALIDAD Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES.....	24
4.2	BACTERIAS Y MINERALES EN EL AGUA PARA BEBER.....	26
4.3	HIGIENE EN EL HOGAR Y EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	26
4.4	COMPORTAMIENTOS EN MATERIA DE HIGIENE .....	26
4.5	HIGIENE EN EL HOGAR.....	29

## CAPITULO II: EDUCACIÓN SANITARIA

### 1 AGUA – ALGUNAS IDEAS

#### 1.1 EL AGUA EN NUESTRA COMUNIDAD<sup>1</sup>

El agua juega un papel muy importante en nuestras actividades diarias 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 nuestra vida, no le concedemos la importancia que realmente tiene. Sin agua no hay vida. Por lo tanto, todos debemos tomar conciencia de lo importante que es utilizarla adecuadamente, cuidar su calidad, aprovecharla al máximo y procurar no contaminarla cuando pase por nuestra comunidad.

El agua de los ríos, lagos, quebradas, nacimientos o manantiales la usamos para beber, para el aseo personal, para lavar la ropa, para que beban los animales y para regar los cultivos, es por ello, que debemos de preocuparnos por cuidarla y usarla bien.



**Lavado ropa en fuente**

Fuente. Cortesía Mario López



**Animales bebiendo agua**

Fuente: [www.google.com.gt](http://www.google.com.gt) . (16/11/12; 7:09 pm)



**Agua para beber**

Fuente: ibíd. (16/11/12; 7:13 pm)



**Agua para riego**

Fuente: ibíd. (16/11/12; 7:28 pm)

<sup>1</sup> Fuente: OPS/CEPIS/05.142 UNATSABAR. *Guía para los gobiernos locales*. Pág. 9. Lima, 2005



Fuente: ibíd. (16/11/12; 7:13 pm)

## 1.2 CALIDAD DEL AGUA<sup>2</sup>

La calidad del agua debe evaluarse antes de construir el sistema de abastecimiento. El agua en la naturaleza contiene impurezas, que pueden ser de naturaleza físico, química y bacteriológica y varían de acuerdo al tipo de fuente. Cuando las impurezas presentes, arenas, microorganismos debido a las descargas de las aguas de los inodoros, pilas, etc., sobrepasan los límites recomendados, el agua deberá ser tratada antes de consumirse. Además de no contener elementos nocivos a la salud, el agua no debe presentar características que puedan ocasionar que la población rechace su uso.

Se define como agua potable aquella que cumple con los requerimientos establecidos en la norma COGUANOR NTG 29001 y que debe de cumplir los siguientes requisitos:

- Libre de microorganismos que causan enfermedades (bacterias, virus, parásitos, huevos),
- Libre de compuestos nocivos a la salud,
- Aceptable para consumo, con bajo contenido de color, gusto y olor aceptables, y
- Sin compuestos que causen corrosión o incrustaciones en las instalaciones del sistema.

## 1.3 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS (BIOLÓGICOS)<sup>3</sup>

El término biológico hace referencia a la presencia de organismos patógenos, como huevos, quistes, bacterias y virus, que se encuentran presentes en las heces 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 más pequeños, capaces de duplicarse por sí solos a expensas del medio que los rodea. 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, no se pueden ver a simple vista, aunque hay algunos que si se pueden ver y que pueden medir centímetros. Están

<sup>2</sup> Fuente: OPS/OMS. *Saneamiento rural y salud. Guía para acciones a nivel local.* Pág. 71. Guatemala, diciembre 2009

<sup>3</sup> Fuente: OPS/CEPIS/05.142 UNATSABAR. *Guía para los gobiernos locales.* Lima, 2005, Págs. 11-52

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, por ejemplo: la garrapata.

- c) **Virus.** Los virus son los agentes infecciosos más pequeños. Los virus son inertes en el ambiente extracelular; sólo se multiplican dentro de células vivientes y por tanto son parásitos a nivel genético. Los virus únicamente pueden verse a través de un microscopio. La calidad del agua se mide a través del análisis bacteriológico, que se realiza a través de un laboratorio.

**La Norma COGUANOR NGO 29001, aprobada por el Acuerdo Gubernativo 986-99, en el inciso 5.1.1, establece que el Número Más Probable en 100 ml de muestra para el grupo Coliforme Total debe ser menor que 2.0**

#### 1.4 ASPECTOS FÍSICO Y QUÍMICOS

- i. **Físicos.** Los aspectos físicos hacen referencia al olor, sabor, color y turbiedad.
- a) **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, para conseguir una desinfección efectiva.

**La Norma COGUANOR NGO 29001 (Decreto Gubernativo 986-99, en el numeral E2, inciso 5.4) indica que el valor mínimo debe ser 5 UTN y el valor máximo 15 UTN.**



Fuente: ibíd. (17/11/12; 11:03 am)



Fuente: ibíd. (17/11/12; 11:07 am)

- b) **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. **La Norma COGUANOR NGO 29001 (Decreto Gubernativo 986-99, en el numeral E2, inciso 5.4) indica que el valor mínimo debe ser 5 UPt-Co y el valor máximo 35 UPt-Co.**



Fuente: ibíd. (17/11/12; 11:35 am)



Fuente: ibíd. (17/11/12; 11:35 am)

- c) **Olor.** 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, y se debe intentar corregir los problemas de este tipo. **La Norma COGUANOR NGO 29001, indica que la característica sensorial sea no rechazable.**
- d) **Sabor.** 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, pueden ser indicio de cambios en la calidad de la fuente de agua natural o deficiencias en el proceso de tratamiento. **La Norma COGUANOR NGO 29001, indica que la característica sensorial sea no rechazable.**

- ii. **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.
- a) **Cloro residual.** El cloro ofrece varias ventajas como desinfectante, entre ellas ser relativamente económico, ser eficaz y ser fácilmente de medir en los laboratorios y sobre en el campo. 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. En la figura 2.1 se muestran equipos portátiles para medir el cloro residual en el agua de consumo.

**La Norma COGUANOR NGO 29001, indica que el valor mínimo debe ser 0.5 mg/L y el valor máximo 1.0 mg/L.**



Fuente: Cortesía Mario López



Fuente: [www.google.com.gt](http://www.google.com.gt) (17/11/12, 3:22 pm)

**Figura 2.1 Equipos para determinar cloro residual**

- b) **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. **La Norma COGUANOR NGO 29001, indica que el valor mínimo debe ser 100  $\mu\text{S/cm}$  y el valor máximo 750  $\mu\text{S/cm}$ .**
- c) **Potencial hidrógeno (Ph).** El pH es una medida de la concentración de iones  $\text{H}^+$  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. **La Norma COGUANOR NGO 29001, indica que el valor mínimo debe ser de 7.0 a 7.5 unidades pH y el valor máximo de 6.5 a 8.5 unidades pH.**

En el cuadro I. se muestran algunos valores de pH de algunas sustancias conocidas.

Cuadro I. 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

- d) **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.

### 1.5 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 prácticas inadecuadas de higiene, por falta de educación sanitaria, por beber agua de mala calidad y por la falta de cuidado que se le concede a este valioso recurso de la naturaleza.

Las enfermedades transmitidas por el agua son causadas por diferentes tipos de microbios (bacterias, virus, lombrices, etc.). Estas enfermedades se transmiten a los humanos y los animales, al tomar agua infectada o contaminada. Estos microbios patógenos generalmente se multiplican en los intestinos de los humanos y los animales, se excretan y permanecen en el ambiente.

En el ambiente, los microbios tienen diferentes tiempos de supervivencia, pero pueden transmitirse por medio de aguas superficiales a los alimentos, o tener contacto directo con humanos o animales

infectados, la falta de tratamiento de aguas de las pilas, aguas de los inodoros (aguas residuales) y desperdicios animales, lo cual ocasiona enfermedades como la ceguera, elefantiasis, tifoidea, y otras.



Fuente: [www.google.com.gt](http://www.google.com.gt). (16/11/12; 6:33 pm)

## 1.6 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 usos domésticos. En comunidades más desarrolladas, se requiere cantidades mayores para el desarrollo del comercio e industria, y un habitante puede necesitar 100 litros o más. En comunidades donde se practica la agricultura por riego, se necesitan de 400 a 500 litros de agua por habitante. Estas necesidades son difíciles de satisfacer, a medida que la contaminación reduzca la calidad de numerosas fuentes de agua.



Fuente: ibíd. (16/11/12,6:42 pm)

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 enfermedades y mortalidad en la mayoría de las comunidades. Los niños pueden contraer esas enfermedades al beber agua contaminada, pues los microorganismos que causan esas enfermedades son ingeridos con el agua.

Entre las principales causas de las diarreas están: la inadecuada disposición de excretas, la falta de prácticas higiénicas y beber agua de mala calidad o contaminada.

## 1.7 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El agua se considera contaminada, cuando se altera su composición o condición y resulta menos apta para el consumo humano. En esta definición están las alteraciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua.

### 1.7.1 ACTIVIDADES QUE ORIGINAN LA CONTAMINACIÓN DEL 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 fisicoquímica 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 fisicoquímicos para evaluar la calidad del agua.



Fuente: ibíd. (16/11/12,9:15 pm)

### 1.7.2 FORMAS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

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

También se debe a la falta de saneamiento y a los malos hábitos de las personas, el agua se contamina y se presentan problemas de salud como diarreas, cólera, hepatitis, disentería, parasitosis y otras enfermedades.

“La contaminación del agua se origina cuando se defeca al aire libre, cerca de la actividad de niños y adultos. También se contamina al depositar o tirar la basura donde las personas caminan. Los animales también contaminan el agua y las personas que lavan la ropa directamente en la fuente de agua”<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Fuente: ibíd. Pág. 37

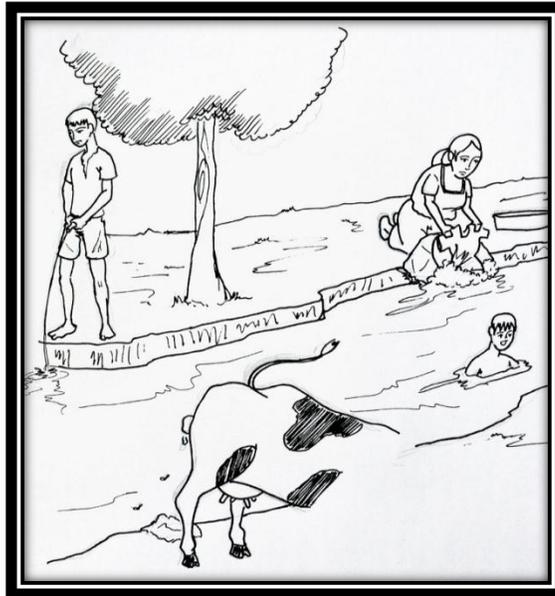


Figura I. Prácticas inadecuadas que contaminan el agua

**1.7.3 TIPOS DE CONTAMINACIÓN**

Las sustancias contaminantes presentes en las aguas residuales e industriales llegarían a varios miles. Entre éstas 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.



Fuente: ibíd. 17/11/12,5:08 pm

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.

#### 1.7.4 RIESGOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA PARA LA SALUD

El agua, como parte del ambiente humano, se encuentra en cuatro formas principales: depósitos subterráneos, corrientes superficiales de agua dulce (ríos y lagos), 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.

#### 1.7.5 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 o de inodoros, y las corrientes de agua de lluvia. 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 alberga todavía el organismo infeccioso sin experimentar ningún problema en su salud, 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.

- a) **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 enfermedad 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 nuestras comunidades.

El cólera puede transmitirse de una persona a otra. Sin embargo, el ambiente – especialmente el agua – constituye el medio más importante de propagación. La fiebre 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 (E Coli), *Campylobacter*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* spp y *Shigella* spp.

**b) Virus.** Ciertos virus que se multiplican en el aparato digestivo (incluida la oro-faringe) del ser humano, y que al defecar se encuentran en grandes cantidades, pueden encontrarse en las aguas negras y aguas contaminadas. Sin embargo, su presencia no indica necesariamente un riesgo importante para el ser humano. Los virus hallados con mayor frecuencia en aguas contaminadas y en descargas de alcantarillado son los enterovirus (virus poliomielíticos, virus coxsackie y virus echo), adenovirus, reovirus y el virus (todavía no identificado) de la hepatitis infecciosa (Chang, 1968). Las principales enfermedades de origen viral transmitidas por el agua son:

- Hepatitis A = virus de la hepatitis A,
- Poliomielitis = virus de la poliomeilitis,
- Gastroenteritis agudas y diarreas, virus Norwalk, rotavirus, enterovirus, adenovirus, etc.

**c) 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 extra intestinales 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 = Giardia lamblia y Crytosperidium (frecuentes en los hogares donde crían animales domésticos dentro de las viviendas).

### 1.7.6 RIESGOS DERIVADOS DE AGENTES BIOLÓGICOS TRANSMITIDOS POR CONTACTO CON EL AGUA, SIN INGESTIÓN

1. **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 domicilio y sus alrededores, donde hay reservorios o estanques 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 varias personas en un área pequeña.

En nuestras comunidades utilizamos el agua de los ríos, estanques, canales, etc. para diversos propósitos (lavado de ropa, descargas de aguas negras sin ningún tratamiento, usos domésticos). Por ello, estas aguas se contaminan considerablemente y constituyen un vehículo importante de transmisión de infecciones como el cólera, fiebre tifoidea y disenterías, además, de 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.

### 1.8 PRINCIPALES ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA

“Las enfermedades diarreicas son la segunda mayor causa de muerte de niños menores de cinco años, y ocasionan la muerte de 1,5 millones de niños cada año.

Cada año, se producen unos dos mil millones de casos de diarrea en todo el mundo. Las enfermedades diarreicas son una causa principal de mortalidad y morbilidad en la niñez en el mundo, y por lo general son consecuencia de la exposición a alimentos o agua contaminados (OMS)<sup>5</sup>

El cólera, la criptosporidiosis, la fiebre tifoidea y la fiebre entérica causada por la Esherichia coli son enfermedades que generalmente se diseminan a través del agua cuando están presentes en la población humana. El cuadro II. se presenta las enfermedades más comunes y su modo de transmisión y en el cuadro III. los metales encontrados comúnmente en el agua para consumo.

<sup>5</sup> Fuente: [www.who.int](http://www.who.int). (18/11/12; 9:57 am)

**Tabla II. Principales enfermedades transmitidas por el agua (ingestión)**

Nombre	Agente	Síntomas principales	Portador
Salmonellosis	Bacteria	Dolores abdominales, diarreas, náuseas, vómitos, fiebres	Animales domésticos, peronas 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.
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 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.

**Cuadro III. 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	<b>Exposición a largo plazo:</b> 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 <b>Exposición a corto plazo:</b> Puede causar efectos incluido daño al pulmón, náuseas, vómitos, diarrea, aumento en la presión arterial o en el ritmo cardíaco, erupciones en la piel e irritación de ojos.	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
Plomo	Infantes y niños: Retardo en el desarrollo físico o mental. Adultos: problemas renales, presión alta.	Corrosión de tuberías domiciliarias, erosión de depósitos naturales.
Zinc	Rechazo de los consumidores por su sabor.	Corrosión de tuberías domiciliarias.
Cobre	<b>Exposición a corto plazo:</b> malestar gastrointestinal. <b>Exposición a largo plazo:</b> daños al hígado o riñón.	Corrosión de tuberías domiciliarias, erosión de depósitos naturales, subproductos de minería.

## 1.9 RIESGO ESPECIAL PARA LOS NIÑOS DEBIDO AL AGUA CONTAMINADA

Las enfermedades diarreicas en general y particularmente las del intestino, 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 y la salud se pone en riesgo de gravedad, que puede llevar 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 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).

## 1.10 ¿CÓMO SE CONTAMINA EL AGUA QUE SE CONSUME?

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.



Fuente: ibíd. (18/11/12, 11:27 am)



Fuente: cortesía Mario López

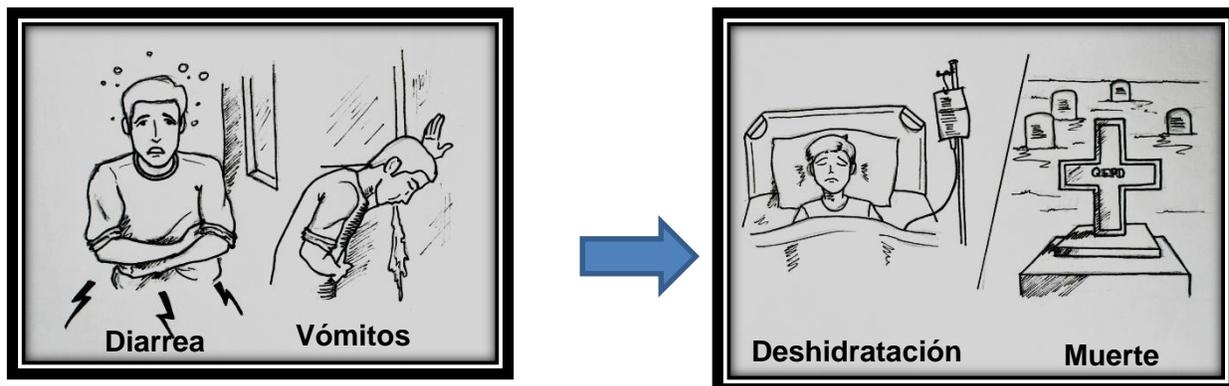


Fuente: ibíd. (18/11/12, 12:11 pm)

### 1.10.1 ¿CUÁLES SON LAS CONSECUENCIAS?

Existe una gran cantidad de enfermedades en las cuales el agua actúa como vehículo. Éstas se denominan enfermedades hídricas o de tipo fecal-oral.

Muchas de estas enfermedades causan diarreas agudas y deshidratación severa, y son la principal causa de enfermedad y mortalidad en muchas personas y niños. 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 son las manos sucias de quienes preparan y manejan los alimentos.



**Figura II. Enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada.**

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

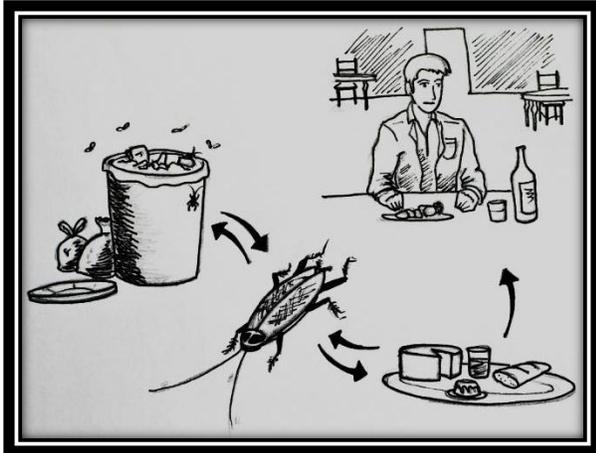
Hay dos clases de insectos. Uno de ellos son las moscas y cucarachas que llevan consigo heces y contaminan los alimentos y los utensilios no cubiertos.



Fuente: [www.google.com.gt](http://www.google.com.gt). (19/11/12; 8:48 am)



Fuente: ibíd. (19/11/12; 9:04 am)



Fuente: ibíd. (19/11/12; 8:52 am)

Hay otros insectos vectores que no se relacionan con el consumo de agua o su contacto, sino que emplean el agua para reproducirse. Estos últimos son los mosquitos, insectos que transmiten el paludismo, dengue, malaria, etc. y que proliferan en las aguas estancadas, las orillas de los lagos con vegetación y en los recipientes donde se almacena agua.



Fuente: ibid (19/11/12; 9:13 am)



Fuente: ibíd. (19/11/12; 9:16 am)

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 o recreación.

### 1.11 CONSERVACIÓN DE LA FUENTE DE AGUA

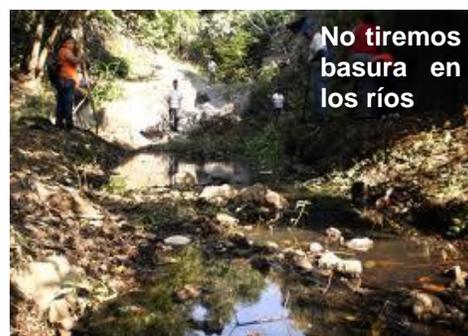
Por lo expuesto, es muy importante cuidar el agua. Esto quiere decir que se debe hacer buen uso de ella, es decir, no desperdiciarla y evitar su contaminación. En la figura 2.3 se indican algunas recomendaciones para conservar el agua.



Fuente: cortesía Mario López



Fuente: [www.google.com.gt](http://www.google.com.gt) (19/11/12; 9:55 am)



Fuente: ibíd. (19/11/12; 9:55 am)

**Figura III. Cuidados que se debe tener con el agua**

## 2 SANEAMIENTO Y SALUD

En este manual, el saneamiento se define como el medio para recoger y eliminar higiénicamente las excretas y las aguas residuales (aguas de pilas y de inodoros) de la población, de manera que no se ponga en peligro la salud de los habitantes 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 otros animales, 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 enfermedades relacionadas con las heces y las aguas residuales, que afectan a todos los habitantes de la comunidad, y éstas se subdividen en enfermedades transmisibles y no transmisibles.

### 2.1 ENFERMEDADES TRANSMISIBLES

Las principales enfermedades transmisibles, son las infecciones intestinales y las producidas por helmintos (gusanos), entre ellas el cólera, la fiebre tifoidea y paratifoidea, la disentería y la diarrea, la anquilostomiasis, la esquistosomiasis y la filariasis, dichas enfermedades pueden reducirse mediante la eliminación adecuada de las excretas, es decir, que no provoquen daños a la salud.

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 la tabla IV 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.

<b>Tabla IV. Presencia de ciertos agentes patógenos en la orina, las heces y las aguas domésticas (aguas grises)</b>				
Agente patógeno	Nombre vulgar de la infección	Presente en:		
		Orina	Heces	Aguas servidas
<b>Bacterias</b>				
<i>Escherichia coli</i>	Diarrea	✓	✓	✓
<i>Salmonella typhi</i>	Fiebre tifoidea	✓	✓	✓
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	✓	✓	✓
<b>Virus</b>				
<i>Poliovirus</i>	Poliomielitis		✓	✓
<i>Rotavirus</i>	Enteritis		✓	
<b>Protozoarios – amebas</b>				
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebiasis		✓	✓
<i>Giardia intestinalis</i>	Giardiasis		✓	✓
<b>Helmintos – huevos de parásitos</b>				
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariasis		✓	✓
<i>Fasciola hepática</i>	Distomiasis hepática		✓	
<i>Ancylostoma duodenale</i>	Anquilostomiasis		✓	✓
<i>Trichuris trichiura</i>	Tricocefalosis		✓	✓

## 2.2 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 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.

### 2.3 TRANSMISIÓN DE LAS ENFERMEDADES

Los propios seres humanos son los principales portadores o reservorios 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 2.4 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 2.4, 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.

### 2.4 MEDIDAS PREVENTIVAS

La prevención de infecciones de origen fecal es el objetivo más importante. Debemos eliminar las aguas negras y tratar las heces, sin que haya peligro de contaminarnos. Es indispensable cumplir los siguientes requisitos:

- 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 y nuestro entorno debe de ser agradable, limpio, higiénico, que no sea asqueroso, desagradable, inmundo, shuco.



Fuente: cortesía Mario López

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

## 3 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 comunidad de una manera higiénica, con el propósito de no poner en peligro la salud de las personas.

### 3.1 LA RUTA DE LA CONTAMINACIÓN FECAL – ORAL

La eliminación inadecuada de las heces 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 las excretas o heces es la que ocasiona peores consecuencias. En la figura IV se representa la ruta de la contaminación fecal – oral.

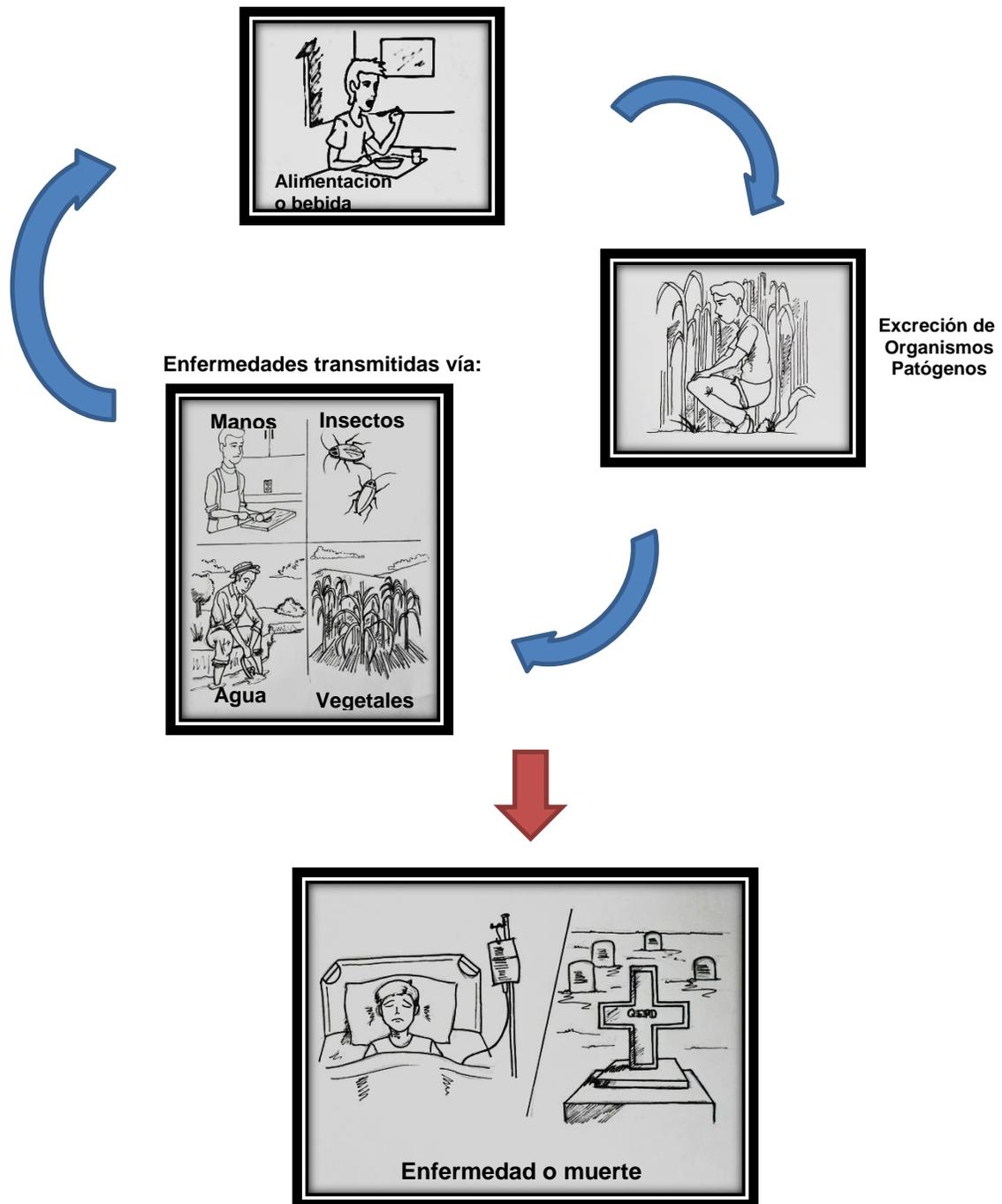


Figura IV. Ruta de la contaminación fecal - oral

### 3.2 ¿QUÉ HACER PARA EVITAR LAS ENFERMEDADES?

**Cuidar el medio ambiente.** El medio ambiente es todo aquello que nos rodea y que influye en la salud de todos. Está formado por el suelo, aire, agua, personas, animales y plantas. Cuando el medio ambiente está contaminado, se dice que hay necesidad de sanarlo para que la salud no corra el riesgo de debilitarse. De ahí viene el término Saneamiento Ambiental.



Fuente: <https://www.google.com.gt> 19/11/12; 5:26 pm



Fuente: ibíd. 19/11/12; 5:28 pm

## 4 NORMAS DE CALIDAD DE AGUA

### 4.1 PARÁMETROS DE CALIDAD Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

El agua potable es la que reúne los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos señalados en la Norma para la Calidad del Agua COGUANOR NTG 29001. Esta norma establece los valores de las características que definen la calidad del agua apta para consumo humano, 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 la Norma COGUANOR NGO 29001, es importante examinar, de manera regular, por ejemplo cada seis meses, 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* (E Coli), brinda una evidencia definitiva de contaminación fecal.

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) referenciales para el agua potable, fijados por la Norma COGUANOR NTG 29001 se indican en la tabla V.

<b>Tabla V. Requerimientos bacteriológicos, Físico y Químico establecidos en Norma COGUANOR NTG 29001<sup>a</sup></b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>LMP</b>
Agua para consumo directo Coliformes totales	NMP/100 mL	No detectables en 100 mL de agua
Agua tratada que entra al sistema de distribución Coliformes totales y E Coli	NMP/100 mL	No detectables en 100 mL de agua
Agua tratada en el sistema de distribución Coliformes totales y E Coli	UFC/mL	No detectables en 100 mL de agua
Color aparente	Unidades Pt-Co	35
Cloro residual libre	mg/L	0.50 - 1.0
Hierro total <sup>b</sup>	mg/L Fe	-----
Manganeso total	Mg/L Mn	0.40
Nitrato	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	50
Nitrito	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	3.00
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	250
Turbiedad	UNT	15
Cloruro	mg/L Cl	250
Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	500
Calcio	mg/L Ca	150
Magnesio	mg/L Mg	100
Conductividad	µS/cm	1500
pH	Unidades pH	6.5 - 8.5
Temperatura	C	34
Olor/Sabor	organoléptico	No rechazable
Arsénico	mg/L	0.01
Bario	mg/L	0.70
Boro	mg/L	0.30
Cadmio	mg/L	0.003
Cianuro	mg/L	0.07
Cromo	mg/L	0.05
Mercurio	mg/L	0.001
Plomo	mg/L	0.01
Selenio	mg/L	0.01
LMP = Límite máximo permisible		
a) NTG COGUANOR 29001, aprobada 2010-06-18. Ref ICS: 13.060.20		
b) No se incluye LMP porque OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA = 0.30 mg/L Fe		

#### 4.2 BACTERIAS Y MINERALES EN EL AGUA PARA BEBER

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



ANÁLISIS DE LABORATORIO



CONTROL DE CALIDAD  
BACTERIOLÓGICA



AGUA CLORADA = AGUA SEGURA

#### 4.3 HIGIENE EN EL HOGAR Y EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

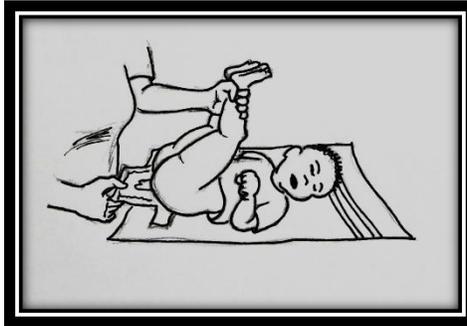
El principal riesgo para la salud asociado al almacenamiento doméstico de agua es la facilidad con que esta puede volver a contaminarse durante el transporte y el almacenamiento, en particular si los miembros de la familia o de la comunidad no siguen las prácticas de higiene correctas. Entre las medidas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

#### 4.4 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 heces. 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 no provocan daño, 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.



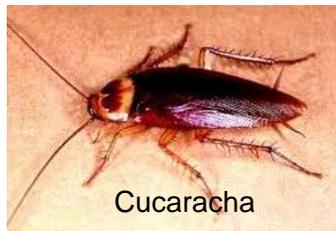
Son muchas las vías de transmisión de las enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento. Por consiguiente, la educación en materia de higiene puede abarcar una larga serie de actividades. Los comportamientos más importantes desde el punto de vista de la salud dependerán de la comunidad, la distribución de las enfermedades y el clima. En la tabla VI se muestran algunas recomendaciones que se debe considerar en materia de higiene.

**Tabla VI. Comportamientos recomendables para la educación en materia de higiene (OMS, 1998)**

Componente	Recomendación
<b>Fuente de agua</b>	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.
<b>Fuente de agua</b>	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.
<b>Tratamiento de agua</b>	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.
<b>Transporte de agua</b>	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 recipientes cubiertos.
<b>Almacenamiento de agua</b>	El agua debe almacenarse en recipientes cubiertos y hay que limpiarlos constantemente.
	Siempre que sea posible, el agua potable debe guardarse en un recipiente distinto de los destinados al agua para otros usos domésticos.
<b>El agua de beber</b>	El agua que se va a beber debe extraerse del recipiente de almacenamiento, de modo que no se contaminen manos, tazones ni otros objetos.
<b>Uso del agua</b>	Debe disponerse de agua en cantidad suficiente y utilizarla para la higiene personal y doméstica.
<b>Manipulación de los alimentos diarios</b>	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.
<b>Evacuación de las excretas</b>	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 recién-nacidos y niños pequeños.
<b>Evacuación de las aguas servidas</b>	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.

#### 4.5 HIGIENE EN EL HOGAR

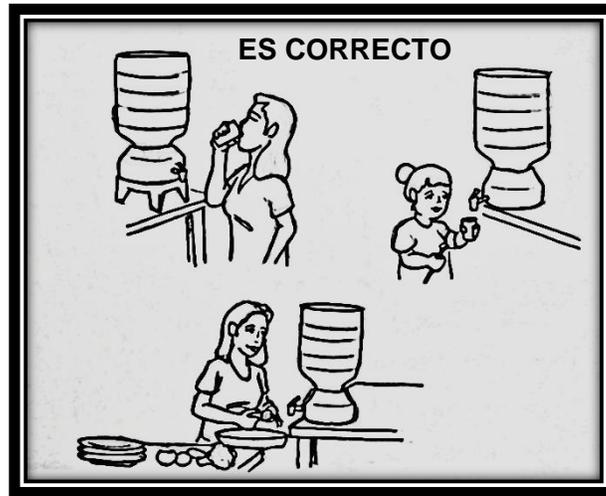
Debemos cuidar nuestra higiene personal y de la vivienda. Los microbios que provocan enfermedades se encuentran en los excrementos humanos y de los animales. Como se indicó anteriormente las moscas, cucarachas y roedores, son los insectos que transmiten enfermedades. Además, existen en la piel de los perros y gatos, parásitos como la pulga y la garrapata que transmiten enfermedades que pueden causar la muerte.



Debemos desinfectar (clorar) 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, y
- Lavar los utensilios de cocina, como los platos, vasos y cubiertos.





# CAPÍTULO 3

## ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO



## CAPITULO III: ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

1	MARCO LEGAL .....	33
1.1	ACUERDO GUBERNATIVO 293-82. REGLAMENTO PARA LA ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS RURALES DE AGUA POTABLE .....	33
1.2	DECRETO 11-2002. LEY DE LOS CONSEJOS DE DESARROLLO URBANO Y RURAL.....	33
1.3	DECRETO 12-2002. CÓDIGO MUNICIPAL.....	33
1.4	DECRETO 68-86. LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE .....	34
1.5	ACUERDO GUBERNATIVO 431-2007. REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	35
1.6	DECRETO NÚMERO 1126 DEL CONGRESO DE LA REPÚBLICA. LEY ORGÁNICA DEL TRIBUNAL Y CONTRALORÍA DE CUENTAS .....	35
1.7	DECRETO 31-2002. LEY ORGÁNICA DE LA CONTRALORÍA GENERAL DE CUENTAS.....	35
2	ARTÍCULOS RELACIONADOS CON AGUA Y SANEAMIENTO .....	36
2.1	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA .....	36
2.2	DECRETO 90-97. CÓDIGO DE SALUD .....	36
2.3	ACUERDO MINISTERIAL No. 2-2012 MODIFICACIONES Y DEROGATORIAS AL ACUERDO MINISTERIAL SP-M-278-2004, POR MEDIO DEL CUAL SE CREÓ EL PROGRAMA NACIONAL DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	39
2.4	ACUERDO GUBERNATIVO No. 113-2009. REGLAMENTO DE NORMAS SANITARIAS PARA LA ADMINISTRACIÓN, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO .....	40
2.5	ACUERDO MINISTERIAL No. 1148-09. MANUAL DE NORMAS SANITARIAS QUE ESTABLECEN LOS PROCESOS Y MÉTODOS DE PURIFICACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO .....	41
2.6	ACUERDO GUBERNATIVO 178-2009. REGLAMENTO PARA LA CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO.....	42
2.7	ACUERDO GUBERNATIVO 986-1999. APROBACIÓN DE LA NORMA GUATEMALTECA OBLIGATORIA DE ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE: COGUANOR NGO 29001.....	42
2.8	ACUERDO MINISTERIAL No. 572-2011. NORMAS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	42
2.9	ACUERDO MINISTERIAL No. 573-2011. NORMAS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES EN ZONAS RURALES DE GUATEMALA .....	42
3	ADMINISTRACIÓN.....	43

3.1	ADMINISTRACIÓN DE UN PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	43
4	ORGANIZACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN .....	44
5	FORMACIÓN DEL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (CAPS)	44
6	COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO –CAPS-.....	45
6.1	IMPORTANCIA DEL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO –CAPS-.....	46
6.2	FUNCIONES DE LA ASAMBLEA COMUNITARIA CON RESPECTO AL COMITÉ/COMISIÓN.....	46
6.3	FUNCIONES DEL COMITÉ/COMISIÓN.....	46
6.4	FUNCIONES DE LOS MIEMBROS DEL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO .....	49
6.5	ELABORACIÓN DEL POGRAMA ANUAL DE TRABAJO .....	51
6.6	COSTO DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	52
6.7	CÁLCULO DE TARIFA A PAGAR POR CADA BENEFICIARIO .....	55
6.8	RECIBOS Y LIBRO DE CAJA .....	57
6.9	INVENTARIO DE BIENES.....	58
6.10	CENSO DE BENEFICIARIOS .....	58
6.11	INSCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS .....	58
6.12	NOTIFICACIÓN DE INCUMPLIMIENTO.....	59
6.13	REGISTRO DE SUPERVISIÓN DEL SISTEMA Y DE USUARIOS.....	59
6.14	PROCEDIMIENTO PARA INSCRIBIR EL COMITÉ/COMISIÓN EN LA CONTRALORÍA GENERAL DE CUENTAS .....	60
6.15	AUTORIZACIÓN Y HABILITACIÓN DE LIBROS Y RECIBOS EN LA CONTRALORÍA GENERAL DE CUENTAS .....	61

## CAPITULO III: ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

## 1 MARCO LEGAL

1.1 ACUERDO GUBERNATIVO 293-82. REGLAMENTO PARA LA  
ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS  
RURALES DE AGUA POTABLE

## CAPITULO II

- **Artículo 4.** El Comité de Agua Potable es el representante de los vecinos, para la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable y estará formado por cinco vecinos honorables de la comunidad.
- **Artículo 5.** Todos los miembros del Comité será electos por la Comunidad en Asamblea General y desempeñaran sus cargos sin remuneración alguna.
- **Artículo 9.** Los miembros del Comité durarán en el ejercicio de sus funciones dos años, pudiendo ser confirmados para períodos adicionales y también removidos en cualquier momento cuando se compruebe que ha cometido actos ilícitos.

1.2 DECRETO 11-2002. LEY DE LOS CONSEJOS DE DESARROLLO URBANO Y  
RURAL

- **Artículo 14, Incisos:**
  - b) Promover, facilitar y apoyar la organización y participación efectiva de la comunidad y sus organizaciones, en la priorización de necesidades, problemas y sus soluciones, para el desarrollo integral de la comunidad.
  - c) Promover y velar por la coordinación tanto entre las autoridades comunitarias, las organizaciones y los miembros de la comunidad como entre las instituciones públicas y privadas.
  - i) Velar por el buen uso de los recursos técnicos, financieros y de otra índole, que obtenga por cuenta propia o que le asigne la Corporación Municipal, por recomendación del Consejo Municipal de Desarrollo, para le ejecución de los programas y proyectos de desarrollo de la comunidad.

## 1.3 DECRETO 12-2002. CÓDIGO MUNICIPAL

- **Artículo 3:** En ejercicio de la autonomía que la Constitución Política de la República garantiza al municipio, éste elige a sus autoridades y ejerce por medio de ellas, el gobierno y la administración de sus intereses, obtiene y dispone de sus recursos patrimoniales, atiende los servicios públicos locales, .....
- **Artículo 35. Son atribuciones del Consejo Municipal, Inciso:**
  - k) Autorizar el proceso de desconcentración del gobierno municipal, con el propósito de mejorar los servicios y...
- **Artículo 53. El Alcalde preside el Consejo Municipal y tiene las atribuciones específicas siguientes: Inciso:**

m) Promover y apoyar, conforme a este Código y demás leyes aplicables, la participación y trabajo de las asociaciones civiles y los comités de vecinos que operen en su municipio,....

• **Artículo 68 Competencias propias del Municipio. Inciso:**

a) **Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada,....**

k) **Desarrollo de viveros forestales municipales permanentes, con el objeto de reforestar las cuencas** de los ríos, lagos, reservas ecológicas y demás áreas de su circunscripción territorial para proteger la vida, salud, biodiversidad, recursos naturales, fuentes de agua y lucha con el calentamiento global,

• **Artículo 72. Servicios públicos municipales: El Municipio debe regular y prestar los servicios públicos municipales de su circunscripción territorial y, por lo tanto, tiene competencia para establecerlos, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlos,** en los términos indicados en los artículos anteriores, garantizando un funcionamiento eficaz, seguro y continuo y, en su caso la determinación y cobro de tasas y contribuciones equitativas y justas. Las tasas y contribuciones deberán ser fijadas atendiendo los costos de operación, mantenimiento y mejoramiento de calidad y cobertura de servicios.

• **Artículo 74. Concesión de servicios público municipal:** La Municipalidad tiene facultad para otorgar a personas individuales o jurídicas, la concesión de la prestación de servicios públicos municipales que operen en su circunscripción territorial,....

#### 1.4 DECRETO 68-86. LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE

• **Artículo 1.** El Estado, las Municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propician el desarrollo social económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, sustituirlo y el agua, deberán realizarse racionalmente.

• **Artículo 12. Incisos:**

a) La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención del deterioro y mal uso o destrucción de los mismos y la duración del medio ambiente en general,

b) Iniciativas que se encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente. El uso integral y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos.

• **Artículo 15.** El Gobierno velará por el mantenimiento de calidad del agua para el uso humano y otras actividades cuyo empleo sea indispensable, por lo que emitirá las disposiciones que sean necesarias y los reglamentos correspondientes para: Incisos:

b) **Ejercer control para que el aprovechamiento y uso de las aguas no cause deterioro ambiental,**

c) Revisar permanentemente los sistemas de disposición de aguas servidas o contaminadas para que cumplan con las normas de higiene y saneamiento ambiental y fijar los requisitos,

f) **Promover el uso integral y el manejo racional de cuencas hídricas, manantiales y fuentes de abastecimiento de aguas,**

- i) **Velar por la conservación de la flora, principalmente los bosques, para el mantenimiento y el equilibrio del sistema hídrico, promoviendo la inmediata reforestación de las cuencas lacustre de ríos y manantiales.**

#### 1.5 ACUERDO GUBERNATIVO 431-2007. REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

- **Artículo 37. Obligación de presentar Diagnóstico Ambiental.** El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con base en sus facultades contenidas en la ley, **podrán a través de sus Delegaciones y la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales –DIGARN-, exigir la presentación de Diagnósticos Ambiental a proyectos, obras, industrias o actividades ya existentes** que no cuenten con la aprobación respectiva por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

#### 1.6 DECRETO NÚMERO 1126 DEL CONGRESO DE LA REPÚBLICA. LEY ORGÁNICA DEL TRIBUNAL Y CONTRALORÍA DE CUENTAS

- **Artículo 2.** La Contraloría de cuentas es una Institución Técnica con absoluta independencia de funciones. Su función fiscalizadora se extiende a todas las personas que tengan a su cargo la custodia y manejo de fondos públicos u otros bienes del Estado, del Municipio, de la Universidad, de las instituciones estatales, autónomas, semiautónomas o descentralizadas, así como sobre las demás entidades o personas que reciban fondos del Estado **y las que hagan colectas públicas Quedan igualmente sometidos a la fiscalización de la Contraloría de Cuentas.....**
- **Artículo 15.** Toda persona que tenga a su cargo el manejo de fondos o valores del Estado o de las Instituciones sujetas a fiscalización, **esta obligada a rendir cuentas a la Contraloría** en la forma, lugar y tiempo que señale la ley o el reglamento respectivo.

#### 1.7 DECRETO 31-2002. LEY ORGÁNICA DE LA CONTRALORÍA GENERAL DE CUENTAS

- **Artículo 2. Ámbito de competencia.** Corresponde a la Contraloría General de Cuentas la **función fiscalizadora** en forma externa de los activos y pasivos, derechos, ingresos y egresos y, en general, todo interés hacendario de los Organismos del Estado, entidades autónomas y descentralizadas, las municipalidades y sus empresas, y demás instituciones que conforman el sector público no financiero; **de toda persona, entidad o institución que reciba fondos del Estado o haga colectas públicas;** de empresas.....
- **Artículo 38. Infracción.** Infracción es toda acción u omisión que implique violación de normas jurídicas o procedimientos establecidos de índole sustancial o formal, por parte de servidores públicos u otras personas individuales o jurídicas sujetas a verificación por parte de la Contraloría General de Cuentas sancionable por la misma, en la medida y alcances establecidos en la presente Ley u otras normas jurídicas, con independencia de las sanciones y responsabilidades penales, civiles o de cualquier otro orden que puedan imponerse o en que hubiere incurrido la persona responsable. **La Contraloría General de Cuentas se constituirá como querellante adhesivo en los procesos penales en los**

cuales se presume la comisión de delitos contra el Estado de Guatemala cometidos por servidores públicos y las demás personas a las que se refiere el artículo 2 de la presente ley.

- **Artículo 39. Sanciones.** La Contraloría General de Cuentas aplicará sanciones pecuniarias que se expresan en Quetzales a los funcionarios y empleados públicos y demás personas sujetas a su control, que incurran en alguna infracción de conformidad con el artículo 38 de la presente Ley, en otras disposiciones legales y reglamentarias de la siguiente manera: Inciso:

1. Incumplimiento en la rendición de cuentas. Q 2,000 Q 40,000

## 2 ARTÍCULOS RELACIONADOS CON AGUA Y SANEAMIENTO

### 2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA

- **Artículo 93. La salud, bien público.** La salud de los habitantes de la Nación es un bien público. Todas las personas e instituciones están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento.
- **Artículo 119. Obligaciones del Estado. Son obligaciones fundamentales del Estado. Inciso:**
  - j) Promover en forma sistemática la descentralización económica administrativa, para lograr un adecuado desarrollo regional del país,
  - d) Velar por la elevación del nivel de vida de todos los habitantes del país procurando el bienestar de la familia,
  - i) La defensa de consumidores y usuarios en cuanto a la preservación de la calidad de los productos de consumo interno y de exportación para garantizarles su salud, seguridad y legítimos intereses económicos
- **Artículo 155. Responsabilidad por infracción a la ley.** Cuando un dignatario, funcionario o trabajador del Estado, en el ejercicio de su cargo, infrinja la ley en perjuicio de particulares, el Estado o la institución estatal a quien sirva, será solidariamente responsable por los daños y perjuicios que se causaren.....

### 2.2 DECRETO 90-97. CÓDIGO DE SALUD

## SECCIÓN II AGUA POTABLE

- **Artículo 78. Acceso y Cobertura Universal.** El Estado a través del Ministerio de Salud en coordinación con el Instituto de Fomento Municipal y otras instituciones del sector impulsará una política prioritaria y de necesidad pública, que garantice el acceso y cobertura universal de la población a los servicios de agua potable con énfasis en la gestión de las propias comunidades para garantizar el manejo sostenible del recurso.
- **Artículo 79. Obligatoriedad de las Municipalidades.** Es obligación de las Municipalidades abastecer el agua potable a las comunidades situadas dentro de su jurisdicción territorial conforme lo establece el Código Municipal y las necesidades de la población en el contexto de las políticas de Estado en esta materia y consignadas en la presente ley.

- **Artículo 80. Protección de las fuentes de agua.** El Estado a través del Ministerio de Salud en coordinación con las instituciones del Sector, velarán por la protección, conservación, aprovechamiento y uso racional de las fuentes del agua potable, **las Municipalidades del país están obligadas como principales prestatarias del servicio de agua potable a proteger y conservar las fuentes de agua y apoyar y colaborar con las políticas del Sector, para el logro de la cobertura universal dentro su jurisdicción territorial, en términos de cantidad y calidad del servicio.**
- **Artículo 81. Declaración de utilidad pública.** El Estado a través del Ministerio de Salud, Instituciones del Sector y otras, garantizará que los ríos, lagos, lagunas, riachuelos, nacimientos y otras fuentes naturales de agua, puedan en base a dictamen técnico, declararse de utilidad e interés público, para el abastecimiento de agua potable en beneficio de las poblaciones urbanas y rurales de acuerdo con la ley específica, la servidumbre de acueducto se regulará en base al Código Civil y otras leyes de la materia.
- **Artículo 82. Fomento de la construcción de servicios.** El Ministerio de Salud en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada en congruencia con lo establecido en los artículos 78 y 79 de la presente ley fomentará la construcción de obras destinadas a la provisión y abastecimiento permanente de agua potable a las poblaciones urbanas y rurales.
- **Artículo 83. Dotación de agua en centros de trabajo.** Las empresas agroindustriales, o de cualquier otra índole garantizarán el acceso de los servicios de agua a sus trabajadores. que cumpla con requisitos para consumo humano.
- **Artículo 84. Tala de árboles.** Se prohíbe terminantemente la tala de árboles en las riberas de ríos, riachuelos, lagos, lagunas y fuentes de agua, hasta 25 metros de sus riberas. La transgresión a dicha disposición será sancionada de acuerdo a lo que establezca el presente Código.
- **Artículo 85. Organizaciones no gubernamentales/ONG's.** El Ministerio de Salud, las Municipalidades y la comunidad organizada, establecerán las prioridades que las organizaciones no gubernamentales deban atender para abastecer de servicios de agua potable.
- **Artículo 86. Normas.** El Ministerio de Salud establecerá las normas vinculadas a la administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable para consumo humano vigilando en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada la calidad del servicio y del agua de todos los abastos para uso humano. son estos públicos o privados.
- **Artículo 87. Purificación del agua.** Las Municipalidades y demás instituciones públicas o privadas encargadas del manejo y abastecimiento de agua potable, **tienen la obligación de purificarla, en base a los métodos que sean establecidos por el Ministerio de Salud.** El Ministerio deberá brindar asistencia técnica a las Municipalidades de una manera eficiente para su cumplimiento. La transgresión a esta disposición conllevará sanciones que quedarán establecidas en la presente ley, sin detrimento de las sanciones penales en que pudiera incurrirse.
- **Artículo 88. Certificado de Calidad.** Todo proyecto de abastecimiento de agua, previo a su puesta en ejecución, deberá contar con un certificado extendido de una manera ágil por el Ministerio de Salud en el cual se registre que es apta para

**consumo humano.** Si el certificado no es extendido en el tiempo establecido en el reglamento respectivo, el mismo se dará por extendido quedando la responsabilidad de cualquier darlo en el funcionario o empleado que no emitió opinión en el plazo estipulado.

- **Artículo 89. Conexión de servicios.** Los propietarios o poseedores de inmuebles y abastecimientos de agua ubicados en el radio urbano, dotado de redes centrales de agua potable, deberán conectar dichos servicios de acuerdo con los reglamentos municipales; corresponde a las municipalidades controlar el cumplimiento de esta disposición.
- **Artículo 90. Agua contaminada.** Queda prohibido utilizar agua contaminada, para el cultivo de vegetales alimentarios para el consumo humano en el reglamento respectivo. Quedarán establecidos los mecanismos de control.
- **Artículo 91. Suspensión del servicio.** En las poblaciones que cuentan con servicio de agua potable, queda prohibido suspender este servicio, salvo casos de fuerza mayor que determinarán las autoridades de salud, en coordinación con las municipalidades tales como morosidad o alteración dudosa por parte del usuario.

### SECCIÓN III DE LA ELIMINACIÓN Y DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES

- **Artículo 92. Dotación de servicios.** Las municipalidades, industrias, comercios, entidades agropecuarias, turísticas y otro tipo de establecimientos públicos y privados, deberán dotar o promover la instalación de sistemas adecuados para la eliminación sanitaria de excretas, el tratamiento de aguas residuales y aguas servidas, así como del mantenimiento de dichos sistemas conforme a la presente ley y los reglamentos respectivos.
- **Artículo 93. Acceso y cobertura.** El Ministerio de Salud de manera conjunta con las instituciones del Sector, las Municipalidades y la comunidad organizada promoverá la cobertura universal de la población a servicios para la disposición final de excretas, la conducción y tratamientos de aguas residuales y fomentará acciones de educación sanitaria para el correcto uso de las mismas.
- **Artículo 94. Normas sanitarias.** El Ministerio de Salud con otras instituciones del sector dentro de su ámbito de competencia, establecerán las normas sanitarias que regulan la construcción de obras para la eliminación y disposición de excretas y aguas residuales y establecerá de manera conjunta con las municipalidades, la autorización, supervisión y control de dichas obras.
- **Artículo 95. Disposición de excretas.** Queda prohibida la disposición sanitaria de excretas en lugares públicos, terrenos comunales y baldíos. La contravención a esta disposición será sancionada por la autoridad municipal respectiva, de conformidad con el Código Municipal, los reglamentos municipales y el presente Código.
- **Artículo 96. Construcción de obras de tratamiento.** Es responsabilidad de las Municipalidades o de los usuarios de las cuencas o subcuencas afectadas, la construcción de obras para el tratamiento de las aguas negras y servidas para evitar la contaminación de otras fuentes de aguas, ríos, lagos, nacimientos de agua. El Ministerio de Salud deberá brindar asistencia técnica en aspectos vinculados a la construcción, funcionamiento y mantenimiento de las mismas.

- **Artículo 99. Conexión.** En las poblaciones donde exista alcantarillado sanitario los propietarios de inmuebles están obligados a conectar sus instalaciones sanitarias al mismo salvo en los casos de excepción determinados por el reglamento correspondiente. En las poblaciones donde no hubiere alcantarillado sanitario se permitirá el uso de sistemas privados de disposición de excretas siempre que se cumpla con las normas establecidas por el Ministerio de Salud, a fin de no comprometer los mantos fríaticos, ni contaminar los cuerpos de agua.
- **Artículo 100. Sistemas privados.** La construcción de sistemas privados de disposición de excretas deberán ser diseñados y construidos acatando las disposiciones que sobre la materia establezca el Ministerio de Salud, a fin de no comprometer los mantos fríaticos, ni contaminar los cuerpos de agua.
- **Artículo 225. Infracciones con la prevención o protección de la salud. Comete infracción contra la prevención o protección de la salud,** quien contravenga las disposiciones preceptivas o prohibitivas establecidas en este Código, sus reglamentos, demás leyes que prevengan o protejan la salud, normas y disposiciones aplicables. Quien cometa alguna de estas infracciones será sancionado con la multa correspondiente de conformidad a los valores indicados en el artículo 219 literal b) del presente Código.

### 2.3 ACUERDO MINISTERIAL No. 2-2012 MODIFICACIONES Y DEROGATORIAS AL ACUERDO MINISTERIAL SP-M-278-2004, POR MEDIO DEL CUAL SE CREÓ EL PROGRAMA NACIONAL DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

- **Artículo 1.** Se modifica el artículo 1 del Acuerdo Ministerial No. SP-M-278-2004, el cual queda así: **Artículo 1. Creación.** Se crea el Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano, en adelante denominado PROVIAGUA, y cuyo ámbito de aplicación es nacional.
- **Artículo 2.** Se modifica el artículo 2 del Acuerdo Ministerial No. SP-M-278-2004, el cual queda así: **Artículo 2. Objetivo General.** El objetivo general del PROVIAGUA es establecer y ejecutar los mecanismos técnicos más apropiados para desarrollar la vigilancia sanitaria de la calidad del agua abastecida a la población, por medio de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, ya sean públicos o privados; de manera que ésta provea la información necesaria para garantizar que el agua sea abastecida en calidad de potable de forma continua.
- **Artículo 3.** Se modifica el artículo 3 del Acuerdo Ministerial No. SP-M-278-2004, el cual queda así: **Artículo 3. Objetivos Específicos.** Los objetivos específicos que debe cumplirse por medio del PROVIAGUA, son los siguientes:
  - a) Crear y actualizar continuamente un inventario de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano a nivel nacional.
  - b) **Ejecutar la vigilancia sanitaria periódica de la calidad del agua** y del servicio que se suministre a la población por medio de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, con énfasis en la obtención de información relevante para la prevención y control de las enfermedades transmitidas a través del agua.

## 2.4 ACUERDO GUBERNATIVO No. 113-2009. REGLAMENTO DE NORMAS SANITARIAS PARA LA ADMINISTRACIÓN, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

- **Artículo 1. Objeto.** El presente reglamento tiene como objeto el establecimiento de las normas sanitarias para los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano, relativos a su administración, construcción, operación y mantenimiento.
- **Artículo 2. Competencia.** Compete hacer cumplir el presente reglamento al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- **Artículo 3. Sujetos de cumplimiento.** Están en la obligación de cumplir con lo establecido en el presente reglamento los prestadores del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano existentes en el territorio nacional.
- **Artículo 12. Vigilancia.** La vigilancia sanitaria de los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano debe efectuarse a través del “Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, creado por medio del Acuerdo Ministerial número SP-M-278-2004, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- **Artículo 14. Control.** El control sanitario de los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano **corresponde a los prestadores de los servicios.** Este control puede efectuarse a través de los instrumentos que los prestadores consideren más adecuados para asegurar que el servicio cumpla con las normas sanitarias establecidas en el presente reglamento. No obstante, deben contar obligatoriamente con un mínimo de tres puntos de control de la calidad del agua abastecida, que sean representativos de la red de distribución.
- **Artículo 15. Norma para la Calidad del Agua.** Para la vigilancia y control de la calidad del agua debe acatarse lo contenido en la Norma Guatemalteca Obligatoria de Especificaciones COGUANOR NGO 29001, 1ª. Revisión; “Agua Potable, Especificaciones”, en cuanto a:
  - a) Límites máximo aceptables y permisibles para las características físicas, químicas y microbiológicas del agua,
  - b) Frecuencia mínima para el muestreo, en los niveles de análisis E1 y E2, y
  - c) Métodos para el muestreo y análisis.
- **Artículo 22. Certificado de la Calidad del Agua Abastecida.** Los prestadores del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano pueden solicitar al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social la emisión de un certificado de la calidad del agua abastecida, a través de la Dirección de Área de Salud a que corresponda, de acuerdo con la ubicación geográfica del servicio. El certificado, con validez de seis meses, se otorgará si la calidad del agua abastecida por el servicio de abastecimiento ha sido satisfactorio durante los seis meses previos; de acuerdo con los resultados de la vigilancia sanitaria acompañada de los documentos que la autoridad local establezca para el efecto.
- **Artículo 23. Infracciones.** Los prestadores de servicios de abastecimiento de agua para consumo humano que contravengan las disposiciones preceptivas y prohibitivas establecidas en los artículos, 5, 8, 14, 17, 18 y 21 del presente reglamento **cometen infracción** contra la prevención o protección de la salud y, por lo tanto, son sujetos de

sanción conforme a lo establecido en el artículo 225 del Código de Salud, Decreto número 90-97 del Congreso de la República.

## 2.5 ACUERDO MINISTERIAL No. 1148-09. MANUAL DE NORMAS SANITARIAS QUE ESTABLECEN LOS PROCESOS Y MÉTODOS DE PURIFICACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

- **Artículo 1. Objeto.** El presente Acuerdo tiene como objeto, crear el manual que desarrollará los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano necesarios para que ésta sea suministrada, en sistemas de abastecimiento, en calidad de potable.
- **Artículo 2. Cumplimiento.** Conforme lo establecido en el Artículo 87 del Código de Salud, Decreto número 90-97 del Congreso de la República; son sujetos del cumplimiento de las disposiciones del presente acuerdo, las municipalidades y demás instituciones públicas o privadas encargadas del manejo y abastecimiento de agua para consumo humano.
- **Artículo 17. Proceso de desinfección.** El proceso de desinfección es obligatorio para cualquier sistema de abastecimiento de agua para consumo humano. Se establecen como métodos para el proceso de desinfección los siguientes:
  - a) Aplicación de cloro o sus derivados;
  - b) Aplicación de ozono; y
  - c) Aplicación de radiación ultravioleta.
- **Artículo 18. Aplicación de cloro o sus derivados.** La desinfección por el método de aplicación de cloro o sus derivados se debe aplicar, sin excepción alguna, en todos los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano. Previo a su aplicación se debe verificar que el agua tenga un valor de potencial de hidrógeno entre 6.5 a 8.5 unidades, así como un valor de turbiedad menor que 15 UNT. La cantidad de cloro o sus derivados que se adicione al agua debe ser tal que se produzca una concentración residual de cloro libre no menor de 0.5 miligramos por litro de agua; en el punto más alejado de la red de distribución, respecto del punto de aplicación del cloro. En el caso de distribución por medio del uso de camiones cisterna, la concentración residual de cloro libre no debe ser menor de 0.5 miligramos por cada litro de agua, para todas la unidades.

Para determinar la cantidad de cloro o sus derivados que debe adicionarse al flujo de agua que se desea desinfectar, debe realizarse previamente una prueba de demanda total de cloro, así como mantener un monitoreo constante de la concentración de cloro residual en el agua; esto, a efecto de asegurar que el agua sea abastecida en calidad de potable.

Los productos utilizados para la aplicación de este método deben contar con inscripción obligatoria en el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- **Artículo 19. Aplicación de ozono.** El método de aplicación de ozono se debe utilizar como una opción complementaria para la desinfección de agua para consumo humano; pero nunca como sustituto del método de aplicación de cloro o sus derivados,.....
- **Artículo 20. Aplicación de radiación ultravioleta.** El método de radiación ultravioleta se debe utilizar como una opción complementaria para la destrucción de patógenos presentes en el agua para consumo humano; pero nunca como sustituto del método de aplicación de cloro o sus derivados, .....

## 2.6 ACUERDO GUBERNATIVO 178-2009. REGLAMENTO PARA LA CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO.

- **Artículo 1. Objeto.** El presente reglamento tiene como objeto establecer los criterios técnicos y administrativos aplicables al proceso de certificación de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento.
- **Artículo 2. Competencia.** Compete velar por el cumplimiento del presente reglamento al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, a través de las Direcciones de Área de Salud.
- **Artículo 4. Solicitud.** Toda persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de un proyecto de abastecimiento de agua para consumo humano, debe solicitar y obtener el certificado de la calidad del agua para consumo humano en ese proyecto, previo a ponerlo en ejecución. La solicitud.....
- **Artículo 7. Criterios para la Extensión del Certificado.** La Dirección de Área de Salud extenderá el Certificado de Calidad del Agua para consumo humano para un proyecto de abastecimiento, sólo cuando se cumplan los criterios siguientes:
  - a) Los procesos y métodos previstos para el tratamiento y la desinfección del agua a ser utilizados están en concordancia con lo establecido por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social,
  - b) Las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes evaluadas, deben ser sanitariamente aptas para ser objeto de los procesos y métodos de tratamiento y desinfección propuestos para el proyecto de abastecimiento, de manera que se pueda satisfacer las normas y especificaciones de potabilidad vigentes, y
  - c) Las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes evaluadas no deben mostrar variaciones significativas a través del tiempo, y no debe existir evidencia de exposición a fuentes de contaminación.

## 2.7 ACUERDO GUBERNATIVO 986-1999. APROBACIÓN DE LA NORMA GUATEMALTECA OBLIGATORIA DE ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE: COGUANOR NGO 29001.

## 2.8 ACUERDO MINISTERIAL No. 572-2011. NORMAS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

## 2.9 ACUERDO MINISTERIAL No. 573-2011. NORMAS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES EN ZONAS RURALES DE GUATEMALA

### 3 ADMINISTRACIÓN

#### 3.1 ADMINISTRACIÓN DE UN PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Administrar un proyecto de agua potable y saneamiento, es el conjunto de actividades de trabajo o tareas que se deben realizar, para lograr que el sistema de agua potable y saneamiento funcione adecuadamente en calidad, cantidad, continuidad y sostenibilidad. El proyecto deberá generar los recursos necesarios para poder operarlo y mantenerlo, en el tiempo para el cual fue diseñado. Para lograrlo, es indispensable que dentro de las actividades exista:

- a. Planificación
- b. Organización,
- c. Dirección, y
- d. Control y el buen uso de los recursos disponibles (financieros, humanos, materiales).

#### PLANIFICACIÓN<sup>1</sup>

La planificación es ordenar las actividades que se van a realizar, para alcanzar la meta que se ha fijado. O bien hacernos las siguientes preguntas:

- a) ¿Qué queremos lograr con el proyecto de agua?,
- b) ¿Para qué sirve el proyecto de agua?,
- c) ¿Cuánto es el costo para la operación y mantenimiento del proyecto de agua?, y
- d) ¿Cuándo estaríamos realizando las actividades de operación y mantenimiento del proyecto de agua?

#### ORGANIZACIÓN

Es unificar todas nuestras ideas y esfuerzos para mejorar. Se considera como la distribución del trabajo, las funciones y las responsabilidades entre las personas que forman el Comité/Comisión.

#### QUÉ ES DIRECCIÓN

Es guiar nuestros esfuerzos para no perder de vista nuestra meta.

#### QUÉ ES CONTROL

Es llevar un registro exacto de las entradas y salidas de dinero.

Para lograr el buen funcionamiento de nuestro sistema de agua potable y saneamiento, en cuanto a la calidad, cantidad, continuidad y sostenibilidad, es importantísimo cumplir con los cuatro elementos de la Administración indicados anteriormente, también, es necesario

<sup>1</sup> Fuente: Kfw PROFADEC-JICA INFOM-UNEPAR. *Manual de Administración, operación y mantenimiento del sistema de agua superficial*. Julio 2012. Págs. 82 – 83

implementar la Tarifa o mejorar la existente, crear el Reglamento Interno y llevar los Registros Contables que sean necesarios.

#### 4 ORGANIZACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN

Para que la comunidad tenga éxito en la Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de agua potable y saneamiento, es necesario organizarse y participar en la conformación de un Comité/Comisión que se haga responsable del buen funcionamiento del sistema y cumpla con las normas de calidad para abastecer a los beneficiarios con agua potable, para ello es indispensable que todos los beneficiarios del proyecto participen en la elección de este Comité/Comisión, a través de la Asamblea Comunitaria, proponiendo a hombres y mujeres honorables, responsables, capaces, honrados y comprometidos a rendir cuentas.

La Asamblea Comunitaria, es el órgano de mayor jerarquía de los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE) y entre sus funciones está la de promover, facilitar y apoyar la organización y participación efectiva de la comunidad y sus organizaciones, en la priorización de necesidades, problemas y sus soluciones, para el desarrollo integral de la comunidad.

En el documento “Saneamiento Rural y salud Guía para acciones a nivel local”<sup>2</sup>, se indica que hay tres modelos para la Administración de los sistemas de agua y saneamiento en el ámbito rural, por lo que se considera que el más adecuado es el Comité/Comisión. Además, considerando lo establecido en el Acuerdo Gubernativo 293-82, ahí se recomienda que se forme un Comité de Agua Potable y Saneamiento para aquellas Comunidades donde no exista. Este Comité/Comisión pasará a conformar el Órgano de Coordinación del COCODE, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 11-2002.

#### 5 FORMACIÓN DEL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (CAPS)

El Acuerdo Gubernativo 293-82 y el Decreto 11-2002, reconocen el derecho para conformar el Comité/Comisión y pasar a ser parte del Órgano de Coordinación del COCODE, es decir, el Comité/Comisión será parte del COCODE.

La Asamblea Comunitaria determinará si los integrantes del Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento, lo formarán miembros del COCODE o serán propuestos y elegidos dentro de los participantes en la Asamblea. Se levantará el Acta respectiva para su inscripción en la Municipalidad y Contraloría General de Cuentas.

Elegidos los miembros del Comité/Comisión, se procederá a la inscripción del mismo en el Registro de Personas Jurídicas de la Municipalidad, quien extenderá la Certificación respectiva. Con la certificación se procederá a inscribirse en la Contraloría General de Cuentas, quien

<sup>2</sup> Fuente: Castro, Rosario y Pérez, Rubén. OPS/OMS *Saneamiento rural y salud. Guía para acciones a nivel local*. Guatemala, diciembre 2009. 222p

extenderá una Resolución de Inscripción. Extendida la Resolución de Inscripción se procederá a solicitar en el Departamento de Formas y Talonarios, de la Contraloría, la autorización de los libros y recibos respectivos.

## 6 COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO –CAPS-<sup>3</sup>

El Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento –CAPS- será el responsable de Administrar, Operar y Mantener el servicio de agua potable y saneamiento y tendrá la representación de la comunidad. Tiene como finalidad, asegurar la calidad del servicio y realizar una buena gestión y administración del proyecto de agua. Sus miembros son elegidos por la Asamblea Comunitaria por un período de dos años y son responsables de manera conjunta de las decisiones que se toman.

“El Comité/Comisión deberá estar formado por los siguientes integrantes:

- i. **Presidente(a):** es el (la) responsable directo(a), invita a reuniones y las dirige, organiza a la comunidad en todas las actividades y vela por el buen manejo de los recursos.
- ii. **Secretario(a):** es el (la) encargado(a) de levantar las actas y todo lo relacionado a papelería, responde la correspondencia y lleva el control de los jornales.
- iii. **Tesorero(a):** es el(la) encargado(a) de llevar las finanzas, cobra a los usuarios, extiende recibos, paga por trabajos y lleva el control de ingresos y egresos del Comité/Comisión en el libro de caja. Responderá del buen uso de los recursos ante las autoridades cuando así lo requieran.
- iv. **Vocales:** su función principal es apoyar al Comité/Comisión en todo y sustituir temporalmente a los miembros del mismo, cuando están ausentes.
- v. **Fontanero(a):** se encargará de la parte operativa y del mantenimiento del servicio.”<sup>4</sup>

Los requisitos para ser elegidos miembros del Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento son:

Ser beneficiario o cónyuge del beneficiario,

- Ser mayor de 18 años,
- Residir en la comunidad,
- Ser responsable y honrado,
- No haber sido sentenciado por delitos fraudulentos,
- Estar al día en el pago del servicio, y
- Tener voluntad de servicio.

En el Comité/Comisión deben de participar hombres y mujeres y reunirse por lo menos una vez al mes para tratar los asuntos relacionados con la administración del servicio de agua potable y saneamiento.

<sup>3</sup> Fuente: OPS/CEPIS/05.142 UNATSABAR. *Guía para Gobiernos Locales*. Lima, 2005. Págs. 179 - 201

<sup>4</sup> Fuente: Kfw PROFADEC-JICA INFOM-UNEPAR. *Manual de Administración, operación y mantenimiento del sistema de agua superficial*. Julio 2012

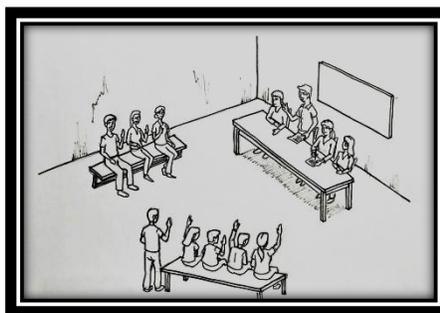
### 6.1 IMPORTANCIA DEL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO -CAPS-

El Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento, es importante porque cuando está bien organizado, se administra, operan y mantienen eficientemente el servicio de agua potable y saneamiento, y así se contribuye a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

### 6.2 FUNCIONES DE LA ASAMBLEA COMUNITARIA CON RESPECTO AL COMITÉ/COMISIÓN

La Asamblea Comunitaria es el órgano de máxima jerarquía de la comunidad y la conforman todos los beneficiarios del proyecto. Sus funciones, con respecto al Comité/Comisión, son:

- Aprobar el Reglamento Interno del proyecto de agua y sus modificaciones,
- Aprobar el Programa de trabajo, el presupuesto anual y la Tarifa,
- Aprobar el informe anual del Comité/Comisión,
- Supervisar y evaluar las actividades realizadas por el Comité/Comisión,
- Resolver y sancionar casos de denuncias a miembros del Comité/Comisión y beneficiarios,
- Confirmar o revocar las sanciones impuestas por el Comité/Comisión,
- Elegir a los miembros del Comité/Comisión, y
- Otras funciones que por su naturaleza le corresponde como máxima autoridad del Comité/Comisión.



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

### 6.3 FUNCIONES DEL COMITÉ/COMISIÓN

- Administrar el servicio de agua potable y saneamiento.** Es la función más importante del Comité/Comisión para garantizar un buen servicio de agua potable y saneamiento básico. Para ello, sus miembros planifican, ejecutan, supervisan y evalúan las actividades acordadas en el programa de trabajo anual.
- Elaborar el programa de trabajo anual, el presupuesto y el cálculo del pago de la tarifa.** El Comité/Comisión tiene la función de elaborar el programa de trabajo anual, el presupuesto y la propuesta del pago de la tarifa a pagar, y presentarlos a la Asamblea para su aprobación,

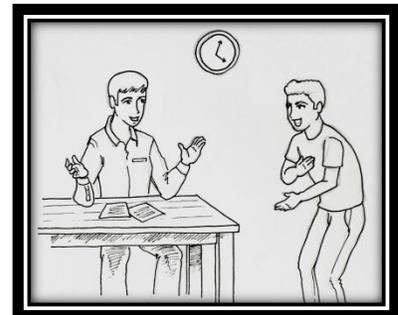
**c) Aprobación de solicitudes de servicio de agua.** El Comité/Comisión busca que todas las familias se beneficien de los servicios de agua potable y saneamiento y evaluará si reúnen las condiciones para proporcionarles el servicio,



**d) Aplicar sanciones a los beneficiarios.** El Comité/Comisión promueve el cumplimiento del Reglamento en lo referente a obligaciones y derechos. El Comité/Comisión puede aplicar sanciones y suspender temporalmente el servicio de agua potable en los siguientes casos:

- Estar atrasado en el pago de más de dos cuotas,
- Suministrar o vender el agua potable sin autorización,
- Manipular las llaves del proyecto o conexión,
- Hacer conexiones o derivaciones de la tubería de una vivienda a otra,
- Rehabilitar un servicio cerrado sin autorización del Comité/Comisión,
- Cometer cualquier acto doloso que de alguna manera, obstruya, interrumpa o destruya tuberías, instalaciones interior o exterior de las obras del servicio,
- Hacer mal uso del agua potable que signifique el desperdicio del mismo,
- Utilizar el agua potable para usos distintos al doméstico o al autorizado, y
- Tener en mal estado la letrina

**e) Contratación de personal para el mantenimiento.** Si el fontanero no puede ejecutar directamente las actividades de operación y mantenimiento del servicio, El Comité/Comisión podrá contratar al personal necesario, siempre deberá tener en cuenta la capacidad de pago al momento de tomar la decisión de contratar los servicios y deberá ser aprobado por la Asamblea General,



**f) Supervisión de las obras y mejoramiento del servicio.** Supervisar las obras de ampliación y/o mejoramiento del servicio, para ello deberán contar con un cuaderno de supervisión, donde se registrará el resultado de las actividades,

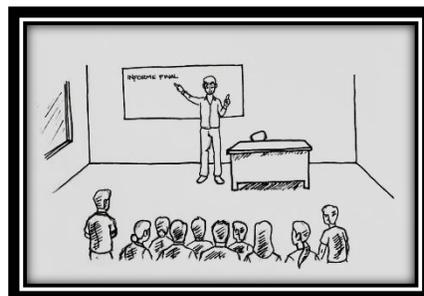
**g) Supervisión de las conexiones domiciliarias.** Supervisar las instalaciones de las conexiones domiciliarias de agua y saneamiento, actividad que permite relacionarse con los usuarios del sistema y verificar el uso adecuado del servicio, la letrina. Es la oportunidad para sensibilizar al beneficiario y su familia sobre sus derechos, obligaciones y prohibiciones,



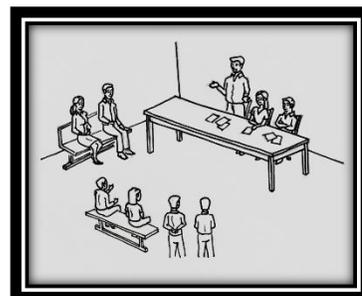
**h) Coordinación a través del COCODE con otras Instituciones.** El Comité/Comisión puede coordinar y solicitar apoyo a diversas instituciones tales como:

- **Centros de Salud.** Se puede solicitar apoyo en asesoría para desinfección del sistema de agua potable y conservación de los servicios de saneamiento, para la prevención de enfermedades en la comunidad, además, solicitar apoyo en capacitación para el buen funcionamiento de los servicios,
- **Municipalidad.** La Municipalidad tiene el deber de apoyar al Comité para la conservación, mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y saneamiento. Solicitar apoyo en la verificación de la calidad del agua suministrada, a través del laboratorio de INFOM-UNEPAR o Centro de Salud,
- **Organismos no Gubernamentales ONGs.** Es importante establecer convenios de cooperación con las ONGs existentes en la zona para fines de asesoría, capacitación y eventual apoyo para el mejoramiento de los servicios.

i) **Elaboración del informe anual.** El Comité/Comisión tiene el deber de informar a los beneficiarios sobre las actividades, el estado de las cuentas, los logros y las dificultades en la Gestión del proyecto de agua potable y saneamiento. La Asamblea General es el espacio indicado para informar,



j) **Rendición de Cuentas.** Es importante que el libro de caja (donde se registran los ingresos y gastos de dinero) se mantengan actualizados permanentemente y que se elabore un informe mensual e informar a la Asamblea General, ello generará confianza en los usuarios y los motivará a estar al día en sus pagos. El informe económico mensual y anual lo elabora el Tesorero, lo revisa el Presidente y luego es presentado y aprobado por la Asamblea General,



k) **Organizar campañas de reforestación, limpieza comunal y otras funciones.** El Comité/Comisión promoverá el cuidado de la fuente que abastece a la comunidad y en general del medio ambiente; es importante que toda la comunidad participe en campañas de reforestación de la microcuenca o cuenca para garantizar el suministro de agua; en la limpieza comunal para proteger las obras y evitar la contaminación. Asimismo, la comunidad realizará otras funciones que le asigne la Asamblea General,

l) **Controlar la situación financiera del proyecto.** El Comité/Comisión buscará proteger y asegurar el uso adecuado de los recursos económicos y de los materiales en el funcionamiento y operación de los servicios de agua potable y saneamiento. Para cumplir con esta función, es importante cumplir los procedimientos que se presentan a continuación:

- **Control de pagos y el libro de caja.** Es muy importante para el manejo ordenado del dinero. El control de los pagos es una actividad indispensable a fin de garantizar

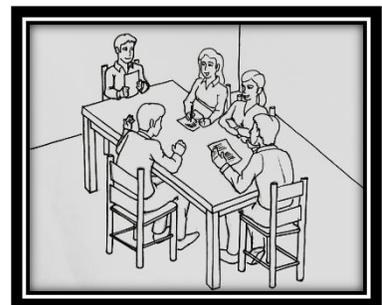
que se cuente con el dinero necesario para el cumplimiento del programa de trabajo y para asegurar la adecuada operación y mantenimiento del sistema. A continuación se presenta tres herramientas que permiten llevar un buen control de pagos:

- Talonario de recibos, autorizados por la Contraloría General de Cuentas (CGC)
  - Cuaderno o tarjetas de control de pagos, y
  - Libro de caja diario del movimiento de entradas y salidas, autorizado por la CGC y es responsabilidad del Tesorero
- **Elaboración de Inventario de bienes.** Para resguardar los bienes, equipos y materiales del Comité/Comisión, se sugiere que se haga un inventario, el cual tiene como finalidad registrar todos los bienes (equipos y materiales) que son propiedad del Comité/Comisión, que pueden ser comprados o donados por los beneficiarios o por alguna institución.
- m) **Desarrollar viveros forestales permanentes.** El Comité/Comisión creará viveros forestales con el objeto de reforestar las zonas arriba de la fuente (zonas de recarga hídrica) y zonas aledañas, y así garantizar el suministro de agua a la comunidad, para ello podrá solicitar el apoyo de la Municipalidad
- n) **Determinar zonas de recarga hídrica.** La zona de recarga hídrica es la zona que se encuentra en la parte alta del o los nacimientos y es donde la lluvia se filtra en el suelo que alimenta los manantiales o nacimientos. A medida que esta zona alta esta más boscosa habrá mayor cantidad de agua, por lo que es indispensable que el Comité/Comisión se asegure de mantener estas zonas boscosas o reforestarlas, convenciendo a los dueños de dichas zonas que manteniendo los bosques pueden aplicar al programa de incentivos forestales (PINFOR). Esta actividad deberá hacerse en coordinación con la Municipalidad.

#### 6.4 FUNCIONES DE LOS MIEMBROS DEL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

##### i. Funciones del Presidente

- a. Representar legalmente al Comité/Comisión e informar de las actividades,
- b. Convocar y presidir las reuniones de la Asamblea General y del Comité/Comité,
- c. Controlar el manejo de los recursos económicos,
- d. Autorizar gastos y aprobar la rendición de cuentas que presenta el Tesorero,
- e. Informar en forma conjunta con el Tesorero sobre la marcha del servicio a la Asamblea General en aspectos técnicos y económicos,
- f. Supervisar permanentemente la marcha del programa anual de trabajo y la calidad del agua del servicio, y
- g. Otras funciones que le asigne la Asamblea General.



## ii. Funciones del Secretario

- a. Llevar el libro de actas de las sesiones de la Asamblea General y del Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento,
- b. Llevar actualizado el padrón o censo de los beneficiarios,
- c. Dirigir y controlar el trabajo de los operadores,
- d. Guardar y cuidar los archivos del Comité/Comisión,
- e. Remplazar al Presidente en caso de ausencia,
- f. Inscribir a nuevos beneficiarios,
- g. Apoyar al Presidente para la formulación y control del programa operativo anual de trabajo, y
- h. Otras funciones que le asigne el Presidente.



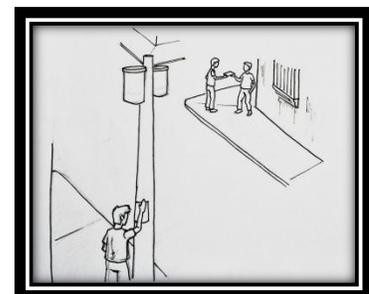
## iii. Funciones del Tesorero

- a. Cobrar la tarifa y otros ingresos del Comité/Comité,
- b. Hacer las compras y pagos necesarios para la marcha del servicio, todo lo cual deberá contar con el visto bueno del Presidente,
- c. Anotar los ingresos y egresos en el libro de caja del Comité/Comisión y mantenerlo actualizado,
- d. Presentar mensualmente el informe del estado de cuentas debidamente documentado para su aprobación por el Comité/Comisión y el informe final anual con la aprobación del Presidente,
- e. Apoyar al Presidente para la elaboración y control del Programa Operativo Anual de Trabajo,
- f. Llevar el control de los beneficiarios con el registro de los pagos y otros cobros,
- g. Llevar el libro de inventario actualizado, y
- h. Otras funciones que le asigne el Presidente.



## iv. Funciones de los Vocales

- a. Apoyar a los miembros del Comité para que todo se cumpla con la mayor eficiencia,
- b. Apoyar en la convocatoria a las Asambleas,
- c. Asumir las funciones de algún miembro ausente en forma temporal,
- d. Otras funciones que el Comité/Comisión crea conveniente, y
- e. Suplir el cargo de algún miembro destituido del Comité/Comisión.



Las causas de destitución de algún miembro del Comité/Comisión son las siguientes:

- f. Aprovechar el cargo para obtener ventajas personales,

- g. Ausentarse injustificadamente a tres reuniones seguidas del Comité/Comisión o a cinco reuniones alternadas en un semestre o a dos sesiones de la Asamblea General en un año,
- h. Incapacidad debidamente comprobada para desempeñar el cargo,
- i. Ser condenado a pena privativa de su libertad,
- j. Haber perdido la condición de asociado, e
- k. Incumplir repetidamente las funciones que le son asignadas.

## 6.5 ELABORACIÓN DEL POGRAMA ANUAL DE TRABAJO

El programa anual de trabajo nos indica el camino que debemos de seguir para alcanzar el resultado deseado. Este programa permite identificar todo lo que se necesita: los materiales, el dinero que se necesita y las personas que se harán responsables de las actividades. Además, 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:

- 1) ¿Qué se desea lograr?.....Objetivos
- 2) ¿Qué se hará?.....Actividades
- 3) ¿Qué se necesita?.....Recursos
- 4) ¿Cuántas veces se hará?.....Frecuencia
- 5) ¿Quiénes lo harán?.....Responsables

A continuación se presenta un cuadro que puede ayudar a ordenar mejor el proceso de planificación del Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento.

PROGRAMA ANUAL DE TRABAJO DEL COMITÉ DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO			
Actividades	Recursos	Frecuencia	Responsables
<b>1. Asamblea Comunitaria</b>			
Elaboración de la propuesta del programa anual de trabajo	Libro de actas	Anual	Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS-
Propuesta de Tarifa del Servicio de Agua Potable	Libro de caja, etc.	Anual	Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS-
Aprobación del programa anual de trabajo y del pago de tarifa por beneficiario		Anual	Asamblea General
Elaboración del informe anual (gestión del Comité) e informe económico.		Anual	Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS-
Aprobación del informe anual e informe económica		Anual	Asamblea General

PROGRAMA ANUAL DE TRABAJO DEL COMITÉ DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO			
Actividades	Recursos	Frecuencia	Responsables
<b>2. Elecciones del Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS-</b>			
Convocatoria para elección del Comité APS	Reglamento de Elecciones	Cada dos años	COCODE
Elección miembros del Comité APS			Asamblea General
<b>3. Reuniones del Comité APS</b>	Libro de actas	Mensual	Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS-
<b>4. Cobranza de la tarifa por servicio</b>	Talonnario de recibos	Mensual	Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS-
<b>5. Visitas domiciliarias para el control de</b>			
Buen uso del agua potable.	Cuaderno de supervisión	Mensual	Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS-
Buen uso de letrinas.	Cuaderno de supervisión	Mensual	Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS-
Correcta eliminación de la basura inorgánica.	Cuaderno de supervisión	Mensual	Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS-
<b>6. Mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento</b>			
Revisión de tuberías, limpieza y operación de válvulas del sistema de agua potable	Manual AO&M	Mensual	Fontanero y beneficiarios
Mantenimiento y operación de los componentes del sistema.	Manual AO&M	3 meses	Fontanero y beneficiarios
Desinfección de los componentes del sistema.	Manual AO&M	6 meses	Fontanero y beneficiarios
Análisis de laboratorio para calidad de agua	Ministerio Salud ó Lab INFOM-UNEPAR	6 meses	Fontanero y beneficiarios
<b>7. Actividades comunales:</b>			
Trabajos de limpieza comunal.	azadones, palas, machetes, etc	Mensual	Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS- y beneficiarios
Trabajos en vivero		Mensual	Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS- y beneficiarios
Reforestación área recarga hídrica		Anual	Comité de Agua Potable y Saneamiento -CAPS- y beneficiarios

## 6.6 COSTO DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El presupuesto es la cantidad de dinero que se necesita para realizar las actividades programadas en el programa anual de trabajo del Comité/Comisión. Para hacer el presupuesto debe de considerarse dos tipos de gastos:

- 1) **Gastos Fijos:** Son los gastos que siempre se van a realizar, por ejemplo:
  - En operación y mantenimiento: pago al fontanero, pago energía eléctrica o combustible, compra de herramientas, etc., y

- En administración y cobranza: compra de recibos, cuadernos, libro de caja, servicios, etc.
- 2) Gastos temporales:** Son los gastos que se realizan eventualmente, por ejemplo:
- En reparaciones: compra de tubería y accesorios PVC, pegamento para PVC, válvulas, etc.
  - En desinfección: compra de pastillas de hipoclorito de calcio, análisis de laboratorio, pastillas para cloro residual, etc.

A continuación se presenta un ejemplo de cómo calcular los gastos de las actividades del Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento para un sistema por bombeo con motor diesel, para ello es necesario conocer los datos que se describen en la tabla VII:

TABLA VII. DATOS DEL PROYECTO DE AGUA POR BOMBEO		
DESCRIPCIÓN	UNIAD	CANTIDAD
Beneficiarios con servicio	cantidad	184
Caudal que ingresa al tanque	litros por segundo	1.53
Longitud línea bombeo o conducción	kms	1
Potencia de la bomba	HP	5
Horas de bombeo	hora	6
Costo laboratorio bacteriológico, físico y químico	análisis	Q 1,000.00
Costo pastilla hipoclorito de calcio	pastilla	Q 25.00
Costo diesel	galón	Q 35.00
Costo aceite para motor	galón	Q 227.10
Costo Kilo watt por hora (Kw/hr)	Kw/hora	Q 2.00
Salario mínimo	Q/día	Q 65.00
Costo equipo bombeo	Quetzales	Q 15,400.00
Costo total del proyecto	Quetzales	Q 800,000.00
Factor Operación Motor Gasolina (FOG)	galones/hora/HP	0.60
Factor Operación Motor Diesel (FOD)	galones/hora/HP	0.04
Factor Operación Motor Electricidad (FOE)	Kw/hora/HP	0.075
Factor Operación Lubricantes Motor (FOL)	galones/hora/HP	0.006

**\*\* Fuente: Pérez O., Rubén R. Propuesta de modelo de gestión y pago por servicios de saneamiento en municipios del Área de Manguerna. Guatemala, agosto 2012**

TABLA VIII. CÁLCULO DE GASTOS AL AÑO, SISTEMA POR BOMBEO (MOTOR DIESEL)						
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	
<b>GASTOS FIJOS</b>						
<b>Combustible diesel</b>						
FOD x horas bombeo x Potencia bomba x 30 x 12 x Costo galón diesel	0.04 x 6 x 5 x 30 x 12 x Q. 35	global	1	Q. 15,120.00	Q. 15,120.00	
<b>Costo lubricante para motor</b>						
FOL x horas bombeo x potencia bomba x 30 x costo aceite para motor	0.006 x 6 x 5 x 30 x 12 x Q. 65	global	1	Q. 14,716.08	Q. 14,716.08	
<b>GASTOS TEMPORALES</b>						
<b>Depreciación equipo de bombeo</b>						
Costo equipo de bombeo / 7 x 12	Q15,400 / 7 x 12	global	1	Q. 26,400.00	Q. 26,400.00	
<b>Análisis de laboratorio (bacteriológico, físico y químico)</b>						
3 análisis de laboratorio al año x Costo laboratorio	3 x Q. 1000.00	global	1	Q. 3,000.00	Q. 3,000.00	
<b>MANTENIMIENTO (PREVENTIVO)</b>						
Costo total del proyecto / 12 x 0.004	Q 800,000.00 / 12 x 0.004	global	1	Q. 266.67	Q. 266.67	
					<b>SUB TOTAL 1</b>	<b>Q. 86,622.85</b>
<b>ADMINISTRACIÓN (viáticos, papelería, etc)</b>						
SUB TOTAL 1 x 0.15	Q. 86,622.85 x 0.15	global	1	Q. 12,993.43	Q. 12,993.43	
					<b>SUB TOTAL 2</b>	<b>Q. 99,616.28</b>
<b>Pago por Servicio Ambiental (PSA)</b>						
SUB TOTAL 2 x 0.20	Q. 99,616.28 x 0.20	global	1	Q. 19,923.26	Q. 19,923.26	
					<b>SUMA DE GASTO TOTAL AL AÑO (SUMA GASTOS FIJOS + GASTOS TEMPORALES)</b>	<b>Q. 119,539.54</b>
<b>GASTO MENSUAL</b>						
					SUMA DE GASTO TOTAL AL AÑO / 12 =	Q. 9,961.63
					SUMA GASTO MENSUAL / BENEFICIARIOS CON SERVICIO =	Q. 54.14
					SUMA GASTO MENSUAL / BENEFICIARIOS CON SERVICIO =	Q. 54.14
** Fuente: Pérez O., Rubén R. Propuesta de modelo de gestión y pago por servicios de saneamiento en municipios del Área de Managua. Guatemala, agosto 2012						

## 6.7 CÁLCULO DE TARIFA A PAGAR POR CADA BENEFICIARIO

Para calcular el valor de la tarifa a pagar por cada beneficiario, seguir los siguientes pasos:

1. Obtener el gasto total durante el año (Suma Gastos Fijos + Gastos Temporales)

Gasto total al año = Q 119,539.54 (ver cuadro anterior)

2. El gasto mensual resulta de dividir el gasto total al año entre 12 meses

Gasto mensual = Q 119,539.54 / 12 = Q 9,961.63

3. La Tarifa a pagar por cada beneficiario resulta de dividir el Gasto mensual entre el número de beneficiarios.

Tarifa a pagar = Q 9,961.63 / 184 beneficiarios = Q 54.14, se puede considerar el valor de Q 54.00 a pagar.

Como puede observarse en el cuadro anterior, se está considerando un 20% del valor de Operación, Mantenimiento y Administración para el **Pago por Servicios Ambientales (PSA)**, este valor será para implementar el vivero forestal, reforestación y restauración forestal de la zona de recarga hídrica, conservación de suelo, implementación de sistemas agrosilvopastoriles y determinar posibles fuentes de contaminación que puedan afectar la fuente.

### SISTEMA DE BOMBEO CON MOTOR GASOLINA

En el ejemplo anterior se consideró un sistema por bombeo con motor diesel, si el proyecto es un sistema con motor de gasolina, para el cálculo del combustible hay que cambiar el Factor de Operación Diesel (FOD = 0.04) por el Factor de Operación Gasolina (FOG = 0.60, es decir, que el Valor de Combustible gasolina será igual a  $0.60 \times \text{horas bombeo} \times \text{Potencia bomba} \times 30 \text{ días} \times 12 \text{ meses} \times \text{Costo galón gasolina} = 0.60 \times 6 \times 5 \times 30 \times 12 \times \text{Q } 40.00 = \text{Q } 259,200.00$  y sustituir este valor por el valor del diesel.

### SISTEMA DE BOMBEO CON MOTOR ELÉCTRICO

Si el sistema de bombeo es con motor eléctrico, entonces cambiar el Factor de Operación Diesel (FOD = 0.04) por el Factor de Operación Electricidad (FOE = 0.075), es decir, que el Valor de Electricidad será igual a  $0.075 \times \text{horas bombeo} \times \text{Potencia bomba} \times 30 \text{ días} \times 12 \text{ meses} \times \text{Costo Kw/hora} = 0.075 \times 6 \times 5 \times 30 \times 12 \times \text{Q } 2.00 = \text{Q } 1,620.00$  y sustituir este valor por el valor de diesel.

A continuación se presenta un ejemplo de cómo calcular los gastos de las actividades del Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento para un sistema por gravedad, para ello es necesario conocer los datos que se describen en la tabla VII, indicada anteriormente.

TABLA IX. CÁLCULO DE GASTOS AL AÑO, SISTEMA POR GRAVEDAD (MOTOR DIESEL)						
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	
<b>GASTOS FIJOS</b>						
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>Salario Fontanero</b>						
km cond/3xsalariox12+benef/20xsalariox12	1/3xQ65x12+184/20xQ65x12	Salario anual	1	Q 7,436.00	Q 7,436.00	Q 7,436.00
<b>Prestaciones Fontanero = Salario x 1.77 x 12</b>	Q 65 x 1.77 x 12	Prestación	1	Q 1,380.60	Q 1,380.60	Q 1,380.60
<b>Pastillas de hipoclorito de calcio</b>						
Caudal que ingresa a tanque x 86400 x 30 x 12 / 100000 / 0.65 x Costo pastilla	1.22x86400x30x12/100000/0.65 xQ25	global	1	Q 18,303.51	Q 18,303.51	Q 18,303.51
<b>GASTOS TEMPORALES</b>						
<b>Análisis de laboratorio (bacteriológico, físico y químico)</b>						
3 análisis de laboratorio al año x Costo laboratorio	3 x Q 1000.00	global	1	Q 3,000.00	Q 3,000.00	Q 3,000.00
<b>MANTENIMIENTO (PREVENTIVO)</b>						
Costo total del proyecto / 12 x 0.004	Q 800,000.00 / 12 x 0.004	global	1	Q 266.67	Q 266.67	Q 266.67
				<b>SUB TOTAL 1</b>	<b>Q 30,386.77</b>	<b>Q 30,386.77</b>
<b>ADMINISTRACIÓN (viáticos, papelería, etc)</b>						
SUB TOTAL 1 x 0.15	Q 30,386.77 x 0.15	global	1	Q 4,558.02	Q 4,558.02	Q 4,558.02
				<b>SUB TOTAL 2</b>	<b>Q 34,944.79</b>	<b>Q 34,944.79</b>
<b>Pago por Servicio Ambiental (PSA)</b>						
SUB TOTAL 2 x 0.20	Q 34,944.79 x 0.20	global	1	Q 6,988.96	Q 6,988.96	Q 6,988.96
				<b>SUMA DE GASTO TOTAL AL AÑO (SUMA GASTOS FIJOS + GASTOS TEMPORALES)</b>	<b>Q 41,933.75</b>	<b>Q 41,933.75</b>
				SUMA DE GASTO TOTAL AL AÑO / 12 =	Q 41,933.75 / 12	Q 3,494.48
				SUMA GASTO MENSUAL / BENEFICIARIOS CON SERVICIO =	Q 3,494.48 / 184	Q 18.99
				SUMA GASTO MENSUAL / BENEFICIARIOS CON SERVICIO =	Q 3,494.48 / 184	Q 18.99
** Fuente: Pérez O., Rubén R. Propuesta de modelo de gestión y pago por servicios de saneamiento en municipios del Área de Managua. Guatemala, agosto 2012						

Como puede observarse el valor de la Tarifa a cobrar será de Q 19.00 por cada beneficiario del proyecto.

## 6.8 RECIBOS Y LIBRO DE CAJA

**Recibos 1.D1.** Para registrar los cobros, debemos contar con los Recibos 1.D1, autorizados por la Contraloría General de Cuentas, para el llenado de los mismos, podemos buscar ayuda con el Tesorero Municipal, además, puede orientarnos a realizar la compra y los trámites para la autorización en la Contraloría.

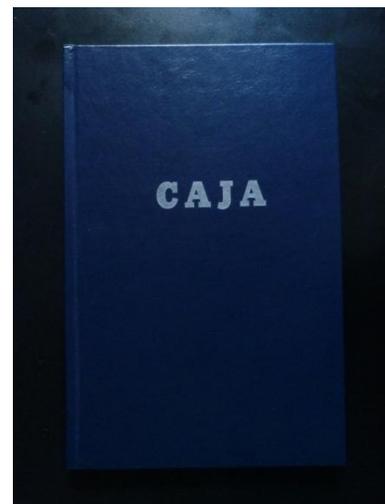
En los recibos es donde se anotan todos los ingresos que por cualquier concepto haya recibido el Comité/Comisión. Este registro permitirá al Comité manejar, consignar y conservar ordenadamente el registro del pago de la tarifa de cada beneficiario. Todo beneficiario que efectúe un pago tiene derecho a contar con un recibo. El control de pagos de los beneficiarios se hace en base al talonario de recibos 1.D1. Los ingresos deben sustentarse con recibos numerados y sellados por el Tesorero del Comité y los egresos con facturas.

1. Se fija un día al mes, entre los primeros 5 días del mes, para que los beneficiarios se acerquen a pagar. El tesorero les dará un recibo por el pago realizado,
2. 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,
3. Al usuario que acumula dos meses sin pagar su tarifa injustificadamente, se le entrega un aviso de corte,
4. Si en una semana no se ha puesto al día, se corta temporalmente su conexión predial y si consume de un llenacántaro se le prohíbe utilizarla, y
5. Para reconectarse al sistema deberá pagar una multa.

**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 de agua potable y saneamiento ó la gestión del Comité/Comisión, el libro debe ser autorizado por la Contraloría General de Cuentas, puede buscarse ayuda con el Tesorero Municipal para el llenado del mismo, también puede orientarnos para realizar el trámite de autorización.

Se debe considerar lo siguiente:

**Recibo Forma 1-D1**



- Después de registrar los ingresos y egresos mensualmente, el libro de caja debe ser firmado por el Comité, y
- Esta información se debe presentar en Asamblea General, Municipalidad y Contraloría.

## 6.9 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 al Comité (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, y
- 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 el Comité/Comisión:

No.	Fecha	Cantidad	Unidad	Características	Observaciones
1	14/11/2012	30	Tubos	Tubería PVC de 1/2 pulg 315 PSI	
2	14/11/2012	1/2	Galón	Pegamento para PVC	
3	15/11/2012	1	Bomba	de gasolina de 3 HP marca SUZUKI	Donada por OPS
4	15/11/2012	1	Planta	eléctrica de gasolina de 5 HP YAMAHA	Donada por Muni

## 6.10 CENSO DE BENEFICIARIOS

Es el libro autorizado donde se inscriben los beneficiarios del proyecto. Ayuda a conocer el número de familias que participan en el Comité/Comisión y a controlar la asistencia en las Asambleas. La elaboración y actualización del censo de beneficiarios es responsabilidad del Secretario del Comité/Comisión.

## 6.11 INSCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS

A continuación se presentan los pasos para inscribir a un beneficiario:

- Registrar primero al asociado cuya fecha de inscripción sea la más antigua,
- Anotar el nombre del beneficiario. Por cada vivienda debe de haber solo un beneficiario inscrito,

- Los miembros de la familia de cada vivienda eligen a su representante ante el Comité/Comisión,
- Registrar el pago efectuado por el beneficiario por concepto de monto de inscripción. Si el beneficiario participó con sus jornales en la construcción del proyecto de agua, está exonerado de este pago,
- Para inscribir a nuevos beneficiarios, se debe aprobar la incorporación en reunión del Comité/Comisión aprobado por la Asamblea.

## 6.12 NOTIFICACIÓN DE INCUMPLIMIENTO

Cuando haya problemas con un beneficiario por incumplimiento de sus deberes o por haber participado en hechos prohibidos por el Comité/Comisión, se recomienda notificar por escrito a dicho beneficiario. En caso de que el beneficiario no sepa leer, el Secretario le leerá el comunicado personalmente. Se sugiere aplicar la sanción después de notificado el beneficiario. Ver modelo de notificación:

NOTIFICACIÓN	
Señor: _____	
Se le notifica que por el siguiente motivo: _____	
_____	
se le suspenderá el servicio de agua potable.	
De no asumir sus deberes perderá la condición de beneficiario.	
_____ Firma Secretario	_____ Firma Presidente

## 6.13 REGISTRO DE SUPERVISIÓN DEL SISTEMA Y DE USUARIOS

Es importante contar con un cuaderno de supervisión donde se anote el resultado de la actividad de la supervisión del sistema y visita de supervisión al beneficiario o usuario, realizada por el Comité/Comisión. A continuación modelos de informe de visitas de supervisión:

INFORME DE VISITA DE SUPERVISIÓN DEL SISTEMA
Fecha de la visita: _____
Actividad supervisada: _____
Dificultades encontradas: _____
Solución propuesta: _____
Nombre del supervisor: _____
_____ Firma del Supervisor

INFORME DE VISITA DE SUPERVISIÓN A USUARIO

Fecha de la visita: \_\_\_\_\_  
 Nombre del beneficiario: \_\_\_\_\_  
 Dificultades encontradas: \_\_\_\_\_  
 Solución propuesta: \_\_\_\_\_  
 Nombre del supervisor: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Firma del Supervisor

\_\_\_\_\_  
 Firma del Beneficiario

## 6.14 PROCEDIMIENTO PARA INSCRIBIR EL COMITÉ/COMISIÓN EN LA CONTRALORÍA GENERAL DE CUENTAS

1. Levantar el Acta de nombramiento de los Integrantes del Comité/Comisión en Asamblea Comunitaria,
2. Inscribir el Comité/Comisión en el Registro de Personas Jurídicas de la Municipalidad, quien extenderá la Certificación respectiva,
3. Solicitar la inscripción del Comité/Comisión como Cuentadante en el Registro de Cuentas de la Delegación Departamental de la Contraloría General de Cuentas, para ello deberá presentar la siguiente documentación:
  - a. Oficio dirigido a la Delegación Departamental, solicitando la Cuentadancia del Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento del Caserío/Aldea, indicando los siguientes datos:
    - Denominación y naturaleza jurídica: Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento,
    - Dirección y teléfonos: Caserío o Aldea y a que Municipio y Departamento pertenecen, para recibir notificaciones,
    - Nombre y Cargos en el Comité/Comisión: indicar únicamente el Nombre del Presidente y Tesorero, quienes serán los responsables, y
    - El período comprendido.
  - b. Fotocopia de la Certificación de Inscripción en el Registro de Personas Jurídicas de la Municipalidad,
  - c. Fotocopias del DPI del Presidente y Tesorero.

Al estar inscrito en el Registro de Cuentas el Comité/Comisión, la Delegación de la Contraloría General de Cuentas, emitirá una Resolución de Inscripción del Comité/Comisión. Para que el Comité/Comisión pueda ejercer la función para el cual fue elegido, es necesario solicitar la Autorización y Habilitación de Libros y Recibos, siempre a la Delegación de la Contraloría de Cuentas.

### 6.15 AUTORIZACIÓN Y HABILITACIÓN DE LIBROS Y RECIBOS EN LA CONTRALORÍA GENERAL DE CUENTAS

Antes de solicitar la autorización y habilitación de libros, hay que comprar éstos en cualquier librería, y los libros a comprar tienen que ser empastados, de lo contrario la Contraloría no los autorizará. Los libros a comprar son los siguientes y pueden ser de 100 hojas (200 folios):

1. Un libro de actas.
2. Un libro de conocimientos, puede usarse un libro de actas, y
3. Un libro de caja.

Para la autorización de los libros hay que pagar Q 110.00 por cada libro de 100 hojas, es decir, por los tres libros se cancelará en total Q 330.00.

Además, hay que comprar los Recibos de Contribuciones Voluntarias y otros ingresos, denominados 1-D1 en la Delegación Departamental de la Contraloría General de Cuentas. El talonario de 100 recibos tiene un costo de Q 42.20, según información proporcionada por el Departamento de Formas y Talonarios de la Contraloría General de Cuentas.

Para la compra de los Recibos 1-D-1, presentar la siguiente información a la Delegación Departamental de la Contraloría:

1. Solicitud (oficio) solicitando la cantidad de recibos,
2. Fotocopia de DPI del Tesorero,
3. Fotocopia de Resolución de Inscripción del Comité/Comisión, y
4. Presentar el sello que utilizará el Tesorero.

Para solicitar la autorización y habilitación de los libros de Actas, Conocimientos, Caja y Recibos 1-D1, deberá seguirse el siguiente procedimiento (Se puede solicitar ayuda para realizar los trámites a la Tesorería de cada Municipalidad, pues ellos también realizan este tipo de trámites):

1. Presentar Solicitud (oficio) al Jefe de la Delegación Departamental, firmada por el Presidente y Tesorero. En la nota indicar:
  - El uso que se le dará a cada libro (libro de actas, libro de conocimientos y libro de caja),
  - Que será para uso del Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento,
  - La cantidad de hojas y número de folios de cada libro (libros de 100 hojas, correspondientes a 200 folios),

Adjuntar a la Nota:

- Copia rosada del recibo de pago o copia de boleta de depósito bancario, y
- Fotocopia de Resolución de Inscripción del Comité/Comisión

# CAPÍTULO 4

## PROTECCIÓN DE CUENCAS



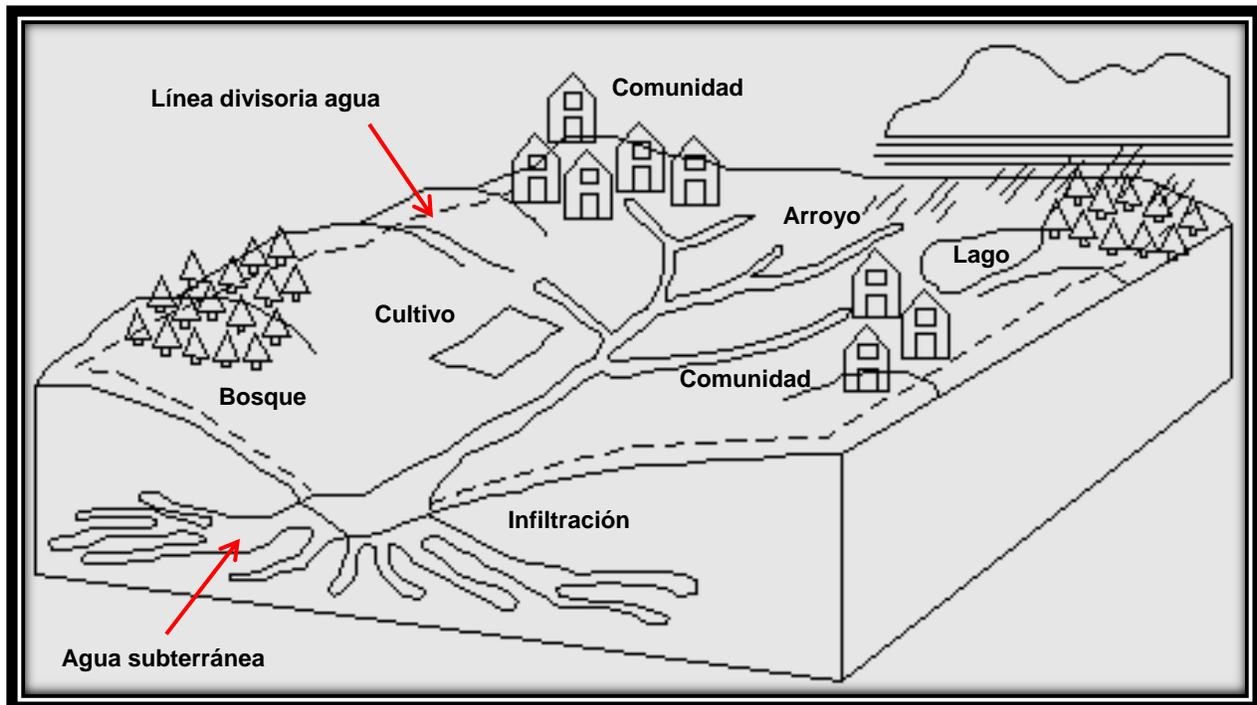
**CAPITULO IV: PROTECCIÓN DE CUENCAS**

1	¿QUÉ ES UNA CUENCA?.....	63
2	ZONA DE RECARGA HÍDRICA.....	63
3	EL VÍNCULO DE LOS BOSQUES Y EL AGUA EN LA LEY FORESTAL DE GUATEMALA (DECRETO 101-96) .....	65
4	PROBLEMAS GENERADOS POR LA TALA.....	65
5	PAGO POR SERVICIO AMBIENTAL .....	66

## CAPITULO IV: PROTECCIÓN DE CUENCAS

## 1 ¿QUÉ ES UNA CUENCA?

Es la extensión de terreno limitado por las partes más altas de las montañas, laderas y colinas (ver línea punteada), en donde el agua de lluvia cae, se infiltra por los suelos, escurre y circula, formando un sistema de drenaje superficial que reúne las aguas en una quebrada, que luego se dirige a un río y después se dirige a otro río más grande o a un lago o al mar. La cuenca se divide en parte alta, parte media y parte baja y ésta se divide en cuencas, sub-cuencas y microcuencas o cuencas grandes, medianas y pequeñas. ¿En qué parte de la cuenca se encuentra tu comunidad?

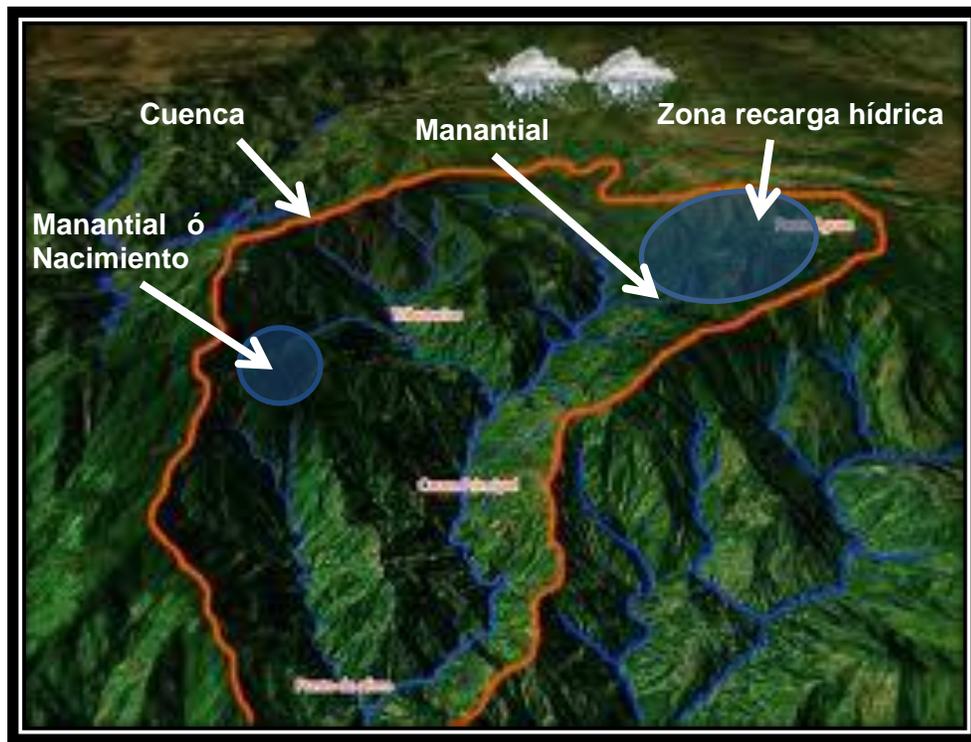


Fuente: [www.google.com.gt](http://www.google.com.gt) (15/11/12; 11.22 pm)

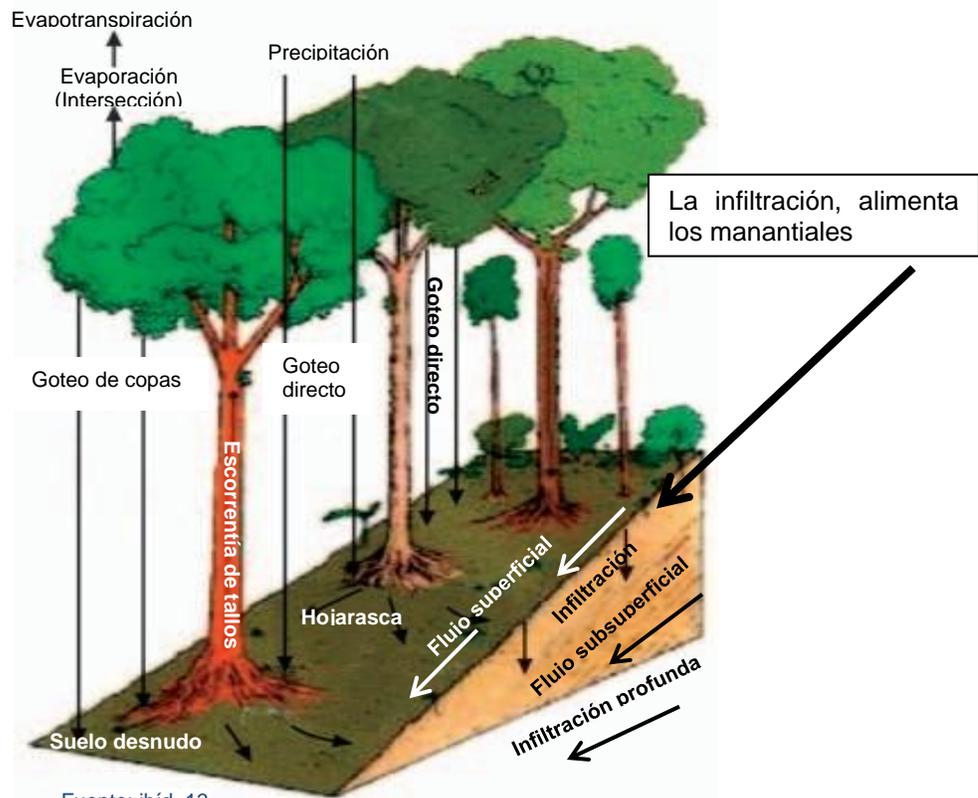
2 ZONA DE RECARGA HÍDRICA<sup>1</sup>

En Hidrología Forestal se utiliza el concepto de Recarga Hídrica, el cual es el proceso que permite que el agua de lluvia alimente un manantial o nacimiento. Este proceso ocurre de manera natural cuando la lluvia se filtra hacia un manantial a través del suelo. El área donde ocurre la recarga se llama zona de recarga hídrica y generalmente se ubica en las partes altas de la cuenca.

<sup>1</sup> Fuente: INAB. *Programa de Investigación de Hidrología Forestal*. Guatemala, abril 2005. 37p



Fuente: Ibíd. [Consulta: 15/11/12; 11.20 pm]



Fuente: ibíd, 13

Figura V. Componentes del ciclo hidrológico

### 3 EL VÍNCULO DE LOS BOSQUES Y EL AGUA EN LA LEY FORESTAL DE GUATEMALA (DECRETO 101-96)<sup>2</sup>

La ley forestal Decreto 101-96 en su capítulo 4, sobre definiciones expone que las zonas de recarga hídrica son áreas superficiales, asociadas a una cuenca determinada, que colectan y permiten la infiltración del agua hacia niveles freáticos y/o acuíferos. El valor estratégico de éstas se identifica por el agua de saturación que es extraída eventualmente por el hombre para sus diferentes actividades productivas.

En este sentido, se puede interpretar que, las zonas de recarga hídrica son todas las áreas del país que presentan altas tasas de infiltración.

El artículo 47 de esta ley acerca de “cuencas hidrográficas” menciona que **“se prohíbe eliminar el bosque en las partes altas de las cuencas hidrográficas cubiertas de bosque, en especial las que estén ubicadas en zonas de recarga hídrica que abastecen fuentes de agua, las que gozarán de protección especial. En consecuencia, estas áreas sólo serán sujetas a manejo forestal sostenible”**.

El mismo artículo afirma que **“en el caso de áreas deforestadas en zonas importantes de recarga hídrica, en tierras estatales, municipales o privadas, deberán establecerse programas especiales de regeneración y rehabilitación”**.

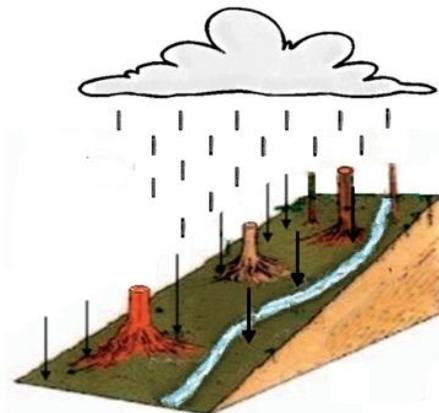
### 4 PROBLEMAS GENERADOS POR LA TALA

A pesar de la importancia que tiene el agua, se sigue provocando daños a las zonas de recarga hídrica, causada por la intervención del hombre en el desarrollo de actividades agrícolas, extracción de leña, construcción de viviendas, actividades pecuarias e industriales, entre otros, en sitios no apropiados y con la implementación de prácticas inadecuadas que como producto están incidiendo negativamente en la calidad y cantidad de agua en las fuentes superficiales y subterráneas.

Los bosques cumplen funciones importantísimas como: proporcionar oxígeno que necesitamos para respirar, recolectan y filtran el agua de lluvia, con lo cual se mantiene el ciclo hidrológico y abastecen los manantiales, evitan inundaciones o sequías, etc.

La mayor amenaza para la vida de los habitantes de las comunidades es la deforestación, pues da como resultado, efectos negativos para su bienestar, pues provoca la erosión de los suelos de las cuencas, deslaves, cambios en el clima y quizás lo mas importante ya no se alimentan los manantiales que abastecen a nuestras comunidades, por la falta de infiltración, pues el agua

Por la falta de infiltración,  
se secan los manantiales



<sup>2</sup> Fuente: ibíd, 14

escurre superficialmente. La falta de agua en nuestras comunidades, genera problemas de salud, económicos, pues se invierte tiempo para el acarreo y el agua que recolectamos, no cumple con las normas de calidad.

¿Qué debemos de hacer? Reforestar las zonas de recarga hídrica, que alimentan nuestros manantiales o nacimientos, devolverle a la naturaleza lo que necesita, para que pueda proporcionarnos lo que nosotros necesitamos, el agua, que es nuestra fuente de vida.

## 5 PAGO POR SERVICIO AMBIENTAL<sup>3</sup>

El Comité/Comisión, juntamente con todos los beneficiarios de la comunidad, deben de implementar un programa de manejo de zonas de recarga hídrica y solicitar el apoyo de la Municipalidad, pues con ello, les permitirá disminuir los problemas de abastecimiento de agua, es decir, la falta de agua en sus comunidades.

Para la implementación del programa, los beneficiarios del proyecto de agua, deben de acordar en Asamblea Comunitaria el Pago por Servicio Ambiental –PSA-, pago que servirá para el manejo y conservación de la zona de recarga hídrica.

El dinero recaudado servirá para implementar el vivero forestal, restauración forestal, reforestaciones, conservación de suelo, sanear áreas aledañas a la fuente donde existan focos de contaminación, que represente un riesgo para la fuente, proyectos agrosilvopastoriles y otros que sean necesarios.

El problema que se pudiera presentar es la tenencia de la tierra, para solucionar esto, el Comité/Comisión, apoyado por los beneficiarios y la Municipalidad, tendrán que realizar cabildeos con los propietarios de los terrenos donde se encuentra la zona de recarga hídrica, concientizándolos de tal forma que firmen un acuerdo para realizar las actividades necesarias en el manejo, protección y conservación del área boscosa de la zona de recarga hídrica, además, motivarlos para que apliquen a los programas de incentivos forestales.

---

<sup>3</sup> Fuente: The Global Water Initiative. Proyecto Mi Cuenca. Cosechando Agua para la Vida. Resumen de Experiencia. Pago por Servicios Ambientales –PSA- Cantón Nueva Esperanza, Aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos. 3p

# CAPÍTULO 5

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA



**CAPITULO V: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA**

- 1 EL SISTEMA DE AGUA..... 70
  - 1.1 EL CICLO HIDROLÓGICO ..... 70
  - 1.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA..... 71
- 2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS POR GRAVEDAD ..... 74
  - 2.1 OPERACIÓN ..... 74
  - 2.2 MANTENIMIENTO..... 74
  - 2.3 RESPONSABLE DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO..... 75
- 3 CAPTACIONES ..... 75
- 4 GALERÍAS DE INFILTRACIÓN ..... 77
- 5 LÍNEA DE CONDUCCIÓN ..... 79
  - 5.1 OBRAS EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN ..... 80
    - 5.1.1 CAJAS DISTRIBUIDORAS DE CAUDALES ..... 80
    - 5.1.2 CAJAS ROMPE PRESIÓN SIN FLOTE Y CAJAS REUNIDORAS DE CAUDAL.. 81
    - 5.1.3 VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE AIRE ..... 83
    - 5.1.4 VÁLVULAS DE COMPUERTA PARA LIMPIEZA ..... 84
    - 5.1.5 PASOS DE ZANJÓN ..... 84
    - 5.1.6 PASOS AÉREOS ..... 84
- 6 TANQUES DE DISTRIBUCIÓN ..... 85
  - 6.1 HIPOCLORADORES ..... 88
    - 6.1.1 DOSIFICADOR DE CARGA CONSTANTE ..... 90
    - 6.1.2 HIPOCLORADOR DE PASTILLAS ..... 94
- 7 LÍNEA Y RED DE DISTRIBUCIÓN ..... 95
  - 7.1 OBRAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN..... 96
    - 7.1.1 CAJAS ROMPE PRESIÓN CON VÁLVULA DE FLOTE ..... 96
    - ..... 96
    - 7.1.2 VÁLVULAS DE COMPUERTA DE CONTROL..... 97
    - 7.1.3 CONEXIONES PREDIALES..... 98
    - 7.1.4 MEDIDORES DE AGUA ..... 99
    - 7.1.5 LLENACÁNTAROS ..... 99
    - 7.1.6 CANDADOS ..... 100
    - 7.1.7 ESCALONES, HALADORES, VARILLAS DE PROTECCIÓN Y TAPADERAS DE METAL 100
- 8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS POR BOMBEO ..... 101

8.1	COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA.....	101
8.2	FUENTE.....	102
8.3	POZO.....	102
8.4	CASSETAS DE BOMBEO .....	102
8.5	GENERADORES .....	103
8.5.1	PERÍODOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	103
8.5.2	MONITOREO.....	103
8.6	EQUIPOS DE BOMBEO.....	106
8.6.1	BOMBA CENTRÍFUGA HORIZONTAL .....	106
8.6.2	BOMBA TURBINA EJE VERTICAL.....	108
8.6.3	BOMBA SUMERGIBLE .....	110
8.7	LÍNEA DE BOMBEO.....	112
8.8	OBRAS EN LÍNEAS DE BOMBEO.....	113
8.8.1	TANQUE DE SUCCIÓN .....	113
8.8.2	VÁLVULAS DE RETENCIÓN O CHEQUE.....	114
9	INSPECCIÓN GENERAL DEL SISTEMA.....	114
9.1	INSPECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA .....	114
9.2	GUÍA DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA .....	115
9.3	REPARACIONES .....	117
9.3.1	REPARACIONES EN TUBERÍA PVC .....	117
9.3.2	REPARACIONES EN TUBERÍA GALVANIZADA O HG .....	118
9.3.3	INSTALACIÓN DE UNA UNIÓN UNIVERSAL DE HG.....	119
9.3.4	REPARACIONES EN ACCESORIOS .....	120
9.3.5	HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	121
10	SISTEMAS NO CONVENCIONALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA .....	122
10.1	CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (ALJIBES).....	123
10.2	POZOS CON BOMBAS MANUALES .....	124
10.2.1	TIPOS DE BOMBAS MANUALES PARA POZOS ARTESIANOS .....	124
10.3	SISTEMA DE BOMBEO CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA O SOLAR.....	128
11	SANEAMIENTO .....	130
11.1	OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO .....	130
11.2	MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO .....	131
11.2.1	MANTENIMIENTO DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL.....	131
11.2.2	MANTENIMIENTO DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL .....	132
11.2.3	MANTENIMIENTO DE TANQUES O FOSAS SÉPTICAS .....	133
11.2.4	MANTENIMIENTO DE BIODIGESTORES.....	134

11.3 MANTENIMIENTO DE SISTEMAS SIN RECOLECCIÓN ..... 134

    11.3.1 MANTENIMIENTO DE LETRINAS DE HOYO O POZO SECO VENTILADO..... 134

    11.3.2 MANTENIMIENTO DE LETRINAS DE SELLO HIDRÁULICO ..... 136

    11.3.3 MANTENIMIENTO DE LETRINAS COMPOSTERAS O ABONERA SECA FAMILIAR..... 137

11.4 OPCIONES DE TRATAMIENTO PARA AGUAS GRISES ..... 139

    11.4.1 TRAMPAS DE GRASAS ..... 140

    11.4.2 POZO DE ABSORCIÓN ..... 140

    11.4.3 SUMIDERO ..... 141

    11.4.4 BIOFILTROS FILTRO JARDINERA ..... 141

11.5 MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS (BASURAS) ..... 143

    11.5.1 RESIDUOS SÓLIDOS (BASURAS) ..... 143

    11.5.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ..... 143

    11.5.3 LAS TRES ERRES DE LA ECOLOGÍA..... 144

    11.5.4 MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS O BASURAS ..... 144

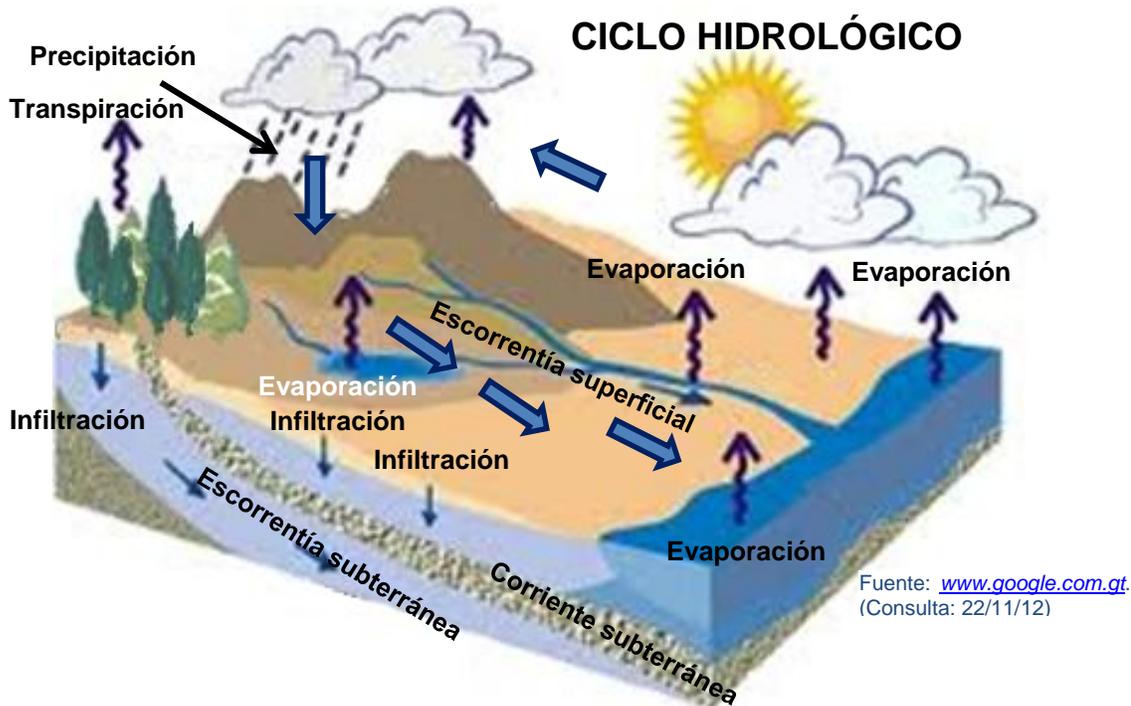
    11.5.5 RECOLECCIÓN DE LA BASURA ..... 144

    11.5.6 DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS O BASURAS ..... 145

## CAPITULO V: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

### 1 EL SISTEMA DE AGUA

#### 1.1 EL CICLO HIDROLÓGICO<sup>1</sup>



El ciclo hidrológico se refiere al movimiento y circulación natural que tiene el agua en toda la tierra y la atmósfera. Este movimiento se da por varios fenómenos que hacen circular el agua, subiéndola desde el mar hasta la atmósfera y regresándola por medio de las lluvias hacia la tierra y a los océanos. Se puede decir que el concepto de ciclo hidrológico es el movimiento general del agua, que sube por evaporación y cae primero por las lluvias y después en forma de escorrentía superficial (ríos) y subterránea, cuyo principio se origina en el agua de los mares. Los componentes del ciclo hidrológico son la evapotranspiración, precipitación, infiltración y la escorrentía.

- a) **Evapotranspiración.** La evapotranspiración comprende dos procesos diferentes, la evaporación y la transpiración, **La evaporación** se presenta gracias a la acción del sol y el calor que produce, hace subir el agua en forma de vapor o humedad desde los mares, océanos, lagos, ríos, plantas y suelos, hasta la atmósfera. La mayor cantidad de evaporación se presenta en los mares y océanos. Toda esa agua evaporada, es lo que forma las nubes, y

<sup>1</sup> Fuente: Aguas con el agua. *Ciclo hidrológico*. [en línea]. [www.infoiarna.org.gt](http://www.infoiarna.org.gt) (Consulta: 22/11/12)

**La transpiración** es el transporte y evaporación del agua que se presenta en las plantas. Las raíces de las plantas absorben el agua del suelo, luego la transportan por el tronco hasta llegar a las ramas y luego a las hojas y de las hojas se transpira y evapora a la atmósfera. La transpiración de las plantas, eleva la humedad del aire que las rodea y aumenta las lluvias, por lo que las zonas boscosas tienen un mayor índice de lluvias que las zonas de terrenos que han sido taladas.

- b) **Precipitación.** Es la caída del agua desde la atmósfera hacia la superficie de la tierra, en forma de lluvia, granizo, rocío o nieve. Las gotitas pequeñas al chocar entre sí, forman una gota mas grande y por su peso caen a la tierra, océanos y los mares,
- c) **Infiltración.** Se le llama así al paso del agua que cae de las lluvias y penetra entre las capas del suelo. El agua que se infiltra en el suelo se le llama subsuperficial. El agua que se infiltra puede seguir tres caminos: puede ser devuelta a la superficie y evaporada hacia la atmósfera, puede ser absorbida por las raíces de las plantas y regresada por la evapotranspiración y por último puede infiltrarse profundamente en el suelo, formando corrientes subterráneas o acuíferos, y
- d) **Escorrentía.** La escorrentía puede ser superficial o subterránea. La escorrentía superficial es la cantidad de agua de lluvia que cae a la superficie de la tierra, y se concentra en pequeñas corrientes de agua, que luego forman arroyos o riachuelos y posteriormente se junta en los ríos que se dirigen hacia un lago o al mar. Una parte del agua que circula sobre la superficie se evaporará y otra se infiltrará en el terreno, formando la escorrentía subterránea o profunda.

Para mayor información, puede visitarse las siguientes direcciones:

1. [http://www.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua/el\\_ciclo\\_del\\_agua.html](http://www.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua/el_ciclo_del_agua.html), y
2. <http://hidrologia.usal.es/hidro.htm>.

## 1.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA<sup>2</sup>

En nuestras comunidades podemos encontrar sistemas de agua por gravedad, por bombeo o la combinación de ambos, en cada uno de ellos podemos observar la captación, línea de conducción o bombeo, cajas de válvulas de aire y limpieza, cajas rompe-presión, pasos aéreos, sistemas de cloración, tanques de distribución, red de distribución, cajas rompe presión con flote y cajas de válvulas de control de la red. En las figuras VI. y VII podemos observar los sistemas por gravedad y sus componentes, y en las Figuras VIII. y IX, podemos observar los sistemas de agua por bombeo y sus componentes.

---

<sup>2</sup> Fuente: CRS/Programa Guatemala. *Manual de Operación y Mantenimiento para un Sistema de Agua Integra –MOM-* Guatemala, noviembre, 2001 Pág. 1/3

SISTEMA DE AGUA POR GRAVEDAD (FUENTE NACIMIENTO)

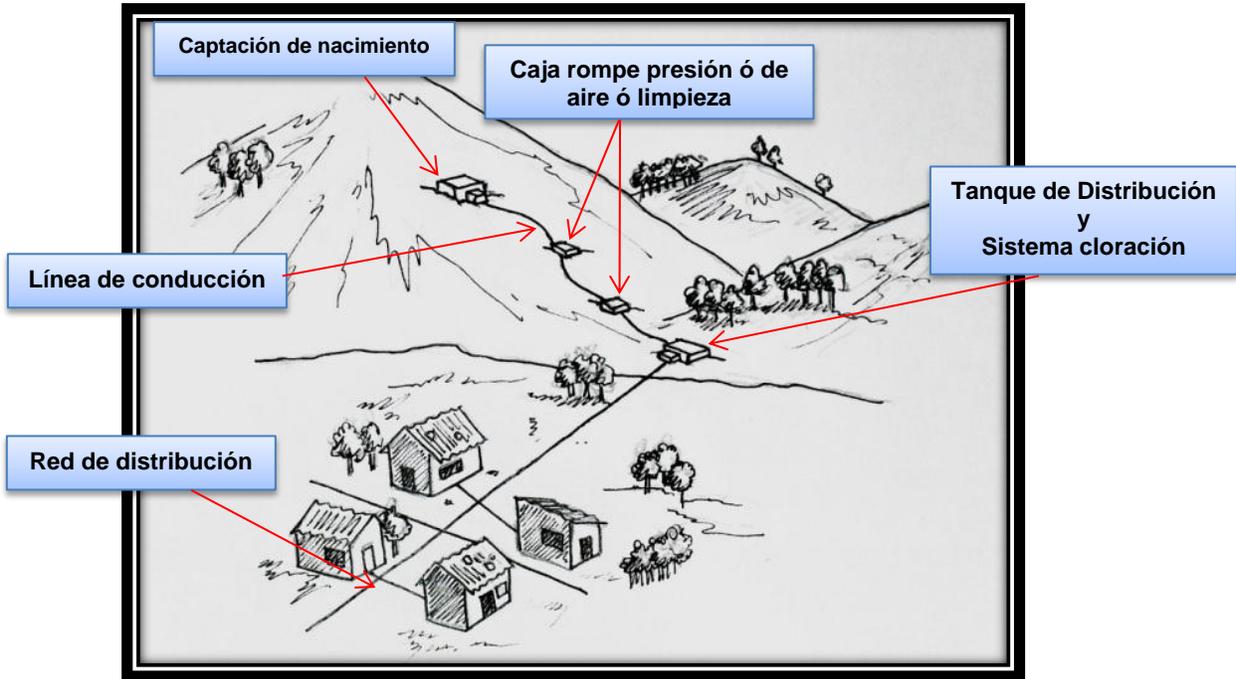


Figura VI. Sistema de agua por gravedad

SISTEMA DE AGUA POR GRAVEDAD (FUENTE SUPERFICIAL)

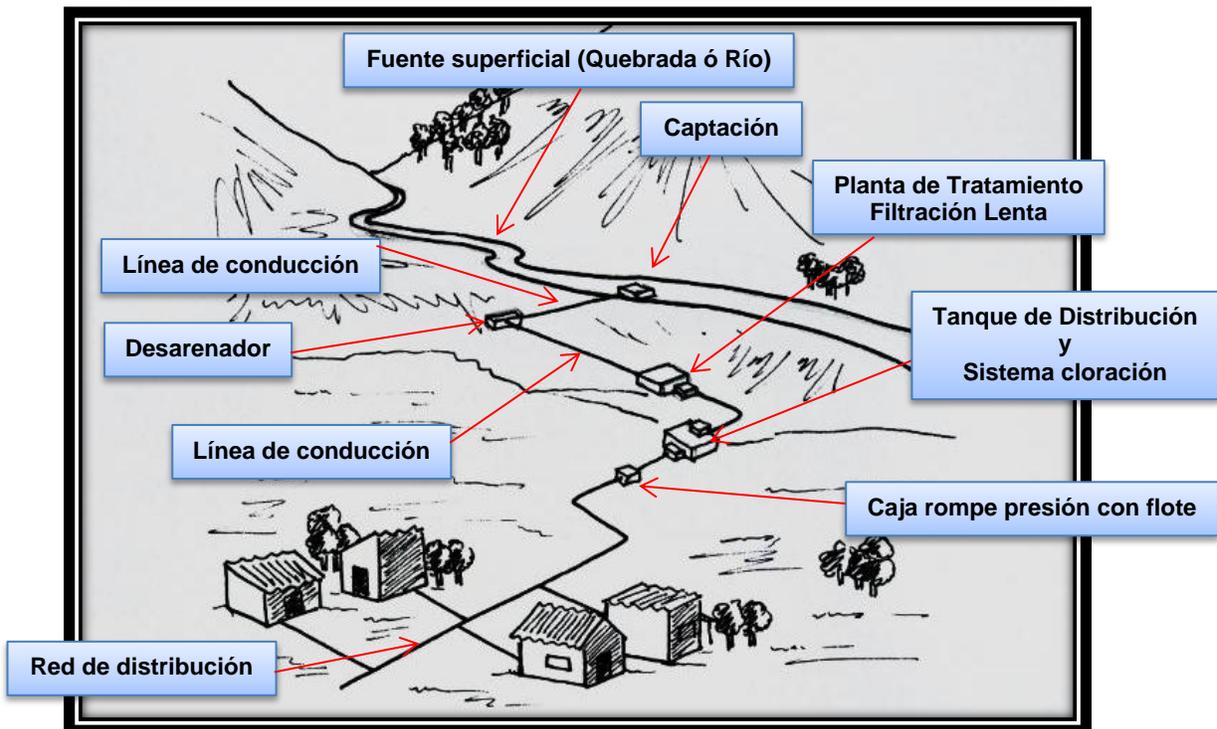


Figura VII Sistema de agua por gravedad

SISTEMA DE AGUA POR BOMBEO (FUENTE POZO)

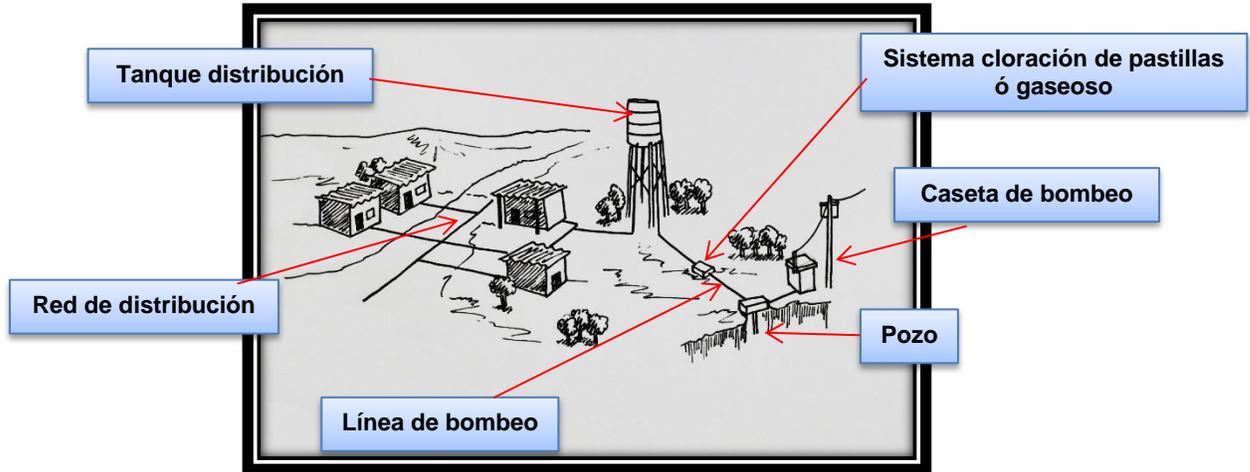


Figura VIII. Sistema de agua por bombeo

SISTEMA DE AGUA POR BOMBEO (FUENTE NACIMIENTO)

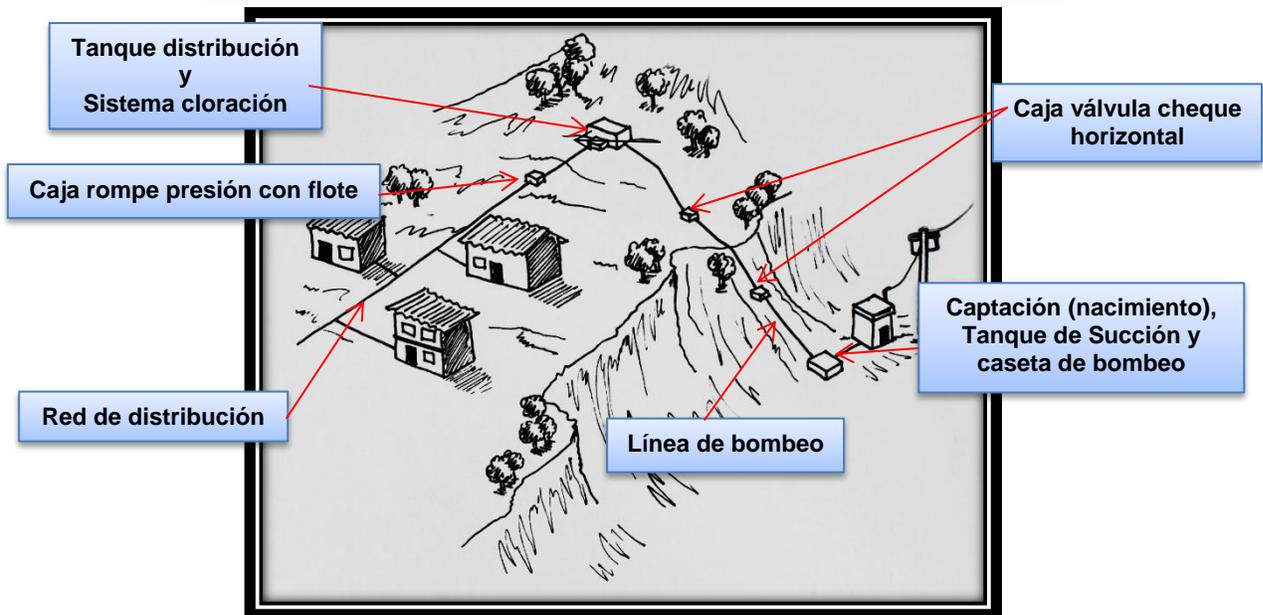


Figura IX. Sistema de agua por bombeo

Dependiendo de la cantidad de agua y del número de habitantes de la comunidad, los tipos de distribución pueden ser:

- a) Llenacántaros
- b) Conexión predial.



Fuente: Cortesía Mario López

**Llenacántaro**

Fuente: Cortesía Mario López

**Conexión predial**

## 2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS POR GRAVEDAD<sup>3</sup>

### 2.1 OPERACIÓN

La operación es el conjunto de acciones adecuadas y oportunas que se efectúan para que todas las partes del sistema funcionen en forma continua y eficiente según las especificaciones de diseño.

### 2.2 MANTENIMIENTO

El mantenimiento se realiza con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en las instalaciones.

- a) **Mantenimiento preventivo.** Es el que se efectúa con la finalidad de evitar problemas en el funcionamiento de los sistemas,
- b) **Mantenimiento correctivo.** Es el que se efectúa para reparar daños causados por acciones extrañas o imprevistas, o deterioros normales por el uso.
  - De la buena operación y mantenimiento de un sistema de agua potable depende que el agua que consumamos sea de buena calidad, y que tengamos un servicio continuo y en la cantidad necesaria, y
  - Además permitirá garantizar la vida útil del sistema y disminuir los gastos de reparaciones.

<sup>3</sup> Fuente: OPS/CEPIS/04.109 UNATSABAR *Procedimientos para la operación y mantenimiento de captaciones y reservorios de almacenamiento.* Lima, 2004. Pág. 4

### 2.3 RESPONSABLE DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El responsable de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento es el Comité ó Comisión de Agua Potable y Saneamiento –CAPS-

El operador u operadora designado(a) por el Comité/Comisión, es la persona responsable de la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones del sistema de agua potable.

El operador u operadora debe cumplir y hacer cumplir todas las funciones y responsabilidades establecidas en el reglamento que se refieren al operador y al usuario. A continuación, algunas de las responsabilidades:

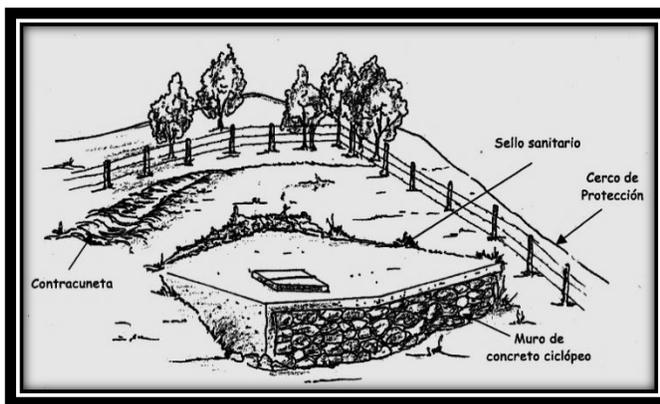
- Operar y mantener adecuadamente el servicio,
- Inspeccionar periódicamente cada componente del sistema,
- Responder ante Comité/Comisión sobre el estado general del sistema,
- Llevar el registro y control de la operación y mantenimiento, haciendo un reporte mensual para el Comité/Comisión, e
- Informar al Comité/Comisión sobre las necesidades de adquisición de materiales, herramientas, repuestos e insumos para el buen funcionamiento del sistema.

El operador u operadora deberá vivir en la comunidad a la que representa, ser usuario, saber leer y escribir, ser mayor de 18 años y, haber participado en los talleres de capacitación para operadores y en las actividades de interés comunal.

Es importante que durante la ejecución de obra se capaciten, además de los miembros del Comité/Comisión a los usuarios de la comunidad, para que posteriormente asuman el cargo de operadores u operadoras.

### 3 CAPTACIONES<sup>4</sup>

Se le llama así a la obra que se construye para captar o tomar el agua del nacimiento y por medio de tuberías llevarla al tanque de distribución y luego distribuirla en la comunidad. Consta de tres partes: la caja filtrante, es donde se recibe el agua del nacimiento y se encuentra la grava gruesa que sirve como filtro; la caja reunidora y es donde se almacena el agua y la caja de válvula de salida.



<sup>4</sup> Fuente: KFW PROFADEC-JICA INFOM-UNEPAR *Manual de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Superficial* Julio, 2012. Págs. 3 -33

## Operación (puesta en marcha)

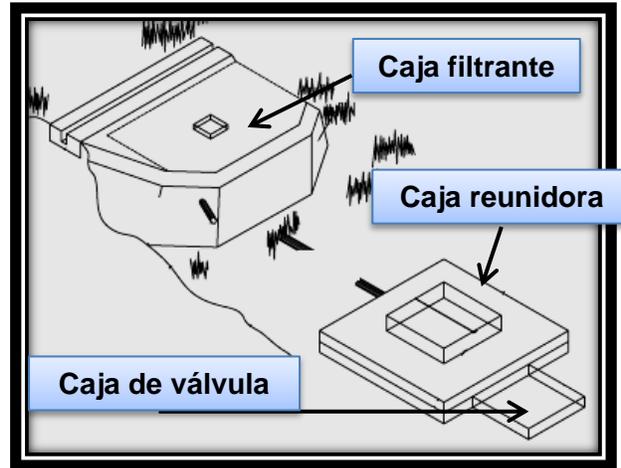
Antes de poner en marcha la captación, deberá hacerse la limpieza y desinfección de la caja reunidora.

- a. Colocar el niple del rebalse en el drenaje de la caja, y
- b. Abrir la válvula de compuerta lentamente.

## Mantenimiento

### Cada mes revisar:

- a. Revisar la caja de captación, el muro y el sello sanitario para verificar si hay grietas, filtraciones o las tapaderas están quebradas,
- b. En caso que observemos filtraciones, hay que repararlas con mezcla de 1 parte de cemento y 3 de arena,
- c. Inspeccionar la contra cuneta; si está obstruida o tapada con basura, tierra, ramas, etc, debemos de limpiarla en su totalidad, eliminando todo objeto que se encuentre en ella,
- d. Lavar el interior de la caja reunidora, para hacerlo se necesita:
  - Cerrar válvula de salida,
  - Quitar tapadera de caja,
  - Abrir válvula de drenaje o quitar niple de rebalse,
  - Remover la tierra que se encuentra en el fondo,
  - Limpiar con cepillo paredes, piso y pichacha con agua; nunca usar jabón o detergente,
  - Al meterse a la caja usar botas de hule limpias, y
  - Dejar correr el agua por el desagüe unos 5 minutos, terminado, cerrar válvula de drenaje o colocar niple de rebalse.
- e. Girar las válvulas para que no se endurezcan; girar  $\frac{1}{4}$  de vuelta hacia la izquierda y derecha, aplicarle unas gotas de aceite, así como a los candados,
- f. Pintar con pintura anticorrosiva, todas las partes de metal,
- g. Revisar la tubería; si existen fugas, debemos repararlas inmediatamente,
- h. Inspeccionar el área alrededor del nacimiento para detectar posibles focos de contaminación, tales como desagües, letrinas, basuras, desperdicios y desechos de animales,



Fuente: Cortesía Mario López

- i. En caso de deforestación, informar inmediatamente al Comité/Comisión para que tome las acciones necesarias de investigación sobre los responsables y que avise a la Municipalidad,
- j. Revisar el cerco de protección y repararlo si tiene daños,

### Cada 6 meses

- a. Desinfectar con cloro las cajas filtrante y reunidora o cuando se realice una reparación, para ello, seguir el procedimiento siguiente:
  - Cerrar válvula de salida,
  - Abrir válvula de drenaje o quitar niple de rebalse, luego vaciar la caja reunidora hasta la altura de la pichacha,
  - Cerrar válvula de drenaje ó colocar niple de rebalse,
  - Echar una bolsa de cloro en la caja reunidora y dejar que se llene la caja y dejarla correr por el rebalse durante una hora, luego colocar tapadera, y
  - Abrir válvula de salida.

## 4 GALERÍAS DE INFILTRACIÓN

Las galerías de infiltración, es un tipo de captación que permite recolectar el agua del manantial que sale del subsuelo en forma vertical.

Cuando el manantial es vertical y concentrado, la captación consta de tres partes: la primera, sistemas de zanjas, aquí se recolecta el agua, a través de una tubería perforada, la segunda, corresponde a una caja reunidora, que sirve para almacenar el agua y la tercera, es la caja de válvula de salida.

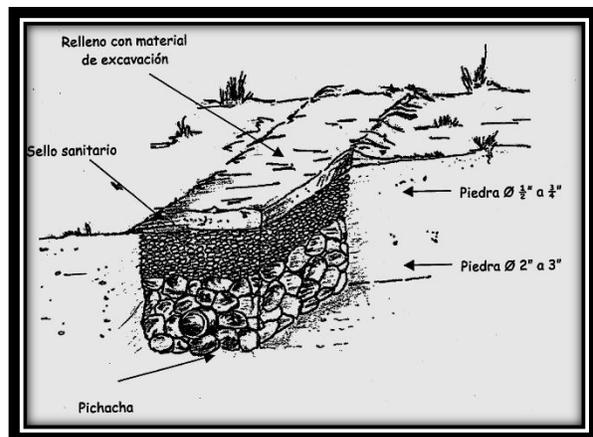
### Operación (puesta en marcha)

Antes de poner en marcha la captación, deberá hacerse la limpieza y desinfección de la caja reunidora.

- a. Colocar el niple del rebalse en el drenaje de la caja, y
- b. Abrir la válvula de compuerta lentamente.

### Cada mes

- a. Revisar la caja reunidora para verificar si hay grietas, filtraciones o las tapaderas están quebradas,
- b. En caso que observemos filtraciones, hay que repararlas con mezcla de 1 parte de cemento y 3 de arena,
- c. Lavar el interior de la caja reunidora, para hacerlo se necesita:



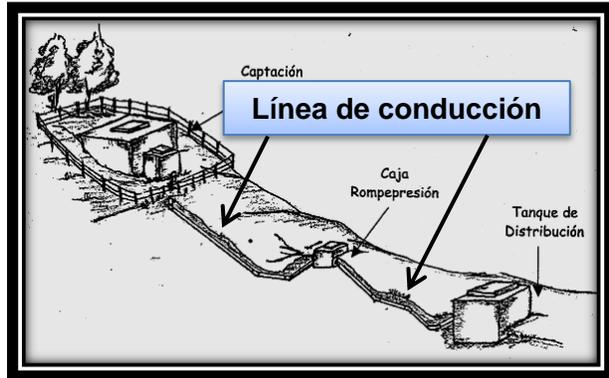
- Cerrar válvula de salida,
  - Quitar tapadera de caja,
  - Abrir válvula de drenaje o quitar niple de rebalse,
  - Remover la tierra que se encuentra en el fondo,
  - Limpiar con cepillo paredes, piso y pichacha con agua; nunca usar jabón o detergente,
  - Al meterse a la caja usar botas de hule limpias, y
  - Dejar correr el agua por el desagüe unos 5 minutos, terminado, cerrar válvula de drenaje o colocar niple de rebalse.
- d. Girar las válvulas para que no se endurezcan; girar  $\frac{1}{4}$  de vuelta hacia la izquierda y derecha, aplicarle unas gotas de aceite, así como a los candados,
- e. Pintar con pintura anticorrosiva, todas las partes de metal,
- f. Revisar la tubería; si existen fugas, debemos repararlas inmediatamente,
- g. Limpiar el área donde se encuentra la galería (zanja); evitar crecimiento de plantas que tienen raíces profundas, para que no tapen los agujeros de la tubería y estorben el buen funcionamiento de la galería,
- h. Revisar la capa de impermeabilidad de la galería para localizar posibles filtraciones de agua superficial. Debemos reparar las filtraciones para evitar contaminación,
- i. Inspeccionar el área alrededor del nacimiento para detectar posibles focos de contaminación, tales como desagües, letrinas, basuras, desperdicios y desechos de animales,
- j. En caso de deforestación, informar inmediatamente al Comité/Comisión para que tome las acciones necesarias de investigación sobre los responsables y que avise a la Municipalidad,
- k. Revisar el cerco de protección y repararlo si tiene daños,

#### Cada 6 meses

- l. Desinfectar con cloro las cajas filtrante y reunidora o cuando se realice una reparación, para ello, seguir el procedimiento siguiente:
- Cerrar válvula de salida,
  - Abrir válvula de drenaje o quitar niple de rebalse, luego vaciar la caja reunidora hasta la altura de la pichacha,
  - Cerrar válvula de drenaje ó colocar niple de rebalse,
  - Echar una bolsa de cloro en la caja reunidora y dejar que se llene la caja y dejarla correr por el rebalse durante una hora, luego colocar tapadera, y
  - Abrir válvula de salida.

## 5 LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción, es la tubería que conduce el agua de la captación hasta el tanque de distribución.



### Operación (puesta en marcha)

Antes de poner en marcha la línea de conducción, deberá hacerse la desinfección de la tubería. La desinfección se hará únicamente cuando se pone en operación por primera vez, para aguas subterráneas y superficiales.

- Abrir la válvula de limpieza más cercana para eliminar los sedimentos existentes y el aire acumulado,
- De ser necesario maniobrar las válvulas de aire, para que salga éste, y
- Cuando el agua salga clara y ya no salga aire, llenar la tubería, cerrando lentamente la válvula de limpieza.

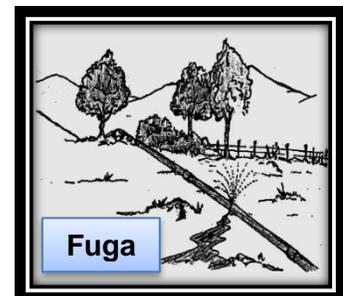
### Desinfección de la tubería

- Cerrar válvula de compuerta de ingreso al tanque de distribución y válvula de ingreso al hipoclorador,
- En un bote de 5 galones con agua, echar 1 onza de hipoclorito de calcio (50 miligramos por litro) y mezclarlo,
- Echar en la caja reunidora únicamente el líquido o echar un galón de cloro líquido (hipoclorito de sodio),
- Dejar que se llene la tubería con la solución de cloro y que permanezca llena durante 4 horas,
- Vaciar la tubería con la solución de cloro por las válvulas de limpieza y dejar correr el agua hasta cuando ya no se sienta el olor a cloro,
- Cuando ya no se sienta el olor a cloro, cerrar lentamente las válvulas de limpieza, y
- Abrir válvula de compuerta de ingreso al tanque de distribución y válvula de ingreso al hipoclorador.

### Mantenimiento

#### Cada mes

- Recorramos toda la línea y revisemos si hay fugas de agua, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la tubería. Si encontramos alguna parte húmeda, debemos excavar con cuidado y mirar si se trata de alguna fuga,

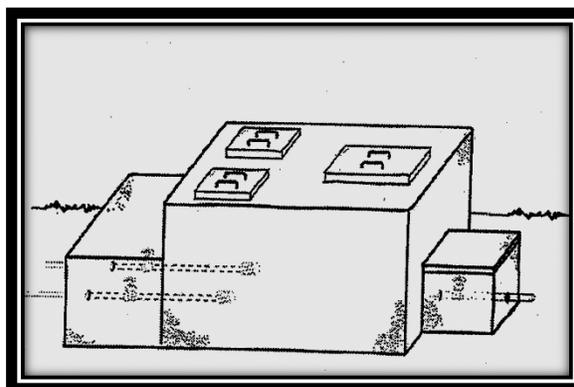


- b. Si la tubería es de PVC, debemos asegurarnos que en ningún lugar esté descubierta o al aire libre. Asimismo, debemos verificar el estado de estructuras tales como cajas de válvulas de aire y limpieza, pasos aéreos o colgantes y pasos de zanjón,
- c. Limpiemos los alrededores del área donde se encuentra instalada la tubería, quitando la maleza, ramas, hojas, etc, con el fin de facilitar la inspección,
- d. Si encontramos algún problema, debemos repararlo inmediatamente. Si el problema requiere de una reparación mayor, debemos comunicárselo al Comité/Comisión para que se tomen las medidas correctivas necesarias,
- e. Siempre debemos recordarles a los beneficiarios, que informen inmediatamente al Comité/Comisión, si hay algún problema en cualquier tramo de la tubería.

## 5.1 OBRAS EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

### 5.1.1 CAJAS DISTRIBUIDORAS DE CAUDALES

Las cajas distribuidoras de caudales se colocan en las líneas de conducción para distribuir el agua de acuerdo al tamaño de los sectores que hay en las comunidades. La distribución del caudal se hace a través de vertederos rectangulares.



#### Operación (puesta en marcha)

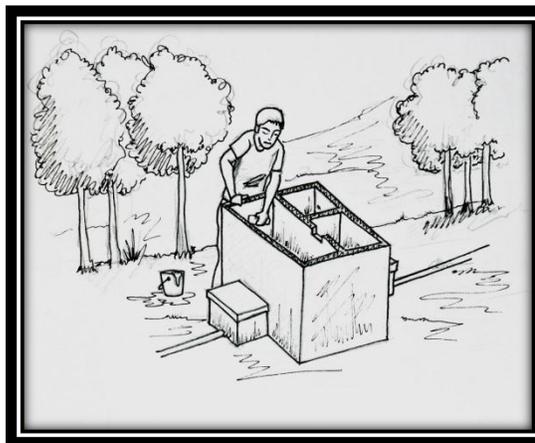
Antes de poner en marcha la caja distribuidora, deberá hacerse la limpieza y desinfección de las cajas.

- a. Colocar los nipples del rebalse en el codo del drenaje de las cajas, y
- b. Abrir las válvulas de compuerta lentamente.

#### Mantenimiento

##### Cada mes

- a. Hagamos una revisión general del estado de las cajas y las válvulas: asegurémonos de girar las válvulas para que no se endurezcan; girar  $\frac{1}{4}$  de vuelta hacia la izquierda y derecha, aplicarle unas gotas de aceite, así como a los candados,
- b. Revisar la caja distribuidora para verificar si hay grietas, filtraciones o las tapaderas están quebradas,
- c. En caso que observemos filtraciones, hay que repararlas con mezcla de 1 parte de cemento y 3 de arena,
- d. Pintar con pintura anticorrosiva, todas las partes de metal,



- e. Revisar la tubería; si existen fugas, debemos repararlas inmediatamente,

### Cada tres meses

- a. Lavar el interior de las cajas, para hacerlo se necesita:
  - Cerrar válvula de entrada,
  - Quitar las tapaderas,
  - Abrir válvula de drenaje o quitar niples de rebalse de cada caja,
  - Remover la tierra que se encuentra en el fondo,
  - Limpiar con cepillo paredes, piso y pichacha con agua; nunca usar jabón o detergente,
  - Al meterse a la caja usar botas de hule limpias,
  - Dejar correr el agua por el desagüe unos 5 minutos, terminado, cerrar válvula de drenaje o colocar niples de rebalse, y
  - Abrir válvula de entrada lentamente.

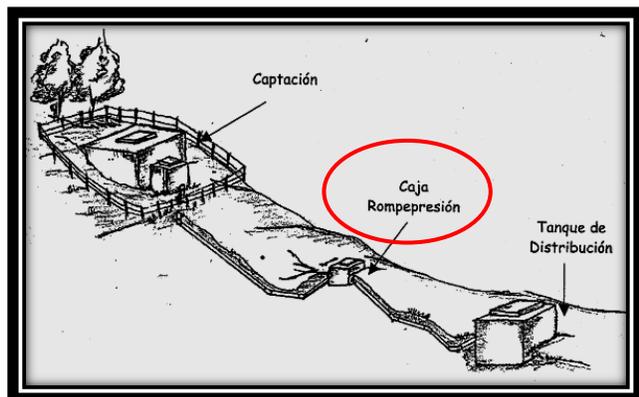
### Cada 6 meses

- a. Desinfectar con cloro las cajas filtrante y reunidora o cuando se realice una reparación, para ello, seguir el procedimiento siguiente:
  - Cerrar válvula de entrada,
  - Abrir válvula de drenaje o quitar niple de rebalse de cada caja, luego vaciar las cajas distribuidora hasta la altura de las pichachas,
  - Cerrar válvula de drenaje de cada caja ó colocar los niples de rebalse,
  - Echar una bolsa de cloro en cada caja distribuidora y dejar que se llene la caja y dejarla correr por el rebalse durante una hora, luego colocar tapaderas, y
  - Abrir válvula de entrada.

## 5.1.2 CAJAS ROMPE PRESIÓN SIN FLOTE Y CAJAS REUNIDORAS DE CAUDAL

**Las cajas rompe presión sin válvula de flote** sirven para eliminar la presión que se forma dentro de la tubería de conducción, cuando ésta ha bajado grandes alturas, se ubican entre la captación y el tanque de distribución y pueden ser una o varias.

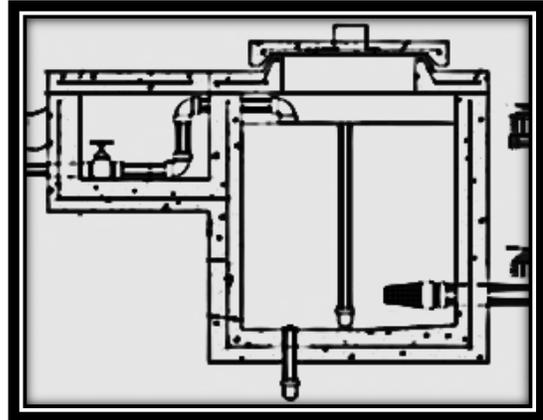
**Las cajas reunidoras de caudal** sirven para unificar o unir varias fuentes o nacimientos, y de éstas se conduce el agua hacia el tanque de distribución.



## Operación (puesta en marcha)

Antes de poner en marcha la caja rompe presión o reunidora, deberá hacerse la limpieza y desinfección de la caja.

- a. Colocar el niple de rebalse en el codo del drenaje de la caja, y
- b. Abrir las válvulas de compuerta de ingreso lentamente.



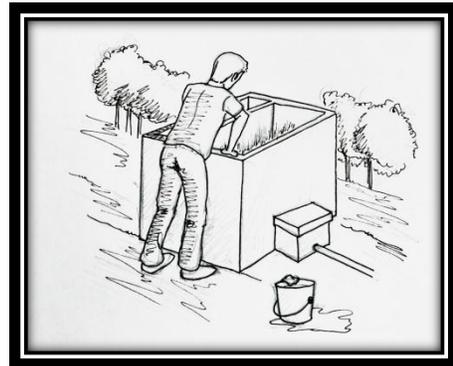
## Mantenimiento

### Cada mes

- a. Hagamos una revisión general del estado de las cajas y las válvulas de compuerta; asegurémonos que las válvulas giren con facilidad, es decir, girar  $\frac{1}{4}$  de vuelta hacia la izquierda y derecha, para evitar que se endurezcan, aplicarle unas gotas de aceite, así como a los candados,
- b. Si hay grietas en los muros, las debemos reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena, y
- c. Revisemos la tubería; si existen fugas, debemos repararlas.

### Cada tres meses

- d. Lavar el interior de la caja, para hacerlo se necesita:
  - Cerrar válvula de entrada,
  - Quitar las tapaderas,
  - Quitar válvula de pila o quitar niple de rebalse,
  - Remover la tierra que se encuentra en el fondo,
  - Limpiar con cepillo paredes, piso y pichacha con agua; nunca usar jabón o detergente,
  - Al meterse a la caja usar botas de hule limpias,
  - Dejar correr el agua por el desagüe unos 5 minutos, terminado, colocar válvula de pila o colocar niple de rebalse, y
  - Abrir válvula de entrada lentamente.



### Cada 6 meses

- e. Desinfectar con cloro las cajas ó cuando se realice una reparación, para ello, seguir el procedimiento siguiente:
  - Cerrar válvula de entrada,
  - Quitar válvula de pila o quitar niple de rebalse de la caja, luego vaciar la caja,
  - En un bote de 5 galones con agua, echar  $\frac{1}{2}$  bolsa de cloro líquido y mezclar,

- Con la solución y un cepillo plástico, limpiar paredes y luego el piso, protegerse la mano con una bolsa plástica amarrada a la muñeca,
- Eliminar los restos de cloro y dejar que el agua sucia salga por el drenaje,
- Colocar válvula de pila ó colocar el niple de rebalse, y
- Abrir válvula de entrada lentamente.

Si existen varias cajas rompe presión, se iniciará con la caja que esté más arriba, luego continuar con el procedimiento de limpieza y desinfección con la siguiente caja hasta llegar a la caja que se encuentre más abajo.

### 5.1.3 VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE AIRE

El aire disuelto en el agua o aquel que queda atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de aire que puede acumularse disminuye la sección de la tubería y por lo tanto, reduce su capacidad de conducción. La cantidad acumulada de aire puede ser tanta que llega a impedir completamente la circulación del agua. La eliminación del aire se obtiene con el empleo de una válvula automática de aire o válvula ventosa.



Fuente: Cortesía Mario López

Las válvulas automáticas de aire permiten tanto la salida del aire como su ingreso. El ingreso de aire se produce cuando se inicia bruscamente la salida de agua, como en el caso de una rotura; de no contarse con la válvula de aire, pueden llegar a producirse presiones negativas dentro de la tubería, la que puede llegar a romperse si es de PVC, o a colapsarse si es galvanizada o de acero. Las válvulas de aire pueden ser de PVC o metal.

#### Operación (puesta en marcha)

Antes de poner en marcha las válvulas de aire, deberá hacerse la limpieza respectiva.

- a. Abrir la válvula de compuerta o globo, y
- b. Maniobrar las válvulas para que salga el aire.

#### Mantenimiento

##### Cada mes:

- a. Hagamos una revisión general del estado de la caja. Si hay grietas en los muros, las debemos reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena,
- b. Revisemos la tubería; si existen fugas, debemos repararla inmediatamente,



**Cada tres meses:**

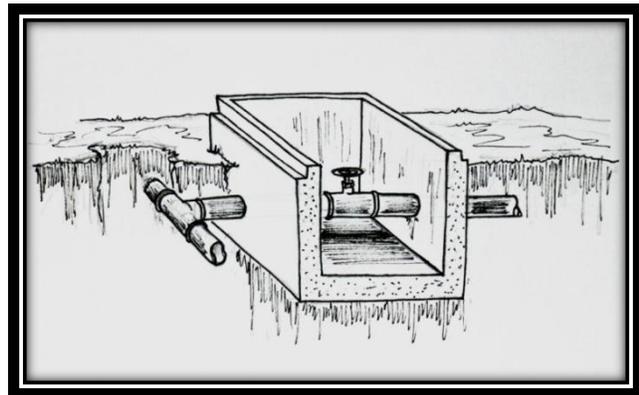
- c. Hagamos una revisión de roturas o fugas en la válvula de aire, la válvula de globo o en la te reductora,
- d. Verifiquemos si expulsa aire,
- e. Revisemos internamente la válvula de aire, para verificar si tiene óxido, y
- f. Debemos limpiar y lubricar el mecanismo interno.

### 5.1.4 VÁLVULAS DE COMPUERTA PARA LIMPIEZA

Las válvulas para limpieza sirven para sacar sedimentos y lodos que se acumulan en las partes más bajas de la línea de conducción.

**Operación**

- a. Abrir la válvula de compuerta para que salga los sedimentos acumulados, y
- b. Cuando el agua empiece a salir clara, cerrar la válvula lentamente.



**Mantenimiento**

**Cada tres meses:**

- a. Hagamos una revisión general del estado de la caja. Si hay grietas en los muros, las debemos reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena,
- b. Revisemos las tuberías; si existen fugas, debemos repararlas inmediatamente,
- c. Abramos completamente la válvula para dejar salir los sedimentos y lodos, y
- d. Después de dos minutos, volvamos a cerrar completamente la válvula.

### 5.1.5 PASOS DE ZANJÓN

La tubería de la línea de conducción a veces tiene que atravesar zanjas naturales o quebradas; para ello se construyen estructuras que se llaman pasos de zanjón.



### 5.1.6 PASOS AÉREOS

Los pasos aéreos o puentes colgantes se construyen cuando la tubería tiene que atravesar ríos caudalosos o muy anchos. Fuente: Cortesía Mario López

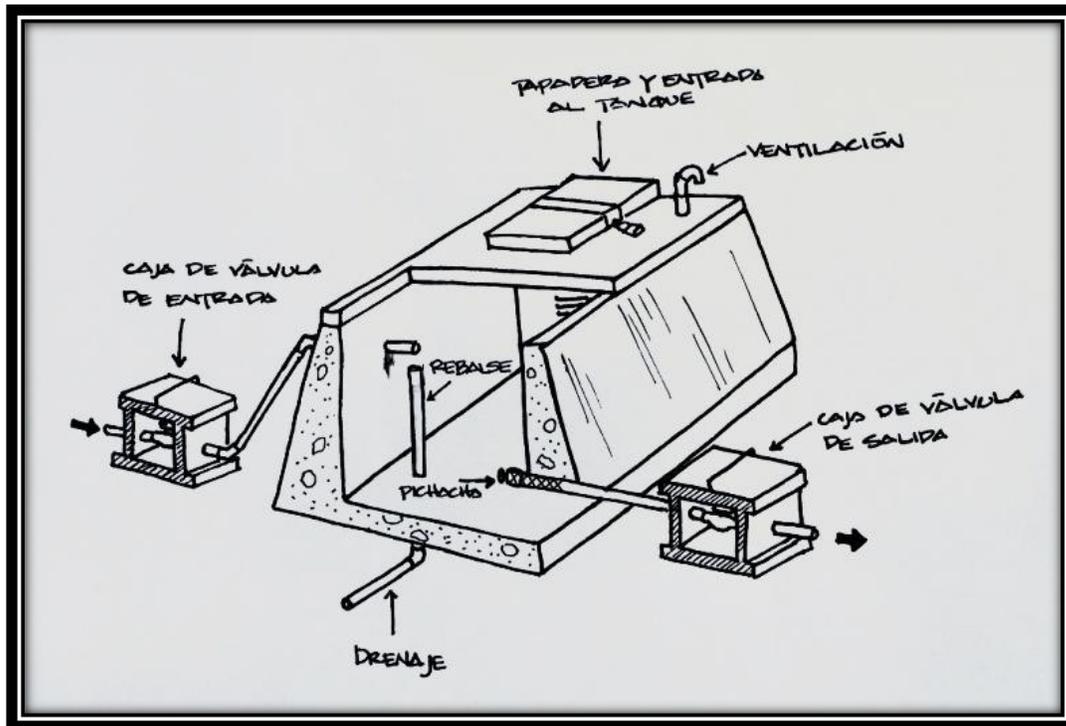
Ni los pasos de zanjón ni los pasos aéreos requieren un mantenimiento específico. Sin embargo, cada mes cuando recorremos toda la línea de conducción o de distribución, debemos hacer una revisión general de las estructuras y hacer las reparaciones necesarias si detectamos problemas.



Fuente: Cortesía Mario López

## 6 TANQUES DE DISTRIBUCIÓN

El tanque de distribución sirve para almacenar y distribuir el agua a la comunidad. Su tamaño varía según el número de habitantes, éstos pueden ser de concreto, concreto ciclópeo o de mampostería de piedra.



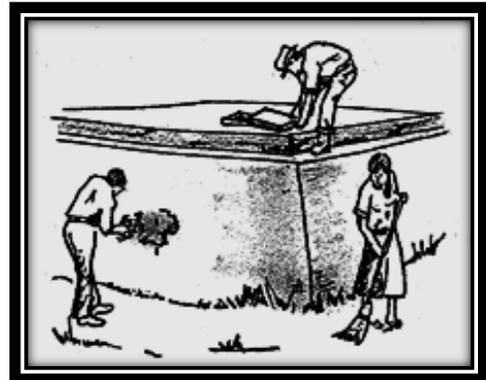


Fuente: Cortesía Mario López

## Operación (puesta en marcha)

Antes de poner en marcha el tanque de distribución, deberá hacerse la limpieza y desinfección del tanque

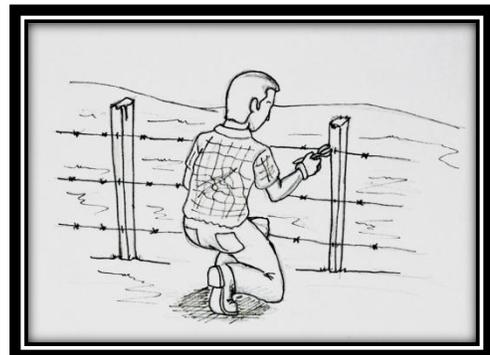
- a. Colocar el niple del rebalse en el drenaje de la caja o cerrar la válvula de compuerta,
- b. Cerrar válvula de compuerta del by-pass,
- c. Abrir las válvulas de compuerta de ingreso y salida del tanque, y
- d. Abrir válvula de compuerta de hipoclorador, si es de pastillas.



## Mantenimiento

### Cada mes:

- a. Debemos verificar si hay grietas en los muros, tapaderas o losas. Si detectamos grietas debemos repararlas con mezcla de una parte de cemento por tres de área,
- b. Revisemos el interior del tanque, usemos una linterna para ver mejor,
- c. Verifiquemos el cerco de protección y repararlo si está roto,
- d. Revisemos los candados de las tapaderas y echémosles un poco de aceite para lubricarlos y que entre la llave fácilmente,
- e. Hagamos una revisión general del estado de las cajas y las válvulas de entrada, salida y drenaje: asegurémonos de girar las válvulas para que no se endurezcan; girar  $\frac{1}{4}$  de vuelta hacia la izquierda y derecha, aplicarle unas gotas de aceite para lubricarlas,

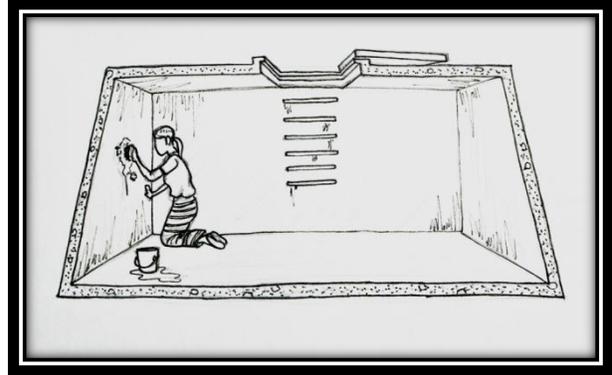


- f. Reponer el cloro en el hipoclorador

#### Cada tres meses:

Debemos lavar el interior del tanque o hacerlo más seguido en caso de ser necesario, para ello seguir el procedimiento siguiente:

- Cerrar válvula del hipoclorador,
- Abrir válvula del by-pass,
- Cerrar válvula de entrada al tanque,
- Cerrar válvula(s) de salida del tanque,
- Abrir válvula de drenaje o quitar el niple del rebalse para vaciar el tanque,
- Ingresar al tanque con botas de hule limpias,
- No debemos de usar ningún tipo de jabón o detergente,
- Limpiar paredes y piso con cepillos plásticos y agua únicamente, remover los sedimentos del fondo,
- Abrir válvula de ingreso al tanque y dejar correr el agua durante 20 minutos para sacar toda la suciedad por el drenaje del tanque, terminada la limpieza,
- Cerrar válvula de by-pass,
- Abrir válvula del hipoclorador, y
- Al estar lleno el tanque, abrir válvula de salida lentamente.



#### Cada 6 meses

Desinfectar con cloro las paredes y piso del tanque o cuando se realice una reparación, para ello, seguir el procedimiento siguiente:

- Cerrar válvula de salida y entrada al tanque,
- Cerrar válvula del hipoclorador,
- Abrir válvula de by-pass,
- Abrir válvula de drenaje o quitar niple de rebalse, luego vaciar el tanque,
- En botes de 5 galones con agua vaciar ½ bolsita de cloro líquido y moverlo para que se mezcle,
- Con la solución y un cepillo plástico, limpiar paredes y luego el piso, protegerse la mano con una bolsa plástica amarrada a la muñeca,
- Abrir válvula de entrada al tanque y dejar correr el agua para eliminar los restos de cloro y dejar que el agua sucia salga por el drenaje,
- Cerrar válvula de drenaje ó colocar el niple del rebalse,
- Cerrar válvula de by-pass,
- Abrir válvula del hipoclorador, y
- Esperar que el tanque se llene y luego abrir válvula de salida lentamente.

**Cada año:**

- Pintar con pintura anticorrosiva todos los elementos de metal, y
- Pintar las paredes externas y el techo del tanque.



Fuente: [www.google.com.gt](http://www.google.com.gt) ; (22/11/12; 8:53 pm)

## 6.1 HIPOCLORADORES

Con el fin de garantizar, que el agua que vamos a tomar sea realmente potable y no contenga bacterias y otros microorganismos que puedan afectar nuestra salud y principalmente la salud de nuestros hijos, cada sistema debe de tener un equipo para desinfectar el agua.

Este equipo se llama hipoclorador y su función es suministrar constantemente una solución hecha a base de hipoclorito de calcio y agua, la que permite que el agua almacenada en el tanque de distribución sea apta para el consumo humano. Generalmente se utilizan dos tipos de hipoclorador: el de carga constante y el de pastillas, ver figura X y XI.

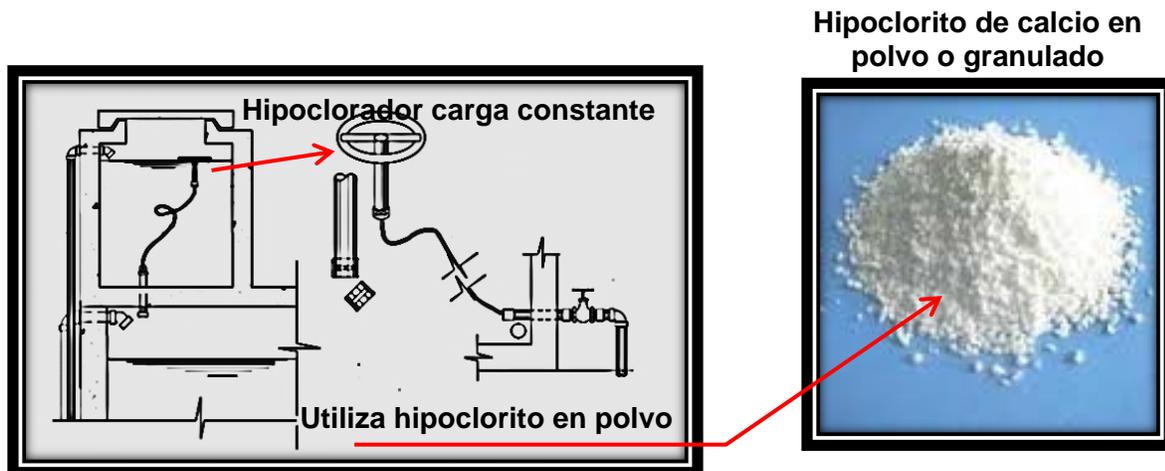
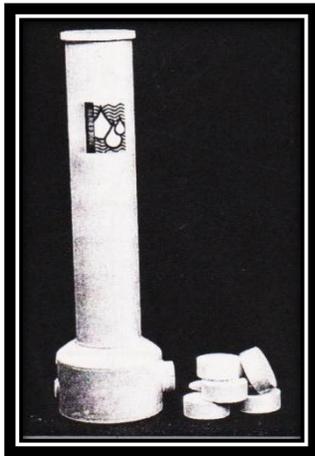
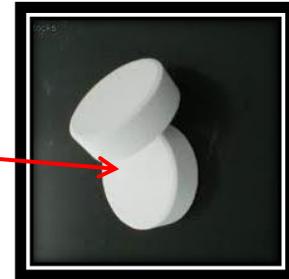


Figura X. Hipoclorador de carga constante



Hipoclorador de pastillas

Fuente: Cortesía Mario López



Pastillas de hipoclorito de calcio

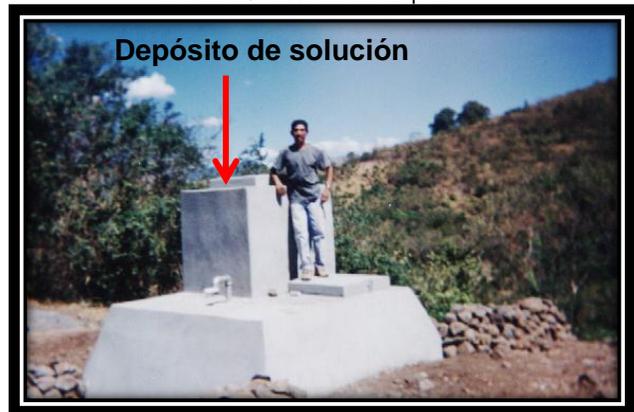
Figura XI. Hipoclorador de pastillas

El hipoclorador está ubicado sobre el tanque de distribución, exactamente en la entrada del tubo de la línea de conducción. La correcta instalación y operación de este equipo es necesario para lograr la desinfección del agua antes de su distribución.

Los componentes principales del hipoclorador de carga constante, ver figura X, son:

- i. **Alimentación de agua:** se puede hacer a través de un chorro de 1/2" que se encuentra en el tanque de solución de hipoclorito,
- ii. **Depósito de solución:** este tanque es de concreto reforzado, cuyo volumen es de 1 x 1 x 1 m = 1 metro cúbico = 1000 litros, cuya función es almacenar la solución de hipoclorito de calcio, y
- iii. **Dosificador:** es el dispositivo que dosifica la solución al caudal de entrada al tanque de distribución, es decir, en el dosificador se determina cual es la cantidad de solución que ha de aplicarse de acuerdo al caudal que está ingresando al tanque de distribución y consta de: un flotador y el dosificador.

Fuente: Cortesía Mario López



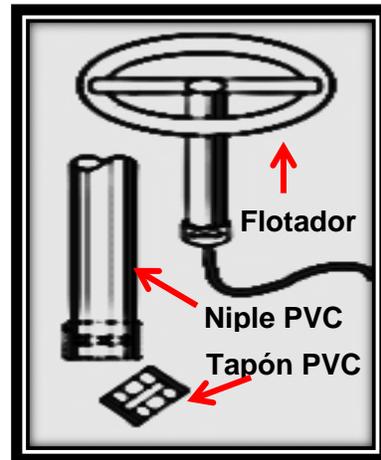
Depósito de solución

**Dosificador:** es un niple de PVC que puede ser de 1-1/2" o 2" de diámetro y 20 centímetros de largo. En la parte inferior se coloca un tapón hembra de PVC del diámetro del niple; al tapón se le abre una ranura de 1 centímetro de ancho por 2 pulgadas de largo. En el centro del tapón se perfora un agujero de 1/4 de pulgada de diámetro que servirá para colocar la manguera que conducirá la solución al tanque. Al niple se le perfora de 2 a 4 agujeros en la parte inferior, de

manera que al colocar el tapón, los agujeros queden al centro de la ranura, para que la solución pase sin ningún problema.

**Flotador:** consiste un aro de tubo de PVC y al centro se le pega una hembra del mismo material para pegar el niple PVC

**Los componentes principales del hipoclorador de pastillas,** ver figura XI, son:



- i. **Alimentación de agua:** se hace a través de una derivación de la tubería de entrada al tanque y se conecta en la parte inferior del equipo,
- ii. **Caja de protección:** es una caja de 1 x 1 x 1 m que sirve para proteger al equipo, puede ser de block pineado o mampostería de piedra,
- iii. **Dosificador:** este equipo es un sistema automático que utiliza pastillas de hipoclorito de calcio de 3 pulgadas de diámetro, las pastillas se colocan adentro del equipo. El agua ingresa en la parte inferior y entra en contacto con las pastillas (desgastándolas); la cantidad de cloro que se necesita se controla por el flujo de agua que entra al equipo y el agua sale por la descarga del mismo hacia el tanque de distribución con la dosificación deseada.

**Es importante indicar que la caída de la solución de cloro al tanque, deberá ser a la entrada del tubo de la línea de conducción, es decir, la solución deberá caer sobre el chorro de agua que ingresa al tanque, con el propósito de lograr que se mezclen en un tiempo relativamente corto.**

### 6.1.1 DOSIFICADOR DE CARGA CONSTANTE

**Cada cuatro o cinco días:**

Debemos preparar la solución de hipoclorito al 0.1% que vamos a agregar al agua que distribuimos a la comunidad, cada tres o cuatro días, dependiendo del caudal de agua que entra al tanque de distribución.

Para preparar la solución de hipoclorito al 0.1%, debemos de conocer el volumen del depósito de solución, para ello hay que medir el ancho, largo y el alto. Al medir obtenemos los siguientes datos:

Ancho = 1 m; largo = 1 m y alto = 0.80 m; para obtener el volumen en litros lo hacemos de la siguiente manera: Volumen = 1 x 1 x 0.80 x 1000 = 800 litros



Fuente: Cortesía Mario López

Al hipoclorito de calcio se le conoce también como Hth. Para obtener la cantidad de gramos de hth en polvo que hay que echar al depósito lo hacemos así:

Gramos de hth =  $800 \times \text{volumen depósito} / (65 \times 10) = 800 \times 1000 / (65 \times 10) = 1,230.77$  gramos de hth, para pasarlo a libras se hace de la siguiente forma:

Gramos de hth =  $1230.77 / 460 = 2.68$  libras; para saber cuántas onzas hay en 0.68 se multiplica por 16 =  $0.68 \times 16 = 10.88$  onzas, que es equivalente a 11 onzas.

Gramos de hth = 2 libras con 11 onzas.

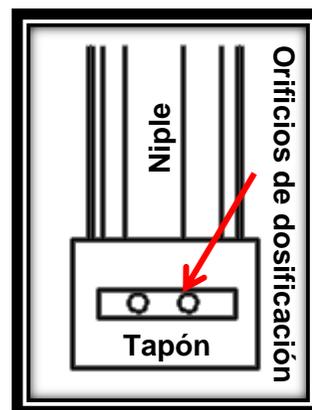
#### Preparación de solución:

- i. Llenar el depósito con agua, para ello hay que abrir el chorro o la válvula de compuerta,
- ii. Medir 2 libras con 11 onzas,
- iii. En un bote de 5 galones llenarlo hasta  $\frac{3}{4}$  con agua,
- iv. Echar las 2 libras con 11 onzas al bote con agua y menearlo hasta que se disuelva bien el hipoclorito, luego hay que dejarlo sedimentar o que repose. Al estar sedimentado, vamos a observar un líquido claro y en el fondo se mira un sedimento de color blanco. Únicamente el líquido claro, hay que echarlo al depósito, el fondo blanco no, hay que desecharlo porque este material produce taponamientos en las llaves y tubería. Ya está preparada la solución de hipoclorito al 0.10%,

**¿Ahora, cómo saber la cantidad de solución que hay que aplicar al agua que está ingresando al tanque?** Primero tenemos que saber el caudal que está ingresando al tanque, en el anexo 1, se indica el procedimiento para realizar un aforo. Vamos a suponer que el caudal que ingresa al tanque es de 2 litros por segundo (lps) y lo hacemos así:

**Dosificación** =  $\text{Caudal} \times 86,400 / 1000 = 2 \times 86,400 / 1000 = 172.8$  litros por día (lpd). Ahora necesitamos estar seguros que debe dosificarse 172.8 lpd para un caudal de 2 lps, para ello vamos a calcular la cantidad y diámetro de los orificios que debe tener el niple.

Para hacerlo nos vamos a apoyar de la tabla X. Conocemos el caudal que ingresa al tanque de distribución y es de 2 lps, buscamos en la columna 1 el caudal de 2 lpd y en la columna 3 indica que el orificio estará a 6 centímetros del nivel de solución y hay que perforar en el niple 1 orificio de 5/64 pulgadas, ver Figura XII.



**Tabla X. Diámetro orificio y ubicación**

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5
Caudal ingreso a tanque dist	Caudal dosificación (lpd)	Profundidad orificios (cms)	Cantidad orificios	Diámetro orificio (pulg)
0.1	8.64	2	2	1/64
0.2	17.28	4	3	1/64
0.3	25.92	1	1	3/64
0.4	34.56	2	1	3/64
0.5	43.2	3	1	3/64
0.6	51.84	4	1	3/64
0.7	60.48	6	1	3/64
0.8	69.12	6	1	3/64
0.9	77.76	3	2	3/64
1	86.4	3	2	3/64
1.1	95.04	4	2	3/64
1.2	103.68	4	2	3/64
1.3	112.32	5	2	3/64
1.4	120.96	3	3	3/64
1.5	129.6	3	3	3/64
1.6	138.24	1	2	5/64
1.7	146.88	5	1	5/64
1.8	155.52	5	1	5/64
1.9	164.16	6	1	5/64
<b>2</b>	<b>172.8</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>5/64</b>
2.1	181.44	7	1	5/64
2.2	190.08	7	1	5/64
2.3	198.72	2	2	5/64
2.4	207.36	9	1	5/64
2.5	216	9	1	5/64
2.6	224.64	3	2	5/64
2.7	233.28	5	4	3/64
2.8	241.92	6	4	3/64
2.9	250.56	3	2	5/64
3	259.2	4	2	5/64
3.1	267.84	4	2	5/64
3.2	276.48	4	2	5/64
3.3	285.12	4	2	5/64
3.4	293.76	2	3	5/64
3.5	302.4	2	3	5/64
3.6	311.04	3	1	1/8
3.7	319.68	3	1	1/8
3.8	328.32	4	1	1/8
3.9	336.96	4	1	1/8

continuación Tabla X. Diámetro orificio y ubicación

4	345.6	4	1	1/8
4.1	354.24	4	1	1/8
4.2	362.88	4	1	1/8
4.3	371.52	1	1	3/16
4.4	380.16	2	1	5/32
4.5	388.8	2	1	5/32
4.6	397.44	2	1	5/32
4.7	406.08	2	1	5/32
4.8	414.72	2	3	3/32
4.9	423.36	2	3	3/32
5	432	2	3	3/32

$Q = 0.61 * A * (2 * g * h) ^ 0.5$

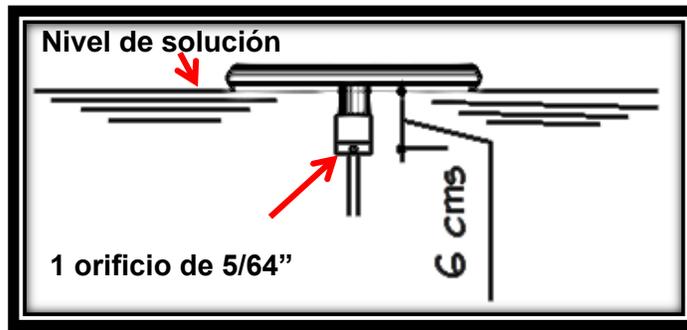


Figura XII. Detalle ubicación de orificios de dosificación de hipoclorito de calcio

¿Cuánto tiempo tardará la solución en el depósito?

No. de días = Volumen depósito / caudal dosificación

No. de días = 800 / 172.80 = 4.63 días.

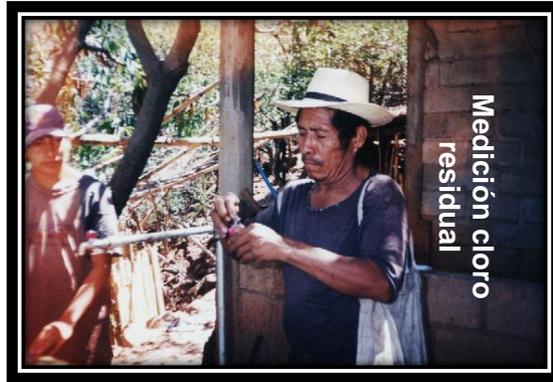
**Mantenimiento**

Cada día:

- a. Midamos el cloro residual con el comparador en el chorro más lejano del tanque. La norma COGUANOR indica que el valor deberá ser de 0.5 mg/l, sin embargo, para evitar el rechazo del cloro por falta de costumbre, puede iniciarse con 0.1 mg/l. Al mes puede incrementarse el volumen de solución, de tal forma que se alcance 0.2 y así sucesivamente, hasta alcanzar lo indicado por COGUANOR. Para obtener el 0.1 mg/l deberá cerrarse un poco la llave del chorro para que el goteo sea menor. Para el 0.2 abrimos un poco más el chorro y así sucesivamente hasta abrir en su totalidad el chorro para alcanzar el 0.5. Con el tiempo los beneficiarios se acostumbrarán usando una dosificación mínima, principiando con 0.1 y no habrá ningún problema de rechazo cuando se alcance el 0.5. En el anexo 2, se indica el procedimiento para la medición del cloro residual.



Fuente: Cortesía Mario López



Fuente: Cortesía Mario López

**Cada mes:**

- b. Limpiemos el depósito de solución, abriendo la llave del drenaje para eliminar los sedimentos.

### 6.1.2 HIPOCLORADOR DE PASTILLAS

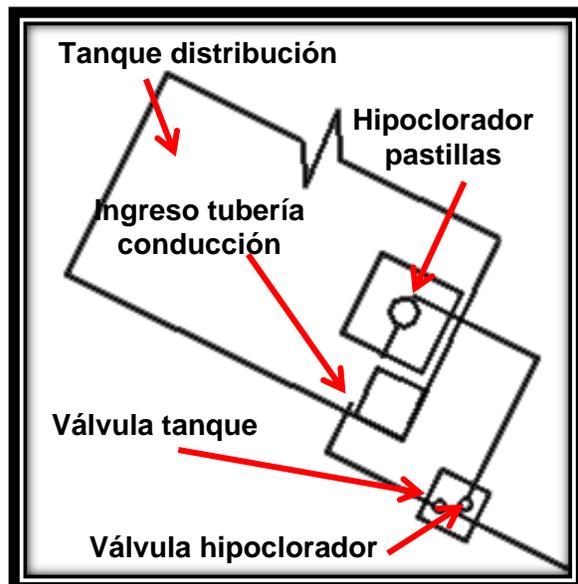
**Cada mes:**

- a. Hagamos una revisión general del estado de las caja de protección y las válvulas de compuerta; asegurémonos que las válvulas giren con facilidad, es decir, girar ¼ de vuelta hacia la izquierda y derecha, para evitar que se endurezcan, aplicarle unas gotas de aceite, así como a los candados,
- b. Si hay grietas en los muros, las debemos reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena,
- c. Revisemos la tubería; si existen fugas, debemos repararlas, y
- d. Revisemos si el hipoclorador tiene pastillas. Hay que tener precaución, al destapar el tubo que contiene las pastillas de cloro, hacerlo teniendo el cuidado de tener el rostro a un lado del tubo, pues saldrá gases tóxicos.

### ¿Ahora, cómo saber la cantidad de solución que hay que aplicar al agua que está ingresando al tanque?

Vamos a suponer como en el ejemplo anterior que el caudal que ingresa al tanque es 2 litros por segundo (lps). Ahora necesitamos saber cuál es el caudal de dosificación. Como se hizo en el cálculo anterior, el caudal a dosificar es de 172.8 litros por día (lpd). Para calibrar el caudal, hay que abrir gradualmente la llave de ingreso al hipoclorador, si no sube agua al hipoclorador, cerrar un poco la llave de ingreso al tanque.

Necesitamos conocer el volumen de un frasco, por ejemplo, un octavo de indita, tiene un



volumen de 250 ml, este frasco tiene que llenarse de la solución del hipoclorador en un tiempo determinado, para calcular dicho tiempo lo hacemos de la siguiente forma:

$$\text{Tiempo de llenado octavo} = \text{volumen octavo} / \text{caudal a dosificar} \times 86.4 / 60$$

$$\text{Tiempo de llenado octavo} = 250 / 172.8 \times 86.4 / 60 = 2 \text{ minutos}$$

El octavo de indita tendrá que llenarse en 2 minutos, para ello hay que abrir o cerrar la válvula del hipoclorador. Si el tiempo fuera menor, abrir un poquito más la llave del hipoclorador, si fuera mayor, entonces cerrar un poquito la llave del hipoclorador.

Al día siguiente, medir el cloro residual con el comparador en el chorro más lejano del tanque. La norma COGUANOR indica que el valor deberá ser de 0.5 mg/l, sin embargo, para evitar el rechazo del cloro por falta de costumbre, puede iniciarse con 0.1 mg/l. Al mes puede incrementarse el volumen de solución, de tal forma que se alcance 0.2 y así sucesivamente, hasta alcanzar lo indicado por COGUANOR. Para obtener el 0.1 mg/l deberá llevar mayor tiempo el llenado del octavo, para el 0.2 un poco menos tiempo y así sucesivamente hasta llegar a los 2 minutos para alcanzar el 0.5. Con el tiempo los beneficiarios se acostumbrarán usando una dosificación mínima, principiando con 0.1 y no habrá ningún problema de rechazo cuando se alcance el 0.5. En el anexo 2, se indica el procedimiento para la medición del cloro residual.

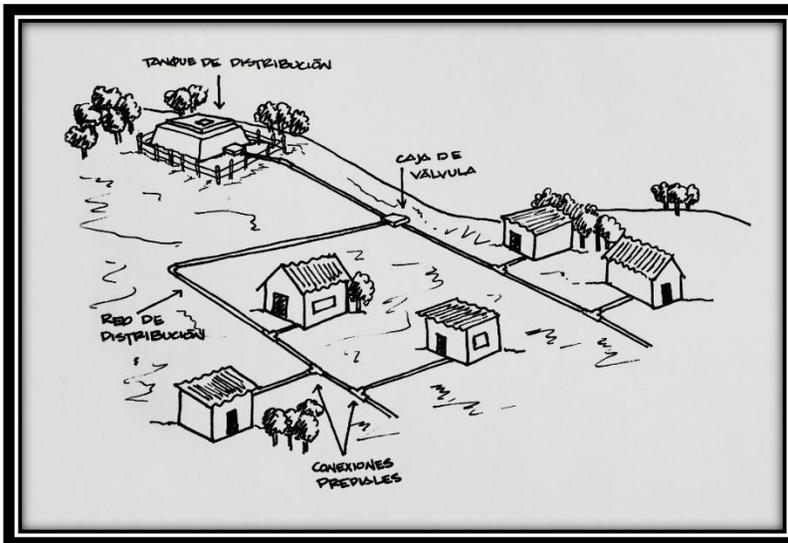
## 7 LÍNEA Y RED DE DISTRIBUCIÓN

Línea y red de distribución se le llama al sistema de tuberías que va desde el tanque de distribución hasta los chorros o conexiones prediales.

### Operación (puesta en marcha)

Antes de poner en marcha la línea y red de distribución, deberá hacerse la desinfección de la tubería. La desinfección se hará únicamente cuando se pone en operación por primera vez, para aguas subterráneas y superficiales.

- Abrir la válvula de compuerta de salida del tanque,
- Abrir varios chorros para permitir que salga el aire de la tubería, cuando empiece a salir agua, cerrar los chorros.



## Mantenimiento

### Cada mes:

- a. Recorramos toda la línea y red de distribución y revisemos si hay fugas de agua, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la línea. Si encontramos alguna parte húmeda, debemos excavar con cuidados y mirar si se trata de alguna fuga,
- b. Si la tubería es de PVC, debemos asegurarnos que en ningún lugar esté expuesta al aire libre. Asimismo, debemos verificar el estado en que se encuentran las estructuras tales como las cajas de válvulas, pasos de zanjón y aéreos o colgantes,
- c. Limpiemos el área alrededor de la línea de distribución, quitando la maleza, ramas, hojas, etc., con el fin de facilitar la inspección,
- d. Si encontramos algún problema, debemos solucionarlo inmediatamente. Si el problema requiere de una reparación mayor, debemos comunicárselo al Comité/Comisión para que se tomen las medidas correctivas correspondientes, y
- e. Siempre debemos recordarles a los vecinos, que informen inmediatamente al Comité/Comisión de Agua Potable si hay algún problema en cualquier tramo de la tubería.

## 7.1 OBRAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

### 7.1.1 CAJAS ROMPE PRESIÓN CON VÁLVULA DE FLOTE

Las cajas rompe presión con válvula de flote sirven para eliminar la presión que se forma dentro de la tubería de distribución, cuando ésta ha bajado de grandes alturas, hacia lugares mucho más bajos.

#### Operación (puesta en marcha)

Antes de poner en marcha la caja rompe presión con flote, deberá hacerse la limpieza y desinfección de la caja.

- a. Colocar el niple de rebalse en el codo del drenaje de la caja, y
- b. Abrir las válvulas de compuerta de ingreso lentamente.

## Mantenimiento

### Cada mes:

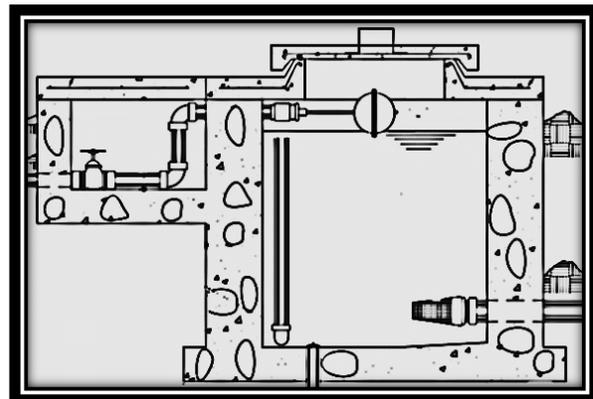
- a. Debemos verificar si hay grietas en los muros, tapaderas o losas. Si detectamos grietas debemos repararlas con mezcla de una parte de cemento por tres de área,

#### Caja rompe presión con flote



Fuente: Cortesía Mario López

#### Caja rompe presión con flote



- b. Revisemos los candados de las tapaderas y echémosles un poco de aceite para lubricarlos y que entre la llave fácilmente,
- c. Revisemos la tubería; si existen fugas, debemos repararla inmediatamente,
- d. Verifiquemos si el flote cierra completamente la válvula, levantando el flotador,
- e. Verifiquemos si el flote necesita graduación,
- f. Verifiquemos el flotador y si presenta picaduras sellémoslas inmediatamente, y
- g. Alarguemos o acortemos la acción del flote enroscándolo o desenroscándolo de la varilla.

#### Cada tres meses:

- h. Lavar el interior de la caja, para hacerlo se necesita:
  - Cerrar válvula de entrada,
  - Quitar la tapadera,
  - Quitar válvula de pila o quitar niple de rebalse,
  - Remover la tierra que se encuentra en el fondo,
  - Limpiar con cepillo paredes, piso y pichacha con agua; nunca usar jabón o detergente,
  - Al meterse a la caja usar botas de hule limpias. Dejar correr el agua por el desagüe unos 5 minutos, terminado, colocar válvula de pila o colocar niple de rebalse, y
  - Abrir válvula de entrada lentamente.

### 7.1.2 VÁLVULAS DE COMPUERTA DE CONTROL

Son las válvulas de compuerta que sirven para el control de la distribución del agua a distintos ramales o para suspender el servicio si hay desperfectos en la tubería.

Fuente: Cortesía Mario López



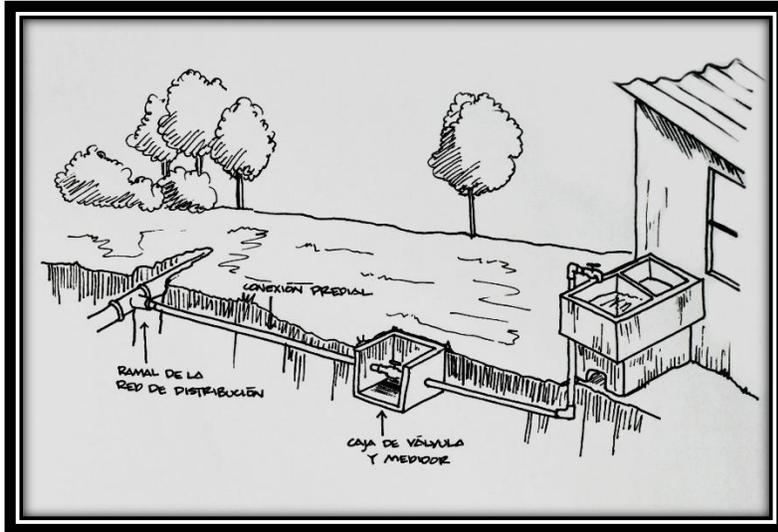
#### Mantenimiento

##### Cada tres meses:

- a. Debemos verificar si hay grietas en los muros y tapaderas. Si detectamos grietas debemos repararlas con mezcla de una parte de cemento por tres de área,
- b. Revisemos los candados de las tapaderas y echémosles un poco de aceite para lubricarlos y que entre la llave fácilmente,
- c. Revisemos la tubería; si existen fugas, debemos repararla inmediatamente, y
- d. Asegurémonos de girar las válvulas para que no se endurezcan; girar  $\frac{1}{4}$  de vuelta hacia la izquierda y derecha, aplicarle unas gotas de aceite para lubricarlas.

## 7.1.3 CONEXIONES PEDIALES

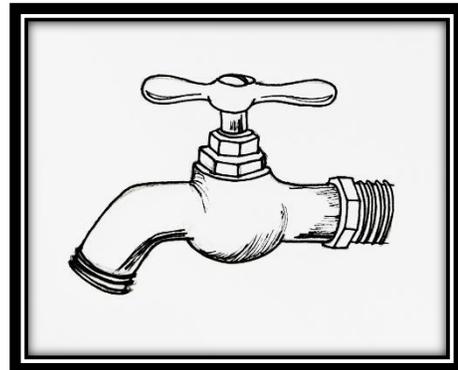
Son las instalaciones que se colocan dentro del predio de la casa, para que cada familia pueda abastecerse de agua potable. La conexión predial está formada por el medidor y el chorro.



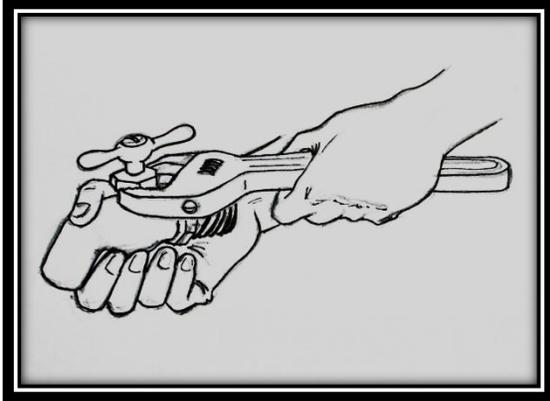
Fuente: Cortesía Mario López

### Verifiquemos constantemente:

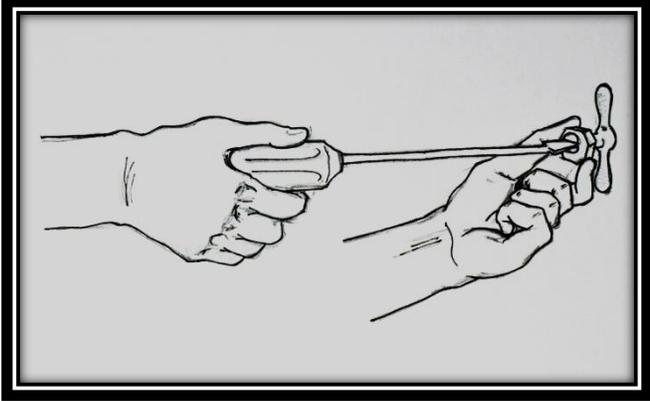
- a. Que la tubería de la conexión predial no esté sobre la tierra,
- b. Que el medidor de agua o la válvula no estén cubierto con tierra o lodo,
- c. Que la caja del medidor y de la válvula no esté rota,
- d. Verificar que los chorros no estén goteando. Si estuvieran goteando, debemos de repararlo de la siguiente manera:
  - Cerrar el flujo con la válvula de globo,
  - Desenrosquemos con un cangrejo, la corona superior de la llave del chorro,
  - Revisemos el empaque que se encuentra al final del vástago. Si está gastado o roto, procedamos a cambiarlo, quitando el tornillo que lo sujeta e instalemos un nuevo empaque (hule, caucho o suela),
  - Coloquemos y ajustemos la corona con el vástago y verifiquemos el funcionamiento, abriendo la válvula de globo.



Todos los beneficiarios deben informar al Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento de cualquier fuga o desperfecto en las conexiones prediales, para que sean reparadas en forma inmediata



**Desenroscar corona chorro**



**Cambiar empaque del chorro**

### 7.1.4 MEDIDORES DE AGUA

Los medidores de agua se instalan en las conexiones prediales, para registrar la cantidad de agua potable consumida por los beneficiarios, como también en la salida del tanque de distribución, para medir el caudal que se está suministrando a la comunidad. Si existe diferencia entre el caudal suministrado a la comunidad y el registrado en las conexiones, ésta nos indica que hay pérdidas de agua, debido a fugas en la tubería o que existen conexiones no autorizadas.

Fuente: Cortesía Mario López



Con la instalación de medidores, se garantiza que los beneficiarios sólo paguen el monto que les corresponde, por la cantidad de agua que realmente han consumido. Al mismo tiempo se evita el desperdicio de este líquido vital.

#### Cada mes:

- a. Cuando realicemos la lectura de los medidores, debemos verificar si existen fugas, las que debemos reparar inmediatamente, apretando las coplas con un cangrejo,
- b. Debemos limpiar las cajas y los medidores,
- c. Si un medidor no está funcionando, debemos cambiarlo por uno nuevo.

### 7.1.5 LLENACÁNTAROS

Son las conexiones públicas o chorros públicos que se instalan para que las viviendas ubicadas en las partes muy altas se abastezcan de agua, pues por razones topográficas, no es posible instalarles conexiones prediales.

**Todos los días:**

- a. Revisemos que el chorro esté cerrado y que no esté goteando. Si estuvieran goteando, hay que repararlo y seguir las indicaciones dadas anteriormente,
- b. Debemos verificar que no haya grietas en la estructura, si las hay, debemos repararlas con mezcla de una parte de cemento por tres de área,
- c. Revisemos la tubería, si existen fugas, debemos repararla inmediatamente,
- d. No permitir que los niños se suban y provoquen daños al llenacántaro,
- e. No permitir que se conecten mangueras



Fuente: Cortesía Mario López

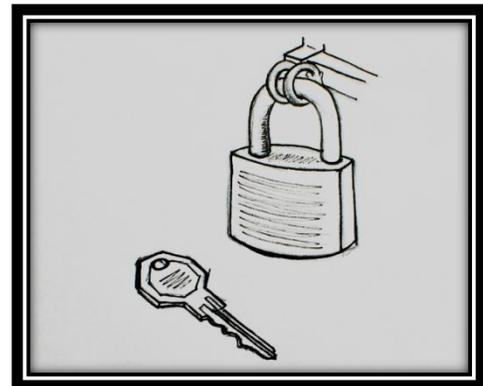


Fuente: Cortesía Mario López

### 7.1.6 CANDADOS

Al realizar las actividades de inspección y mantenimiento descritas anteriormente, debemos revisar también el funcionamiento de los candados en todas las estructuras del sistema (captaciones, cajas de válvulas, cajas distribuidoras de caudal, cajas rompe presión, tanque de distribución, hipoclorador, etc).

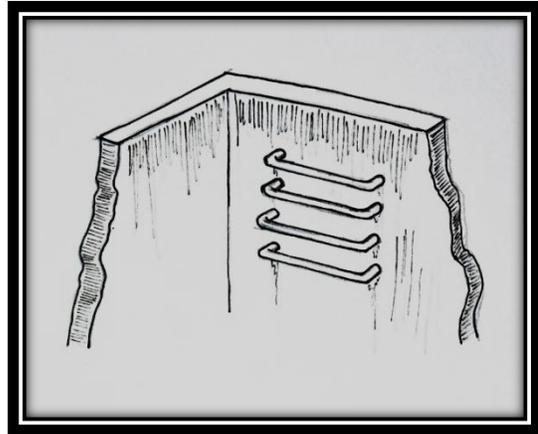
Un candado en buen funcionamiento se abre y se cierra fácilmente. En caso contrario, apliquémosle un poco de aceite de máquina dentro del candado. Si definitivamente no se puede abrir o cerrar, debe ser cambiado por uno nuevo. Cada vez que revisemos el funcionamiento de los candados, debemos dejarlos correctamente lubricados.



### 7.1.7 ESCALONES, HALADORES, VARILLAS DE PROTECCIÓN Y TAPADERAS DE METAL

También debemos inspeccionar regularmente los haladores, escaleras de hierro, tapaderas de metal y varillas de protección de las tapaderas. Si hay corrosión (óxido) en ellos, hay que

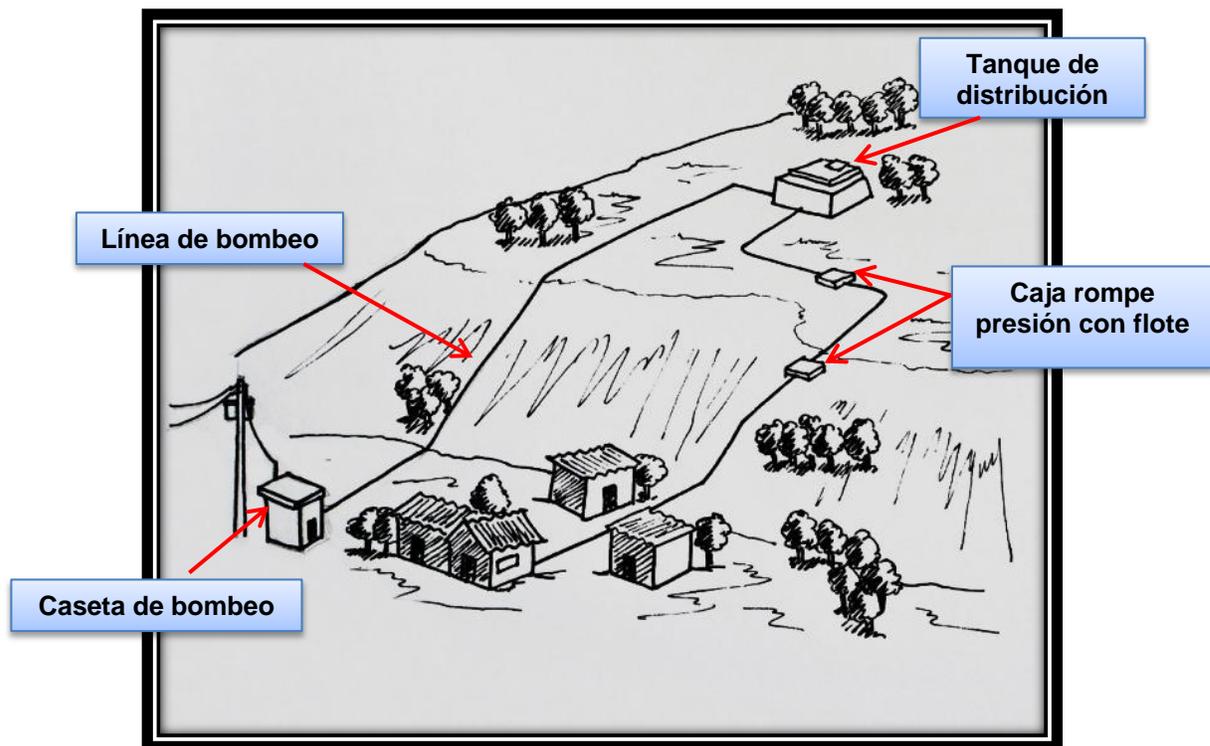
quitarle el óxido con un cepillo de metal o lija, luego hay que pintarlos con pintura anticorrosiva. Cada año hay que aplicarle pintura anticorrosiva a todos los elementos de metal o hierro.



## 8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS POR BOMBEO<sup>5</sup>

### 8.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA

En proyectos en donde el agua no puede llegar por gravedad desde la fuente al tanque de distribución, se necesita un equipo de bombeo. La fuente de abastecimiento puede ser un pozo o un nacimiento que se encuentre abajo de la comunidad. Los sistemas de agua potable por bombeo, constan de los siguientes componentes, ver figura XIII.



**Figura XIII. Componentes de un sistema por bombeo**

<sup>5</sup> Fuente: KfW PROFADDEC-JICA INFOM-UNEPAR *Manual de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Subterránea*. Julio, 2012 Pág. 1 - 25

## 8.2 FUENTE

**Agua subterránea:** pueden ser las fuentes que provienen de las corrientes subterráneas o acuíferos. Las que brotan a la superficie naturalmente se llaman manantiales o nacimientos y éstos pueden ubicarse abajo de la comunidad. Las que no brotan pueden captarse por medio de pozos.

**Agua superficial:** son las fuentes que se encuentran sobre la tierra, pueden ser lagos, ríos y quebradas. Estas fuentes cuando se encuentran abajo de la comunidad, es necesario utilizar equipos de bombeo.

## 8.3 POZO

El pozo es la estructura que permite extraer las aguas que escurren por las corrientes subterráneas o los acuíferos. El agua subterránea puede extraerse de los pozos a través de bombas con motor sumergible eléctrico o bomba centrífuga vertical, con motores eléctricos o de combustible.

### Cada mes:

- Limpiar el terreno cercano al pozo, quitando la maleza y los desechos vegetales o animales,
- Revisar el sello sanitario del pozo, observando que no existan fisuras a su alrededor,
- Revisar el cerco de protección y repararlo si tiene daños,
- Verificar los alrededores del pozo que no existan letrinas, corrales o escurrimiento de aguas negras.

### Cada tres meses:

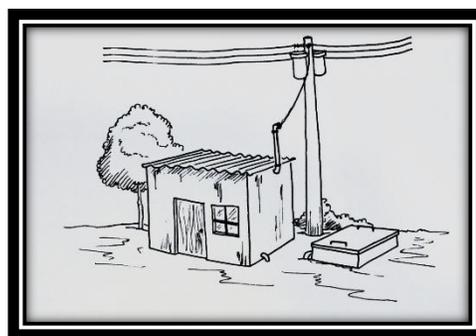
- Aforar el caudal del pozo para verificar si ha disminuido.

## 8.4 CASETAS DE BOMBEO<sup>6</sup>

La caseta de bombeo es la estructura donde se protege las bombas (centrífugas) y los tableros eléctricos de control de las bombas con motor sumergible.

### Todos los días:

- Debemos de mantener limpia y ordenada la caseta de bombeo, el motor y la bomba,
- Revisemos el tablero de control, comprobando el estado en que se encuentran los fusibles,
- Asegurémonos que el switch de arranque o encendido esté en la posición manual, para evitar un arranque automático no esperado,
- Revisemos el nivel de aceite del motor,



<sup>6</sup> Fuente: KfW PROFADDEC-JICA INFOM-UNEPAR *Manual de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Superficiales*. Julio, 2012. Pág. 34

- e. Comprobemos que las válvulas de compuerta estén completamente abiertas,
- f. Revisemos todos los tornillos de fijación del motor y de la bomba, y
- g. En general, debemos seguir las instrucciones de operación y mantenimiento del fabricante del equipo.



Fuente: Cortesía Mario López

“Las cosas personales, comidas, granos, etc. que no tengan ninguna relación con la operación del sistema deben quitarse de la caseta. Hay posibilidad que los ratones muerdan los cables de electricidad en la caseta y causar problemas graves e irreversibles al sistema. Además, deben quitar nidos de insectos como abejas, arañas, etc. no solo desde el interior de la caseta sino también debajo del alero”<sup>7</sup>

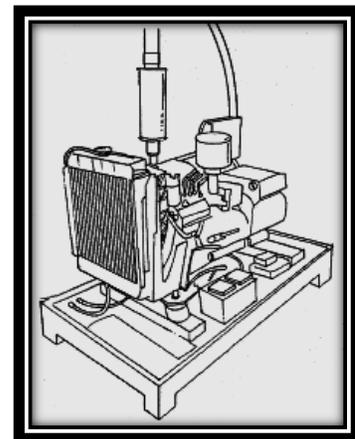
## 8.5 GENERADORES<sup>8</sup>

Los motores y generadores, son un grupo de aparatos que se utilizan para convertir la energía mecánica en eléctrica, o a la inversa, con medios electromagnéticos. A una máquina que convierte la energía mecánica en eléctrica se le denomina generador eléctrico, alternador o dínamo, y a una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica se le denomina motor.

### 8.5.1 PERÍODOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Estos períodos de mantenimiento preventivo se aplican a condiciones de operación promedio. Revisar los períodos dados por el fabricante del equipo instalado. Utilizar los períodos más cortos. Cuando la operación del motor debe ajustarse a las normas locales, estos períodos y procedimientos necesitarán ser adaptados para asegurar la correcta operación del motor.

La revisión de fugas y sujetadores o tornillos flojos durante cada servicio es un buen mantenimiento preventivo. Estos períodos de mantenimiento se aplican sólo a motores operados con combustible y aceite lubricante.



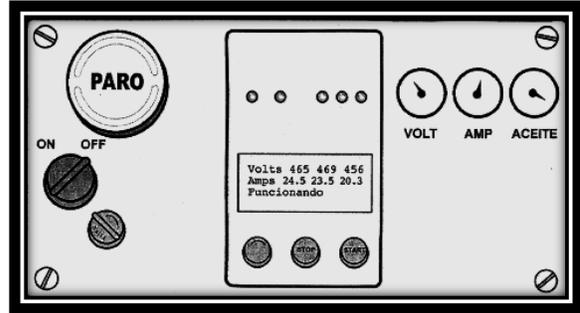
### 8.5.2 MONITOREO

Monitorear el motor del generador revisando las siguientes actividades durante el calentamiento y operación.

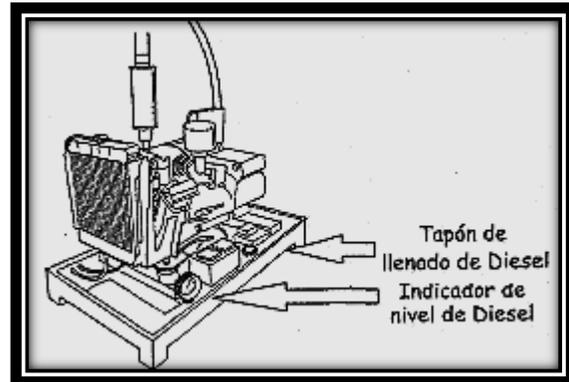
<sup>7</sup> Fuente: KFW PROFADEC-JICA INFOM-UNEPAR *Manual de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Subterránea*. Julio, 2012. Pág. 51

<sup>8</sup> Fuente: ibíd. 7-47

1. No debe haber fuga de aceite de motor, fuga de agua de radiador, derrame de diésel, generación de ruido anormal, vibración anormal o calentamiento excesivo,
2. La operación debe ser normal cuando los instrumentos, en el tablero y el panel de control del generador sean leídos (presión de aceite, temperatura de aceite, carga de batería, velocidad de motor, frecuencia y voltaje de salida del generador, corriente de carga, etc.),
3. Revisión del color del humo de escape de motor. El humo no debe ser negro o blanco durante el encendido y la operación de descarga. De cualquier manera cuando es normal no tiene color o es blanquecino (revisar el sistema de escape por fugas de humo durante el calentamiento),
4. Revisar el nivel de combustible.



**PRECAUCIÓN:** Tener cuidado de no sobrecargar la máquina durante la operación, debe de trabajar a la capacidad de carga recomendada por el fabricante. Verifique si la máquina está sobrecargada o no, por medio de un monitoreo del amperímetro AC/DC, la velocidad del motor y color de humo del escape.



### PARO DE EQUIPO

Antes de apagar el motor del generador, colocar el circuito del interruptor en OFF (apagado), hacer descansar por alrededor de 5 minutos el motor, luego apague el motor. La llave del encendido deberá guardarla el operador del equipo. Después de parar la marcha del motor del generador revisar lo siguiente:

- Revisar fugas, tornillos o tuercas flojas, etc.,
- Revisar olor y decoloración del generador, debido a calentamiento,
- Revisar el nivel de combustible para el día siguiente,
- Utilizar anticongelante para el agua del radiador, y
- Limpiar la máquina hasta que haya enfriado.

**NOTA:** Si existiera algún problema, deberá resolverse antes de iniciar el bombeo. Si no se puede resolver el problema, deberá llamarse al Técnico calificado para que realice las reparaciones necesarias.

**MANTENIMIENTO MECÁNICO DEL MOTOR**

**PRECAUCIONES.** Para utilizar siempre con total seguridad el generador, es importante tener presente algunas normas y consejos:

- a. Las revisiones hacerlas siempre con el motor apagado,
- b. Elegir un lugar seguro para almacenar y manipular el combustible,
- c. Hacer funcionar el motogenerador en instalaciones suficientemente ventiladas que eviten la concentración de monóxido de carbono, y
- d. No tocar el motogenerador mientras esté en funcionamiento.

**Indicaciones y Operación.** Una vez establecida la potencia, se puede proceder a poner en marcha los siguientes pasos de instalación:

- i. Colocación del motor nivelado y estable,
- ii. Comprobar que el depósito tenga combustible, nivel de aceite del cárter. Verificar además que las conexiones de los elementos se encuentren en perfecto estado,
- iii. Poner el interruptor de encendido en “ON” y abrir la llave de paso de combustible si la hubiera. Para arrancar con una temperatura ambiente baja, accionar el estérter,
- iv. Dejar transcurrir unos minutos desde el arranque (mínimo 5 minutos o hasta que se escuche estabilidad en el motor),
- v. Al finalizar, desconecte y/o apague los equipos antes de apagar el motor. Esperar unos minutos antes de apagarlo,
- vi. No deje que se agote el combustible mientras está funcionando el motor.

**Mantenimiento.** Un mantenimiento adecuado prolonga siempre la vida del equipo y evita problemas en su funcionamiento:

- i. Respete el número de horas indicado para hacer cambio de aceite. Respete también las características del aceite recomendado por el fabricante o utilizar aceites similares que faciliten el arranque y alarguen la vida de los motores,
- ii. Compruebe periódicamente el estado del filtro de aire.
  - a) En caso de suciedad:
    - Si el filtro es de papel, cambiarlo, y
    - Si es de espuma, lavar con agua y jabón y lubrique con aceite de motor limpio.
  - b) En el caso de motores diésel, drene y cambie el filtro de combustible.
- iii. Mantener limpias las aspas de ventilación del motor. Durante su uso es importante dejar distancia suficiente a su alrededor para permitir el paso de aire fresco y favorecer la refrigeración, y
- iv. Además de trabajar con el generador nivelado, conviene incorporar siempre unos tacos de goma en la base para evitar las vibraciones.

**Advertencias.**

- a. Un generador eléctrico es una máquina compleja, por eso es imprescindible leer el manual del usuario antes de su puesta en marcha,
- b. No se pueden conectar aparatos electrónicos al motor, salvo que el alternador del mismo disponga de control electrónico. (Se recomienda uso de regulador de voltaje),

- c. No deben conectarse equipos de soldadura al generador, salvo en casos expresamente indicados en el manual del usuario, y
- d. Cualquier conexión directa al tablero de flipones de la caseta debe ser realizada por un técnico especializado.

## 8.6 EQUIPOS DE BOMBEO<sup>9</sup>

Los equipos de bombeo tienen la función de elevar el agua desde un tanque de succión o un pozo hacia un tanque de distribución o puede hacerse directamente a la red de distribución. Los componentes de los equipos de bombeo son: bomba y motor.

**Bombas.** Las bombas son los equipos que transforman la energía mecánica proporcionada por un motor en energía potencial (altura de agua), logrando así la conducción del líquido desde un nivel inferior (fuente de agua) a otro superior (tanque de distribución). Las más utilizadas son: centrífuga de eje horizontal, turbina de eje vertical y sumergible.

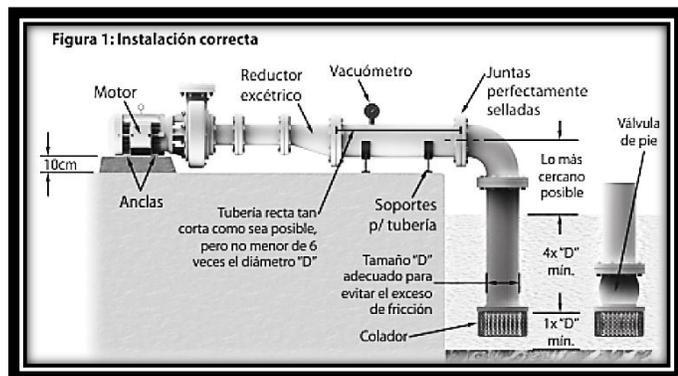
**Motor.** Son las máquinas que proporcionan energía a las bombas, cuyas características son de acuerdo al tipo de bomba a la cual van acopladas. La fuente de energía para los motores pueden ser: eléctrica ó combustible (gasolina o diésel).

### 8.6.1 BOMBA CENTRÍFUGA HORIZONTAL

#### PUESTA EN MARCHA

##### ANTES DE ARRANCAR:

- a. El acoplamiento bomba-motor debe estar perfectamente alineado, lo cual se comprueba al girar con la mano el eje de la bomba, si el giro es fácil la instalación es correcta,
- b. La conexión de las tuberías deben encontrarse en buen estado. Los depósitos de lubricación deben estar llenos de aceite, si los cojinetes del equipo son lubricados con este líquido; si son lubricados con grasa, deben revisarse las graseras y lubricarlas adecuadamente,
- c. El collarín de la caja de estopas debe estar ajustado uniforme y suavemente, de lo contrario se puede dañar el motor por recalentamiento del mismo,
- d. Llenar manualmente con agua la bomba y la tubería de succión (cebado),
- e. No debe producirse pérdida del líquido en el llenado, a través de la válvula de pie, en la



Fuente: Equipos de bombeo Barmesa. Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento. Bomba centrífuga de mediana presión. Pág. 4. [en línea]. [www.barnes.com.mx](http://www.barnes.com.mx)

<sup>9</sup> Fuente: OPS/CEPIS/05.159 UNATSABAR. Guías para la operación y mantenimiento de reservorios elevados y estaciones de bombeo Lima, 2005. Págs. 17-27

parte inferior de la tubería de succión, de lo contrario la instalación está mal hecha y debe ser mejorada, y

- f. El sentido de rotación de la bomba debe ser en la dirección que indica la flecha de la misma, lo cual se comprueba conectado la bomba y desconectándola rápidamente.

### I. ARRANQUE

La bomba sólo puede conectarse cuando está cerrada la válvula de descarga. Se abre lentamente cuando la bomba ha alcanzado su velocidad máxima y finalmente se ajusta a la posición de operación correcta. Esto es válido sólo para bombas centrífugas. **IMPORTANTE:** No haga funcionar la bomba con la válvula de descarga cerrada por un período superior a 1 minuto.

### II. PARADA

Antes de parar el motor que impulsa a la bomba, la válvula de descarga deberá cerrarse despacio, si se cierra rápidamente, puede producirse golpe de ariete y dañar la tubería y la bomba. Si no existe válvula de golpe de ariete, poner mucha atención a lo indicado anteriormente.

Desconectar y parar la bomba. Comprobar si la bomba se detiene con normalidad. Si se detiene de repente y no de forma suave, llamar al técnico para que realice una inspección.

### III. SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

Durante la operación de la bomba se debe poner atención a los siguientes aspectos:

- La bomba debe funcionar suavemente y sin vibración,
- Debe vigilarse el nivel de agua en los tanques de succión y entrada, y la presión en el lado de la succión de la bomba. La carga del equipo, representada por la presión de la bomba o el consumo de energía del motor, debe compararse con los datos señalados en las placas indicadoras,
- Si hay bombas de reserva, éstas deberán cambiarse semanalmente para que no interfieran con el buen funcionamiento,
- Verificar el nivel de aceite en el recipiente de lubricación. Si se encuentra en el límite inferior, rellenarlo con aceite lubricante, y
- Después de 2000 horas de funcionamiento de la bomba, se debe limpiar los cojinetes y el recipiente de lubricación, y cambiarse el aceite. Es importante observar la caja de estopas, especialmente durante la fase de asentamiento del motor.

### MANTENIMIENTO

**Todos los días, el operador deberá:**

1. Reporte de presiones de descarga,
2. Chequeo de prensaestopa y ajuste,

3. Control externo y lubricación de cojinetes y rodamientos por aceite y grasa según el tipo, y
4. Reporte de vibraciones o estabilidad en el funcionamiento del equipo, y de condiciones generales de trabajo, y
5. Asegúrese que el ruido, la vibración y las temperaturas de cojinetes son normales

**Cada cuatro meses, llamar al técnico y deberá:**

6. Cambiar la grasa de los rodamientos si fueren lubricados por grasa sin desmontaje, expulsando por presión de un engrasador tipo pistola toda la grasa antigua,
7. Cambio de aceite, drenando el aceite usado y llenando nuevamente,
8. Alineamiento de la unidad bomba-motor y ajuste de los pernos de anclaje,
9. Chequeo de presaestopa y cambio de empaquetadura si fuese necesario.

**Cada año, contratar a empresa para:**

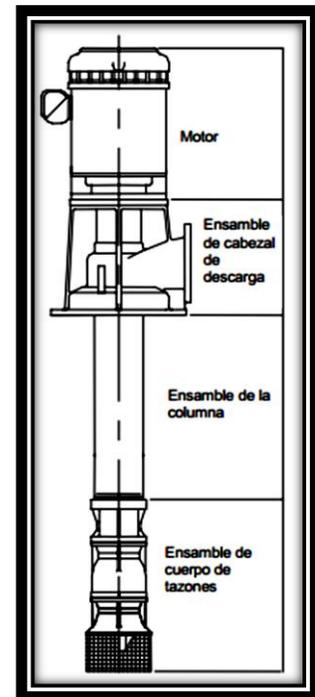
10. Desmontaje completo de la bomba,
11. Lavado y limpieza completa de todas las partes,
12. Chequeo del alineamiento y desgaste del eje y reparaciones o cambio si fuese necesario,
13. Chequeo de impulsores, bujes, rodamientos, anillos, empaques, y demás elementos sujetos a desgaste, reparaciones o cambios de las partes dañadas si fuese necesario,
14. Montaje, alineamiento y prueba completa de la unidad,
15. Pintura, y
16. Control de válvulas y reparaciones si fuese necesario.

### 8.6.2 BOMBA TURBINA EJE VERTICAL

#### PUESTA EN MARCHA

##### ANTES DE ARRANCAR:

- a. Tanto el motor como la bomba deberán lubricarse correctamente antes de ponerlo en servicio,
- b. Se realizará las conexiones eléctricas finales entre el motor y el suministro, asegurándose de que se han realizado tal como se marcaron previamente para obtener la rotación correcta,
- c. Si se recalentara demasiado el motor bajo carga, comprobar el suministro de electricidad para ver si tiene un voltaje bajo continuo. Si este es el caso, llame inmediatamente al técnico para que se corrija el voltaje.
- d. Se deberá verificar que el suministro eléctrico (voltaje, frecuencia) coincide con lo indicado en la placa del motor,
- e. Se deberá retirar todo residuo de construcción de la caseta de bombeo, y



- f. Los guarda niveles han sido ubicados correctamente. El control de nivel mínimo debe apagar el equipo evitando el ingreso de aire por formación de vórtices en la superficie del líquido.

## 1. ARRANQUE

Deberá seguirse las siguientes recomendaciones:

- a. Nunca arranque la bomba contra la válvula de descarga cerrada,
- b. Arranque la bomba con la opción "Manual" en el tablero,
- c. Tome el amperaje de cada fase y compárelos con lo indicado en la placa del motor. Si el amperaje es mayor en 5% al indicado en placa detenga la unidad y verifique las probables causas de acuerdo a la tabla de "Problemas de Operación",
- d. Si todo esta correcto haga funcionar su equipo con la opción "Automático" del tablero de arranque,
- e. Compruebe en un ciclo de bombeo que los controles de nivel funcionan de acuerdo a los niveles previstos, y
- f. Operar la bomba continuamente a la izquierda de la menor eficiencia indicada en su curva de operación (caudal reducido y alta presión) origina una reducción de la vida de los rodamientos y desgaste acelerado de los componentes de la bomba cuando se bombean fluidos abrasivos.

## MANTENIMIENTO

**Todos los días, el operador deberá:**

1. Ajustar el prensaestopas. Debe gotear ligeramente, y
2. Realizar y anotar las lecturas de todos los instrumentos instalados.

**Cada mes, el operador deberá:**

3. Además de lo anterior; con ejes lubricados por aceite: comprobar el nivel del lubricante y si las válvulas de solenoide y de goteo permiten la lubricación adecuada, y
4. Observar si se producen vibraciones o ruidos extraños.

**Cada tres meses, el operador deberá:**

5. Además de lo anterior: comprobar las rpm de la bomba, y
6. Revisar los niveles: estático y dinámico del pozo.

**Cada seis meses, el operador deberá:**

7. Además de lo anterior, chequear el alineamiento bomba-motor,
8. Revisar prensa estopa, y
9. Comprobar el caudal de la bomba.

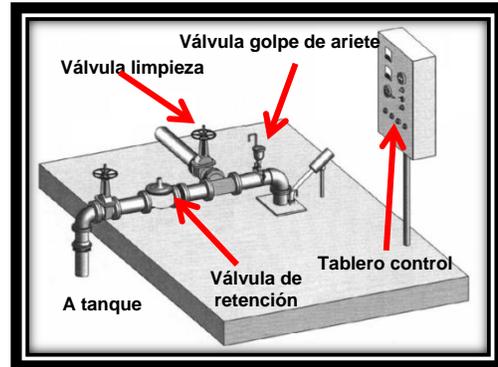
**Cada año y medio, contratar a una empresa para:**

10. Extraer la bomba del pozo para revisión total del equipo.

## 8.6.3 BOMBA SUMERGIBLE<sup>10</sup>

### PUESTA EN SERVICIO CONTROL DE LA DIRECCIÓN DE GIRO

Para controlar la dirección correcta de giro se hará funcionar el motor en ambas direcciones con la válvula cerrada. El cambio de la dirección de giro se efectúa intercambiando dos fases de la acometida de corriente. Al hacerlo se podrán comprobar en el manómetro dos presiones diferentes. La presión superior indicará siempre la dirección de giro correcta. Cuando la salida es libre, la dirección de giro correcta también puede comprobarse por el caudal de agua.



#### i. PRIMER ARRANQUE, CONDUCCIÓN DE ARENA

Cuando se trata de un pozo recién terminado, deberá ponerse en marcha la bomba solamente con la válvula un poco abierta. El agua impulsada deberá controlarse con respecto a su posible contenido de arena.

Cuando exista conducción de arena apreciable, corre peligro la bomba. Habrá que funcionar con la válvula moderadamente abierta (como máximo con el 40% del rendimiento del pozo), hasta que se haya reducido el contenido de arena, luego se podrá abrir, poco a poco la válvula.

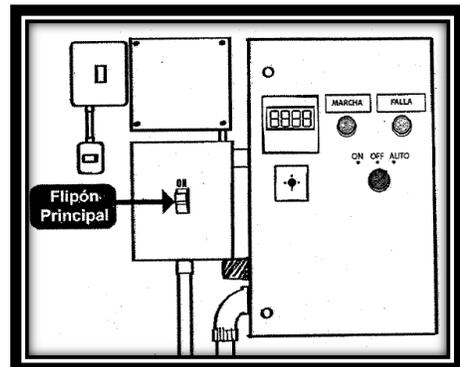


Fuente: Cortesía Mario López

#### ii. PANEL DE CONTROL<sup>11</sup>

Está conformado por elementos de control eléctrico que no necesitan ser manipulados por el operador, únicamente se deberán verificar las siguientes condiciones:

- Flipón principal del panel, deberá estar en posición de encendido (ON), y
- El monitor de voltaje, deberá indicar "ON", es decir, listo para operar. En pantalla deberá



<sup>10</sup> Fuente: DTIAPA No. E-4 CEPIS *Manual. Estaciones de bombeo, bombas y motores utilizados en abastecimiento de agua.* Lima, 1985. Pág. 75

<sup>11</sup> Fuente: KfW PROFADDEC-JICA INFOM-UNEPAR *Manual de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Subterránea* Julio, 2012. Págs. 14-16.

observarse la lectura de los voltajes suministrados, si no son adecuados para operar (según programación de parámetros) no se podrá arrancar el equipo de bombeo. Esta condición permite poner en funcionamiento el equipo de bombeo siempre y cuando los Disyuntores (flipones de bajo amperaje) de mando estén activados (encendidos).

### iii. FLIPÓN PRINCIPAL Ó FLIPÓN GENERAL

El flipón deberá estar en posición “ON” (encendido). Es el encargado de suministrar la energía a todos los controles eléctricos. En caso de falla eléctrica se desconectará automáticamente protegiendo los equipos instalados.

Al contar con suministro de energía eléctrica estable o adecuado para el sistema, se deberá esperar un tiempo estipulado (depende de la programación que haga la empresa que instaló el equipo, puede ser de 5 segundos hasta 10 minutos) para poner en marcha el equipo.



Fuente: Cortesía Mario López

**NOTA:** En caso de que el flipón principal está en la posición intermedia entre ON y OFF, anote que existió una falla.

**SOLUCIÓN:** mueva el flipón a la posición ON y luego a la OFF dos veces, revise la lectura de voltajes e inicie la secuencia nuevamente.

**ADVERTENCIA.** Si la energía suministrada no reúne las condiciones necesarias para hacer funcionar los equipos de bombeo, el sistema no permitirá realizar los arranques. **“Se requiere de personal técnico calificado para realizar reparaciones, ya que puede ocurrir un choque eléctrico, que puede llegar a ser fatal”.**

### MANTENIMIENTO<sup>12</sup>

Las bombas sumergibles funcionan normalmente sin necesidad de mantenimiento. En el caso de que el equipo de la bomba esté durante bastante tiempo en reposo, se recomienda poner el equipo en marcha cada 2 ó 3 meses durante 10 minutos, de modo que se detecten a tiempo fallos en el funcionamiento.

En vista de que la bomba y motor se utilizan a grandes profundidades, se recomienda realizar los siguientes controles, con el fin de detectar fallos a tiempo.

**Todos los días, el operador deberá:**

1. Verificar el voltaje, amperaje y ohmiaje,
2. Aforar el caudal,
3. Determinar el consumo de energía eléctrica,
4. Horas de servicio,

<sup>12</sup> Fuente: DTIAPA No. E-4 CEPIS Manual. *Estaciones de bombeo, bombas y motores utilizados en abastecimiento de agua*. Lima, 1985. Pág. 84

- Que no haya fugas en las válvulas y accesorios  
**El consumo de corriente del motor es el valor más importante para la verificación del equipo.**

**Cada seis meses, contratar a una empresa para:**

- Desmontar el motor y desacople de la bomba,
- Inspección de los bujes, anillos y rodamientos y cambio si fuera necesario,
- Inspección del platillo de sustentación del motor y cambio si fuera necesario,
- Inspección del sello,
- Verificación eléctrica del rotor y el estator,
- Montaje y pruebas completas incluyendo prueba de alineamiento,
- Chequeo del aislamiento del cable de conexión eléctrica,
- Regulación de la bomba motor,
- Revisión de las válvulas de retención de la columna y reparación o cambio si fuera necesario, e
- Inspección del sistema de lubricación del motor, limpieza del filtro y cambio si fuera necesario.

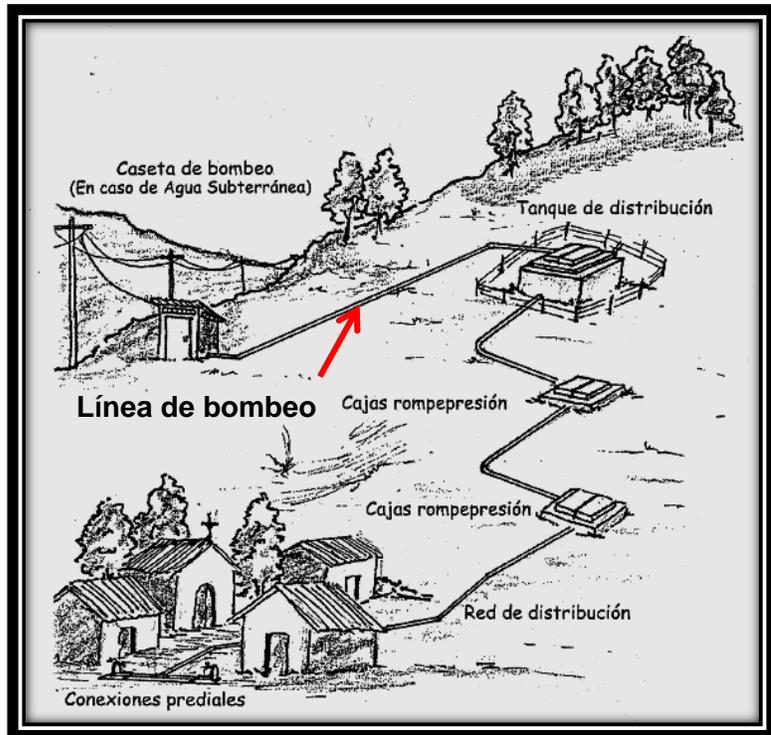
Para mayor información consultar: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/017069/017069-00.pdf>

## 8.7 LÍNEA DE BOMBEO<sup>13</sup>

La línea de bombeo es la tubería que conduce el agua desde el pozo ó un manantial que se encuentre debajo de la comunidad, hasta el tanque de distribución de agua.

### PUESTA EN MARCHA

- Cerrar la válvula de salida al tanque de distribución y abrir la válvula de drenaje (si existiera),
- Encender el equipo de bombeo, y
- Abrir lentamente la válvula de salida al tanque y cerrar lentamente la válvula de



<sup>13</sup> Fuente: KfW PROFADDEC-JICA INFOM-UNEPAR. *Manual de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Subterránea*. Julio, 2012. Pág. 54.

drenaje (si existiera).

### LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

- Se hará cuando se limpie y desinfecte el tanque de succión o el pozo y al inicio de su funcionamiento, debiendo desaguar el tanque de succión inmediatamente. Esta agua no hay que enviarla a la red.

### MANTENIMIENTO

1. Recorramos toda la línea y revisemos si hay fugas de agua, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la tubería. Si encontramos alguna parte húmeda, debemos excavar con cuidado y mirar si se trata de alguna fuga y repararla inmediatamente,
2. Si la tubería es de PVC, debemos asegurarnos que en ningún lugar esté descubierta o al aire libre. Asimismo, debemos verificar el estado de estructuras tales como cajas de válvulas de cheque horizontal, pasos aéreos o colgantes y pasos de zanjón,
3. Limpiemos los alrededores del área donde se encuentra instalada la tubería, quitando la maleza, ramas, hojas, etc., con el fin de facilitar la inspección,
4. Si encontramos algún problema, debemos repararlo inmediatamente. Si el problema requiere de una reparación mayor, debemos comunicárselo al Comité/Comisión para que se tomen las medidas correctivas necesarias,
5. Siempre debemos recordarles a los beneficiarios, que informen inmediatamente al Comité/Comisión, si hay algún problema en cualquier tramo de la tubería, y
6. El operador u operadora debe estar siempre disponible para atender consultas y dar orientación acerca del plano de la línea de bombeo,

## 8.8 OBRAS EN LÍNEAS DE BOMBEO

### 8.8.1 TANQUE DE SUCCIÓN

El tanque de succión, es la estructura que capta los manantiales que se encuentran abajo de la comunidad, para almacenar el agua y luego bombearla hacia el tanque de succión.

### PUESTA EN MARCHA

Para poner en operación, abrir la válvula de entrada al tanque y cerrar la válvula de drenaje o colocar el niple de rebalse. La operación se realiza luego de la limpieza y desinfección del interior del tanque de succión.

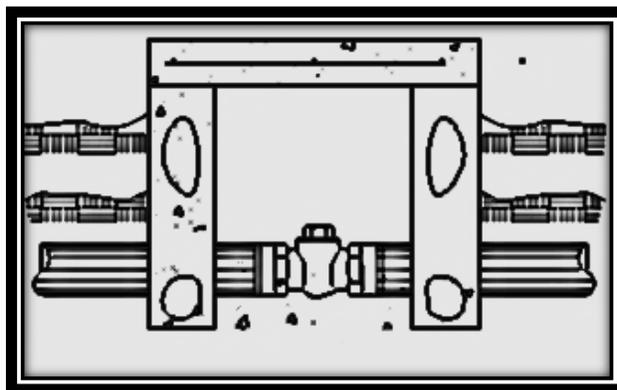
#### Cada seis meses:

1. Desinfectar con cloro los muros y piso o cuando se realice una reparación, para ello, seguir el procedimiento siguiente:
  - Cerrar válvula de entrada,
  - Abrir válvula de drenaje o quitar niple de rebalse del tanque, luego vaciar el tanque,

- En botes de 5 galones con agua vaciar ½ bolsita de cloro líquido y moverlo para que se mezcle,
- Con la solución y un cepillo plástico, limpiar paredes y luego el piso, protegerse la mano con una bolsa plástica amarrada a la muñeca,
- Abrir válvula de entrada al tanque y dejar correr el agua para eliminar los restos de cloro y dejar que el agua sucia salga por el drenaje hasta que salga agua limpia,
- Cerrar válvula de drenaje ó colocar niple de rebalse, y
- Abrir válvula de entrada

### 8.8.2 VÁLVULAS DE RETENCIÓN O CHEQUE

Las válvulas de retención ó cheque permiten el control de la dirección del flujo del agua en la dirección de la flecha, marcada en el cuerpo de la válvula, y previene el flujo inverso. Estas válvulas se instalan en puntos intermedios de la línea de bombeo para disminuir la sobre presión (golpe de ariete) causada por la parada del equipo de bombeo.



#### PUESTA EN MARCHA

Instalada la válvula, está lista para su funcionamiento, verificar que la flecha marcada en el cuerpo de la válvula, vaya en la dirección hacia el tanque de distribución.

#### MANTENIMIENTO

Estas válvulas no necesitan de mantenimiento. En caso de avería o daño, se ha de cambiar la válvula completa.

## 9 INSPECCIÓN GENERAL DEL SISTEMA<sup>14</sup>

La inspección general del sistema debe consistir en revisar el número de conexiones prediales instaladas y verificar con el listado que tiene el tesorero para el cobro de la tarifa, para determinar si hay conexiones no autorizadas. Si se da este caso de conexiones no autorizadas, debemos informar al Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento para que se tomen las medidas que el caso amerite, en base al **Reglamento del Servicio, ver anexo 5**.

### 9.1 INSPECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Una de las responsabilidades importantes del Comité/Comisión, es la inspección de la calidad de agua que se está distribuyendo a los beneficiarios, pues al realizar dicha actividad, se garantizará que la población (especialmente los niños), no se vean afectados en su salud.

<sup>14</sup> Fuente: KfW PROFADDEC-JICA INFOM-UNEPAR. *Manual de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Superficial*. Julio, 2012. Pág. 35 - 50.

La norma COGUANOR indica que para poblaciones menores de 5,000 habitantes, se debe de realizar dos (2) análisis de laboratorio al año, una vez en verano y otra en invierno.

Al agua hay que hacerle su análisis bacteriológico, físico y químico y los parámetros que hay que analizar son los indicados en el cuadro de parámetros bacteriológicos, físicos y químicos.

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS	
E Coli	Coliforme total
PARÁMETROS FÍSICO Y QUÍMICOS	
Sulfato	Turbiedad
Cloro residual	Cloruro
Sabor	Dureza total
Olor	Calcio
Color aparente	Magnesio
Hierro total	Conductividad
Manganeso total	pH
Nitrato	Temperatura.
Nitrito	

## 9.2 GUÍA DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA

Para que el fontanero o fontanera pueda realizar las actividades de operación y mantenimiento, a continuación se presenta una guía práctica que le sirva para llevar los controles necesarios que debe realizar día a día. A los miembros del Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento, les servirá como una hoja del historial de las actividades que han realizado, para mantener el sistema en buen funcionamiento.

### INSTRUCCIONES DE USO

1. Debemos sacar fotocopias del formulario “Guía de Inspección” (ver anexo 3). Para cada seis (6) meses necesitamos un nuevo formulario,
2. Debemos colocarlos en un lugar visible,
3. Llenado de datos generales:
  - a. Colocar el nombre de la comunidad,
  - b. Colocar el nombre del fontanero o fontanera,
  - c. Colocar el nombre de los meses en las casillas de la parte superior. Ejemplo: Mes 1: Enero. Mes 2: Febrero, etc.
4. Como llenar la guía:
  - a. Columna 1 (ACTIVIDAD): indica la actividad que debemos realizar,
  - b. Columna 2 (PÁGINA): indica el número de página de este manual, donde se describen los pasos que debemos seguir para realizar la actividad,
  - c. Columna 3 (FRECUENCIA): indica cada cuanto tiempo debemos realizar la actividad y aparece en blanco la casilla de acuerdo a la frecuencia,  
S = semanal; Q = quincenal; M = mensual; T= trimestral (cada 3 meses) y  
Se = semestral (cada 6 meses), y
  - d. Columna 4 (MESES): aparece sin color la casilla donde debemos escribir una “X” que indica que la actividad está realizada. Ver ejemplo, en la tabla XI.

Tabla XI. Guía de Inspección del Sistema de agua potable por gravedad y/o bombeo

GUÍA DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD Y/O BOMBEO																									
NOMBRE DE LA COMUNIDAD: EL ROSARIO												FONTANERO (A): Mario López													
ACTIVIDAD	PÁGINA	3			4				5																
		S	Q	M	T	Se	Mes: enero	Mes: febrero	Mes: marzo	Mes: abril	Mes: mayo	Mes: junio													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
7.0 HIPOCLORADOR SOLUCIÓN/PASTILLAS	17/5																								
7.1 Preparar solución hth	17/5																								
7.2 Revisión fugas y grietas muros y tapaderas	17/5																								
7.3 Maniobrar válvulas y lubricarlas	17/5																								
7.4 Revisión fugas tubería y válvulas	17/5																								
8.0 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN/SUCCIÓN	26/5																								
8.8 Pintura anticorrosiva elementos de metal	26/5																								
8.9 Pintura exterior tanque	26/5																								
9.0 LÍNEA Y RED DE DISTRIBUCIÓN	29/5																								
9.1 Revisión posibles riesgos tubería y fugas	29/5						X																		
9.2 Limpieza y chapeo	29/5						X																		
9.3 Revisión filtraciones y grietas muros, tapaderas de cajas rompe presión y válv	29/5						X																		
9.4 Revisión de válvulas de flote	29/5						X																		
9.5 Maniobrar válvulas y lubricarlas	29/5						X																		
9.6 Revisión fugas	29/5						X																		
9.7 Limpieza caja rompe presión	29/5						X																		
10.0 CONEXIONES/LLENACÁNTAROS	32/5																								
10.1 Revisión fugas chorros	32/5								X																
10.2 Lectura medidores	32/5																								
10.3 Revisión fugas tubería y medidores	32/5																								
11.0 POZO	37/5																								
11.1 Limpieza y chapeo	37/5																								
11.2 Revisión sello sanitario	37/5														X										
11.3 Revisión cerco y lubricación candados	37/5														X										
11.4 Revisión focos contaminación	37/5														X										
11.5 Aforar caudal	37/5															X									
12.0 CASETA DE BOMBEO	37/5																								
12.1 Limpieza caseta y equipo	37/5																								
12.2 Revisión válvulas y accesorios	37/5																								
13.0 GENERADOR O PLANTA ELÉCTRICA	38/5																								
13.1 Revisión nivel aceite y combustible	38/5																								

ESTA CASILLA INDICA QUE LA ACTIVIDAD DEBE REALIZARSE UNA VEZ AL AÑO Ó CUANDO SEA NECESARIO

UNA VEZ AL AÑO Ó CUANDO SEA NECESARIO

SMARCAR CON UNA "X" LA CASILLA EN BLANCO, CUANDO YA SE REALIZO LA ACTIVIDAD

INDICA QUE LA ACTIVIDADES SEMESTRAL

INDICA QUE LA ACTIVIDADES TRIMESTRAL

INDICA QUE LA ACTIVIDADES QUINCENAL

INDICA EL NÚMERO DE PÁGINA DONDE SE DESCRIBE LA ACTIVIDAD EN EL MANUAL DE AO&M

INDICA QUE LA ACTIVIDAD ES MENSUAL

S = Semanal; Q = Quincenal; T = Trimestral; Se = Semetral

Fuente: CRS/Programa Guatemala Manual de Operación y Mantenimiento para un Sistema de Agua Integral –MOM- Guatemala, noviembre, 2001. Pág. 6/1

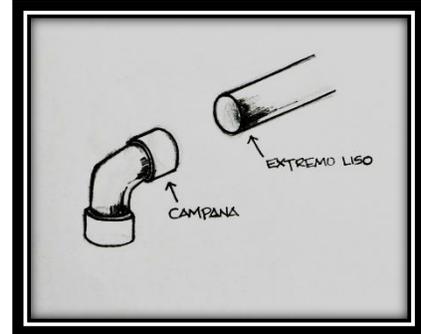
## 9.3 REPARACIONES

### 9.3.1 REPARACIONES EN TUBERÍA PVC

Para realizar reparaciones en tubería pvc, seguir los siguientes pasos:

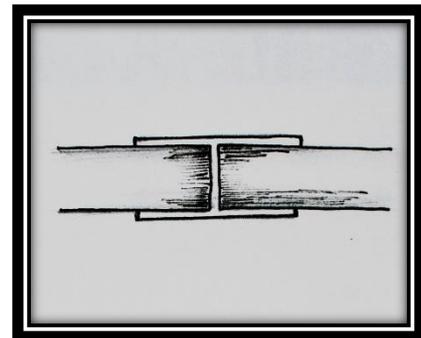
#### Preparar las piezas a pegar

- Cortemos el tubo con una sierra, usando una escuadra para lograr un corte recto. Luego emparejemos el corte con una lima o navaja. Los cortes defectuosos pueden causar fugas de agua. El extremo liso del tubo debe estar libre de rebabas por dentro y por fuera. Es conveniente achaflanarlo ligeramente,
- Limpiar el tubo y el accesorio con un pedazo de trapo limpio, interna y externamente donde vamos a aplicar el pegamento, y
- El pegamento no debe de tener grumos.



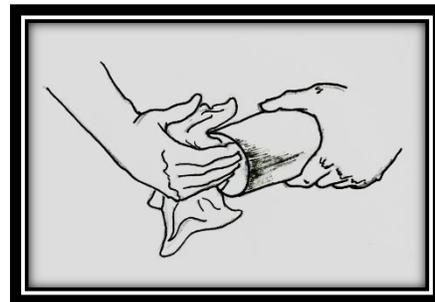
#### Prueba de ajuste

- Las piezas deben de estar libres de tierra o humedad,
- Juntamos el tubo y la campana sin pegamento, para probar si ajustan fácilmente y para ensayar la posición correcta en la instalación, y
- El tubo debe entrar el largo de la campana.



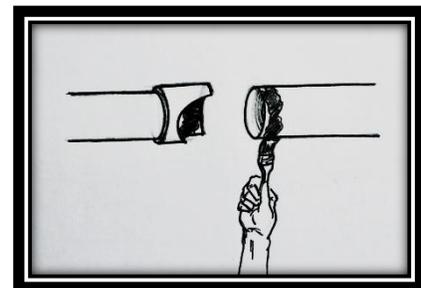
#### Limpieza de las piezas

- Debe de cambiarse el trapo después de varios usos,
- Quitamos con un trapo limpio el polvo o cualquier suciedad que tenga el tubo y el accesorios, las superficies deben estar bien limpias y secas antes de aplicar el cemento,
- Se debe mantener cerrado el bote del pegamento mientras no se esté usando.



#### Aplicar pegamento

- Verifiquemos que el pegamento que vamos a usar, sea para tubería PVC. El pegamento debe de estar en buen estado, si está espeso o tiene un color rojizo, no debemos usarlo,
- Apliquemos el pegamento con una brocha en el interior de la campana y la superficie del tubo
- El cemento debe de cubrir toda la superficie del tubo y

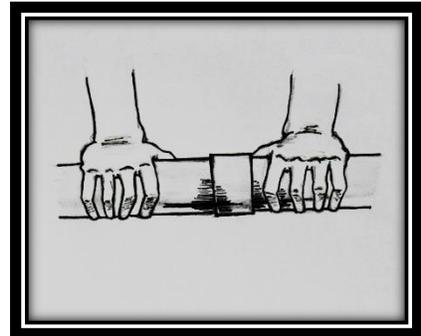


la superficie interior de la campana, tratando de lograr una buena distribución. El exceso de solvente puede perforar el tubo o el accesorio. Si aplicamos poco pegamento pueden quedar fugas,

- Cerrar el bote del pegamento, después de usado, para evitar derrames.

### Unir las piezas

- Unir rápido las piezas, es decir, meter el tubo en la campana, asegurándonos que tope y giremos un cuarto de vuelta, ajustándolo en la posición deseada y sosteniéndolo durante 15 segundos.
- Al meter el tubo en la campana, en la orilla debe de quedar una rebaba de cemento, eso significa que el tubo quedará bien pegado, y
- Limpiemos con un trapo el pegamento sobrante.

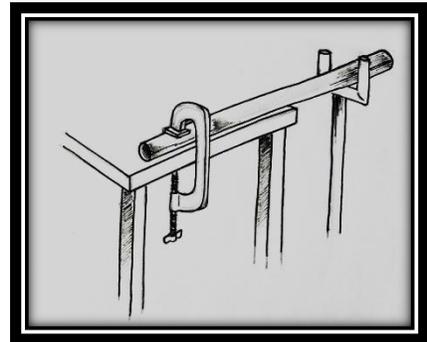


### 9.3.2 REPARACIONES EN TUBERÍA GALVANIZADA O HG

Para realizar reparaciones en tubería galvanizada o hg, seguir los siguientes pasos:

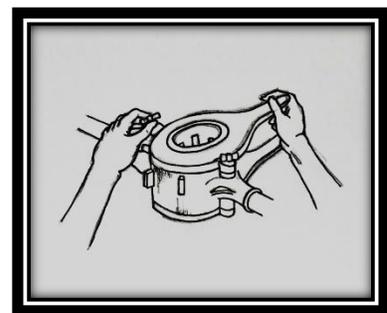
#### Preparar material

- Revisemos tubería y accesorios, que no estén dañados,
- Medir el largo del niple con un metro y marcar con un lápiz,
- Fijar el niple con una prensa el extremo a cortar, y el otro lado apoyarlo en una horqueta, si se requiere.

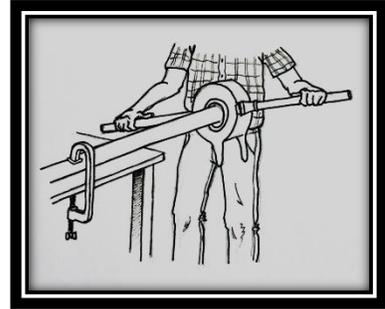


#### Corte y elaboración de rosca

- Cortar el niple con una sierra para metal, el corte debe quedar recto para asegurar una buena unión con el accesorios,
- Seleccionar dados, de acuerdo al diámetro del tubo que se va roscar y colocarlos en la tarraja, limpiando los puntos de unión de los dados y la tarraja. Cualquier partícula de metal u otro sólido que quede entre estas superficies impide la elaboración de las roscas.
- Ajustar los dados, teniendo cuidado de dejarlos abiertos aproximadamente 1/16" más de la marca, para hacer una primera pasada,
- Colocar la tarraja en el tubo y ajustar la guía para fijarla al diámetro del tubo. Empujar la tarraja contra el tubo con la mano izquierda, con la otra mano giremos hasta que ésta se sostenga sola y avance sobre la misma rosca. Continuar haciendo la rosca, agregando aceite para evitar el recalentamiento y que se dañe la rosca,



- La longitud de la rosca en la primera pasada debe ser tal que queden aproximadamente 4 hilos entre el extremo del tubo y la cara exterior de la tarraja,
- Ajustar los dados nuevamente, hasta que coincida la línea marcada en los dados con la línea marcada en la tarraja. Este ajuste da la profundidad exacta de la rosca,
- Pasar por segunda vez la tarraja sobre la primera rosca, hasta que la cara exterior de la tarraja coincida con el extremo del tubo. No olvidar, que hay que agregar aceite sobre la rosca,
- Terminada la rosca, hagamos la prueba con un accesorio, para verificar que está bien hecha. El accesorio debe penetrar en la rosca más o menos 4 hilos girándolo con la mano, es decir, sin herramienta, y
- Untar las roscas de la tubería y el accesorio que se va a unir con PERMATEX, enroscamos el accesorio con la mano y luego con una llave para apretarlo, haciéndolo avanzar 3 o 4 hilos más de la rosca.



### 9.3.3 INSTALACIÓN DE UNA UNIÓN UNIVERSAL DE HG

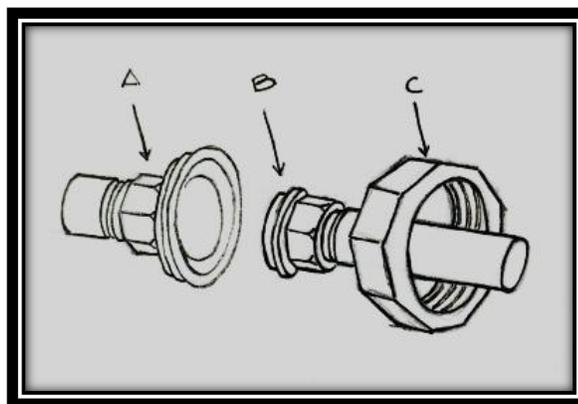
La unión universal se utiliza en tubería galvanizada menor de 6 pulgadas, para hacer cambios o reparaciones sin tener que desarmar toda la tubería en líneas de bombeo, pasos aéreos, pasos de zanjón o en líneas de conducción donde se requiera tubería galvanizada.



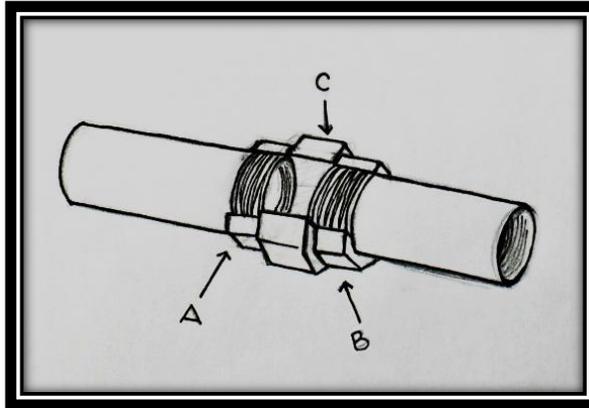
Fuente: [www.google.com.gt](http://www.google.com.gt). (30/11/12; 8:54 pm)

**Para su instalación, seguir el siguiente procedimiento:**

- Rosquemos en uno de los tubos la parte **A** de la unión; metamos en el otro tubo la parte **B** y luego roscar la parte **C**, y

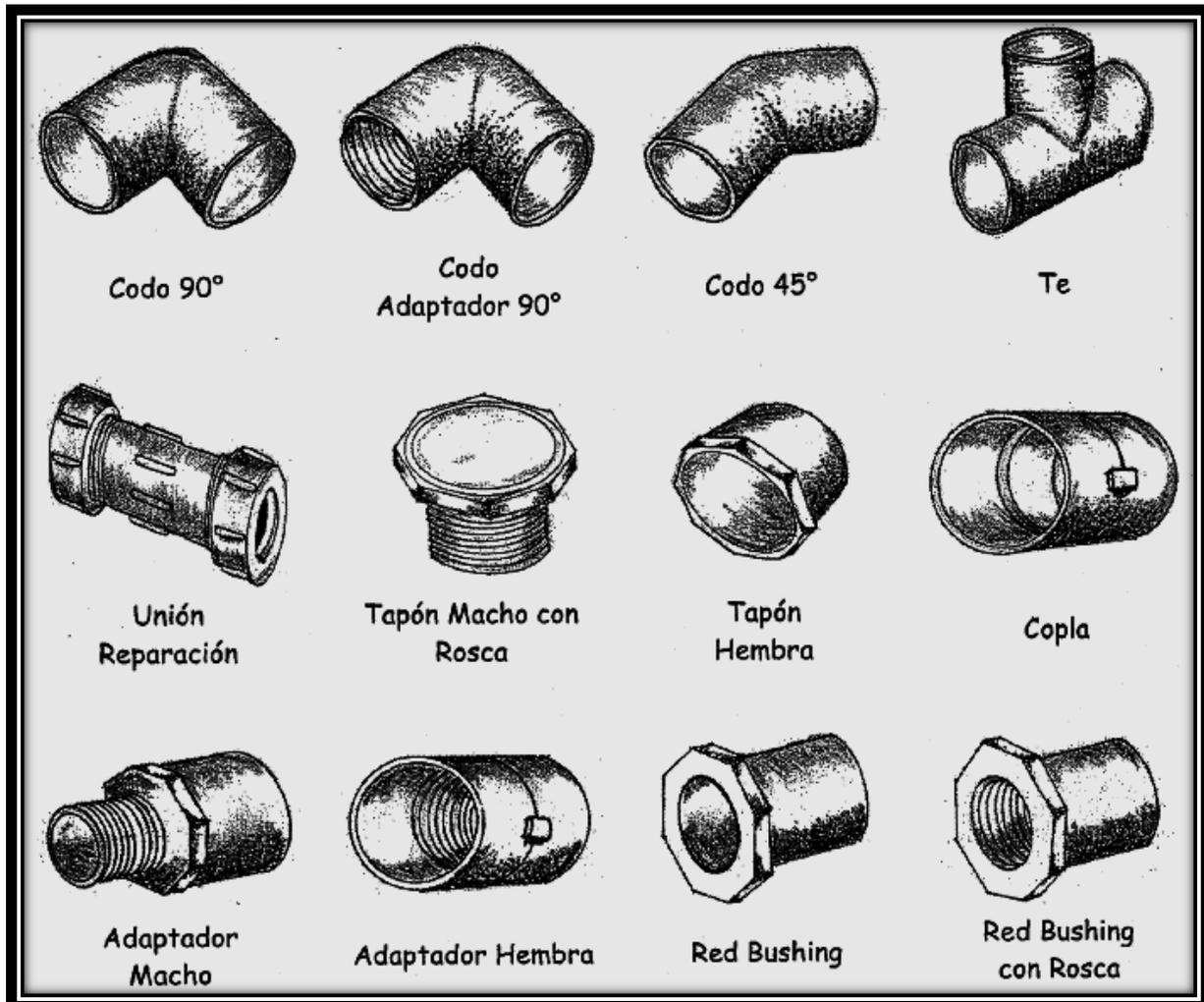


- Unir la parte **A** y **B** de la unión, juntándolas entre sí, ajustemos la contratuerca deslizante **C**, roscándola en la parte **A** y apretarla con la llave hasta conseguir una unión a prueba de fugas.

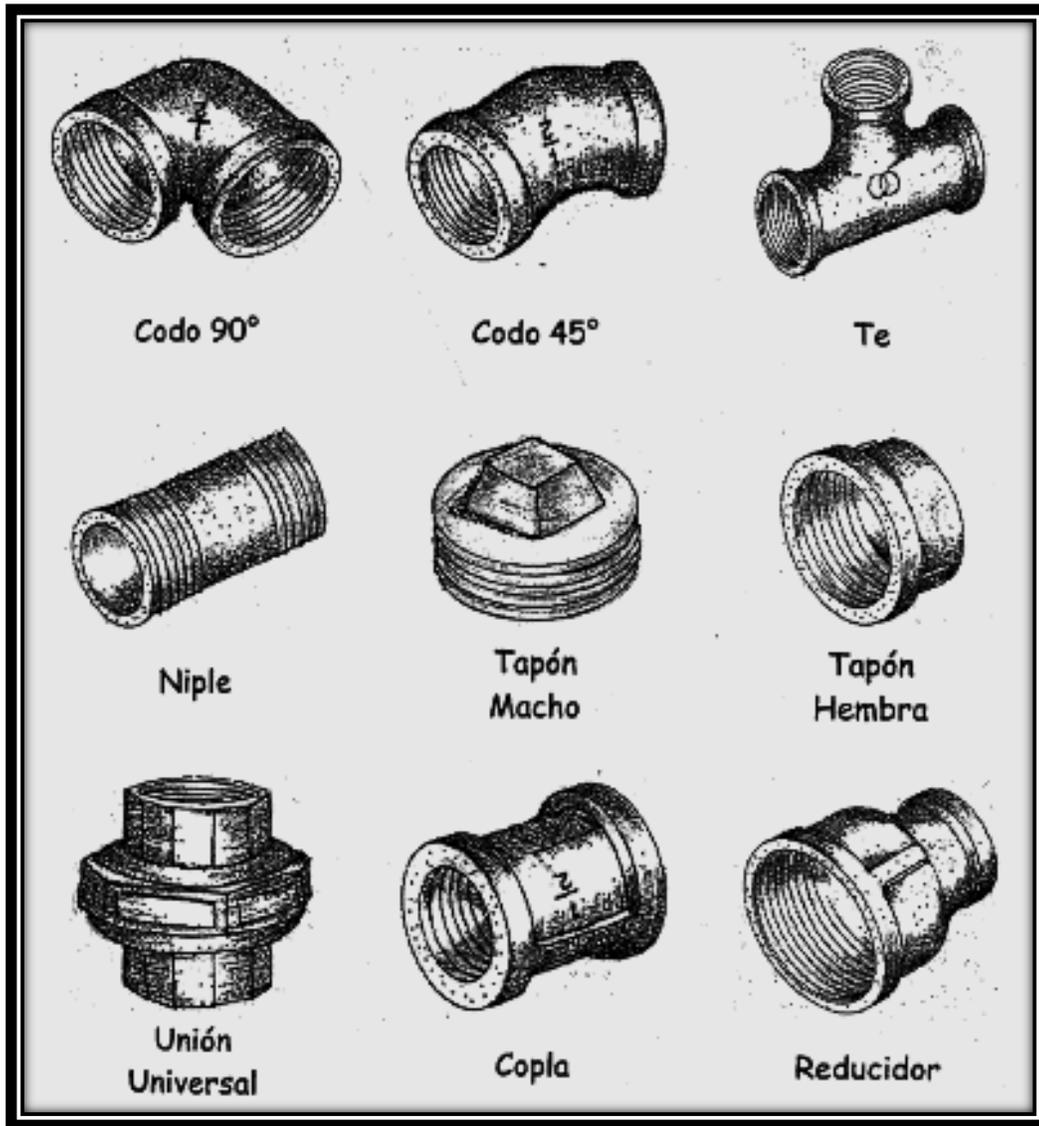


### 9.3.4 REPARACIONES EN ACCESORIOS

Los accesorios PVC que generalmente vamos a necesitar para realizar las reparaciones en el sistema son los siguientes:



Los accesorios galvanizados (HG) que generalmente vamos a necesitar para realizar las reparaciones en el sistema son los siguientes:



### 9.3.5 HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El fontanero o fontanera para que realice las actividades programadas para el día, deberá contar con la herramienta básica para la operación y mantenimiento de los proyectos. El Comité/Comisión deberá comprar la siguiente herramienta:



## 10 SISTEMAS NO CONVENCIONALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA<sup>15</sup>

Estas opciones tecnológicas se refieren a soluciones individuales o multifamiliares dirigidas al aprovechamiento de pequeñas fuentes de agua. Están compuestas por los siguientes tipos de sistemas de abastecimiento de agua:

- a. Captación de agua de lluvia,
- b. Pozos protegidos con bombas manuales, y
- c. Manantiales con protección de vertiente.

<sup>15</sup> Fuente: OPS/CEPIS Asociación Servicios Educativos Rurales *Guía de Orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades*. Lima, 2009 Pág. 46

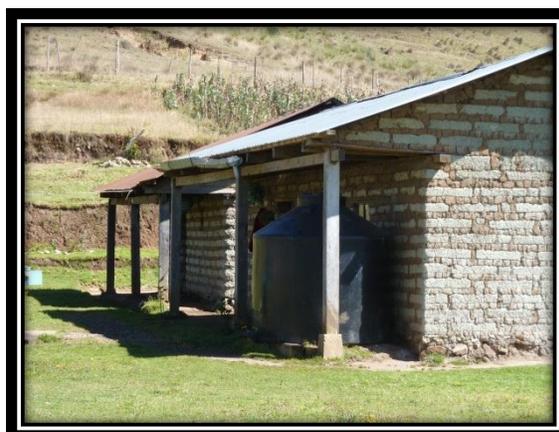
## 10.1 CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (ALJIBES)

El agua de lluvia generalmente se capta de los techos de las viviendas y se acumula en tanques de almacenamiento. El agua deberá ser desinfectada previamente a su consumo.

La ventaja de este sistema es su simplicidad y bajo costo de implementación, sin embargo, el suministro se queda condicionado a la variabilidad de la precipitación, resultando en discontinuidad del servicio.



Fuente: Cortesía Mario López



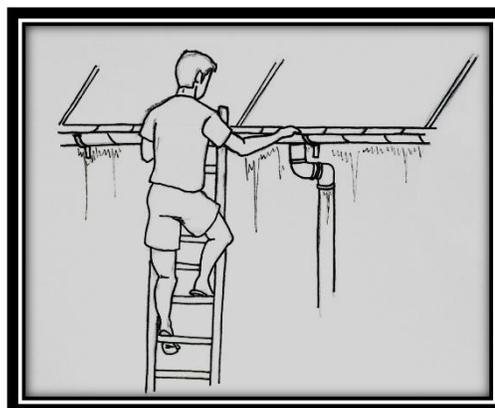
Fuente: Cortesía Mario López

### MANTENIMIENTO<sup>16</sup>

Un buen mantenimiento permite captar adecuadamente la mayor cantidad posible de agua de lluvia:

#### Verifiquemos constantemente:

1. Reparar cualquier daño en el techo para mantenerlo en buenas condiciones y evitar goteras,
2. Limpiar el techo y los canales de recolección entre lluvias y remover partículas extrañas y material fecal de los pájaros,
3. Mantener los canales de recolección en buenas condiciones, asegurándose que estén fijados adecuadamente al techo para evitar pérdida de agua por rebalse,
4. Remover partículas que puedan obstruir los canales,
5. Verificar las mallas y remueva material depositado en ellas para evitar obstrucciones,
6. Si utiliza caja de recolección para las primeras lluvias, límpielas después de cada lluvia, removiendo los sedimentos, espumas o natas que se puedan encontrar.

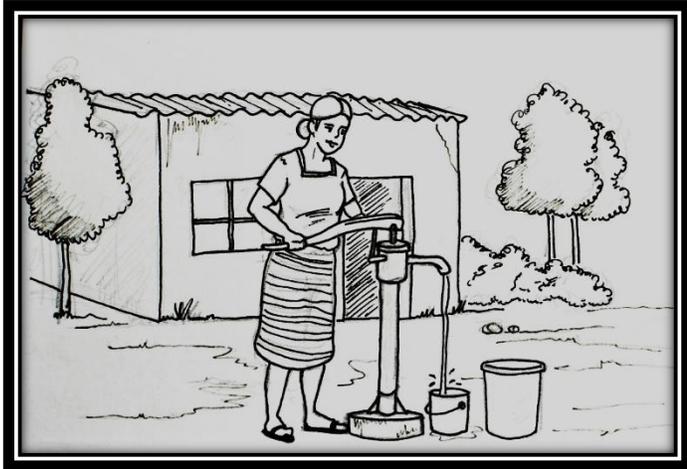


<sup>16</sup> Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico/OPS/BANCO MUNDIAL Guías Básicas. *Tecnologías apropiadas en agua potable y saneamiento básico*. 2000. Pág. 64

## 10.2 POZOS CON BOMBAS MANUALES<sup>17</sup>

Estas soluciones están formadas por una bomba manual instalada sobre los pozos excavados a mano (**sistemas de pozos artesianos**), el cual debe de estar debidamente protegido, que pueden ser del tipo familiar o multifamiliar.

Dependiendo del tipo de protección del pozo y de la presencia de puntos de contaminación, **el agua para beber y preparar alimentos debe ser desinfectada**. Existen varios tipos de sistemas y que se describen a continuación:

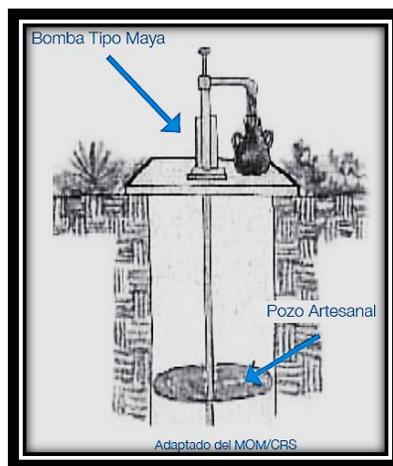


### 10.2.1 TIPOS DE BOMBAS MANUALES PARA POZOS ARTESIANOS<sup>18</sup>

1. Pozo con bomba manual tipo Maya o Tara,
2. Pozo con bomba New 6,
3. Pozo con bomba manual tipo India Mark II, y
4. Pozo con bomba manual tipo lazo o mecate.

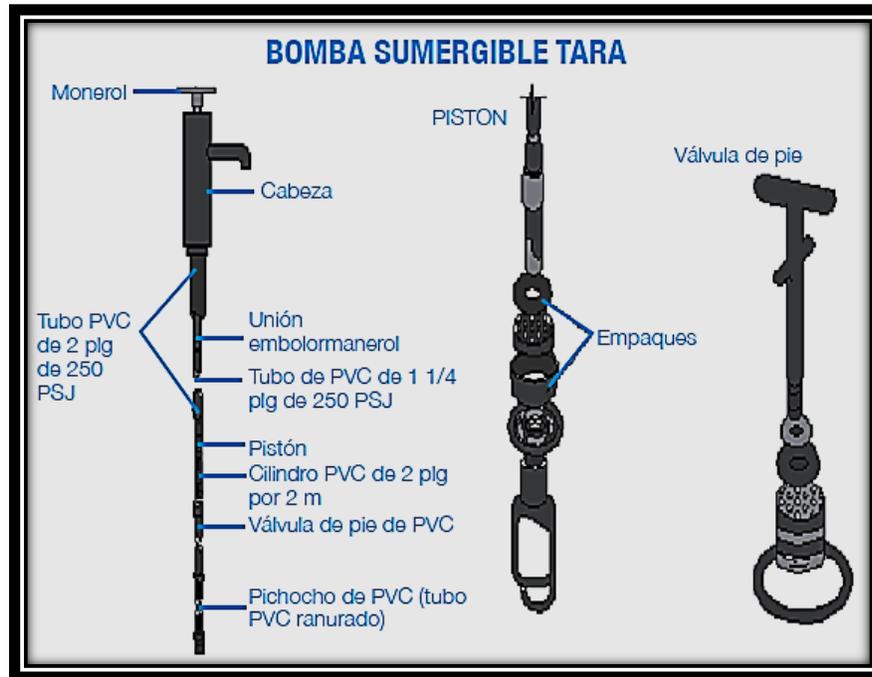
#### 10.2.1.1 POZO CON BOMBA MANUAL TIPO MAYA O TARA

Es una bomba aspirante e impelente, de émbolo de acción recíproca de doble efecto, es decir, eleva agua tanto al subir como al bajar el material. Esta bomba se limita únicamente a extraer el agua del pozo.



<sup>17</sup> Fuente: Castro, Rosario y Pérez, Rubén. OPS/OMS Saneamiento rural y salud. *Guía para acciones a nivel local*. Guatemala, 2009. Pág. 83

<sup>18</sup> Fuente: *ibíd.* 105.



## MANTENIMIENTO

### Cada semana:

- Revisar el cabezal,
- Revisar tornillos de cabezal (base), y
- Revisar el agarrador.

### Cada mes:

- Revisar la guía del maneral,
- Revisar el maneral, y
- Revisar la verticalidad y el sostenimiento de la tubería.

### Cada año:

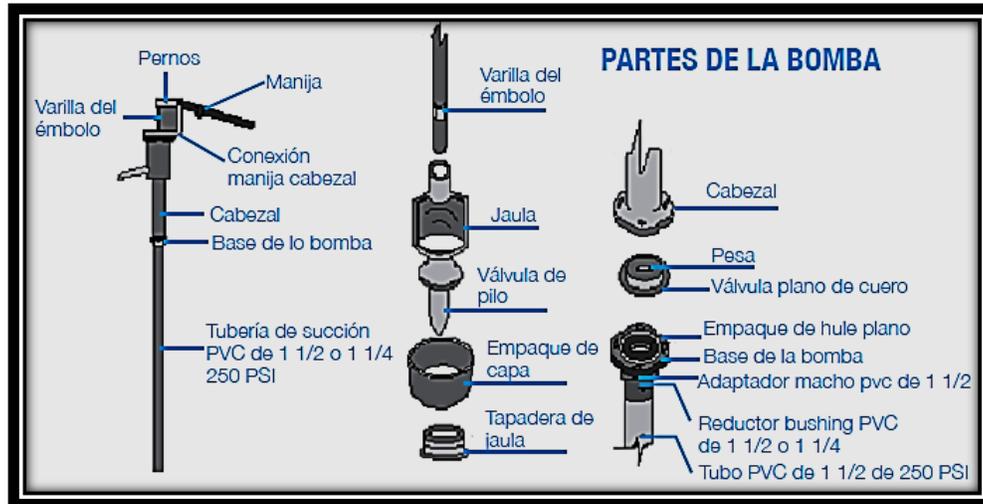
- Revisar empaques de pistón y cambiar,
- Revisar unión émbolo-maneral,
- Revisar cilindro y válvula de pie,
- Revisar tubería de impulsión,
- Limpiar el cabezal,
- Revisar la losa y el brocal del pozo (que estén en buenas condiciones),
- Revisar y limpiar el pozo (se debe limpiar, que no tenga ningún objeto dentro, quitar las raíces que tuviera), y
- Desinfectar el pozo.

## 10.2.1.2 POZO CON BOMBA NEW 6<sup>19</sup>

### MANTENIMIENTO

#### Cada semana:

- a. Engrasar la varilla del émbolo y pernos de la manija (si tienen óxido quitarlo y engrasar las partes,



#### Cada mes:

- b. Revisar empaque de copa (ver si hay desgaste),
- c. Revisar la válvula de cuero (que no esté quebrada),
- d. Revisar la válvula de pie (que funcione bien),
- e. Revisar pines de los pernos (que los tenga), y
- f. Revisar tornillos de cabezal (si están flojos ajustarlos bien, apretándolos).

## 10.2.1.3 POZO CON BOMBA MANUAL TIPO INDIA MARK II<sup>20</sup>

### MANTENIMIENTO

#### Cada semana:

1. Engrasar la cadena,
2. Engrasar los cojinetes, y
3. Apretar todos los tornillos del cabezal.

#### Cada mes:

4. Revisar y ajustar el tornillo de la cadena,
5. Revisar y ajustar la unión de la cadena y la varilla, y
6. Revisar y ajustar el pasador.

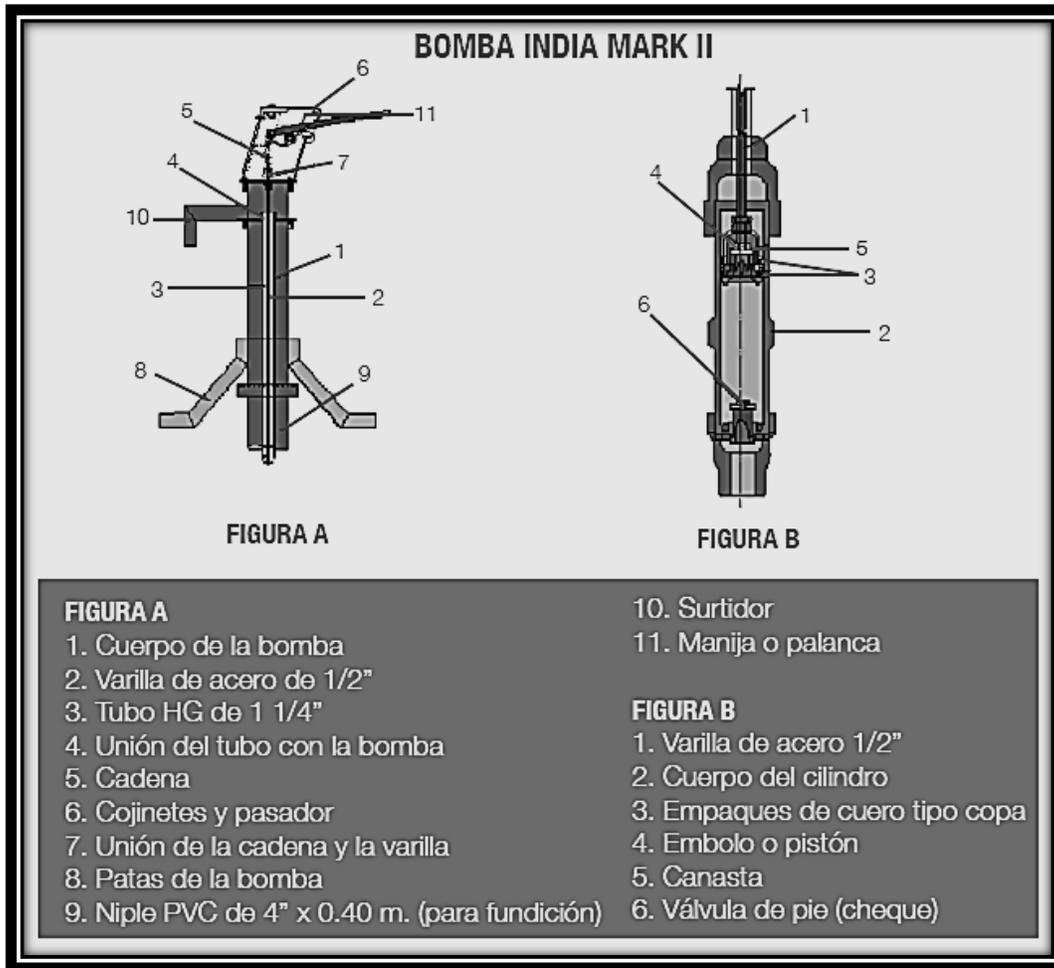
#### Cada año:

7. Cambiar los empaques de cuero tipo copa del cilindro,

<sup>19</sup> Fuente: ibíd. 107

<sup>20</sup> Fuente: ibíd. 109

8. Limpiar bien el cilindro,
9. Revisar la canasta y la válvula de pie del cilindro,
10. Revisar las varillas aceradas y ajustar las uniones apretándolas,
11. Revisar la tubería de hierro galvanizado y ajustar las uniones apretándolas,
12. Limpiar bien el cabezal (se puede pintar con pintura de aceite), y
13. Desinfectar el pozo.



### 10.2.1.4 POZO CON BOMBA MANUAL DE LAZO O MECATE<sup>21</sup>

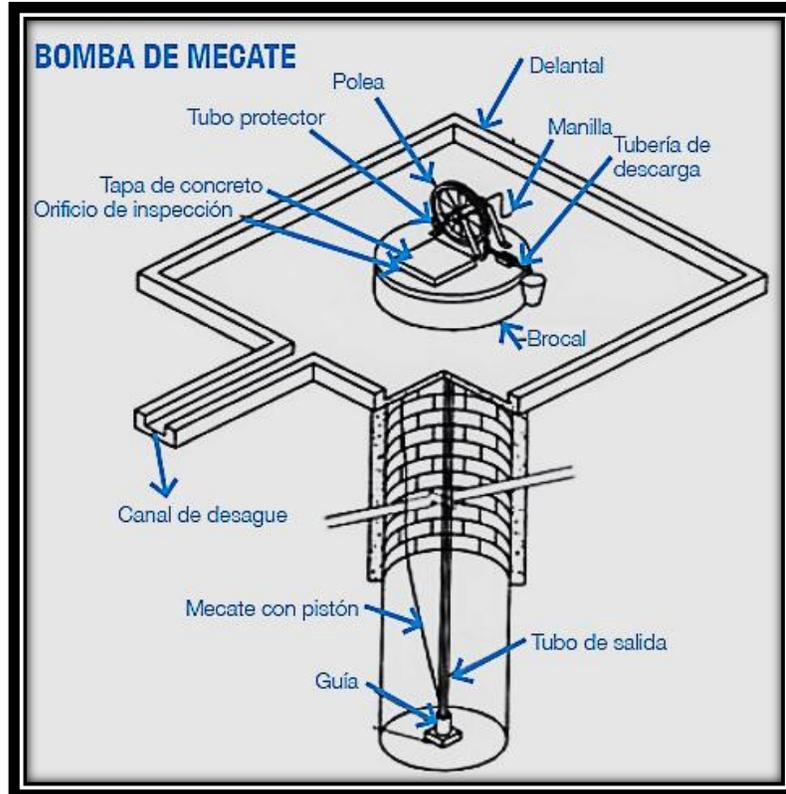
#### MANTENIMIENTO

Verifiquemos constantemente:

- a) **Tesar mecate.** En las primeras semanas de uso puede ser necesario tensar el mecate, ya que los nudos tienden a alargarse. La falta de tensión en el mecate causa que este patine sobre la rueda. Para tensar el mecate se deben soltar las puntas entrelazadas jalándolas hasta obtener cierta tensión, luego se vuelven a unir las mismas,

<sup>21</sup> Fuente: ibíd. 111

- b) **Engrase.** Engrasar los bushings del eje de la rueda y la agarradera del maneral cuando se considere necesario. Cualquier tipo de aceite puede servir para el engrase,
- c) **Fijación.** Revise periódicamente la fijación de la rueda, revisando las tuercas (golosos), y
- d) **Limpieza y pintura.** Limpiar y pintar la rueda cada año para evitar corrosión.

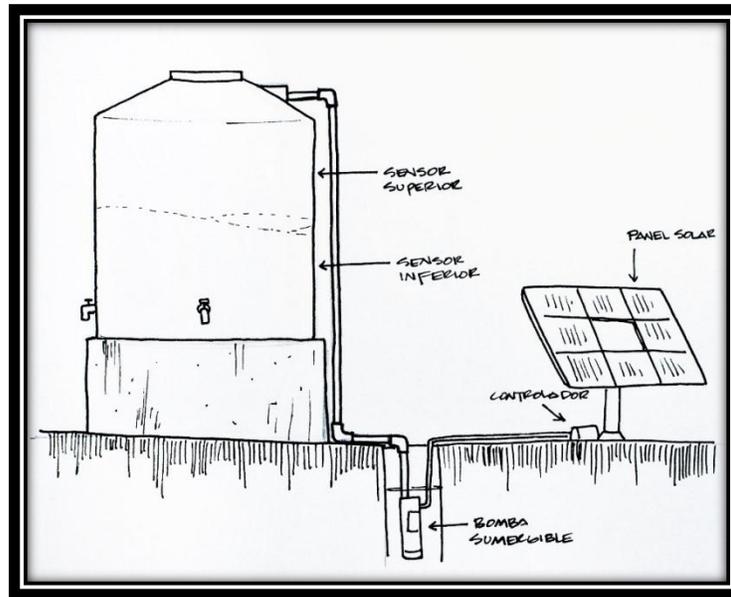


**10.3 SISTEMA DE BOMBEO CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA O SOLAR<sup>22</sup>**

Existen varias fuentes de energía, entre ellas están los derivados del petróleo, como la gasolina, diésel, gas propano, aceites lubricantes, etc. y las fuentes de energía como el sol y el viento. La energía solar fotovoltaica (FV) y eólica se denominan renovables debido a que se trata de un recurso que no provoca daños al medio ambiente, es una energía que es inagotable.

La energía solar fotovoltaica, es la energía eléctrica que se obtiene directamente del sol. Por medio de paneles solares se puede producir electricidad, la que puede ser utilizada en proyectos de abastecimiento de agua para consumo, riego, iluminación de casas y otras aplicaciones.

<sup>22</sup> Fuente: Asociación TulaSalud. Informe del proyecto de abastecimiento de agua por bombeo con energía solar, para las comunidades Nuevo Chitoc, Semuy, Setoc, Guadalupe y Sehelá de la Aldea Campur, del Municipio de San Pedro Carchá, A.V. Guatemala, abril, 2012



La energía fotovoltaica puede aplicarse a sistemas por bombeo, sin embargo, su costo inicial es muy alto comparado con los sistemas de bombeo a base de motores eléctricos o de combustión (gasolina o diesel). Por consiguiente, debe de considerarse cuidadosamente las ventajas y desventajas de la opción solar antes de tomar una decisión.

Los componentes de un sistema de bombeo de agua energizado por generadores o paneles fotovoltaicos esta constituido por los siguientes componentes:

1. **Generador o panel solar fotovoltaico.** Está constituido por uno o más paneles o módulos solares fotovoltaicos que proporciona la demanda eléctrica requerida por la bomba a utilizar,
2. **Controlador.** Controla el funcionamiento y paso de corriente que proporciona el panel solar para accionar la bomba, convierte la corriente continua en corriente alterna, si la bomba lo requiere, además, controla los guarda niveles.
3. **Flote eléctrico o guarda niveles.** Es el dispositivo, que controla el nivel de agua en el tanque de almacenamiento y es accionado por el controlador,
4. **Motor.** Es el que proporciona la energía a las bombas. En general se pueden utilizar motores de corriente continua o corriente alterna, que son los más empleados. Los motores de corriente alterna se encuentra con mayor facilidad en el mercado,
5. **Bomba.** Es el equipo que impulsa el agua hacia el tanque de almacenamiento. En el mercado existen variedad de bombas, centrífugas multi-fase, helicoidales, turbinas verticales y sumergibles, que son las mas recomendadas, y
6. **Tanque de almacenamiento.** En los sistemas de bombeo fotovoltaico, cuando no se utilizan baterías para almacenar la energía proporcionada por los paneles solares, es necesario almacenar el agua bombeada durante las horas de insolación inadecuada.

**MANTENIMIENTO<sup>23</sup>****Todos los días:**

- a. Inspeccionar los paneles solares, que estén intactos. Si un panel está dañado, hay que cambiarlo,
- b. Cortar toda rama que proyecte sombra sobre los paneles,
- c. Limpiar los paneles con un trapo limpio húmedo, quitar el polvo, tierra u otros materiales,
- d. Inspeccionar los cables y tablero de control que estén en buen estado,
- e. Inspeccionar, si es posible, el nivel del agua en el pozo, que deberá estar por lo menos 1 metro por encima de la bomba,
- f. Inspeccionar la tubería y válvulas que no haya fugas, y
- g. Aforar el caudal de entrada al tanque.

**Cada año:**

- h. Pintar estructura portante con pintura anticorrosiva, y
- i. Llamar a técnico para que realice una inspección general al proyecto.

**Cada año y medio, contratar a una empresa para:**

- j. Si la bomba es sumergible, llamar a técnicos para sacarla del pozo para revisión total.

**IMPORTANTE:** El 18/abril/12, fue inaugurado el proyecto de bombeo con paneles solares de la Comunidad Nuevo Chitoc Secomoxan, Aldea Campur, Carchá, Alta Verapaz. El proyecto será monitoreado por Asociación TulaSalud y el distrito de Salud de Campur y por la ONG prestadora de servicios de salud local, del programa de extensión de cobertura del Ministerio de Salud.

## 11 SANEAMIENTO

En este manual, saneamiento se define como el medio para recoger y eliminar higiénicamente las excretas y las aguas residuales de la población, de manera que no se ponga en peligro la salud de los habitantes y de la comunidad en su conjunto.

### 11.1 OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO<sup>24</sup>

Las opciones tecnológicas en saneamiento comprenden la solución de ingeniería que se ajusta a las características físicas locales y a las condiciones socio-económicas de la comunidad. Permiten seleccionar la manera óptima de dotar servicios de calidad de saneamiento a un costo compatible con la realidad local. **Las opciones tecnológicas en saneamiento están divididas en dos grupos y tienen correspondencia con los niveles de servicio:**

<sup>23</sup> Fuente: Grupo de Nuevas Actividades Profesionales. Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación. *Energía Solar Fotovoltaica*. [en línea] [www.coitaoc.org](http://www.coitaoc.org) C/Almagro, 2 28010 Madrid. Pág. 58.

<sup>24</sup> Fuente: Castro, Rosario y Pérez, Rubén. OPS/OMS Saneamiento rural y salud. *Guía para acciones a nivel local*. Guatemala, 2009. Pág. 87

1. Soluciones con recolección por red de tuberías con arrastre hidráulico, y
2. Soluciones sin red de recolección (disposición in situ) con o sin arrastre hidráulico.

En la tabla XII, se muestra la correspondencia entre las opciones tecnológicas en saneamiento y sus niveles de servicio.

OPCIÓN TECNOLÓGICA		NIVEL DE SERVICIO	
Con sistemas de recolección en red de tuberías	Alcantarillado convencional	Multifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Alcantarillado condominial		
	Alcantarillado de pequeño diámetro		
Sin sistemas de recolección	Unidad sanitaria con pozo séptico	Unifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Unidad sanitaria con biodigestor		
	Letrina de hoyo seco ventilado	Unifamiliar	Disposición de excretas
	Letrina de pozo anegado		
	Baño de arrastre hidráulico		
	Letrina compostera o baño ecológico		

**Tabla XII. Correspondencia entre opciones tecnológicas**

## 11.2 MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO<sup>25</sup>

El mantenimiento en los sistemas de saneamiento se hace para tener el sistema operando en buenas condiciones. Debemos de tener presente que los desagües contienen gérmenes patógenos y gases tóxicos, por lo que es fundamental que al operarlos debemos de disponer de los elementos de protección requeridos para ingresar a las estructuras y evitar la contaminación.

### 11.2.1 MANTENIMIENTO DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL

Se debe hacer un uso apropiado del servicio de alcantarillado, para ello debe de seguirse las siguientes recomendaciones para evitar la obstrucción de los colectores o tuberías de menor tamaño.

- No echar a los lavaderos residuos de comida, papeles, plásticos, ni otro material que pudiera ocasionar taponamientos en la red,
- No tirar en el inodoro papeles, toallas sanitarias, trapos, vidrios, aguas con grasas, ni otros objetos extraños al alcantarillado o drenaje,
- Realizar limpiezas frecuentes en las trampas de grasas de las viviendas, retirando las grasas y los residuos asentados en el fondos, por lo menos una vez al mes.

<sup>25</sup> Fuente: ibíd., 94

Para realizar las tareas de mantenimiento preventivo de redes de alcantarillado convencional, deberá identificarse los tramos críticos que merecen mantenimiento más frecuente (baja pendiente) y los no críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciado.

**IMPORTANTE:** Se deberá abrir las tapaderas de los pozos de visita aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en los alcantarillados o drenajes.

**Cada seis meses:**

1. Limpieza de la red de baja pendiente y de zonas de obstrucción frecuente,
2. Inspección del estado de la red,
3. Cambio o reposición de tapaderas de pozos de visita y candelas domiciliarias,
4. Identificación de conexiones clandestinas de aguas pluviales, y
5. Limpieza preventiva total de las redes.

**Cada año:**

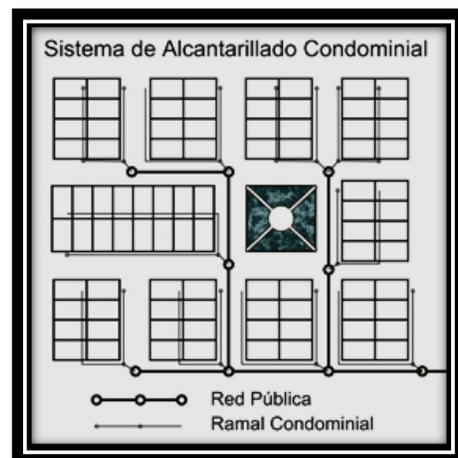
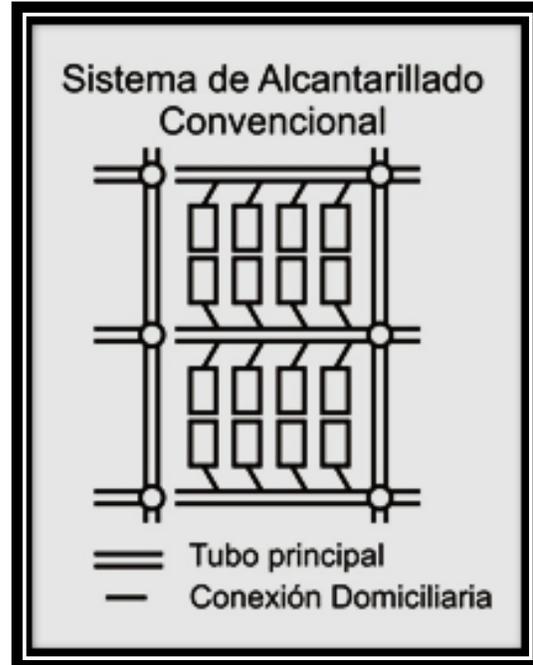
6. Limpieza de tramos no críticos de la red,
7. Limpieza de pozos de visita y candelas domiciliarias, y
8. Actividades de mantenimiento correctivo, según sea requerido.

### 11.2.2 MANTENIMIENTO DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

Deberá seguirse las recomendaciones indicadas anteriormente. Las actividades de mantenimiento preventivo recomendadas son:

**Cada mes:**

- a. Inspecciones periódicas de redes y ramales condominiales,
- b. Inspecciones periódicas para detectar conexiones clandestinas de aguas pluviales,
- c. Talleres de educación sanitaria reforzando el tema de buen uso del sistema, y
- d. El mantenimiento correctivo se realizará según los requerimientos.



11.2.3 MANTENIMIENTO DE TANQUES O FOSAS SÉPTICAS<sup>26</sup>

El tanque séptico, más conocido en nuestro medio como fosa séptica, es una caja rectangular de uno o dos compartimientos que reciben las aguas provenientes de los inodoros (aguas negras) y lavamanos, duchas, lavatrastos y pilas (aguas grises). Este tipo de sistema es adecuado para viviendas que tienen conexiones domiciliarias, para una o varias viviendas. Este sistema requiere antes de la entrada una caja trampa de grasas.



En las fosas sépticas se deposita la materia sólida por decantación, al permanecer el agua residual en el tanque, lo que permite que se decanten o depositen los sedimentos en donde se degradan, y flote la capa de impurezas. Para que esta separación ocurra, el agua residual debe permanecer en el tanque un mínimo de 24 horas.

Utilice agua de una manera conservadora para no saturar el sistema séptico y evite tirar compuestos como acetona, aceites, alcohol o líquidos para limpieza del tanque, pues estos materiales no se degradan o descomponen fácilmente.

**MANTENIMIENTO****Cada año:**

1. Quite la tapadera y deje pasar un tiempo (5 a 10 minutos) para dejar salir los gases acumulados, que pueden llegar a causar explosiones o asfixia,
2. No encienda fósforos o velas para hacer la inspección,
3. Inspeccionar el nivel de sólidos depositados, e
4. Inspeccionar y/o limpiar obstrucciones en las tuberías de ingreso y salida del tanque, cuando sea necesario.

**Cuando sea necesario:**

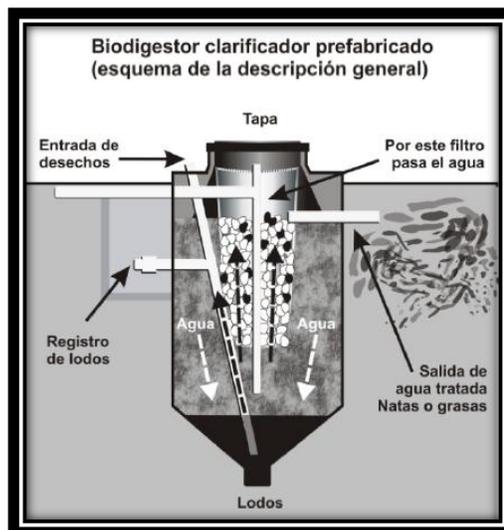
5. Haga la limpieza o extracción de los lodos, no extraer la totalidad de los lodos, dejar un volumen pequeño que sirva de semilla,
6. No lavar ni desinfectar la fosa, después de la extracción de lodos.

<sup>26</sup> Fuente: ibíd., 153

## 11.2.4 MANTENIMIENTO DE BIODIGESTORES

El biodigestor es un sistema que degrada la materia orgánica proveniente de las aguas residuales, además, clarifica el agua a la salida del sistema. Este sistema no necesita equipos de bombeos para extraer los lodos, producto de la descomposición de la materia orgánica, sino son extraídos por medio de una llave, hacia la caja de registro de lodos. Este sistema requiere antes de la entrada una caja trampa de grasas.

La descarga del agua puede hacerse hacia un pozo o zanja de absorción, o bien hacia áreas de jardinerización.



## MANTENIMIENTO

**Cada año, al finalizar la época de lluvia:**

1. Extraer los lodos hacia la caja, abriendo la llave por un minuto o más, hasta que el agua salga más clara,
2. Dejar que los lodos se sequen, durante tres o cuatro meses, luego, la tierra puede utilizarse para mejorar suelos, para jardineras, rellenos, etc.

## 11.3 MANTENIMIENTO DE SISTEMAS SIN RECOLECCIÓN

11.3.1 MANTENIMIENTO DE LETRINAS DE HOYO O POZO SECO VENTILADO<sup>27</sup>

Las letrinas de hoyo o pozo seco ventilado (LPSV) es una forma de saneamiento efectiva y aprovecha las corrientes de aire y la radiación solar (luz del sol) para controlar los transmisores de enfermedades y malos olores. Esta letrina consta de los siguientes componentes básicos:

- a. Caseta,
- b. Plancha de concreto,
- c. Taza,
- d. Pozo, y
- e. Tubo de ventilación.

## 1. Uso de la letrina

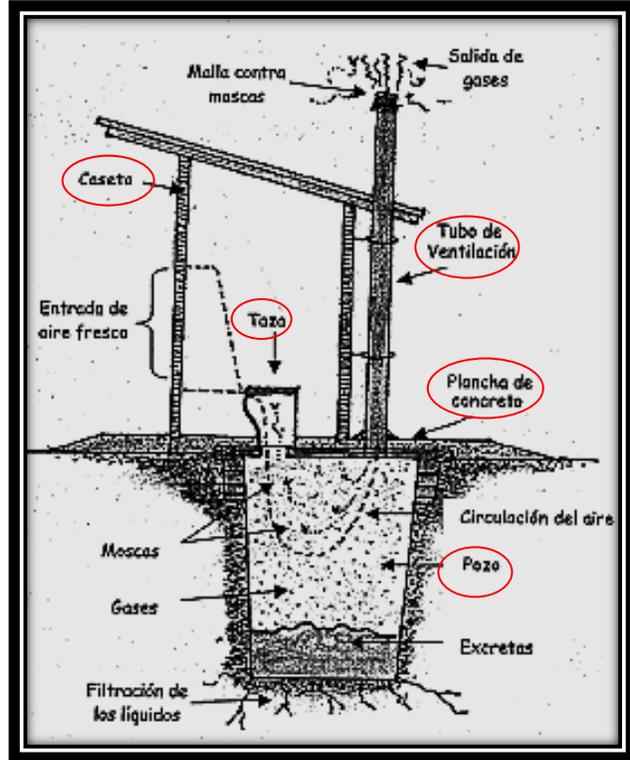
Para el uso de la letrina se tiene que tener cuidado de hacer las deposiciones directamente en el hueco central, cuidando de no ensuciar los bordes de la taza, de lo contrario la caseta se convertirá en un ambiente sucio, repugnante y con la posibilidad de que acá se estén

<sup>27</sup> Fuente: KFW PROFADDEC-JICA INFOM-UNEPAR Manual de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Superficiales. Julio, 2012. Págs. 62 – 71.

asentando las moscas. La taza de la letrina deberá mantenerse siempre limpia, barriéndola diariamente y trapeándola. Esta práctica sencilla posibilita tenerla presentable y tolerante al ingreso de las personas.

## 2. Control de los malos olores

El mecanismo principal que induce la ventilación, es la acción del viento que sopla sobre la parte superior del tubo de ventilación. El viento efectivamente succiona aire fuera del tubo de ventilación y este aire es remplazado desde la atmósfera a través de la caseta y el agujero de la losa. En consecuencia, hay una fuerte circulación de aire hacia arriba y afuera del tubo de ventilación. Así, cualquier mal olor que emane de la materia fecal en el pozo es extraído a través del tubo de ventilación y no a través del agujero de la losa hacia la caseta que, como resultado, se mantiene sin olor.



La letrina de pozo seco ventilado tiene la ventaja de mantenerse sin mal olor. El aire que entra por la taza, tiene como salida la boca del tubo de ventilación. Esto ayuda a sacar los malos olores del pozo y de la caseta.

Si las puertas de entrada de las casetas están orientadas hacia el viento predominante, la mayor presión de aire resultante dentro de la caseta aumenta el flujo de aire hacia arriba en el tubo de ventilación, ayudando así también a controlar el mal olor.

## 3. Control de moscas

En las letrinas de pozo seco ventilado, el tubo de ventilación controla el ingreso de moscas de dos maneras. En primer lugar, dado a que los olores fecales provenientes del pozo atraen a las moscas, éstas tratan de entrar al pozo a través de la parte superior del tubo de ventilación, ya que aquel es el punto de donde salen los malos olores; pero la malla contra moscas les impide el ingreso. En segundo lugar, si bien unas pocas pueden entrar al pozo vía la caseta y la taza y poner sus huevos en el pozo, las moscas adultas que resultan de esos huevos y que eventualmente buscan emerger vuelan instintivamente en dirección a la luz más brillante, aquella que penetra en la parte superior del tubo de ventilación: entonces las moscas suben por el tubo de ventilación pero la malla contra moscas les impide que escapen.

## 4. Ubicación de las letrinas

Si las letrinas están cerca de árboles, éstas deben estar ubicadas a por lo menos 2 metros de

ramas colgantes y de cualquier otra cosa que pudiera impedir la acción del viento sobre el tubo de ventilación. El mismo tubo debe estar ubicado del lado del barlovento (lugar de donde viene el viento) de la caseta.

## Mantenimiento

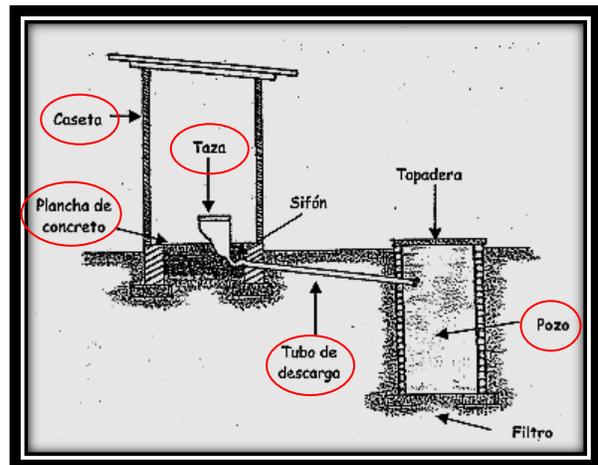
### Todos los días:

1. Tapar la taza tan pronto se termine de utilizar la letrina,
2. Asegurar que no se tire ningún tipo de residuo o líquido al pozo (excepto el papel u hojas),
3. Mantener limpia la letrina, lavando la plancha y taza con jabón o desinfectante, evitando que éstos caigan dentro del pozo,
4. Asegurar que no se quemen papeles en el interior de la letrina,
5. Rellenar cualquier agujero alrededor de la plancha, y
6. Revisar que la malla que cubre el tubo de ventilación no tenga obstrucciones ni esté roto.
  
7. **Al llenarse el pozo.** Debemos sellarlo para evitar accidentes y trasladar la plancha, la taza, el tubo de ventilación y la caseta hacia otro lugar; en donde previamente se haya excavado otro pozo.

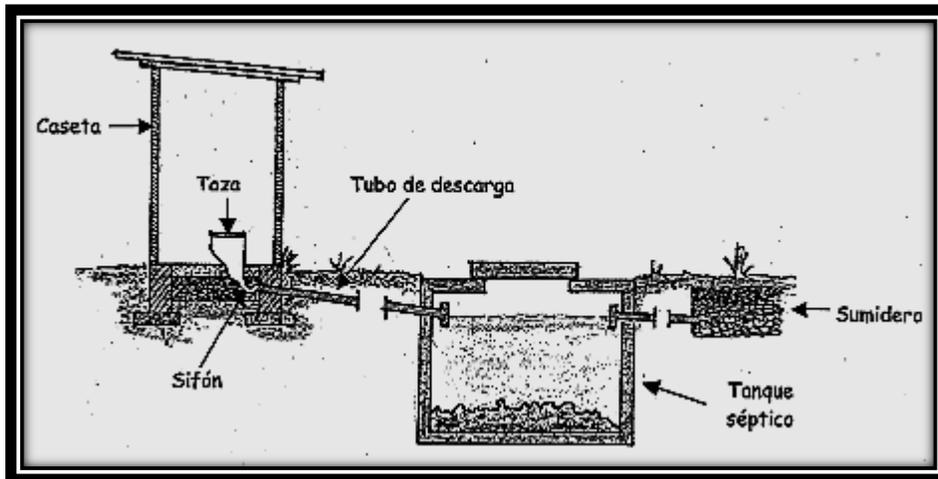
### 11.3.2 MANTENIMIENTO DE LETRINAS DE SELLO HIDRÁULICO

La letrina de sello hidráulico con descarga manual reducida o con depósito, es una forma de saneamiento para la disposición adecuada de excretas, tanto en las zonas urbanas como también en áreas rurales. Tiene la ventaja que puede ser ubicada dentro o fuera de la vivienda y requiere muy poca agua. Esta letrina consta de los siguientes componentes básicos:

- a. Caseta,
- b. Plancha de concreto,
- c. Taza con sifón,
- d. Tubo de descarga, y
- e. Pozo con tapadera.



En lugares con altos niveles freáticos y poca permeabilidad del suelo, se sustituye el pozo por un tanque séptico que descarga a un sumidero, como se muestra en la siguiente figura.



## Mantenimiento

### Todos los días:

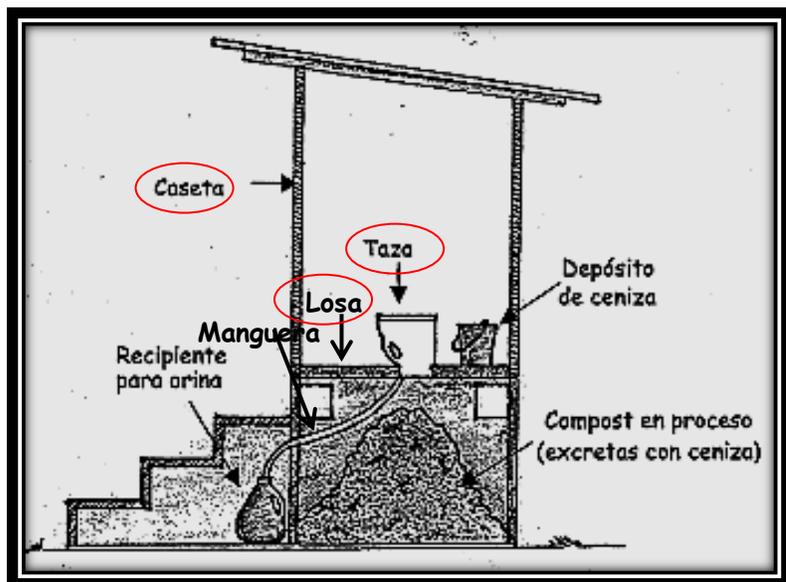
- Mantener limpia la letrina, lavando la plancha y taza con jabón,
- Asegurar que no se eche ninguna agua gris porque se interrumpe el proceso biológico de la descomposición de las excretas y el pozo puede rebalsarse, y
- Asegurar que no se echen dentro de la letrina basuras, ni el material que se usa para la higiene anal, porque se corre el riesgo de tapan la tubería.

**¿Qué hacer si se tapó la tubería?** Debemos destaparla con un alambre, con mucho cuidado para no dañar el tubo.

**¿Qué hacer si se llenó el tanque séptico?** Debemos sacar la materia fecal acumulada en el fondo.

### 11.3.3 MANTENIMIENTO DE LETRINAS COMPOSTERAS O ABONERA SECA FAMILIAR

La letrina abonera seca familiar (LASF) tiene como característica especial una taza que separa las excretas de la orina y doble cámara. Al agregar cal o ceniza a las excretas en la cámara, éstas se secan y de esta manera se eliminan los pequeños organismos dañinos para la salud (gérmenes patógenos). Después de un período de seis a ocho meses en la cámara, las excretas con ceniza (compost) se sacan y se utilizan como abono agrícola.

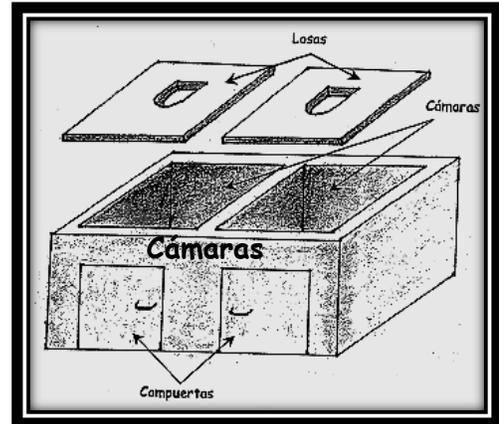


Se aclara que en ese momento, las excretas ya no tienen ningún contaminante, ni olor desagradable. La letrina abonera seca familiar consta de los siguientes elementos:

- a. Caseta,
- b. Losa, y
- c. Taza con separación de excretas y orina.

Las excretas quedan en la cámara y la orina, a través de la manguera, es conducida fuera de la cámara a un recipiente para posteriormente utilizarla como abono. El recipiente puede cambiarse por una pequeña caja de filtración subterránea (caja recolectora).

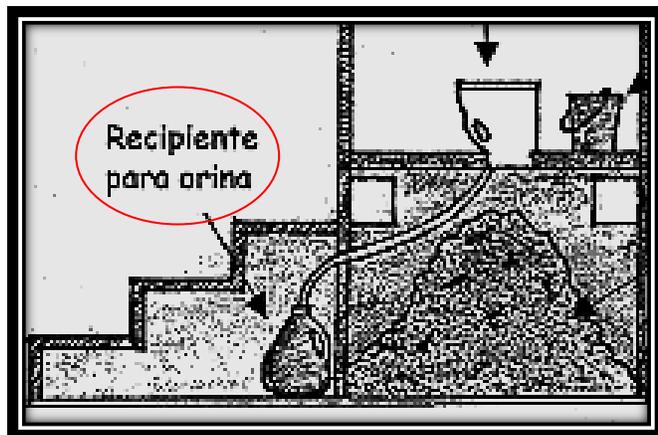
- **Cámaras**
- **Manguera.** Se refiere al poliducto que se coloca conectado a la taza en el compartimento destinado para recoger la orina del usuario. Esta manguera pasa por dentro de la cámara y conduce la orina hacia el exterior.
- **Recipiente de orina.** Este sirve para almacenar la orina.
- **Caja recolectora.** Esta es una caja hecha de concreto que se construye semienterrada cerca de la cámara para recolectar la orina. En el fondo de la caja se coloca pedrín o piedras pequeñas y sobre éstas una capa de arena. La caja recolectora se construye para que la orina no se eche sobre la superficie cuando no será utilizada como abono agrícola.



### Mantenimiento

#### Todos los días:

- a. Echar sobre las excretas una cantidad igual o mayor de ceniza o cal,
- b. Mantener limpia la losa y taza de la letrina,
- c. Cuando observemos humedad, debemos echar más ceniza,
- d. Procurar que no caiga ceniza en el depósito para la orina, para que no se tape,
- e. Tener un depósito con ceniza dentro de la caseta para echar dentro de la cámara siempre que se use la letrina, y
- f. Se recomienda no echar el papel



**Cada quince días:**

- g. Mover las excretas para hacer más uniforme el nivel de llenado y homogenizar la biomasa en el proceso, gracias a la acción de la ceniza, facilitando así la efectividad del proceso.

**Cada tres a seis meses:**

- h. Cuando el nivel de llenado ha llegado aproximadamente a 10 centímetros de la superficie superior de la cámara en uso, interrumpa el uso y llénela de tierra compactándola, y
- i. Empezar a usar la otra cámara (vacía)

**Utilización de la orina recolectada**

- Para utilizar como abono: si el suelo está mojado, puede usarse pura. Si el suelo está seco, debe mezclarse con agua en una proporción de un galón de orina con tres galones de agua,
- Para hacer insecticida (evitar pulgones) mezclar ½ litro de orina con cuatro galones de agua,
- Para hacer fungicida (controlar enfermedades como el arjeño) mezclar un galón de orina con cuatro galones de agua.

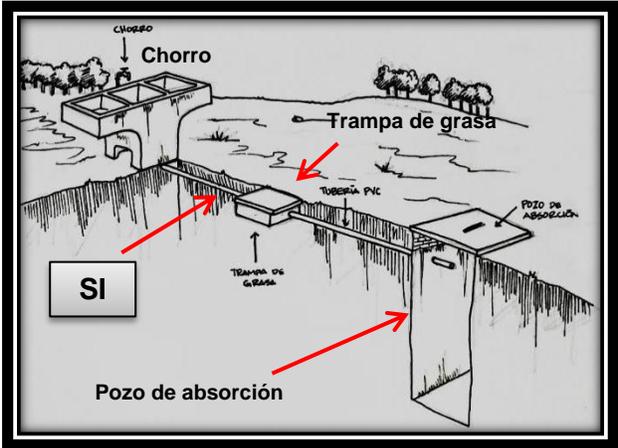
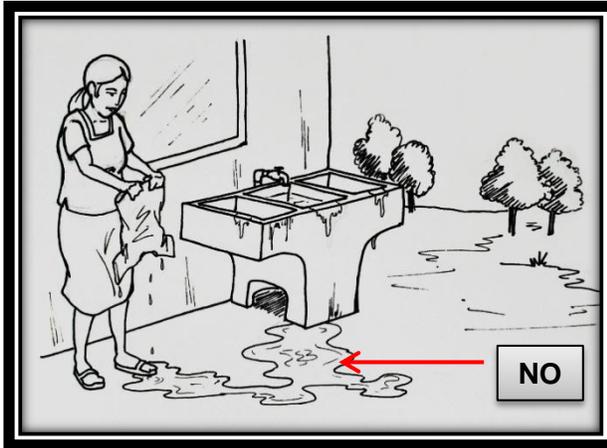
**Utilización de las excretas secas.**

- Cada vez que se llene una de las cámaras, debemos cerrarla y utilizar la otra,
- Después de un período de seis a ocho meses de secado y estabilización en la cámara, podemos utilizar la mezcla de excretas y ceniza como abono orgánico. El material debe de estar completamente seco, si observa que está pastoso, deberá dejarse un tiempo más (uno o dos meses), y
- Nunca deje que el material de la letrina adquiera consistencia líquida o de lodo.

**11.4 OPCIONES DE TRATAMIENTO PARA AGUAS GRISES**

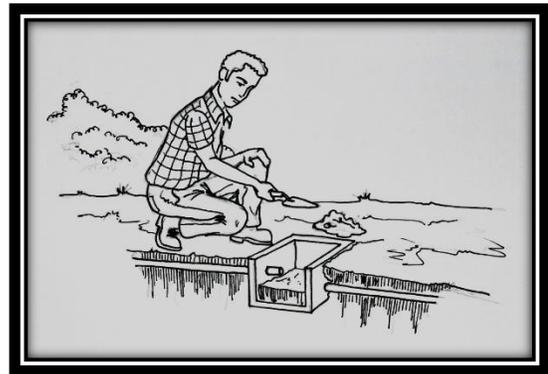
Se conocen como aguas grises a todas aquellas que son producto de la higiene personal, del lavado de ropa y trastos. Para evitar problemas de contaminación en la comunidad y poner en riesgo la salud de las personas, debemos eliminar las aguas grises de los chorros y el rebalse de las pilas del lavado de los trastos y la ropa, para que no corran sobre la tierra, que forman criaderos de zancudos y mosquitos, que son los principales transmisores de muchas enfermedades. Estos sistemas están compuestos por:

1. **Trampas de grasas,**
2. **Sumideros,**
3. **Pozos de absorción, y**
4. **Biofiltros.**



**11.4.1 TRAMPAS DE GRASAS**

Las trampas de grasa sirven para retener la grasa que contienen las aguas grises, para que esta grasa no llegue hasta el pozo absorción o el sumidero en donde puede tapan el lecho filtrante (piedra) e impedir la filtración de las aguas grises en el subsuelo.



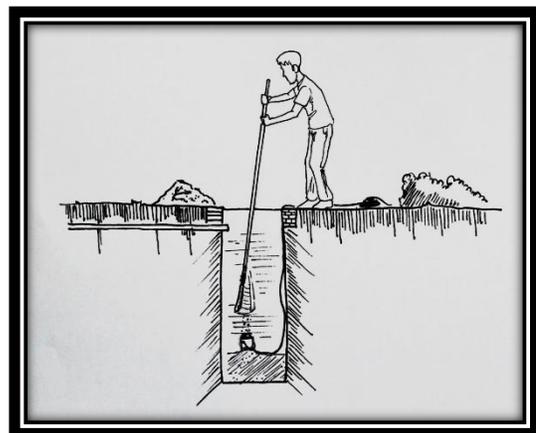
**MANTENIMIENTO**

Una vez al mes:

- a. Levantemos la tapadera de la caja de trampa de grasa y saquemos con una cuchara toda la grasa que se ha acumulado en la misma,
- b. Debemos raspar las paredes de la caja, hasta no dejar residuos de grasa (costras en las paredes), y
- c. La grasa colectada debemos ponerla al sol para que se seque, removiéndola continuamente. Una vez seca, la podemos usar sin peligro como abono en un sembrado.

**11.4.2 POZO DE ABSORCIÓN**

Los pozos de absorción se usan para la filtración de las aguas grises en el subsuelo, cuando el nivel freático (manto o capa de agua) es bajo y el suelo es permeable, es decir, que el agua filtra rápidamente.



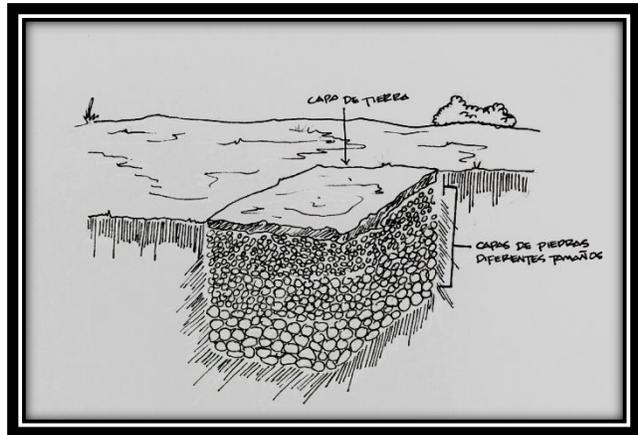
## MANTENIMIENTO

Una vez al año (antes que inicie la época de lluvia):

- Quitamos la tapadera de los pozos de absorción y dejemos que se ventile por 24 horas,
- Después que pases las 24 horas, usemos una cubeta y un machete amarrado a la punta de un palo largo, para raspar las paredes del pozo. El lodo o las costras que se desprendan de las paredes, las debemos sacar con la cubeta que hemos colgado exactamente debajo de donde realizamos el raspado,
- Asimismo, debemos ahuecar la capa de piedra que se encuentra en el fondo del pozo y sacar cualquier materia que pueda impedir la filtración de las aguas grises en el suelo, y
- El lodo y las costras colectadas las debemos poner a secar y usarlos como acondicionador de suelos o abono para cultivos.

### 11.4.3 SUMIDERO

Los sumideros sirven para la filtración de las aguas grises en el subsuelo y se usan cuando el nivel freático es alto y si hay suficiente espacio para construirlos. Consisten en zanjas, llenas de piedras de diferentes tamaños y cubiertas con una capa de tierra.



## MANTENIMIENTO

El único mantenimiento que hay que hacerles a los sumideros, es revisar que el agua se esté filtrando en la tierra. Si después de varios años se rebalsa, entonces debemos destaparlos para sacar las piedras y limpiarlas.

### 11.4.4 BIOFILTROS FILTRO JARDINERA<sup>28</sup>

El filtro jardinera o biofiltro es un pequeño humedal con plantas de pantano que permite la reutilización del agua para riego. El agua proveniente de la pila, denominada aguas grises, se conducen a una trampa de grasas. Como se indicó anteriormente, la trampa tiene dos funciones: retener las grasas, que forman una nata en la superficie del agua y sedimentar los sólidos, que se asientan en el fondo. De esta forma, la trampa protege el filtro, pues evita que éste se tape.



<sup>28</sup> Fuente: El Taller Artes y Oficios AC – Sarar Transformación SC Biofiltro La jardinera que filtra las aguas grises para reciclarlas. Instrumentos Educativos para el Saneamiento Ecológico.[en línea] [www.sarar-t.org](http://www.sarar-t.org)

**¿Cómo funcionan los filtros?**

El agua previamente tratada sale de la trampa de grasas y se dirige hacia una jardinera impermeable que cuenta con tres secciones. Las secciones de entrada y salida están rellenas de tezontle (piedra volcánica) y sirven para distribuir el agua uniformemente cuando ésta entra y sale del filtro. De preferencia, se debe seleccionar el material de mayor diámetro en la entrada para prolongar la vida útil del tezontle (piedra volcánica). La sección central o intermedia se rellena de arena mezclada con tierra y es donde se siembran las plantas de pantano.

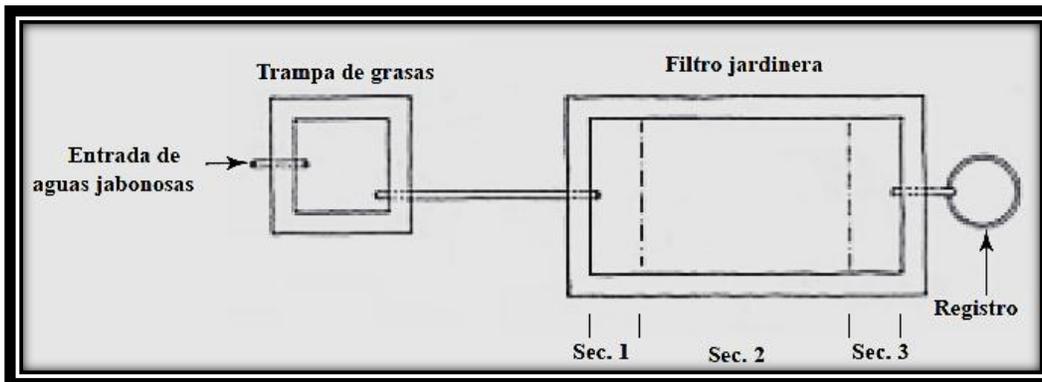
En esta sección se atrapan los sólidos más pequeños y el agua fluye lentamente, lo que aumenta el tiempo de retención del filtro. Este factor es muy importante ya que entre más tiempo pase el agua dentro del filtro, mayor será su tratamiento.

**MANTENIMIENTO**

**Cada mes:**

1. Remover la nata de grasa de la trampa de grasas, luego dejar que se seque. Una vez seca, la podemos usar sin peligro como abono en un sembrado. Para evitar olores la trampa de grasas debe contar con una tapa que permita, a su vez, la aeración, y
2. En la jardinera, podar regularmente las plantas.

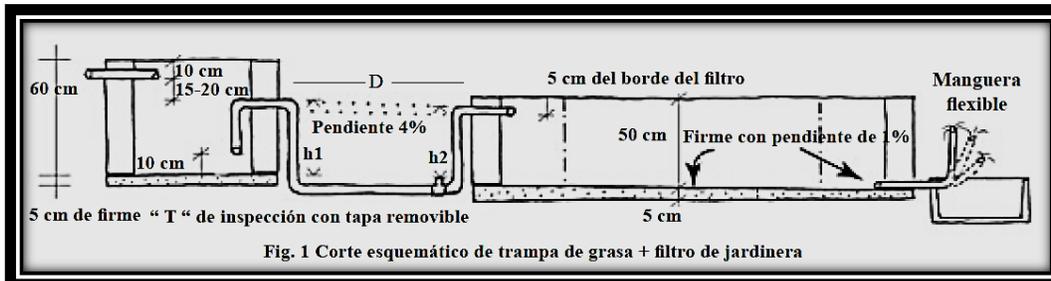
Eventualmente, en un período de 5 a 10 años, el filtro se puede obstruir con la acumulación de sólidos. Cuando esto sucede, se puede apreciar que el agua se desborda por la parte superior del filtro en vez de fluir por el tubo de salida. Esto indica que el material filtrante saturado (la piedra volcánica y la mezcla de arena con tierra) debe cambiarse por material nuevo. Se puede intentar primero remplazar la sección de la piedra volcánica en la entrada (ver figura XIV) y observar si el flujo mejora. De no ser así, habrá que remplazar todas las secciones.



**Figura XIV. Planta y sección de trampa de grasa y biofiltro**

Para mayor información consultar:

[www.sarar-t.org/contacto.php](http://www.sarar-t.org/contacto.php)



**Fig. 1 Corte esquemático de trampa de grasa + filtro de jardinera**

## 11.5 MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS (BASURAS)

11.5.1 RESIDUOS SÓLIDOS (BASURAS)<sup>29</sup>

Se entiende por residuo (basura) cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, resultante del consumo o uso de un bien de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador o persona abandona o deposita en cualquier lugar y que puede ser aprovechado o transformado en un nuevo bien, del cual pueda obtenerse un beneficio económico o para su disposición final.

11.5.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS<sup>30</sup>

1. **Residuos Inorgánicos.** Un promedio del 5% del total de los residuos que se generan en la casa son de origen inorgánico. Los podemos dividir en peligrosos y no peligrosos.

**Residuos altamente contaminantes:**

- Residuos de fertilizantes y agroquímicos,
- Restos de plaguicidas,
- Baterías o pilas, y
- Envases de medicinas.

**Residuos moderadamente contaminantes:**

- Latas,
- Vidrio,
- Botellas de plástico,
- Papel y cartón,
- Zapatos y botas, etc.

2. **Residuos Orgánicos.** Son todos aquellos que se descomponen por acción de los microorganismos y se dividen en:

- Restos de cocina,
- Restos de la cosecha: paja y rastrojos secos,
- Restos provenientes de la agricultura, y

<sup>29</sup> Fuente: Guía para el adecuado manejo de los residuos sólidos y peligrosos. [en línea] <  
[http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia\\_residuos.pdf](http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia_residuos.pdf)  
> [Consulta: 03/diciembre/2012]

<sup>30</sup> Fuente: Manejo de Residuos Sólidos Serie Manual [en línea]. <  
[http://www.adra.org.pe/es/archivos/publicaciones/pub\\_643\\_23.pdf](http://www.adra.org.pe/es/archivos/publicaciones/pub_643_23.pdf)> [Consulta: 03/diciembre/2012]

- Restos de jardinería, etc.

**3. Residuos Ganaderos.** Son los restos de origen animal, como:

- Estiércol,
- Purines (mezcla de orina), y
- Restos de alimentación

### 11.5.3 LAS TRES ERRES DE LA ECOLOGÍA<sup>31</sup>

Más del 60% de los desperdicios que se generan en el hogar se pueden transformar o reutilizar. Por eso, un grupo de ecólogos del Banco Mundial recomienda poner en práctica la regla de “**las tres erres**”: **reducir, reutilizar, reciclar**.

Todos podemos y debemos ser protagonistas del cambio, poniendo en práctica estas tres acciones que contribuyen al ahorro y tienen como finalidad disminuir el deterioro ambiental que sufre nuestro planeta.

**Reducir:** Es disminuir la cantidad de residuos (basuras) que producimos.

**Reutilizar:** Es aprovechar los residuos que todavía pueden tener alguna utilidad, usándolos de nuevo, por ejemplo, las botellas de vidrio.

**Reciclar:** Así evitamos gastar materia prima y energía. Este método se aplica fundamentalmente al papel, vidrio, latas de aluminio, botellas de plástico. Al practicar el reciclaje, salvamos recursos naturales. Por ejemplo árboles, en el caso del papel y evitamos que los rellenos sanitarios se vuelvan gigantescos depósitos de basura.

### 11.5.4 MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS O BASURAS<sup>32</sup>

Al igual que las excretas, las basuras dejadas al aire libre causan contaminación y enfermedades. Las moscas y ratas que viven en los basureros llevan los microbios a las casas. El agua se contamina al echar basura cerca o dentro de los nacimientos, ríos o lagos.

### 11.5.5 RECOLECCIÓN DE LA BASURA

Recolectemos la basura que se pudre como: hojas, desperdicios de comida, cáscaras de frutas, así como el estiércol de los animales y la echamos en un bote con tapadera o puede ser en costales o bolsas. Es necesario que los botes o bolsas donde almacenamos la basura estén siempre bien cerrados, para evitar la proliferación de insectos.

<sup>31</sup> Fuente: Guía para el adecuado manejo de los residuos sólidos y peligrosos. [en línea] <[www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia\\_residuos.pdf](http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia_residuos.pdf)> [Consulta: 03/diciembre/2012]

<sup>32</sup> Fuente: KFW PROFADEC-JICA INFOM-UNEPAR Manual de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Superficiales. Julio, 2012. Págs. 71 - 74

La basura que no se pudre, como las llantas, bolsas de nylon, botes de vidrio y plástico, de ser posible debemos reciclarla, es decir, buscarle un uso útil dentro de la vivienda o la comunidad, el restante lo debemos enterrar.



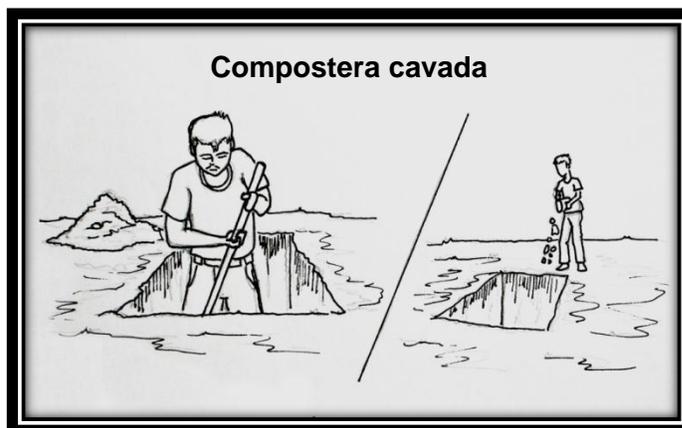
### 11.5.6 DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS O BASURAS

La disposición de la basura puede hacerse de forma comunitaria o en las casas, dependiendo de la separación de éstas y el nivel de organización de la comunidad. Para aprovechar de mejor forma la basura orgánica (que se pudre) como abono y evitar la contaminación, se recomienda el uso de composteras. Podemos construir la compostera de dos formas: cavada o elevada.

#### COMPOSTERA CAVADA

Seleccionamos en el predio de la vivienda un lugar, el que deberá estar a 15 metros de distancia de ésta, en dirección de los vientos dominantes y en una parte alta o sin riesgo de inundarse durante el invierno.

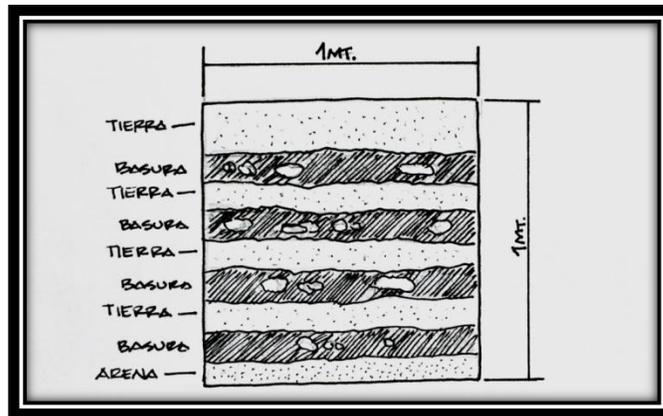
Para construir una compostera cavada, hacemos un hoyo de 1 metro por lado por 1 metro de profundidad. Depositamos en este hoyo toda la basura que se pudre y al final del día echamos una capa de tierra de 10 centímetros de grueso. De esta manera seguimos llenando el hoyo sucesivamente. Cuando falten sólo 20 centímetros para que se llene, debemos echar tierra hasta el nivel del terreno.



## COMPOSTERA ELEVADA

La compostera elevada se construye sobre la superficie del suelo y consiste en un cuadrado de un metro por lado y un metro de alto, cercándolo o forrándolo con madera o varas rollizas de milpa, tañil o caña brava. En el fondo se coloca una capa de arena u otro material permeable de 10 centímetros de espesor. Después de esto, colocamos la primera capa de basura orgánica (que se pudre) de 10 centímetros de espesor y sobre esta capa una de tierra de 10 centímetros de espesor, y así sucesivamente.

En tiempo de verano debemos echar un poco de agua sobre la compostera, para contribuir a que la basura se pudra. Cuando lleguemos a una altura de 80 centímetros, colocamos una capa de tierra de 20 centímetros. Esperamos de 3 a 4 meses para poder usar este compost como abono de cultivos o mejoramiento de suelos. Durante este tiempo debemos echar agua a la compostera para mantenerla húmeda.



Compostera elevada

# CAPÍTULO 6

## ANEXOS



## CAPITULO VI: ANEXOS

## 1 ANEXO 1. AFOROS DE CAUDAL

Se le llama aforo a la medición del tiempo que tarda en llenarse una cubeta, un tambo de 5 galones o cualquier recipiente que sea posible conocer su volumen. Aforamos el agua de los nacimientos, para saber si el agua alcanza para toda la población; aforamos el agua que ingresa al tanque de distribución, este dato es importantísimo, pues con el podemos saber que cantidad de cloro hay que aplicar, para cumplir con la norma sobre calidad del agua.

**Aforo volumétrico.** Para realizar este tipo de aforo se necesita un tambo de 5 galones y un reloj que indique los segundos. Para hacerlo procedemos de la siguiente manera:

- Aforo de nacimientos.** Procedemos a limpiar bien el área donde está brotando el agua y luego la conducimos hacia un pedazo de tubo o lámina, para que caiga en forma de chorro. Se coloca el tambo de 5 galones para que se llene, en el momento que ingresa el agua al tambo, se mide el tiempo en que tarde en llenarse, como se muestra en las siguientes fotos.



Fuente: Cortesía Mario López



Fuente: Cortesía Mario López

Se anota el número de segundos en que tardó en llenarse el tambo hasta rebalsar, este procedimiento lo hacemos tres veces.

**Ejemplo:**

Aforo 1: 15 segundos

Aforo 2: 17 segundos

Aforo 3: 13 segundos. Sacamos el promedio del tiempo sumando las tres cantidades y la dividimos entre tres.

Tiempo promedio =  $15 + 17 + 13 = 45 / 3 = 15$  segundos. Para calcular el caudal lo hacemos de la siguiente forma:

Caudal = Volumen recipiente / Tiempo promedio = 5 galones x 3.785 / 15 = 1.26 litros por segundo (lps)

### Otro ejemplo:

Si el recipiente es una cubeta como la mostrada en la figura, lo hacemos de la siguiente manera:

1. Debemos conocer el volumen, para saberlo, tenemos que medir: el largo de la parte de arriba, medir el largo de la parte de abajo y medir la altura, luego calculamos el área de arriba y el área de abajo,

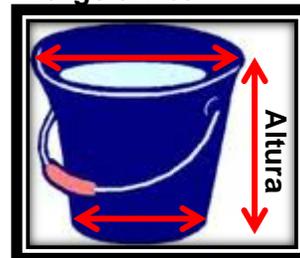
Al hacer la medición nos da los siguientes resultados:

Largo arriba = L1 = 25 centímetros,

Largo abajo = L2 = 18 centímetros, y

La Altura = H = 32 centímetros.

Largo arriba = L1



Largo abajo = L2

2. Área arriba =  $3.1416 \times L1 \times L1 / 4$   
 Área arriba =  $3.1416 \times 25/100 \times 25/100 / 4$   
 Área arriba = 0.049

Área abajo =  $3.1416 \times L2 \times L2 / 4$

Área abajo =  $3.1416 \times 18/100 \times 18/100 / 4$

Área abajo = 0.025, luego,

3. Calculamos el área promedio, sumando las dos áreas y luego la dividimos entre dos:  
 Área promedio = Área arriba + Área abajo =  $0.049 + 0.025 = 0.074 / 2 = 0.037$ , luego calculamos el volumen:

4. Volumen = Área promedio x altura x 1000 =  $0.037 \times 32/100 \times 1000 = 11.84$  lts; Consideremos el tiempo promedio de 15 segundos del ejemplo anterior, entonces el Caudal es:

Caudal = Volumen recipiente / Tiempo promedio =  $11.84 / 15 = 0.789$  litros por segundo (lps)

5. Ahora bien, el caudal que medimos en el primer ejemplo para cuantas familias alcanza? Lo que tenemos que hacer es lo siguiente:

No. de familias = Caudal x 86.4 x 2 =  $1.26 \text{ lps} \times 86.4 \times 2 = 217$  beneficiarios, aproximadamente, y

Para el segundo ejemplo:

No. de familias =  $0.789 \times 86.4 \times 2 = 136$  beneficiarios.

## 2 ANEXO 2. DETERMINACIÓN DE CLORO LIBRE O RESIDUAL

Para saber si estamos aplicando la cantidad correcta de cloro, necesitamos medir el cloro residual en el chorro que esté mas lejos, en uno que esté a la mitad y en uno que esté más cerca del tanque de distribución. Para medir el cloro se necesita un comparímetro o comparador de cloro residual que utilice reactivos llamados dpd. A continuación se indica el procedimiento a seguir:



Comparador de cloro residual

1. El equipo para medir el cloro residual, se llama Comparímetro o Comparador. En el mercado existen dos tipos:
  - Uno que usa reactivos llamados dpd, que puede ser en polvo o pastillas, y
  - Otro que usaba un reactivo llamado ortotolidina, éste era un líquido de color amarillo, ya no se usa por problemas que causa a nuestra salud.



Disco del comparador con escala de color

2. Reactivo dpd. En la parte de atrás se indica la fecha de vencimiento del producto.





3. Frascito con muestra de agua del chorro y en donde se echará el reactivo dpd.

4. Lavar 3 veces el frascito con el agua que se va a medir, luego tomar muestra.



5. Llenar el frascito hasta la marca de 25 ml

6. Abrir el sobrecito del reactivo dpd



7. Echar el reactivo dpd en frascito



8. El reactivo reacciona si el agua tiene cloro y cambiará de un color rosado suave a un rosado fuerte, como se muestra en la fotografía. Si no cambia de color, el agua no tiene cloro

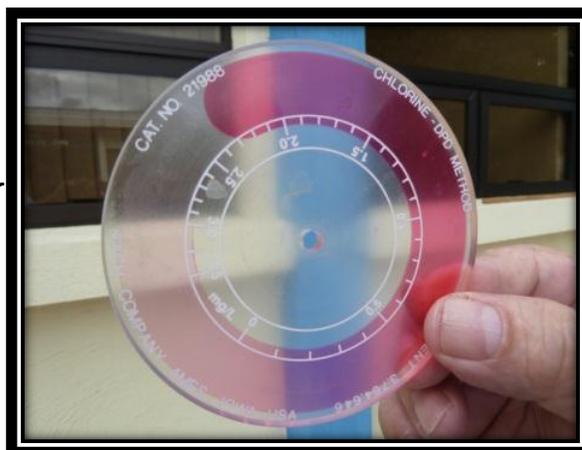


9. Agitarlo para que se mezcle bien.



10. Llenar el tubo interior del comparador con la muestra del frasquito, para compararla con los valores indicados en el disco interno del comparador.

11. Disco interno del comparador con escales de color que va desde rosado suave a fuerte.



12. Comparador con disco interno.



13. Comparamos visualmente la muestra con los valores del disco. Giramos el disco hasta encontrar el color que sea igual al color de la muestra. El color claro en el disco indica que no hay cloro en el agua.



14. La escala inferior indica 0.3 mg/l, como puede observarse el color rosado del disco es mas débil, comparado con la muestra, significa que el agua tiene mas cloro, por lo que hay que girar mas el disco

15. El disco indica 0.5 mg/l, sin embargo, el color de la muestra es mas fuerte que el color del disco.



16. La escala inferior indica 1.0, significa que el agua tiene 1 miligramos por litro (mg/l) de cloro residual. COGUANOR recomienda 0.50 mg/l. Cuando el valor es mayor de 0.5 mg/l, hay que echar menos o bajar la dosificación de cloro. Cuando el valor es menor de 0.5 mg/l, hay que echar más o subir la dosificación de cloro.



**GUÍA DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD Y/O BOMBEO**

NOMBRE DE LA COMUNIDAD:		FONTANERO (A):																												
1		2			3			4																						
ACTIVIDAD	PÁGINA	S	Q	M	T	Se	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		Mes:																												
5.0 VALVULAS DE LIMPIEZA/RETENCIÓN	98																													
Revisión filtraciones y grietas muros, tapaderas	98																													
5.2 Revisión fugas tubería y válvulas	98																													
5.3 Limpieza sedimentos	98																													
6.0 PASOS AÉREOS Y DE ZANJÓN	98																													
6.1 Revisión estructuras y fugas	98																													
7.0 HIPOCLORADOR SOLUCIÓN/PASTILLAS	102																													
7.1 Preparar solución hth	102																													
7.2 Revisión fugas y grietas muros y tapaderas	102																													
7.3 Maniobrar válvulas y lubricarlas	102																													
7.4 Revisión fugas tubería y válvulas	102																													
7.5 Limpieza depósito solución	102																													
7.6 Medición cloro residual	102																													
7.7 Reponer pastillas hth	102																													
8.0 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN/SUCCIÓN	99																													
8.1 Revisión filtraciones y grietas muros, tapaderas	99																													
8.2 Revisión cerco y lubricación candados	99																													
8.3 Revisión muros y tapaderas cajas	99																													
8.4 Maniobrar válvulas y lubricarlas	99																													
8.5 Reponer cloro hipoclorador	99																													
8.6 Limpieza muros y piso	99																													
8.7 Desinfección de muros y piso	99																													
8.8 Pintura anticorrosiva elementos de metal	99																													
8.9 Pintura exterior tanque	99																													

S = Semanal; Q = Quincenal; T = Trimestral; Se = Semetral



GUÍA DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD Y/O BOMBEO

NOMBRE DE LA COMUNIDAD:		FONTANERO (A):																																					
1		2			3			4																															
ACTIVIDAD		PÁGINA	S	Q	M	T	Se	Mes: 1	Mes: 2	Mes: 3	Mes: 4	Mes: 5	Mes: 6	Mes: 7	Mes: 8	Mes: 9	Mes: 10	Mes: 11	Mes: 12	Mes: 13	Mes: 14	Mes: 15	Mes: 16	Mes: 17	Mes: 18	Mes: 19	Mes: 20	Mes: 21	Mes: 22	Mes: 23	Mes: 24								
14.0	<b>BOMBA CENTRÍFUGA HORIZONTAL</b>	122																																					
14.1	Cebado bomba	122																																					
14.2	Control presiones descarga	122																																					
14.3	Lubricación cojinetes y rodamientos	122																																					
14.4	Revisión ruidos y vibraciones	122																																					
14.5	Revisión técnico	122																																					
15.0	<b>BOMBA TURBINA VERTICAL</b>	124																																					
	Control y registro lectura instrumentos del panel de control	124																																					
15.1	Control y registro lectura instrumentos del panel de control	124																																					
15.2	Revisión fugas en válvulas y accesorios	124																																					
15.3	Control y registro horas de servicio	124																																					
15.4	Ajuste presaestopas	124																																					
15.5	Revisión vibraciones o ruidos extraños	124																																					
15.6	Control y lubricación ejes y válv solenoide	124																																					
15.7	Aforar caudal	124																																					
15.8	Control consumo energía eléctrica	124																																					
15.9	Llamar técnico para revisión bomba	124																																					
16.0	Extraer bomba para mantenimiento	124																																					
16.1	<b>BOMBA SUMERGIBLE</b>	126																																					
	Control y registro lectura instrumentos del panel de control	126																																					
16.2	Control y registro lectura instrumentos del panel de control	126																																					
16.3	Revisión fugas en válvulas y accesorios	126																																					
16.4	Control y registro de horas de servicio	126																																					
16.5	Control consumo energía eléctrica	126																																					
16.6	Llamar técnico para revisión panel control	126																																					
16.7	Extraer bomba para mantenimiento	126																																					

S = Semanal; Q = Quincenal; T = Trimestral; Se = Semetral

**GUÍA PARA LA ELABORACIÓN  
DE REGLAMENTOS PARA  
SISTEMAS DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA  
PARA CONSUMO HUMANO**

## GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE REGLAMENTOS PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1	ANEXO 1. AFOROS DE CAUDAL.....	147
2	ANEXO 2. DETERMINACIÓN DE CLORO LIBRE O RESIDUAL .....	149
3	ANEXO 3. GUÍA DE INSPECCIÓN .....	153
4	ANEXO 4: GUÍA DE REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE.....	157
1	DISPOSICIONES GENERALES.....	161
1.1	Propósito del Reglamento.....	161
1.2	Objetivos del Reglamento.....	161
1.3	Ámbito de aplicación.....	161
1.4	Glosario.....	161
2	REGLAMENTO OBLIGATORIO PARA EL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO .....	164
2.1	De la Asamblea General de Usuarios. (Atribuciones) .....	164
2.2	Integrantes del Comité/Comisión.....	165
2.3	Domicilio integrantes del Comité/Comisión .....	166
2.4	Mandato de los Miembros del Comité/Comisión. ....	166
2.5	Propósito del Comité de Agua en la Administración, Operación y Mantenimiento. ....	166
2.6	Objetivos del Comité/Comisión.....	166
2.7	Atribuciones del Comité/Comisión .....	167
2.8	Atribuciones del Presidente .....	167
2.9	Atribuciones del Secretario .....	167
2.10	Atribuciones del Tesorero .....	168
2.11	Atribuciones de los Vocales.....	168
3	CONDICIONES DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS.....	168
3.1	Carácter del Servicio.....	168
3.2	Condiciones de Continuidad con que se otorga el Servicio de Agua .....	168
3.3	Calidad del Agua.....	169
3.4	Servicio de llena cántaro.....	169
3.5	Servicio de Conexiones Domiciliares.....	169
3.6	Red domiciliar .....	169
3.7	Inspecciones red domiciliar.....	169
3.8	Solicitud de Servicio.....	170
3.9	Suspensión del Servicio.....	170
4	DERECHOS Y OBLIGACIONES .....	170
4.1	DEL COMITÉ/COMISIÓN.....	170
4.2	De los Usuarios.....	171

5	INFRACCIONES Y SANCIONES .....	173
5.1	Infracciones leves .....	173
5.2	Infracciones Graves .....	173
5.3	Infracciones muy graves .....	174
5.4	Sanciones .....	174
5.5	Suspensión de Servicio por Mora .....	175
5.6	Reparaciones por cuenta del Usuario.....	175
a)	Rehabilitación del Servicio. ....	175
6	REGIMEN TARIFARIO .....	176
6.1	Competencia fijación de las Tarifas .....	176
6.2	Principios del Régimen Tarifario .....	176
6.3	Aplicación de Tarifas Preferenciales por razones de Solidaridad.....	176
6.4	Costos de Administración .....	176
6.5	Costos de Operación y Mantenimiento.....	176
6.6	Tarifa Mensual .....	177
6.7	Tarifa de protección y mantenimiento de zona de recarga hídrica y otros .....	177
6.8	Cobro por el Servicio de Saneamiento .....	177
6.9	Vigencia de las Tarifas.....	177
6.10	Asesoría sobre Tarifas.....	178
6.11	Cargos Adicionales .....	178
6.12	Derechos de Conexión .....	178
6.13	Derecho a Uso de Llena cántaro .....	178
6.14	Cobro por consumo medido.....	179
6.15	Cobro por Consumo No Medido .....	179
6.16	Divulgación y conocimiento de la Tarifa .....	179
6.17	Cuenta Corriente del Usuario .....	179
6.18	Facilidades de Pago .....	179
6.19	Recuperación de Mora.....	179
6.20	Destino de los Ingresos .....	179
7	DEL MEDIO AMBIENTE Y SALUD .....	180
7.1	Protección de las Fuentes de Suministro. ....	180
7.2	Programas Promocionales.....	180
8	DE LAS INFRACCIONES COMETIDAS POR EL COMITÉ/COMISIÓN Y SUS SANCIONES.....	180
8.1	Infracciones del Comité/Comisión .....	180
8.2	Sanciones y Multas por Infracciones del Comité/Comisión .....	180
9	DISPOSICIONES FINALES .....	181

9.1	Generalidades.....	181
10	ANEXOS:.....	206
5	ANEXO 5: O&M PLANTAS DE FILTRACIÓN LENTA .....	210
5.1	DESARENADORES Y SEDIMENTADORES .....	210
5.1.1	OPERACIÓN .....	210
5.1.2	MANTENIMIENTO.....	211
5.2	FILTROS LENTOS .....	211
5.2.1	ACTIVIDADES DE OPERACIÓN .....	212
5.2.2	MANTENIMIENTO DE FILTROS LENTOS .....	219

## CAPITULO I<sup>1</sup>

### 1 DISPOSICIONES GENERALES

#### 1.1 Propósito del Reglamento.

El presente Reglamento tiene el propósito de normar y regular el funcionamiento de los Comités/Comisiones de Agua potable y saneamiento, de aquí en adelante denominadas Comités/Comisiones, señaladas en el Acuerdo Gubernativo 293-82, Reglamento para la Administración, Operación y Mantenimiento de los sistemas Rurales del Agua Potable y el Decreto 11-2002 Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, tal como se menciona en el Manual de Administración de Operación y Mantenimiento, como titulares de los servicios administrados por ellos y será aplicado a los sistemas de agua potable y de saneamiento, únicos o múltiples, que funcionen por gravedad o por bombeo, ya sean de fuentes superficiales, subterráneas u otras fuentes.

#### 1.2 Objetivos del Reglamento

Son objetivos del presente Reglamento:

- a) Aplicar la regulación y control de la prestación de los servicios por parte de los Comités/Comisiones;
- b) Precisar los papeles de las instituciones, como COCODE, Municipalidad y Contraloría General de Cuentas, en relación con el desempeño de los Comités/Comisiones;
- c) Propiciar el entendimiento y aplicación de los principios sobre calidad de prestación del servicio, tarifas, participación ciudadana, protección ambiental, derechos y obligaciones de usuarios, y, derechos y obligaciones de los Comités/Comisiones;

#### 1.3 Ámbito de aplicación

El presente Reglamento es de aplicación para las Comunidades Rurales que Administren, Operen y Mantengan un proyecto de abastecimiento de agua potable para consumo humano.

#### 1.4 Glosario

En el presente Reglamento, los términos que a continuación se expresan, tendrán el siguiente significado:

**Usuario:** es toda persona natural o jurídica que es propietaria, o poseedora de inmuebles receptores del suministro del servicio.

**Agua Potable:** El agua apta para el consumo humano.

**Aguas Grises:** Aguas usadas en el hogar que no contienen materia fecal u orina y pueden ser utilizadas para regar plantas.

---

<sup>1</sup> Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento –ERSAPS-. Reglamento de Juntas Administradoras de Agua. Tegucigalpa, Honduras, junio, 2006. 28 Págs.

**Aguas Residuales, Negras o Servidas:** Aguas usadas que pueden contener cualquier clase de contaminación, que requieren tratamiento adecuado antes de disponerlas en el medio ambiente.

**Alcalde Auxiliar:** Delegado del Alcalde Municipal que se desempeña como su representante directo en la jurisdicción que se le asigne.

**Alcantarillado Sanitario:** Obra que recoge las aguas servidas de los usuarios del sistema de agua potable, incluidos los residuos humanos, alejándolos de la comunidad y disponiéndolos en condiciones seguras para la salud y el medio ambiente.

**Ampliación:** Construcción de obras con el propósito de aumentar la capacidad o la cobertura del servicio.

**Asamblea de Usuarios:** Reunión de los usuarios convocada para tratar asuntos relacionados con la gestión, operación y el mantenimiento del sistema.

**Asamblea de Vecinos:** Reunión de vecinos convocada para un fin específico.

**Comercialización Ilícita:** Venta de agua potable con ánimo de lucro y no autorizada por el Comité/Comisión.

**Comité/Comisión de Agua potable y Saneamiento:** Organización social por cuyo conducto las comunidades propietarias de los sistemas de agua potable y saneamiento, ejercen sus derechos relacionados a la administración, operación y mantenimiento de los mismos.

**Conexión Clandestina:** Instalación no autorizada por el Comité/comisión, que se hace para beneficiarse del servicio con la intención de no pagar las tarifas correspondientes.

**Conexión Domiciliar de Agua:** Conjunto de tuberías y accesorios que permiten el ingreso de agua potable desde la red de distribución hacia las instalaciones internas del inmueble. Consta de la acometida o conexión externa, que va desde el punto de empalme con la red pública de distribución hasta el medidor.

**Continuidad y Generalidad:** Cualidades de los servicios de agua potable y saneamiento suministrado en forma continua y accesible a todos los usuarios.

**Contrato de Servicio:** Documento contractual de suministro del servicio en cuestión, que suscribe el Comité/Comisión con cada uno de los usuarios.

**Control:** Seguimiento y evaluación de la gestión de los prestadores en el mejoramiento de los servicios y el logro de las metas técnicas, económicas, sanitarias y ambientales.

**Desinfección:** Cada uno de los métodos utilizados para destruir gérmenes nocivos. Se aplican con frecuencia los siguientes: Calor, y el cloro, además, existen otro tipo de

métodos como son el uso de ozono o rayos ultravioletas.

**Entidad Ejecutora:** Entidad de intervención temporal para la identificación, planificación e implementación de un proyecto de agua y saneamiento, cuya participación termina con la entrega del proyecto.

**Gestión Ambiental:** Desarrollo de planes sustentados en las políticas y estrategias sectoriales del Estado para proteger y preservar las cuencas hídricas.

**Gestión Integral:** La obligación inexcusable y asociada de los prestadores de servicio de realizar tareas de protección ambiental, en las secciones y recorrido de las cuencas de donde toman el recurso y realizan el vertido.

**Igualdad, Equidad y Solidaridad:** Principios de acuerdo a los cuales todos los usuarios de los servicios en igualdad de condiciones, deben ser tratados de la misma manera.

**Letrina Sanitaria:** Agujero excavado a mano donde caen las heces fecales para su disposición sanitaria; cuenta con losa de piso, taza con tapadera y caseta.

**Microcuenca:** La zona que alimenta las fuentes de agua, en donde después de haber llovido, el agua corre, formando así las aguas superficiales como quebradas y ríos, o se infiltra en el subsuelo donde alimenta los acuíferos y de donde sale los vertientes o manantiales.

**Pliego Tarifario.** Documento aprobado por la Asamblea de Usuarios, donde se consigna la tarifa por servicios de agua y saneamiento y los precios de otros servicios prestados por el Comité/Comisión, así como las multas por infracciones de los usuarios, el cual debe ser dado a conocer a todos los usuarios y solicitantes del servicio.

**Pozo de Absorción:** Agujero excavado a mano y en el fondo con cama o colchón de piedras por donde puede infiltrarse el agua servida (Aguas grises) o desperdiciada, para evitar charcos de agua estancada donde pueden reproducirse insectos.

**Recibo por Servicio:** Es el formulario 1-D1 autorizado por la Contraloría General de Cuentas, que el Comité/Comisión entrega o remite al usuario, por razón del consumo y demás servicios inherentes al agua potable y saneamiento.

**Régimen tarifario:** Conjunto de criterios, metodologías y procedimientos a los que deben ajustarse los titulares y prestadores de los servicios de agua potable y saneamiento para la fijación y aplicación de las tarifas.

**Regulación:** Facultad del Comité/Comisión en la aplicación de criterios y normas en relación a las técnicas y ordenanzas que se apliquen a los servicios, la eficiencia de la gestión y la calidad del agua en la prestación de los servicios; respecto al régimen tarifario y sostenibilidad financiera del proyecto, que estimule y obligue a los prestadores a mejorar los servicios mediante el logro progresivo de metas técnicas, económicas, sanitarias y

ambientales.

**Reparación Mayor:** Corrección de daños ocurridos en un sistema, incluyendo la reconstrucción de obras o la reposición de tramos enteros de tubería.

**Saneamiento:** Colección, tratamiento y disposición de aguas servidas y sus residuos, incluyendo el manejo de letrinas y el vertido de sustancias que pudieran contaminar los acuíferos o las corrientes de agua.

**Servicio de Agua Potable:** El sistema mediante el cual se hace entrega domiciliaria de agua potable.

**Sistema de Agua Potable:** Obra que capta las aguas de la naturaleza, las transforma para hacerlas aptas para el consumo humano, las almacena y las distribuye en la comunidad, hasta llegar al domicilio de los usuarios.

**Transparencia:** Principio de acuerdo al cual la prestación de los servicios, planes de inversión, resultados de gestión y administración de recursos sean explícitos y públicos.

**Usuarios Domésticos:** Son las personas que forman parte de los núcleos familiares que se benefician con la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento.

**Usuarios no domésticos:** Son los usuarios que no forman parte de los núcleos familiares. El servicio prestado a éstos puede ser escuelas, centros de salud, etc.

## CAPITULO II

### 2 REGLAMENTO OBLIGATORIO PARA EL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

El Comité/Comisión es un organismo de participación ciudadana y de autogestión de los servicios públicos a nivel de caseríos, aldeas y municipios. Corresponde fundamentalmente al Comité/Comisión, la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento de las comunidades rurales del país.

#### 2.1 De la Asamblea General de Usuarios. (Atribuciones)

La Asamblea de Usuarios es la máxima autoridad del Comité/Comisión y expresa la voluntad de sus miembros y tendrá las atribuciones y funciones siguientes:

- a. Elegir a los miembros del Comité/Comisión, quienes deberán ser miembros del COCODE,
- b. Aprobar las tarifas, cobros por servicios, multas por infracciones, y, derechos de

conexión,

- c. Aprobar la propuesta que haga el Comité/Comisión sobre el presupuesto anual del año siguiente, y, conocer de la ejecución presupuestaria del año vigente,
- d. Conocer del informe anual del Comité/Comisión y de los estados financieros,
- e. Autorizar la gestión de fondos para ampliaciones y mejoras por parte del Comité/Comisión,
- f. Autorizar los proyectos y obras para ampliaciones y mejoras,
- g. Velar por el cumplimiento de las Normas de Calidad del Agua, y
- h. Resolver la Aplicación de Sanciones a los usuarios por infracciones muy graves.

## 2.2 Integrantes del Comité/Comisión

El Comité/Comisión estará integrado por hombres y mujeres mayores de dieciocho años, escogidos a través del voto mayoritario en Asamblea de Usuarios. Para la elección del primer Comité/Comisión, la Asamblea de Usuarios o Vecinos será convocada por el COCODE de la comunidad; los siguientes Comités/Comisiones serán electos por la Asamblea General de Usuarios convocada por el primer Comité/Comisión saliente. El Comité/Comisión debe considerar la equidad de género en su integración. El Comité/Comisión estará constituido por cinco miembros propietarios y dos vocales de la siguiente forma:

- a. Presidente,
- b. Secretario,
- c. Tesorero,
- d. Vocal I, y
- e. Vocal II.

El Comité/Comisión tendrá las responsabilidades de:

- a. Aprobar la propuesta del presupuesto anual para someterlo a aprobación de la Asamblea,
- b. Proponer el pliego tarifario para aprobación de la Asamblea,
- c. Proponer a la Asamblea sanciones por faltas muy graves de los usuarios,
- d. Resolver la aplicación de sanciones por infracciones leves y graves de los usuarios,
- e. Acordar y proponer los proyectos de ampliaciones y mejoras para aprobación de la Asamblea,
- f. Conocer los informes periódicos sobre las actividades de cada uno de los miembros del Comité/Comisión y resolver de conformidad,
- g. Autorizar facilidades de pago a los usuarios,
- h. Atender y resolver de conformidad a este reglamento, las solicitudes y reclamos de los usuarios,
- i. Someter anualmente a la Asamblea General de Usuarios el informe anual y los estados financieros,

- j. Inscribir al Comité/Comisión ante la Contraloría General de Cuentas, según art. 2 del Decreto 31-2002 de la Ley Orgánica de la Contraloría General de Cuentas, de no cumplir con esta normativa, estarán sujetos a sanciones que van de Q,2,000.00 a Q.40,000.00, e
- k. Inscribir al Comité/Comisión en la Municipalidad.

### 2.3 Domicilio integrantes del Comité/Comisión

Es indispensable que para ser miembro del Comité/Comisión, los miembros residan dentro de la comunidad, y sean reconocidos por su honorabilidad por la Asamblea.

### 2.4 Mandato de los Miembros del Comité/Comisión.

El período de los miembros del Comité/Comisión será de dos (2) años, y podrán ser reelectos por una sola vez más en periodos sucesivos, además, podrán ser reelectos nuevamente en periodos alternos y desempeñarán sus cargos, ad honórem. Para ser miembro del Comité/Comisión se requiere:

- l. Ser guatemalteco (a), en el pleno goce de sus derechos civiles,
- m. Ser residente en la comunidad, usuario (a) de los servicios y estar al día con sus pagos,
- n. Saber leer y escribir,
- o. Ser de reconocida solvencia moral, y
- p. Estar físicamente presente en la elección.

El COCODE, está obligado a emitir una constancia de Solvencia Administrativa a los miembros del Comité/Comisión al término de su mandato, previa evaluación de su desempeño.

### 2.5 Propósito del Comité de Agua en la Administración, Operación y Mantenimiento.

Tendrá como mínimo las responsabilidades siguientes:

- a. Velar por la desinfección del agua,
- b. Supervisar el trabajo del fontanero y empleados temporales,
- c. Conocer de los informes de calidad de agua,
- d. Realizar con el apoyo de la comunidad actividades de mantenimiento que exceda en la capacidad de trabajo del fontanero,
- e. Registro de anomalías presentadas en el sistema, y
- f. Desarrollar los trabajos de construcción en caso de ampliaciones y/o reparaciones mayores.

### 2.6 Objetivos del Comité/Comisión.

Para la eficacia de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento se tendrá como objetivo dentro de la población lo siguiente:

- a. Realizar campañas de educación sanitaria, uso eficiente del agua y recolección de desechos sólidos;
- b. Velar por que se cumplan las regulaciones sobre disposición sanitaria de excretas, aguas grises y protección del medio ambiente en general por parte de los usuarios,
- c. Informar a la Asamblea General de Usuarios de las acciones perjudiciales al ambiente cometidas por los usuarios y vecinos, y
- d. Velar por la desinfección del sistema de agua potable.

### 2.7 Atribuciones del Comité/Comisión

Tendrá como mínimo las responsabilidades siguientes:

- a. Representar al Comité/Comisión, a través de su presidente, en las reuniones donde sea requerido,
- b. Promover y realizar labores de reforestación en el área de cuencas, subcuencas y microcuencas,
- c. Recomendar la adquisición de terrenos por parte del Comité/Comisión, para ampliar el área de captación y protección dentro de la microcuenca, y
- d. Vigilar el uso del suelo dentro de la microcuenca y recomendar a la Asamblea General de Usuarios, para su trámite con la municipalidad correspondiente, las medidas correctivas necesarias.
- e. Tramitar ante el Ministerio de Salud, el Certificado de Calidad de agua, según acuerdo 113-2009

### 2.8 Atribuciones del Presidente

El Presidente(a) del Comité/Comisión tiene la representación legal del Comité/Comisión ante las autoridades centrales, locales y entidades privadas. En particular le corresponde:

- a. Suscribir el contrato de servicio con los usuarios,
- b. Autorizar las nuevas conexiones y condiciones de pago,
- c. Aplicar las sanciones aprobadas por la Asamblea General de Usuarios, y
- d. Autorizar compras y pagos.

### 2.9 Atribuciones del Secretario

El Secretario(a) del Comité/Comisión en particular le corresponde:

- a. Preparar el informe anual de desempeño del Comité/Comisión,
- b. Informar a los usuarios lo relativo a resoluciones de la Asamblea y del Comité/Comisión,
- c. Informar a los usuarios sobre situaciones de emergencia y racionamiento programados, y
- d. Elaborar actas de cada reunión del Comité/Comisión y de cada Asamblea.

### 2.10 Atribuciones del Tesorero

El Tesorero(a) del Comité/Comisión en particular le corresponde:

- a. Mantener actualizado el registro de usuarios,
- b. Elaborar los recibos y cobranza por los servicios prestados,
- c. Atender solicitudes y reclamos y llevar el registro correspondiente,
- d. Ordenar al fontanero realizar las conexiones, desconexiones y reconexiones,
- e. Ordenar la instalación de medidores acordadas por el Comité/Comisión,
- f. Llevar la cuenta corriente de todos los usuarios,
- g. Llevar la contabilidad del Comité/Comisión y administración de la cuenta bancaria, y
- h. Gestionar compras y pagos.

### 2.11 Atribuciones de los Vocales

Los Vocales del Comité/Comisión en particular les corresponden:

- a. Reemplazar a los miembros principales, excepto al Presidente, cuando estos se ausenten, según su orden de precedencia, y
- b. Realizar labores específicas encomendadas por el Presidente del Comité/Comisión.

## CAPITULO III

### 3 CONDICIONES DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS

#### 3.1 Carácter del Servicio.

El suministro de agua es de carácter público y tendrán derecho a su utilización cuantas personas naturales lo requieran, sin otras limitaciones que las que, en su caso, pueda exigir el interés público, la disponibilidad del servicio y la reglamentación relacionada con el suministro de agua y descarga de agua residual.

#### 3.2 Condiciones de Continuidad con que se otorga el Servicio de Agua

El suministro de agua potable se efectúa sujeto a una de las siguientes condiciones de disponibilidad de agua:

- a. Suministro Continuo: Cuando el sistema de abastecimiento puede brindar agua en forma permanente,
- b. Suministro con Racionamiento Programado: Cuando en un período de un año, se producen uno o más racionamientos programados, y
- c. Suministro con Racionamiento Permanente: Cuando existe un estado permanente de racionamiento programado

El Comité/Comisión pactará en el contrato de servicio con cada usuario, las condiciones con

las cuales será proporcionado el servicio en su propiedad.

### 3.3 Calidad del Agua

El agua que se proporciona debe cumplir con las normas de calidad establecidas por el Ministerio de Salud, según Acuerdo 2-2012, Acuerdo 113-2009 y la Norma COGUANOR NTG 29001. En caso de producirse una falla en la calidad del agua, fuera de los límites establecidos por las normas, el Comité/Comisión deberá informar de inmediato a los usuarios, a la Municipalidad y a la Jefatura de Área Departamental del Ministerio de Salud, indicando las medidas a adoptar por los usuarios.

Si un usuario detectase algún problema en la calidad del agua, podrá denunciar el hecho al Comité/Comisión, la que deberá investigar sin más trámite, el mismo día en que reciba la denuncia y en forma gratuita, toda situación que pueda implicar un riesgo sanitario. Lo anterior, sin perjuicio de la obligación de realizar muestreos regulares por parte del Comité/Comisión.

### 3.4 Servicio de llena cántaro

Podrán instalarse llena cántaros, bajo la autorización y control del Comité/Comisión, en zonas que por razones técnicas o financieras no se puedan instalar conexiones domiciliarias.

### 3.5 Servicio de Conexiones Domiciliares

Las conexiones para el abastecimiento de agua potable, serán realizadas únicamente por el personal del Comité/Comisión o personas autorizadas por ella. El costo de las conexiones será pagado por el solicitante. El otorgamiento del servicio de agua potable estará condicionado a que el solicitante instale en su predio, algún medio para la disposición sanitaria de excretas y aguas grises y cuando existe alcantarillado sanitario, la respectiva conexión.

### 3.6 Red domiciliar

El diseño, construcción, operación y mantenimiento de la red interna en el inmueble, será responsabilidad del usuario. El Comité/Comisión podrá asistir al usuario en la identificación de fugas internas y reparaciones menores de grifos y aparatos sanitarios, como parte de la ejecución de un programa de control de fugas y reducción del agua no contabilizada.

### 3.7 Inspecciones red domiciliar

El Comité/Comisión, podrá inspeccionar la red interna de los inmuebles con el fin de vigilar las condiciones y forma en que los usuarios utilizan el suministro de agua y efectúan la disposición de excretas. El personal del Comité/Comisión, previa identificación, podrá en cualquier caso, tener acceso a las instalaciones internas, del inmueble del usuario, para hacer las inspecciones, pruebas y comprobaciones que estime oportunas, sobre el cumplimiento de las normas y/o aprobaciones del Comité/Comisión, así como la actualización de la información catastral.

### 3.8 Solicitud de Servicio

El solicitante de servicio, o el usuario con conexión existente, debe presentar al Comité/Comisión, una solicitud de servicio, en los casos siguientes:

- a. Nuevas conexiones de abastecimiento de agua potable y/o alcantarillado sanitario, en inmuebles que no cuentan con tales servicios,
- b. Cuando en un inmueble se subdivida la propiedad,
- c. Cuando se produzca un cambio en el uso del inmueble o unidad de consumo,
- d. Cuando se produzca un cambio en la propiedad del inmueble, y
- e. En cualquier otra situación donde a juicio del Comité/Comisión amerite que la persona interesada presente una solicitud.

### 3.9 Suspensión del Servicio.

El Usuario que se encuentre al día en el pago de sus obligaciones, puede solicitar la suspensión temporal de su servicio; posteriormente, podrá solicitar la rehabilitación del mismo, haciendo efectivo el pago por reconexión. El Comité/Comisión restaurará el servicio dentro de las siguientes veinticuatro (24) horas posteriores a la presentación de la solicitud y la copia del comprobante de pago.

El Comité/Comisión podrá suspender el servicio como sanción al usuario. En este caso, se procederá a rehabilitar el servicio, una vez que se pague lo adeudado, los recargos correspondientes, el costo de la reconexión y cumplidas las sanciones que dieron lugar a la suspensión.

## CAPÍTULO IV

### 4 DERECHOS Y OBLIGACIONES

#### 4.1 DEL COMITÉ/COMISIÓN

- a. Cobrar de acuerdo a la modalidad del servicio prestado y a las tarifas establecidas,
- b. Cobrar por conexiones, reconexiones, reposiciones del servicio, instalación de medidores y otros servicios operativos similares, de acuerdo a las tarifas establecidas,
- c. Ejercer el control y custodia de las instalaciones y las redes externas destinadas a la prestación de los servicios,
- d. Suspender el servicio a usuarios morosos, con dos faltas consecutivas sin pago,
- e. Desactivar conexiones de servicio ilegales o fraudulentas, así como, el derecho a recibir compensación por perjuicios causados,
- f. Recibir apoyo de la Municipalidad y COCODE, en las acciones necesarias para trámites legales y administrativos, la ejecución de obras y mejoras de los servicios,
- g. Aplicar, cuando se comprobare violación de las obligaciones de los

- usuarios –previo descargo- las sanciones correspondientes, sin perjuicio de formular las denuncias pertinentes ante las Autoridades correspondientes, en el caso de comprobarse fraude o violación a las normas de protección del medio ambiente o daño a las instalaciones;
- h. Desactivar conexiones no autorizadas y exigir las indemnizaciones que procedan por cualquier daño ocasionado a las instalaciones, sin perjuicio de las demás responsabilidades que correspondan,
  - i. Aplicar las multas por infracciones cometidas por los usuarios,
  - j. Garantizar la calidad en la prestación de los servicios,
  - k. Suscribir con cada nuevo usuario un contrato de servicio y cumplir con los compromisos ahí pactados,
  - l. Informar, amplia y oportunamente a los usuarios, los cortes y racionamientos programados del servicio y sobre las variaciones de calidad y continuidad, con indicación de las causales de tales eventos, el tiempo estimado de persistencia, los correctivos que se aplicarán y las medidas a adoptar. Asimismo, comunicar a los usuarios, toda modificación del régimen tarifario aprobado,
  - m. Organizar un sistema de atención al usuario, en un lugar con servicios accesibles de información y asistencia, llevando un registro de peticiones, quejas y recursos presentados por el usuario o por sus representantes,
  - n. Atender la solicitud de los usuarios, para la detección de fugas no visibles en la red interna de los inmuebles, sin que implique localizarlas con precisión ni obligación de repararlas, pudiendo, previa aprobación del Comité/Comisión, efectuar el cobro del servicio brindado,
  - o. Establecer mecanismos eficientes para la solución de los conflictos que puedan surgir con los usuarios, quienes deberán recibir un trato respetuoso y sin discriminaciones,
  - p. Llevar un registro de anomalías del servicio e informar a las autoridades competentes, inmediatamente después de una situación anormal que afecte o pueda poner en riesgo la salud pública,
  - q. Informar a la Municipalidad o Jefatura de área departamental del Ministerio de Salud sobre la calidad de la prestación de los servicios, así como, facilitar las labores de seguimiento que puedan realizar estas instituciones,
  - r. Realizar campañas de educación sanitaria para impulsar los hábitos higiénicos en la comunidad y el aprovechamiento racional del agua potable; las campañas deben incluir un componente de divulgación de los derechos de los usuarios, así como, las obligaciones que les concierne respecto de la prestación de servicios,
  - s. Verificar la potabilidad del agua y la efectividad de la desinfección, tomando muestras y realizando análisis de conformidad con las normas de calidad del agua, e
  - t. Implementar un mecanismo de macro medición para cuantificar periódicamente la producción del sistema.

#### 4.2 De los Usuarios

Todo propietario cuyo inmueble esté localizado dentro de los límites del área servida de agua

potable, tiene derecho a suscribir un contrato de servicio, el que deberá contemplar por lo menos: las condiciones de la prestación de servicio y, los procedimientos administrativos para presentar reclamos y otros trámites.

Una vez suscrito el contrato de servicio, el usuario tiene derecho a:

- a. Gozar del servicio de agua potable y del servicio de alcantarillado sanitario cuando estén disponibles, de acuerdo a las condiciones establecidas en los estatutos aprobados por la Asamblea y en la forma más eficiente posible,
- b. Aprovechar el servicio domiciliario para uso familiar, no se permite para fines de lucro ni para riego,
- c. Recibir aviso oportuno de las interrupciones programadas del servicio, de las modificaciones en la tarifa y de cualquier evento que afecte sus derechos o modifique la calidad del servicio que recibe,
- d. Ser atendido por el Comité/Comisión en las consultas y reclamos que formule, sobre deficiencias observadas en la construcción, ampliación o reparación de los sistemas; por cobros injustificados o mala atención, por conducta abusiva, inapropiada o negligente de cualquiera de los empleados, dependientes o contratistas del Comité/Comisión o cuando incurrieren en cualquier conducta irregular u omisión que afecte o menoscabe sus derechos y cuando la calidad del agua y de los servicios sea inferior a la establecida;
- e. Elevar peticiones o iniciativas que beneficien la adecuada gestión de los servicios,
- f. Participar en la Asamblea General de Usuarios y ser candidato a cargos en el Comité/Comisión,
- g. Cumplir con los requisitos de acceso a los servicios, con las especificaciones técnicas y demás requerimientos señalados para las conexiones, tanto de agua potable como saneamiento, pagando el derecho de conexión y cubriendo los costos de la red interna,
- h. Utilizar el agua potable y las instalaciones de evacuación de aguas residuales para el destino exclusivamente autorizado,
- i. Acatar estrictamente las prohibiciones relacionadas con comportamientos que contravengan el uso autorizado o el goce adecuado de los servicios de agua potable y saneamiento,
- j. Permitir la instalación de medidores, ayudar a su conservación y facilitar su lectura, así como las labores de revisión y mantenimiento efectuadas por el Comité/Comisión,
- k. Aceptar el cambio de medidores, bajo las condiciones establecidas por el Comité/Comisión, cuando se verifique la incorrecta determinación de los consumos o cuando los desarrollos tecnológicos ofrezcan instrumentos de medida más precisos,
- l. Disponer sanitariamente las excretas, conectándose al alcantarillado sanitario. En caso de no existir alcantarillado sanitario, debe contarse con sumidero para las aguas grises y de una letrina sanitaria (u otro sistema adecuado) para la disposición de excretas,

- m. Pagar puntualmente el valor de los servicios de agua y saneamiento, dentro de los diez primeros días del mes siguiente. El usuario que adeudare dos meses será considerado en situación de mora,
- n. Mantener la red interna del inmueble en condiciones adecuadas y permitir el libre acceso al personal debidamente autorizado para inspeccionar las instalaciones internas,
- o. Pagar las multas a que se haga acreedor por infracciones cometidas en el uso de los servicios, y
- p. Colaborar en actividades y proyectos aprobados por la Asamblea General de Usuarios.

## CAPÍTULO V

### 5 INFRACCIONES Y SANCIONES

#### 5.1 Infracciones leves

Son aquellas acciones del Usuario que contravienen las disposiciones de este Reglamento en cuanto al uso adecuado y autorizado de los servicios, pero que no representan perjuicio serio a los derechos o a la propiedad de la comunidad o del Comité/Comisión, ni al buen funcionamiento de la infraestructura y los servicios.

#### 5.2 Infracciones Graves

- a. Incurrir en mora en dos (2) pagos vencidos consecutivos de los servicios o en dos (2) pagos vencidos del crédito otorgado a saldos en mora del Usuario,
- b. Comercializar el agua potable sin autorización expresa del Comité/Comisión,
- c. Extender el servicio a terceros sin autorización del Comité/Comisión,
- d. Manipular las instalaciones hidráulicas del sistema de agua potable o alcantarillado,
- e. Manipular, alterar o dañar la conexión o el medidor,
- f. Impedir a los trabajadores del Comité/Comisión, el libre acceso a la caja del medidor o al interior de la propiedad con el propósito de efectuar inspecciones de rutina, evaluaciones y pruebas o la actualización del catastro,
- g. Usar sin autorización el agua para riego agrícola, abrevado de ganado, riego de calles, lavado de vehículos, llenado de piscina, fuentes ornamentales o similares,
- h. Hacer derivaciones o conexiones de las tuberías de un inmueble a otro, aunque los inmuebles pertenezcan a un solo propietario,
- i. Rehabilitar un servicio suspendido por el Comité/Comisión,
- j. Dañar o manipular los medidores,
- k. Disponer de aguas residuales contraviniendo las normas de salud y las reglamentaciones municipales en lugares no autorizado por el Comité/Comisión,
- l. Alterar la condición del llena cántaro o similar, en beneficio de un uso intradomiciliario,
- m. Dejar de informar oportunamente del cambio del tipo de actividad en el inmueble, que signifique un cambio en la categoría del servicio y un cambio de la

tarifa,

- n. Emplear cualquier mecanismo para forzar la extracción de agua de la conexión de abastecimiento de agua potable con cualquier propósito,
- o. Descargar efluentes y desechos en la red de alcantarillado sanitario, en donde exista, contraviniendo lo dispuesto por este Reglamento o el incumplimiento reiterado de los requerimientos para la descarga de desechos industriales,
- p. Hacer uso irracional e inadecuado del servicio de agua potable, que signifique desperdicio del mismo,
- q. Interconectar los sistemas de drenaje pluvial y sanitario, así como la red de agua potable con una de agua no potable, en donde exista,
- r. Utilizar los servicios contratados por el propietario anterior del inmueble, sin informar al Comité/Comisión,
- s. Desatender las indicaciones del Comité/Comisión para adecuar las instalaciones internas,
- t. Obstaculizar la lectura, revisión o reparación de los medidores, sea por acción u omisión,
- u. Cometer cualquier acto doloso o culposo que de alguna manera obstruye, interrumpe o destruye tuberías, instalaciones de agua o alcantarillado en donde exista o que vaya en detrimento de los derechos del Comité/Comisión u otros usuarios de los servicios, y
- v. Derrochar el agua por mal funcionamiento de las instalaciones internas.

### 5.3 Infracciones muy graves

Corresponden a esta clase, las siguientes infracciones:

- a. Reconectar en forma reincidente, un servicio suspendido por el Comité/Comisión,
- b. Realizar conexión clandestina a las redes del servicio,
- c. Reincidir en el incumplimiento del contrato de servicio en forma imputable al Usuario, en infracciones graves durante un período de dos (2) años,
- d. Producir daños intencionales a las instalaciones del servicio o de sucesivas reincidencias en las demás infracciones, en este caso perderá los derechos de usuario, y
- e. Amenazar la integridad física de cualquier miembro o representante autorizado por el Comité/Comisión, derivada de la aplicación de este Reglamento.

De toda infracción grave y muy grave debidamente comprobada, se hará la anotación marginal de la misma, en el Libro de Registro de Usuarios.

### 5.4 Sanciones

El Comité/Comisión podrá imponer las siguientes sanciones a los usuarios por infracciones al presente Reglamento:

- a. **Amonestación.** En caso de infracciones leves y por primera vez. No se aplicará ningún cargo o multa,

- b. Suspensión Temporal de los Servicios.** Será aplicable en el caso de infracciones graves. Adicionalmente se impondrán las multas establecidas en la resolución anual de la Asamblea General de Usuarios sobre tarifas, y
- c. Clausura del Servicio.** El Servicio será clausurado cuando ocurran infracciones muy graves. El Comité/Asociación impondrá las multas establecidas oficialmente. El servicio también podrá ser clausurado si la suspensión temporal, continúa por espacio de cinco (5) meses continuos, sin que la causa que originó la sanción haya sido eliminada por el Usuario y/o los adeudos hayan sido pagados.

Sin perjuicio de lo establecido en este Artículo, el Comité/Comisión está facultado para:

- a.** Proceder al desmantelamiento por cuenta del infractor, de las conexiones e instalaciones clandestinas y al decomiso de los materiales usados en las mismas,
- b.** Realizar por cuenta del infractor, las obras necesarias para colocar las instalaciones en condiciones reglamentarias, y
- c.** Realizar las acciones legales pertinentes para el cobro de las deudas contraídas por los infractores y obtener la reparación de los daños y perjuicios.

### 5.5 Suspensión de Servicio por Mora

En los casos donde la mora exceda los dos meses, el Comité/Comisión suspenderá la emisión de recibos a partir del tercer mes, después de haber verificado que el servicio esté efectivamente suspendido. Si el servicio del usuario moroso no estuviera suspendido, se procederá a su corte, y el recibo cobrará hasta el siguiente mes en curso. El Comité/Comisión está autorizado para cobrar un recargo de las tarifas por mora en el pago de las mismas, según resolución de la Asamblea General de Usuarios.

### 5.6 Reparaciones por cuenta del Usuario.

La imposición de la multa, no exime al Usuario de la obligación de efectuar las reparaciones que correspondan por su cuenta o de restituir los perjuicios ocasionados y el pago de los saldos en mora, multas y cualquier otro cargo que se origine a causa de la infracción. En caso necesario, el Comité/Comisión podrá tomar acciones por la vía judicial para defender sus derechos.

#### a) Rehabilitación del Servicio.

La rehabilitación de un servicio suspendido, solo procederá cuando el Usuario haya enmendado los daños ocasionados y las obligaciones generadas hayan sido pagadas.

## CAPÍTULO VI

### 6 REGIMEN TARIFARIO

#### 6.1 Competencia fijación de las Tarifas

Corresponde a el Comité/Comisión, como titular del servicio comunitario, la definición y aprobación del régimen tarifario aplicable en la comunidad. En el ejercicio de esas responsabilidades se ajustará a las normas dispuestas en el presente Reglamento.

#### 6.2 Principios del Régimen Tarifario

El régimen tarifario está compuesto por los criterios y principios que deben tenerse en cuenta para su formulación; por la estructura tarifaria; por los métodos para el cálculo de las tarifas y por todos los procedimientos definidos para su correcta aplicación.

#### 6.3 Aplicación de Tarifas Preferenciales por razones de Solidaridad.

Las tarifas aplicables a los servicios de agua potable y saneamiento que se presten a los usuarios de bajos ingresos familiares, se establecerán de manera que permitan la recuperación parcial de los costos y se consignarán como tarifas preferenciales, mientras persista la condición de vulnerabilidad social de estas familias. Para la aplicación de tarifas preferenciales, el Comité/Comisión podrá ser asesorado por la Municipalidad, la oficina regional de INFOM, y la jefatura de área del Ministerio de Salud. Las tarifas deben considerar también disposiciones de otras leyes como las aplicables a la tercera edad.

#### 6.4 Costos de Administración

Son aquellos gastos en los que se incurre, para el recaudo de los ingresos y el manejo y contabilización de los ingresos y pagos. Incluyen los siguientes:

1. Gastos de personal de administración,
2. Gasto generales (papelería, útiles y demás insumos administrativos),
3. Instalaciones y equipos. (Depreciación o amortización), y
4. Otros gastos administrativos (viáticos, etcétera).

De la suma total de estos gastos por mes, dividida por el número de usuarios, se obtiene el costo de administración por usuario-mes.

#### 6.5 Costos de Operación y Mantenimiento

Son aquellos en los que se incurre para operar regularmente el sistema y para mantener su infraestructura en buenas condiciones de funcionamiento. En esos costos se incluye lo siguiente:

1. Salarios del personal de operación y mantenimiento,
2. Gasto en insumos para el tratamiento del agua potable,
3. Gasto de electricidad para bombes y otras necesidades,
4. Gasto en combustibles y lubricante,
5. Gasto en otros insumos,
6. Alquileres,
7. Gasto de herramientas y equipos (Depreciación),
8. Gasto en repuestos,
9. Gastos Generales de operación y mantenimiento, y
10. Otros gastos necesarios para la prestación del servicio.

De la suma total de estos gastos por mes dividida por el número de usuarios, se obtiene el costo de operación y mantenimiento por usuario-mes.

### 6.6 Tarifa Mensual

La tarifa mensual, es la suma mensual del costo de operación y mantenimiento, el porcentaje para la protección de la Microcuenca, otro porcentaje para crear un fondo de reserva y del costo mensual de administración, todos estos costos se dividen entre la cantidad de usuarios, lo que da por resultado la tarifa usuario-mes.

### 6.7 Tarifa de protección y mantenimiento de zona de recarga hídrica y otros

Se deberá adicionar un porcentaje para la protección y el mantenimiento de la micro cuenca y que servirá para el manejo y conservación de la zona de recarga hídrica que será un porcentaje de la tarifa mensual, la Asamblea General de Usuarios determinará dicho porcentaje. Además, se deberá agregar la previsión para constituir el fondo de reserva para reposiciones, ampliaciones y mejoras.

### 6.8 Cobro por el Servicio de Saneamiento

El régimen tarifario para saneamiento, será establecido por el Comité/Comisión para ser anexo a la tarifa general del servicio de agua. En el caso de descargas no residenciales, los cargos por saneamiento serán determinados en proporción al consumo de agua, sin perjuicio del deber que tiene el usuario de darle tratamiento a las aguas servidas. Está prohibido cobrar por el servicio de saneamiento cuando éste no sea prestado.

### 6.9 Vigencia de las Tarifas

Las tarifas aprobadas por el Comité/Comisión podrán tener como mínimo una vigencia de un año. Vencido este término se deberá proceder a su revisión. La resolución del Comité/Comisión sobre tarifas se dará a conocer a los usuarios. Esta resolución incluirá también los montos de las multas y recargos que aplicará el Comité/Comisión a los usuarios infractores.

### 6.10 Asesoría sobre Tarifas

Corresponde a la Municipalidad, a la oficina regional de INFOM y a la jefatura de área del Ministerio de Salud brindar asesoría al Comité/Comisión en el diseño y determinación de sus tarifas.

### 6.11 Cargos Adicionales

El Comité/Comisión cobrará por todas las tareas y trabajos que realice en el desempeño de sus funciones y que se relacionen con el Usuario. Los cargos por servicios especiales correspondientes incluyen:

1. Instalación de conexiones,
2. Reubicación de conexiones y medidores,
3. Instalación y desinstalación de conexiones y medidores,
4. Derecho de conexión,
5. Cuotas fijas para hacer frente a inversiones o gastos imprevistos,
6. Detección de fugas intradomiciliares,
7. Eliminación de obstrucciones en alcantarillas internas, donde exista alcantarillado,
8. Servicio de limpieza de fosas sépticas, donde existan, y
9. Otros, aprobados por el Comité/Comisión.

### 6.12 Derechos de Conexión

Toda persona que solicite la prestación del servicio pagará un derecho de conexión, así:

- a. En caso que el solicitante hubiere participado con el aporte comunitario destinado a financiar en parte el costo de la obra, dicha contribución será considerada como pago del derecho de conexión,
- b. Cuando el solicitante fuese un vecino que no haya participado en la construcción de la obra, pagará un derecho de conexión, que será por lo menos el equivalente al doble de la participación que le hubiere correspondido, y
- c. En caso que el solicitante se haya incorporado a la comunidad con posterioridad a la realización de la obra o construya una nueva vivienda, al solicitar la conexión deberá pagar el equivalente del monto de la participación que le hubiere correspondido, al costo actual.

### 6.13 Derecho a Uso de Llena cántaro

El costo de la conexión para un llena cántaro que es de uso común, será pagado por los usuarios favorecidos, en partes iguales. Cada usuario de un llena cántaro, pagará una cuota mensual equivalente a la mitad de la tarifa establecida para la conexión predial ó lo que establezca la Asamblea General de Usuarios.

#### 6.14 Cobro por consumo medido

Cuando se emplee medidores para registrar el consumo, se instalará un solo medidor en la conexión. Si se emplea el cobro bajo la modalidad de consumo medido, el volumen registrado por el medidor será utilizado para calcular el cobro correspondiente, empleando los criterios y normas contenidas en el inciso f) tarifa mensual. El Comité/Comisión emitirá un solo recibo, el cual está debidamente autorizado y enumerado por la Contraloría General de Cuentas (Recibo 1-D1).

#### 6.15 Cobro por Consumo No Medido

Cuando se use la modalidad de consumo no medido, se aplicarán cargos fijos a cada chorro de uso en la vivienda según la tarifa vigente. Los cargos de cada unidad de chorro serán totalizados en una solo recibo.

#### 6.16 Divulgación y conocimiento de la Tarifa

El Comité/Comisión tendrá a la vista de los usuarios, el pliego tarifario de los servicios que presta.

#### 6.17 Cuenta Corriente del Usuario

El Comité/Comisión tiene la obligación de brindar información oportuna y veraz del estado de cuenta corriente al usuario que lo solicite.

#### 6.18 Facilidades de Pago

El Comité/Comisión tiene la facultad de brindar facilidades de pago por las deudas contraídas por los usuarios. Estos compromisos permanecerán afectos al predio. En casos excepcionales, el Comité/Comisión podrá autorizar el pago de la deuda contraída en especie o mano de obra para operación y mantenimiento del sistema.

#### 6.19 Recuperación de Mora

El Comité/Comisión está facultado para realizar las acciones legales pertinentes, para el cobro de las deudas contraídas por los infractores y obtener la reparación de los daños y perjuicios. Para los efectos del cobro judicial, los estados de cuenta debidamente certificados tendrán carácter de título ejecutivo.

#### 6.20 Destino de los Ingresos

Los ingresos derivados de los servicios de agua potable y saneamiento, se invertirán en actividades relacionadas con esos servicios para su mantenimiento, mejoramiento, el manejo de cuencas o ampliación en los sistemas. Queda terminantemente prohibido el uso de los fondos del Comité/Comisión de Agua Potable y Saneamiento para financiar directa o indirectamente otras actividades o campañas políticas.

## CAPÍTULO VII

### 7 DEL MEDIO AMBIENTE Y SALUD

#### 7.1 Protección de las Fuentes de Suministro.

El Comité/Comisión, considerará como una de sus actividades prioritarias las acciones de preservación de las fuentes de agua en cuencas, subcuencas y microcuencas, para lograr la conservación del recurso agua, su sostenibilidad e incremento. El Comité/Comisión deberá integrarse a los consejos de cuencas, subcuencas y microcuencas, si existieran a efecto de participar en los procesos de manejo de estas instancias de gestión.

#### 7.2 Programas Promocionales

El Comité/Comisión manejará obligatoriamente programas promocionales sobre salud, protección ambiental y uso racional del agua, además, deberá colaborar con la jefatura de área del Ministerio de Salud, las oficinas regionales de INFOM, Municipalidad, y las demás entidades locales del Sector Agua y Saneamiento, en las campañas de promoción comunal y divulgación sanitaria relativas al uso del agua y el saneamiento básico.

## CAPÍTULO VIII

### 8 DE LAS INFRACCIONES COMETIDAS POR EL COMITÉ/COMISIÓN Y SUS SANCIONES

#### 8.1 Infracciones del Comité/Comisión

Son infracciones del Comité/Comisión:

- a. Incumplimiento en las condiciones establecidas en el tratamiento de las aguas servidas,
- b. Incumplimiento de normas de calidad del agua para los usuarios,
- c. Interrupciones injustificadas en la prestación del servicio,
- d. Incumplimiento del régimen tarifario establecido en el presente reglamento,
- e. Negativa a proporcionar información a la Asamblea General de Usuarios o a los usuarios en los términos de la Ley,
- f. Obstaculizar o impedir la práctica de verificaciones ordenadas por la Municipalidad, la Contraloría General de Cuentas, o la jefatura de área del Ministerio de Salud, e
- g. Incumplimiento de las obligaciones que impone este reglamento, leyes afines y normas complementarias.

#### 8.2 Sanciones y Multas por Infracciones del Comité/Comisión

Las infracciones cometidas por el Comité/Comisión, serán sancionadas por la Asamblea

General de Usuarios quienes dispondrán de conformidad con el Reglamento, en consideración de la gravedad de la infracción, deberán ser removidos de sus cargos sin perjuicio de la deducción de la responsabilidad civil o criminal que corresponda, además, no exime al Comité/Comisión de la obligación de efectuar las reparaciones de las acciones u omisiones cometidas.

## CAPÍTULO IX

### 9 DISPOSICIONES FINALES

#### 9.1 Generalidades

Todo lo no previsto en el presente Reglamento, estará regido por el Código Municipal, el Código de Salud, la Ley de la Contraloría General de Cuentas, la Ley del Consejo de Desarrollo Urbano y Rural, y, demás Leyes aplicables.

10 ANEXOS:

Especificaciones. Agua para consumo humano (*agua potable*). COGUANOR NTG 29001 (2da. Revisión)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS

<b>Tabla XIII. Características físicas y organolépticas que debe tener el agua para consumo humano</b>		
Características	LMA	LMP
Color	5,0 u	35,0 u <sup>(a)</sup>
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5,0 UNT	15,0 UNT <sup>(b)</sup>
Conductividad eléctrica	750 $\mu$ S/cm	1500 $\mu$ S/cm <sup>(d)</sup>
Potencial de hidrógeno	7,0-7,5	6,5-8,5 <sup>(c) (d)</sup>
Sólidos totales disueltos	500,0 mg/L	1000,0 mg/L
(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto		
(b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).		
(c) En unidades de pH		
(d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C.		

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

<b>Tabla XIV. Características químicas que debe tener el agua para consumo humano</b>		
Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Cloro residual libre <sup>(a)</sup>	0,5	1,0
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	100,0	250,0
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	100,0	500,0
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	100,0	250,0
Aluminio (Al)	0,050	0,100
Calcio (Ca)	75,0	150,0
Cinc (Zn)	3,0	70,0
Cobre (Cu)	0,050	1,500
Magnesio (Mg)	50,0	100,0
Manganeso total (Mn)	0,1	0,4
Hierro total (Fe) <sup>(b)</sup>	0,3	-----
a) El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual libre según sea necesario o en caso de emergencia.		
b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA		

**Tabla XV. Relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud**

Substancia	LMP (mg/L)
Arsénico (As)	0,010
Bario (Ba)	0,70
Boro (B)	0,30
Cadmio (Cd)	0,003
Cianuro (CN <sup>-</sup> )	0,070
Cromo total (Cr)	0,050
Mercurio total (Hg)	0,001
Plomo (Pb)	0,010
Selenio (Se)	0,010
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	50,0
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	3,0

<sup>(a)</sup> Aunque algunas de estas sustancias ya no son permitidas se asignan los valores límite, debido a su persistencia ambiental.

**Tabla XVI. Sustancias plaguicidas cuya presencia en el agua es significativa para la salud**

Grupo	LMP (µg/L)
<b>Compuestos organoclorados<sup>(a)</sup></b>	
Aldrín y Dieldrín	0,03
Clordano	0,20
Clorotolurón	30,0
DDT y sus metabolitos	1,00
Endrín	0,60
Lindano	2,00
Metoxicloro	20,0
Pentaclorofenol	9,00
<b>Acidos fenoxi</b>	
2,4-D	30,0
2,4-DB	90,0
2,4,5-T	9,00
Mecoprop	10,0
Dicloroprop	100,0
MCPA	2,00
<b>Fumigantes</b>	
1,2-Dicloropropano	40,0
1,3-Dicloropropeno	20,0
DBCP (1,2-Dibromo-3-cloropropano)	1,00

**Continuación Tabla XVI. Substancias plaguicidas cuya presencia en el agua es significativa para la salud**

<b>Grupo</b>	<b>LMP (µg/L)</b>
<b>Triazinas</b>	
Atrazina	2,00
Simazina	2,00
<b>Acetanilidas</b>	
Alacloro	20,0
Metolacloro	10,0
<b>Carbamatos</b>	
Aldicarb y sus metabolitos	10,0
Carbofurán	7,00
Isoproturón	9,00
Molinato	6,00
Pendimetalina	20,0
<b>Amidas</b>	
Di (etil-hexil) ftalato	8,00
Trifluralín	20,0
<b>Organofosforados</b>	
Carbofurán	7,00
Clorpirifós	30,0
Dimetoato	6,00

**Tabla XVII. Substancias orgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud**

<b>Compuesto</b>	<b>LMP (µg/L)</b>
Acido edético (EDTA) <sup>(4)</sup>	600,0
Acido nitrilo triacético	200,0
Benceno	10,0 <sup>(1)</sup>
Cloruro de vinilo	0,3 <sup>(1)</sup>
o-diclorobenceno	1000,0 <sup>(2)</sup>
p-diclorobenceno	300,0 <sup>(2)</sup>
1,2-dicloroetano	30,0 <sup>(1)</sup>
1,1-dicloroetano	30,0
1,2-dicloroetano	50,0
cis-1,2-dicloroetileno	50,0
trans-1,2-dicloroetileno	50,0
Diclorometano	20,0
1,2-dicloropropano	40,0 <sup>(3)</sup>
Di(2-ethylhexil)ftalato	8,0
1,4-dioxano	50,0 <sup>(1)</sup>
Estireno	20,0 <sup>(2)</sup>
Etilbenceno	300,0 <sup>(2)</sup>
Hexaclorobutadieno	0,6
Pentaclorofenol	9,0 <sup>(1) (3)</sup>

<b>Continuación Tabla XVII. Sustancias orgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud</b>	
Tetracloruro de carbono	4,0
Tetracloroetano	40,0
Tolueno	700,0 <sup>(2)</sup>
Tricloroetano	20,0 <sup>(3)</sup>
Xileno	500,0 <sup>(2)</sup>
<p>(1) El valor de referencia de las sustancias que se consideran cancerígenas es la concentración en el agua asociada con un límite de riesgo adicional de cáncer durante toda la vida de <math>10^{-5}</math> (un caso adicional de cáncer por cada 100,000 personas que ingieren agua de bebida con una concentración de la sustancia igual al valor de referencia durante 70 años). Las concentraciones asociadas con límites superiores estimados de riesgo adicional de cáncer de <math>10^{-4}</math> y <math>10^{-6}</math> pueden calcularse multiplicando y dividiendo, respectivamente, el valor de referencia por 10.</p>	
<p>(2) Concentraciones de la sustancia iguales o superiores al valor de referencia basado en criterios de salud pueden afectar la apariencia, gusto u olor del agua, dando lugar a reclamos por parte de los consumidores.</p>	
<p>(3) Valor de referencia provisional, dado que hay evidencia de que la sustancia es peligrosa, pero existe escasa información disponible relativa a sus efectos sobre la salud.</p>	
<p>(4) Aplica al ácido libre.</p>	

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS**

<b>Tabla XVIII. Valores guía para verificación de la calidad microbiológica del agua</b>	
<b>Microorganismos</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
<b>Agua para consumo directo</b>	No deben ser detectables en 100mL de agua
Coliformes totales y <i>E. coli</i>	
<b>Agua tratada que entra al sistema de distribución</b>	No deben ser detectables en 100mL de agua
Coliformes totales y <i>E. coli</i>	
<b>Agua tratada en el sistema de distribución</b>	No deben ser detectables en 100mL de agua
Coliformes totales y <i>E. coli</i>	

## 5 ANEXO 5: O&M PLANTAS DE FILTRACIÓN LENTA

### 5.1 DESARENADORES Y SEDIMENTADORES<sup>2</sup>

Un adecuado mantenimiento de las unidades de sedimentación es necesario para asegurar que estas unidades trabajen en forma efectiva y eficiente. Si descuidamos este aspecto de las unidades (desarenador y sedimentador) podrían no remover las materias suspendidas en el agua, ocasionando un obstrucción en los filtros. Los sedimentos interfieren con el proceso de sedimentación incrementando la velocidad del agua en el tanque, además, la acumulación de estos sedimentos pueden causar descomposición y producir sabores y olores en el agua.

#### 5.1.1 OPERACIÓN

La operación de los desarenadores y sedimentadores es muy sencilla, básicamente es llevar una vigilancia de la eficiencia de éstos para proceder a la evacuación de los sedimentos acumulados en el fondos de las unidades. Esta vigilancia está relacionada con el control del caudal que ingresa a las unidades y el control de la calidad del agua del efluente.

#### MEDICIÓN Y CONTROL DEL CAUDAL

- Verificar el nivel de agua en el dispositivo de aforo de cada unidad, y
- Ajustar la válvula de entrada hasta alcanzar el caudal de operación.

#### MEDICIÓN DE TURBIEDAD

- Medir la turbiedad del agua a la entrada de la unidad, y
- Medir la turbiedad del agua a la salida de la unidad.

#### EVACUACIÓN DE LODOS O SEDIMENTOS

- Realizar la evacuación de sedimentos del fondo de las unidades, cuando la diferencia entre la turbiedad del agua de entrada y salida sea baja.

#### REGISTRO DE INFORMACIÓN

- Anotar en el libro de registro diario los valores de turbiedad en el ingreso y salida de la unidad,
- Cambios en el caudal de la fuente durante el día, y
- Fecha de lavado de la unidad.

<sup>2</sup> OPS/CEPIS/05.144 UNATSABAR. *Guía de procedimientos para la operación y mantenimiento de desarenadores y sedimentadores*. Lima, 2005. Págs. 3.

### 5.1.2 MANTENIMIENTO

El mantenimiento de los desarenadores y sedimentadores incluye actividades periódicas que consisten principalmente en el drenaje y evacuación de sedimentos acumulados en el fondo de la unidad.

#### Cada mes:

- Evacuar los sedimentos que se depositan en el fondo de la unidad, abriendo la válvula de drenaje, cerrarla cuando el agua empiece a salir clara. Si el agua es muy turbia la remoción de sedimentos se debe realizar con mayor frecuencia.
- Debemos verificar si hay grietas en los muros. Si las hay, debemos repararlas con mezcla de sabieta (una parte de cemento por tres de arena),
- Revisemos el estado general de las cajas y las válvulas de entrada, salida y drenaje; asegurémonos de girar las válvulas para que no se endurezcan, girar  $\frac{1}{4}$  de vuelta hacia la izquierda y derecha, aplicarle unas gotas de aceite para lubricarlas, y
- Revisemos los candados de las tapaderas y echémosles un poco de aceite para lubricarlos y que entre fácilmente la llave.

#### Cada 6 meses. Lavar la unidad y seguir el siguiente procedimiento:

- Cerrar la válvula de salida hacia el tanque,
- Desprender el material adherido en el fondo y en las paredes del canal de entrada y salida, con un cepillo plástico,
- Abrir válvula de compuerta del drenaje para evacuar el agua y sedimentos (lodos),
- Remover los sedimentos del fondo del tanque hacia el drenaje, sacarlos con cubetas o tambos. Luego con un cepillo plástico, limpiar las paredes y fondo del tanque para eliminar todo el material adherido,
- Lavar con agua paredes y piso hasta dejar completamente limpia las superficies,
- Terminada la limpieza, cerrar la válvula de drenaje y abrir la válvula de ingreso para llenar la unidad, y
- Cuando la unidad esté llena, abrir lentamente la válvula de salida de la unidad.

#### Cada año:

- Pintar con pintura anticorrosiva todos los elementos de metal

## 5.2 FILTROS LENTOS<sup>3</sup>

La planta de filtración lenta es el sistema de tratamiento más eficiente que existe para remover microorganismos patógenos sin utilizar sustancias químicas. Su gran eficiencia se debe a que en ella se simula la sabiduría de la naturaleza, el agua pasa a través del manto de arena a velocidades muy bajas hasta alcanzar el drenaje, tal como la lluvia se filtra por las capas de arcilla y arena hasta alcanzar el acuífero.

<sup>3</sup> Cánepa de Vargas, Lidia. CEPIS/OPS/OMS. *Manual III. Operación, Mantenimiento y Control*. Julio, 1992. Págs. 3 - 25

La lentitud con la que el agua atraviesa el lecho filtrante favorece el desarrollo del maravilloso mecanismo biológico al cual debe el filtro lento su gran eficiencia. Siendo este mecanismo el responsable de la eficiencia de este proceso, el filtro debe ser operado teniendo en cuenta las condiciones ambientales que favorecen la supervivencia de los microorganismos y estos cuidados se deben iniciar desde la puesta en marcha o desde el momento en que el sistema comienza a operar.

Un filtro lento bien diseñado y en condiciones óptimas de operación y mantenimiento puede remover hasta 99% de *Giardia Lambia* desde que empieza a operar, esto es, sin que el mecanismo biológico se haya desarrollado aún, ya que por el tamaño de los quistes éstos se remueven por cernido. Puede remover hasta 99.9% de coliformes fecales una vez que el filtro ha alcanzado la maduración, esto es, cuando el mecanismo biológico se encuentra activo, de allí la importancia que tiene operar esta unidad correctamente, ya que la eficiencia en la remoción de bacterias y virus patógenos va a variar con el grado de actividad de los microorganismos.

La operación continua es muy importante para el desarrollo del mecanismo biológico. Los microorganismos se nutren de la materia orgánica presente en el agua cruda y cuando el flujo se interrumpe, estos quedan sin alimento, por lo que dependiendo del tiempo que se suspenda el flujo estos pueden debilitarse, o extinguirse.

La exposición directa del lecho filtrante a los rayos del sol también afecta la actividad del mecanismo biológico. Estudios realizados (DURHAM,...) recomiendan que la operación de raspado del filtro lento no debe prolongarse por más de 24 horas caso contrario se requerirá de un período de remaduración, el cual deberá ser más prolongado, en la medida que la interrupción haya excedido el límite indicado.

El filtro lento debe operar en forma continua. Las interrupciones para efectuar el mantenimiento de una unidad no deben exceder de 24 horas. Esto será factible si el área de cada filtro es de aproximadamente 50 metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

### 5.2.1 ACTIVIDADES DE OPERACIÓN

La mayor ventaja de la filtración lenta es su simplicidad de operación; son relativamente muy pocas las tareas que deben realizarse. La tarea inicial es la puesta en marcha de la planta. Las actividades rutinarias incluyen el raspado o trillado, la manipulación de la arena, el monitoreo y mantenimiento de la unidad.

#### PUESTA EN MARCHA

El operador de la planta deberá haber recibido con anticipación un período de adiestramiento en una planta similar, después de lo cual deberá ser evaluado para certificar su capacidad.

La operación se iniciará con una inspección de la planta para verificar lo siguiente:

- Granulometría del medio filtrante,
- Correcta posición de las válvulas, vertederos, compuertas, interconexiones y desagües,
- Fácil accionamiento de válvulas y compuertas,
- Superficie interior de las estructuras y tuberías deben de estar libres de residuos de construcción, y
- Calidad del agua cruda.

### LLENADO DEL LECHO DE ARENA

El lecho de arena primero debe ser saturado con agua, esto se consigue llenándolo lentamente y en forma ascendente, para desplazar el aire contenido en los poros de la arena.

La tasa de llenado ascendente debe ser de alrededor de 0.10 a 0.20 metros de altura por hora, y debe continuarse hasta que el nivel del agua sobre la arena sea lo suficientemente alto, como para amortiguar los chorros de ingreso normal. Para evitar un descuido en la operación de llenado, se coloca una losa de concreto movable sobre el lecho filtrante, directamente debajo de la entrada del caudal a la planta. En esta situación se puede iniciar el proceso de filtración; el nivel del agua en la caja del filtro se irá elevando lentamente durante los primeros días, mientras la capa biológica se va formando.

### ELIMINACIÓN DEL EFLUENTE AL DESAGÜE

Se debe especificar el uso de arena lavada para el medio filtrante. Al utilizarse arena sin lavar, se alarga el período durante el cual se va a eliminar material fino por el efluente. Aun cuando se emplee arena lavada, el filtro debe ser operado de modo que se elimine al desagüe el primer efluente con el material fino remanente. Durante ese lapso, el filtro debe ser operado a altas tasas de velocidad y diariamente debe medirse la turbiedad en el efluente. La información de turbiedad versus tiempo resultante, permitirá determinar cuándo el filtro ha purgado todo el material fino y la turbiedad efluente ha alcanzado un nivel aceptable.

### PERÍODO DE MADURACIÓN

El período de maduración se iniciará luego de puesto en marcha un nuevo filtro o después de haberse reconstruido el medio filtrante. El período de maduración puede durar de una semana a varios meses. Altas temperaturas y concentraciones de nutrientes aceleran el proceso, disminuyendo el tiempo de maduración. A menos que un organismo indicador como los coliformes, se encuentre en el agua cruda, no será posible la determinación del estado de maduración del lecho filtrante.

#### 5.2.1.1 OPERACIONES NORMALES

Se denominan así a las tareas que se efectúan en forma cíclica o rutinaria, durante el funcionamiento del filtro lento. Estas tareas incluyen:

- Limpieza de la superficie del lecho filtrante,

- Lavado y almacenamiento de la arena, y
- Reconstrucción del lecho filtrante.

### LIMPIEZA DEL LECHO FILTRANTE

Existe una buena cantidad de métodos para ejecutar esta operación. A continuación citaremos los más adecuados para instalaciones pequeñas a medianas.

#### MÉTODO DEL RASPADO

Es el método más antiguo y difundido. Se recomienda seguir la secuencia de tareas indicadas a continuación:

1. Remover cualquier material flotante,
2. Drenar lentamente la capa sobrenadante hasta que el nivel queda unos centímetros por debajo de la superficie de la arena,
3. Raspar de 1 a 3 centímetros de arena,
4. Retirar de la caja del filtro la arena sucia, y
5. Lavar las paredes del filtro si estuvieran sucias.

La eliminación de la capa sobrenadante al desagüe, se puede realizar muy rápidamente, mediante el uso de un drenaje instalado en la pared del filtro, apenas por encima del nivel de la arena.

Programada la tarea por anticipado, la eliminación de la capa sobrenadante puede hacerse, evitando el desperdicio de agua. Al anochecer del día anterior a la limpieza, se cierra la válvula de ingreso de agua cruda al filtro y se deja filtrar con tasa declinante, durante la noche, la capa sobrenadante.

A la mañana siguiente, apenas aclare el día (5:00 a 6:00 horas), el personal encargado de esta tarea debe estar listo para iniciar el raspado, tratando de concluir la tarea antes de la salida del sol, para proteger de su efecto lesivo a la formación biológica del lecho filtrante. Esta precaución es especialmente importante cuando los filtros no están techados.

El tiempo requerido para efectuar el raspado del filtro lento, depende mucho de dos factores: la profundidad de la capa de arena a remover y el método usado para extraer la arena sucia del filtro. Letterman y Cullen, indican que cuando se extrae una capa de 2.50 centímetros de arena de la superficie del filtro, cargando la arena con pala y utilizando un transporte hidráulico para extraer la arena sucia del filtro, el tiempo promedio requerido para limpiar 93 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) es de 5 hombres por hora. Cuando la arena se retira en cubos o botes, el raspado se efectúa a una tasa de 19 m<sup>2</sup> por persona por hora.

La herramienta comúnmente utilizada para raspar la superficie de la arena es una pala plana y ancha, de borde horizontal. A medida que se va raspando la arena de la superficie se van formando montículos, los cuales se retiran con cubetas y con la ayuda de un polipasto.

MÉTODO DEL TRILLADO

El trillado consiste en romper y remover la capa biológica y el material filtrado, que se acumula en la superficie del lecho filtrante, como consecuencia natural del proceso de filtración. Esta operación dura dos días y se efectúa varias veces al año en cada filtro. Una de las ventajas de este método es que no se desperdicia arena, como si ocurre con el método del raspado.

5.2.1.2 OPERACIÓN MANUAL DE TRILLADO AL FILTRO LENTO MODIFICADO

La operación de trillado puede ejecutarse en forma manual, para lo cual se recomiendan los siguientes pasos:

1. Cerrar el ingreso de agua cruda (B) al atardecer del día anterior a efectuarse la limpieza. Ver figura XV y XVII,
2. Retirar el material flotante,
3. Dejar durante toda la noche filtrar con tasa declinante,
4. Antes de iniciar el trillado, abrir la válvula (H) para eliminar la capa de agua remanente, quedando el nivel de agua sobre la arena a la altura del borde de los vertederos (C). Ver figura XV y XVII,
5. Apenas aclare el día, iniciar el trillado utilizando un rastrillo de metal, ver figura XVI,
6. Abrir la válvula (E) para que el efluente del filtro contiguo ingrese en forma ascensional. Ver figura XV y XVII,
7. Introducir el rastrillo en la arena, removiendo la superficie por franjas, en forma ordenada. Pueden trabajar 2 o 3 personas simultáneamente, dividiéndose la superficie del lecho de arena. Esto dependerá del área del filtro. El personal que realice esta tarea, deberá usar botas de hule, ya que se efectuará en presencia de una capa de agua de aproximadamente 10 centímetros (diferencia de altura entre el vertedero de rebalse y el nivel del lecho filtrante).

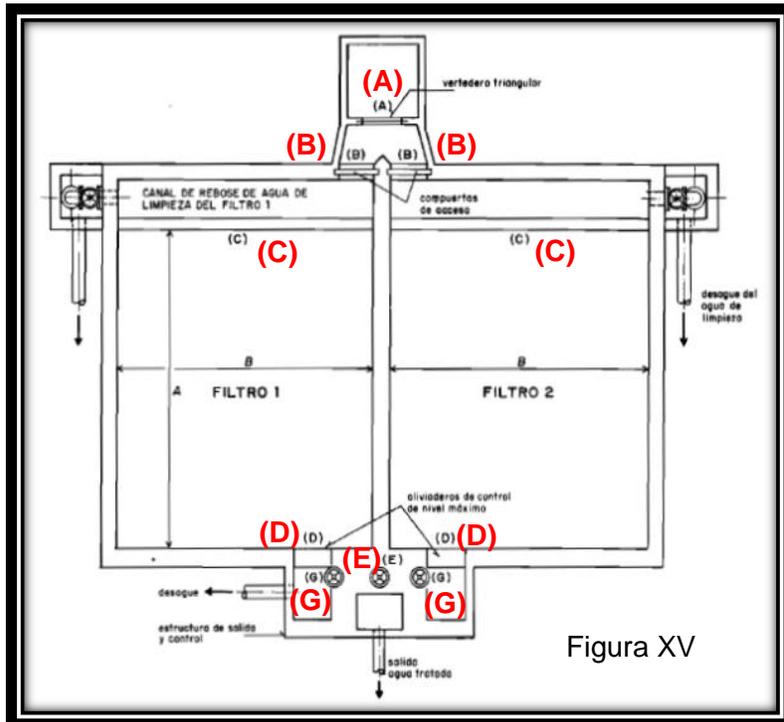


Figura XV

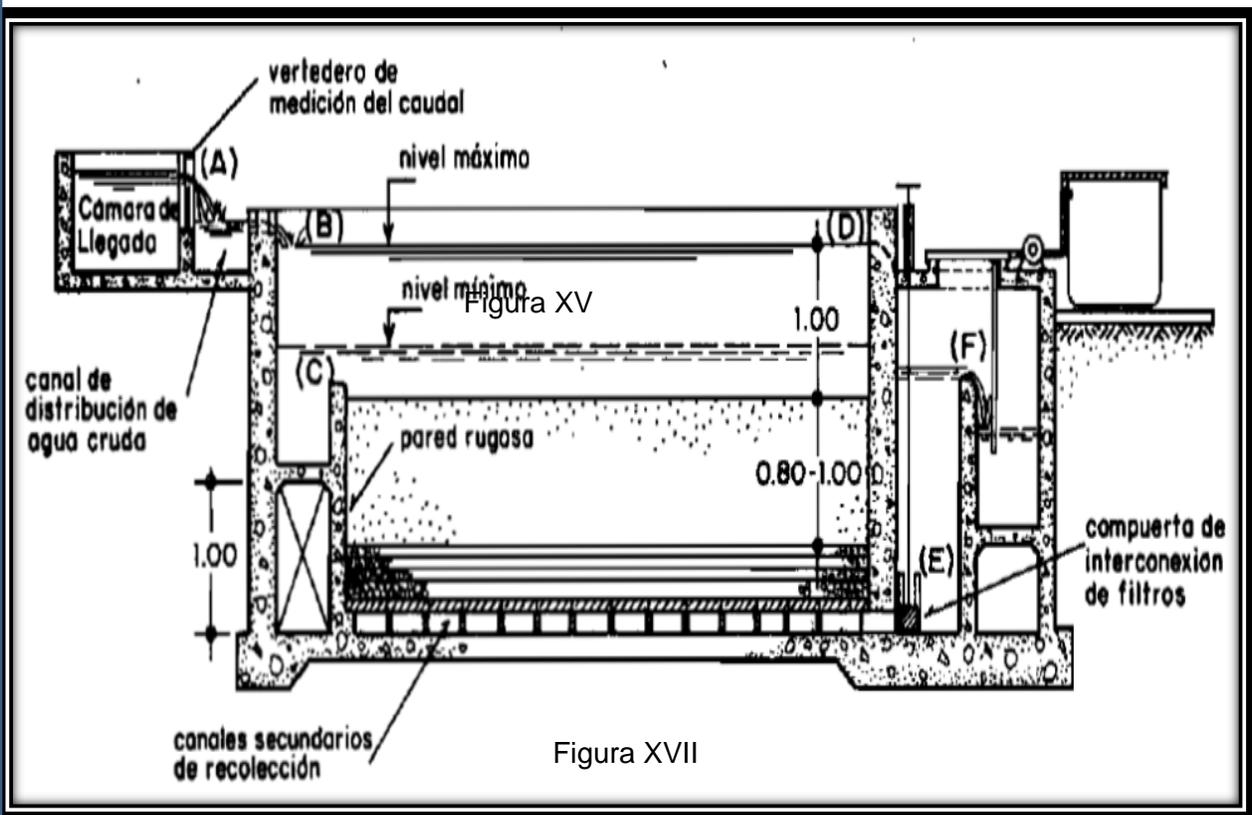


Figura XVI

Fuente: [www.google.com.gt](http://www.google.com.gt)  
(Consulta: 02/01/13)

Como la capa biológica tiende a flotar, se puede mejorar la operación impulsando el material flotante hacia el canal de rebalse con un chorro de agua a presión.

8. Concluido el “trillado húmedo”, se cierra la válvula (H) y también la compuerta de interconexión (E). Se abre (G) hasta que el nivel del agua descienda a unos 20 centímetros por debajo de la superficie de la arena y se vuelve a cerrar. Ver Figura XV y XVII.
9. En esta situación se procede al “trillado seco”, aflojando más la superficie de la arena con el rastrillo. Concluida esta operación, nivelar la arena del lecho filtrante,
10. Finalmente, se llena el filtro en forma ascendente, abriendo nuevamente la interconexión (E) entre los filtros y la válvula (H), para evacuar al desagüe el material filtrado remanente en la superficie de la arena. Una vez que el agua esté clara, se cierra la válvula (H) y se abre el ingreso de agua cruda (B). Ver Figura XV y XVII



**RECONSTRUCCIÓN DEL LECHO DE ARENA**

Quando se utiliza el método del “raspado”, se retira, a intervalos, la arena colmatada de la superficie del lecho por un período de varios años, hasta alcanzar la profundidad mínima del lecho filtrante, debiendo finalmente reconstruirse.

La profundidad mínima, según las investigaciones efectuadas en la última década, puede ser hasta de 0.30 m, debiéndose marcar esta altura en la caja del filtro para facilitar la tarea al operador. La Figura XVIIIa muestra el lecho filtrante después de que muchas capas de arena han sido removidas mediante el raspado y justamente antes de iniciarse la operación de

“rearenado”. En el rearenado, primeramente, se remueve la capa de arena que está más colmatada, quedando apenas una capa muy delgada encima de la grava. Ver Figura XVIIIb.

La parte inferior del lecho se reconstruye usando arena “nueva” del almacén, Figura XVIIIc. La arena antigua, esto es, la arena sin lavar, previamente removida de la parte inferior del lecho de arena, debe ser colocada sobre la arena nueva. Ver Figura XVIIId y XVIIIe.

Este método asegura que la arena que contiene más microorganismos conforme la zona superior del lecho filtrante. La variada población de organismos en esta arena, facilitará la maduración del lecho recién construido. Se debe tener cuidado de no contaminar la arena antigua durante el proceso de reconstrucción. Cuando se completa la reconstrucción, el lecho de arena estará estructurado como se indica en la Figura XVIIIf.

Una vez obtenida la altura del lecho de arena deseada, la superficie del lecho se nivela y el filtro puede ponerse en marcha, es decir, el filtro deberá llenarse con agua, purgando los sólidos finos y dándole tiempo a madurar. La maduración de un lecho reconstruido puede requerir menos tiempo que en el caso de lecho de arena nuevo, debido a la “siembra” de microorganismos efectuada en la parte superior del lecho filtrante.

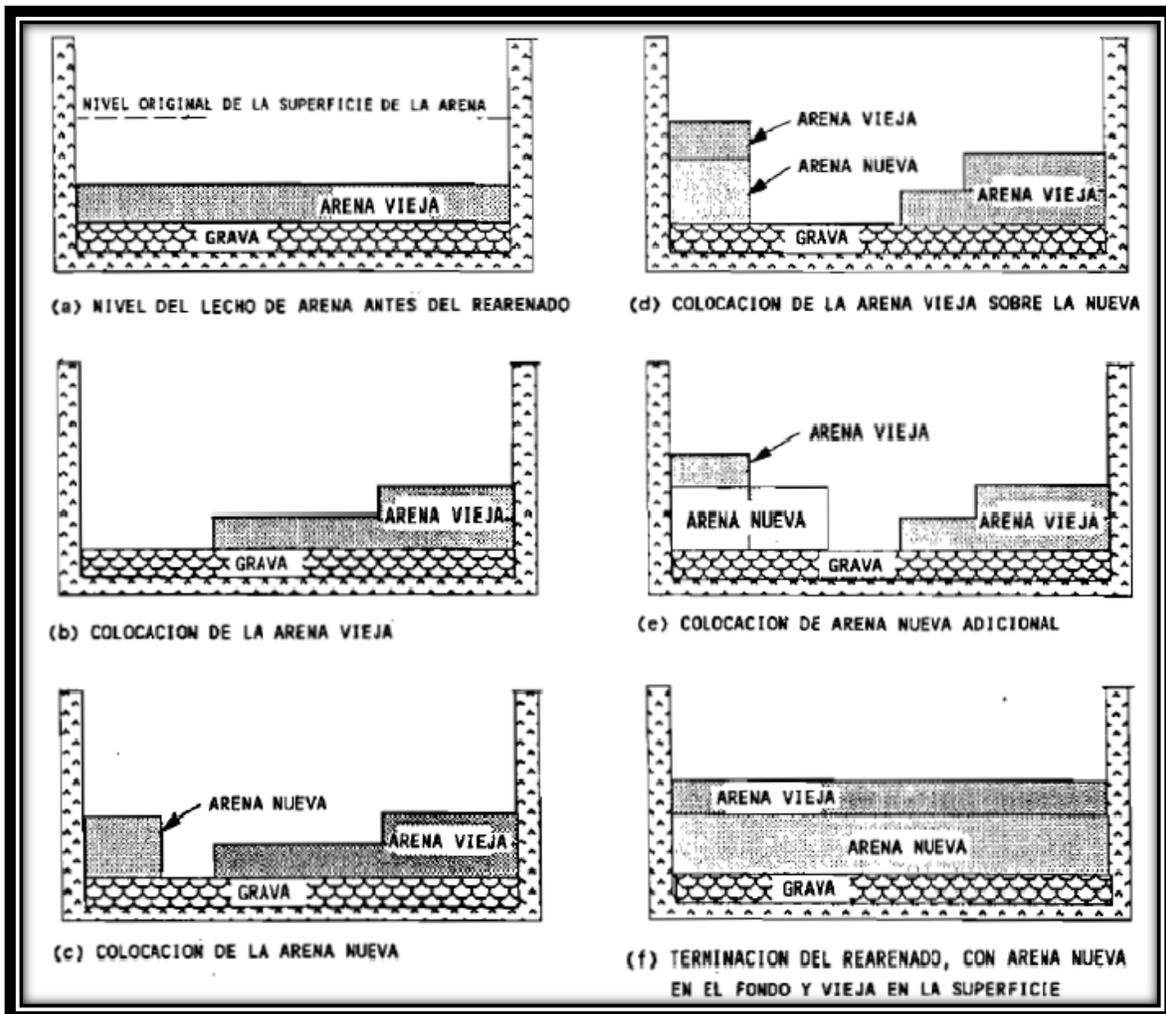


Figura XVIII. Etapas de rearenado de lecho filtrante

Cuando se ha estado aplicando el “trillado” como método de limpieza, el lecho filtrante mantiene su altura total durante todo el proceso, siendo necesaria la reconstrucción cuando el lecho está totalmente colmatado. En este caso, durante la reconstrucción se deberá retirar toda la arena para lavarla, guardando la arena del fondo del filtro que está menos colmatada, para colocarla en la parte superior del filtro.

### 5.2.1.3 OPERACIONES ESPECIALES

Se ejecutan muy esporádicamente, en casos de emergencias. Se pueden citar la operación de parada y la operación con altas concentraciones de turbiedad o color.

#### PARADA

Esta operación podría ser necesaria en el caso de interrumpir el servicio para efectuar reparaciones o suspender el ingreso de agua por deterioro del afluente.

Suspender la filtración es una operación que debe evitarse en lo posible. Cuando la interrupción se deba a problemas en el ingreso, es necesario tratar de seguir filtrando con velocidades mucho más bajas de las habituales, para dar tiempo a que se solucione el problema o enviar el efluente al desagüe, si el inconveniente fuera a la salida.

Al parar la filtración, el metabolismo de los organismos que se encuentran en el medio filtrante se altera, creando compuestos que afectan la calidad del agua. Cuando se para el filtro por períodos muy largos, los organismos muertos se descomponen y entonces es necesario efectuar el mantenimiento de todo el lecho de arena y someterlo a un nuevo período de maduración.

#### OPERACIÓN CON ALTO CONTENIDO DE TURBIEDAD O COLOR

Esta posibilidad sólo se admite como una emergencia. Cuando el problema es habitual, deben considerarse las unidades de pretratamiento necesarias para que llegue al filtro lento una turbiedad promedio máxima de 50 UT.

Cuando altas concentraciones se producen por periodos cortos, la práctica normal es cerrar el ingreso a la planta hasta que el agua aclare.

Cuando el problema se prolonga y pelagra la continuidad del servicio, se hace necesario adoptar una solución de emergencia. En estos casos se puede optar por alguna de estas alternativas, **dependiendo de la capacidad de operación disponible**: se acepta el agua turbia tal cual llega o se agregan coagulantes mientras dure la emergencia.

En ambos casos se tendrán graves problemas de mantenimiento, al acortarse considerablemente las carreras del filtro. En el primer caso, la calidad del efluente que se obtenga desmejorará en la medida en que se incremente la turbiedad. Lo ideal en estos casos

es coagular, de este modo, las carreras son menos cortas y lo que es más importante, se mejorará la calidad del efluente. Sin embargo, esto sólo se consigue cuando la dosificación se efectúa adecuadamente, en caso contrario, los problemas podrían ser mayores.

### 5.2.2 MANTENIMIENTO DE FILTROS LENTOS

El mantenimiento de los filtros lentos se puede clasificar en mantenimiento rutinario, constituido básicamente por el lavado de la arena, y mantenimiento especial o esporádico, consistente en la limpieza total del filtro.

#### LAVADO DE LA ARENA

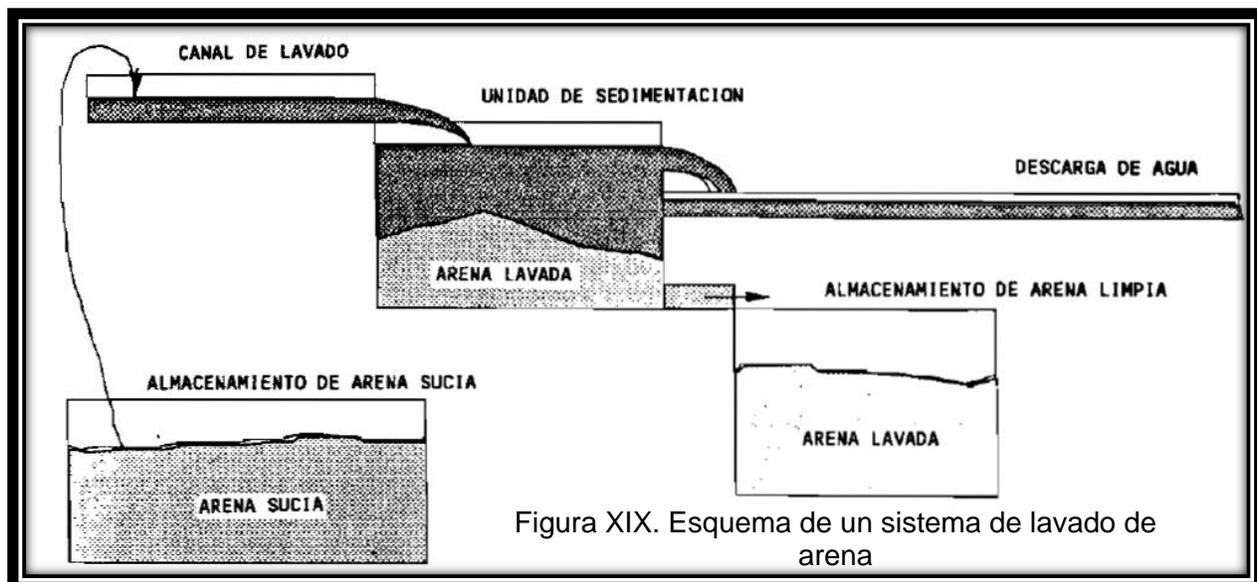
Cuando la arena es muy cara o difícil de obtener, se recomienda lavar y almacenar la arena proveniente de los raspados para ser usada al momento de rearenar el filtro.

La arena raspada debe lavarse tan pronto como se extrae del filtro, porque tiene materia orgánica adherida y este material al podrirse produce sustancias con olores y sabores, muy difíciles de remover en lavados posteriores.

Una planta de filtros lentos debe incluir las instalaciones necesarias para este fin. El método de lavado varía con el tamaño de la planta.

#### MÉTODO MANUAL

Para lavar la arena sucia, se puede emplear un simple canal. El flujo del agua mantiene la arena y los residuos en suspensión. La arena sedimentará dentro de una caja y los residuos serán removidos por la corriente de agua. Una vez que la arena ha sedimentado, se trasladará a un depósito. La Figura 8 muestra una idea del sistema.



En la Figura XX se indica la forma de lavado en el canal. En la Figura XXI se ilustra un sistema portátil cuando no se cuenta con el sistema del canal.



Figura XX. Sistema de lavado de arena en canal

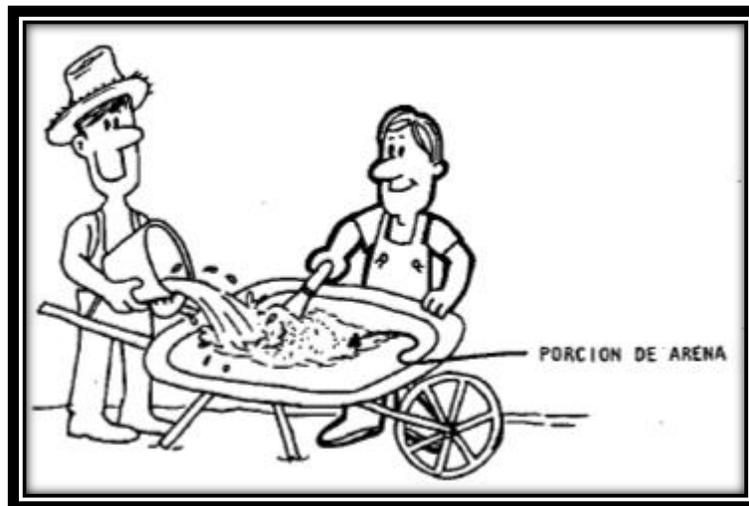


Figura XXI. Sistema de lavado de arena portátil

El equipamiento utilizado para el trabajo, así como el peso de los trabajadores, pueden forzar el material de la superficie dentro del lecho de arena, para evitar que esto suceda, tanto el personal como los equipos deben desplazarse sobre tabloncillos colocados sobre la superficie de la arena. El calzado o los pies del operador también pueden constituir una fuente de contaminación, cada operador deberá tener un par de botas de hule para la operación de limpieza, las botas deben limpiarse antes y después de concluida la operación.

No es necesario reemplazar la arena extraída, hasta que se haya alcanzado el espesor mínimo del lecho filtrante. El espesor mínimo recomendado por diferentes autores varía entre 0.50 y

0.70 metros. Para facilitar la operación, la altura máxima y mínima del lecho filtrante deben marcarse en el interior de las paredes de la caja del filtro, preferiblemente en todo el perímetro.

Para realizar el raspado y la extracción de la arena, así como el remplazo o rearenado, deberá contarse con una polea para facilitar el trabajo y minimizar el tiempo.

Debe planificarse la puesta en marcha de los filtros, de tal modo que no se tenga que limpiar dos filtros simultáneamente en una misma instalación. La planta debe poder asumir la demanda pico, aun cuando un filtro esté fuera de servicio, en proceso de limpieza.

Después de la limpieza, la caja del filtro se debe llenar lentamente con agua filtrada. Si la turbiedad efluente es muy alta, el filtro debe operar eliminando al desagüe hasta que el nivel de turbiedad sea aceptable. Puede entonces iniciarse el proceso normal de filtración.

### LAVADO COMPLETO DEL FILTRO

Cada cinco años aproximadamente, es necesario efectuar un lavado total del filtro. Esta operación consiste en la limpieza del fondo del filtro, del sistema de drenaje, de la caja del filtro y el lavado de la grava y de la arena. Se acomoda todo nuevamente en su sitio, devolviendo a la arena su altura original, de tal modo que el filtro quede como nuevo.

### PÉRDIDA DE CARGA VERSUS TIEMPO

El control de la pérdida de carga como una función del tiempo de operación, es útil para determinar el momento en que se deberá efectuar la limpieza del filtro. Esta medición es particularmente importante en el filtro lento de altura constante.

En el filtro lento modificado de carga variable, esta situación se hace evidente al llegar la altura de agua dentro de la caja a su nivel máximo. Empezando a rebosar por el vertedero de control. Este es el momento en que se ha producido la pérdida de carga máxima permitida por la instalación.

#### Cada día:

- Controlar y ajustar el caudal de operación,
- Muestrear y controlar la calidad del agua cruda y tratada, y
- Llevar el registro de la planta.

#### Cada semana:

- Limpiar los alrededores de la planta.

#### Cada mes:

- Raspar la superficie del lecho filtrante,
- Lavar la arena extraída y almacenarla,

- Revisemos el estado general de las cajas y las válvulas de entrada, salida y drenaje; asegurémonos de girar las válvulas para que no se endurezcan, girar  $\frac{1}{4}$  de vuelta hacia la izquierda y derecha, aplicarle unas gotas de aceite para lubricarlas, y
- Revisemos los candados de las tapaderas y echémosles un poco de aceite para lubricarlos y que entre fácilmente la llave.

**Cada año:**

- Detectar presencia de fisuras en el filtro. Si las hay, debemos repararlas con mezcla de sabieta (una parte de cemento por tres de arena), y
- Pintar con pintura anticorrosiva todos los elementos de metal

**Cada dos años o menos:**

- Rearenar los filtros, y
- Limpieza completa de las unidades.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo Gubernativo 113-2009. Reglamento de Normas Sanitarias para la Administración, Construcción, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala, abril 2009
2. Acuerdo Gubernativo 178-2009. Reglamento para la Certificación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en proyectos de abastecimiento. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala, junio 2009.
3. Acuerdo Gubernativo 293-82. Reglamento para la Administración, Operación y Mantenimiento de los Sistemas Rurales de Agua Potable. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala, 1982.
4. Acuerdo Gubernativo 431-2007. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. Ministerio de Ambiente y Recurso Naturales. Guatemala, septiembre, 2007
5. Acuerdo Ministerial 1148-2009. Manual de Normas Sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala, abril 2009.
6. Acuerdo Ministerial 2-2012. Modificaciones y Derogatorias al Acuerdo Ministerial SP-M-278-2004, por medio del cual se creó el Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala, enero 2012.
7. Aguas con el agua. Ciclo hidrológico. [en línea]. [www.infoiarna.org.gt](http://www.infoiarna.org.gt) [Consulta: 22/11/12]
8. Asociación TulaSalud. Informe del proyecto de abastecimiento de agua por bombeo con energía solar, para las comunidades Nuevo Chitoc, Semuy, Setoc, Guadalupe y Seheliá de la Aldea Campur, del Municipio de San Pedro Carchá, A.V. Guatemala, abril, 2012. 14p
9. Castro, Rosario y Pérez, Rubén. OPS/OMS Saneamiento rural y salud. Guía para acciones a nivel local. Guatemala, diciembre 2009. 222p
10. Constitución Política de la República. Asamblea Nacional Constituyente. Guatemala, mayo de 1985
11. CRS/Programa Guatemala. Manual de Operación y Mantenimiento para un Sistema de Agua Integra –MOM- Guatemala, noviembre, 2001 56p
12. Decreto 11-2002. Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural. Congreso de la República de Guatemala. Guatemala, abril, 2002.

13. Decreto 1126. Ley Orgánica del Tribunal y Contraloría de Cuentas. Congreso de la República de Guatemala. Guatemala, noviembre, 1956.
14. Decreto 12-2002. Código Municipal. Congreso de la República de Guatemala, Guatemala, abril, 2002.
15. Decreto 31-2002. Ley Orgánica de la Contraloría General de Cuentas. Congreso de la República de Guatemala. Guatemala, junio de 2002.
16. Decreto 68-86. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Congreso de la República de Guatemala, Guatemala, noviembre, 1986.
17. Decreto 90-97. Código de Salud. Congreso de la República de Guatemala. Guatemala, octubre de 1997.
18. DTIAPA No. E-4 CEPIS Manual. Estaciones de bombeo, bombas y motores utilizados en abastecimiento de agua. Lima, 1985. 615p
19. El Taller Artes y Oficios AC – Sarar Transformación SC Biofiltro La jardinera que filtra las aguas grises para reciclarlas. Instrumentos Educativos para el Saneamiento Ecológico. [en línea] [www.sarar-t.org](http://www.sarar-t.org) 2p
20. Grupo de Nuevas Actividades Profesionales. Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación. Energía Solar Fotovoltaica. [en línea] [www.coitaoc.org](http://www.coitaoc.org) C/Almagro, 2 28010 Madrid. 103p
21. Guía para el adecuado manejo de los residuos sólidos y peligrosos. [en línea] <[www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia\\_residuos.pdf](http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia_residuos.pdf)> [Consulta: 03/diciembre/2012]
22. Instituto Nacional de Bosques –INAB-. Programa de Investigación de Hidrología Forestal. Guatemala, abril 2005 37p
23. Kfw PROFADEC-JICA INFOM-UNEPAR Manual de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Subterránea. Julio, 2012. 180p
24. Kfw PROFADEC-JICA INFOM-UNEPAR. Manual de Administración, operación y mantenimiento del sistema de agua superficial. Guatemala, julio 2012. 123p
25. Manejo de Residuos Sólidos Serie Manual [en línea]. <[www.adra.org.pe/es/archivos/publicaciones/pub\\_643\\_23.pdf](http://www.adra.org.pe/es/archivos/publicaciones/pub_643_23.pdf)> [Consulta: 03/diciembre/2012]
26. Ministerio de Desarrollo Económico/OPS/BANCO MUNDIAL Guías Básicas. Tecnologías apropiadas en agua potable y saneamiento básico. 2000 152p
27. OPS/CEPIAS/04.104 UNATSABAR. Operación y mantenimiento para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. Lima, 2004. 12p
28. OPS/CEPIS Asociación Servicios Educativos Rurales Guía de Orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, 2009 125p

29. OPS/CEPIS/04.109 UNATSABAR. Procedimientos para la operación y mantenimiento de captaciones y reservorios de almacenamiento. Lima, 2004. 19p
30. OPS/CEPIS/04.109 UNATSABAR. Procedimientos para la operación y mantenimiento de captaciones y reservorios de almacenamiento. Lima, 2004. 19p
31. OPS/CEPIS/04.116 UNATSABAR. Operación y mantenimiento de obras de captación por gravedad de agua superficial. Lima, 2004. 9p
32. OPS/CEPIS/05.142 UNATSABAR. Guía para los gobiernos locales. Lima, 2005. 208p
33. OPS/CEPIS/05.143 UNATSABAR. Procedimientos para la operación y mantenimiento de la red de distribución. Lima, 2005. 9p
34. OPS/CEPIS/05.159 UNATSABAR. Guías para la operación y mantenimiento de reservorios elevados y estaciones de bombeo Lima, 2005. 37p
35. OPS/CEPIS/05.159 UNATSABAR. Guías para la operación y mantenimiento de reservorios elevados y estaciones de bombeo. Lima, 2005. 37p
36. OPS/OMS/CEPIS/EPA. Manual del Inspector. Cómo realizar inspecciones sanitarias en pequeños sistemas de agua. Honduras, 2001. 265p
37. OPS-COSUDE/03-07. Guía para la operación y mantenimiento de sistemas de desinfección. Lima, 2007. 19p
38. The Global Water Initiative. Proyecto Mi Cuenca. Cosechando Agua para la Vida. Resumen de Experiencia. Pago por Servicios Ambientales –PSA- Cantón Nueva Esperanza, Aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos. 3p



Tabla X. Diámetro orificio y ubicación				
Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5
Caudal ingreso a tanque dist	Caudal dosificación (lpd)	Profundidad orificios (cms)	Cantidad orificios	Diámetro orificio (pulg)
0.1	8.64	2	2	1/64
0.2	17.28	4	3	1/64
0.3	25.92	1	1	3/64
0.4	34.56	2	1	3/64
0.5	43.2	3	1	3/64
0.6	51.84	4	1	3/64
0.7	60.48	6	1	3/64
0.8	69.12	6	1	3/64
0.9	77.76	3	2	3/64
1	86.4	3	2	3/64
1.1	95.04	4	2	3/64
1.2	103.68	4	2	3/64
1.3	112.32	5	2	3/64
1.4	120.96	3	3	3/64
1.5	129.6	3	3	3/64
1.6	138.24	1	2	5/64
1.7	146.88	5	1	5/64
1.8	155.52	5	1	5/64
1.9	164.16	6	1	5/64
2	172.8	6	1	5/64
2.1	181.44	7	1	5/64
2.2	190.08	7	1	5/64
2.3	198.72	2	2	5/64
2.4	207.36	9	1	5/64
2.5	216	9	1	5/64
2.6	224.64	3	2	5/64
2.7	233.28	5	4	3/64
2.8	241.92	6	4	3/64
2.9	250.56	3	2	5/64
3	259.2	4	2	5/64
3.1	267.84	4	2	5/64
3.2	276.48	4	2	5/64
3.3	285.12	4	2	5/64
3.4	293.76	2	3	5/64
3.5	302.4	2	3	5/64
3.6	311.04	3	1	1/8
3.7	319.68	3	1	1/8
3.8	328.32	4	1	1/8
3.9	336.96	4	1	1/8
4	345.6	4	1	1/8
4.1	354.24	4	1	1/8
4.2	362.88	4	1	1/8
4.3	371.52	1	1	3/16
4.4	380.16	2	1	5/32
4.5	388.8	2	1	5/32
4.6	397.44	2	1	5/32
4.7	406.08	2	1	5/32
4.8	414.72	2	3	3/32
4.9	423.36	2	3	3/32
5	432	2	3	3/32

$$Q = 0.61 \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{0.5}$$

Verificación caudal dosif (lpd)	Área (m2)
8.1642	0.0000002
17.3189	0.0000004
25.9783	0.0000011
36.7389	0.0000011
44.9958	0.0000011
51.9567	0.0000011
63.6337	0.0000011
63.6337	0.0000011
89.9916	0.0000022
89.9916	0.0000022
103.9134	0.0000022
103.9134	0.0000022
116.1787	0.0000022
134.9874	0.0000033
134.9874	0.0000033
144.3241	0.0000062
161.3593	0.0000031
161.3593	0.0000031
176.7603	0.0000031
176.7603	0.0000031
190.9229	0.0000031
190.9229	0.0000031
204.1052	0.0000062
216.4862	0.0000031
216.4862	0.0000031
249.9767	0.0000062
232.3574	0.0000045
254.5348	0.0000045
249.9767	0.0000062
288.6483	0.0000062
288.6483	0.0000062
288.6483	0.0000062
306.1577	0.0000093
306.1577	0.0000093
319.9702	0.0000079
319.9702	0.0000079
369.4698	0.0000079
369.4698	0.0000079
369.4698	0.0000079
369.4698	0.0000079
369.4698	0.0000079
369.4698	0.0000079
415.6535	0.0000178
408.2103	0.0000124
408.2103	0.0000124
408.2103	0.0000124
440.8671	0.0000134
440.8671	0.0000134
440.8671	0.0000134

pulg	pulg	
1/64	0.02	64.000
3/64	0.05	21.333
5/64	0.08	12.800
6/64	0.09	10.667
1/32	0.03	32.000
3/32	0.09	10.667
5/32	0.16	6.400
6/32	0.19	5.333
1/16	0.06	16.000
3/16	0.19	5.333
5/16	0.31	3.200
1/8	0.13	8.000
3/8	0.38	2.667
5/8	0.63	1.600
1/4	0.25	4.000
3/4	0.75	1.333
5/4	1.25	0.800
1/2	0.5	2.000