

SISTEMA MODULAR DE CAPACITACIÓN

¿Qué Debemos Saber Acerca del Alcantarillado?



Texto didáctico N° 60

2^{da} Edición – La Paz, Agosto 2009 • Autor: M.Sc.Ing. Miguel Angel Figueroa Mariscal



PREFACIO

El presente documento ha sido reeditado para su aplicación, como parte del Programa de Educación Sanitaria y Ambiental que se viene ejecutando desde el 2007 y que es liderado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua MMAYa y apoyado por el Programa de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario GTZ/PROAPAC.

Este texto didáctico pertenece a la serie de Módulos de Capacitación del Sistema Modular, los mismos que han sido producidos por la Asociación Nacional de Empresas de Agua Potable y Alcantarillado ANESAPA y por GTZ/PROAPAC, con el objetivo de capacitar a profesionales, principalmente del sector de agua y saneamiento y también como apoyo a otros rubros y sectores, como salud y educación.

Generar y fortalecer las capacidades y conocimientos tanto de los operadores de servicios, como de la población en general, es una de las metas de ANESAPA y de GTZ/PROAPAC y para

ello, hemos plasmado y sintetizado información básica y metodológicamente aplicable en los contenidos de estos Módulos, que se refieren ampliamente a los temas de Agua Potable, Saneamiento Básico y Medio Ambiente.

Estamos convencidos de que el conocimiento e información de estos documentos, incrementarán la eficacia e impacto en la implementación de programas educativos, donde maestros y maestras se constituyen en actores claves y fundamentales para la difusión de prácticas saludables, las cuáles van a contribuir a generar un proceso dinámico, empezando con la población mas vulnerable de Bolivia: niños y niñas en edad escolar.

De esta manera, estos Módulos se constituyen en una importante contribución al sector de agua y saneamiento, impulsando la concienciación de la población en general, sobre el uso adecuado del recurso hídrico, del saneamiento básico y el medio ambiente.

Ing. Ronny Vega Márquez
Gerente General
ANESAPA

Dr. Detlef Klein
Coordinador
GTZ/PROAPAC



ÍNDICE GENERAL

PREFACIO	3
SIGLAS Y ABREVIACIONES UTILIZADAS	9
INTRODUCCIÓN	11
1. RESIDUOS	13
1.1 Concepto	13
1.2 Clasificación	13
1.2.1 Por su estado físico	13
1.2.2 Por su generación	13
1.3 Manipulación de residuos	13
1.4 Efectos de una inadecuada disposición de residuos	14
1.4.1 Enfermedades	15
2. DISPOSICIÓN ADECUADA DE RESIDUOS LÍQUIDOS	17
2.1 El Alcantarillado Sanitario	17
2.1.1 Instalación sanitaria domiciliaria	18
2.1.2 Sistemas de recolección y conducción	18
2.1.2.1 Conexión domiciliaria	18
2.1.2.2 Colectores y emisarios	19
2.1.2.3 Cámaras de inspección	20
2.1.2.4 Estaciones elevadoras	21
2.2 Tratamiento	21
2.2.1 Procesos de depuración	21
2.2.1.1 Tratamiento primario	21
2.2.1.2 Tratamiento secundario	21
2.2.1.3 Tratamiento terciario	22



2.2.2	Sistemas de tratamiento.....	22
2.2.2.1	Filtros biológicos.....	22
2.2.2.2	Cámaras sépticas.....	23
2.2.2.3	Tanques Imhoff.....	23
2.2.2.4	Lagunas de estabilización.....	23
2.2.2.5	Planta de tratamiento.....	24
2.3	Letrina	26
2.3.1	Letrina tradicional simple.....	26
2.3.2	Letrina mejorada con tubo de ventilación	26
2.3.3	Letrina con sifón (sello hidráulico).....	26
2.3.4	Letrina abonera (alcalina) seca familiar: LASF.....	27
2.3.5	Letrina de pozo anegado	27
2.4	Control de calidad del tratamiento de aguas residuales.....	28
2.5	Disposición final de las aguas residuales tratadas.....	29
2.5.1	Zanja de infiltración.....	29
2.5.2	Pozo absorbente.....	29
2.5.3	Lechos de secado de lodos.....	30
3.	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS.....	31
3.1	Sostenibilidad.....	31
3.2	Administración.....	32
3.3	Operación	34
3.4	Mantenimiento.....	35
3.4.1	Mantenimiento de la instalación sanitaria domiciliaria.....	36
3.4.2	Mantenimiento en los colectores y emisarios.....	36
3.4.3	Mantenimiento de los sistemas de tratamiento.....	36
4.	MARCO LEGAL, INSTITUCIONAL Y NORMATIVIDAD.....	39
ANEXOS	43
Anexo 1:	Clasificación de los cuerpos de agua y valores máximos admisibles de parámetros básicos en cuerpos receptores.....	43
Anexo 2:	Marco legal y normativo.....	45
Anexo 3:	Glosario	49
Anexo 4:	Bibliografía	59



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Enfermedades infecciosas y vías de transmisión.....	16
Tabla 2: Responsables de la O&M en el Sistema Condominial.....	20
Tabla 3: Etapas de una Planta de Tratamiento Biológico	25
Tabla 4: Valores máximos tolerables de agua residual.....	29
Tabla 5: Algunas áreas y tareas específicas administrativas	33
Tabla 6: Algunas actividades diferenciadas de mantenimiento	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Residuos sólidos, líquidos y gaseosos.....	13
Fig. 2: Contaminación de un río por aguas residuales.....	15
Fig. 3: Instalaciones sanitarias interiores.....	18
Fig. 4: Sistema de Alcantarillado Sanitario Convencional.....	19
Fig. 5: Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial.....	19
Fig. 6: Cámara de inspección Tipo.....	20
Fig. 7: Filtro Biológico.....	22
Fig. 9: Tanque Imhoff.....	23
Fig. 10: Laguna de Estabilización.....	23
Fig. 11: Planta de Tratamiento Convencional.....	24
Fig. 12: Letrina mejorada con tubo de ventilación.....	27
Fig. 13: Esquema de Letrina Abonera Seca Familiar LASF.....	27
Fig. 14: Laboratorio de control de calidad de aguas residuales tratadas.....	28
Fig. 15: Zanja de Infiltración.....	29
Fig. 16: Pozo Absorbente.....	30



Fig. 17: Esquema de Sostenibilidad	32
Fig. 18: Circuito que ocasionaría la destrucción del sistema de disposición de residuos líquidos por mala operación y/o mantenimiento	34
Fig. 19: Marco institucional	40



SIGLAS Y ABREVIACIONES UTILIZADAS

°C	Grados Centígrados
μ	micro
ALC-S	Alcantarillado Sanitario
ANESAPA	Asociación Nacional de Empresas de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado
AAPS	Autoridad de Fiscalización y Control Social
AP	Agua Potable
CGR	Contraloría General de la República
cm.	Centímetro
CP	Caja de Paso
CTN	Comisión Técnica Nacional
DAA	Declaratoria de Adecuación Ambiental
DIA	Declaratoria de Impacto Ambiental
D.S.	Decreto Supremo
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DGII	Dirección General de Impuestos Internos
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EPSA	Entidad Prestadora de Servicios de Agua y Alcantarillado Sanitario (antiguamente EPS)
EMAGUA	Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua
etc.	Etcétera
Fig.	Figura
FPM	Formato de Planificación de Módulos
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (Cooperación técnica alemana)
Html	Hiper Text Markup Language Lenguaje descriptor de Hipertexto
Http	Hiper Text Transfer protocol Protocolo de transporte de Hipertexto
IBNORCA	Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

INALCO	Instituto Nacional de Cooperativas
l	Litros
LASF	Letrina Abonera (Alcalina) Seca Familiar
m	Metros
m ³	Metro cúbico
mg	Miligramos
mm	Milímetros
MDS	Ministerio de Desarrollo Sostenible
MH	Ministerio de Hacienda
MMAyA	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
MSOP	Ministerio de Servicios y Obras Públicas
O&M	Operación y Mantenimiento
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PCCA	Programa de Control de Calidad Analítica
p.ej.	Por ejemplo
p.H	Potencial de Hidrógeno
PROAPAC	Programa de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario en Pequeñas y Medianas Ciudades
PVC	Policloruro de Vinilo
R.M.	Resolución Ministerial
R.S.	Resolución Suprema
R. Sec.	Resolución Secretarial
SENASBA	Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios de Saneamiento Básico
TL	Terminal de Inspección
TIL	Tubos de Inspección y Limpieza
VMRNMA	Viceministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente
VAPSB	Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico
VMRHR	Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego
www	World Wide Web telaraña mundial de información



INTRODUCCIÓN

Convencido de que la concienciación en base a la educación es el fundamento del desarrollo humano de cualquier sociedad, agradezco al SAS, en especial al Lic. Michael Rosenauer y al Lic. Roland Boecker, por la oportunidad que me dieron para contribuir modestamente y desde mis posibilidades con esta ardua e interminable tarea.

Ante la cruda realidad de bajas coberturas del servicio de alcantarillado en nuestro país, hecho que directamente influye en la contaminación del medio ambiente, pongo este documento a consideración de los lectores cuyo objetivo es sensibilizarlos con la presentación del mayor bagaje de conocimientos técnicos generales, referidos a la Operación y Mantenimiento de Sistemas de Disposición de Residuos Líquidos, para ofrecer una amplia visión de lo que se refiere al alcantarillado.

M. Sc. Ing. Miguel Angel Figueroa Mariscal

Autor del Texto Didáctico

¿QUÉ DEBEMOS SABER ACERCA DEL ALCANTARILLADO?

1. RESIDUOS

1.1 Concepto

- (1) Residuo es cualquier tipo de **material orgánico o inorgánico**, sólido, líquido, gaseoso, o combinación de estos, generado por la actividad humana, destinado a ser **desechado** y cuyos componentes son susceptibles de **tratamiento, recuperación y reciclaje**.

1.2 Clasificación

1.2.1 Por su estado físico

- (2) A pesar de que se presenten en estados intermedios, los residuos pueden ser **sólidos** (Servilletas, envolturas, recipientes, etc.), **líquidos** (provenientes de los desagües de lavanderías, inodoros, lavaplatos, etc.) y **gaseosos** (humo, polvo, vapores, etc.)



Fig. 1: Residuos sólidos, líquidos y gaseosos¹

¹ www.acsmedioambiente.com/imagenes/gjf

1.2.1 Por su generación

- (3) **Residuos urbanos:** humo de fogones y hornos domésticos de barro, envolturas, cáscaras, recipientes, aguas provenientes de los baños, lavanderías y cocinas, etc.
- (4) **Residuos industriales:** se caracterizan principalmente por el elevado grado de contaminación y/o el gran volumen en que se producen, se clasifican en:
- **Inertes**, no peligrosos para el medio ambiente como escombros y materiales similares;
 - **Similares a residuos urbanos**, como ser restos de comedores, oficinas, etc.;
 - **Peligrosos**, que por su composición química u otras características requieren un tratamiento especial.
- (5) **Residuos agrarios**, que proceden de la agricultura, ganadería, pesca, explotaciones forestales o la industria alimenticia.
- (6) **Residuos médicos y de laboratorios**, restos del trabajo clínico o de investigación.
- (7) **Residuos radioactivos**, materiales que emiten radioactividad.
- #### 1.3 Manipulación de residuos
- (8) La óptima calidad de vida exige que no sea modificado el **equilibrio de la naturaleza**.



- (9) Hasta hace poco los residuos se depositaban en vertederos, quebradas, ríos, mares o cualquier otro lugar próximo a las poblaciones. En tanto que los gases por el consumo de carburantes fósiles estaban limitados sólo por cuestiones económicas. En la agricultura y ganadería se producían muy pocos residuos no aprovechables. Con la industrialización y el desarrollo de la actividad humana, la cantidad y variedad de residuos generados ha aumentado mucho. En los años cincuenta y sesenta del siglo pasado se comprobaron las graves repercusiones de este sistema de eliminación de residuos sobre la salud de las personas y los importantes impactos negativos en el medio ambiente.
- (10) Este **aumento** acelerado de la cantidad y tipos de **residuos** se debe, principalmente, a que en la actualidad las cosas, incluyendo el agua, se usan y se desechan en grandes cantidades, sin que haya **conciencia** clara, en muchos casos, del **destino** de los residuos.
- (11) Tanto el desarrollo industrial, generador de muchos productos tóxicos o muy difíciles de incorporar a los ciclos de elementos naturales, cuanto la concentración de población en grandes núcleos urbanos, provocan situaciones que son tecnológicamente resolubles, pero casi inaccesibles, debido a los costos económicos que demandan los estudios y acciones escalonadas requeridas para su efectividad.
- (12) Todo esto ha hecho patente la necesidad de un tratamiento adecuado de residuos, para disminuir sus efectos negativos. Si bien no hay una solución única y clara a este problema, el tratamiento y reciclaje, aunque tienen sus límites, son las mejores opciones desde el punto de vista ambiental.

Soluciones posibles

- (13) Actualmente se combinan catalizadores y filtros para la recolección de residuos gaseosos; se construyen redes de alcantarillado y plantas de tratamiento para el adecuado manejo de las aguas residuales; se destinan extensas áreas para rellenos sanitarios o incineradoras para residuos sólidos, pero es muy importante no perder de vista, que **la reducción de la producción de**

los residuos es el factor más determinante.

- (14) El manejo adecuado de los desechos, debe ser controlado a través de medidas apropiadas para cada contexto, región o grupo social; considerando la generación de estos desechos en cantidad y calidad, el clima y las condiciones del contexto económico y social.

1.4 Efectos de una inadecuada disposición de residuos

- (15) La contaminación ambiental producida en gran parte por los residuos, ocasiona graves daños a nuestro planeta, agotando sus recursos, superando su capacidad de regeneración natural y rompiendo el equilibrio ecológico y dando lugar a un deterioro ambiental. Ante ello la naturaleza reacciona y se defiende, mediante fenómenos naturales y cambios climáticos que atentarán contra el mismo ser humano.

Contaminación por aguas residuales

- (16) Las aguas residuales producidas por los diferentes conglomerados humanos, son un gran problema sobre todo en países como el nuestro, con escasa disponibilidad de agua dulce, pues producen una serie de alteraciones en las propiedades del agua. Si bien un cuerpo de agua es capaz de asimilar y autodepurar estas aguas residuales, se debe considerar que esta capacidad no es ilimitada, lo que puede ocasionar fuertes cambios irreversibles en los ecosistemas
- (17) Las aguas residuales deben ser dispuestas de manera adecuada, pues se constituyen en sustancias peligrosas que contienen contaminantes como:

- **Materia fecal.**
- **Material inerte en suspensión.**
- **Aceites libres y emulsionados.**
- **Sustancias orgánicas no naturales.**
- **Sales disueltas**, tóxicas o nocivas, cadmio, cobalto, cromo, mercurio, plomo, etc.



- **Ácidos y bases fuertes.**
 - **Las altas temperaturas de los residuos líquidos,** que disminuyen el oxígeno disuelto y aumentan el metabolismo de la flora, al evacuarse a un curso de agua.
- (18) Las bajas coberturas de los servicios de saneamiento básico determinan que la población desarrolle hábitos inadecuados en la disposición de aguas residuales, lo que produce efectos de contaminación como:
- **Destrucción de los limitados recursos hídricos**
 - **Disminución de la calidad del agua,** para abastecimiento de la población, riego o industria
 - **Pérdida de tierras productivas**
 - **Anulación del poder autodepurador de cauces receptores,** con destrucción de fauna y flora.
 - **Peligro potencial a la salud pública.**

Fig. 2: Contaminación de un río por aguas residuales²



Actualmente en Bolivia

(19) La disposición adecuada de aguas residuales (recolección, tratamiento y confinamiento) es un aspecto prioritario por:

- **Los altos índices de morbilidad,** debido a las condiciones insalubres en que viven los grupos de población en condiciones de pobreza y extrema pobreza.
- **Obligación,** previamente a su descarga, las aguas residuales (procedentes de usos domésticos, industriales, agrícolas, ganaderos o de cualquier otra actividad que contamine el agua) que se destinan a ríos o arroyos, deben ser tratadas cuando corresponda, para controlar la posibilidad de contaminación de los acuíferos debida a la infiltración. De igual forma, es necesario considerar la posibilidad de que ríos y arroyos sirvan para usos recreacionales y otros, cuidando que el caudal a descargar no exceda el 20% del caudal mínimo del río, de acuerdo a la Ley de Medio Ambiente No 1333, del 27.04.1992.

(20) Al presente se realizan grandes esfuerzos a nivel de gobierno central y local, para implementar, ampliar coberturas y mejorar los servicios de disposición de aguas residuales; tanto en áreas urbanas como rurales. El apoyo financiero de organismos internacionales para este fin, es canalizado a través de los fondos de desarrollo y trasladado a los municipios en proyectos de agua y saneamiento.

1.4.1 Enfermedades

(21) En la historia tenemos muchas epidemias que han diezmado a la población. Mundialmente, la falta de agua potable y de adecuados servicios de disposición de desechos es la causa de 4 millones de casos de enfermedades diarreicas, que causan 3 a 4 millones de defunciones, sobre todo entre los niños³, por otras enfermedades. En el caso de Bolivia existe una prevalencia de enfermedades diarreicas en niños menores de cinco años⁴ de 25% en el área urbana, y 35% en el área rural.

2 Fuente: imagen PROAPAC

3 OPS/OMS Informe 1999 Web

4 www.bolpress.com/BA/bol/cifras 2001.htm(google ENDSA cifras)



(22) En lugares que carecen de apropiadas instalaciones de saneamiento básico, las enfermedades pueden propagarse con gran rapidez, debido a la presencia de materia fecal portadora de microorganismos infecciosos que son arrastrados por el agua de lluvia, lixiviados y que contaminan los manantiales de agua dulce, suelo y alimentos. La proliferación de insectos y animales (vectores) cerca de desechos orgánicos y charcos de aguas detenidas, los convierte en portadores de enfermedades; sin olvidar los microorganismos trasladados por el viento. Una referencia de las enfermedades más comunes se presenta en la [Tabla 1](#).

Tabla 1: Enfermedades infecciosas y vías de transmisión⁵

Enfermedad y fuente microbiológica	Vía de transmisión fecal – oral
Disentería amébrica (amebiasis)	Epidémicamente por el agua Endémicamente por los alimentos contaminados y el contacto ano - mano – boca.
Disentería bacilar (shigellosis)	Transmitida por los alimentos contaminados, la mosca y el contacto directo
Cólera (clásico y el TOR) (vibrión cholerae)	Pandemia violenta provocada por los microorganismos que viven en los excrementos de personas infectadas y que se reproduce rápidamente al contaminar el agua.
Diarreas, gastroenteritis incluso infantiles	Contacto ano-mano-boca
Salmonelosis (sallmonela)	Transmitida por aguas y alimentos contaminados
Esquistosomiasis	Transmitida por el consumo de agua contaminada, pero mayormente por el contacto de la piel con basurales y aguas detenidas.
Meningitis	Por la ingestión de agua o alimentos contaminados
Hepatitis A y B	Por ingesta de alimentos contaminados
Conjuntivitis	Provocada por microorganismos trasladados por el viento.
Dermatitis	Por contacto con microorganismos patógenos y residuos tóxicos

⁵ Fuente: Lic. Ruth Sánchez

(23) La contaminación producida por sustancias tóxicas evacuadas por la industria es otra causa de enfermedades transmitidas por residuos que también contaminan el aire, el suelo y el agua. Por otra parte, cada vez en mayor proporción, se encuentran, en los suministros de agua dulce, metales y productos químicos usados para la agricultura o la industria: fertilizantes, plaguicidas, etc. los cuales, aún en bajas concentraciones, con el tiempo pueden acumularse y causar graves enfermedades tales como el cáncer.



1. Los residuos son un problema que concierne a todos y su manipulación debe ser encarada con mucha responsabilidad por nuestro bien y el de nuestros sucesores.



1. ¿Cuáles son los efectos de la inadecuada manipulación de residuos líquidos?
2. ¿Cómo se evita la contaminación del medio ambiente por residuos líquidos?



1. Averigua el destino de los residuos líquidos de tu zona
2. Averigua cuáles son las enfermedades más comunes entre los niños de tu ciudad, pueblo o comunidad y sus causas.



1. Ahora que conoces las consecuencias de una inadecuada disposición de residuos líquidos, haz algo para que la disposición de residuos líquidos de tu ciudad, pueblo o comunidad no contamine el medio ambiente.

DISPOSICIÓN ADECUADA DE RESIDUOS LÍQUIDOS

(24) En la **gestión** de disposición de aguas residuales, se debe tener en cuenta tres elementos fundamentales:

- **Calidad del medio ambiente**, las aguas residuales deben ser manejadas de tal forma que no contaminen el aire, el suelo o los cursos de agua.
- **Aprovechamiento energético**, hasta el presente no se había considerado al residuo orgánico como fuente de energía. Ahora se debe buscar la forma de potenciar esta alternativa.
- **Producción alimentaria**, se debe buscar una mayor producción de alimentos por medio de nutrientes orgánicos naturales, que favorezcan los recursos del suelo sin dañar el medio ambiente.

(25) El agua que debe ser evacuada de un área, que cumple una función cualquiera, se puede clasificar en:

- **Aguas residuales**, provenientes de cuartos de baño, cocinas, lavanderías, actividades industriales, agrícolas, etc.
- **Aguas pluviales**, provenientes de techos y áreas descubiertas, como efecto de las lluvias, nevadas, etc.

Diferencias entre Aguas Residuales Domésticas e Industriales

(26) Las aguas residuales domésticas no son un producto estandarizado pero sus variaciones en características es-

tán usualmente dentro de límites razonables, a diferencia de los desperdicios industriales, que difieren en que no están de acuerdo con algún patrón estándar. Varían en composición y características, no solo para productos diferentes, sino también para plantas que fabriquen el mismo producto. Por lo tanto se debe determinar qué desperdicios industriales se están vaciando, cuáles son sus características y cómo afectarán el proceso del tratamiento, tanto en costo como en calidad de los efluentes; por ello la ley No 1333 de Medio Ambiente del 27.04.1992 obliga a las plantas a contar con un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, que cumpla con las previsiones de pretratamiento, previo desfogeo de sus aguas, a los colectores de los servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, o de los administradores de parques industriales.

2.1 El Alcantarillado Sanitario

(27) Es el conjunto de tuberías, instalaciones y equipos destinados a coleccionar y transportar aguas residuales, que van degradando su composición orgánica, a un sitio final conveniente, de forma continua e higiénicamente segura. Funciona por gravedad lenta y por bombeo cuando no hay pendiente en el terreno.

(28) Existen dos tipos de Sistemas de Alcantarillado Sanitario:

- **El sistema de alcantarillado sanitario separado**, que capta únicamente las aguas residuales urbanas.



- **El sistema de alcantarillado sanitario mixto o combinado**, que capta aguas residuales y pluviales, poco adecuado por presentar los siguientes problemas: la contaminación de los cauces naturales de agua, convirtiéndolos en cloacas abiertas, con las molestias y la pérdida del valor estético y recreativo; aumento en el costo del tratamiento y bombeo por el aumento del volumen de las aguas residuales interceptadas; condiciones más nocivas cuando calles, sótanos y cursos de agua son inundados con aguas cloacales combinadas.

2.1.1 Instalación sanitaria domiciliaria

- (29) La instalación sanitaria domiciliaria es el conjunto integrado de artefactos, tuberías, accesorios y cámaras dispuesto para recoger y transportar aguas residuales y pluviales fuera de la vivienda, brindando confort y seguridad a quienes habiten en ella.

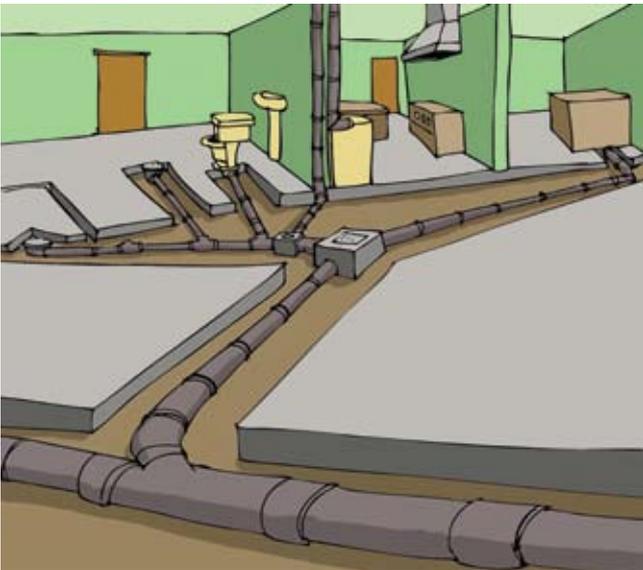


Fig. 3: Instalaciones sanitarias interiores⁶

- (30) El diseño, construcción y supervisión de la instalación sanitaria domiciliaria deben ser realizados por profesionales y técnicos con conocimientos y experiencia, de acuerdo a los reglamentos vigentes.

- (31) La responsabilidad del normal funcionamiento, costo de implementación y mantenimiento correctivo es del propietario.

2.1.2 Sistemas de recolección y conducción

- (32) El sistema de recolección y conducción es un conjunto integrado de tuberías de diferente diámetro y material, cámaras de inspección y ocasionalmente estaciones elevadoras, cuyo objetivo es la recolección y transporte seguro de las aguas residuales desde las viviendas, edificios, industrias, centros comerciales y abasto, centros educativos y otros, hasta el sistema de tratamiento.

2.1.2.1 Conexión domiciliaria

Aspectos constructivos

- (33) Son tuberías (0,1 m. diámetro mínimo) que unen la cámara de inspección o intradomiciliaria, localizada en el interior de cada vivienda cerca del límite de propiedad, con la red de colectores.
- (34) Estas se construyen en forma perpendicular o formando un ángulo de 45° con el eje del colector, considerando la inclinación del mismo.
- (35) La unión entre la conexión domiciliaria y el colector puede ocasionar a futuro graves problemas, que pueden ser obviados adoptando las siguientes modalidades:
- **Tubo-Tubo.** Para ello se realiza una perforación de diámetro, similar al tubo de la acometida, y luego se procede a la unión de ambas tuberías en forma muy cuidadosa, empleando para ello mortero de cemento.
 - **Con un accesorio o codo,** efectuando la perforación en la clave del tubo, garantizando la entrada de aguas residuales domiciliarias por la parte superior del tubo colector y manteniendo invariable la sección hidráulica.
 - **Con una conexión "Y",** cuyo diámetro de derivación sea igual a la tubería domiciliaria, colocada en

⁶ <http://senamed.edu.co/cursos%20virtuales/construccion/imagen078.j>



el colector al momento de su construcción. Para evitar futuros problemas en la dirección requerida para alcanzar la cámara intradomiciliaria, se aconseja construir primero la conexión domiciliaria y posteriormente la cámara intradomiciliaria.

2.1.2.2 Colectores y emisarios

- (36) Los **colectores** son tuberías (0.15 m. diámetro mínimo) tendidas en las vías, que forman redes que recolectan las aguas residuales procedentes **del lugar**. Estas tuberías deben ser resistentes y durables, impermeables con paredes lisas y uniformes, de PVC, cerámica, concreto simple o armado.
- (37) Los **emisarios** tienen mayor diámetro que los colectores y transportan las aguas residuales captadas por las redes de colectores.
- (38) Según su concepción, diseño y operación se tienen dos tipos de redes de colectores:
 - **El Sistema Convencional**, que recoge el agua residual de las conexiones domiciliares que cada vivienda debe tener. Su alto costo per cápita, de operación y mantenimiento es su mayor desventaja.

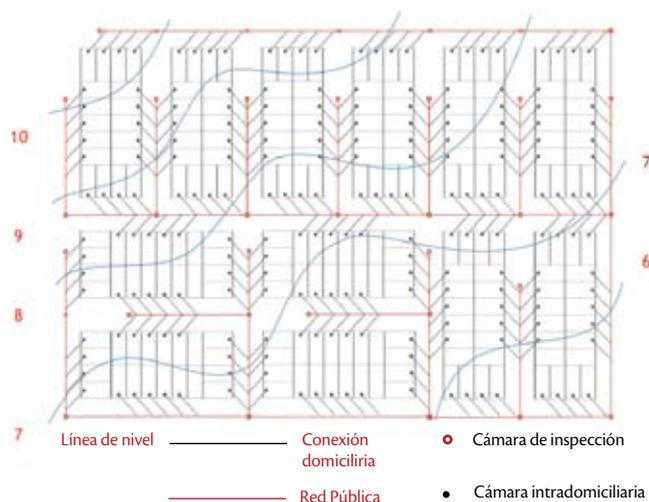


Fig. 4: Sistema de Alcantarillado Sanitario Convencional

- **El Sistema Condominial** que implica tecnología apropiada y participación activa de la comunidad. La participación íntegra a la comunidad durante todo el proceso y la conduce a la apropiación de los sistemas (aspecto fundamental para la sostenibilidad). Este sistema comprende **redes públicas**, tangentes a las manzanas y **ramales condominiales**, que conectan un conjunto de viviendas a la red pública, por medio de un único punto, permitiendo un ahorro de tuberías. El bajo costo, fácil construcción, fácil operación, rápida recuperación de la inversión del operador, participación de los usuarios durante la construcción, operación y mantenimiento, y mejor utilización del sistema son sus ventajas. La necesidad de agua para su funcionamiento, la susceptibilidad a contaminar los niveles freáticos, gestión social eficaz y eficiente (comunidad muy bien concienciada y educada), incomodidad de los usuarios en caso de fallas es su desventaja.

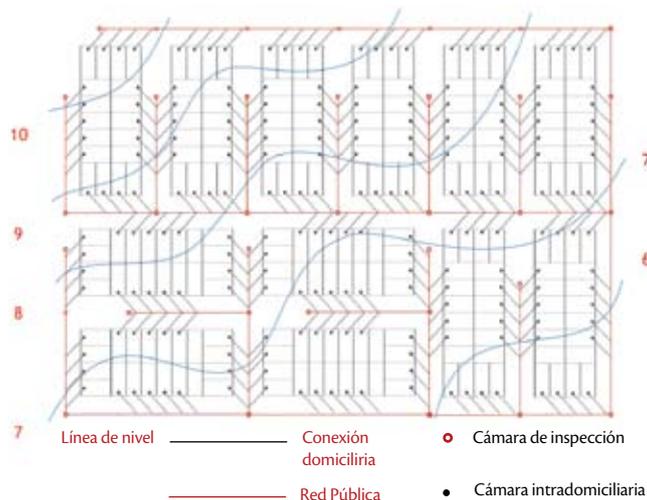


Fig. 5: Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial

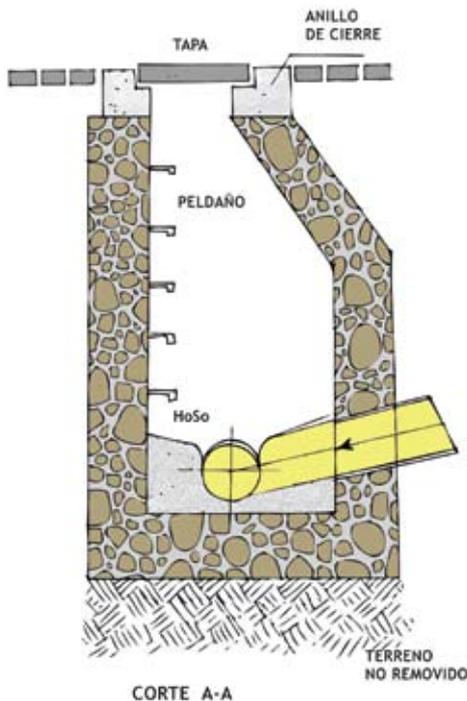


Tabla 2: Responsables de la O&M en el Sistema Condominial⁷

Componentes del sistema	Responsables de la operación y mantenimiento
a) Redes principales, b) Plantas de tratamiento y estaciones elevadoras	• EPSA
c) Ramales condominiales	<ul style="list-style-type: none"> • En gestión compartida-(El condominio) • En gestión parcial: (la EPSA o el condominio) • Sin gestión compartida: (La EPSA)
d) Instalaciones intradomiciliarias	• El usuario

2.1.2.3 Cámaras de inspección

(39) Son estructuras huecas de hormigón simple o armado, mampostería de piedra o ladrillo, pueden ser de sección circular o cuadrada, que se construyen en el terreno, partiendo del nivel del suelo hasta la tubería del alcan-



tarillado, permitiendo acceder al interior de la red de colectores y emisarios para su inspección y limpieza. Además evitan curvas en el trazado de redes, que dificultarían el trayecto de las aguas servidas.

Ubicación de las cámaras de inspección

(40) Deben ubicarse:

- En arranques de colectores
- En los cambios de dirección de tuberías;
- En los cambios de diámetros de tuberías;
- En la intersección de dos o más tuberías;
- En cambios de pendiente de tuberías;
- Para vencer desniveles, amortiguando el golpe de agua causado por grandes desniveles entre cámaras, que no pueden ser salvados con una inclinación, por la velocidad que el flujo llevaría.
- En tramos largos, de manera que la distancia entre dos cámaras no exceda a los 70 m. (según reglamento aprobado).

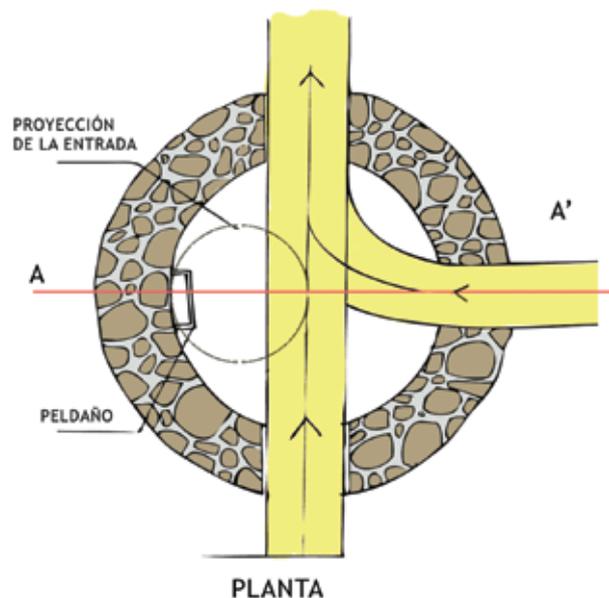


Fig. 6: Cámara de inspección Tipo

⁷ Fuente: Programa de Agua y Saneamiento VMVSB, ASCID



Sistema simplificado para la inspección y mantenimiento de emisarios y colectores

- (41) Debido a que el costo de construcción de las cámaras de inspección encarece el costo de construcción del sistema de alcantarillado, se han propuesto simplificaciones, que están **condicionadas a la disponibilidad** de equipos de limpieza de tipo hidráulico (succión-presión).
- (42) Este sistema simplificado, además de reducir los costos en la construcción, permite incrementar la longitud de inspección, lo que incide también en la reducción de costos de operación y mantenimiento. Está compuesto de los siguientes elementos:
- **Terminal de limpieza**, que sustituye a las cámaras de arranque.
 - **Tubos de inspección y limpieza**: Son utilizados en tramos intermedios de la red y generalmente prefabricados.
 - **Cajas de paso**, sustituyen a las cámaras de inspección en: cambios de dirección con hasta 45° de deflexión en tramos o calles curvas, siempre y cuando la pendiente de los colectores no sea muy pequeña; **cambios de pendiente** y **cambios de diámetro**, sólo cuando el colector tenga una profundidad menor a 3 m. Las cajas de paso deben ser necesariamente catastradas.

2.1.2.4 Estaciones elevadoras

- (43) Son necesarias para elevar y/o transportar aguas residuales en la red, cuando la disposición final del flujo por gravedad ya no es posible, debido a que el terreno es plano y sin inclinación. Las tuberías de alcantarillado, al funcionar como conductos libres, requieren de cierta pendiente para permitir el escurrimiento por gravedad, cuando no existe esta pendiente, surge como necesidad obligada, el contar con estaciones elevadoras.
- (44) La construcción, operación y mantenimiento de estaciones elevadoras son costosas, por lo tanto, su imple-

mentación se debe realizar sólo después de establecer que no hay otra solución.

2.2 Tratamiento

- (45) Si bien en el pasado se ha prescindido de las plantas de tratamiento, realizándose el desfogue de las aguas servidas directamente a ríos y quebradas, contaminando el medio ambiente, en la actualidad para los proyectos de alcantarillado, se condiciona su financiamiento al cumplimiento de normas a través de manifiestos, fichas ambientales y estudios de impacto ambiental, orientados a la preservación especialmente del recurso agua.

2.2.1 Procesos de depuración

- (46) La depuración es la eliminación de la contaminación e impurezas del agua a tratar, los procesos a utilizar dependen del tipo de efluente, se clasifican en:

Operaciones Físicas Unitarias

- Operaciones **Químicas** Unitarias
- Operaciones **Biológicas** Unitarias

- (47) Desde el punto de vista de los rendimientos alcanzables en los procesos de depuración, estos se clasifican en:

- Tratamiento **Primario** o físico
- Tratamiento **Secundario**, normalmente por procesos biológicos, pero también existen químicos
- Tratamiento **Terciario**.

2.2.1.1 Tratamiento primario

- (48) Consiste en separar los sólidos por métodos en los que predominan la aplicación de **Operaciones Físicas Unitarias**: decantación, sedimentación, etc.

2.2.1.2 Tratamiento secundario

- (49) Eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica por actividad química o biológica.



- **Operaciones Químicas Unitarias**, requieren de grandes cantidades de reactivos y un control de calidad muy estricto.
- **Operaciones Biológicas Unitarias**, donde la acción enzimática y metabólica de los microorganismos flocula el agua facilitando la separación en dos fases. Son efectivas sólo en una situación dada de caudal y carga.

2.2.1.3 Tratamiento terciario

(50) Es muy costoso y sirve para separar o eliminar elementos de difícil transformación, cuya concentración es tan grande, que su dilución en cualquier curso de agua ocasionaría un daño muy grande, estos procedimientos se clasifican en:

- **Operaciones Físicas Unitarias: Air Stripping**, filtración, destilación, flotación, fraccionamiento de espumas, congelación, separación de la fase gas, aplicación al terreno, osmosis inversa, etc.
- **Operaciones químicas unitarias: absorción por carbono**, precipitación química, precipitación química en el tratamiento biológico, intercambio iónico, tratamiento electroquímico, electrodiálisis, oxidación, reducción, etc.

- **Operaciones biológicas unitarias:** asimilación bacteriana, cultivos de algas, nitrificación-desnitrificación, etc.

2.2.2 Sistemas de tratamiento

- (51) Existen diversos elementos que depuran el agua residual en mayor o menor grado y pueden trabajar aislados o en combinación.
- (52) En todos los casos, antes del ingreso a las unidades de tratamiento debe existir una cámara con rejillas, que debe mantenerse limpia, para retener los sólidos grandes.

2.2.2.1 Filtros biológicos

- (53) Son tanques de concreto que contienen grava como material filtrante, utilizados para continuar el tratamiento iniciado por cámaras sépticas o tanques Imhoff. El agua ingresa por la parte inferior y sube por los espacios vacíos del material filtrante, en cuya superficie se forma una capa de organismos que descomponen la materia orgánica. El agua residual filtrada se recoge por canales en la parte superior de los filtros.

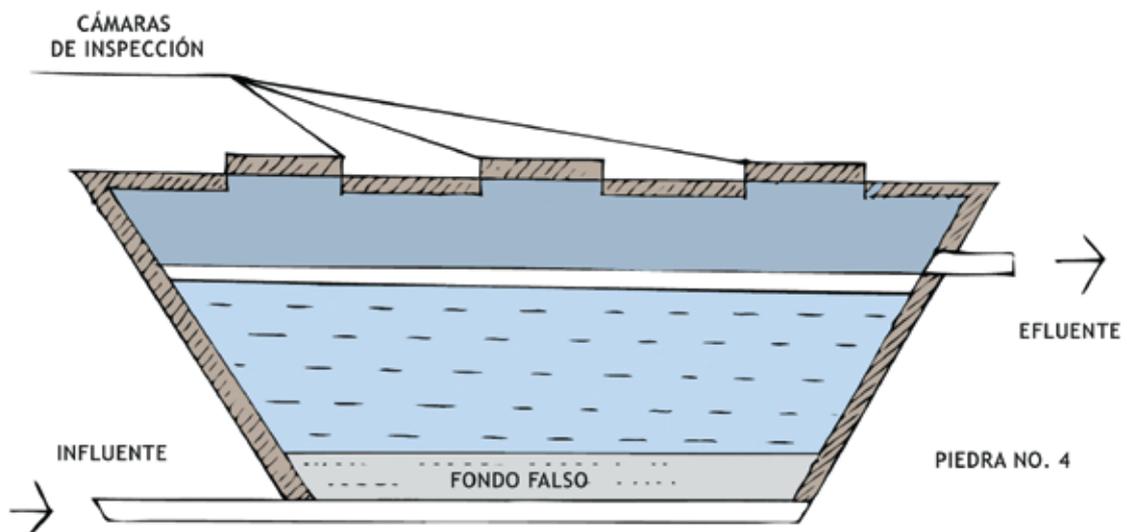


Fig. 7: Filtro Biológico



2.2.2.2 Cámaras sépticas

(54) Son tanques de área rectangular que reciben las aguas domésticas. En ellos se retienen espumas y objetos flotantes, se sedimentan sólidos, se transforma la materia orgánica sedimentada y se descarga el agua residual clarificada. Para completar el tratamiento, a continuación se debe construir algún sistema que elimine la contaminación bacteriológica.

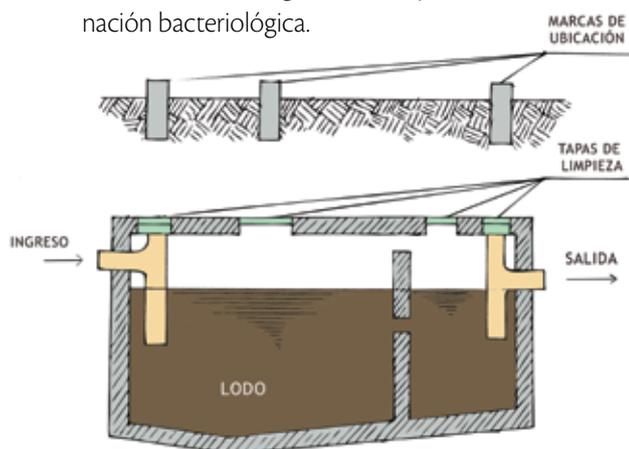


Fig. 8: Cámara séptica

2.2.2.3 Tanque Imhoff

(55) En principio, son similares a las cámaras sépticas, la diferencia radica en que tienen dos cámaras: una cámara de flujo superior a través de la cual pasan las aguas residuales a una velocidad muy baja, y una cámara de lodos inferior, donde se fermenta y descompone la materia orgánica, que aísla las condiciones sépticas y olores, evitando el contacto con el agua residual, que circula por la cámara superior. Para completar el tratamiento, se debe construir algún sistema que elimine la contaminación bacteriológica.

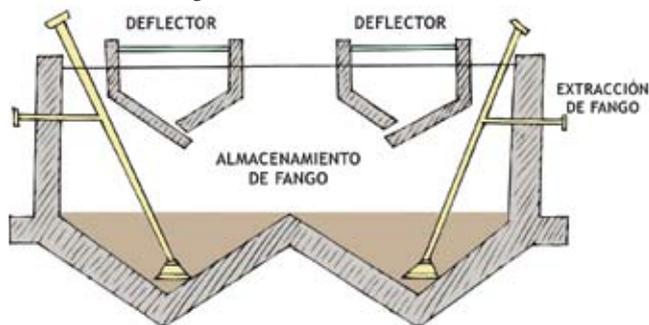


Fig. 9: Tanque Imhoff

2.2.2.4 Lagunas de estabilización

(56) Son tanques artificiales de cierta profundidad construidos en tierra, los diques y el fondo deben ser impermeabilizados para evitar la contaminación del subsuelo y aguas subterráneas. El proceso se basa en la transformación natural producida por algas (reducción fotosintética) y bacterias (oxidación aerobia o fermentación anaerobia). Un sistema de lagunas estabilizadoras puede estar formado por:

- **Lagunas Anaerobias**, tratan la materia orgánica que tiene el agua residual, pero no reducen la contaminación biológica del agua.
- **Lagunas Facultativas**, reducen la materia orgánica y la contaminación biológica. Recomendables para el tratamiento de aguas provenientes de cámaras sépticas o tanques Imhoff.
- **Lagunas de Maduración**, reducen el contenido bacteriológico del agua.



Fig. 10: Laguna de Estabilización



2.2.2.5 Planta de tratamiento

(57) Las características y componentes de una planta de tratamiento, dependen de la calidad de las aguas servidas a ser tratadas y de la disponibilidad financiera para su implementación.

(58) Según el Prof. Dr. Ing. Aurelio Hernández Muñoz, una Planta de Tratamiento Biológico Convencional contempla las siguientes etapas:

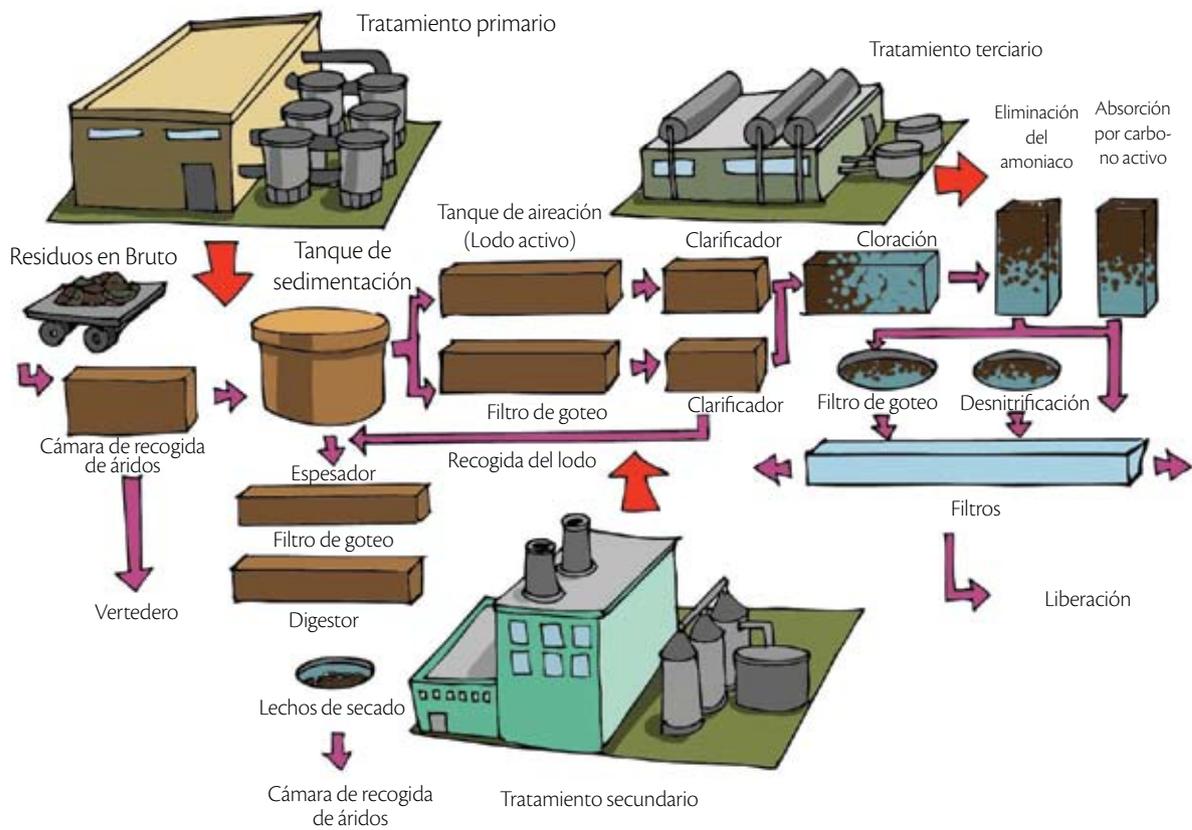


Fig. 11: Planta de Tratamiento Convencional⁸

⁸ <http://platea.pntic.mec.es/~iali/personal/agua/agua/aguaFQ/Dibujo3.JPG>



Tabla 3: Etapas de una Planta de Tratamiento Biológico

ETAPAS	
Tratamiento Previo	<ul style="list-style-type: none">● Cámara de distribución: Recibe el caudal de aguas negras, transportadas hasta allí por el emisario.● Rejillas: Retiran los sólidos gruesos, que son transportados por cintas a recipientes cerrados para su incineración o su transporte a vertedero.● Bombas: Equipo constituido por bombas, que elevan las aguas residuales desde un pozo hasta una cota calculada, para permitir que fluyan por gravedad, a través del proceso de tratamiento (No siempre son necesarias)
Tratamiento Primario	<ul style="list-style-type: none">● Desarenadores: Los sedimentos retenidos en los desarenadores son recogidos, lavados y acarreados para su posterior incineración o transporte a vertedero.● Medidor de caudal: Es útil para el cálculo de las cargas contaminantes eliminadas, tiempos de retención, consumo de reactivos, que suministra además una base para el informe sobre los costos de tratamiento.● Tanques de mezcla: Estos tanques cumplen una doble función: homogenizan y regulan las aguas, en segundo lugar pueden incorporar aire para mantenerlas frescas (Prescindibles).● Tanques primarios de sedimentación y sobrenadantes: En estos tanques se retiene hasta el 60 % de los sólidos. Los lodos sedimentados son barridos mecánicamente hasta una tolva, desde la cual son extraídos.● Recojo y bombeo del material flotante para su incineración o transporte a vertedero.
Tratamiento secundario con Reactores Biológicos	<ul style="list-style-type: none">● Reactores, el tratamiento en estos se efectúa con incorporación de aire y agitación, para acelerar el proceso metabólico y formación de flóculos.● Decantadores secundarios, allí es donde sedimentan los lodos floculados en los reactores biológicos. Están dotados de barrederas para facilitar su extracción. Las aguas negras tratadas fluyen sobre los vertederos perimetrales hacia los canales de salida.
Tratamiento de los fangos	<ul style="list-style-type: none">● Fangos primarios, la decantación primaria produce fangos que se bombean a un espesador, donde por gravedad se concentran hasta un valor del 7 %.● Fangos secundarios, los fangos en exceso de la decantación secundaria, previa adición de polielectrolito como reactivo para floculación, son conducidos a un espesador, donde por el sistema de flotación son concentrados al 4,8 %. La flotación se produce por recirculación del efluente de dicho espesador, previa presurización con inyección de aire. En ambos casos el sobrenadante se recircula a la cabecera de planta y los fangos son enviados a un depósito común de regulación, desde donde se bombean a la digestión.● Digestión, la estabilización de los fangos se efectúa en digestiones: la digestión es anaeróbica en las plantas grandes y medias. Los fangos son digeridos en 28 días a 32°C.● Espesamiento, una vez digeridos los fangos son conducidos a un espesador secundario. En este espesador se concentran al 7 %.● Deshidratación, el secado de los fangos que se realiza por medio de elementos mecánicos, como filtros banda, permite la deshidratación del fango. La concentración de los sólidos obtenida por este procedimiento alcanza hasta el 30 %.
Producción de gas y utilización	<ul style="list-style-type: none">● Generación de gas por la digestión de fangos, que es almacenado en un gasómetro de campana flotante. Posteriormente es comprimido y almacenado a una presión de 7 Kg/cm²● Alimentación de grupos generadores de energía eléctrica, desde el almacenamiento.● Calentamiento de fangos por medio del calor de los gases de escape de los generadores y del agua de refrigeración, o mediante calderas de agua caliente.
Otros procesos	<ul style="list-style-type: none">● Acondicionamiento Térmico del Lodo. Este proceso utiliza temperaturas altas, vapor de aire y vapor vivo para acondicionar el lodo, antes de ser sometido a la filtración al vacío. El calor y la presión liberan el agua de la estructura celular del lodo, lo cual, permite que las partículas de lodo puedan ser desecadas eficazmente en los filtros banda o prensa, sin hacer uso de agentes químicos coagulantes.● Incineración, la cinta transportadora que lleva la galleta de lodos, posee un mecanismo especial que pesa y totaliza la cantidad de los que se descarga en la parte superior del incinerador. En este incinerador el lodo se calienta, se seca y se quema. Las cenizas inertes se descargan en un tanque lleno de agua, donde se forma una pasta, que es bombeada a lagunas o transportada a su punto de vertido.



2.3 Letrina

(59) La letrina es un área cerrada, destinada a la disposición sanitaria de aguas residuales negras (orina y excretas). Básicamente está compuesta de una caseta y un pozo; su bajo costo y fácil construcción la convierten en una opción para viviendas en áreas rurales poco pobladas. A continuación detallamos el funcionamiento de cinco tipos, que pueden ser fácilmente implementados.

2.3.1 Letrina tradicional simple

(60) Es una losa colocada sobre un pozo y provista de un orificio y opcionalmente de un asiento. Las excretas caen directamente al pozo, los líquidos se infiltran en el suelo circundante y el material orgánico se descompone, produciendo gases que escapan a la atmósfera o se dispersan en el suelo.

(61) Sus características más importantes:

- Fácil construcción
- No necesita agua para funcionar
- El fondo del pozo se ubica a una determinada distancia del nivel del agua subterránea.
- El pozo es circular por ser más estable.
- El nivel de la losa de cubierta es mayor al nivel del terreno.
- Molestias considerables por moscas y malos olores.
- Poco trabajo de mantenimiento, el lugar debe estar siempre limpio y el orificio tapado cuando no sea utilizado.

2.3.2 Letrina mejorada con tubo de ventilación

(62) Se diferencia de la letrina tradicional, por poseer un tubo vertical de ventilación, que posee una malla o cedazo fino en la parte superior, esto crea una corriente de aire del asiento al tubo de ventilación y viceversa.

(63) Sus características más importantes:

- Eliminación de olores y gases por la parte superior del tubo y no por la caseta.
- La puerta de la letrina se sitúa al lado con mayor ventilación.
- Ventilación por encima de la puerta
- La puerta debe permanecer cerrada
- Los tubos de ventilación deben ser pintados de negro, tener un diámetro conveniente, sobresalir del techo de la caseta y ser instalados al lado más soleado de la misma.

2.3.3 Letrina con sifón (sello hidráulico)

(64) Tiene un sifón o sello hidráulico, que impide el paso de insectos y malos olores, se emplea agua para la remoción o limpieza de las excretas y para reestablecer el cierre. El pozo puede estar ubicado a cierta distancia, conectado por un tubo, lo que posibilita que la caseta pueda construirse dentro de la casa o pegada a ella.

(65) Sus características más importantes:

- El sifón puede ser parte del asiento o estar unido a él.
- No es preciso echar agua limpia.
- Se debe evitar echar objetos sólidos en el inodoro.
- La tubería de conexión tiene una inclinación mínima (3%).
- Al llenarse el pozo debe excavarse otro, moviendo la tubería de descarga donde corresponda.



2.3.4 Letrina abonera (alcalina) seca familiar: LASF

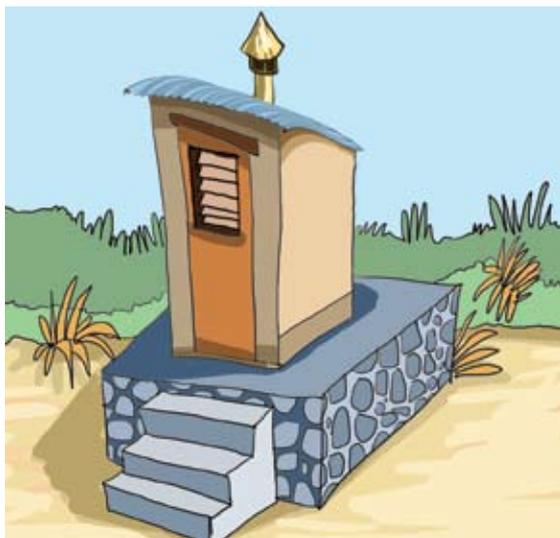


Fig. 12: Letrina mejorada con tubo de ventilación

- (66) Requiere de un inodoro especial que separa las heces de la orina, posee dos cámaras receptoras que se usan de forma alterna. Es una letrina lenta que da el tiempo suficiente para la descomposición. El proceso seguido es seco, utiliza cal o ceniza, razón por la cual se separan los orines. Los lodos o material seco que de ellas se extrae, pueden ser aplicado como abono.
- (67) Características más importantes:
- Es un avance técnico que evita la contaminación del medio ambiente.
 - Las heces caen en una cámara y la orina en otro recipiente.
 - La ceniza y la cal secan la materia orgánica para lograr una mejor descomposición y muerte de microbios.
 - Produce menor cantidad de gases que pueden ser evacuados por pequeñas aberturas.
 - El compactado semanal de heces y ceniza optimiza el volumen de la cámara.



Fig. 13: Esquema de Letrina Abonera Seca Familiar LASF

2.3.5 Letrina de pozo anegado

- (68) Se instalan encima o al lado de un depósito o tanque que se debe mantener lleno de agua. Puede o no funcionar con sifón que se encuentra bajo el nivel del agua. La tubería de descarga debe estar sumergida. El efluente del tanque se debe encaminar a un pozo de infiltración o una zanja de desagüe.
- (69) Características más importantes:
- El tubo de descarga debe penetrar en el agua del depósito
 - El tanque debe mantenerse siempre lleno.
 - El efluente es poco abundante y muy concentrado
 - El volumen del tanque se determina como en el caso de tanques sépticos.
 - Es indispensable eliminar periódicamente los lodos y las natas, requiriéndose un acceso apropiado con su tapa removible.
 - Debe preverse un tubo de ventilación, en la tubería de descarga o en el mismo depósito.



2.4 Control de calidad del tratamiento de aguas residuales

(70) Una opinión respecto a la condición del agua no puede estar basada en la apariencia o sabor; como tampoco se pueden determinar de este modo otras características nocivas. Por tanto, las pruebas de laboratorio son necesarias para los siguientes fines:

- **Determinar las características del agua residual**, de modo que se puedan tomar las precauciones apropiadas para el tratamiento necesario, mediante los métodos más económicos y efectivos.
- **Medir la efectividad de los procedimientos del tratamiento.**
- **Proporcionar una base**, para la estimación del costo de los procedimientos de tratamiento y así poder hacer comparaciones.

(71) Para la interpretación de resultados son necesarios, tanto un estudio de campo competente, como una serie de pruebas de laboratorio. Las pruebas de laboratorio solo proporcionan una parte de los datos necesarios, muestran la situación en el momento particular en que se tomó la muestra, dando poca o ninguna indicación de las condiciones que existen realmente en el campo, por lo tanto, deberán estar acompañadas de exámenes de campo y observaciones.

Control de calidad analítico

(72) El Control de Calidad Analítico debe:

- Dar importancia a la exactitud de los resultados.
- Fijar objetivos para el Programa de Control de Calidad Analítico.
- Definir parámetros de interés del Programa de Control de Calidad, para el Estudio de caracterización de aguas residuales.

- Elaborar Programa de Control de Calidad para el Sistema de Disposición de Aguas Residuales y para el mismo laboratorio.
- Definir la metodología en el control de calidad analítico y control interno de análisis del laboratorio.



Fig. 14: Laboratorio de control de calidad de aguas residuales tratadas⁹

Exámenes

(73) Para medir la contaminación se realizan exámenes, cuyos resultados muestran determinadas características, estos exámenes se pueden clasificar en:

- **Físicos**, determinan temperatura, sólidos totales, sólidos volátiles y fijos, sólidos suspendidos y decantables, etc.
- **Químicos**, que miden la cantidad de metales, alcalinidad y dureza, intensidad de la acidez o alcalinidad, nitrógeno, cloruros, oxígeno disuelto, DBO, DQO, potencial oxidación-reducción POR, etc.
- **Biológicos**, muestran el número probable y clasificación de los tipos de vida que se están desarrollando en el agua, especialmente bacterias.
- **Microbiológicos**, para identificar el número de organismos microscópicos como plancton, algas, hongos, protozoarios, etc.

⁹ ELAPAS Planta de Tratamiento de Aguas Residuales /Sucre



Límites de tolerancia

(74) El Reglamento Técnico de Diseño de Unidades de Tratamiento No Mecanizadas para Aguas Residuales, aprobado en Noviembre de 1996, muestra los Valores Máximos Tolerables de Agua Residual, para su lanzamiento en los cuerpos receptores.

Tabla 4: Valores máximos tolerables de agua residual

Sólidos Sedimentables	1 (mg/l)
Grasas y Aceites	70 (mg/l)
Materia Flotante	Ninguna parte retenida en la malla de 3 mm.
pH	4,5 - 10
Temperatura	30°C
Coliformes Fecales	Todos los valores < 4.000/100 ml
Conductividad	No mayor a 2.000 (ohms-cm)

Según la Ley No 1333 del 27.04.1992. Ley del Medio Ambiente y el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, aprobado por el D.S. 24176 del 08.12.1995, se consideran 80 parámetros generales y 18 parámetros básicos, cuyos valores máximos no se pueden sobrepasar, al analizar el agua del cuerpo receptor mezclada con las aguas residuales vertidas (Ver Anexo 1).

2.5 Disposición final de las aguas residuales tratadas

(75) Una vez que las aguas residuales han recibido un tratamiento completo, deben ser evacuadas a algún lugar. Este proceso recibe el nombre de **confinamiento o descarga**.

(76) Existen varias formas de descargar el agua residual:

- Por aspersión o simple infiltración en el terreno
- Directamente a un cuerpo de agua, arroyo, río, lago, etc.

Requisitos para la descarga de efluentes a cuerpos de agua

(77) Según la Ley del Medio Ambiente y el Reglamento en materia de contaminación hídrica, para poder descargar efluentes en cuerpos de agua se debe:

- Hacer un estudio y análisis del agua del cuerpo receptor mezclada con el agua residual: no está permitido pasar los límites máximos de los parámetros básicos y sí está permitido que se superen hasta 20 parámetros generales (fuera de los 18 básicos) especificados en el Anexo A de dicho reglamento.
- Obtener una autorización, incluida en la DIA, en la DAA y en el Certificado de Dispensación.
- Presentar semestralmente a la autoridad ambiental competente, un informe de caracterización del agua residual tratada o cruda, emitido por un laboratorio autorizado.

2.5.1 Zanjas de Infiltración

(78) Son unidades que distribuyen el agua tratada y están compuestas de una serie de tuberías perforadas, colocadas sin juntas e instaladas en zanjas, cubiertas con material granular y posteriormente con tierra. Estas deben ubicarse a una distancia mayor a 30 m. de lagos, ríos y corrientes superficiales. También se deben realizar pruebas de percolación en el terreno, antes de su construcción.

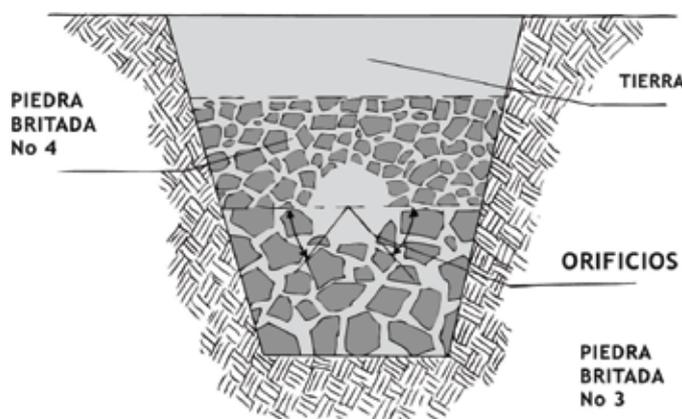


Fig. 15: Zanja de Infiltración

2.5.2 Pozo absorbente

(79) Es una excavación circular de 1,5 m. de diámetro aproximadamente y profundidad variable, situada después de un tanque séptico, destinado a lograr la infiltración de



las aguas sépticas. Al igual que las zanjas de infiltración los pozos absorbentes deben ubicarse a una distancia de 30 m. de lagos, ríos y corrientes superficiales. También se deben realizar pruebas de percolación en el terreno antes de su construcción.

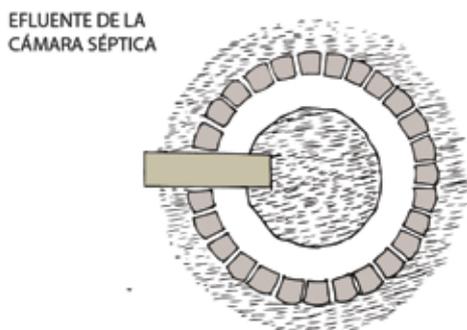
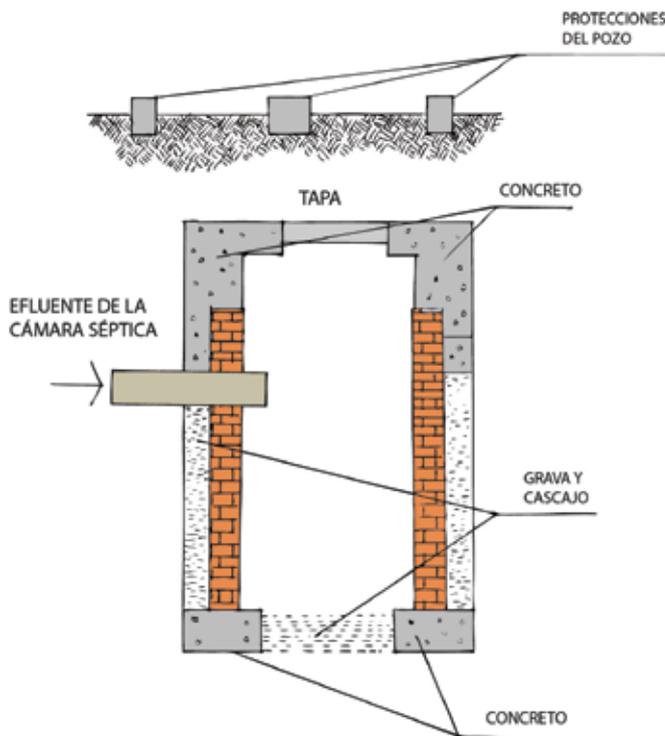


Fig. 16: Pozo Absorbente

2.5.3 Lechos de secado de lodos

(80) Son lechos de arena, que sirven para secar los lodos provenientes de los sistemas de tratamiento, es importante que cuenten con un sistema de recolección de

lixiviados, que los devuelva a la planta de tratamiento de aguas residuales.

2. Diferenciar aguas residuales y pluviales al momento de diseñar y construir la instalación sanitaria domiciliar es de vital importancia.
3. Las cámaras son necesarias para la inspección y limpieza de las tuberías, un ahorro en su construcción significará en el futuro un costo y muchas molestias en el destapado de una posible obstrucción.
4. Además de ser una obligación, el tratamiento de los residuos líquidos garantiza una descarga que no contaminará el medio ambiente ni causará daños al ecosistema del cual somos parte.
5. El Control de Calidad del Tratamiento del Agua Residual determina las características del agua residual, mide la efectividad de los procedimientos y colabora en la estimación de costos de posibles mejoras.



3. ¿Cuál es la diferencia entre aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales?
4. ¿Qué es una Instalación Sanitaria Domiciliar?
5. ¿Dónde deben ubicarse las cámaras de inspección?
6. ¿Cuáles son las características de la Letrina Abonera Seca Familiar LASF?
7. ¿Qué Ley prohíbe descargar aguas residuales sin tratamiento alguno?

3. Averiguar qué tipo de procesos de depuración se ejecutan en el sistema de depuración de aguas residuales de tu ciudad, pueblo o comunidad.



4. Averigua si el sistema de alcantarillado de tu ciudad, pueblo o comunidad es separado o mixto.

5. Haz un plano de tu vivienda, identifica las tuberías de desagüe y determina si estas separan las aguas residuales de las aguas pluviales.

6. Si cuentas con una letrina, ¿de qué tipo de letrina se trata?



2. Toda inversión de tiempo, dinero y esfuerzo en una adecuada disposición de residuos líquidos, devolverá réditos en salud, bienestar y calidad de vida.



FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS

(81) La carencia de recursos económicos en Bolivia y los altos costos que representan la construcción de un Sistema de Disposición de Residuos Líquidos, obligan a buscar soluciones que sean sostenibles.

3.1 Sostenibilidad

Es la garantía, económica, social, técnica y ambiental de que un servicio de agua potable y/o saneamiento se encontrará operable y utilizado en el mediano y largo plazo para beneficio de los usuarios.

(82) Sostenibilidad es el conjunto de medidas que aseguran que la inversión no se pierda y que por el contrario se mantenga de manera indefinida.

(83) Para garantizar la sostenibilidad del servicio de Disposición de Residuos Líquidos, se deben considerar tres dimensiones, dentro de un contexto político - social, cultural e institucional.

- Los **beneficiarios**, grupo heterogéneo de personas que se identifican así mismas como grupo.
- El **ambiente**, medio que rodea al ser humano y que posibilita su existencia.
- La **tecnología**, conjunto de conocimientos y procedimientos que sirven al ser humano para construir.

(84) Todo proceso de preinversión/inversión debe tomar en cuenta factores de sostenibilidad, que interrelacionan estas tres dimensiones desde el inicio de la ejecución de un proyecto. Estos factores son:

- Planificación integral.
- Gestión, organización y participación comunitaria.
- Selección de la tecnología.
- Financiamiento comunitario.
- Educación sanitaria y ambiental.
- Administración, operación y mantenimiento de los sistemas.
- Capacitación del personal de la entidad prestadora del servicio.
- Apoyo institucional continuo.

(85) El esquema mostrado a continuación, ayuda a comprender una estrategia de sostenibilidad de un Sistema de Disposición de Residuos Líquidos.



• SOSTENIBILIDAD

• PARTICIPACIÓN COMUNITARIA Y MUNICIPAL

PARTICIPACIÓN ACTIVA DE LA MUJER



Fig. 17: Esquema de Sostenibilidad⁸

3.2 Administración

- (86) Una administración adecuada del Sistema de Disposición de Aguas Residuales busca la sostenibilidad, eficacia y eficiencia, para garantizar el cumplimiento de sus objetivos y metas.
- (87) Se define un sistema como un conjunto de cosas interrelacionadas o interdependientes, de tal manera, que forman una unidad compleja, un todo compuesto de partes dispuestas en forma ordenada, conforme a cierto esquema o plan. Ejemplo: sistema respiratorio, sistema contable financiero, sistema de aguas, etc.
- (88) Ya que el funcionamiento de un Sistema de Disposición de Aguas Residuales debe tomar en cuenta un vasto número de influencias y variables que interactúan, su administración requiere de un enfoque sistémico, en cuyo proceso de transformación intervienen, como un marco de trabajo, funciones integradas de:

- **Planeamiento**
- **Organización**

- **Integración de personal**

- **Dirección**

- **Control**

- (89) Estas funciones se transforman en tareas específicas, que ordenadas adecuadamente por áreas, cumplen con los objetivos y metas. Ver Tabla 4, pág 29.
- (90) Para realizar estas tareas, se debe planear una estructura organizativa con dependencias y puestos; adicionalmente, se deben identificar procesos, procedimientos y funciones de cada puesto, la transcripción de estos, en Manuales Organizativos de Funciones, Procedimientos y Operativos, ayudará a cumplir con los objetivos y metas, y optimizará el control, eficiencia y eficacia del trabajo.



Tabla 5: Algunas áreas y tareas específicas administrativas

Área	Tareas específicas
Legal	Asesoría en relaciones jurídicas con el estado, otras empresas, clientes, personal, etc.
Planeamiento y control	Identificación de objetivos y metas Planificación estratégica Planificación operativa Control del cumplimiento de objetivos y metas.
Investigación y desarrollo	Investigación y desarrollo de los procesos productivos Investigación y desarrollo del mejoramiento del servicio Investigación y desarrollo de nuevas tecnologías
Comercialización	Investigación del mercado Desarrollo de estrategias en la venta del servicio. (mora baja) Planificación y presupuestos de la venta del servicio Determinación de precios, tasas y tarifas del servicio
Adquisiciones	Identificación y selección de proveedores Evaluación de cotizaciones Ejecución de compras Almacenamiento Control de existencias
Finanzas	Planificación financiera Tesorería Cobros y pagos
Control financiero y de gestión	Contabilidad Costos Auditoría interna Control presupuestaria y de gestión
Recursos Humanos	Planificación y organización de recursos humanos Liquidación de sueldos y salarios Capacitación Seguridad industrial Servicios médicos y sociales

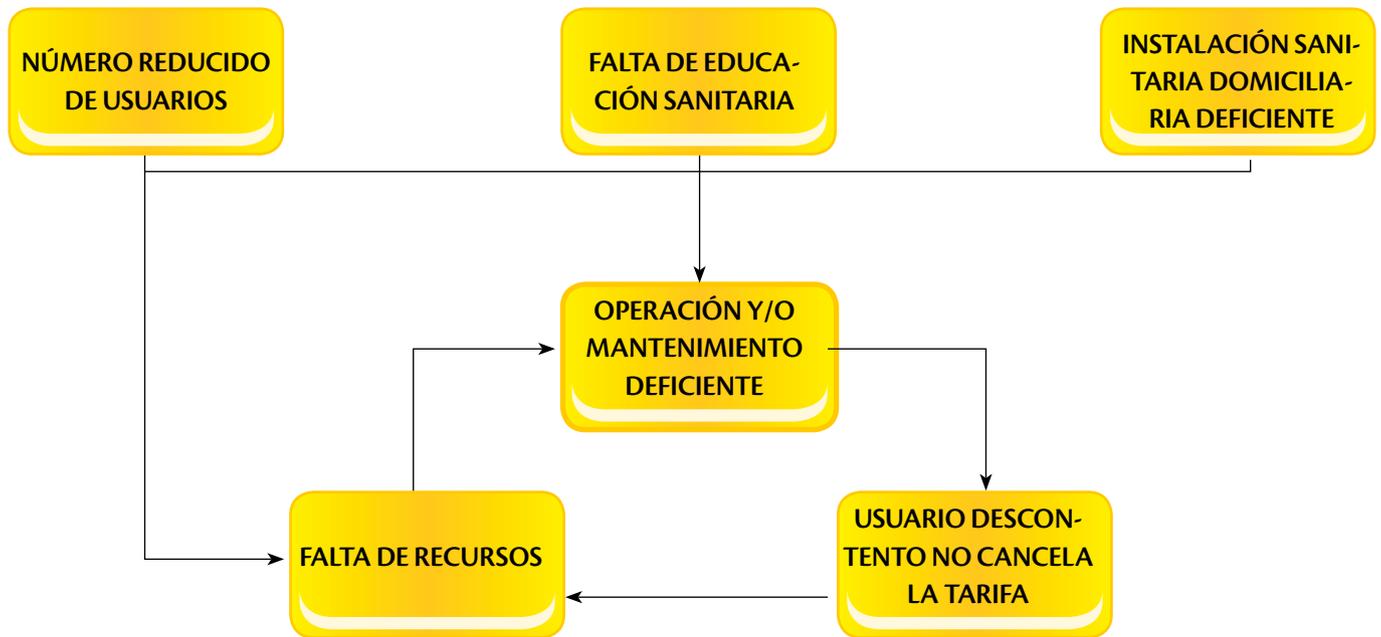


Fig. 18: Circuito que ocasionaría la destrucción del sistema de disposición de residuos líquidos por mala operación y/o mantenimiento

3.3 Operación

- (91) Operar es hacer funcionar correctamente el Sistema de Disposición de Residuos Líquidos, a través de un trabajo permanente y responsable en las instalaciones y equipos; para tener un servicio constante, evitar la contaminación del ambiente y sobre todo asegurar la satisfacción de los usuarios.
- (92) Para operar un Sistema de Disposición de Residuos Líquidos, es necesario contar con los planos de construcción, memorias de cálculo y especificaciones técnicas bajo las cuales fue diseñado y construido.
- (93) Los usuarios tienen una gran parte de la responsabilidad en la operación, por lo tanto, es esencial:
- **Aprobar las instalaciones domiciliarias**, antes de su conexión al sistema.
 - **Educar a los usuarios**, para el empleo óptimo del servicio.

Principales fallas de operación

- (94) Las principales fallas en la operación de un Sistema de Disposición de Residuos Líquidos ocurren en:
- Las Instalaciones Sanitarias y conexiones domiciliarias, por taponamiento, falta de limpieza y mantenimiento preventivo.
 - La red de colectores e interceptores por problemas de:
 - **Asentamiento** por la erosión de la base del colector o emisario, mala compactación y relleno durante la construcción, crecimiento de raíces, corrosión de la bóveda de las tuberías.
 - **Taponamiento** debido a la acumulación de arenas y/o sustancias orgánicas, crecimiento de raíces, depósito de sedimentos en las secciones bajas o intermedias de las tuberías por mala alineación, inclinación insuficiente o falta de mantenimiento.



- **La planta de tratamiento**, por falta de operación o deficiente mantenimiento.
- (95) Para iniciar la operación de Tanques Sépticos e Imhoff, deben realizarse pruebas hidráulicas, que verifiquen la ausencia de filtraciones, posteriormente, estos se deben llenar de agua y agregar lodos provenientes de otra cámara, que ya se encuentre en funcionamiento. Ocasionalmente y para evitar el olor, se puede echar una solución de cal.
- (96) Para iniciar la operación de lagunas de estabilización se recomienda:
- **Lagunas anaeróbicas:** llenarlas con aguas negras crudas, inocular lodos de una cámara séptica u otra laguna anaeróbica, y verificar que el pH del agua no baje de 7 durante las primeras semanas, de ser así, agregar cal para mantenerlo entre 7 y 8
 - **Lagunas facultativas:** llenarlas hasta la mitad con agua dulce y posteriormente recibir los efluentes de las lagunas anaeróbicas, Tanques Sépticos o Imhoff. De no existir agua dulce, se producirán malos olores, que desaparecerán al pasar el tiempo.
- (97) La remoción de lodos debe ser periódica, evitando que estos perjudiquen el normal funcionamiento del sistema de tratamiento correspondiente.
- (98) En los filtros biológicos, limpiar quincenalmente las canaletas de recolección del agua filtrada y las cámaras de salida, para evitar focos infecciosos
- (99) En zanjas de infiltración, verificar que no se presenten acumulaciones de agua residual.
- (100) Los lechos de secado deben llenarse durante la temporada seca del año, y ser recogidos una vez que su consistencia lo permita.

3.4 Mantenimiento

- (101) Mantenimiento es el conjunto de acciones que se deben llevar a cabo, para prevenir o reparar fallas que per-

judiquen su funcionamiento y sostenibilidad. Existen dos tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento preventivo**, que actúa mientras el equipo está funcionando, para evitar fallas, preservando y asegurando la continuidad de la operación el mayor tiempo posible.
- **Mantenimiento correctivo**, se orienta a solucionar daños: por efectos del uso normal y desgaste, desastres naturales o provocados, como incendios o actos de vandalismo, siendo necesario el cambio o reconstrucción de partes, en caso de obras físicas, o cambio de piezas en equipos.

(102) Un mantenimiento preventivo requiere mayor trabajo, pero, a la larga, es más económico que el mantenimiento correctivo porque una reparación demanda mayor tiempo, mayores incomodidades, trabajo bajo presión, mayores costos de rehabilitación, cambio o incluso la pérdida total de la instalación y en consecuencia de la inversión.

(103) Un mantenimiento preventivo es una actividad continua, que requiere:

- Un **plan y programa**, que muestren las actividades a realizar y los periodos
- Un **registro del funcionamiento** de todos los elementos
- Un **catastro de clientes, clasificados por categorías**, para controlar el grado de contaminación de sus efluentes.
- **Personal capacitado**, por el riesgo que entraña
- El **equipo y herramientas adecuadas**
- El **equipo mínimo de protección** para el personal (botas, guantes, máscara, casco, ropa de trabajo)
- **Procedimientos técnicos de trabajo adecuados**, que eviten riesgos y preserven ante todo la vida del personal.



3.4.1 Mantenimiento de la instalación sanitaria domiciliaria

- (104) Debe evitarse el ingreso de:
- **Aguas de lluvia**, porque arrastran partículas de arena, que sedimentan en las tuberías
 - **Cualquier tipo de sólidos** (alimentos, papeles, bolsas plásticas, pelos, cabellos, trapos, pañales desechables, toallas higiénicas, etc.) colocando un sumidero o colador en todos los desagües pequeños.
- (105) El sistema de desagües de cocinas y baños debe contar con cámaras desgrasadoras, que deben ser limpiadas cada cuatro meses, vertiendo agua caliente para disolver y eliminar residuos de grasa.

3.4.2 Mantenimiento en los colectores y Emisarios

- (106) El mantenimiento en Colectores y Emisarios comprende tareas de inspección y limpieza, por medio de las cámaras de inspección.
- (107) Durante la inspección: se verifica estado de las cámaras de inspección y sus tapas, la existencia de fugas, correcta alineación y obstrucción de las tuberías.
- (108) Periódicamente, una vez al año como mínimo, se deben limpiar los sedimentos, cieno u otros elementos sólidos de las tuberías.
- (109) La reparación de cámaras de inspección y sus tapas, inmediatamente producido el daño, es otra actividad de importancia, que evita filtraciones de aguas superficiales y sólidos.

3.4.3 Mantenimiento de los sistemas de tratamiento

- (110) En el caso de las **Cámaras Sépticas**, las actividades de mantenimiento se resumen en la extracción de natas, sedimento y lodo, además del secado o enterrado de este último.
- (111) El mantenimiento de los **Tanques Imhoff** consiste en la extracción de natas, sedimento y lodo, así como el secado o enterrado de este último. Periódicamente se debe realizar la limpieza de los lados inclinados y la ranura de la cámara de sedimentación
- (112) En **Lagunas de Estabilización** se debe vigilar la limpieza de la cámara de rejillas, a la entrada de la laguna anaeróbica; la remoción de lodos de la laguna anaeróbica, cuando la altura de estos llegue a 1/3 de la profundidad de la laguna; control de la estabilización y la limpieza de los diques/taludes, evitando acumulación de vegetación y la proliferación de mosquitos y otros insectos.
- (113) Para **Filtros Biológicos** debe cuidarse que el relleno de grava no se colme o se bloquee, de ser así, debe reducirse el caudal y desviarlos a otra unidad paralela.
- (114) En cuanto a zanjas **o campos de infiltración y pozos de absorción** se deben revisar las cámaras de inspección, para verificar la ausencia de acumulación del agua residual; de lo contrario, verificar que no haya infiltración de otras fuentes, eliminándola de existir alguna. Si a pesar de todo persiste el problema, deberán construirse nuevos elementos y cerrar los dañados.
- (115) La limpieza de los lechos de secado una vez retirados los lodos, es la actividad más importante en este componente.



Tabla 6: Algunas actividades diferenciadas de mantenimiento

Mantenimiento en componentes	Actividades	
	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo
Conexión domiciliaria	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de cámaras • Limpieza cámara desgrasadora • Limpieza de artefactos sanitarios o redes interiores 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de tapas de cámaras • Instalación de rejillas
Colectores y Emisarios	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento de tapas y techos de cámaras • Limpieza de tuberías • Limpieza de cámaras • Reforzamiento de cámaras 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparación de cámaras • Cambio de tapas de cámaras • Desobstrucción de tuberías • Rehabilitación de tramos
Lagunas de estabilización	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de taludes • Limpieza de cámaras de rejillas, desarenador, desgrasador y canales de derivación • Desbroce de entorno de lagunas 	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitación de taludes • Rehabilitación de compuertas • Colocación de hierbas para reforzar el terreno

		<p>6. La sostenibilidad es un requisito que debe cumplir un proceso de preinversión/inversión.</p> <p>7. Una administración, operación y mantenimiento deficiente llevaran al Sistema de Disposición de Residuos Líquidos a una destrucción inminente.</p> <p>8. Una administración eficaz y eficiente planea, organiza, integra personal, dirige y controla.</p> <p>9. Gran parte de la responsabilidad del normal funcionamiento del Sistema de Disposición de Residuos Líquidos reposa en los usuarios.</p> <p>10. El ingreso de sólidos de cualquier tamaño obstruye las tuberías.</p>
		<p>8. ¿Cuál es el papel que juega un usuario en la sostenibilidad de un Sistema de Disposición de Residuos Líquidos?</p> <p>9. ¿Cuáles son las consecuencias de una conexión clandestina?</p> <p>10. ¿Qué es el mantenimiento preventivo?</p>
		<p>7. Elabora un listado de las actividades de mantenimiento que un usuario debe realizar en su instalación sanitaria domiciliaria.</p>
		<p>3. Un uso y mantenimiento adecuado de la instalación sanitaria domiciliaria es el principal aporte que un usuario puede hacer, para el buen funcionamiento del Sistema de Disposición de Residuos Líquidos.</p>



MARCO LEGAL, INSTITUCIONAL Y NORMATIVIDAD

El cumplimiento de las leyes no puede considerarse como una pesada carga, sino como una regla que ayuda a los seres humanos a convivir en paz y armonía.

(116) Bolivia es un **estado**, una sociedad establecida en un territorio y políticamente organizada mediante una autoridad y gobierno que emerge del ejercicio del poder político, que **regula la convivencia social**, buscando como finalidad el **bienestar de sus miembros**. Estas regulaciones (Leyes) son disposiciones jurídicas de **cumplimiento obligatorio**, dictadas por el Poder Legislativo. El cumplimiento del conjunto de estas reglas propuestas por una doctrina o inherentes a una determinada condición, se remiten a la **conciencia**, conocimiento que el espíritu humano tiene de su propia existencia, de sus estados, de sus actos y de las cosas. Todo

hecho que este fuera de estas regulaciones, se convierte en un **delito** sancionable con una **pena**.

Instrumentos Legales

(117) En Bolivia se tienen Leyes, Decretos-Ley, Decretos Supremos, Resoluciones Supremas, Multiministeriales, Bi-Ministeriales, Ministeriales, Secretariales, Administrativas y Prefecturales que junto a Normas y Reglamentos Técnicos apuntan a lograr la seguridad, confort, economía y sostenibilidad que deben ofrecer a todas las personas, los Sistemas de Disposición de Residuos Líquidos y su Operación, por medio de una entidad de cualquier tipo.



Marco Institucional

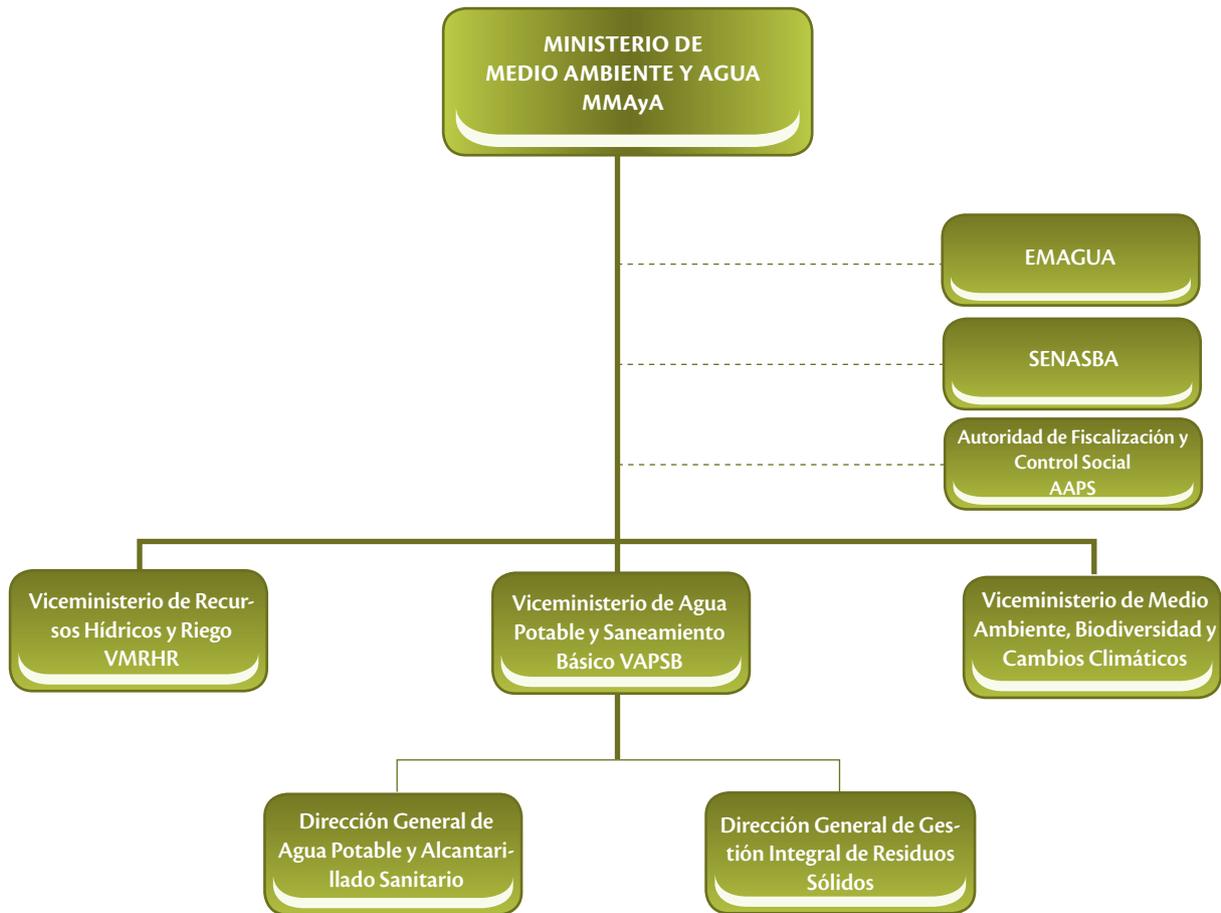


Fig. 19: Marco institucional

(118) Para revisar, proponer cambios y verificar el cumplimiento de estas regulaciones existen instituciones públicas como: MMAyA, EMAGUA, SENASBA, AAPS, VMRHR, VAPSB, Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Prefecturas, Gobiernos Municipales, etc., que forman una estructura institucional con diversas funciones y responsabilidades.

Contrato de Prestación de Servicios

(119) Las Entidades Prestadoras de Servicios de Alcantarillado Sanitario elaboran requisitos para la instalación y uso del

servicio, que son entregados al usuario antes de la firma del Contrato y varían según las características particulares de la entidad.

Relación de la EPSA con el usuario y el estado

(120) Existen regulaciones generales, referidas a los derechos y obligaciones de la EPSA con el Usuario y con el Estado, estas se refieren a asuntos como Calidad de la Prestación del Servicio, Tarifas y Comercialización, Establecimiento y Fundación de EP-SAs, Aspectos Impositivos, Organizativos, etc. Algunas de estas regulaciones se presentan en el [Anexo 2](#).



	<ol style="list-style-type: none">11. El cumplimiento de las leyes ayuda a los seres humanos a convivir en armonía y paz.12. Legalizar la situación de una EPSA es el fundamento sobre el cual se puede realizar un trabajo responsable, eficaz y eficiente.13. La legalización de una conexión clandestina no es una cuestión penal sino concienzuda.
	<ol style="list-style-type: none">11. ¿Por qué se deben respetar las leyes?12. ¿Para qué sirve un contrato?13. ¿Quién es la cabeza del Sector de Servicios Básicos?14. ¿Qué funciones cumple la AAPS?
	<ol style="list-style-type: none">8. Averiguar cual es la razón social de la EPSA de su ciudad, pueblo o comunidad.9. Averiguar que tipo de relación jurídica tiene la EPSA y los usuarios de su ciudad, pueblo o comunidad.
	<ol style="list-style-type: none">4. Se aconseja leer cuidadosamente la Ley 2066 del 11.04.2000, Ley Modificatoria a la Ley 2029 del 29.10.1999. Ley de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

ANEXOS

ANEXO 1. CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA Y VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS BÁSICOS EN CUERPOS RECEPTORES

CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU APTITUD DE USO

Orden	Usos	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"
1	Para abastecimiento de agua potable después de: a) Solo una desinfección y ningún tratamiento b) Solo Tratamiento Físico y Desinfección c) Tratamiento Físico-Químico completo: Coagulación, Floculación, Filtración y Desinfección d) Almacenamiento Prolongado o Presedimentación seguidos de tratamiento al igual que c)	Si No Necesario No Necesario No Necesario	No No Si No Necesario	No No Si No Necesario	No No No Si
2	Para recreación de contacto primario: natación, esquí, inmersión	Si	Si	Si	No
3	Para recreación de los Recursos Hidrobiológicos	Si	Si	Si	No
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas con cáscara	Si	Si	No	No
5	Para abastecimiento industrial	Si	Si	Si	Si
6	Para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana	Si	Si	Si	No
7	Para abrevadero de animales	No*	No*	Si	No
8	Para la navegación***	No	No**	Si	Si

* No en represas usadas para abastecimiento de agua potable

** No navegación a motor

*** No aplicable a acuíferos



VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS BÁSICOS EN CUERPOS RECEPTORES

(Valores obtenidos del Reglamento de Contaminación Hídrica de la Ley No 1333 de Medio Ambiente)

No	Parámetro	Unidad	Cancerígeno	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"
5	DBO5	mg/l	No	<2	<5	<20	<30
6	DQO	mg/l	No	<5	<10	<40	<60
7	Colifecales NMP	No/100 ml	No	<50 y <5 en 80 % de muestras	<1.000 y <200 en 80 % de muestras	<5.000 y <1.000 en 80 % de muestras	<50.000 y <5.000 en 80 % de muestras
10	Oxígeno Disuelto	mg/l	No	> 80 % sat.	> 70 % sat.	> 60 % sat.	> 50 % sat.
16	Arsénico Total	mg/l	Si	0,05 c. As	0,05 c. As	0,05 c. As	0,1 c. As
22	Cadmio	mg/l	No	0,005	0,005	0,005	0,005
23	Cianuros	mg/l	No	0,02	0,1	0,2	0,2
27	Cromo Hexavalente	mg/l	No	0,05c. Cr Total	0,05c. Cr+6	0,05c. Cr+6	0,05c. Cr+6
35	Fosfato Total	mg/l	No	0,4 c Ortofosfato	0,4 c Ortofosfato	0,4 c Ortofosfato	0,4 c Ortofosfato
38	Mercurio	mg/l	No	0,001 Hg	0,001 Hg	0,001 Hg	0,001 Hg
44	Plomo	mg/l	No	0,05 c. Pb	0,05 c. Pb	0,05 c. Pb	0,1 c. Pb
60	Aldrin-Dieldrin*	mg/l	Si	0,03	0,03	0,03	0,03
61	Clordano*	mg/l	Si	0,3	0,3	0,3	0,3
62	DDT*	mg/l	Si	1,0	1,0	1,0	1,0
63	Endrin*	mg/l	No		*	*	*
73	Paratión**	mg/l	No	*	*	*	*
SN	Malatión***	mg/l	No***	0,04***	0,04***	0,04***	0,04***

* Insecticida de Importación Prohibida

** En el Anexo A del Reglamento de Contaminación Hídrica aparece como Palatino

*** No aparece en el Anexo del Reglamento de Contaminación Hídrica, estos valores fueron tomados del Reglamento Técnico de Diseño de Unidades de Tratamiento no mecanizadas para Aguas Residuales. Capítulo XIII del DINASBA.

ANEXOS

ANEXO2.MARCO LEGAL Y NORMATIVO

LEYES Y DECRETOS LEY

Instrumento Legal	Promulgado en fecha	Propósito
Ley	28.11.1906	Ley de Aguas
Decreto Ley No 14379	25.02.1977	Código de Comercio
Ley No 1333	27.04.1992	Ley de Medio Ambiente
Ley No 2028	28.10.1999	Ley de Municipalidades
Ley No 1544	21.03.1994	Ley de Capitalización
Ley No 1551	20.04.1994	Ley de Participación Popular
Ley No 1654	28.07.1995	Ley de Descentralización Administrativa
Decreto Ley No 16833	19.07.1979	Reglamento de la Dirección General de Registro de Comercio y Sociedades por Acciones
Ley No 2066	11.04.2000	Ley Modificatoria a la Ley 2029 de 29.10.1999. Ley de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario
Ley No 843	20.05.1986	Código Tributario
Ley No 1606	22.12.1994	Reforma Tributaria
Ley No 1178	20.07.1990	Ley del Sistema de Administración, Fiscalización y Control Gubernamental
Ley No 2027	27.10.1999	Estatuto del Funcionario Público



DECRETOS SUPREMOS Y RESOLUCIONES SUPREMAS

Instrumento Legal	Promulgado en fecha	Propósito
DS No	08.12.1879	Dominio de Aprovechamiento de Aguas
DS No 07901	18.01.1967	Prohíbe la Gratuidad de los Servicios Públicos
DS No 24176	08.12.1995	Reglamento a la Ley de Medio Ambiente
DS No 24504	21.02.1997	Reglamento de la Ley de Regulación Sectorial
DS No 24786	31.07.1997	Modificación de los artículos 7, 8, 21, 60 y 61 del DS No 24505
DS No 24716	22.07.1997	Reglamento de las Organizaciones Institucionales y de las Concesiones del Sector Aguas. Reglamento de Bienes de Dominio Público y de Servidumbre para el Servicio de Aguas
DS No 21530	29.06.1995	Reglamento del Impuesto al Valor Agregado IVA
DS No 21531	29.06.1995	Reglamento del Sistema Complementario al Impuesto al Valor Agregado RC-IVA
DS No 24051	29.06.1995	Reglamento del Impuesto sobre Utilidades de Empresas
DS No 21532	29.06.1995	Reglamento al Impuesto de las Transacciones
DS No 24053	29.06.1995	Reglamento al Impuesto de los Consumos Específicos
DS No 24054	29.06.1995	Reglamento del Impuesto Municipal a las Transacciones
DS No 24055	29.06.1995	Reglamento del Impuesto Especial a los Hidrocarburos y sus derivados
DS No 23215	22.07.1992	Reglamento para el Ejercicio de las Atribuciones de la Contraloría General de la República
DS No 23318-A	03.11.1992	Reglamento de la Responsabilidad por la Función Pública
DS No 25964	21.10.2000	Normas Básicas del Sistema de Administración de Bienes y Servicios
RS No 216784	16.08.1996	Normas Básicas del Sistema de Programación de Operaciones
RS No 217095	04.07.1997	Normas Básicas del Sistema de Presupuestos
RS No 218040	29.07.1997	Normas Básicas del Sistema de Contabilidad Gubernamental Integrada
DS No 26115	16.03.2001	Normas Básicas del Sistema de Administración de Personal
RS No 217055	20.05.1997	Normas Básicas del Sistema de Organización Administrativa
RS No 218056	30.07.1997	Normas Básicas del Sistema de Tesorería
RCGR-1/070/02000	01.2000	Normas Básicas Generales y de Control Interno
RCGR-NAJ R-1/119/2002	08.2002	Normas de Auditoría Gubernamental
DS No 26319	15.09.2001	Reglamento de Recursos de Revocatoria y Jerárquicos para la carrera administrativa
DS No 26257	20.07.2001	Sistemas de Declaración de Bienes y Rentas de los Servicios Públicos
DS No 26685	05.07.2002	Procedimiento Complementario a las Normas Básicas del Sistema de Administración de Bienes y Servicios
DS No 27040	16.05.2003	Procedimiento Complementario a las Normas Básicas del Sistema de Administración de Bienes y Servicios
DS No 29741.	15.10.2008	Creación SENASBA
DS No 0183	10.07.2009	Creación EMAGUA
DS No 0071	09.04.2009	Creación Autoridades de Fiscalización y control social
DS No 29892	07.02.2009	LOPE



RESOLUCIONES MINISTERIALES Y SECRETARIALES

Instrumento Legal	Promulgado en fecha	Propósito
RM 510	29.10.1992	Reglamento Nacional de Prestación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado para Centros Urbanos.
R Sec. 383	28.11.1996	Modelo y Reglamento de Gestión en Agua Potable y Saneamiento
RM 019	24.04.2002	Guía de Desarrollo Comunitario para Proyectos de Agua y Saneamiento en poblaciones menores a 10000 Habitantes.
R Sec. 383	28.11.1996	Reglamento de Presentación de Proyectos
RM 097	26.12.2001	Reglamentos Técnicos de Diseño para Sistemas de Alcantarillado
Sin R Sec. Solo CTN	09.09.1996	Reglamento Técnico de Diseño para Unidades de Tratamiento no mecanizado para Sistemas de Agua Potable y Aguas Residuales
RM 419	06.07.1993	Política Tarifaria para Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Saneamiento de Poblaciones Rurales y Urbanas de Bolivia
R Sec. 390	20.09.1994	Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias
RM 075	25.08.2008	Estrategias Social del Sector - Guías DESCOM



NORMAS TÉCNICAS – IBNORCA

Norma Técnica	Objetivo
NB-35-73	Colores de Seguridad para uso de la industria
NB-36-73	Símbolos de Seguridad
NB-37-73	Símbolos Convencionales de Agentes Agresivos a las Personas
NB-122-75	Señales de Advertencia
NB-123-75	Sustancias Peligrosas. Rotulado
NB-143-76	Dispositivos de Protección Personal. Definición y Terminología
NB-144-76	Protección Personal, calzado de seguridad. Definición y Clasificación
NB-145-76	Sustancias Peligrosas. Definición y Terminología
NB-146-76	Sustancias Peligrosas. Clasificación
NB-349-80	Protección Personal, Guantes de Seguridad. Definición, Terminología y Clasificación
NB-350-80	Protección Personal, Cascos de Seguridad. Definición, Terminología y Clasificación.
NB-351-80	Protección Personal, Cascos de Seguridad. Requisitos y métodos de ensayos
NB-613	Laboratorios. Pautas para el desarrollo de un Manual de Calidad de un Laboratorio de Ensayo
NB-614	Laboratorios. Acondicionamiento ambiental-Definiciones
NB-645-96	Materiales de Saneamiento Básico
NB-646-96	Plásticos. Tubos de Polietileno. PE. Especificados por su diámetro interior (RDIE-PM)
NB-647-96	Productos Químicos para uso industrial. Cal viva y cal hidratada
NB-686-96	Tuberías de Ho-Tubos de Ho para Alcantarillado
NB-687-96	Tuberías de Ho-Tubos de HoAo para Alcantarillado
NB-688-2001	Diseño de Sistemas de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales
NB-997-98	Elementos Prefabricados de Ho-Viguetas Prefabricadas de HoPo. Requerimiento y Metodología de Ensayo
NB-1070-00	Especificaciones para tubos y accesorios de poli(cloruro de vinilo) PVC, para alcantarillado tipo PSM (correspondiente a la Norma ASTM D 3034-96)



ANEXO 3 GLOSARIO

Nota: Toda palabra en el significado marcada negrilla encontrará su explicación en este glosario.

Abastecimiento	Infraestructuras y servicios destinados a la conducción y distribución de agua potable en núcleos urbanos.
Acometida	Tubería de conexión comprendida entre la red pública y el medidor.
Aeración	O aireación: <ul style="list-style-type: none">• paso de aire a través de un cuerpo¹¹• etapa del tratamiento de agua potable o de aguas servidas en la que se inyecta aire en una corriente líquida• agitación de las aguas servidas que permite la mezcla de oxígeno o aire con los sólidos microbianos
Aeróbica	Relativo a la aerosis o a organismos que requieren oxígeno para sobrevivir
Afluente	aguas residuales crudas respectivamente aguas residuales tratadas que, de forma intencionada (descarga) o no (fuga), llegan a un lugar en la cadena de transporte y tratamiento, después de haber salido de otro lugar como efluente
Aguas domésticas	Desecho líquido resultante de los hábitos higiénicos del hombre en actividades domésticas
Aguas fecales	Las que sirven de vehículo a las deyecciones humanas
Aguas industriales	Desecho líquido , resultante de los procesos industriales, considerando los parámetros de lanzamiento establecidos
Aguas negras	Aguas de desecho provenientes de los inodoros y urinarios
Aguas pluviales	Aguas provenientes de lluvias, nevadas, etc. que escurren superficialmente crudas por techos, patios y jardines.
Aguas residuales	Desecho líquido proveniente de las descargas del uso del agua en actividades domésticas o de otra índole, aguas de infiltración en los colectores de alcantarillado, y la contribución pluvial por malas conexiones.
Aguas residuales tratadas	Agua residual procesada en sistemas de tratamiento para satisfacer los requisitos de calidad correspondientes a la clase de cuerpo receptor al que serán descargadas.

¹¹ Fuente: Real Academia Española (ed.): Diccionario de la lengua española



Aguas sépticas	Aguas contaminadas por microbios
Aguas servidas	La Ley No. 2066 define el término “agua servida” como un sinónimo de “agua residual” El Reglamento Técnico de Diseño de Unidades de Tratamiento no Mecanizadas para Aguas Residuales, define a las aguas servidas como: “Aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan heces fecales”.
Aguas subterráneas	Agua contenida en el subsuelo, procedente de la infiltración (precipitaciones y escorrentía). El agua infiltrada circula por el subsuelo hasta llegar a una zona de acumulación limitada por capas impermeables, formando un manto cautivo o capa freática .
Alcalinidad	Capacidad de una sustancia química en solución acuosa para ceder iones OH ⁻ . La alcalinidad de un agua se expresa en equivalentes de base por litro o en equivalente de carbonato cálcico
Alcantarillado domiciliario	Conjunto de tuberías y cámaras que se encuentran dentro del perímetro que limita una propiedad y funciona en servicio exclusivo de ella para la evacuación de aguas residuales y pluviales .
Alcantarillado pluvial	Son las tuberías, cámaras y bajantes destinadas solamente a recoger y eliminar las aguas pluviales .
Ambiente	Conjunto de elementos naturales y sociales, relacionados e interdependientes, en un lugar y tiempo determinado, que en forma directa influyen a todos los seres vivos.
Anaerobios	Organismos que se desarrollan en ausencia de oxígeno. Son las que se encargan del proceso de fermentación .
Análisis de la calidad del agua	Análisis biológico, físico y químico de una muestra de agua, relacionado con las condiciones en las que ésta se encontraba en el punto de muestreo.
Artefacto de bajo consumo	Nuevo accesorio utilizado en instalaciones sanitarias con baja descarga de agua y gastos reducidos
Artefacto convencional	Accesorio tradicional utilizados en instalaciones sanitarias
Artefacto de uso público	Aquellos que pueden ser utilizados sin restricciones, por cualquier persona
Artefacto Sanitario	Elemento de fabricación especial para uso en instalaciones sanitarias .
Artefactos de uso privado	Son aquellos instalados en viviendas, oficinas o locales y que están destinados a ser utilizados por un número reducido de personas
Asimilación	Acción y efecto de transformar y convertir en una sustancia propia
Autótrofas	Plantas que son capaces de elaborar sus alimentos orgánicos a partir de elementos minerales
Bacterias	Microorganismos unicelulares, que se multiplican por división simple. Muchas son heterótrofas , responsables de la putrefacción de la materia orgánica y de las fermentaciones . Otras son autótrofas fotosintéticas. Pueden ser de vida libre, patógenas responsables de enfermedades en el hombre y otros seres vivos.
Bajantes	Tuberías verticales que conducen las aguas servidas o pluviales desde un nivel superior, a otro inferior
Batería de artefactos	Cualquier grupo de artefactos sanitarios similares y adyacentes que tiene una misma tubería de abastecimiento de agua y descargan en el mismo ramal de desagüe



Beneficiario	Son las personas o familias que reciben un determinado bien, servicio o recursos que les beneficia. Comprende a las personas o familias que tienen el derecho a contar con servicios de agua o alcantarillado, tengan acceso actual o no. Denomínase usuario y en algunos casos cliente , dándole un sentido de sujeto activo del servicio.
Biodegradable	Residuo que puede ser descompuesto en sustancias inorgánicas por la acción de microorganismos como las bacterias o los hongos.
Biodegradación	Proceso de descomposición de un material o una sustancia, por parte de organismos vivos.
Calidad	Totalidad de los rasgos y características de un producto o servicio que se relacionan con su capacidad para satisfacer determinadas necesidades. ¹²
Calidad de atención	Atención centrada en el usuario del servicio con base en sus necesidades, intereses y derechos. El concepto de calidad, está vinculado a la provisión de servicios accesibles y equitativos, con óptimo nivel técnico y calidad en las relaciones interpersonales; teniendo en cuenta los recursos disponibles y la satisfacción del usuario .
Calidad de vida	Situación que engloba las diferentes dimensiones que determina el grado de bienestar integral de las personas o de una población. La calidad de vida no solo se expresa en parámetros económicos o materiales, sino también sociales, psicológicos y ambientales, los que a su vez deben estar en armonía con la historia y cultura de cada población.
Cámara de inspección	= pozo de inspección, imbornal construcción subterránea sobre un tubo de alcantarillado, abarcando un espacio de aprox. 2 x 2 x 1 a 5 o más m y cerrada con una tapa, destinada a conectar dos o más tramos de alcantarillado, que posibilita los cambios de dirección, inspecciones, mantenimiento, desobturación y limpieza de las tuberías
Cámara de registro	Caja destinada a facilitar la inspección y limpieza de las tuberías de descarga
Cámara desgrasadora	Depósito cerrado que permite la separación de las grasas de las aguas residuales por diferencia de densidad
Cámara interceptora	Caja, provista de cierre hidráulico que sirve para conectar los desagües de los artefactos (a excepción del urinario e inodoro) con el ramal de descarga o con los bajantes
Cámara séptica	Unidad empleada para el tratamiento primario de aguas residuales . Consiste en una o varias cámaras rectangulares o circulares, que tienen al ingreso un dispositivo para facilitar la dispersión y entrada del líquido por la parte inferior y a la salida cuenta con otro dispositivo similar para permitir el flujo ascendente del líquido hasta su descarga . Esta cámara está destinada a retener sólidos sedimentables así como material flotante (grasas y aceites).
Campana	Parte extrema ensanchada de la tubería o accesorio en la que se introduce la espiga de otra tubería o accesorio
Canal	Estructura hidráulica cubierta

¹² FRANKLIN, op. cit., p. 543 ss.



Capacitación	Adquisición de un conjunto de conocimientos teóricos y prácticos, habilidades y destrezas, necesarios para desempeñarse efectivamente en una ocupación, realizando tareas determinadas que den como resultado la competencia en dicha actividad. Este concepto implica la acción educativa de impartir, sistemáticamente, un conjunto organizado de contenidos teóricos y prácticos, para el cumplimiento de unas funciones específicas, atendiendo consiguientemente a las necesidades particulares de una organización; este hecho implica que la capacitación sea de menor duración que la formación.
Catalizador	Cuerpo que provoca una modificación de la velocidad de una reacción química
Caudal	Cantidad de líquido o fluido que pasa por la sección de una tubería en la unidad de tiempo
Caudales de aporte	Caudales de contribución, medio, máximo y mínimo
Cierre hidráulico	Accesorio diseñado y construido para mantener una cantidad de líquido (sello hidráulico), de modo que impida el paso de gases o insectos
Cliente	Persona, establecimiento comercial o entidad que utiliza sus servicios
Cobertura de servicios de saneamiento	Indicador. Relación porcentual del número de habitantes con acceso a servicios de saneamiento, con respecto al número total de habitantes, en un territorio y tiempo determinados.
Colector	Conducto destinado a recoger y conducir las aguas residuales en un sistema de alcantarillado sanitario. Es la tubería de alcantarillado, que funcionando como conducto libre, ubicado en la calle, que recibe la contribución de aguas residuales de todos los desagües sanitarios o pluviales de los edificios y viviendas, en cualquier punto a lo largo de su longitud
Colector principal	Colector que recibe las aguas provenientes de los colectores secundarios
Colector secundario	Colector de diámetro menor que se conecta al colector principal
Coliformes	Bacteria presente en el suelo y a menudo en el agua, la leche y ciertos alimentos, que vive normalmente en el intestino del hombre y de los animales, pero que puede invadir diferentes tejidos y órganos y convertirse en patógena
Conexión clandestina:	Aquella que no ha sido autorizada por la EPSA.
Conexión cruzada	Conexión física entre dos sistemas, uno de los cuales contiene agua potable y el otro de calidad desconocida
Conexión de alcantarillado sanitario:	Conjunto de tuberías y accesorios que permiten la descarga de agua residual desde las instalaciones internas del usuario hacia la red de alcantarillado.
Conexión domiciliaria	Tramo de tubería comprendida entre la última cámara de inspección del inmueble y el colector público de desagüe
Contaminación	Transmisión y difusión de gases tóxicos o materiales líquidos o sólidos a medios como la atmósfera, suelo y el agua. Causando cambios perjudiciales en el ambiente por la presencia de polvos y gérmenes microbianos provenientes de los desechos de la actividad del ser humano.
Contribuyente	Es el agente productor de aguas residuales .



Control de calidad	Conjunto o sistema de técnicas, procedimientos y actividades operativas cuyo propósito es medir y controlar la calidad requerida de un producto o servicio para que satisfaga las necesidades de los usuarios
Control de calidad interno	Control de calidad rutinario de los procesos de medición y análisis en el laboratorio y en las plantas de tratamiento, ejecutado por cuenta de la EPSA misma; uno de los componentes esenciales de un PCCA
Cuerpo receptor de aguas	Medio donde se descargan aguas residuales crudas o tratadas , sea un cuerpo de agua superficial (río, lago, laguna natural, mar etc.) o subterráneo (acuífero vía suelo) ¹³
Decantación	Limpia de impurezas un líquido haciendo que se depositen en el fondo del recipiente.
Desagüe	Conducto o canal por donde sale o se extrae el agua
Desarrollo sostenible	<p>Proceso que tienen como centralidad a la persona humana y tiende al mejoramiento de la calidad de vida, fundamentada en la conservación, entendida ésta como el respeto por la capacidad de la naturaleza para el suministro de recursos y servicios para el mantenimiento de la vida. Implica la utilización racional del capital humano, los recursos naturales, económicos financieros y el patrimonio cultural, sin poner en riesgo la satisfacción de necesidades de futuras generaciones y la capacidad de asimilación de la naturaleza. Está constituida por tres componentes:</p> <ul style="list-style-type: none">• a) Económico: con incremento de la capacidad productiva, crecimiento económico y aumento del ingreso manteniendo las existencias básicas del capital humano y el capital natural;• b) Social: presupone la equidad social, la interdependencia de las comunidades humanas y la participación política de todos los sectores sociales y la rendición de cuentas de los gobiernos, como requisitos básicos de la calidad de vida aceptable;• c) Ambiental: con uso de los bienes ambientales de forma que no disminuya la productividad de la naturaleza ni la contribución general de los bienes y servicios ambientales al bienestar humano.¹³
Desechos	Son líquidos sólidos o gases, que provienen de cualquier proceso de producción de bienes de consumo que realiza el hombre y que ya no son utilizables.
Desechos líquidos	Aquellos provenientes de los desagües de todos los artefactos sanitarios sin excepción, así como los líquidos provenientes de cualquier residencia, institución, edificio, fábrica o industria
Desechos sólidos	Restos de elementos orgánicos o inorgánicos, provenientes de actividades domésticas, industriales, de servicios y que llamamos basura .
Desvío	En edificios de gran altura es el cambio de posición de una bajante, obtenido mediante un accesorio o combinación de varios y que, le permite tomar una posición paralela a la original
Determinación	Proceso para conocer el grado de concentración de un analito o de una familia de analitos en una muestra ; parte constitutiva de cualquier proceso analítico en análisis de laboratorio

13 REED, David (ed.): Ajuste estructural, ambiente y desarrollo sostenible, Ed. Nueva Sociedad, Caracas 1996



Diámetro efectivo	Diámetro interior real de una tubería
Diámetro nominal	Es la dimensión comercial o normalizada de las tuberías que no corresponden necesariamente al diámetro efectivo
Digestión	Transformación puramente química por acción de enzimas .
Dureza	Propiedad química que adquiere el agua debido a la presencia de sales de calcio y magnesio
Efluente	Descarga de agua residual que despiden emanaciones sutiles, pueden ser gases tóxicos o de otra índole
Emisario	Colector que tiene como origen, el punto más bajo del sistema y que conduce las aguas residuales al sitio donde se someterán a tratamiento. Se caracteriza porque a lo largo de su recorrido, no recibe contribución alguna.
Entérico	Enfermedades relacionadas con el sistema gastrointestinal
Enzima	Sustancia orgánica soluble que provoca o acelera una reacción química.
Equipo interdisciplinario	Grupo integrado por personas formadas en diferentes disciplinas profesionales, cuyos conocimientos, capacidades y experiencia se complementan frente a una tarea común, facilitando el trabajo y el logro de los objetivos en forma efectiva. Favorece la complementariedad de enfoques para el tratamiento de un asunto específico.
Esquema	= croquis Representación gráfica bidimensional somera y abstracta de un objeto, usando símbolos y signos convencionales que posibilitan su interpretación por quienquiera que conozca las mismas En el contexto del levantamiento para crear un catastro, es la versión "guía" preparada previamente en gabinete o el borrador hecho en campo del dibujo definitivo que se elabora posteriormente en gabinete.
Estación de bombeo	Instalación construida y equipada para transportar el agua del nivel de succión o de llegada, al nivel superior o de salida de la misma.
Eyector	Aparato para elevar agua por medio de aire comprimido
Factura:	Nota fiscal con mérito ejecutivo expedida por la EPSA para cada inmueble o unidad de uso, en los cuales constan los valores que el usuario debe pagar por la prestación de uno o más servicios, así como el valor de otros montos autorizados
Fermentación	Transformación de sustancias orgánicas por la acción de enzimas microbianas acompañada con frecuencia de desprendimientos gaseosos
Filtración	Separación de las sustancias sólidas en suspensión que están en un líquido, mediante el uso de medios porosos.
Freático	Manto de agua cautivo, Ver aguas subterráneas .
Fuga imperceptible:	Volumen de agua que se escapa a través de las instalaciones interiores de un inmueble y no es detectable directamente por los sentidos.
Fundo servido	Es el inmueble que por su situación topográfica requiere servirse de propiedades colindantes para el paso de tuberías de instalaciones sanitarias



Fundo sirviente	Es el inmueble por el que atraviesan tuberías de agua o alcantarillado para servir a otra propiedad o vivienda
Heterótrofas	Dícese del ser vivo que se alimenta de sustancias orgánicas elaboradas por otro ser vivo
Indicador	Dimensión utilizada para medir un estado; Unidad de medida que se establece <i>ex ante</i> para <ul style="list-style-type: none">• Medir los resultados efectivamente obtenidos en la ejecución de un programa, proyecto o actividad• Precisar el avance en el desarrollo de una función; Elemento constitutivo del diagnóstico y de la evaluación ¹⁴
Ingesta	Que ingiere microorganismos patógenos a través de los alimentos o bebidas, particularmente el agua contaminada.
Instalación Sanitaria	Colocación de tubos, accesorios, cámaras para la distribución de agua potable y recojo de aguas residuales sanitarias y pluviales
Lagunas aerobias	Unidades donde la oxidación y fotosíntesis están balanceadas al límite de producir una estabilización aeróbica con oxígeno disuelto en el agua
Lagunas aireadas	Artificialmente por equipos que suministran la cantidad necesaria de oxígeno
Lagunas anaeróbicas	Unidades de tratamiento en las que la estabilización de la materia orgánica acontece si el concurso de oxígeno disuelto en el agua. Ocurren principalmente fenómenos de digestión ácida y fermentación mecánica como parte del proceso .
Lagunas facultativas	Son unidades en las cuales suceden fenómenos de fermentación anaerobia (en el fondo) oxidación aeróbica y reducción fotosintética en las capas superiores.
Laguna de estabilización	Estanque construido al aire libre que representa la instalación principal del lagunaje estabilizador que es la tecnología de tratamiento secundario más difundida en Bolivia; término general que engloba las lagunas de estabilización <i>natural</i> (lagunas aerobias, anaerobias, facultativas y de maduración) y las de estabilización <i>artificial</i> (lagunas aireadas)
Lagunas de maduración	O acabado tienen la función de reducir la concentración de coliformes y patógenos .
Letrina	Unidad construida para la disposición y confinamiento de las excretas humanas, in situ (en el sitio), con el propósito de impedir la transmisión de los agentes patógenos a otros huéspedes (incluyendo seres humanos), así como la contaminación del medio ambiente. Se denomina in situ porque la unidad es construida dentro de los límites de propiedad de cada familia, independientemente del resto de la comunidad.
Lixiviado	Líquido infiltrado y drenado a través de los residuos sólidos , y que contiene materiales en solución o suspensión, con características agresivas para la salud humana y el medio ambiente.
Lodo	Residuos semi-sólidos generados en las fosas sépticas, plantas de tratamiento de agua potable ó aguas residuales , y en las unidades de control de emanaciones atmosféricas, como resultado de los procesos de tratamiento que tienen lugar en dichas unidades.
Mantenimiento	Acciones que deben llevar a cabo las EPSAs en los sistemas de agua potable y/o sistemas de alcantarillado sanitario, para prevenir ó reparar fallas que perjudiquen su funcionamiento y sostenibilidad . Estas acciones pueden ser de mantenimiento preventivo , ó de mantenimiento correctivo .

¹⁴ Formulación propia en base a FRANKLIN, pág. 551 y KRESSIRER / SALZER, pág. 101 s.



Mantenimiento correctivo	Acciones de mantenimiento que realizan las EPSAs para reparar daños ó fallas, causados por factores previstos -o no previstos-, o el desgaste natural en las instalaciones de los sistemas de abastecimiento de agua y/o alcantarillado sanitario .
Mantenimiento preventivo	Acciones de mantenimiento que se realizan para evitar ó mitigar la ocurrencia de fallas, causadas por factores previsibles o por el desgaste natural en las instalaciones de los sistemas de abastecimiento de agua y/o alcantarillado sanitario .
Materia inorgánica	Sustancia (por lo común un compuesto o una mezcla) inerte que no está sujeta a la degradación, a excepción de ciertos compuestos minerales como los sulfatos los cuales bajo ciertas condiciones pueden descomponerse en sustancias más simples, como sucede en la reducción de sulfatos a sulfuros; contrario a materia orgánica
Materia orgánica	Sustancia (por lo común un compuesto o una mezcla) de origen animal o vegetal que incluye los productos de desecho de la vida animal o vegetal, la materia animal muerta, organismos o tejidos vegetales; contrario a materia inorgánica
Materias en suspensión	A diferencia de la solución, una mezcla <i>heterogénea inestable</i> donde unas sustancias sólidas, peej. partículas de arena o arcilla, de un tamaño relativamente grande visible a simple vista o por lo menos con un microscopio corriente, se hallan suspendidas (no disueltas) en un líquido. Después de un tiempo de estancamiento y debido a la fuerza de la gravedad, se deshace la mezcla. ¹⁵
Pandemia	Propiedad de los organismos patógenos (enfermedades) que pueden trasladarse de un país a otro (caso del cólera)
Patógeno	Que produce enfermedades
Pozo ciego	Medio empleado para el confinamiento de los desechos humanos en las letrinas . El pozo cumple tres funciones: almacenamiento de excretas, infiltración de líquidos, digestión de materia orgánica.
Procedimiento	Sucesión cronológica de operaciones concatenadas entre sí que constituyen una unidad dentro de un ámbito determinado de aplicación ¹⁶
Proceso	Desarrollo, evolución de las fases sucesivas de un acontecimiento.
Proceso de tratamiento	Formas particulares de mejorar la calidad de aguas residuales mediante operaciones unitarias o procesos unitarios
Procesos biológicos unitarios	Métodos de tratamiento en los cuales la remoción de contaminantes ocurre por medio de actividad biológica
Reacción	Fenómeno que se produce entre cuerpos químicos en contacto y que da lugar nuevas sustancias
Reactor	Instalación industrial donde se produce una reacción química en presencia de un catalizador
Red de alcantarillado sanitario	Conjunto de colectores secundarios y principales , interceptores, emisarios, cámaras de inspección terminales de limpieza y tubos de inspección y limpieza.
Resíduo	Materia que queda como inservible después de una operación.
Saneamiento Básico	El Sector de Saneamiento Básico comprende los Servicios de: provisión de agua potable, alcantarillado sanitario, disposición de excretas, residuos sólidos y drenaje pluvial

¹⁵ Formulación propia en base a LÜTHJE (ed.), págs. 132

¹⁶ Fuente: FRANKLIN, pág. 543 ss.



Servicio de Apoyo a la Sostenibilidad	El Servicio de Apoyo a la Sostenibilidad (SAS) en Saneamiento Básico impulsado por PROAPAC y ANESAPA
Sedimentación	Acción y efecto de depositarse en un líquido en el que existen sustancias en suspensión.
Sello Hidráulico	Tubo de doble curvatura que sirve para evacuar aguas residuales a la vez que impide la salida de malos olores o el ingreso de insectos.
Servicios Básicos	Término que comprende: Servicios de saneamiento básico; Servicios de provisión y distribución domiciliar de gas; Servicios de provisión y distribución domiciliar de electricidad.
Servicio de Alcantarillado:	Acción en beneficio de los usuarios que permite la recolección y transporte de las aguas pluviales y/o residuales de una comunidad hacia una planta de tratamiento o hacia un lugar de disposición final, a través de un conjunto de tuberías, canales, cámaras de inspección, equipos y accesorios, que conforman un sistema subterráneo y estanco.
Servicio de Alcantarillado Sanitario	Servicio público que comprende una ó más de las actividades de recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales en cuerpos receptores .
Sifón invertido	Estructura construida con uno o más colectores que trabajan a presión. Es requerida para pasar por debajo de quebradas y ríos
Sistema	Conjunto de elementos interrelacionados, entre los que existe una cierta cohesión y unidad de propósito
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Constituido por un proceso conjugado o conjunto de procesos de tratamiento que se verifican en una prueba de tratamiento de aguas residuales .
Sistemas convencionales	Son aquellos constituidos tratamiento primario y tratamiento secundario
Sistemas no convencionales	Son las lagunas de estabilización y reactores anaeróbicos .
Sostenibilidad	Es la garantía, económica, social, técnica y ambiental, de que un servicio de agua potable y/o saneamiento, se encontrará operable y utilizado en el mediano y largo plazo, para beneficio de los usuarios.
Sumidero	Accesorio dotado de colador y sello hidráulico destinado a recoger aguas servidas, potables, y/o pluviales del piso de un baño, patio o cocina
Sustancia	Material en general.
Tanque Imhoff	Unidad de tratamiento que consiste en un tanque de dos pisos, en la cual, la sedimentación se produce en el compartimiento superior y la digestión anaeróbica de los sólidos sedimentados en el inferior
Tasa de agua:	Tributo que cobra un Gobierno Municipal a un usuario por la prestación de servicios de AP o de ALC-S, en los términos de la Ley.
Tratamiento	Proceso físico, químico y/o biológico en una planta de tratamiento (depuradora) que modifica alguna propiedad física, química y/o biológica del agua residual cruda
Tubo de ventilación	Tubería destinada a permitir el paso de aire al interior de los sistemas de desagüe, la salida de gases de los mismos y evitar la ruptura del sello hidráulico de las trampas o sifones sanitarios
Tubo inspección y de limpieza (TIL)	Dispositivo conformado por un tubo vertical conectado a los colectores y que permite la inspección e introducción de equipos de limpieza, instalado en cualquier punto de la red en sustitución de algunas cámaras de inspección .



Usuario:	Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se denomina también consumidor.
Zanjas de infiltración	Excavaciones destinadas a la absorción de aguas sépticas

ANEXO 4: BIBLIOGRAFÍA

- ALVAR EZQUERRA, Manuel (ed.)
VOX - Diccionario general de la lengua española
Ed. Biblograf, S.A., Barcelona 1997; cit. en: Microsoft (ed.): Enciclopedia Microsoft Encarta 99, 1999
- LAROUSSE
Diccionario Enciclopédico 2000
Ed. Larousse. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 11.1999
- Real Academia Española (ed.)
Diccionario de la lengua española
22ª ed. 2001, en: <http://www.rae.es>
- DIRECCIÓN GENERAL DE SANEAMIENTO BÁSICO
Reglamentos técnicos de Diseño para Sistemas de Alcantarillado. NB-688
Diciembre 2001
- DIRECCIÓN NACIONAL DE SANEAMIENTO BÁSICO
Reglamentos técnicos de Diseño para Unidades de Tratamiento no mecanizadas para Sistemas de Agua Potable y Aguas Residuales
Noviembre 1996
- DIRECCIÓN NACIONAL DE SANEAMIENTO BÁSICO
Reglamentos Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias
Octubre 1996
- DIRECCIÓN GENERAL DE IMPACTO, CALIDAD Y SERVICIOS AMBIENTALES
Lo Que Debemos Saber Para Salvar Al Planeta De La Contaminación
Noviembre 2002
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y SERVICIOS BÁSICOS
Estrategia. Red de SANEAMIENTO BÁSICO
PROSABAR, 06.2001
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y SERVICIOS BÁSICOS
Estrategia de Saneamiento Rural
PROSABAR, 06.2001
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y SERVICIOS BÁSICOS
Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillado
PROSABAR, 06.2001



MINISTERIO DE VIVIENDA Y
SERVICIOS BASICOS

Prof. Dr. Ing. Aurelio Hernández Muñoz

Prof.Dr.K.Pöpinghaus

Prof.Dr.W.Fresenius

Prof.Dr.W.Schneider

W. A. Hardenbergh

Edward B. Rodie

Alicia B. Cortagerena

Claudio F. Freijedo

Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Poblaciones Rurales

PROSABAR, 06.2001

Depuración de Aguas Residuales

PARANINFO S.A. España. 02.1996

Abwassertechnologie

Entstehung, Ableitung, Behandlung, Analytik der Abwasser

2ª Edición. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1984, 1988 y 1994.

Ingeniería Sanitaria

Compañía Editorial Continental S.A. México DF 1974.

Administración y Gestión de las Organizaciones

MACCHI. Argentina. 1999



MMA y A
Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Calle Capitán Castrillo N° 434
entre 20 de Octubre y Héroes del Acre
Teléfono: 2115571



ANESAPA

Av. Ecuador N° 2044, esq. Av Sánchez Lima
Edificio Señor de la Misión
Tel/Fax: ++591 - 2 - 2421354 - 2416625
Casilla 13029
La Paz - Bolivia



Calle Colón N°. 150 y Av. Mariscal Santa Cruz
Edificio Litoral Piso 14
Central Piloto: 2110662 2115733
Fax: 2152404
La Paz - Bolivia

gtz

Av. Ecuador N° 2523. Edificio Dallas
Teléfono: 2421354 --2413337
Fax: 2417526
Casilla 11400
La Paz - Bolivia
www.proapac.org