

PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL SANEAMIENTO

MANUAL PARA EL USO Y LA
DISPOSICIÓN SEGUROS DE
AGUAS RESIDUALES, AGUAS
GRISES Y EXCRETAS



PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL SANEAMIENTO

MANUAL PARA EL USO Y LA
DISPOSICIÓN SEGUROS DE
AGUAS RESIDUALES, AGUAS
GRISES Y EXCRETAS

Catalogación por la Biblioteca de la OMS

Planificación de la seguridad del saneamiento: manual para el uso y la disposición seguros de aguas residuales, aguas grises y excretas.

1.Abastecimiento de Agua. 2.Agricultura. 3.Acuicultura. 4.Aguas del Alcantarillado. 5.Aguas Residuales. 1.Organización Mundial de la Salud.

ISBN 978 92 4 354924 8 (Clasificación NLM: WA 675)

© Organización Mundial de la Salud, 2016

Se reservan todos los derechos. Las publicaciones de la Organización Mundial de la Salud están disponibles en el sitio web de la OMS (www.who.int) o pueden comprarse a Ediciones de la OMS, Organización Mundial de la Salud, 20 Avenue Appia, 1211 Ginebra 27, Suiza (tel.: +41 22 791 3264; fax: +41 22 791 4857; correo electrónico: bookorders@who.int). Las solicitudes de autorización para reproducir o traducir las publicaciones de la OMS - ya sea para la venta o para la distribución sin fines comerciales - deben dirigirse a Ediciones de la OMS a través del sitio web de la OMS (http://www.who.int/about/licensing/copyright_form/en/index.html).

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización Mundial de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la Organización Mundial de la Salud los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

La Organización Mundial de la Salud ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la Organización Mundial de la Salud podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Diseño y maquetación por L'IV Com Sàrl, Villars-sous-Yens, Switzerland.

Printed in France

PRÓLOGO

En cualquier momento dado, casi la mitad de la población del mundo en desarrollo será afectada por una enfermedad o dolencia directamente relacionadas con agua impura o demasiado escasa, por sistemas de saneamiento deficientes o inexistentes, o por la gestión deficiente de los recursos de agua. El incremento del acceso a una instalación de saneamiento básica en los hogares sigue siendo una intervención crítica de salud pública para prevenir las enfermedades relacionadas con el saneamiento, en especial para la diarrea, los parásitos intestinales, esquistosomiasis i tracoma, que afectan a millones de personas.

Sin embargo, facilitar instalaciones sanitarias seguras y asequibles se está haciendo cada vez más complejo. El prevenir la exposición a desechos humanos, especialmente en lugares urbanos densamente poblados, requiere la gestión segura de toda la cadena de saneamiento que involucra a múltiples participantes y grupos expuestos en la recolección, transporte, tratamiento, disposición y uso de los desechos sanitarios. Aunque las pruebas son limitadas, los valores estimados para el peso global de la diarrea muestra que este nivel más alto de servicio es efectivo y puede lograr grandes mejoras en la salud más allá de lo que consigue solamente con el saneamiento básico.

Conforme aumentan las presiones de la urbanización, la demanda de alimentos y la escasez de agua, la reutilización de los desechos sanitarios se hace más atractivo y viable. Muchas autoridades y empresas trabajan en modelos de la cadena del sistema de saneamiento que hacen un uso beneficioso de los nutrientes, el agua y de la energía y compensan el coste de dar este servicio. Estos modelos pueden favorecer la salud al quitar excretas del entorno e incrementar la producción de alimentos.

No obstante, los asuntos de salud son un reto enorme para estos enfoques. Los proponentes operan en entornos fragmentados y sin

“La pobreza jamás se podrá erradicar, ni incluso reducir en gran medida, mientras tantos millones de personas no pueden tener acceso a agua limpia y tantos billones viven en ambientes contaminados por los excrementos. Las instalaciones de saneamiento, junto con la higiene, han de tener un lugar mucho más importante en cualquier planificación para el desarrollo futuro y se han de tratar de manera urgente y franca.”

Margaret Chan, Director General OMS

apoyo de políticas, muchas veces vinculados sólo lejanamente a la salud. También han de sobreponerse a las percepciones negativas del público sobre los riesgos asociados al uso y disposición de desechos humanos.

La Planificación de la Seguridad del Saneamiento es una herramienta para ayudar a los operadores de sistemas de saneamiento aprovechar al máximo los beneficios para la salud y minimizar los riesgos para la salud, de su sistema. Orienta a los operadores para que prioricen y dirijan los esfuerzos para la gestión del riesgo a los puntos donde tendrán más impacto y para que mejoren con el tiempo. Los resultados se pueden usar para tranquilizar al público y las autoridades en cuanto al rendimiento del sistema basado en la buena gestión de los riesgos.

Quizá lo más importante es que la Planificación de la Seguridad del Saneamiento se puede usar para coordinar los esfuerzos de las muchas partes interesadas involucradas a lo largo de la cadena sanitaria - incluidos los departamentos de salud, suministros, el sector privado, las autoridades del medio ambiente y de agricultura - para maximizar los beneficios del saneamiento para la salud y estimular el diálogo y el cambio en las políticas.

La OMS seguirá promocionando los principios de evaluación y gestión de los riesgos para los sistemas de saneamiento y el escalado de la Planificación de la Seguridad del Saneamiento.

Maria Niera
Directora

Departamento de Salud Pública y Determinantes Ambientales y Sociales de la Salud
Organización Mundial de la Salud

AGRADECIMIENTOS

Este documento fue escrito por el Sr. Darryl Jackson, Dr. Mirko Winkler, Profesor Thor-Axel Stenström y co-ordinado and co-escrito por la Sra. Kate Medicott bajo la dirección estratégica del Sr. Bruce Gordon y Sr Robert Bos para la OMS. Dra. Lorna Fewtrell editó el documento y Sra. Penny Ward y Srta. Lesley Robinson dieron el apoyo administrativo.

El manual PSS fue probado con las autoridades nacionales en Hanoi, Viet Nam; Karnataka, India; Lima, Perú; Kampala, Uganda; Benevente, Portugal; y Manila, Filipinas, bajo la dirección de un grupo consejero estratégico y con el seguimiento de expertos y practicantes. Los colaboradores se indican a continuación:

Sr. Mallik Aradhya,
Junta de Suministro y Drenaje de Agua Urbana de Karnataka, India.

Dr. Akiça Bahri,
Centro Africano del Agua, Túnez

Sra. Eva Barrenberg OMS, Alemania

Sr. Robert Bos, OMS, Suiza (jubilado)

Prof. Gueladio Cissé,
Swiss TPH (Instituto Suizo de Salud Pública y Tropical), Suiza

Sr. Anders Dalsgaard. Universidad de Copenhague, Dinamarca

Sr. Luca Di Mario, Universidad de Cambridge, Reino Unido

Sra. Jennifer De France, OMS, Suiza

Dr. Pay Dreschel IWMI
(Instituto Internacional de Gestión del Agua), Sri Lanka

Dr. Jonathan Drewry, OPS
(Organización Panamericana de la Salud), Perú

Sr. Phuc Pam Duc, Escuela de Salud Pública de Hanoi, Viet Nam

Sr. Samuel Fuhrimann,
Swiss TPH (Instituto Suizo de Salud Pública y Tropical), Suiza

Sr. Bruce Gordon, OMS, Suiza

Dr. Ramakrishna Goud, Colegio Médico St John's, Karnataka, India

Dr. Johannes Heeb, cewas
(Centro Internacional para la Gestión del Agua), Suiza

Sr. Abdullah Ali Halage,
Escuela de Salud Pública, Universidad de Makerere, Uganda

Sr. Darryl Jackson, Consultor independiente, Nepal

Dr. Ghada Kassab, Universidad de Jordania, Jordania

Sr. Avinash Krishnamurthy,
Fundación Medioambiental Biome, Karnataka, India

Dr. M. Shashi Kumar, Colegio Médico St John's, Karnataka, India

Sr. Bonifacio Magtibay, OMS, Filipinas

Prof. Duncan Mara, Universidad de Leeds (jubilado), Reino Unido

Sra. Cristina Martinho, Acquawise, Portugal

Sra. Kate Medlicott, OMS, Suiza

Sra. Raquel Mendes, Acquawise, Portugal

Sr. Babu Mohammed,
Corporación Nacional de Agua y Aguas Residuales, Uganda

Sr. Chris Morger, Helvetas, Suiza

Sra. Ashley Murray, anteriormente Waste Enterprisers, Ghana

Sr. Julio Moscoso, Consultor independiente, Perú

Sr. Collins Mwesigye, OMS, Uganda

Dr. Teófilo Monteiro, OPS
(Organización Panamericana de la Salud), Perú

Dr. Charles Niwagaba, Universidad de Makerere, Uganda

Sr. Ton Tuan Nghia, OMS, Viet Nam

Dr. Miriam Otoo,
IWMI (Misiones Internacionales de Agua), Sri Lanka

Dr. Jonathan Parkinson,
anteriormente IWA (Asociación Internacional del Agua)

Sr. Lars Schoebitz, Eawag, Suiza

Sr. Steve Smith, Acquawise, Portugal

Prof. Thor-Axel Stenström,
Universidad de Tecnología de Durban, Sudáfrica

Dra. Linda Strande, Eawag, Suiza

Sr. Marinus van Veenhuizen, Fundación ETC, Países Bajos

Sr. S Vishwanath,
Fundación Medioambiental Biome, Karnataka, India

Sr. Tuan Anh Vuong, Epidemiólogo consultor, Viet Nam

Dr. Mirko Winkler, Swiss TPH
(Instituto Suizo de Salud Pública y Tropical), Suiza

Dr. Christian Zurbrügg, Eawag, Suiza

ÍNDICE

Prólogo.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Glosario.....	ix
Abreviaturas.....	xii
Introducción a la Planificación de la seguridad del saneamiento (PSS).....	1
Módulo 1 Preparación para la Planificación de la seguridad del saneamiento.....	7
1.1 Establecer las áreas prioritarias o actividades.....	9
1.2 Establecimiento de los objetivos.....	10
1.3 Definición del límite del sistema y de la organización líder.....	10
1.4 Conformación del equipo.....	10
Nota Orientativa.....	12
Herramientas.....	13
Ejemplos.....	14
Módulo 2 Descripción del sistema de saneamiento.....	21
2.1 Mapeo del sistema.....	23
2.2 Caracterización de las fracciones de residuos.....	24
2.3 Identificación de los grupos de exposición potenciales.....	24

2.4 Recopilación de la información sobre cumplimiento y el contexto	25
2.5 Validación de la descripción del sistema	25
Nota Orientativa	26
Herramientas	33
Ejemplos	34
Módulo 3 Identificación de los eventos peligrosos, evaluación de las medidas de control existentes y los riesgos de exposición	39
3.1 Identificación de los peligros y los eventos peligrosos	41
3.2 Definición detallada de los grupos de exposición y las rutas de exposición	42
3.3 Identificar y evaluar las medidas de control existentes	42
3.4 Evaluación y priorización del riesgo de exposición	43
Nota Orientativa	45
Herramientas	51
Ejemplos	54
Módulo 4 Desarrollo e implementación de un plan de mejora incremental	58
4.1 Consideración de las opciones para controlar los riesgos identificados	59
4.2 Uso de opciones seleccionadas para desarrollar un plan de mejora incremental	60
4.3 Implementación del plan de mejora	60
Nota Orientativa	61
Ejemplos	64

Módulo 5 Monitoreo de las medidas de control y verificación del desempeño.....	69
5.1 Definición e implementación del monitoreo operativo.....	71
5.2 Verificación del desempeño del sistema.....	72
5.3 Auditoría del sistema.....	72
Nota Orientativa.....	73
Herramientas.....	79
Ejemplos.....	81
Módulo 6 Desarrollo de los programas de apoyo y revisión de los planes.....	85
6.1 Identificación e implementación de programas de apoyo y procedimientos de gestión.....	87
6.2 Revisión y actualización periódicas de los productos del PSS.....	87
Nota Orientativa.....	88
Ejemplos.....	89
Ejemplo práctico: PSS en Newtown.....	91
Referencias.....	118
Lecturas adicionales.....	120
Anexos	
Anexo 1 Ejemplo de medidas de control para peligros biológicos.....	122
Anexo 2 Resumen de los riesgos microbianos para la salud asociados al uso de aguas residuales en el riego....	135
Anexo 3 Peligros químicos para las aguas residuales en la agricultura y la acuicultura.....	136

GLOSARIO

Este glosario explica con un lenguaje sencillo los términos que se usan frecuentemente en las Directrices de la OMS para el uso seguro de las aguas residuales, excretas y aguas grises (Directrices de la OMS de 2006) y en este manual sobre la PSS. Su intención no es proporcionar definiciones precisas de términos científicos o técnicos. Si desea consultar un glosario más extenso, refiérase a las Directrices de la OMS de 2006 (Volumen 1, Anexo 1; Volumen 2, Anexo 4; Volumen 3, Anexo 4 y Volumen 4, Anexo 1).

Término	Explicación con un lenguaje sencillo
Acuicultura	Cultivo de plantas o cría de animales en el agua (agricultura acuática).
Agricultura altamente mecanizada	Prácticas agrícolas en las que los trabajadores agrícolas suelen arar, sembrar y cosechar con tractores y equipos relacionados y podría esperarse que usen guantes cuando trabajan en los campos de regadío. Esto es representativo de las condiciones de exposición en los países industrializados.
Aguas grises	Agua de la cocina, baños y lavanderías que, por lo general, no contiene concentraciones significativas de excretas.
AVAD	Años de vida ajustados por discapacidad (AVAD). Métrica poblacional referida a los años de vida perdidos debido a una enfermedad o muerte.
Cultivos altamente mecanizados	Cultivos que crecen sobre la tierra y que normalmente no tocan el suelo (por ej., la mayoría de los frutales).
Cultivos de crecimiento bajo	Cultivos que crecen por debajo del suelo, o justo por encima de él, pero en contacto parcial con el suelo (por ej., zanahorias, lechugas, tomates o pimientos, dependiendo de las condiciones del cultivo).

Cultivos de hojas	Cultivos cuyas hojas se cosechan y se consumen crudas o cocidas (por ejemplo, la lechuga, apio, espinacas, verduras verdes para ensaladas).
Enfermedades transmitidas por vectores	Enfermedades (por ej., malaria, leishmaniasis) que pueden transmitirse de persona a persona a través de insectos vectores (por ej., mosquitos, moscas).
Escherichia coli (E. coli)	Bacteria que se encuentra en los intestinos. Se usa como un indicador de la contaminación del agua por heces.
Evaluación cuantitativa del riesgo microbiano (ECRM)	Método para evaluar el riesgo de peligros específicos a través de diferentes vías de exposición. La ECRM tiene cuatro componentes: identificación del peligro, evaluación de la exposición, evaluación de la dosis-respuesta y caracterización del riesgo.
Evaluación del impacto ambiental	La estimación de los efectos de cualquier acción específica (planes, políticas o programas) en determinado entorno respecto a la salud de una población definida.
Evaluación del sistema de PSS	Evaluación de los peligros y riesgos del sistema de PSS.
Evento peligroso	Evento en el que las personas están expuestas a un peligro en el sistema de saneamiento. Puede ser un incidente o situación que: <ul style="list-style-type: none"> • produce o desencadena un peligro para el medio ambiente en el que los seres humanos están viviendo o trabajando, • aumenta la concentración de un peligro, o • no elimina un peligro del entorno humano.
Excrementos	Excretas no tratadas que se transportan sin agua (por ej., en contenedores o baldes).
Excretas	Heces y orina (véase también lodos fecales, residuos sépticos y excrementos).

Exposición	Contacto de un agente químico, físico o biológico con el límite exterior de un organismo (por ejemplo, por inhalación, ingestión y contacto dérmico [piel]).
Gravedad	Grado del impacto en la salud cuando ocurre un evento peligroso.
Helmintos	Los helmintos son una amplia gama de organismos que incluyen a los parásitos intestinales: trematodos (gusanos planos, también conocido comúnmente como lombrices, por ej., Schistosoma), nematodos (gusanos redondos, por ej., Ascaris, Trichuris y los anquilostomas humanos) o cestodos (tenias, por ej., Taenia solium, la "tenia del cerdo").
Huésped intermediario	El huésped invadido por un parásito en etapa juvenil antes del huésped definitivo, en donde suele ocurrir la reproducción asexual. Por ejemplo, determinadas especies de caracoles son huéspedes intermediarios de Schistosoma o el gusano plano que causa la esquistosomiasis.
Infección	El ingreso y desarrollo o multiplicación de un agente infeccioso en el huésped. La infección puede o no puede dar lugar a síntomas de la enfermedad (por ej., la diarrea). La infección se puede medir mediante la detección de agentes infecciosos en excretas o áreas colonizadas o a través de la medición de la respuesta inmune del huésped (es decir, la presencia de anticuerpos contra el agente infeccioso).
Inspección sanitaria	La inspección sanitaria es una inspección y evaluación in situ, por personas calificadas, que revisan todas las condiciones, los dispositivos y las prácticas del sistema de saneamiento que suponen un peligro real o potencial para la salud y el bienestar de los diferentes grupos expuestos. Es una actividad que implica encontrar hechos que identifiquen deficiencias del sistema –no solo fuentes potenciales de eventos peligrosos, sino también insuficiencias y falta de integridad en el sistema que puedan dar lugar a eventos peligrosos.

Lagunas de estabilización de residuos	Lagunas superficiales que utilizan factores naturales como la luz solar, la temperatura, la sedimentación, la biodegradación, etc., para tratar aguas residuales o lodos fecales. Los sistemas de tratamiento de lagunas de estabilización por lo general consisten en lagunas anaerobias, facultativas y de maduración dispuestos en serie.
Límite del sistema de PSS	Límite dentro del cual se realiza el proceso de PSS.
Lodos fecales	Lodos de consistencia variable que se recolectan de los sistemas de saneamiento in situ, tales como letrinas, baños públicos que no están conectados al alcantarillado, tanques sépticos y letrinas de pozo anegado. Los residuos sépticos, es decir, los lodos fecales recolectados de tanques sépticos, se incluyen en este término (véase también excretas y excrementos).
Medida de control	Cualquier acción y actividad (o barrera) que se puede usar para prevenir o eliminar un peligro relacionado con el saneamiento, o reducirlo a un nivel aceptable.
Monitoreo de verificación	La aplicación de métodos, procedimientos, pruebas y otras evaluaciones, además de los que se utilizan en el monitoreo operativo para determinar el cumplimiento de los parámetros de diseño del sistema y/o si el sistema cumple los requisitos especificados (por ej., los análisis microbiológicos de calidad del agua para <i>E. coli</i> o huevos de helmintos, análisis microbianos o químico de cultivos irrigados).
Monitoreo operativo	La ejecución de una secuencia planificada de observaciones o mediciones de los parámetros de control para evaluar si una medida de control está funcionando de acuerdo con las especificaciones del diseño (por ej., la turbiedad en el tratamiento de aguas residuales). Se enfatiza el seguimiento de parámetros que se pueden medir de forma rápida y sencilla y que pueden indicar si un proceso está funcionando correctamente. Los datos del monitoreo operativo deben ayudar a los gerentes a hacer correcciones que pueden evitar peligros por desperfectos.

Objetivo basado en la salud	Determinado nivel de protección de la salud en relación con una exposición. Esto puede basarse en una medida de la enfermedad, o la ausencia de una enfermedad específica relacionada con esa exposición. En las Directrices de la OMS de 2006, el objetivo basado en la salud recomendado es de 10 ⁻⁶ AVAD por persona al año.
Organización líder	La organización o agencia que toma el liderazgo del proceso de PSS.
Paso del saneamiento	Los pasos del saneamiento son elementos o componentes esenciales del sistema de PSS que ayudan a analizar el sistema de saneamiento. Por lo general, los elementos pueden consistir en: la generación de desechos, la recolección/transporte (o transferencia), el tratamiento, y el uso o disposición de residuos.
Patógenos	Organismos que causan enfermedades (por ej., bacterias, helmintos, protozoarios o virus).
Peligro	Un componente biológico, químico o físico que puede causar daño a la salud humana.
Reducción logarítmica	Eficiencia en la reducción de organismos: 1 unidad log = 90%; 2 unidades log = 99%; 3 unidades log = 99,9% y así sucesivamente.
Residuos sépticos	Residuos sépticos que se recolectan de los tanques sépticos.
Riego localizado	Tecnologías de riego que aplican el agua directamente a los cultivos, ya sea a través del riego por goteo o por borboteo. Generalmente, los sistemas de riego localizado usan menos agua, lo que reduce la contaminación del cultivo y disminuye el contacto humano con el agua de riego.
Riego restringido	Uso de aguas residuales para cultivos de consumo humano que no se comen crudos (es decir, que se cocinan antes de comer, por ej., las patatas).
Riego sin restricciones	El uso de aguas residuales tratadas en cultivos que generalmente se consumen crudos.

Riesgo	La probabilidad y las consecuencias de que ocurrirá un evento con un impacto negativo.
Riesgo tolerable para la salud	Definición del nivel de riesgo para la salud derivado de una exposición específica o enfermedad que es tolerado por la sociedad; se utiliza para establecer objetivos basados en la salud.
Ruta de exposición	La vía o ruta a través de la cual la persona se expone a un peligro.
Sistema de saneamiento	La cadena de saneamiento combinado desde la generación de residuos hasta el uso y disposición final.
Agricultura intensiva en mano de obra	Prácticas agrícolas típicas de los países en desarrollo, en las que las personas están en contacto cercano con el suelo, el agua y los productos agrícolas.
Tubérculos	Cultivos cuya raíz es comestible (por ej., zanahorias, patatas, cebollas, remolacha).
Validación	(1) Comprobación de que el sistema y sus componentes individuales son capaces de cumplir los objetivos especificados (por ej., los objetivos de reducción de microbios). La validación debe ser parte de la documentación cuando se desarrolla un nuevo sistema o se añaden nuevos procesos. (2) Con respecto a la validación de la descripción del sistema (que se explica en el Módulo 2 de este manual), la validación proporciona evidencia de las características y desempeño que se esperan del sistema (por ej., el grado previsto de reducción de la contaminación).
Vector de enfermedad	Aquí se define como un insecto que transporta la enfermedad de un animal o ser humano a otro (por ejemplo, los mosquitos).
Vigilancia sanitaria	Programa de vigilancia, que a menudo incorpora inspecciones sanitarias y que evalúa de forma continua y vigilante la seguridad y la aceptabilidad del sistema de saneamiento respecto a la salud pública.

ABREVIATURAS USADAS EN EL MANUAL

APPCC	análisis de peligros y puntos críticos de control
AVAD	años de vida ajustados por discapacidad
C	grupo de consumidores expuestos
DBO	demanda bioquímica de oxígeno
DQO	demanda química de oxígeno
ECRM	evaluación cuantitativa del riesgo microbiano
EIA	evaluación del impacto ambiental
F	grupo de agricultores expuestos
L	grupo de la comunidad local expuesto
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	organización no gubernamental
POE	procedimiento operativo estándar
PSA	planes de seguridad del agua
PSS	planificación de la seguridad del saneamiento / plan de seguridad del saneamiento
PTAR	planta de tratamiento de aguas residuales
SS	sólidos suspendidos
STPH	Swiss Tropical and Public Health Institute (Instituto Suizo de Salud Pública y Tropical)
W	grupo de trabajadores expuestos

INTRODUCCIÓN A LA PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL SANEAMIENTO (PSS)

¿Por qué la planificación de la seguridad del saneamiento?

El propósito subyacente de las intervenciones de saneamiento es proteger la salud pública. La gestión y las inversiones en mejorar los sistemas de saneamiento se deben hacer en base a una adecuada comprensión de los riesgos reales para la salud relacionados con los sistemas y de cómo se podrían controlar mejor estos riesgos.

La planificación de la seguridad del saneamiento (PSS) es una herramienta de gestión basada en el riesgo para los sistemas de saneamiento. Este manual se centra en el uso seguro de residuos humanos. Permite a los usuarios:

- identificar y gestionar sistemáticamente el riesgo para la salud a lo largo de la cadena de saneamiento;
- orientar la inversión basada en riesgos reales a fin de promover los beneficios para la salud y minimizar los impactos adversos en la salud;
- proporcionar garantías a las autoridades y al público respecto la seguridad de los productos y servicios relacionados con el saneamiento.

La PSS brinda una estructura que permite reunir a actores de diferentes sectores para identificar riesgos para la salud en el sistema de saneamiento y llegar a un acuerdo sobre las mejoras y el monitoreo regular. El enfoque

garantiza que las medidas de control se apliquen a los principales riesgos para la salud y enfatiza las mejoras incrementales que se harán con el tiempo. Es aplicable a entornos de altos y bajos recursos. Se puede usar tanto en la etapa de planificación para nuevos esquemas, como para mejorar el desempeño de sistemas existentes.

La PSS pone de manifiesto el rol de liderazgo del sector salud en el uso de aguas residuales, excretas y aguas grises, y ayuda a darle una perspectiva humana a sectores tradicionales no relacionados con la salud como la ingeniería sanitaria y el sector agrícola.

Público objetivo, usos y enfoque

Este manual de PSS brinda orientación práctica paso a paso para ayudar en la implementación de las Directrices de la OMS para el uso seguro de aguas residuales, excretas y aguas grises publicadas en el 2006. Sin embargo, el enfoque y herramientas en el manual pueden aplicarse a todos los sistemas sanitarios para garantizar que el sistema cumpla con los objetivos de salud.

El manual de la PSS está destinado a una variedad de usuarios de diferentes niveles:

Directrices de la OMS para el uso seguro de las aguas residuales, excretas y aguas grises

Las Directrices de la OMS para el uso seguro de las aguas residuales, excretas y aguas grises proporcionan un marco general a la gestión de riesgos para la salud asociados al uso de residuos humanos en la agricultura y la acuicultura. Las Directrices de 2006 sustituyen a las directrices de 1973 y 1989 y, por primera vez, se suprimieron los umbrales de calidad de los efluentes. En su lugar, ofrecen flexibilidad para seleccionar un rango de opciones de tratamiento y sin tratamiento a lo largo de la cadena de saneamiento para lograr los objetivos de protección de la salud. Este cambio reconoce que los altos niveles de tratamiento no siempre son factibles o efectivos en función de los costos y que el uso de aguas residuales, excretas y aguas grises tratadas o parcialmente tratadas es común en muchos entornos.

No hay una estimación confiable de la magnitud del uso formal e informal de aguas residuales, excretas y aguas grises. Sin embargo, es evidente que la práctica es significativa y está creciendo a nivel mundial.

El uso de aguas residuales es cada vez más atractivo para los responsables políticos y los usuarios del agua debido a la creciente escasez de agua y a la competencia en la demanda de agua. Su uso en la agricultura y acuicultura periurbana también tiene muchas ventajas en el mercado. Además de ser una fuente de agua confiable durante todo el año, las aguas residuales también contienen valiosos nutrientes que aumentan el rendimiento de los cultivos y generan ahorros porque evitan los fertilizantes artificiales y fuentes alternativas de agua.

Sin embargo, la expansión del reúso formal suele complicarse por la escasa coordinación, la complejidad en la interoperabilidad de las políticas y reglamentos para el reúso, así como por las dificultades en la identificación y gestión de riesgos reales y percibidos para la salud asociados al reúso.

Las Directrices de la OMS de 2006 se han diseñado como una ayuda para desarrollar enfoques nacionales e internacionales y ofrecen un marco para la toma de decisiones nacionales y locales referidas a la identificación y gestión de riesgos para la salud asociados al uso de aguas residuales, excretas y aguas grises en la agricultura y la acuicultura. Fundamentalmente, las Directrices de 2006 reconocen que los cambios en la política y la inversión en mejoras, ya sea en obras de infraestructura, medidas operativas o modificaciones de conducta, implican múltiples actores y toman tiempo.

Este manual sobre la PSS ayuda a los usuarios a poner en práctica las directrices mediante la presentación de los enfoques de riesgo recomendados en un proceso paso a paso. Los conceptos de coordinación y mejora progresiva en el tiempo son fundamentales para el enfoque de la PSS.

- autoridades locales (sirve como una herramienta para planificar las inversiones en saneamiento, especialmente en entornos de bajos recursos);
- gerentes de empresas públicas de alcantarillado (ayuda en el manejo de la calidad del efluente y en la protección de la salud pública y ocupacional desde la fuente hasta su uso o disposición final);
- empresas de saneamiento y agricultores (complementa los procedimientos de aseguramiento de la calidad para la seguridad de los productos finales, de los trabajadores, de las comunidades locales, y de los consumidores o usuarios del producto);
- organizaciones de la comunidad, asociaciones de agricultores y ONG (apoya los programas de agua y saneamiento a nivel comunitario en el uso seguro de residuos humanos).

Además de su uso específico al sitio relacionado con un proceso de PSS en particular, la PSS también resulta útil para aquellos que trabajan en el nivel nacional, incluidos:

- autoridades de salud y reguladores (por ejemplo, como una herramienta para introducir enfoques basados en el riesgo en el sector de saneamiento, y verificar su efectividad);
- aquellos que brindan orientación al desarrollo de políticas y programas para mejorar la gestión del saneamiento.

El uso de la PSS no está destinado a la planificación y diseño de nuevos esquemas de saneamiento de gran escala. En estos casos, la planificación puede complementarse con estudios especializados tales como evaluaciones del impacto en la salud (EIS). Una vez desarrollado el esquema, la PSS se puede usar como una herramienta de gestión permanente.

FIGURA 1. MÓDULOS DE PSS



Este manual presenta el proceso de PSS en seis módulos (Figura 1). Los siguientes capítulos guían al usuario a través de estos seis módulos, y cada uno incluye notas orientativas, herramientas de PSS y ejemplos adicionales, según corresponda.

Un entorno político propicio para la PSS

En última instancia, un país o región debe establecer marcos de políticas y capacidades para sostener la implementación y la calidad de la PSS. Este entorno propicio debe tomar en cuenta tres funciones separadas relacionadas con la PSS:

- enfoques de evaluación y gestión de riesgos en el marco de la política nacional;
- implementación de la PSS por parte de los operadores; y
- vigilancia de la PSS a cargo de una autoridad independiente.

El desarrollo de este entorno propicio tendrá muchas similitudes con la fase de desarrollo de un marco para un Plan de seguridad del agua (PSA) en muchos países. Sin embargo, dada la naturaleza intersectorial de las operaciones de saneamiento y recuperación y reúso de recursos, el proceso puede demandar una extensa discusión de las políticas para lograr el apoyo de todo el sector y la cooperación intersectorial.

El Comité Directivo descrito en el Módulo 1.1 debe ser la autoridad de coordinación general para la PSS y servir de foro para el diálogo sobre las políticas y enmiendas que sean necesarias para crear un entorno propicio para la recuperación y reúso seguro de los recursos y la PSS.

Dada la naturaleza compleja del cambio de políticas, la PSS puede llevarse a cabo mucho antes que se desarrolle un marco de políticas específico, y sus resultados pueden usarse para informar el diálogo sobre las políticas. Las evaluaciones de la PSS tales como la vigilancia o auditorías de rutina deben garantizar que la gestión de los sistemas de saneamiento sea sostenida y de calidad, y brindar retroalimentación sobre su desempeño.

El volumen 1 de las Directrices de la OMS de 2006 brinda mayor orientación sobre los principios de este entorno propicio y el establecimiento de políticas.

Implementación de las Directrices de 2006, Jordania

Jordania es un país pionero en poner en práctica el empleo planificado de aguas residuales en la agricultura. Desde 1977, el gobierno jordano promueve oficialmente el uso de las aguas residuales en la agricultura y considera las aguas residuales tratadas un recurso valioso para el sector agrícola. Aproximadamente 93% de las aguas residuales tratadas se usa para el riego, del que 24% se usa directamente para regar 3500 ha.

El uso directo se regula mediante contratos entre los agricultores y el Ministerio de Agua y Riego. Los contratos limitan los cultivos de los agricultores al forraje y los árboles, aunque las normas permiten el riego de verduras que se consumen cocinadas, cereales y cultivos industriales. La restricción añadida vino principalmente por las preocupaciones, sin verificar, por la salud y las capacidades limitadas de monitoreo.

En 2014, las autoridades jordanas emitieron directrices para la calidad del agua de riego. Estas directrices adoptaron el planteamiento centrado en la salud descrito en las Directrices de la OMS de 2006. Se está desarrollando un marco de implementación para acometer los aspectos operacionales, legislativos e institucionales enfocado en emplear las herramientas de asesoría de riesgos y de gestión y para mejorar el monitoreo.

Comparación de los planes de seguridad del saneamiento (PSS) con los planes de seguridad del agua (PSA)

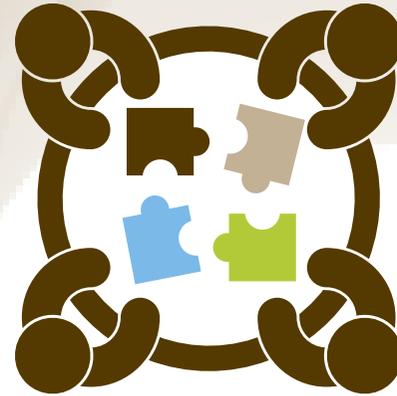
Muchos lectores estarán familiarizados con los planes de seguridad del agua (PSA). Como en el caso de los PSA, los PSS se basan en el marco de Estocolmo para la evaluación y gestión preventiva de riesgos y usa métodos y procedimientos del análisis de peligros y de puntos críticos de control (APPCC).

Los PSA proporcionan un enfoque sistemático para la evaluación, gestión y monitoreo de riesgos desde la captación del agua hasta los consumidores del agua de bebida. Del mismo modo, el PSS aplica el enfoque desde la generación de residuos sanitarios (por ej., desde el inodoro) hasta el uso y/o disposición final de residuos. Así, en el caso de reúso/reciclaje de flujos de residuos para el cultivo de alimentos, el PSS parte desde el “inodoro a la granja y luego a la mesa” o, en el caso de flujos de residuos que se liberan al medio ambiente, parte del “inodoro hasta el medio ambiente”.

Sin embargo, hay diferencias críticas en los dos enfoques. Los PSS generalmente operan en un entorno normativo menos definido, tienen objetivos múltiples, hay más grupos de interés y abordan riesgos de múltiples grupos expuestos.

	Planes de seguridad del saneamiento	Planes de seguridad del agua
Similitudes	Tiene como referente las Directrices de la OMS para el uso seguro de aguas residuales, excretas y aguas grises	Tiene como referente las Guías para la calidad del agua potable, de la OMS
	Aplica la gestión del riesgo, APPCC y el marco de Estocolmo.	Aplica la gestión del riesgo, APPCC y el marco de Estocolmo
	Componentes esenciales: (1) evaluación del sistema; (2) monitoreo; (3) gestión	Componentes esenciales: (1) evaluación del sistema; (2) monitoreo; (3) gestión
	Sigue la cadena del saneamiento	Sigue la cadena del abastecimiento del agua de bebida
Diferencias	Considera múltiples grupos expuestos a los peligros microbiológicos, físicos y químicos	Considera solo un grupo de exposición (consumidores del agua de bebida) a los peligros microbiológicos, físicos, químicos y radiactivos
	Abarca desde la generación de residuos hasta su uso y descarga en el ambiente	Abarca desde la captación del agua hasta el punto de entrega del agua de bebida
	Usualmente no tiene un marco normativo claro – los roles y responsabilidades los comparten diferentes sectores y niveles	Usualmente opera con un marco normativo claro
	Objetivos – reducir los impactos negativos a la salud derivados del uso de aguas residuales, excretas o aguas grises y maximizar los beneficios de su uso	Objetivos – asegurar de manera consistente la seguridad y aceptabilidad del abastecimiento del agua de bebida y reducir el riesgo de contaminación del agua de bebida
	Entidad ejecutora – varía dependiendo de los objetivos, habilidades y recursos	Entidad ejecutora – empresa de agua o asociación comunitaria en los sistemas de abastecimiento pequeños

Nota: El marco de Estocolmo representa un marco armonizado para la elaboración de directrices y normas en función de los peligros microbiológicos relacionados con el agua. Proporciona el marco conceptual de las Directrices de la OMS de 2006. En términos muy simples, sus elementos clave son: la evaluación de la salud pública y de los riesgos; los objetivos de salud; la gestión del riesgo basada en la exposición ambiental informada y el riesgo aceptable (para más detalles, véase las Directrices de la OMS de 2006 Vol. 1, 36).



MÓDULO 1

PREPARACIÓN PARA
LA PLANIFICACIÓN DE
LA SEGURIDAD DEL
SANEAMIENTO

MÓDULO 1

PREPARACIÓN PARA LA PSS

NÚMERO DE MÓDULOS

- 1.1 Establecer las áreas prioritarias o actividades
- 1.2 Establecer los objetivos
- 1.3 Definición del límite del sistema y la organización líder
- 1.4 Conformación del equipo

PRODUCTOS

- Acordar las áreas prioritarias, propósito, alcance, límites y liderazgo para la PSS
- Un equipo multidisciplinario que represente la cadena de saneamiento para el desarrollo y la implementación del Plan de seguridad del saneamiento.

Visión general

La preparación para el proceso de la PSS requiere claridad sobre: el área prioritaria, los objetivos de salud pública específicos del PSS y los componentes en la cadena de saneamiento que deben ser incluidos para cumplir los objetivos. Además, se debe identificar a una organización líder y al equipo. Estos deben representar los diversos pasos del sistema de saneamiento.

El **Módulo 1.1** establece en detalle los principales retos de saneamiento para el PSS a fin de garantizar que el PSS aborde las áreas o actividades que representan los mayores riesgos para la salud.

El **Módulo 1.2** se centra en los productos del PSS al garantizar que respondan a los objetivos de salud pública acordados para el sistema.

El **Módulo 1.3** ayuda a impulsar y sostener el proceso de PSS y garantizar que el alcance sea comprendido por todas las partes interesadas y sea gestionable.

Los Módulos 1.1, 1.2 y 1.3 están interrelacionados, y puede que se necesite seguir un proceso iterativo para completar las acciones hasta que estén totalmente armonizadas.

El **Módulo 1.4** garantiza el amplio compromiso de las partes interesadas con el diseño e implementación de todo el proceso de PSS. Esto es de particular importancia en sistemas de saneamiento puesto que la responsabilidad a lo largo de la cadena de suministro casi nunca forma parte del alcance de una organización.

El **Módulo 1** debe desarrollarse de forma que se adapte a las circunstancias y contexto locales.

1.1 Establecer las áreas prioritarias o actividades

Puede que las entidades interesadas en un sistema de saneamiento que ya está a un nivel manejable o requiere una sola actividad de saneamiento no necesiten llevar a cabo el Módulo 1.1, puesto que su área o actividad prioritaria ya está definida. Sin embargo, en su PSS deben considerar toda la cadena de saneamiento desde la generación de residuos hasta el reuso o disposición para su área o actividad en particular.

El Módulo 1.1 es relevante para entidades que tienen interés o responsabilidad por una amplia variedad de actividades de saneamiento (por ejemplo, autoridades municipales, empresas públicas de alcantarillado, autoridades sanitarias). Esta acción ayuda a identificar los focos específicos del proceso del PSS. Esto implica establecer un Comité Directivo e identificar y acordar un área o áreas prioritarias del PSS dentro de un área geográfica más grande (por ejemplo, una ciudad o un distrito). Como alternativa, se puede tomar la decisión de centrarse en una actividad de saneamiento específica (por ejemplo, manejo de lodos fecales). Ello debe garantizar que el PSS aborde las áreas o aspectos que representen los mayores riesgos para la salud, y reconocer a la vez que los riesgos para la salud pueden variar con el tiempo, temporalmente o como resultado de una epidemia.

El Comité Directivo debe ser una entidad representativa con una supervisión combinada de las actividades de saneamiento/reuso en el área. Sus productos incluirían:

- liderazgo y supervisión de todo el proceso;
- áreas prioritarias acordadas para el PSS;
- involucramiento y compromiso de la alta gerencia de la organización líder, y garantía en la asignación de recursos financieros;
- diálogo sobre las políticas y enmiendas según sea necesario para crear un entorno propicio para la recuperación y reuso seguro de los recursos.

Las consideraciones para seleccionar las áreas o actividades prioritarias incluyen:

- a) Cobertura y desempeño de los sistemas de saneamiento:
 - todos los puntos de descarga, tratamiento, recolección, procesamiento, disposición y reuso con particular énfasis en los flujos de residuos que reciben un tratamiento inadecuado o desconocido y residuos de alto riesgo (por ejemplo, descargas hospitalarias e industriales);
 - tipo y condición de los baños incluidas la ubicación y frecuencia de la defecación al aire libre;
 - manejo de lodos fecales, ubicación y puntos de descarga, vertimiento o uso de lodos;
 - descargas de aguas residuales no tratadas o parcialmente tratadas a drenajes de aguas de lluvia y canales abiertos, y sus impactos aguas abajo;
 - actividades en las que los residuos humanos se mezclan, procesan o disponen con residuos animales o sólidos.
- b) Factores agravantes:
 - áreas con alto grado de reporte o sospecha de enfermedades relacionadas con el saneamiento (por ejemplo, helmintiasis transmitida por el suelo, esquistosomiasis e infecciones por protozoarios intestinales);
 - áreas de alta densidad poblacional;
 - poblaciones vulnerables (por ejemplo, campamentos de trabajadores migrantes/asentamientos informales, recolectores de residuos, personas que viven cerca a cuerpos de aguas superficiales altamente contaminados);
 - áreas propensas a inundaciones;
 - cuencas hidrográficas para el abastecimiento de agua y bocatomas afectadas por aguas residuales, excretas o aguas grises;
 - áreas que no cuentan con un servicio de abastecimiento de agua

o con un servicio intermitente y que, por lo tanto, requieren que la población se autoabastezca de fuentes de agua potencialmente inseguras;

- áreas con gran presencia de actividades formales o informales de uso de aguas residuales (por ejemplo, agricultura y acuicultura);
- áreas de desembocadura donde se practica la pesca de mariscos;
- áreas populares para recreación, especialmente natación, que tienen algunos insumos de residuos.

1.2 Establecer de los objetivos

El establecimiento de objetivos específicos para el PSS ayuda a definir el propósito del proceso de PSS. Si bien el objetivo general siempre debe estar relacionado con mejores resultados de salud pública, otros objetivos pueden estar relacionados con la gestión de las aguas residuales y su uso, o tener una importancia regional o nacional más amplia (por ejemplo, promoción del uso seguro de biosólidos). El Ejemplo 1.1 muestra algunos objetivos típicos del PSS.

1.3 Definición del límite del sistema y de la organización líder

El límite del PSS debe reflejar los objetivos específicos del PSS definidos en el Módulo 1.2. Se deben definir límites claros e identificar a una institución líder.

Puede que los límites del PSS tengan que definirse para adaptarse a:

- el alcance de las operaciones de una empresa de saneamiento;
- los límites administrativos;
- los límites de la cuenca hidrográfica;

- las áreas donde se usan productos residuales;
- un producto específico;
- la protección de un grupo de exposición específico.

En la práctica, es común que los límites no se adapten perfectamente a ninguna de esas clasificaciones. Se pueden definir subsistemas dentro del límite del sistema general.

La organización líder no necesita ser responsable de todos los pasos del saneamiento dentro del límite. A diferencia de los PSA, donde la pertenencia institucional corresponde a la empresa de agua, la institución líder para el PSS dependerá del límite y propósito del PSS.

Véase los Ejemplos 1.2 a 1.6 y el Ejemplo práctico: PSS en Newtown.

1.4 Conformación del equipo

Realizar un análisis de partes interesadas y seleccionar a los expertos para el equipo

Con frecuencia el proceso de PSS es iniciado por una o varias personas interesadas o una organización. Sin embargo, es poco probable que ellos tengan las habilidades necesarias para identificar todos los problemas, representar al sistema en su totalidad e impulsar mejoras en todas las áreas del sistema de saneamiento. A fin de lograr el éxito del PSS, el iniciador necesitará el apoyo de:

- gerentes dentro de las organizaciones relevantes para asignar tiempo de personal y recursos al esfuerzo del PSS;
- un equipo que posea una variedad de habilidades técnicas en toda la cadena de saneamiento e incluya también a las partes interesadas.

Es preferible tener múltiples partes interesadas en el equipo del PSS. Los miembros del equipo del PSS deben ser identificados a través de un análisis de partes interesadas (Véase la Herramienta 1.1 y el Ejemplo 1.7) para garantizar que todos los pasos del saneamiento que estén fuera de las responsabilidades de la organización líder estén debidamente representados. El equipo también puede incluir representantes de grupos de exposición claves, según corresponda (véase también el Módulo 2).

El equipo del PSS debe incluir a personas con una combinación de habilidades técnicas y sanitarias de forma que los miembros colectivamente puedan definir el sistema, identificar los peligros y los eventos peligrosos, y comprender cómo se pueden controlar los riesgos (por ejemplo, debe incluir expertos relevantes en agricultura y/o acuicultura). Se debe buscar un equilibrio en términos de habilidades técnicas, perspectivas de las partes interesadas incluido género, y representación de subgrupos vulnerables o socialmente excluidos.

Si bien algunas partes interesadas pueden ser importantes, su inclusión en el equipo del PSS puede no estar garantizada debido a la disponibilidad, el nivel de habilidad o la practicidad de mantener a un número manejable de personas en el equipo. El compromiso con dichas partes interesadas debe abordarse como parte de los programas de apoyo que se discuten en el Módulo 6.

Dependiendo de la escala del sistema, puede ser apropiado incluir a miembros independientes (por ejemplo, universidades e institutos de investigación). Como alternativa, se les puede incluir por separado en la vigilancia de salud periódica realizada por las autoridades de salud y en la evaluación externa (véase el Módulo 5.3) o en el Comité Directivo del PSS (véase el Módulo 1.1).

Véase la Nota orientativa 1.1 y los Ejemplos 1.8 a 1.11.

Nombre a un líder de equipo

Se debe nombrar a un líder de equipo para que impulse y enfoque el PSS. Esta persona debe tener la autoridad y las habilidades organizacionales e interpersonales necesarias para garantizar que se pueda implementar el proyecto.

En situaciones donde las habilidades requeridas no estén disponibles localmente, el líder del equipo debe explorar oportunidades de apoyo externo tales como acuerdos de asociación con otras organizaciones, programas de asistencia nacional e internacional y recursos de capacitación, y consultores.

Definir y registrar los roles de las personas en el equipo

Es importante dividir las responsabilidades entre los miembros del equipo al inicio del proceso y definir y registrar claramente sus roles. Para equipos grandes, con frecuencia resulta útil elaborar un cuadro esbozando las actividades del PSS y quién será responsable de llevarlas a cabo (véase la Herramienta 1.2).

Consideraciones financieras y de gestión

El esfuerzo del PSS requerirá un compromiso en especie de tiempo y algunos costos directos durante la fase de preparación (por ejemplo, toma de muestras y realización de pruebas, recolección de datos e investigaciones de campo). Durante el Módulo 1, se pueden hacer estimados provisionales que consideren los posibles requerimientos de datos del Módulo 2 y las posibles pruebas adicionales que serán necesarias para la aplicación del Módulo 5. El proceso del PSS requeriría el apoyo de la gerencia en cuanto a la asignación de tiempo de personal y financiamiento inicial, en caso se requiera.

NOTA ORIENTATIVA 1.1

Lista de verificación de temas a considerar al momento de identificar al equipo del PSS y asignar responsabilidades

- ¿Están representadas las organizaciones (o partes interesadas) para todos los pasos de la cadena de saneamiento?
- ¿Están incluidas las habilidades operativas técnicas cotidianas?
- ¿Uno o más miembros tienen un entendimiento de los sistemas de gestión y de los procedimientos de emergencia?
- ¿Los miembros tienen la autoridad para implementar las recomendaciones que surgen del PSS?
- ¿Cómo se organizará el trabajo? ¿Las actividades serán regulares o periódicas?
- ¿Las actividades del equipo se pueden realizar como parte de las actividades regulares?
- ¿Cómo se involucrará a partes interesadas específicas que no están representadas en el equipo?
- ¿Cómo se organizará la documentación?
- ¿Qué apoyo técnico externo puede brindarse para apoyar al equipo?

HERRAMIENTA 1.1

Análisis de partes interesadas

PASO EN LA CADENA DE SANEAMIENTO	PARTE INTERESADA	ROL DE LA PARTE INTERESADA	FACTORES MOTIVADORES	FACTORES LIMITANTES
Véase la Nota 1	Véase la Nota 2	Véase la Nota 2: Control directo, influencia, afectada por, o interesada en	Enumere los factores que pueden motivar a la parte interesada a adoptar un sistema seguro	Enumere los factores que pueden desmotivar a la parte interesada a adoptar un sistema seguro

Nota 1: Ejemplos de los pasos de la cadena de saneamiento: generación de residuos, transporte o transferencia de residuos, tratamiento, uso del producto, aplicación del producto residual para uso, disposición, consumidores o usuarios de los residuos.

Nota 2: Partes interesadas:

- tener **control directo** sobre algunos aspectos relacionados con el sistema de aguas residuales y su uso (por ejemplo, autoridad regulatoria);
- tener **alguna influencia** sobre las prácticas que afectan la seguridad del uso de las aguas residuales (por ejemplo, cooperativas agrícolas);
- resultar **afectadas por** acciones tomadas en el sistema para proteger la calidad del agua (por ejemplo, comunidad local); o
- estar **interesadas en** la calidad del agua (por ejemplo, una ONG que trabaja con personas afectadas por el sistema).

El volumen 4, sección 10.2.2 de las Directrices de la OMS sobre el uso seguro de aguas residuales, excretas y aguas grises publicadas en 2006 (OMS 2006) brinda orientación y ejemplos de partes interesadas y análisis de partes interesadas.

HERRAMIENTA 1.2

Formulario de registro de miembros del equipo del PSS sugerido

NOMBRE/TÍTULO	EN REPRESENTACIÓN DE	ROL EN EL EQUIPO DEL PSS	INFORMACIÓN DE CONTACTO	FACTORES LIMITANTES

EJEMPLO 1.1

Objetivos típicos del PSS

- Mejorar los resultados de salud pública relacionados con la recolección, tratamiento, reúso y/o disposición de residuos humanos en entornos formales e informales.
- Incrementar el servicio de parques públicos mediante el uso seguro de aguas residuales o lodos tratados o parcialmente tratados.
- Garantizar que los productos elaborados usando residuos humanos sean seguros y cumplan consistentemente con los requerimientos de calidad.
- Proteger la salud de los consumidores de hortalizas cultivadas dentro del límite del PSS, los agricultores que usan el agua para riego y los usuarios de parques en contacto con el pasto regado con aguas residuales tratadas o agua de río contaminada.
- Proteger la salud humana, promover la seguridad de los trabajadores y usuarios, y mejorar la protección ambiental.
- Promover la discusión nacional y los cambios en políticas y reglamentos para enfoques de evaluación y gestión de riesgos tales como la PSS.

EJEMPLO 1.2

Ejemplo de límites y organizaciones líderes

LÍMITE DEL SISTEMA	ORGANIZACIÓN LÍDER	EJEMPLOS
Un flujo de residuos desde la generación hasta el punto de uso, pasando por el tratamiento, y disposición, valorización y uso del producto final. Nota: esto abarca toda la cadena de saneamiento	Operador de la empresa pública de alcantarillado	Ejemplo práctico: PSS en Newtown, y Ejemplos 1.6 & 1.7
Límites administrativos (por ej., una ciudad o toda una comunidad) Nota: si un flujo de residuo está dentro de un "límite trans (administrativo)", el equipo del PSS debe permitir que todos los administradores trabajen juntos y coordinen el PSS.	Autoridad local o estructura de líderes comunitarios	Ejemplo 1.3
Un negocio basado en el uso de residuos	Propietario del negocio	Ejemplo 1.4 & mapa del sistema en el Ejemplo 2.3
Una cuenca hidrográfica / límite (por ej., un PSS a nivel de toda una cuenca como parte de un plan de gestión integral de los recursos hídricos (PGIRH))	Autoridad de gestión de la cuenca hidrográfica / Asociación de usuarios de agua	Ejemplo 1.5
Un producto específico (por ej., como parte de un plan de seguridad alimentaria / aseguramiento de la calidad para un cultivo específico donde se usan aguas residuales o biosólidos)	Asociación o cooperativas de productores; autoridad de control	No se ilustra en este manual

EJEMPLO 1.3

Pueblo peri-urbano: Karnataka, India:

Objetivos del PSS:	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las mejoras al saneamiento más críticas para la salud que puedan ser implementadas inmediatamente a nivel municipal en caso no se desarrolle infraestructura en el largo plazo. • Establecer las asociaciones apropiadas con socios en las áreas de salud y agricultura para permitir la implementación de las mejoras identificadas.
Ubicación	Pueblo peri-urbano: Karnataka, India; población de aproximadamente 25,000 habitantes.
Límite del PSS	El área del PSS se identificó como el área administrativa del pueblo. Los flujos de residuos incluyeron: el sistema de drenaje abierto/agua de lluvias/alcantarillado, el sistema de recolección y transferencia de residuos sólidos, los sistemas de saneamiento in situ, la disposición y recolección (formal e informal) de lodos de tanques sépticos, el uso del agua de drenaje/aguas residuales para la producción agrícola (formal e informal).
Organizaciones líderes	El Consejo Estatal de Agua y Saneamiento y el Departamento de Salud del Consejo Municipal.

EJEMPLO 1.4

Negocio de co-compostaje usando residuos orgánicos y aguas residuales, Viet Nam:

Objetivos del PSS	Brindar garantías de seguridad para el compost producido y proteger la seguridad de los trabajadores dentro del negocio.
Ubicación	Viet Nam
Límite del PSS	Negocio de compostaje orgánico usando efluente de aguas residuales. El límite aguas arriba fueron los baños públicos que generan las aguas residuales. El límite aguas abajo fue el punto de venta del producto de compost orgánico y su aplicación en el campo. Incluido dentro del límite estuvo la planta de tratamiento de aguas residuales in situ. El alcance del PSS no incluyó la fracción de recolección orgánica de los residuos.
Organizaciones líderes	Productor orgánico (en este caso, esta fue una sub-unidad de negocios de la empresa de residuos sólidos de la ciudad).

Basado en la experiencia de pruebas con PSS en Viet Nam

EJEMPLO 1.5

Uso indirecto en la agricultura, Perú:

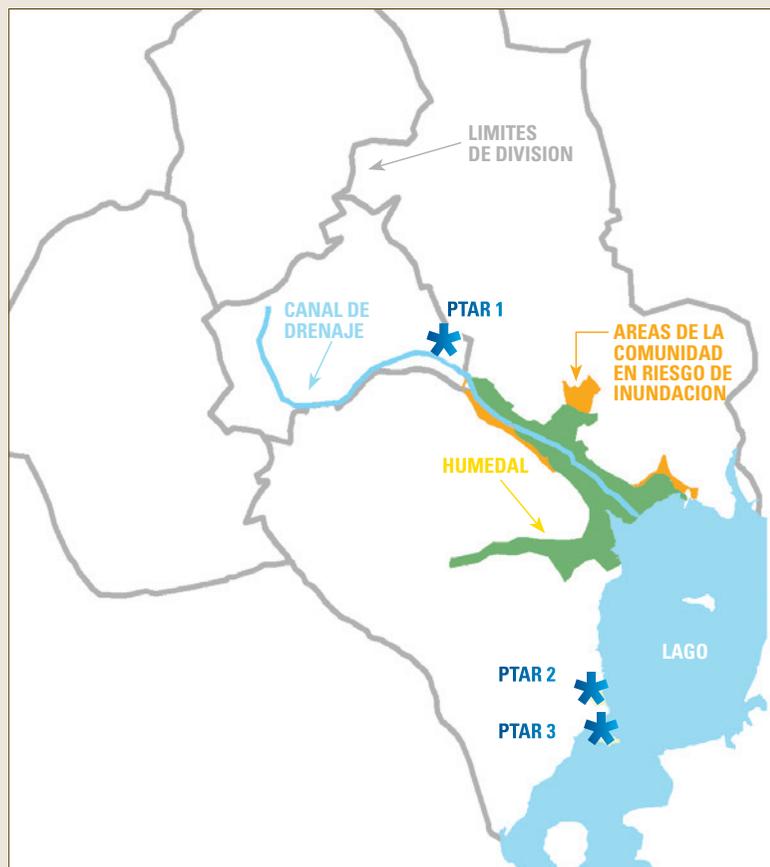
Objetivos del PSS:	Prevenir enfermedades relacionadas con el consumo de productos regados con aguas residuales y, promover la seguridad de los trabajadores agrícolas y usuarios del agua. Promover la discusión nacional y regional de cómo la evaluación y gestión de riesgos se refleja en las políticas y regulaciones nacionales relevantes.
Ubicación	El área total era adyacente a la orilla derecha del río contaminado con aguas residuales y excretas de las comunidades aledañas. Incluía parcelas agrícolas, áreas verdes, propiedades privadas y una superficie total cultivable de 1,100 hectáreas regadas con agua de río contaminada.
Límite del PSS	Para que el PSS sea más operativo, el límite del PSS debe concentrarse en tres sitios específicos dentro del área de interés de 23 hectáreas, 330 hectáreas y 250 hectáreas con más de 300 terrenos.
Organizaciones líderes	Consejo de Usuarios del Río (la entidad que gestiona los sistemas de riego en el área) con apoyo técnico y científico de una institución académica dentro del límite.

EJEMPLO 1.6

Sistema urbano de aguas residuales, manejo de lodos fecales & aplicación agrícola, Kampala, Uganda:

Objetivos del PSS	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger a los trabajadores del sistema de aguas residuales y a las comunidades, agricultores y consumidores de los productos aguas abajo. • Proteger la cuenca hidrográfica de agua de bebida del Lago Victoria.
Ubicación	Kampala, Uganda.
Límite del PSS	Se consideraron tres opciones para establecer límites y se compararon en base a: (1) cuenca hidrográfica, (2) responsabilidades del operador de aguas residuales y (3) límites administrativos de la ciudad. Si bien se reconoció que usar el límite de la cuenca hidrográfica era el objetivo final, el PSS piloto adoptó límites de áreas operativas más manejables que aún abordaban las áreas probables de mayor riesgo. Por lo tanto, los límites del PSS piloto consistieron en: la red de alcantarillado, las plantas de tratamiento y el canal de humedales de Nakivubo (donde se lleva a cabo la agricultura usando el efluente de la planta de tratamiento antes de ser descargado al Lago Victoria, que actúa como el suministro de agua de bebida para la ciudad de Kampala). Véase la figura 2 a continuación.
Organizaciones líderes	Corporación Nacional de Agua y Saneamiento (National Water and Sewerage Corporation, NWSC), que es una empresa de agua responsable de la provisión de servicios de agua y saneamiento en Uganda, en colaboración con la Autoridad de la Ciudad Capital de Kampala (Kampala Capital City Authority, KCCA).

FIGURE 2.



Sistema de aguas residuales urbanas, la gestión de los lodos fecales y aplicación agrícola, Kampala, Uganda

EJEMPLO 1.7

Análisis de partes interesadas, Perú: uso directo de aguas residuales tratadas para regar áreas verdes de un gran parque público

El primer criterio para elegir a los miembros del Comité Directivo fue incluir a todos los sectores involucrados en el uso de las aguas residuales domésticas. Por lo tanto, representantes de los departamentos responsables de la recolección y tratamiento de aguas residuales, salud, ambiente, agricultura y áreas verdes, y la entidad reguladora del saneamiento fueron incluidos en el Comité Directivo liderado por la Autoridad Nacional del Agua. En Lima, donde se otorga prioridad al uso de aguas residuales tratadas para el riego de parques municipales, la Municipalidad de Lima fue incluida como el representante de los consejos distritales, que son los usuarios del agua. La academia también fue incluida como un socio estratégico, para monitorear la calidad científica de los estudios, e incluir procedimientos para la elaboración y gestión del PSS en sus programas académicos.

El Comité Directivo eligió las áreas prioritarias para implementar el PSS y sirvió como una plataforma para discutir la interoperabilidad de las leyes y reglamentos para reuso tomando en cuenta las prioridades de planificación de la ciudad.

EJEMPLO 1.8

Ejemplos de miembros del equipo del PSS

PASO DEL SANEAMIENTO	EJEMPLO DEL MIEMBRO DEL EQUIPO DEL PSS
Área de captación de residuos	Representante de los principales contaminadores al flujo de residuos (por ej., descargas de la fábrica aguas arriba).
Generadores de residuos	Federación de la industria.
Tratamiento y recolección de residuos	Operador del sistema de saneamiento. Operadores de plantas de tratamiento (por ej., operadores de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, operadores de plantas de co-compostaje, comité de gestión comunitaria de una planta de biogas).
Transporte de residuos	Operadores de camiones de recolección de lodos fecales, operadores del sistemas de recolección por tuberías.
Aplicación/reúso de residuos	Representante de agricultores, representante de trabajadores, comunidad local.
Todos los pasos desde la generación hasta la disposición y el reúso	Funcionario o experto de salud pública.

EJEMPLO 1.9

Experiencia de formación de equipos, Portugal

Antecedentes: El PSS se desarrolló para el sistema de aguas residuales de una empresa intermunicipal responsable del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento de siete municipios con una población total de 160,000 y un área de 3,300 km².

Objetivos:

Los objetivos de la empresa de agua para el PSS fueron:

- Evaluar y gestionar los riesgos de una manera holística.
- Establecer planes de mitigación e identificar oportunidades para mejorar la calidad del servicio provisto de una manera costo-efectiva y sostenible.
- Incrementar la solidez de todo el servicio de agua y aguas residuales.
- Promover el uso de las aguas residuales tratadas y el lodo de aguas residuales.
- Mejorar la protección ambiental.

Además, un objetivo primordial del PSS fue promover la discusión nacional sobre cómo el PSS podría ser desarrollado e implementado en Portugal.

Para desarrollar el PSS, se formaron tres equipos:

- Equipo de coordinación del proyecto
- Equipo del PSS
- Equipo de múltiples partes interesadas

El **equipo de coordinación del proyecto** compuesto por tres personas se formó para mantener el proyecto en marcha y garantizar que todos los temas clave sean abordados dentro de las limitaciones de tiempo.

El **equipo del PSS** estuvo compuesto por representantes de todos los departamentos de la empresa de agua, que tuvieron un impacto directo en la gestión y operación del subsistema de tratamiento y drenaje de aguas residuales, a saber: consejo de administración, departamento de calidad, departamento de producción y tratamiento, departamento de gestión de la red, departamento comercial (clientes) y del sistema de información geográfica/tecnología de la información, departamento de recursos humanos y finanzas.

El coordinador del equipo del PSS fue el gerente de calidad de la empresa de agua que tenía vínculos con todas las partes interesadas y también era líder del equipo del proyecto del PSA de la empresa.

EJEMPLO 1.10

Equipo del PSS, Consejo Municipal del Pueblo, India

El equipo de múltiples partes interesadas estuvo compuesto de actores que podían brindar aportes o apoyo al proyecto para que este fuese exitoso. Estas partes interesadas eran elegidas en base a si podían afectar o resultar afectadas por las actividades realizadas con respecto al sistema de saneamiento o porque podrían estar involucradas en la implementación de las medidas de reducción de riesgos. Representaban diferentes especialidades en la gestión de políticas, conocimientos técnicos y experiencia práctica.

Este equipo incluía representantes de: autoridades ambientales, autoridades agrícolas, reguladores, autoridad de la cuenca hidrográfica, dirección general de salud, autoridad de salud local, municipio, servicios de respuesta a emergencias y defensa civil, organizaciones no gubernamentales, estructuras organizacionales locales, socios de investigación, asociaciones de agricultores y la asociación del sector de recursos hídrico.

Un **consultor** asumió el rol de facilitador del PSS y fue quien brindó experiencia técnica. Esto incluyó la planificación y facilitación de reuniones, enlaces con el equipo del PSS y los miembros del equipo conformado por múltiples partes interesadas, identificación de las brechas de información, compilación y validación de la información recolectada y provisión de experiencia técnica en la identificación de peligros/eventos peligrosos y evaluación de riesgos.

Basado en las experiencias del PSS en Portugal.

MIEMBRO DEL PSS	CONOCIMIENTOS CLAVE/HABILIDADES/ROLES EN EL EQUIPO DEL PSS
Junta Estatal de Abastecimiento de Agua y Drenaje – Gerente Senior	<p>Conocimientos/habilidades: Aspectos técnicos del abastecimiento de agua, información contextual sobre aguas residuales y drenaje</p> <p>Rol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • líder del equipo; • brindar liderazgo y servir de enlace con el Comité Directivo del PSS, y facilitar todas las actividades en el campo; • responsabilidad global de todos los procesos del PSS; • uso de los elementos del plan de mejora del PSS para guiar la asignación de fondos para actividades de saneamiento a nivel municipal.
Consejo Municipal del Pueblo – Ingeniero Ambiental e Inspectores de Salud Senior	<p>Conocimientos/habilidades: Aspectos técnicos de salud ambiental, comunidad /contexto local y organización de la municipalidad</p> <p>Rol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • recolección de datos; • formulación del PSS (evaluaciones de peligros y riesgos); • planificación de mejoras & monitoreo/operación.
Colegio Médico	<p>Conocimientos/habilidades: Epidemiología/salud</p> <p>Rol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aportes técnicos relacionados con la medicina y la salud, y capacitación al equipo del Consejo Municipal, según sea necesario; • incorporar la evaluación de riesgos para la salud en el PSS.
Consultor	<p>Conocimientos/habilidades: Ingeniería ambiental</p> <p>Rol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilitar la organización, brindar orientación técnica y de otro tipo según sea necesario.

Para más información, véase el Ejemplo 1.3.

EJEMPLO 1.11

Equipo del PSS, Perú: uso indirecto de las aguas residuales en la agricultura

MIEMBRO DEL PSS	CONOCIMIENTOS CLAVE/HABILIDADES/ROLES EN EL EQUIPO DEL PSS
Junta de Usuarios del Río	<p>Conocimientos/habilidades: Gestión del sistema de riesgo en las áreas agrícolas adyacentes al río</p> <p>Rol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • líder del equipo; • brindar información sobre los usos, prácticas y otra información al equipo.
Institución académica dentro del límite del PSS	<p>Conocimientos/habilidades: Usuario del agua, información sobre procesos técnicos</p> <p>Rol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • información sobre procesos técnicos; • muestreo del agua, suelo, pasto.
Agricultores dentro del límite	<p>Conocimientos/habilidades: Propietarios de las tierras agrícolas y reservorios in situ</p> <p>Rol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • brindar información sobre prácticas y otra información al equipo; • permitir el muestreo de agua, suelo, hortalizas y peces; • implementadores de medidas de control en el campo (por ej., selección de cultivos, periodos de retención).
Ministerio de Salud, y Agencia Nacional de Protección Ambiental	<p>Conocimientos/habilidades: Monitoreo y reporte sobre la salud de los usuarios y consumidores</p> <p>Rol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • brindar información y muestreo sobre temas relacionados con la salud; • ejecutores de la capacitación y vigilancia de la seguridad alimentaria de los productos en el mercado.
Organismo internacional de Naciones Unidas que trabaja en salud pública (patrocinador del PSS)	<p>Conocimientos/habilidades: Cooperación técnica y movilización de socios en el sector salud</p> <p>Rol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • brindar apoyo técnico al equipo.

Para más información, véase el Ejemplo 1.5.



MÓDULO 2
DESCRIPCIÓN
DEL SISTEMA DE
SANEAMIENTO

MÓDULO 2

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO

NÚMERO DE MÓDULO

- 2.1 Mapeo del sistema
- 2.2 Caracterización de las fracciones de residuos
- 2.3 Identificación de los grupos de exposición potenciales
- 2.4 Recopilación de información sobre cumplimiento y sobre el contexto
- 2.5 Validación de la descripción del sistema

PRODUCTOS

- Un mapa validado y descripción del sistema
- Grupos de exposición potenciales
- Una comprensión de los componentes de los flujos de residuos y los peligros para la salud relacionados con los residuos
- Una comprensión de los factores que afectan el desempeño y la vulnerabilidad del sistema
- Una compilación de otra información técnica, legal y normativa pertinente

Visión general

El principal objetivo del Módulo 2 es generar una descripción completa del sistema de saneamiento dentro del límite identificado en el Módulo 1. Una comprensión detallada de todas las partes del sistema de saneamiento y sus requerimientos en cuanto al desempeño sirven de apoyo al proceso de evaluación de riesgos subsiguiente.

El **Módulo 2.1** ayuda a comprender la fuente y la ruta de los residuos a través del sistema y es esencial en la evaluación posterior de los grupos de exposición en riesgo.

El **Módulo 2.2** cubre los componentes microbiológicos, físicos y químicos de todas las fuentes, y los factores que afectarán el desempeño y la vulnerabilidad del sistema.

El **Módulo 2.3** garantiza que se identifique una clasificación inicial de los grupos expuestos y se relacione con dónde y cómo ocurre la exposición dentro del sistema. Esto se registra en relación con el mapeo en el Módulo 2.1.

El **Módulo 2.4** incluye la recolección y documentación del contexto en donde se encuentra el sistema; esto incluye requerimientos

legales y normativos, datos históricos de monitoreo y cumplimiento e información sobre el clima, el uso del suelo, la práctica cultural, los aspectos demográficos, las posibles concentraciones de contaminantes y patógenos, y la eficiencia del sistema y los componentes del sistema para reducir los riesgos. Si se identificara alguna discrepancia entre los requerimientos existentes y los peligros potenciales para la salud, estos deben ser señalados al Comité Directivo para iniciar el diálogo político correspondiente.

El **Módulo 2.5** asegura que la descripción del sistema sea completa y precisa. En esta etapa se identifican requerimientos de datos y potenciales brechas institucionales (por ej., brechas en materia de políticas).

Los productos del Módulo 2 deben brindar suficiente información para permitir al equipo del PSS identificar dónde el sistema es vulnerable a peligros y eventos peligrosos, y validar la efectividad de cualquier medida de control existente (identificada en el Módulo 3) y el desempeño del sistema.

Gran parte de la información en este Módulo puede ya haber sido recopilada si el sistema hubiese estado sujeto a investigaciones científicas tales como evaluación del impacto ambiental o en la salud. De ser así, los hallazgos de estos estudios pueden informar todos los aspectos de este y posteriores módulos.

2.1 Mapeo del sistema

Cada sistema de PSS es único y, por lo tanto, su descripción y mapas deben ser específicos.

El método elegido para mapear dependerá de la escala y complejidad del sistema. Para algunos proyectos, puede resultar útil hacer el mapeo usando un diagrama de flujo del sistema que rastree la ruta de todas las fracciones de residuos. En casos en que el límite del PSS cubra una comunidad o cuenca hidrográfica, un mapa geográfico puede resultar útil.

Los diagramas de flujo del sistema pueden ser un esquema de ingeniería simple que une los varios componentes (véase el Ejemplo 2.1), o un diagrama de proceso del sistema que usa símbolos estándar de flujo de procesos (véase los Ejemplos 2.2 y 2.3). En sistemas más grandes, puede ser más apropiado generar un esquema simplificado, haciendo referencia a información de flujo de procesos más detallada que se encuentra en otros dibujos técnicos.

El mapa del sistema debe seguir la ruta de todas las fracciones de residuos desde el punto de generación, un límite aguas arriba, hasta su uso o disposición en un límite aguas abajo. Para numerosos ejemplos de mapas del sistema desde el saneamiento in situ hasta la recolección y tratamiento centralizados, consulte Stenström et al. (2011).

Es importante asegurar que el mapeo sea preciso y no simplemente un ejercicio de escritorio. Por ejemplo, para saber qué información contextual se necesita en el Módulo 2.4, se debe comprender a cabalidad el sistema, las fracciones de residuos y los potenciales grupos de exposición. Por esta razón, se deben realizar visitas al sitio como parte del ejercicio

de mapeo y también para recolectar la información requerida en los siguientes Módulos.

En cada paso, el equipo debe registrar la información cuantitativa disponible sobre el/los flujo(s) de residuos tales como caudales y la capacidad de diseño de cada elemento del tratamiento. También resulta útil comprender la variabilidad del sistema (por ej., la variabilidad de la carga, en función de la cantidad y la concentración, en épocas de lluvias fuertes o inundaciones). Un sistema y componentes del sistema robustos podrán absorber la variabilidad con un impacto limitado en su desempeño general.

La Nota Orientativa 2.1 puede usarse como una lista de verificación para el Módulo 2.1.

2.2 Caracterización de las fracciones de residuos

El ejercicio de mapeo en el Módulo 2.1 establece la ruta de las diferentes fracciones de residuos a través del sistema de saneamiento.

En el Módulo 2.2 se caracteriza la composición de las fracciones de residuos. Este es un paso preparatorio importante para la identificación de peligros en el Módulo 3.1 y uno que ayuda a identificar los factores que afectarán el desempeño del sistema, especialmente el desempeño de los pasos del tratamiento. Una vez que se comprendan los posibles componentes del residuo tratado o no procesado, el equipo del PSS podrá enfocarse más (en el Módulo 2.4) en el cotejo y la recolección de datos sobre los peligros para la salud que podrían estar asociados al uso de los residuos o las aguas residuales.

El objetivo de la caracterización de residuos es identificar todas las diferentes fracciones de los flujos de residuos en el sistema de saneamiento. Por ejemplo, el término “aguas residuales” es amplio y describe una mezcla de diferentes componentes de residuos tales como aguas residuales domésticas, excretas y orina pero también puede incluir desbordes temporales de las aguas de lluvias o aguas residuales industriales. En consecuencia, la descripción del sistema debe definir los flujos de residuos de acuerdo con sus principales componentes (véase las Notas Orientativas 2.2 y 2.4 para más información sobre las fracciones de residuos y los factores que deben considerarse, y el Ejemplo 2.4).

2.3 Identificación de los grupos de exposición potenciales

La identificación de grupos de exposición potenciales tiene como objetivo categorizar a las personas que pueden estar expuestas a un peligro específico. Esto permite realizar una priorización adicional de las estrategias de control así como de los grupos de exposición potenciales en la evaluación de riesgos que forma parte del Módulo 3. Su identificación y caracterización inicial es una parte integral del Módulo 2.

La Herramienta 2.1 muestra las amplias clasificaciones habituales de los grupos de exposición usadas en el PSS. Las amplias clasificaciones de los grupos de exposición pueden añadirse al mapa del sistema desarrollado en el Módulo 2.1. En el Módulo 3.2, estos grupos de exposición amplios se refinarán y definirán en subgrupos para ayudar en la evaluación detallada de riesgos y peligros.

2.4 Recopilación de información sobre cumplimiento y sobre el contexto

El equipo debe compilar y resumir información contextual relevante que tendrá un impacto en el desarrollo e implementación del PSS. Cuando no haya información disponible, el equipo deberá señalar la falta de, por ejemplo, datos, estándares nacionales o especificaciones. El Comité Directivo debe considerar si hay necesidad de tomar acción adicional en estas áreas. Se debe recabar información para:

- estándares de calidad relevantes, requerimientos de certificación y auditoría;
- información relacionada con la gestión y el desempeño del sistema;
- aspectos demográficos y patrones de uso del suelo;
- cambios que se conocen o se sospechan relacionados con el clima u otras condiciones estacionales.

Utilice la Nota Orientativa 2.3 cuando recopile dicha información, tomando en cuenta que no toda la información puede ser útil y relevante para cada sistema.

En base a las definiciones de las fracciones de residuos en el Módulo 2.2, los peligros potenciales para la salud asociados a los componentes de residuos se tornan evidentes. Para caracterizar los peligros potenciales para la salud identificados usando la Nota Orientativa 2.4, se prefieren datos epidemiológicos y ambientales, cuando estén disponibles. Por ejemplo, si los helmintos han sido identificados como un peligro potencial para la salud, la caracterización tiene como objetivo determinar qué especies son endémicas y hasta qué grado. La calidad de los datos requeridos y las posibles fuentes de información varían entre las diferentes categorías de peligros potenciales. Las Notas Orientativas 2.5, 2.6 y 2.7 ayudarán a identificar y compilar la información sobre los

peligros biológicos, químicos y físicos. Esto contribuirá a la identificación de peligros para la salud reales en el Módulo 3.1.

2.5 Validación de la descripción del sistema

El Módulo 2.5 valida la descripción del sistema a través de investigaciones de campo o de otro tipo. Esto debe llevarse a cabo al momento de completar los Módulos 2.1 a 2.4 para garantizar que la información sea completa y precisa. La validación del sistema también debe brindar evidencia de las características del sistema descritas y el desempeño del sistema (por ejemplo, la supuesta eficiencia del tratamiento).

Existe una serie de métodos para realizar la investigación de campo tales como inspecciones sanitarias y vigilancia, discusiones en grupos focales, entrevistas con informantes clave y toma de muestras para pruebas de laboratorio (véase el Ejemplo 2.5). Su idoneidad dependerá de la escala y complejidad del sistema de saneamiento. Se puede obtener evidencia de la supuesta eficiencia del tratamiento a partir de una combinación de programas de pruebas, referencias técnicas o datos de validación del proceso inicial. El mapa del sistema, la descripción del sistema y la caracterización de los residuos y los factores que afectan el desempeño y la vulnerabilidad del sistema deben actualizarse luego de la validación.

NOTA ORIENTATIVA 2.1

Lista de verificación de aspectos a considerar cuando se desarrolla un mapa del sistema

- Incluir todas las fuentes de residuos – tanto las fuentes puntuales como no puntuales tales como la escorrentía.
- Garantizar que se haya tomado en cuenta el destino de todas las partes usadas y dispuestas del flujo de residuos (por ejemplo, uso o disposición para cultivos, peces o animales, suelos, agua superficial o subterránea, aire).
- Identificar todas las barreras potenciales existentes que puedan ser significativas – por ej., lagunas de detención, tanques sépticos.
- Incluir los caudales cuando se conozcan.
- Incluir la capacidad o la carga de diseño de los componentes cuando se conozcan (por ej., flujo de la planta de tratamiento o límites de carga, capacidades del sistema de transferencia).
- Incluir fuentes de agua de bebida cuando esto resulte relevante para el sistema o podría resultar afectado por el sistema de saneamiento.

NOTA ORIENTATIVA 2.2

Factores que deben considerarse cuando se caracterizan las fracciones de residuos

La(s) fuente(s) del residuo.

- La composición principal del residuo en términos de fracciones líquidas y sólidas (véase la Nota Orientativa 2.3).
- El potencial de que componentes del residuo pudiesen haberse mezclado accidentalmente y representar un riesgo (por ej., contaminación fecal de los residuos agrícolas, cuchillas de afeitar y baterías en los lodos fecales).
- La posible concentración de contaminantes físicos y químicos y microorganismos patógenos de los residuos.

NOTA ORIENTATIVA 2.3

Recopilación de información sobre cumplimiento y sobre el contexto para la descripción del sistema

Cuando se recopila información relacionada con riesgos potenciales para la salud, información a nivel institucional, características de la población y determinantes ambientales, se debe considerar lo siguiente:

a) Estándares de calidad relevantes, requerimientos de certificación y auditoría.

Los ejemplos incluyen:

- leyes y estatutos relevantes;
- reglamentos sobre descarga de efluentes u olores;
- especificaciones relacionadas con la planificación espacial de áreas urbanas, áreas ambientales vulnerables y tierras agrícolas/pastoreo y restricciones;
- regulaciones nacionales específicas relacionadas con productos agrícolas;
- directrices nacionales específicas para la preparación o planificación en caso de desastres;
- regulaciones relacionadas con el monitoreo de la calidad, vigilancia y auditoría del sistema (no financiera);
- requerimiento de certificación relacionado con productos agrícolas terminados.

b) Información relacionada con la gestión y el desempeño del sistema.

Aquí se debe brindar documentación de apoyo relacionada con el seguimiento y cumplimiento efectivos de los puntos indicados en el ítem a). Se debe tomar nota de las acciones documentadas y no documentadas. Considere estos puntos:

- datos relacionados con el monitoreo y vigilancia iniciales;
- frecuencia de la documentación;
- si se hizo un seguimiento de las fallas y/o desviaciones;
- datos epidemiológicos;
- tipos y cantidad de productos que se elaboran.

c) Datos demográficos y patrones de uso del suelo:

Considere estos puntos:

- patrón de uso del suelo, asentamientos (y asentamientos informales) dentro del área, población y actividades especiales que pudieran tener un impacto en los servicios sanitarios/producción de aguas residuales;
- consideraciones de equidad específicas tales como: etnicidad, religión, poblaciones migrantes y grupos desfavorecidos.

d) Cambios que se conocen o se sospechan relacionados con el clima y otras condiciones estacionales.

Considere estos puntos:

- variabilidad media de la carga a la planta de tratamiento durante el año;
- variación estacional del uso debido al tipo de cultivos y cosecha;
- áreas de afluencia adicionales durante épocas de fuertes lluvias e implicancias en los pasos del tratamiento (por ejemplo, necesidad de lagunas de almacenamiento adicionales);
- cambios en los patrones de uso en épocas de escasez de agua.

NOTA ORIENTATIVA 2.4

Fracciones de residuos y peligros potenciales para la salud asociados

	COMPONENTES DE RESIDUOS									
	PELIGROS BIOLÓGICOS POTENCIALES					PELIGROS QUÍMICOS POTENCIALES			PELIGROS FÍSICOS POTENCIALES	
	Virus	Bacterias	Protozoarios	Helminetos	Enfermedades relacionadas con vectores	Sustancias químicas tóxicas	Metales pesados	Objetos punzocortantes	Material inorgánico	Olores
Fracciones de residuos líquidos										
Excretas diluidas (humanas o animales)	X	X	X	X						X
Orina (humana o animal)	X	X	X	X						X
Aguas residuales domésticas	X	X	X	X	X			X	X	X
Aguas de lluvias	X	X	X	X	X	X	X	X		
Aguas fluviales	X	X	X	X	X	X	X			
Aguas residuales industriales ^{Nota 1}						X	X			
Fracciones de residuos sólidos										
Lodos fecales	X	X	X	X	X			X	X	X
Lodos de PTAR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Residuos domésticos orgánicos	X	X			X					
Residuos domésticos inorgánicos						X	X	X	X	
Residuos agrícolas (residuos de cultivos)	X	X	X	X	X			X	X	
Residuos de jardinería					X				X	
Estiércol animal/lodos	X	X	X	X	X				X	X
Residuos médicos	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Residuos industriales						X	X	X	X	X
Residuos de mataderos	X	X	X	X	X		X			X
Residuos de construcciones y demoliciones								X	X	

Nota 1: La magnitud de los peligros potenciales asociados con las aguas residuales industriales puede variar ampliamente. Por ejemplo, los peligros de los residuos industriales pueden incluir agentes patógenos y sustancias químicas. Véase Thompson et al. (2007) como ayuda para identificar contaminantes químicos potenciales de las industrias.

NOTA ORIENTATIVA 2.5

Compilación de información sobre peligros biológicos

- Las medidas de control definidas por las Directrices de la OMS de 2006 abordan la contaminación **bacteriana, viral y protozoaria** combinada sin distinguir entre los diferentes tipos y especies. Sin embargo, un indicador importante para evaluar las cargas de patógenos en residuos fecalmente contaminados, así como la eficiencia del tratamiento de las medidas de control, es la concentración de *Escherichia coli* como un organismo de referencia.
- La presencia y frecuencia de las diferentes infecciones por **helmintos** es específica al contexto. Dado que la especie y concentración de huevos de helmintos en los residuos influye en el diseño de las medidas de control, es importante determinar qué especies de helmintos son endémicas en el área de estudio.
- Cuando las especies acuícolas que se alimentan de residuos son de preocupación en un sistema de saneamiento determinado, se debe prestar especial atención a los trematodos transmitidos por alimentos y a la esquistosomiasis, puesto que la transmisión de dichos agentes de enfermedades incluye peces, plantas acuáticas o exposición a agua contaminada (véase las Directrices de la OMS de 2006, Vol. 3).
- **Enfermedades relacionadas con vectores**
Estas se relacionan con los sistemas de saneamiento de dos maneras. En primer lugar, las partes estancadas de los sistemas de drenaje, lagunas de tratamiento o residuos almacenados pueden servir como sitios de reproducción para insectos vectores. Esto no solo genera molestias para los trabajadores y comunidades cercanas sino también incrementa el riesgo de transmisión de enfermedades relacionadas con vectores. En segundo lugar, las moscas, además de reproducirse en los residuos, se alimentan de estos (por ejemplo, lodos fecales) y posteriormente, transfieren mecánicamente los patógenos a una persona o alimento.
- Ante esta situación, se recomienda que el equipo del PSS determine qué insectos vectores son de interés para la salud pública en el área de estudio y qué enfermedades relacionadas con vectores podrían transmitir.
- **Fuentes de datos potenciales**
Para obtener información sobre la presencia o ausencia de una enfermedad o patógeno específico, una evaluación documental de la literatura puede brindar información adicional. También se puede obtener información de las autoridades de salud pública (por ej., Ministerio de Salud), quienes tienen acceso al sistema rutinario de información en salud, pero esta información a menudo subestima la prevalencia de la enfermedad y depende del sistema de vigilancia médica existente. Otra manera útil de obtener la información requerida es consultar con el personal que trabaja en los establecimientos de salud dentro o cerca del área de estudio. Lo ideal es que se consulten diferentes fuentes de datos para obtener información confiable.

NOTA ORIENTATIVA 2.6

Compilación de información sobre peligros químicos

- **Los contaminantes químicos** en los residuos son un problema crítico que a menudo presenta riesgos importantes para la salud y son difíciles de controlar/eliminar. Las sustancias químicas tóxicas (por ej., insecticidas, pesticidas, productos farmacéuticos) y los metales pesados persisten y pueden acumularse en los cuerpos de agua, suelos y animales. En casos en que las sustancias químicas tóxicas o los metales pesados hayan sido identificados como un peligro potencial para la salud de acuerdo con la caracterización de residuos (Módulo 2.2), se debe determinar la información sobre el tipo de contaminantes químicos y, de ser posible, las concentraciones.

Para evaluar la idoneidad de usar un residuo determinado (por ej., aguas residuales tratadas), se debe tener en cuenta la concentración en el suelo de los suelos receptores potenciales. Véase el Anexo 3 para información sobre las concentraciones máximas tolerables de varias sustancias químicas tóxicas en el suelo tomando en cuenta la protección de la salud humana.

En el Módulo 5 se brindan comentarios adicionales sobre sustancias químicas (véase la Nota Orientativa 5.5).

- **Fuentes de datos potenciales:**

En el primer caso, se debe contactar a las autoridades ambientales para obtener información sobre fuentes de datos potenciales (por ej., programas existentes de monitoreo ambiental) de concentraciones de sustancias químicas en diferentes medios (por ej., aguas residuales, aguas fluviales).

Además, las PTAR existentes pueden tener actividades de monitoreo en curso que pueden brindar datos valiosos sobre peligros químicos. También se pueden consultar las entidades industriales o las referencias publicadas (por ej., Thompson et al., 2007) cuando los residuos industriales sean de interés.

En caso de no contar con datos suficientes, se puede justificar la recolección y análisis de muestras ambientales obtenidas de fracciones de residuos específicas o medios ambientales.

NOTA ORIENTATIVA 2.7

Compilación de información sobre peligros físicos

Los peligros físicos tales como **objetos punzocortantes** (por ej., vidrio roto, cuchillas de afeitar, jeringas), la contaminación con **material inorgánico** y los **olores** a menudo son características generales de un residuo determinado o están vinculados con una mezcla de diferentes flujos de residuos (por ej., cuchillas de afeitar y bolsas plásticas que han sido mezcladas en los lodos fecales). Puesto que la presencia o ausencia de peligros físicos tiene implicancias importantes para la mitigación de riesgos para la salud, es importante comprender a profundidad la composición y características de los residuos como parte de la caracterización de residuos.

Solo es necesario consultar fuentes de datos adicionales en base a las necesidades específicas identificadas

HERRAMIENTA 2.1

Categorías de grupos de exposición

SÍMBOLO	NOMBRE CORTO	DESCRIPCIÓN BREVE
W	Trabajadores	Una persona que es responsable de mantener, limpiar, operar o vaciar la tecnología de saneamiento.
F	Agricultores	Una persona que está usando los productos (por ej., no tratados, aguas residuales total o parcialmente tratadas, biosólidos, lodos fecales).
L	Comunidad local	Cualquiera que vive cerca o aguas abajo de la tecnología de saneamiento o parcela en donde se usa el material, y puede resultar afectado de forma pasiva.
C	Consumidores	Cualquiera que consume o usa los productos (por ej., cultivos, peces o compost) que se producen usando productos de saneamiento.

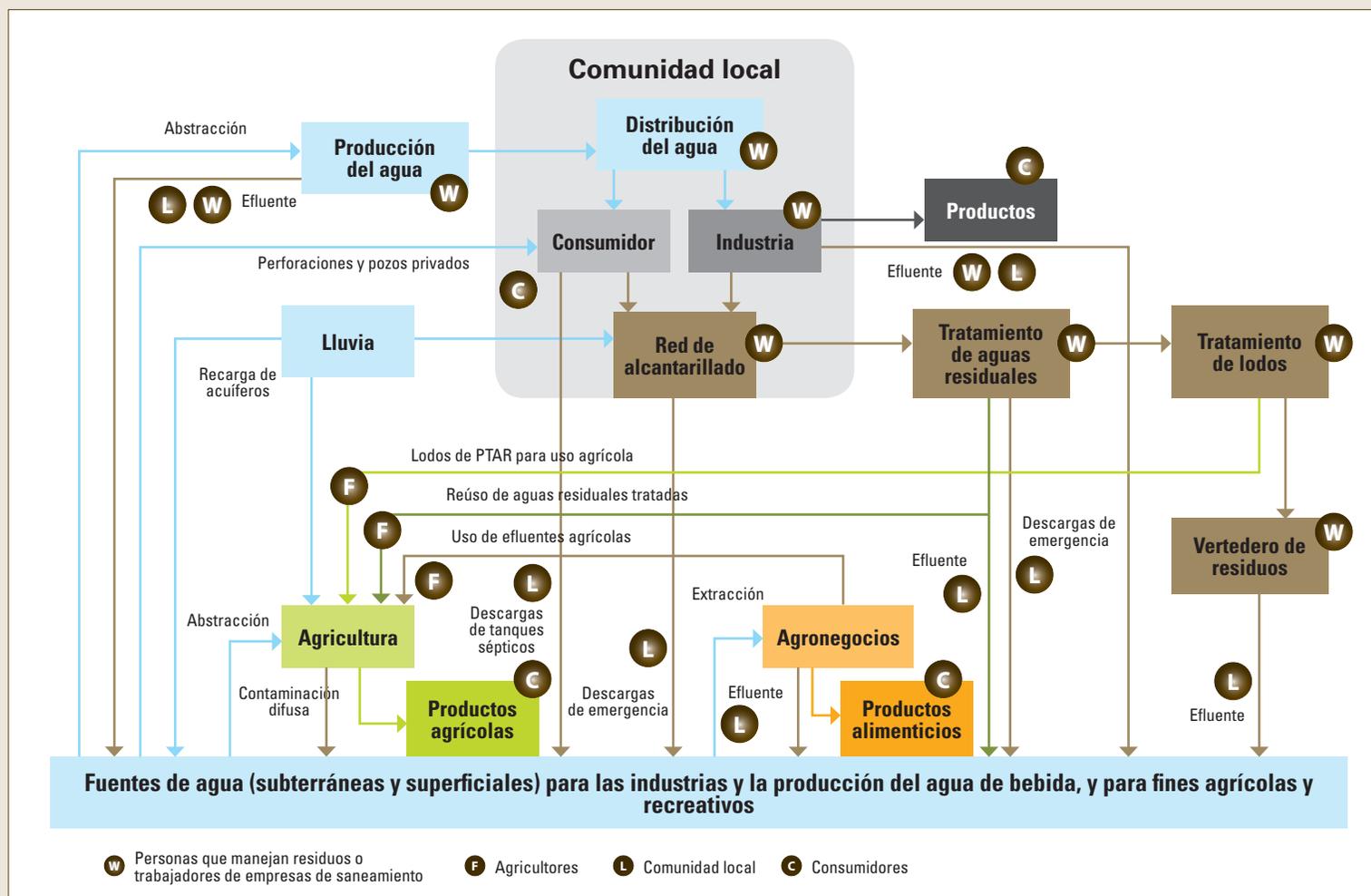
EJEMPLO 2.1

Co-compostaje de residuos sólidos municipales y lodos fecales



EJEMPLO 2.2

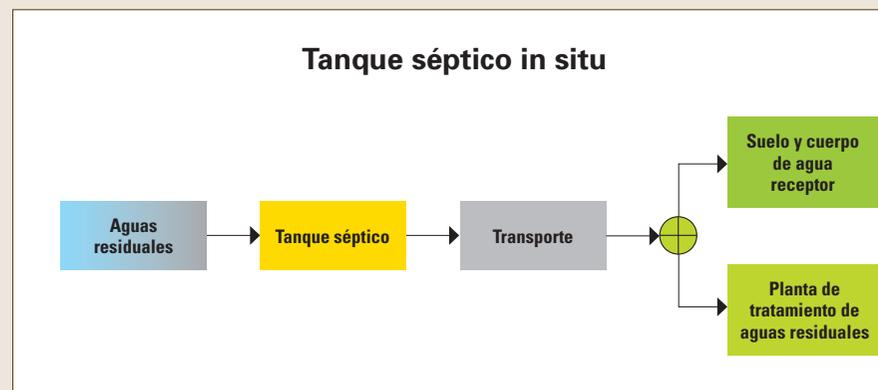
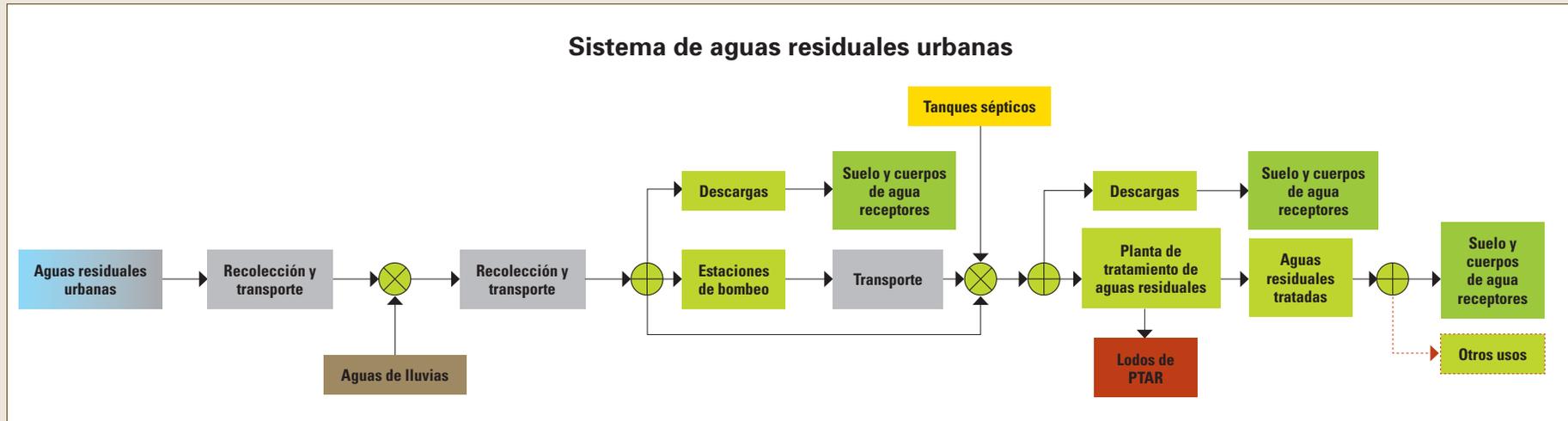
Mapeo de las múltiples fuentes de residuos (Portugal)



En base a las experiencias del PSS en Portugal.

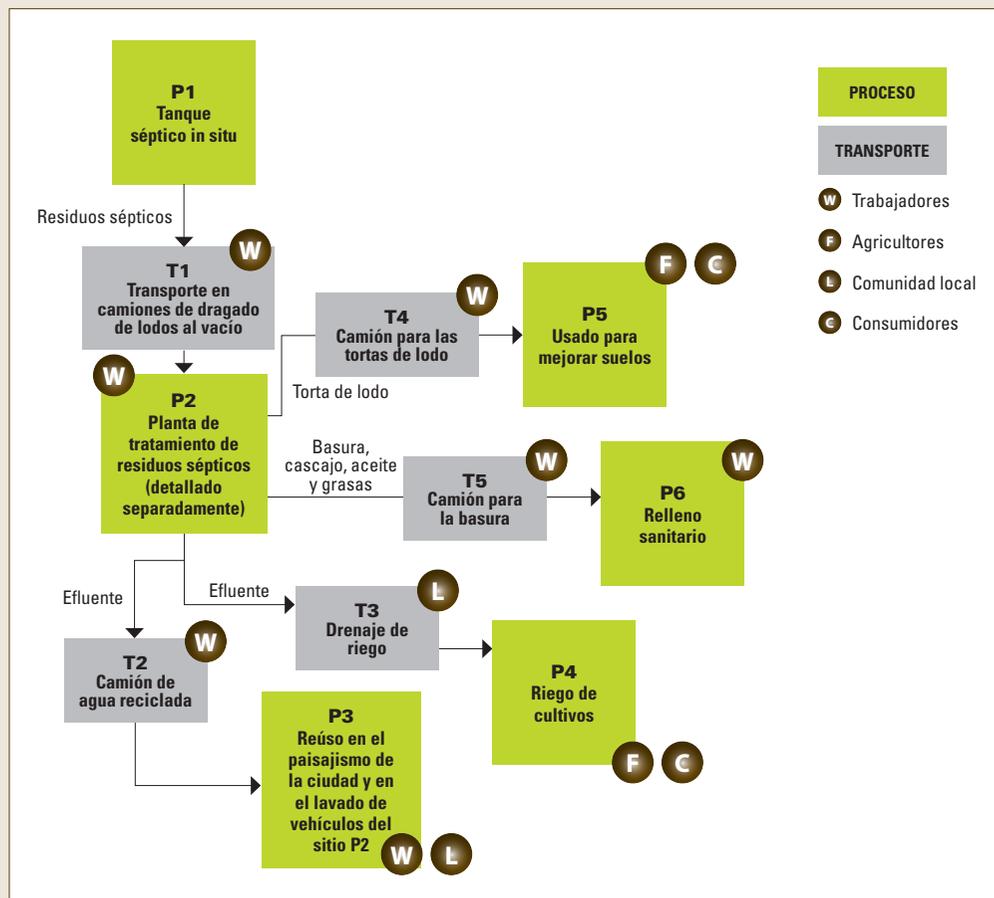
EJEMPLO 2.2 CONTINUACIÓN

Mapeo de las múltiples fuentes de residuos (Portugal)



EJEMPLO 2.3

Sistema de manejo de lodos fecales (Filipinas)



En base a las experiencias del PSS en las Filipinas.

EJEMPLO 2.4

Caracterización de residuos y peligros del uso indirecto de las aguas residuales en la agricultura, Perú

Los residuos se categorizaron de acuerdo con la fuente de residuos:

- residuos animales;
- aguas residuales domésticas;
- excretas humanas;
- residuos sólidos urbanos;
- fertilizantes agrícolas y escorrentías de pesticidas;
- relaves mineros/descargas;
- residuos industriales.

De acuerdo con estas clasificaciones, luego se caracterizaron en peligros biológicos, químicos y físicos. Para cada uno, se recolectaron y/o describieron datos incluyendo variaciones estacionales y comentarios sobre eventos inusuales. Algunos residuos (por ej., mineros e industriales) estaban relacionados con peligros químicos mientras que otros estaban asociados a peligros microbiológicos o indicadores de estos.

Se realizó una validación mediante un muestreo del agua, suelo y cultivos.

Para más información, véase los Ejemplos 1.5 y 1.11.

EJEMPLO 2.5

Enfoque de validación de la descripción del sistema usado en Kampala, Uganda

El equipo mapeó y describió el sistema usando registros y visitas de campo. La recolección de datos adicionales para la validación fue realizada por personas independientes que no estaban directamente involucradas en la descripción inicial del sistema. Personal no asociado a la red recolectó datos de validación de la red. Esto garantizó la confidencialidad y evitó el sesgo en las respuestas y análisis de datos. Al menos dos recolectores de datos observaron las acciones de los equipos de operadores de la red durante las visitas de campo.

Antes y después de la adquisición de datos, las herramientas y resultados de la recolección de datos se analizaron y discutieron dentro del equipo técnico y se capturaron aportes y opiniones colectivos.



MÓDULO 3

IDENTIFICACIÓN DE LOS
EVENTOS PELIGROSOS,
EVALUACIÓN DE LAS
MEDIDAS DE CONTROL
EXISTENTES Y LOS RIESGOS
DE EXPOSICIÓN

MÓDULO 3

IDENTIFICACIÓN DE LOS EVENTOS PELIGROSOS, EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL EXISTENTES Y LOS RIESGOS DE EXPOSICIÓN

NÚMERO DE MÓDULO

- 3.1 Identificación de los peligros y los eventos peligrosos
- 3.2 Definición detallada de los grupos de exposición y las rutas de exposición
- 3.3 Identificar y evaluar las medidas de control existentes
- 3.4 Evaluación y priorización del riesgo de exposición

PRODUCTOS

- Un cuadro de evaluación de riesgos que incluya una lista exhaustiva de los peligros, y resuma los eventos peligrosos, los grupos y rutas de exposición, las medidas de control existentes y su efectividad
- Una lista priorizada de eventos peligrosos que sirva para orientar las mejoras al sistema

Visión general

Un propósito subyacente de todos los sistemas de saneamiento es proteger la salud pública. El Módulo 3 garantiza que cualquier esfuerzo o inversión posterior que se haga en el monitoreo del sistema y en sus mejoras responda primero a los principales riesgos para la salud.

Los **Módulos 3.1 y 3.2** identifican, en detalle, quién puede estar en riesgo y cómo ocurre el riesgo durante la operación del sistema de saneamiento, o a través del uso de sus productos.

El **Módulo 3.3** determina qué tan bien protege el sistema existente a aquellos en riesgo.

El **Módulo 3.4** brinda una estructura para identificar y priorizar los riesgos más altos a fin de darles atención adicional.

Al completar el Módulo 3, el equipo del PSS habrá identificado los eventos peligrosos que presentan los riesgos más altos. Para eventos que tienen un riesgo alto porque no existen medidas de control, o porque las medidas de control no son efectivas, se desarrollarán planes de mejora para abordar dichos riesgos en el Módulo 4. Para eventos cuyas medidas de control existentes controlan adecuadamente el riesgo, el equipo sólo necesita definir y realizar el monitoreo operativo para garantizar que las medidas de control continúen funcionando según lo previsto (véase el Módulo 5).

La Nota Orientativa 3.1 muestra algunos principios que deben considerarse cuando se trabaja con el Módulo 3. Los equipos del PSS podrían adoptar los formatos usados en el Módulo 3 del PSS de Newtown para registrar los productos (véase el Ejemplo práctico: PSS en Newtown).

3.1 Identificación de los peligros y los eventos peligrosos

La identificación de peligros y eventos peligrosos ayuda a centrar los esfuerzos en la evaluación de riesgos posterior. El Ejemplo 3.1 muestra los peligros típicos para la salud en los sistemas de saneamiento. Antes de iniciar este paso, es importante comprender la sutil diferencia que existe entre los peligros y los eventos peligrosos (véase la Nota Orientativa 3.2).

El equipo debe identificar los peligros y sus eventos peligrosos asociados en cada paso de la cadena de saneamiento descrita en el Módulo 2. Al hacerlo, debe considerar:

- eventos peligrosos asociados a la operación normal del sistema (por ej., infraestructura defectuosa, sobrecarga del sistema, falta de mantenimiento, comportamientos inseguros);
- eventos peligrosos debidos a una falla en el sistema o accidente (por ej., falla parcial o total en el tratamiento, cortes de energía, avería del equipo, error del operador);
- eventos peligrosos relacionados con factores estacionales o climáticos (por ej., condiciones de inundación o sequía, cambios en el comportamiento estacional por parte de los agricultores, agricultores temporales);
- peligros y/o eventos peligrosos indirectos (por ej., peligros que podrían afectar a las personas que no están directamente involucradas en la cadena de saneamiento, a través de alimañas, vectores o los efectos sobre las comunidades aguas abajo);
- peligros acumulativos (por ej., sustancias químicas en los suelos).

Se sugiere que los equipos del PSS definan un evento peligroso separado para eventos similares que ocurren bajo diferentes circunstancias, por ejemplo, condiciones de operación normales y condiciones de inundación (véase el Ejemplo 3.2). Esto se debe a que el perfil de riesgos puede ser diferente para cada evento peligroso.

La identificación de eventos peligrosos puede incluir la consideración de deficiencias normativas y políticas, por ejemplo, la descarga de residuos industriales en el sistema de drenaje o alcantarillado puede deberse (total o en parte) a la falta de cumplimiento con las regulaciones sobre descargas. Además de los riesgos para la salud, se pueden incluir los efectos ambientales secundarios.

La identificación de peligros debe llevarse a cabo como una combinación de ejercicios de escritorio, usando la información descriptiva recopilada en el Módulo 2 y las investigaciones de campo usando herramientas similares a aquellas descritas en el Módulo 2.5.

3.2 Definición detallada de los grupos de exposición y las rutas de exposición

Grupos de exposición

La amplia clasificación y la ubicación de los grupos de exposición identificados en el Módulo 2.3 debe describirse en más detalle.

Mientras que algunos grupos de exposición, como las personas que manejan residuos, son fáciles de identificar, otros serán más difíciles (por ej., comunidades que tienen acceso a fuentes de aguas subterráneas cercanas, mano de obra temporal, asentamientos informales o poblaciones migrantes). Los aspectos demográficos, tales como género, edad y posible exclusión social de los grupos de exposición, deben tomarse en cuenta cuando estos tengan un impacto en el riesgo asociado con los eventos peligrosos. De no estar seguro, incluya dichos grupos hasta el momento en que puedan ser descartados.

Considere cada evento peligroso en el Módulo 3.1 para ayudar a identificar a

todos los grupos de personas que pudieran estar expuestas. La Herramienta 3.1 puede usarse para describir cada grupo de exposición en particular.

Rutas de exposición y transmisión

Se deben registrar las rutas de exposición esperadas (cuando se ve desde la perspectiva humana) y transmisión (cuando se ve desde la perspectiva de la fuente de contaminación) para los eventos peligrosos y grupos de exposición. Esto ayuda a comprender el riesgo y a identificar los controles apropiados.

Las rutas de exposición y transmisión para los agentes patógenos relacionados con excretas pueden ser primarias (a través de la exposición por contacto directo o la transmisión aérea a corta distancia) y/o secundaria (exposición a través de una ruta externa, como el consumo de productos contaminados). La Nota Orientativa 3.3 brinda las rutas comunes de exposición y transmisión que pueden considerarse en el PSS y comentarios más detallados sobre los tipos de rutas de exposición y transmisión.

Las rutas de exposición y transmisión de enfermedades relacionadas con excretas están directamente vinculadas con los puntos de exposición, y el riesgo de infección está vinculado con los factores potenciales de riesgo para la salud del huésped humano. Es esencial comprender estas relaciones de forma que el proceso de PSS pueda ayudar a reducir el riesgo de enfermedad.

3.3 Identificar y evaluar las medidas de control existentes

Para cada evento peligroso identificado en el Módulo 3.1, identifique qué medidas de control ya se tiene establecida para mitigar el riesgo de ese

evento peligroso. Luego, determine qué tan efectiva es dicha medida de control para reducir el riesgo de ese evento peligroso; esto puede resultar difícil pero la información sobre medidas de control se brinda en la Nota Orientativa 3.4 y el Anexo 1.

El concepto de los valores de reducción logarítmica (como una medida de la efectividad) se usa en la literatura relevante sobre cuantificación de riesgos así como en las Directrices de la OMS de 2006 y en este manual. Para una introducción a la reducción logarítmica consulte el Glosario y las Notas Orientativas 3.5 y 4.1.

Al evaluar qué tan efectivo es el control, considere:

1. Qué tan efectiva **podría ser** la medida de control existente (suponiendo que estuvo funcionando bien en todo momento): a esto se le conoce como validación de la medida de control (véase la Nota Orientativa 3.6).
2. Qué tan efectiva es la medida de control **en la práctica** (por ej., tomando en cuenta las condiciones reales del sitio, el cumplimiento efectivo de las reglas y regulaciones existentes y las actuales prácticas de operación).

La evaluación de la efectividad de la medida de control existente a menudo se basa en la literatura o en evaluaciones técnicas detalladas. El Anexo 1 y las Directrices de la OMS de 2006 (Capítulo 5 en los volúmenes 2, 3 y 4) brindan información resumida de la efectividad potencial de una variedad de medidas de control con y sin tratamiento. Datos operativos adecuados durante un periodo largo también pueden ayudar a comprender la capacidad de desempeño.

Sin embargo, para muchas medidas de control, el desempeño potencial y real puede variar. Por ejemplo, una planta de tratamiento puede no operar apropiadamente debido a un error del operador o a periodos de sobrecarga. Algunas medidas de control, tales como el uso de equipo de protección

personal, dependen del comportamiento del usuario. El Ejemplo 3.3 muestra algunas fallas en las medidas de control que deben considerarse.

El uso del sentido común por parte de miembros experimentados del equipo del PSS u otros profesionales puede ser adecuado para validar la efectividad del control. Una vez que se cuente con más datos disponibles, la evaluación de riesgos puede y debe revisarse, y se debe llevar a cabo una validación formal, si se estimase conveniente y apropiado.

3.4 Evaluación y priorización del riesgo de exposición

La identificación de peligros en el Módulo 3.1 producirá un gran número de peligros y eventos peligrosos, algunos de los cuales serán graves mientras que otros serán moderados o insignificantes. El Módulo 3.4 establece el riesgo asociado a cada uno, de forma que el equipo del PSS pueda priorizar las intervenciones.

Para el PSS, se proponen diferentes enfoques para la evaluación de riesgos con varios grados de complejidad y requerimientos de datos:

1. Evaluación de riesgos descriptiva basada en el equipo.
2. Evaluación de riesgos semicuantitativa, usando una matriz de probabilidad y severidad.
3. Métodos cuantitativos (por ej., ECRM).

Cualquier enfoque de evaluación de riesgos descriptiva o semicuantitativa debe ser implementado por varias personas dentro del equipo del PSS, ya sea de forma individual o como trabajo de grupo. Esto ayuda a incrementar la objetividad de la evaluación de riesgos y producir calificaciones consolidadas.

Los enfoques cuantitativos son especializados y por lo general, no serían utilizados por la mayoría de equipos del PSS a quienes está destinado este manual. Luego de completar la evaluación de riesgos, los niveles de riesgo obtenidos deben ser sometidos a una evaluación realista para garantizar que tengan sentido. Si tuviese duda, revise nuevamente la información y las clasificaciones.

Evaluación de riesgos descriptiva basada en el equipo

La evaluación de riesgos descriptiva basada en el equipo requiere que el equipo del PSS utilice su criterio para evaluar el riesgo de cada evento peligroso al clasificarlo de acuerdo con su nivel de riesgo (alto, medio, bajo o incierto/desconocido). Estas definiciones pueden ser establecidas por el equipo del PSS o se pueden usar aquellas provistas en la Herramienta 3.2. Sin embargo, el principio de proteger la salud pública nunca debe resultar comprometido en ninguna de las definiciones.

Si se utiliza el enfoque descriptivo basado en el equipo, el equipo puede elegir realizar una evaluación de riesgos semicuantitativa en la siguiente revisión del PSS. En cualquiera de los casos, es importante registrar los fundamentos de la decisión puesto que actúa como un recordatorio al equipo y/o auditor o revisor, de por qué se tomó dicha decisión en ese momento.

Evaluación de riesgos semicuantitativa

Un enfoque más riguroso es la evaluación de riesgos semicuantitativa. Esto es apropiado para las organizaciones en entornos regulatorios bien definidos, equipos del PSS que ya están familiarizados con la metodología APPCC o el PSA, o equipos del PSS que están trabajando en la segunda o última versión del proceso de PSS.

El método semicuantitativo requiere que el equipo del PSS asigne una probabilidad y severidad a cada evento peligroso identificado usando una matriz de riesgos para llegar a una categoría de riesgo o puntaje. En la Herramienta 3.3 se sugiere una matriz de riesgo. El equipo del PSS necesita trabajar con definiciones de probabilidad (por ej., a qué se refieren con improbable, posible y probable) y severidad (por ej., menor o mayor) previamente acordadas y aplicarlas de manera consistente (véase la Herramienta 3.3). Cuando se evalúa la severidad, considere el contenido y la concentración de los residuos (definidos en el Módulo 2) así como la magnitud de los resultados de salud asociados.

El equipo del PSS puede elegir desarrollar sus propias definiciones para probabilidad y severidad basadas en el sistema y el contexto local. Las definiciones deben incluir aspectos relacionados con el impacto potencial en la salud, impactos regulatorios e impactos en las percepciones de la comunidad o el cliente. Sin embargo, el principio de proteger la salud pública nunca debe resultar comprometido por ninguna de las definiciones.

La Nota Orientativa 3.7 brinda una lista de verificación para el proceso de evaluación de riesgos. El equipo debe resumir los riesgos más altos. Estos serán abordados en las acciones de mejora seleccionadas en el Módulo 4.

Se pueden aplicar enfoques de evaluación de riesgos más sofisticados, tomando en cuenta, por ejemplo, los incrementos potenciales en la incidencia y el número de personas afectadas.

El Anexo 2 brinda un resumen de los riesgos microbiológicos para la salud relacionados con las aguas residuales usadas en el riego. Esta información ayudará a los equipos de PSS a evaluar la severidad de los eventos peligrosos relacionados con el uso de aguas residuales para la agricultura.

NOTA ORIENTATIVA 3.1

Cómo abordar el Módulo 3

A medida que se implemente el Módulo 3, el equipo del PSS requiere:

- Una comprensión técnica de los diversos componentes del sistema – cómo funcionan, tanto en teoría como en la práctica.
- Una apreciación de las rutas de transmisión que pueden conducir a una infección o incidencia de la enfermedad.
- Una mente inquisitiva: considere:
 - ¿Cómo es que el peligro puede conducir a una incidencia de una enfermedad u otro impacto en la salud?
 - ¿Cómo lo ha hecho en el pasado?
 - ¿El peligro está siempre presente o solo está relacionado con un evento específico?
 - ¿Qué ha salido mal anteriormente en el sistema?
 - ¿Qué podría salir mal?

Al leer y aplicar el Módulo 3, los miembros del equipo se sentirán más cómodos con estos temas.

Si bien los Módulos 3.1 a 3.4 se identifican como pasos separados, en la práctica, hay un traslape considerable entre estas acciones. No es un simple proceso lineal y puede ser un proceso iterativo (por ej., después de la evaluación inicial de los peligros y los eventos peligrosos, puede resultar apropiado ajustar la evaluación inicial una vez que se hayan considerado mejor los tipos de grupos de exposición, las rutas de exposición o transmisión, y dónde se encuentran en el sistema).

Cuando se identifica la efectividad de las medidas de control, algunas de las ideas reflejadas en el Módulo 4 pueden resultar útiles.

NOTA ORIENTATIVA 3.2

Peligros versus eventos peligrosos

En un evento peligroso, las personas están expuestas a peligros derivados del sistema de saneamiento. Como se muestra a continuación, con el ejemplo de los patógenos en aguas residuales sin tratar, el peligro puede provenir de múltiples eventos peligrosos. Cada evento peligroso tiene una causa diferente, por lo que el control requerirá enfoques específicos para minimizar el riesgo. Los grupos de personas expuestas al peligro pueden ser diferentes según el evento peligroso.

Un evento peligroso bien descrito incluirá un breve comentario de las circunstancias o causas que producen el evento.

PELIGRO	EVENTO PELIGROSO	CAUSA DEL EVENTO PELIGROSO QUE AFECTA SU FRECUENCIA O GRAVEDAD	ENFOQUES PARA CONTROLAR EL EVENTO PELIGROSO	GRUPOS EXPUESTOS AL PELIGRO
Patógenos en aguas residuales sin tratar	Exposición al desagüe sin tratar por el rebose de una tubería del alcantarillado en un evento de lluvia intensa	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de distribución de tamaño insuficiente para eventos de lluvia • Falta de detección de desbordamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Estándares de diseño para establecer la frecuencia de desbordes • Mantenimiento regular del sistema de alcantarillado antes de la estación de lluvias 	Las personas que viven en áreas adyacentes al alcantarillado o aguas abajo del desborde
	Exposición al desagüe sin tratar durante la reparación y mantenimiento de una bomba de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Bombas deficientes o inadecuadas para las condiciones de operación, lo que produce constantes bloqueos (que afectan la frecuencia del evento) • Deficiente capacitación o habilidades del personal, falta de equipo • Carencia de equipo de repuesto durante el trabajo de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación del mantenimiento de equipos para reducir la frecuencia de fallas de las bombas • Selección y adquisición del tipo adecuado de bombas y rejillas en la etapa de diseño y construcción. • Equipo de protección personal para los trabajadores • Procedimientos operativos estándares • Estándares de diseño de las estaciones de bombeo 	Trabajadores del mantenimiento del alcantarillado

NOTA ORIENTATIVA 3.3

Rutas comunes de exposición y transmisión que deben considerarse en el PSS

RUTA DE EXPOSICIÓN Y TRANSMISIÓN	DESCRIPCIÓN
Ingestión después del contacto con aguas residuales/excretas	La transferencia de excretas (orina y/o heces) a través del contacto directo con la boca, manos o ítems en contacto con la boca, incluida la ingestión de tierra contaminada a través del contacto con las manos (por ej., agricultores o niños).
Ingestión de aguas subterráneas/superficiales contaminadas	La ingestión de agua, extraída de una fuente subterránea o superficial, que está contaminada con aguas residuales y excretas/lodos, incluida la ingestión inadvertida de aguas recreativas por los nadadores/bañistas.
Consumo de verduras contaminadas	El consumo de verduras (por ej., lechuga) cultivadas en suelos irrigados o fertilizados con un producto sanitario.
Contacto de la piel con excretas y aguas residuales	La infección por patógenos (por ej., anquilostomas) que ingresan a través de la piel, de los pies u otra parte del cuerpo expuesta tras el contacto con aguas residuales, excretas, defecación al aire libre, fugas de tecnologías de saneamiento o durante la operación (por ej., el vaciado de fosas).
Moscas y mosquitos vectores	Las rutas de transmisión incluyen la transferencia mecánica de excretas por las moscas a una persona o alimentos, y las picaduras de mosquitos u otros insectos que podrían ser portadores de una enfermedad.
Inhalación de aerosoles y partículas	La inhalación de microgotas de agua y partículas (que puede pasar inadvertida) provenientes de una tecnología de saneamiento y que pueden contener patógenos.

Notas: La transmisión primaria incluye el contacto directo con heces o superficies con materia fecal y también el contacto de persona a persona, que en este contexto se relaciona con la higiene personal. La transmisión secundaria incluye a los vehículos de transmisión (alimentos, agua, etc.) y la transmisión por vectores. La transmisión por vehículos puede ocurrir debido a cultivos o fuentes de agua contaminados. La transmisión por vectores se debe principalmente a la creación de sitios de reproducción de los vectores. También puede ocurrir la transmisión por partículas en el aire, por ejemplo, durante el riego con aguas residuales.

Basado en Stenström et al. (2011).

NOTA ORIENTATIVA 3.4

Medidas de control

Las medidas de control representan cualquier acción y actividad (o barrera) que puede usarse para reducir, prevenir o eliminar un peligro relacionado con el saneamiento, o reducirlo a un nivel aceptable. Una barrera es parte de la cadena de transmisión, transporte, tratamiento o manejo que reduce considerablemente el número de patógenos a lo largo de una ruta. Se recomienda un enfoque de múltiples barreras (es decir, el uso de más de una medida de control como una barrera contra los peligros).

TIPO DE MEDIDA DE CONTROL	EJEMPLOS
Con tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • sedimentación física (por ej., tanque de sedimentación); • proceso bacteriano (por ej., lodo activado); • adsorción (por ej., in en humedales construidos); • inactivación biológica (por ej., compostaje); • inactivación química (por ej., secado de lodos (controlado por el pH, temperatura) y desinfección).
Sin tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • selección de cultivos; • tipo de riego; • tiempos de retención; • control de huéspedes y vectores intermedios; • vacunación y quimioterapia preventiva.
No técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • uso de equipo de protección personal; • acceso restringido a sitios de tratamiento o uso; • desinfección, lavado y cocción de productos. <p>Nota: Los controles conductuales a menudo se aplican en combinación con las barreras con tratamiento y sin tratamiento. Las prácticas conductuales dependen de los valores y preferencias individuales (por ej., temores, fobias, hábitos), limitaciones (por ej., costo, tiempo, interés), sentido de responsabilidad, y percepciones y prácticas socioculturales y pueden reforzarse mediante la promoción de la salud y la higiene.</p>

Basado en Stenström et al. (2011).

Los sistemas de saneamiento brindan una serie de barreras contra los diferentes tipos de peligros. Es decir, se recomienda un enfoque de múltiples barreras. Dicho de otro modo, los buenos sistemas de saneamiento brindan diversos controles a lo largo de todo el proceso para reducir los riesgos para la salud humana. En sistemas donde se utiliza el producto residual (por ej., en la agricultura o acuicultura), resulta útil comprender las rutas de exposición y transmisión para

tener una idea de la efectividad de las medidas de control. Por ejemplo, si una medida de control no resulta práctica, es muy costosa o es socialmente inaceptable, ello influirá en su efectividad incluso si fuese técnicamente efectiva. Además, comprender la ruta de exposición ayuda a determinar la efectividad del control para un evento peligroso determinado. Por ejemplo, es improbable que una barrera para prevenir el contacto dérmico con los residuos sea efectiva para la inhalación y viceversa.

El Anexo 1 brinda orientación sobre la efectividad de una variedad de medidas de control. El Módulo 3 del Ejemplo práctico: PSS en Newtown también ilustra algunos de estos puntos.

NOTA ORIENTATIVA 3.5

Ayuda para comprender los conceptos de reducción de peligros en las directrices

Esta información puede ser útil cuando el equipo del PSS examina la literatura (especialmente las Directrices de la OMS de 2006) para determinar la efectividad de las medidas de control existentes y los pasos del tratamiento en la reducción de riesgos. En los suministros de agua, el concepto de bacterias indicadoras de contaminación fecal se desarrolló a finales del siglo diecinueve para evaluar la eficacia del tratamiento de agua. La presencia de bacterias de origen fecal (por ej., *E. coli*) indica que el agua ha sido contaminada por heces y que puede contener bacterias fecales patógenas. En cambio, la ausencia de bacterias indicadoras de contaminación fecal sugiere que es improbable que el agua contenga microorganismos patógenos.

Se sabe que las aguas residuales están fecalmente contaminadas. Aquí, los números de organismos de bacterias indicadoras de contaminación fecal se usan para evaluar la reducción de la contaminación fecal mediante el tratamiento u otros procesos y así, cuantificar la reducción del riesgo de exposición o uso de aguas residuales. La reducción logarítmica de los organismos se usa para referirse a la reducción alcanzada.

Esta reducción de las bacterias indicadoras de contaminación fecal es un sustituto para la reducción de bacterias patógenas fecales, pero no está directamente correlacionada con la reducción de agentes patógenos virales, protozoarios parásitos y helmintos.

En los usos agrícolas, los objetivos de reducción de patógenos en la Directrices de la OMS de 2006, que se basan en reducciones virales, brindan suficiente protección contra infecciones por bacterias y protozoarios. Sin embargo, para los helmintos, las Directrices de la OMS tienen sugerencias específicas respecto al uso de recuentos de huevos de helmintos para diferentes condiciones de exposición.

La Nota Orientativa 4.1 resume los objetivos específicos en los usos agrícolas de las aguas residuales.

Basado en Mara (2004) y en las Directrices de la OMS de 2006 (Vol. 2, 63-69).

NOTA ORIENTATIVA 3.6

Validación de las medidas de control en el PSS

La validación de las medidas de control demuestra que la medida de control es capaz de cumplir con los objetivos especificados (por ej., objetivos de reducción microbiana).

Para los sistemas de saneamiento, la validación de las medidas de control puede significar:

- verificar la carga del sistema con respecto a su capacidad de diseño;
- verificar la literatura respecto a la capacidad de desempeño de unidades de tratamiento individuales;
- verificar el desempeño histórico bajo condiciones inusuales;
- verificar las Directrices de la OMS de 2006 respecto a reducciones acreditadas de patógenos para medidas de control no técnicas (por ej., véase el Vol. 2, Cuadro 4.3 y el Capítulo 5; Vol. 3, Capítulo 5; Vol. 4, Capítulo 5).

NOTA ORIENTATIVA 3.7

Lista de verificación para la evaluación de riesgos

- Decidir por adelantado sobre una metodología de evaluación de riesgos consistente.
- Ser específico en la evaluación de riesgos y relacionarla con el evento peligroso.
- Tratar la falla en la medida de control como un evento peligroso separado por derecho propio, con su correspondiente probabilidad y consecuencia.

HERRAMIENTA 3.1

Preguntas claves que ayudan a identificar y precisar los grupos y rutas de exposición

PREGUNTA	DESCRIPCIÓN DE LA PREGUNTA	EJEMPLO
Identificación del grupo de exposición	Brinde una referencia – por ej., W1, C1, L1.	L1 (grupo de la comunidad local N° 1)
¿Quiénes son?	Describa quiénes son estas personas y qué hacen en relación con la exposición. Se debe considerar a los subgrupos vulnerables, edad, género y factores de exclusión social.	Residentes de los pueblos ABC y visitantes del arroyo. Trabajadoras estacionales que cosechan frutas
¿Cuántos son?	Proveer cifras, si están disponibles, en caso contrario dé estimados y fundaméntelos. Número de personas (individuos) posiblemente expuestas directa o indirectamente.	250 familias (incluidos 90 niños) del pueblo ABC
¿Dónde están?	Identifique dónde ocurre la exposición dentro del sistema de saneamiento y explique de qué manera podrían estar expuestos a los peligros.	Uso recreativo del arroyo ABC
¿A qué están expuestos?	¿Cuáles son los contaminantes y en qué circunstancias ocurriría (por ej., falla de la barrera química o microbiana debido a desperfectos de la barrera, temperatura extrema, etc.)?	Contaminación microbiana cuando se desbordan las lagunas
¿Cuál es la ruta de contaminación?	Considere la ruta de infección (por ej., a través de la piel, consumo de verduras, suelo o aguas contaminados, vectores intermedios).	Contacto dérmico, ingestión
¿Cuál es la frecuencia de la exposición?	Frecuencia de la exposición. ¿Es en todo momento, diario, semanal o tal vez una sola vez al año? Si no lo sabe, haga un cálculo aproximado.	Contacto diario durante los meses de verano
¿Cuál es la dosis? Véase la Nota	Defina la dosis probable de exposición. Esto depende de la situación local y a veces es difícil de estimar. La dosis también será diferente entre los grupos, pero aun así un “estimado” podría ser útil.	El agua de la laguna probablemente tenga: <ul style="list-style-type: none"> • x <i>E. coli</i>/100 ml y • x huevos de helmintos/litro Asuma que la ingestión inadvertida es de 100 ml

Nota: La pregunta sobre la dosis será relevante solo en evaluaciones cuantitativas más rigurosas, como en las evaluaciones del impacto ambiental.

Basado en Stenström et al. (2011).



HERRAMIENTA 3.2

Descripciones de las categorías de riesgo sugeridas para la evaluación de riesgos descriptiva basada en el equipo

DESCRIPTOR DEL RIESGO	NOTAS
Prioridad alta	Es posible que el evento produzca lesiones, enfermedad aguda y/o crónica o pérdida de vida. Se deben tomar acciones para minimizar el riesgo.
Prioridad media	Es posible que el evento produzca efectos sobre la salud moderados (por ej., fiebre, dolor de cabeza, diarrea, pequeñas lesiones) o malestar (por ej., ruido, olores). Una vez que se controlan los riesgos de prioridad alta, se deben tomar acciones para minimizar el riesgo.
Prioridad baja	No se anticipan efectos sobre la salud. No se requiere ninguna acción en este momento. El riesgo debe volver a examinarse en el futuro como parte del proceso de revisión.
Prioridad desconocida	Se requieren datos adicionales para categorizar el riesgo. Se debe tomar alguna acción para reducir el riesgo mientras se recopilan más datos.

HERRAMIENTA 3.3

Sugerencias para las definiciones para la evaluación de riesgos semicualitativos

DESCRIPTOR		DESCRIPCIÓN
Probabilidad (L)		
1	Muy improbable	No ha ocurrido en el pasado y es altamente improbable que ocurra en los próximos 12 meses (u otro periodo razonable).
2	Improbable	No ha ocurrido en el pasado, pero podría ocurrir en circunstancias excepcionales en los próximos 12 meses (u otro periodo razonable).
3	Posible	Podría haber ocurrido en el pasado y/o podría ocurrir en circunstancias regulares en los próximos 12 meses (u otro periodo razonable).
4	Probable	Se ha observado en el pasado y/o es probable que ocurra en los próximos 12 meses (u otro periodo razonable).
5	Casi seguro	Se ha observado con frecuencia en el pasado y/o es casi seguro que ocurrirá en la mayoría de las circunstancias en los próximos 12 meses (u otro periodo razonable).
Gravedad (S)		
1	Insignificante	Peligro o evento peligroso que no produce efectos en la salud o estos son insignificantes comparados con los niveles de fondo.
2	Leve	Peligro o evento peligroso potencial que produce efectos leves en la salud (por ej., síntomas temporales como irritación, náuseas, dolor de cabeza).
4	Moderado	Peligro o evento peligroso potencial que produce efectos limitantes en la salud o una enfermedad leve (por ej., diarrea aguda, vómitos, infección del tracto respiratorio superior, trauma leve).
8	Grave	Peligro o evento peligroso potencial que produce una enfermedad o lesión (por ej., malaria, esquistosomiasis, trematodiasis transmitida por alimentos, diarrea crónica, problemas respiratorios crónicos, desórdenes neurológicos, fractura de huesos); y/o podría derivar en reclamos legales y preocupación; y/o incumplimiento grave de la normativa.
16	Catastrófico	Peligro o evento peligroso potencial que produce una enfermedad grave o lesión o incluso la pérdida de vida (por ej., envenenamiento agudo, pérdida de extremidades, quemaduras graves, ahogamiento); y/o podría derivar en investigaciones extensas por parte del organismo regulador y probablemente en un juicio.

HERRAMIENTA 3.4

Matriz de evaluación de riesgos semicuantitativa

			SEVERIDAD (S)				
			Insignificante	Menor	Moderado	Mayor	Catastrófico
			1	2	4	8	16
PROBABILIDAD (P)	Muy improbable	1	1	2	4	8	16
	Improbable	2	2	4	8	16	32
	Posible	3	3	6	12	24	48
	Probable	4	4	8	16	32	64
	Casi seguro	5	5	10	20	40	80
Puntaje de riesgo R = (P) x (S)			<6	7-12		13-32	>32
Nivel de riesgo			Riesgo bajo	Riesgo medio		Riesgo alto	Riesgo muy alto

EJEMPLO 3.1

Tipos de peligros típicos en sistemas de saneamiento

TIPO DE PELIGRO	EJEMPLOS
Patógeno microbiano	Bacterias, protozoarios parásitos y virus en aguas residuales provenientes de fuentes fecales (por ej., <i>Vibrio cholera</i> , <i>Giardia intestinalis</i> , virus Coxsackie, Hepatitis E). Helmintos (por ej., <i>Ascaris lumbricoides</i> , anquilostoma). Patógenos transmitidos por vectores (por ej., virus del dengue, <i>Schistosoma</i> spp.).
Químico	Metales pesados en lodos o biosólidos provenientes de fuentes industriales (por ej., arsénico, cadmio, mercurio). Herbicidas y plaguicidas. En situaciones específicas, los compuestos están relacionados con la productividad de los cultivos (por ej., boro).
Físico	Objetos punzocortantes (por ej., agujas). Olores. Lesiones físicas a trabajadores al usar los equipos. Irritantes de la piel (estos representan una mezcla de peligros microbianos y químicos).

Nota: También pueden ocurrir toxinas de algas. Las cianobacterias (también conocidas como algas verde-azuladas) también se encuentran habitualmente en lagos, reservorios, lagunas y ríos poco turbulentos. Muchas especies son conocidas por producir toxinas, algunas de las cuales representan problemas potenciales para la salud.

EJEMPLO 3.2

Tipos de eventos peligrosos causados por accidentes o fallas en el sistema

Los eventos peligrosos que se consideran específicamente son:

- las diferentes fuentes de residuos identificadas en el mapa del sistema;
- factores estacionales o climáticos (por ej., variaciones en el caudal, incremento de sustancias químicas tóxicas en la estación seca, demandas de riesgo estacionales);
- impactos del desarrollo urbano e industrial aguas arriba;
- fallas del sistema o accidentes (por ej., contaminación química debido a fallas o descargas ilegales de las industrias, el daño a la infraestructura de riesgo hace que se pase por alto el paso de la laguna de tratamiento para la parcela irrigada).

Para mayor información véase los Ejemplos 1.5 y 1.11.

EJEMPLO 3.3

Ejemplos de medidas de control, su desempeño esperado en el control y fallas comunes en el desempeño

MEDIDA DE CONTROL	NIVEL DE CONTROL ESPERADO, véase la Nota	FALLAS COMUNES EN EL CONTROL IDENTIFICADAS A TRAVÉS DE LA VALIDACIÓN
Equipo de protección personal (EPP)	Barrera para los trabajadores a fin de evitar el contacto dérmico y los aerosoles	Los que manipulan residuos solo usan el EPP durante la estación fría, lo que implica riesgo de exposición durante 7 de los 12 meses del año.
Lagunas de estabilización de residuos	Tratamiento de los residuos hasta determinado número de coliformes por 100 ml	Diseño deficiente, sobrecarga o corto circuito que reduce los tiempos de retención y produce efluentes de baja calidad.
	Reducción de huevos de helmintos a menos de 1 por litro	
Aplicación del riego: Uso de riego localizado por goteo	Alto nivel de protección a los trabajadores (se ha comprobado una reducción potencial de 2 logaritmos)	El bloqueo de las tuberías significa que los trabajadores están potencialmente expuestos a las aguas residuales durante las reparaciones.
Aplicación del riego: Mortandad de patógenos después del último riego y antes de la cosecha	La reducción logarítmica real depende del cultivo y de la temperatura, lo que varía según el lugar	Uso inconsistente en el campo en condiciones secas cuando el abastecimiento alternativo de agua dulce es limitado. Como la tasa de reducción es muy variable, si los huevos de helmintos permanecen viables por periodos largos (por ej., en periodos más fríos con poca luz solar directa), el agua de riego con más huevos de helmintos que el máximo especificado no cumplirá la medida de control.
Métodos de preparación de los alimentos: lavado vigoroso de las verduras de hojas para ensaladas	Reducción de 1 logaritmo	Uso inconsistente en los hogares, especialmente entre los pobres y los que tienen un abastecimiento limitado de agua.

Nota: Véase el Módulo 4 y el Anexo 1 para obtener más información sobre cómo evaluar la efectividad de los resultados esperados de las medidas de control.

Basado en Directrices de la OMS de 2006 (Vol. 2 Sección 3.1.1 y 5).



MÓDULO 4
DESARROLLO E
IMPLEMENTACIÓN DE
UN PLAN DE MEJORA
INCREMENTAL

MÓDULO 4

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA INCREMENTAL

NÚMERO DE MÓDULO

- 4.1 Consideración de las opciones para controlar los riesgos identificados
- 4.2 Uso de opciones seleccionadas para desarrollar un plan de mejora incremental
- 4.3 Implementación del plan de mejora

PRODUCTOS

- Un plan implementado con mejoras incrementales que proteja a todos los grupos de exposición a lo largo de la cadena de saneamiento

Visión general

En el Módulo 3, el equipo del PSS identificó los riesgos de mayor prioridad. El Módulo 4 brinda flexibilidad en la selección de nuevas medidas de control u otras mejoras que aborden dichos riesgos en los lugares más efectivos del sistema. Este proceso ayuda a garantizar que los recursos financieros y los esfuerzos se centren en los riesgos más altos que requieren ser abordados con mayor urgencia.

El **Módulo 4.1** alienta a los equipos del PSS a considerar una variedad de formas de controlar los riesgos. Estas pueden incluir planes de tratamiento de corto y largo plazo, opciones relacionadas con la conducta y aquellas que no requieren tratamiento, y una variedad de lugares a lo largo de la cadena de saneamiento.

El **Módulo 4.2** consolida las opciones en un plan de acción claro.

El **Módulo 4.3** implementa el plan de mejora mediante acciones tomadas por la organización responsable de las mejores respectivas.

El plan de mejora desarrollado e implementado en el Módulo 4, y el plan de monitoreo desarrollado e implementado en el Módulo 5, son los principales productos del PSS. Si la evaluación y clasificación de riesgos en el Módulo 3 identifica que no hay necesidad de realizar mejoras, proceda al Módulo 5 y 6 para definir los programas de monitoreo y apoyo para el sistema.

4.1 Consideración de las opciones para controlar los riesgos identificados

A partir del Módulo 3, el equipo del PSS tendrá una lista exhaustiva de los peligros y eventos peligrosos clasificados de acuerdo con el riesgo.

El equipo del PSS debe considerar una variedad de opciones para controlar los eventos peligrosos priorizados a fin de reducir el nivel de riesgo. Habiendo hecho eso, el equipo del PSS documenta el método elegido en un plan de mejora.

Los planes de mejora pueden ser:

- obras (por ej., planta de tratamiento adicional o nueva, o elemento de un proceso, cercado de una planta para restringir el acceso);
- medidas operativas (por ej., restricciones de cultivos, tiempos de retención más largos, control de vectores);
- medidas conductuales (por ej., mejor equipo de protección personal, educación en salud, controles médicos regulares, medidas conductuales y de protección);
- una combinación de lo anterior.

El Ejemplo 4.1 muestra los tipos de planes de mejora y medidas de control. El Anexo 1 brinda muchos ejemplos de medidas de control relacionadas con el reúso junto con comentarios sobre su efectividad en la reducción de riesgos.

La Nota Orientativa 4.1 brinda información sobre las múltiples maneras de lograr la reducción de agentes patógenos para proteger al consumidor.

Cuando se consideran opciones de control, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- el potencial para mejorar el/los control(es) existente(s);
- el costo de la opción de control con respecto a su efectividad probable;
- el lugar más apropiado en la cadena de saneamiento para controlar el riesgo (por ej., en la fuente del peligro, u otro punto aguas abajo);
- la efectividad técnica de las nuevas opciones de control propuestas;
- la aceptabilidad y confiabilidad del control con relación a los hábitos culturales y conductuales locales;
- la responsabilidad de implementar, gestionar y monitorear los nuevos controles propuestos;
- la capacitación, la comunicación, la consulta y el reporte que se requieren para implementar la medida de control propuesta.

En la medida de lo posible, la causa raíz de un problema debe abordarse en el plan de mejora. Un importante principio basado en el riesgo es el de prevenir el evento peligroso o ubicar la medida de control o mejora lo más cerca posible a la fuente del riesgo. Esto no siempre es posible. Con frecuencia, una combinación de eventos peligrosos se puede gestionar de forma más efectiva a través de un solo control en otra parte del sistema.

El Ejemplo 4.2 ilustra opciones que deben considerarse en contextos agrícolas de bajos recursos y destaca que en algunas circunstancias, si bien puede ser difícil seleccionar las opciones ideales para su implementación en el corto a mediano plazo, se pueden (y deben) tomar acciones para mejorar la salud pública. El Ejemplo 4.3 muestra una medida de control específica para controlar los huevos de helmintos en entornos agrícolas.

4.2 Uso de opciones seleccionadas para desarrollar un plan de mejora incremental

Una vez que las medidas de control más apropiadas para cada riesgo han sido identificadas, el equipo del PSS puede registrar los controles nuevos y mejorados en un plan de mejora. Los formularios usados en el Ejemplo práctico: PSS en Newtown se pueden usar como plantilla para el plan de mejora.

Algunos riesgos pueden requerir acciones de más de una organización representada en el equipo del PSS u otra parte interesada. En los casos en los que se identifiquen múltiples partes interesadas para la implementación del plan de mejora, el Comité Directivo (Módulo 1.1) o la organización líder del PSS (Módulo 1.3) debe asumir responsabilidad por acordar el resultado de las evaluaciones de riesgos e identificar qué acciones se requieren.

A fin de poder implementar y gestionar los planes de mejora, es necesario identificar a la persona u organismo responsable de la acción propuesta,

y los marcos de tiempo propuestos. Lo ideal es definir dentro del plan de mejora los diferentes roles y responsabilidades relacionados con la implementación del plan de mejora, así como el financiamiento y los plazos.

El equipo del PSS también puede elegir seleccionar e implementar medidas de control provisionales más asequibles hasta que se cuente con fondos suficientes para opciones más costosas.

En el Ejemplo práctico: PSS en Newtown, y en los Ejemplos 4.4 – 4.7 se muestran esbozos de planes de mejora.

4.3 Implementación del plan de mejora

El equipo del PSS debe monitorear y reportar sobre el estado de implementación del plan de mejora para garantizar que se tome acción.

NOTA ORIENTATIVA 4.1

Comprensión del enfoque de múltiples barreras para orientar las mejoras para el uso agrícola

Como se discutió en la Nota Orientativa 3.5, las reducciones logarítmicas de agentes patógenos en el tratamiento de aguas residuales, así como en cualquier paso del saneamiento, son críticas para reducir los impactos en la salud. Las Directrices de la OMS de 2006 recomiendan reducciones mínimas de agentes patógenos que son necesarias para cumplir el objetivo basado en la salud de la pérdida de un AVAD de $\leq 10^{-6}$ por persona al año.

La Figura 4.1 (a continuación) muestra potenciales reducciones logarítmicas objetivo en el caso del uso agrícola de aguas residuales, que pueden lograrse al combinar el tratamiento de aguas residuales con otras medidas de protección de la salud. Muestra reducciones logarítmicas objetivo para brindar suficiente protección contra infecciones por bacterias, virus y protozoarios. El total de reducciones logarítmicas objetivo depende del tipo de prácticas de riego, las variedades de cultivos y las prácticas agrícolas.

Para proteger a los agricultores y sus familias de excesivas infecciones por huevos de helmintos, todas las prácticas agrícolas (excepto el riego localizado en cultivos de crecimiento alto) deben usar agua de riego con menos de 1 huevo de nematodo intestinal por litro, o, por lo general, si niños menores de 15 años están expuestos, esto debe reducirse a menos de 0.1 huevos/litro (para mayores detalles, véase las Directrices de la OMS de 2006, Vol. 2, 66-68 en su versión en inglés).

Para información más detallada sobre las reducciones recomendadas para el uso de aguas residuales en acuicultura o el uso de excretas, remítase a las Directrices de la OMS de 2006 (Vol. 3 sección 4.2 y Vol. 4 secciones 4.1 y 5).

Algunos conceptos clave detrás de las Directrices de la OMS de 2006 y la Figura 4.1 son:

1. Todos los grupos de exposición deben estar adecuadamente protegidos. En los usos agrícolas, esto se aplica particularmente a los trabajadores agrícolas y a los consumidores de los productos.
2. Al inicio puede no ser factible cumplir con las reducciones logarítmicas objetivo para agricultores y consumidores en todas las circunstancias. Los planes de mejora deben apuntar a mejorar gradualmente la situación.
3. La calidad del agua de riego es especialmente crítica para la seguridad de los trabajadores agrícolas, agricultores y consumidores de cultivos. Con respecto a las concentraciones de patógenos, las aguas residuales crudas nunca deben considerarse seguras. Por lo tanto, normalmente se puede lograr una buena calidad del agua para riego mediante el tratamiento de las aguas residuales (véase el punto No. 6 para información adicional). Sin embargo, la reducción logarítmica requerida depende del contexto agrícola como se muestra en la Figura 4.1.

4. Puesto que los agricultores y los trabajadores agrícolas son especialmente vulnerables, también se recomienda una variedad de controles para la exposición humana (por ej., equipo de protección personal, lavado de manos e higiene personal). Si bien se espera que estas medidas de protección de la salud tengan un efecto de protección importante, no han sido cuantificados en términos de reducciones logarítmicas en las Directrices de la OMS de 2006. Dichos controles son particularmente útiles en aquellos contextos donde la calidad microbiológica del agua de riego no cumple con la meta de la calidad de agua.
5. Existe un amplio rango de opciones de tratamiento que pueden cumplir con los requerimientos de calidad del agua de riego. Por ejemplo, el tratamiento parcial a través de la sedimentación y la detención puede lograr mejoras considerables en la calidad, retener la mayoría de nutrientes y es menos costoso que el tratamiento completo. El Anexo 1 y las Directrices de la OMS de 2006 (Vol. 2, Sección 5) brindan una variedad de opciones de tratamiento con las posibles reducciones logarítmicas disponibles.
6. La dilución (por ej., mezcla de aguas residuales crudas con agua fluvial) puede servir como un medio para garantizar la reducción logarítmica de patógenos. Sin embargo, pueden ser necesarias tasas de dilución mayores si se quiere lograr una reducción logarítmica.
7. Existen muchas opciones disponibles para garantizar la reducción logarítmica de patógenos además del tratamiento o la dilución. Los riesgos de exposición a los agricultores, por ejemplo, se reducen considerablemente al usar prácticas de riego localizado (goteo o borboteo). En este caso, la calidad del agua de riego puede, por lo tanto, ser menor, en comparación con el riego superficial o por aspersión. Una excepción es cuando se usa riego localizado para regar cultivos de crecimiento bajo, en este caso se debe aplicar el objetivo microbiano de ≤ 1 huevo de helminto por litro de agua de riego. Observe que el tratamiento para garantizar la operación satisfactoria del sistema de riego localizado también mejorará la calidad del agua de riego.
8. Otras barreras impactan principalmente la seguridad de los productos para los consumidores. Además de las restricciones de los cultivos (es decir, si el cultivo se consume normalmente crudo o cocido), las opciones son: control de riego previo a la cosecha (por ej., suspensión del riego antes de la cosecha); mortandad de patógenos antes del consumo (brindando un intervalo entre el riego final y el consumo); y medidas de preparación de alimentos (por ej., lavado, cocción y pelado). Mayores detalles se brindan en el Anexo 1 y en las Directrices de la OMS de 2006 (Vol. 2, Cuadro 4.3 y Sección 5).
9. Lo ideal sería que la combinación de todos los controles brinde, logre o exceda las reducciones logarítmicas objetivo. El término “enfoque de múltiples barreras” se usa para describir una combinación secuencial de medidas de control.

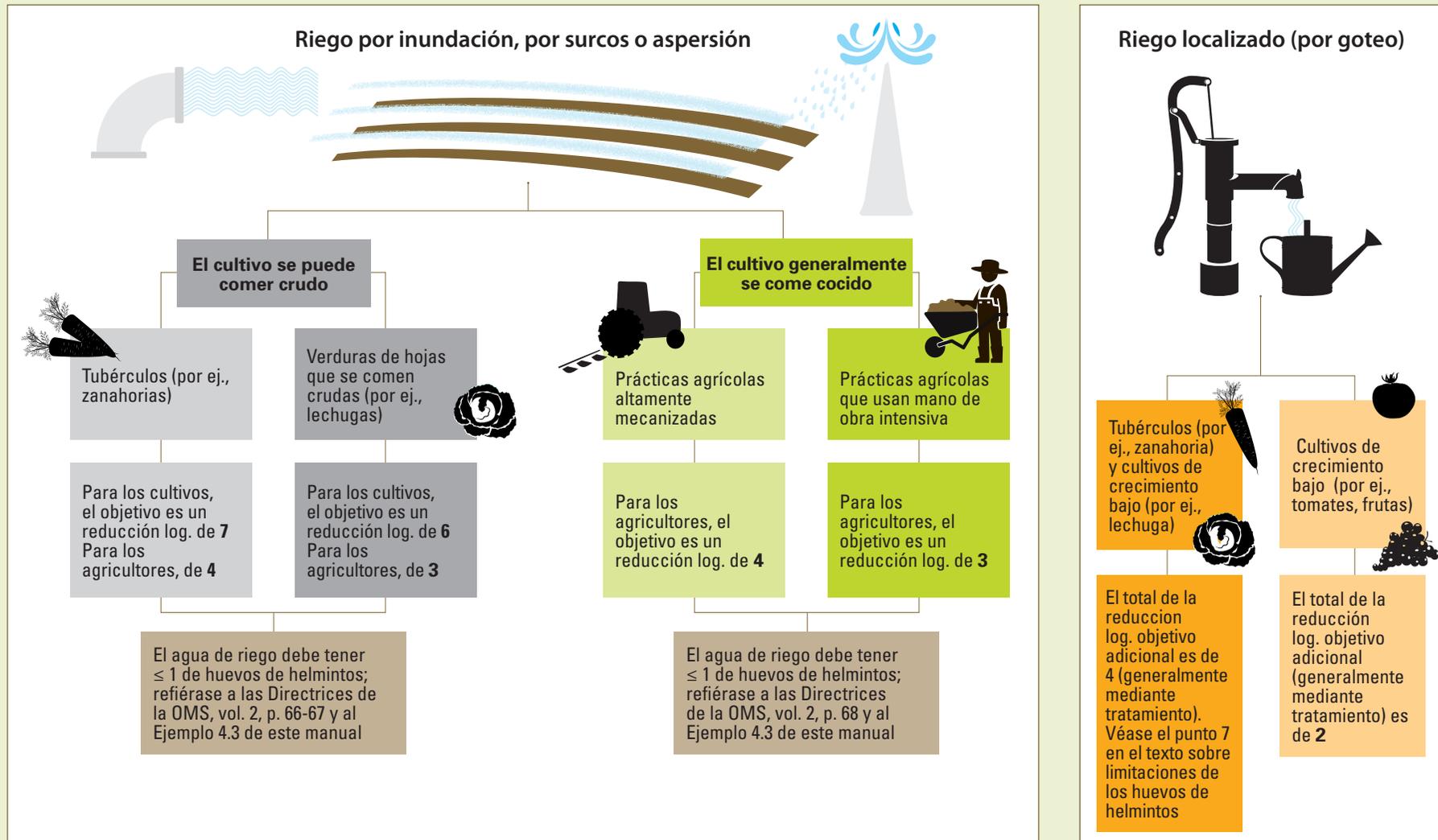
Las definiciones de los términos clave indicados en la Figura 4.1 se encuentran en el glosario.

En el Anexo 1 se brinda un resumen de las reducciones logarítmicas que se pueden lograr mediante prácticas comunes.

El ejemplo práctico: PSS en Newtown brinda algunos ejemplos de la aplicación de la Figura 4.1.

FIGURA 4.1

El riego y tipo de cultivo afecta a la calidad requerida del agua de riego



EJEMPLO 4.1

Ejemplos de tipos de planes de mejora

TIPO DE PLAN DE MEJORA	EJEMPLOS
Medida de control: operativa	Restricciones de cultivos, prácticas de riego
Medida de control: conductual	Lavado de manos y pies después de terminar las operaciones del día (véase la Nota)
Obras	Planta de tratamiento de aguas residuales

Nota: La ropa sucia usada durante la práctica agrícola que es retornada al ámbito doméstico también puede transmitir enfermedad.

EJEMPLO 4.2

Opciones de planes de mejora en casos típicos de prácticas agrícolas intensivas en mano de obra en entornos de bajos recursos

En este ejemplo, el riego actual utiliza aguas residuales no tratadas en surcos. El producto consta de vegetales de hojas verdes para el mercado local. El cultivo de lechuga a menudo está en contacto con el suelo y generalmente se consume crudo. Se práctica la agricultura manual intensiva en mano de obra.

Este es un entorno de bajos recursos y el agua residual es esencial para la subsistencia de los agricultores. Los agricultores valoran los nutrientes en el agua de riego. El tratamiento centralizado de aguas residuales no se considera viable en el corto a mediano plazo. Por lo general, los consumidores lavan los productos antes de su consumo.

La Figura 4.1 (en la Nota Orientativa 4.1) muestra que, con las prácticas existentes, la reducción logarítmica objetivo total es 6. De este total, se debe buscar una reducción logarítmica de 3 en el agua de riego a fin de proteger a los trabajadores agrícolas. Sin embargo, la práctica existente no cumple con la meta respecto a la calidad microbiológica del agua para riego (incluidos huevos de helmintos), y los trabajadores agrícolas están expuestos a un riesgo alto.

Las opciones consideradas para proteger a los trabajadores agrícolas incluyen:

- Lagunas anaerobias de corto tiempo de retención en el sitio para reducir los huevos de helmintos y, hasta cierto punto, otras cargas de patógenos.
- Riego por goteo (tomando en cuenta que aún se requiere una reducción logarítmica adicional de 4 para proteger completamente a los trabajadores).
- Mejores controles de protección personal de los agricultores (por ej., equipo de protección personal, lavado de manos e higiene personal).

Opciones consideradas para proteger a los consumidores de los productos:

- Control del riego previo a la cosecha (por ej., suspensión del riego antes de la cosecha).
- Mortandad de patógenos antes del consumo (brindando un intervalo entre el riego final y el consumo).
- Lavado de productos en agua dulce antes de transportarlos al mercado.
- Programas de educación para garantizar prácticas adecuadas y consistentes en la preparación de alimentos.

Dadas las limitaciones de este entorno, se reconoce que es improbable que se cumplan las metas en el corto a mediano plazo, pero una combinación de las opciones indicadas anteriormente puede contribuir a reducir los riesgos para salud de los agricultores y consumidores.

EJEMPLO 4.3

Opciones de planes de mejora para el control de huevos de helmintos

Peligro: Huevos de helmintos

Evento peligroso: La exposición a aguas residuales parcialmente tratadas en el campo por parte de los agricultores o niños (menores de 15 años) causa infecciones por helmintos.

Opciones de medidas de control y consideraciones:

1. El uso de zapatos o botas puede reducir la probabilidad de exposición al peligro. Sin embargo, no se puede depender de esta medida de control ya que con frecuencia no resulta práctica ni es usada por los agricultores o niños en el campo.
2. Brindar algún tratamiento simple de las aguas residuales aguas arriba de la zona de riego (por ej., laguna de detención simple de un tamaño apropiado para reducir la concentración de huevos de helmintos a menos de 0.1 huevos/litro) puede reducir de manera fiable el número de huevos de helmintos a concentraciones deseables (véase la versión en inglés de las Directrices de la OMS de 2006, Vol. 2, 84-86).
3. La provisión regular de medicamentos antihelmínticos a las personas que manejan los residuos (por ej., trabajadores expuestos a lodos fecales) puede reducir la duración e intensidad de la infección. En entornos donde las infecciones por helmintos son muy comunes, los medicamentos antihelmínticos también pueden distribuirse regularmente a nivel comunitario (por ej., entre niños escolares) para reducir las tasas de prevalencia.

EJEMPLO 4.4

Planes de mejora del PSS para el compostaje orgánico, Viet Nam

A continuación se resumen algunos de los planes de mejora clave para este sistema:

Planes de corto plazo:

- Capacitación interna sobre la importancia de la salud y seguridad en el lugar de trabajo relacionada específicamente con los riesgos identificados.
- Revisar las operaciones y procedimientos técnicos para reducir los riesgos relacionados con la operación del camión de dragado de lodo al vacío y la adición de residuos al compost de la planta de tratamiento in situ (por ej., reposición de la bomba defectuosa para transferir el efluente tratado desde la planta de aguas residuales hacia las pilas de compost en lugar de usar el camión de dragado de lodo al vacío).

Planes de mediano/largo plazo:

- Mejorar e incrementar la frecuencia de mantenimiento de vehículos y equipos para reducir la probabilidad de averías mecánicas (durante las cuales los trabajadores están más expuestos a los peligros).
- Mejorar los baños para reducir el riesgo a los trabajadores y al público que usan las instalaciones.

Para más información, remítase a los Ejemplos 1.4 y 2.1.

EJEMPLO 4.5

Planes de mejora para el uso de aguas residuales en el sistema agrícola y de transporte, Viet Nam

Contexto y antecedentes:

1) Área del pueblo: El agua se bombea a la zona de cultivo desde los canales de aguas residuales usando una estación de bombeo con una capacidad de cerca de 40 m³ por día.

Se práctica la agricultura básicamente intensiva con un área total de cultivo de 90 hectáreas. Asimismo, hay 10 estanques de peces (que también usan agua del canal de aguas residuales). La comunidad agrícola tiene cerca de 3,000 personas. Las hortalizas que se cultivan incluyen: campanillas y ajeno (todo el año), mimosa acuática (de abril a agosto), berros y apio de agua (de septiembre a marzo) y houttuynia cordata y brotes de calabaza.

(2) El sistema de transporte de aguas residuales de la ciudad contigua está en los “canales de aguas residuales”. Este sistema transporta aguas residuales no tratadas (de fuentes domésticas e industriales) que se usan en granjas/fincas sin un tratamiento adicional.

A continuación se resumen algunos de los principales planes de mejora para este sistema:

Planes de corto plazo:

- Educación centrada en los agricultores y trabajadores destinada a mejorar el uso de equipo de protección personal apropiado y práctico, y el lavado personal de manos y pies con agua limpia durante y después del día de trabajo.
- Incrementar la fumigación regular contra los mosquitos para reducir los riesgos transmitidos por vectores.
- Educación focalizada en los peligros de que los niños jueguen alrededor o cerca de las áreas de riego de aguas residuales, especialmente con pies descalzos.
- Desparasitación de las poblaciones objetivo cada 6 meses.
- Considerar mejorar la protección de los alimentos antes de la cosecha (por ej., interrumpir el riesgo con agua de mala calidad lo antes posible de que se realice la cosecha para garantizar la reducción de agentes patógenos).
- Educación focalizada en el manejo seguro de cultivos (por ej., lavado vigoroso o lavado con agua desinfectada especialmente para aquellos cultivos que se consumen crudos).

Planes de mediano/largo plazo:

- Reducir los contaminantes químicos en las aguas residuales usadas para riego (por ej., mejor cumplimiento de las normativas).
- Incremento gradual en el tratamiento en el sistema aguas arriba para mejorar la calidad del agua descargada al canal.

EJEMPLO 4.6

Comparación de los planes de mejora

Para priorizar las medidas propuestas, se evaluaron opciones de acuerdo con su **potencial** para mejorar la salud humana y ambiental del sistema, su **efectividad técnica** y la probabilidad de **ser aceptadas** por aquellos involucrados. El siguiente cuadro muestra los valores establecidos para cada una de ellas, y la ponderación atribuida a cada categoría.

Potencial	Efectividad técnica	Aceptabilidad
<i>Ponderación: 1.5</i>	<i>Ponderación: 1</i>	<i>Ponderación: 1.5</i>
Alto = 3	Alta = 3	Alta = 3
Medio = 2	Media = 2	Media = 2
Bajo = 1	Baja = 1	Baja = 1

Puntuación de acuerdo a la prioridad = (potencial x su ponderación) x (efectividad x su ponderación) x (aceptabilidad x su ponderación). Se dio mayor prioridad a las opciones con el puntaje más alto.

Esto permitió al equipo del PSS priorizar los planes de mejora de acuerdo con las limitaciones financieras y de recursos.

Basado en las experiencias del PSS en el Perú.

EJEMPLO 4.7

Variedad de medidas existentes y potenciales identificadas para el uso indirecto de las aguas residuales en la agricultura en el Perú

El sistema se dividió en varios encabezamientos para clasificar las opciones de control existentes y potenciales. Se observó que algunas medidas se repiten para los diferentes peligros, lo cual implica que la misma medida puede controlar más de un peligro en el sistema. Por ejemplo, "el control de descargas al río" es una medida válida para siete de los ocho peligros prioritarios.

Sistema de captación y distribución de agua fluvial:

- Control de la contaminación del agua fluvial (por ej., mejores prácticas industriales y mineras para mejorar la calidad de los efluentes, mejor recolección de residuos sólidos).
- Control de las descargas de las aguas residuales domésticas al río y control de los agentes patógenos descargados al río (por ej., esquema de multas en caso de incumplimiento y plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas).
- Control de la descarga de excretas y aguas residuales a los canales de riego (por ej., sistemas de saneamiento in situ en viviendas contiguas).

Los sistemas de riesgo para áreas verdes, parcelas y agua para la acuicultura:

- Control de la contaminación del agua con agentes patógenos (por ej., almacenamiento del agua de riesgo antes de su aplicación, nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales en algunos pueblos aguas arriba, control de descargas de excretas y aguas residuales en canales de viviendas cercanas y asentamientos humanos).
- Control de la contaminación de hortalizas y peces con agentes patógenos (por ej., almacenamiento de agua de riego antes de su aplicación, mejor gestión de los almacenes para garantizar tiempos de retención mínimos, esquema de multas en caso de incumplimiento, lavado de productos posterior a la cosecha).



MÓDULO 5

MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE CONTROL Y VERIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO

MÓDULO 5

MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE CONTROL Y VERIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO

NÚMERO DE MÓDULO

5.1 Definición e implementación del monitoreo operativo

5.2 Verificación del desempeño del sistema

5.3 Auditoría del sistema

PRODUCTOS

- **Un plan de monitoreo operativo**
- **Un plan de monitoreo de verificación**
- **Evaluación independiente**

Visión general

Los sistemas de saneamiento son dinámicos. Incluso los sistemas mejor diseñados pueden no desempeñarse adecuadamente y provocar un riesgo inaceptable para la salud pública y la pérdida de confianza en el servicio o los productos. El Módulo 5 desarrolla un plan de monitoreo que verifica regularmente que el sistema esté operando según lo previsto y define lo que se debe hacer si no fuese así. El monitoreo operativo y de verificación brinda garantías a los operadores, el público y las autoridades de que el sistema está funcionando adecuadamente.

El **Módulo 5.1** monitorea regularmente las medidas de control para brindar una retroalimentación simple y rápida de qué tan efectivamente está operando el control de forma que se puedan hacer correcciones rápidamente en caso se requiera.

El **Módulo 5.2** verifica periódicamente si el sistema cumple con los resultados del desempeño previstos tales como calidad de los efluentes o productos. La verificación puede ser llevada a cabo por el operador u organismo de vigilancia, y será más intensiva en situaciones que demanden mayores recursos y/o regulaciones más estrictas.

El **Módulo 5.3** brinda evidencia independiente adicional del desempeño del sistema y la calidad del PSS. Las auditorías pueden formar parte de las funciones de vigilancia esbozadas en el capítulo introductorio. La auditoría y la certificación serán más relevantes en países que cuenten con dichos requerimientos (por ej., requerimientos de certificación para productos regados con aguas residuales).

Los productos desarrollados en el Módulo 5 generan evidencia específica al sistema para justificar las operaciones existentes o la necesidad de seguir realizando mejoras en posteriores iteraciones del Módulo 4.

El plan de mejora desarrollado e implementado en el Módulo 4 y los planes de monitoreo desarrollados e implementados en el Módulo 5 son los productos centrales del proceso de PSS.

5.1 Definición e implementación del monitoreo operativo

En los Módulos 3 y 4 se identificó una variedad de medidas de control existentes y propuestas. El propósito del Módulo 5.1 es seleccionar puntos y parámetros de monitoreo para dar una retroalimentación simple y rápida de que las medidas de control seleccionadas están funcionando según lo previsto y para brindar tendencias a lo largo del tiempo.

Por lo general, el monitoreo operativo recoge datos a partir de:

- observaciones y medidas simples (por ej., caudal para verificar los tiempos de detención, temperatura del compostaje, observaciones de prácticas in situ);
- muestreo y pruebas (por ej., demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos).

La Nota Orientativa 5.1 brinda algunos ejemplos del monitoreo operativo típico.

El monitoreo de todas las medidas de control puede no resultar práctico. Se deben seleccionar los puntos de monitoreo más críticos, en base al control de los riesgos más altos. Se deben identificar los siguientes aspectos para cada uno de los puntos del monitoreo:

- parámetro (puede ser medido u observacional);
- método de monitoreo;
- frecuencia del monitoreo;
- quién realizará el monitoreo;
- un límite crítico;
- una acción que debe emprenderse cuando se excede el límite crítico.

Los límites críticos generalmente son límites numéricos basados en la medición de un parámetro. En algunos casos, los límites cualitativos

son apropiados (por ej., “todos los olores que serán aceptables” o “las moscas no son una molestia”).

Los equipos del PSS pueden usar los formatos mostrados en las Herramientas 5.1 y 5.2 para registrar el plan de monitoreo operativo (véase también el Ejemplo 5.1).

Los planes de monitoreo operativo pueden implementarse al compendiar los planes en cuadros de monitoreo o cuadernos de registro aptos para el campo.

5.2 Verificación del desempeño del sistema

El monitoreo de verificación se realiza periódicamente para mostrar si el sistema está funcionando según lo previsto y brindar tendencias a lo largo del tiempo. Se deben seleccionar puntos clave (críticos) a lo largo de la cadena de saneamiento para verificar el desempeño del sistema. Este tipo de monitoreo generalmente requiere formas de análisis más complicadas (por ej., *E.coli*, huevos de helmintos) que el monitoreo operativo. El monitoreo de verificación puede ser realizado por el equipo del PSS o por una autoridad externa como parte de la función de vigilancia descrita en el capítulo introductorio.

Como en el caso del monitoreo operativo, se deben identificar los parámetros, el método, la frecuencia, el organismo responsable, un límite crítico y las medidas correctivas que deben tomarse cuando se exceda el límite.

En comparación con el monitoreo operativo, serán muy pocos los puntos en los que ocurra el monitoreo de verificación. El monitoreo de verificación se centra en los puntos finales del sistema tales como calidad

del agua del efluente, pruebas microbianas y químicas de los productos y suelos, y condición de salud de los grupos expuestos.

Las Notas Orientativas 5.2 a 5.5 brindan información adicional sobre el monitoreo, la verificación y las evaluaciones especializadas y son apoyadas por los Ejemplos 5.2 y 5.3.

5.3 Auditoría del sistema

Una auditoría del sistema puede no ser viable en las etapas iniciales de todas las implementaciones del PSS, especialmente a falta de requerimientos regulatorios para los enfoques de gestión de la evaluación de riesgos.

Sin embargo, las autoridades garantizan que el PSS continúe contribuyendo a resultados de salud positivos al verificar la calidad y efectividad de la implementación del PSS. La auditoría puede ser realizada por auditores internos, regulatorios o independientes. Debe demostrar que el plan de seguridad de saneamiento ha sido diseñado apropiadamente, se está implementando correctamente y es efectivo. La Nota Orientativa 5.7 brinda sugerencias para preguntas clave que deben considerarse en las auditorías. Las auditorías pueden ayudar en la implementación puesto que identifican oportunidades para mejoras tales como la precisión, integridad y calidad de la implementación de los productos del PSS, el mejor uso de los recursos limitados y la identificación de necesidades de capacitación y apoyo motivacional.

Las frecuencias de las auditorías deben estar acordes con el nivel de confianza requerido por las autoridades regulatorias. La identificación de personal con las calificaciones y experiencia adecuadas puede ser una tarea difícil.

NOTA ORIENTATIVA 5.1

Algunos tipos de monitoreo operativo y de verificación en PSS

El monitoreo operativo es el monitoreo de rutina de los parámetros que pueden medirse rápidamente (a través de pruebas que pueden realizarse rápidamente o mediante la inspección visual) para informar las decisiones de la gerencia y evitar la ocurrencia de condiciones peligrosas.

Para los operadores del sistema de saneamiento, el monitoreo operativo puede incluir:

- caudales para la aplicación de residuos;
- duración real versus planeada de los periodos de retención;
- frecuencia de la recolección de residuos;
- la cantidad de agua destinada al uso (puesto que ello brindará información del impacto general de la producción de residuos);
- verificación de la presencia de barreras físicas;
- turbidez, pH, demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, cloro residual;
- frecuencia con la cual las personas que manejan residuos usan correctamente el equipo de protección personal;
- seguimiento de datos climáticos y meteorológicos relacionados con peligros;
- realización de una vigilancia sanitaria;
- inspección visual de la integridad de los cercos, señales de advertencia;
- inspección visual de las aguas en caso de larvas de insectos relevantes o huéspedes intermediarios de caracoles.

NOTA ORIENTATIVA 5.2

Referencias al monitoreo en las Directrices de la OMS de 2006

Las Directrices de la OMS de 2006 brindan orientación sobre los parámetros típicos, la frecuencia y los límites para el monitoreo operativo y de verificación. Esto se pueden encontrar en:

VOLUMEN DE LAS DIRECTRICES	SECCIÓN RELEVANTE PARA EL MONITOREO
Volumen 2 (Uso de aguas residuales en la agricultura)	Sección 4.3 Monitoreo de verificación Cuadro 4.6 Frecuencias mínimas de monitoreo de verificación para medidas de control de protección de la salud Sección 6.4 Monitoreo operativo Sección 6.5 Monitoreo de verificación
Volumen 3 (Uso de aguas residuales y excretas en la acuicultura)	Sección 6.5 Monitoreo operativo Sección 6.6 Monitoreo de verificación
Volumen 4 (Uso de excretas y aguas grises en la agricultura)	Sección 6.4 Monitoreo operativo Sección 6.5 Monitoreo de verificación

Para una rápida referencia, la Nota Orientativa 5.3 resume algunas de las recomendaciones para el monitoreo de verificación de las Directrices de la OMS de 2006.

NOTA ORIENTATIVA 5.3

Referencia rápida a las recomendaciones del monitoreo de verificación en las Directrices de la OMS de 2006

Monitoreo del rendimiento microbiano

- El monitoreo de verificación de *E.coli* y huevos de helmintos (intestinales y *Schistosoma* spp.) debe realizarse a intervalos de 3-6 meses en el/los punto(s) de exposición (Nota 2).
- Cuando la esquistosomiasis representa un peligro, los trabajadores y la comunidad local deben ser examinados para signos de infección cada año, cada dos años o cada 5 años en prevalencias altas, medias y bajas, respectivamente (Nota 2).
- El monitoreo de verificación para *E.coli* y huevos de helmintos (cuando sea necesario) en lagunas de acuicultura debe realizarse a intervalos mensuales si se cultivan peces o plantas acuáticas que suelen consumirse crudos (Nota 3).
- Se debe realizar el monitoreo de verificación para irritantes de la piel. Se debe realizar cada 6-12 meses una inspección de enfermedades de la piel en trabajadores de acuicultura y otros con una alta exposición al agua (Nota 4).
- Las pruebas de huevos de trematodos viables siempre deben realizarse en la etapa de validación del sistema a menos a que las especies de plantas o peces siempre se consuman después de haberse cocinado completamente (Nota 1).
- La verificación de aguas de la laguna para determinar la presencia de vectores debe realizarse cada 2-3 meses (Nota 4).

Monitoreo del rendimiento químico:

El monitoreo de verificación de las concentraciones de sustancias químicas en productos acuícolas que se alimentan de residuos debe ser realizado cada 6 meses por las autoridades de seguridad alimentaria (Nota 3).

Nota: Referencias en las Directrices de la OMS de 2006 Vol. 3: página 40 (1), página 44 (2), página 42 (3) página 45 (4).

NOTA ORIENTATIVA 5.4

Sustancias químicas en la agricultura y la acuicultura y el PSS

En el uso agrícola, los peligros con mayor posibilidad de causar enfermedades son los agentes patógenos relacionados con excretas (incluidos los helmintos intestinales y los esquistosomas), los irritantes de la piel y los agentes patógenos transmitidos por vectores. Se considera que los riesgos de las sustancias químicas son bajos y serían difíciles de asociar con la exposición a través del uso de aguas residuales en la agricultura puesto que los efectos de la exposición química a menudo son acumulativos durante un largo periodo de tiempo (Directrices de la OMS de 2006, Vol. 2, 8).

En el caso de la acuicultura, consulte las Directrices de la OMS de 2006 (Volumen 3, Sección 3.3 y Volumen 3, Sección 4.1.3) para mayor información y orientación sobre el posible monitoreo de verificación en peces y hortalizas.

La transferencia a través de la cadena alimentaria por lo general es la principal ruta de exposición a contaminantes químicos potencialmente peligrosos en aguas residuales (Directrices de la OMS de 2006, Vol. 2, 73). El Anexo 3 muestra las concentraciones tolerables de sustancias químicas tóxicas en el suelo, peces y hortalizas que pueden utilizarse en algunos programas de verificación. En este cuadro, la concentración tolerable de las sustancias químicas en el suelo muestra una concentración por encima de la cual puede ocurrir la transferencia de contaminantes a las personas a través de la cadena alimentaria.

Para elementos inorgánicos, sus concentraciones en los suelos regados con aguas residuales se elevarán lentamente con cada aplicación consecutiva de aguas residuales. Sin embargo, se ha encontrado que la acumulación de metales pesados en los cultivos regados con aguas residuales domésticas en la India es más baja que los niveles permisibles a pesar de que las aguas residuales han sido usadas para riego en el mismo lugar por casi 30 años (Mara 2004, 245).

Sin embargo, para muchos de los componentes orgánicos, la probabilidad que se acumulan en el suelo con las concentraciones umbrales calculados es pequeña, ya que las concentraciones típicas en las aguas residuales son muy bajas. Para información más detallada remítase a las Directrices de la OMS de 2006 (Vol. 2, secciones 4.6 y 8.1).

También se deben consultar las regulaciones y normas nacionales.

NOTA ORIENTATIVA 5.5

Evaluaciones especializadas

Evaluación del impacto en la salud

El uso del PSS no está destinado a la planificación y el diseño de nuevos esquemas de saneamiento de gran tamaño. En esos casos, la planificación puede ser complementada por estudios especializados tales como evaluaciones del impacto en la salud (EIS). La EIS es un instrumento para proteger la salud de las comunidades vulnerables en el contexto de los cambios acelerados en los determinantes ambientales y/o sociales de la salud que son producto del desarrollo. La OMS define la EIS como “una combinación de procedimientos, métodos y herramientas a través de los cuales se puede juzgar una política, programa o proyecto en relación con sus efectos potenciales sobre la salud de la población y la distribución de tales efectos” (European Centre for Health Policy, 1999). La EIS adopta un enfoque inter y multidisciplinario con la meta global de influir en la toma de decisiones de forma que se puedan minimizar los efectos negativos sobre la salud y aumentar los efectos positivos sobre la salud. La EIS considera una amplia variedad de determinantes de la salud y resultados de la salud, y generalmente combina métodos cualitativos y cuantitativos para posteriormente orientar las medidas de mitigación. El involucramiento de las partes interesadas a lo largo del proceso es una característica esencial de la EIS.

Para la planificación y el diseño de un nuevo sistema de saneamiento de gran escala, la EIS puede ayudar a elegir la opción para un sistema de saneamiento más apropiada desde una perspectiva de salud pública. Además, la EIS identifica sistemáticamente efectos sobre la salud potenciales, y a veces no deseados, de un proyecto a lo largo de su ciclo de vida (es decir, construcción, operación y cierre). Los resultados primarios de la EIS son: (i) insumos para el diseño de un esquema de saneamiento; (ii) medidas de mejora y mitigación de los impactos en la salud; y (iii) una descripción robusta de la línea de base, que establecerá la base del monitoreo y la evaluación de los impactos que el esquema de saneamiento tendrá en la salud pública en el futuro.

En contraste con el PSS, que es realizado principalmente por los operadores del sistema, la EIS es llevada a cabo por profesionales de la salud pública. Se puede encontrar más información en el Vol. II, Anexo 3 de las Directrices de la OMS de 2006, y en el sitio web de la OMS sobre EIS bajo Lecturas adicionales.

Evaluación cuantitativa del riesgo microbiano

La evaluación cuantitativa del riesgo microbiano (ECRM) es un método que puede usarse para evaluar el riesgo de peligros microbianos específicos a través de diferentes rutas de exposición. Se puede usar para complementar estudios epidemiológicos para la exploración de la enfermedad en una población definida (por ej., agricultores que usan aguas residuales tratadas para el riego de cultivos). La ECRM también puede usarse como un método para establecer objetivos basados en la salud. Estos objetivos definen, a nivel nacional, la carga de enfermedad tolerable asociada a los sistemas de saneamiento. A nivel del sistema, las ECRM pueden usarse como una herramienta de evaluación y verificación para modelar la reducción de agentes patógenos requerida para cumplir con los objetivos basados en la salud.

En la mayoría de casos, la ECRM irá más allá de la capacidad de los operadores del sistema, pero puede ser realizada por especialistas en salud pública. Para más información, véase Haas et al. (1999) y OMS (2011).

NOTA ORIENTATIVA 5.6

Preguntas que deben considerarse en las auditorías

- ¿Se han identificado todos los peligros y eventos peligrosos significativos?
- ¿Se han incluido las medidas de control apropiadas?
- ¿Se han establecido procedimientos de monitoreo operativo apropiados?
- ¿Se han definido límites operativos o críticos apropiados?
- ¿Se han identificado acciones correctivas?
- ¿Se han establecido procedimientos apropiados para el monitoreo de verificación?
- ¿Se han identificado aquellos eventos peligrosos que tienen mayor potencial de causar problemas para la salud humana y se han tomado las acciones apropiadas?

HERRAMIENTA 5.1

Plantilla del plan de monitoreo operativo

MEDIDAS DE CONTROL QUE TENDRÁN UN PLAN DE MONITOREO OPERATIVO DETALLADO	
PASO DEL SANEAMIENTO	Instrucciones: Liste las medidas de control para las que se requiere un plan de monitoreo operativo detallado, y utilice la Herramienta 5.1 para cada una de estas.
Generación de residuos	
Transporte/transferencia de residuos	
Tratamiento/procesamiento de residuos	
Uso de residuos o disposición del subproducto	
Consumo o uso del producto	



HERRAMIENTA 5.2

Plantilla del monitoreo operativo

PLAN DE MONITOREO OPERATIVO EN LA PLANTA DE COMPOST			
Plan de monitoreo operativo para:			
BRINDAR BREVE DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE CONTROL			
Límites operativos (véase la Nota)	Monitoreo operativo de la medida de control Medida de control:	Cuando se excede el límite operativo Acción correctiva:	
	¿Qué se monitorea?		¿Qué acción se va a tomar?
	¿Cómo se monitorea?		
	¿Dónde se monitorea?		¿Quién toma la acción?
	¿Quién lo monitorea?		¿Cuándo se toma?
	¿Cuándo se monitorea?		¿Quién necesita ser informado de la acción?

Nota: Si el monitoreo está fuera de este/estos límite(s), se considera que la medida de control no está funcionando como se tenía previsto.

EJEMPLO 5.1

Plan de monitoreo operativo para monitorear los procedimientos técnicos: planta de compostaje, Viet Nam

PLAN DE MONITOREO OPERATIVO EN LA PLANTA DE COMPOST				
Plan de monitoreo operativo para:				
MONITOREO DE LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DE TRABAJADORES Y GERENTES				
BRINDAR UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE CONTROL				
Límites operativos (véase la Nota)	Monitoreo operativo de la medida de control Medida de control: Planta de tratamiento (lagunas de estabilización de residuos) incluida la laguna de maduración		Cuando se excede el límite operativo Acción correctiva:	
100% de cumplimiento con los procedimientos técnicos	¿Qué se monitorea?	Práctica y procedimientos	¿Qué acción se debe tomar?	Recordatorio verbal al personal y mantenimiento de registros
	¿Cómo se monitorea?	Observaciones		
	¿Dónde se monitorea?	In situ	¿Quién toma la acción?	Personal y gerentes del Departamento de Aseguramiento de la Calidad
	¿Quién lo monitorea?	Personal y gerentes del Departamento de Aseguramiento de la Calidad	¿Cuándo se toma?	Dentro de las 24 horas
	¿Cuándo se monitorea?	Visitas aleatorias al menos una vez al mes	¿Quién necesita ser informado de la acción?	Informes mensuales al departamento de aseguramiento de la calidad

Nota: Si el monitoreo está fuera de este/estos límite(s), se considera que la medida de control no está funcionando como se tenía previsto.

EJEMPLO 5.2

Programa de muestreo para el monitoreo de verificación: planta de compostaje, Viet Nam

LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA NO. /3 MES	PARÁMETRO
Muestra de suelo alrededor de los baños públicos	3	<i>E.coli</i> Huevos de helmintos
Lodo en los tanques de recepción de la planta de tratamiento de lodos	2	
Muestra de aguas residuales en la sedimentación final	2	
Muestra de sedimento	2	
Muestra de agua del cabezal de la tubería de los camiones de dragado de lodo al vacío en diferentes etapas del compostaje	2	
Producto de compost final	2	

Nota: Las Directrices de la OMS de 2006 no brindan orientación sobre la frecuencia mínima recomendada para el monitoreo de verificación aplicable a este ejemplo. El equipo del PSS local realizó su propia evaluación de la frecuencia para adaptarla a su contexto y recursos locales.

EJEMPLO 5.3

Plan hipotético del monitoreo de verificación

PASO DEL SANEAMIENTO	MONITOREO DE VERIFICACIÓN				
	Qué	Límite	Cuándo	Quién	Método
Generación de residuos	Cantidad y calidad de descargas industriales al sistema de aguas residuales	De acuerdo con las regulaciones locales	En curso	Empresa de alcantarillado o regulador	Informes anuales
Transporte de residuos	Número de desbordes al año	Depende del contexto local y de los antecedentes actuales	Anual	Empresa de alcantarillado o regulador	Informes anuales
Transporte de residuos: Cercos y señales de advertencia en lugares críticos	Casos de accidentes, caídas al canal	Ninguno	Anual	Empresa de alcantarillado o regulador	Encuesta anual
Procesamiento de residuos	Análisis de la calidad del agua de riego con respecto a (por ej., calidad del agua del efluente de la planta de tratamiento) • <i>E.coli</i> • Huevos de helmintos	$\geq 10,000/100\text{ml}$ $\geq 1/100\text{ml}$	Dos veces al mes	Operador de la PTAR	Métodos de prueba estándar
Aplicación de residuos	Estado de salud de los agricultores: • % agricultores y familiares con infecciones por helmintos • Ocurrencia de infecciones de la piel	Los límites de salud dependen de los contextos locales y de los antecedentes actuales	Annual	Departamento de salud del distrito	Encuesta anual
Aplicación de residuos	Contaminantes químicos en el suelo	Límites del suelo – véase el Anexo 3	Cada dos años	Departamento de Salud o Departamento de Agricultura	Encuesta de muestreo y ensayo
Aplicación de residuos/ duración	Concentración de patógenos en la planta microbiana en la cosecha y en el punto de venta	No hay presencia de huevos de lombrices y <i>E.coli</i> /gramo en hortalizas de conformidad con los criterios nacionales	Cada tres meses	Dirección de Higiene y Seguridad Alimentaria – Departamento de Salud	Encuesta de muestreo y ensayo
Preparación y consumo de productos	Análisis microbiológicos de los espacios de preparación de alimentos en mercados, restaurantes y análisis de los productos	No hay presencia de huevos de lombrices y <i>E.coli</i> /gramo en hortalizas de conformidad con los criterios nacionales	Anual	Dirección de Higiene y Seguridad Alimentaria – Departamento de Salud	Encuesta
Preparación y consumo de productos	Ocurrencia a nivel domiciliario de las medidas de control para la preparación de alimentos	No hay presencia de huevos de lombrices y <i>E.coli</i> /gramo en hortalizas de conformidad con los criterios nacionales	Anual	Dirección de Higiene y Seguridad Alimentaria – Departamento de Salud	Encuesta anual



MÓDULO 6

DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS DE APOYO Y REVISIÓN DE LOS PLANES

MÓDULO 6

DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS DE APOYO Y REVISIÓN DE LOS PLANES

NÚMERO DE MÓDULO

- 6.1 Identificación e implementación de programas de apoyo y procedimientos de gestión
- 6.2 Revisión y actualización periódicas de los productos del PSS

PRODUCTOS

- Programas de apoyo y procedimientos de gestión que mejoren la implementación de los productos del PSS
- Productos del PSS que respondan a los cambios internos y externos

Visión general

El Módulo 6 apoya el desarrollo de habilidades y conocimientos de las personas, y la habilidad y capacidad que tiene una organización para cumplir con los compromisos del PSS. Los programas actuales (por ej., capacitación) pueden reconsiderarse en la medida en que apoyen los objetivos del PSS.

El **Módulo 6.1** ayuda a garantizar que la operación del PSS cuente con el apoyo de procedimientos de gestión claros, programas de investigación y capacitación para el personal, y comunicaciones a las partes interesadas clave especialmente en sistemas más grandes y complejos.

El **Módulo 6.2** reconoce que el PSS funciona dentro de un entorno dinámico. En consecuencia, los productos del PSS deben revisarse periódicamente a medida que se implementan nuevos controles y para analizar peligros o eventos peligrosos nuevos o emergentes.

Los programas de apoyo y las revisiones regulares garantizarán que el PSS sea siempre relevante y responda a las condiciones operativas actuales o previstas.

6.1 Identificación e implementación de programas de apoyo y procedimientos de gestión

Los programas de apoyo son aquellas actividades que apoyan indirectamente la seguridad del saneamiento, pero también son necesarias para la adecuada operación de las medidas de control. Un aspecto clave de los programas de apoyo es comunicar los problemas de salud a todas las partes interesadas.

Los programas de apoyo cubren una variedad de actividades que incluyen la capacitación, comunicación e investigación, así como aspectos legales tales como un programa para comprender las obligaciones de cumplimiento de la organización (véase los Ejemplos 6.1 y 6.2).

Los procedimientos de gestión (véase la Nota Orientativa 6.1) son instrucciones escritas que describen los pasos o las acciones que deben tomarse durante condiciones operativas normales y para tomar acciones correctivas cuando los parámetros de monitoreo operativo alcanzan o exceden los límites operativos. Estos a menudo se denominan procedimientos operativos estándar o POE. Además, también se podrían desarrollar procedimientos para el manejo de emergencias.

En algunos casos, la organización líder implementaría los programas de apoyo o asignaría aspectos especializados a otra organización.

6.2 Revisión y actualización periódicas de los productos del PSS

El PSS debe revisarse y actualizarse de manera regular. La revisión tomará en cuenta las mejoras realizadas, los cambios en las condiciones operativas y cualquiera evidencia nueva sobre los riesgos para la salud relacionados con los sistemas sanitarios. Además de la revisión periódica programada, el PSS también debe revisarse en las siguientes situaciones:

- después de un incidente, emergencia o cuasi incidente;
- después de mejoras o cambios importantes al sistema;
- después de una auditoría o evaluación para incorporar hallazgos y recomendaciones.

El Ejemplo 6.3 muestra algunos factores desencadenantes de la revisión del PSS usados en el PSS en el Perú.

NOTA ORIENTATIVA 6.1

Procedimientos de gestión

Todos los sistemas requieren instrucciones sobre cómo operar el sistema. Se debe contar con procedimientos de manejo (por ej., procedimientos operativos estándar) y manuales para los componentes técnicos individuales del sistema, tales como una bomba o proceso de tratamiento. Es importante tener información relevante disponible y almacenarla adecuadamente.

Es importante documentar los procedimientos de operación, mantenimiento e inspección puesto que:

- ayuda a crear confianza de que los operadores y el personal de apoyo complementario saben qué, cómo y cuándo tomar acciones;
- apoya el desempeño consistente y efectivo de las tareas;
- captura el conocimiento y la experiencia que de otro modo se perdería cuando hay cambio en los miembros del personal;
- ayuda en la capacitación y desarrollo de competencias de los nuevos operadores;
- forma una base para la mejora continua.

Además de la información técnica que se requiere para operar el sistema, se deben desarrollar procedimientos de gestión que describan las tareas que deben llevarse a cabo para gestionar todos los aspectos del sistema de saneamiento, incluso durante situaciones de emergencia. El PSS es una fuente de información importante para elaborar estos procedimientos de gestión. El equipo del PSS también debe asegurar que los diferentes roles y responsabilidades (es decir, quién hace qué, cuándo, dónde, cómo y por qué) respecto a la seguridad del saneamiento sean claramente comprendidos por todos los involucrados. Es importante tener un ciclo de revisión y actualización eficiente y regular.

Asimismo, los procedimientos para las actividades rutinarias de monitoreo e inspección y sus resultados recolectados (véase el Módulo 5) también representan información importante para la gestión y deben ser documentados.

Ejemplos de procedimientos de gestión son:

- cronogramas de operación y mantenimiento;
- procedimientos para todos los aspectos del tratamiento del sistema (por ej., tamizaje, aeración, filtración, cloración);
- procedimientos de monitoreo operativo como se identificaron en el Módulo 5;
- procedimientos relacionados con la gestión de insumos para el sistema de saneamiento;
- cronogramas y procedimientos para monitorear la calidad de las aguas residuales, el reúso y los requisitos legales.

EJEMPLO 6.1

Ejemplos de programas de apoyo

- Programas de capacitación para el personal (por ej., operadores de la planta de tratamiento, trabajadores de extensión agrícola, personas que manejan y procesan residuos, etc.).
- Presentación de evidencia y resultados a las partes interesadas públicas e institucionales.
- Sensibilización y capacitación de grupos de exposición clave para mejorar su cumplimiento con las medidas de control que requieren un cambio en la conducta.
- Provisión de incentivos o sanciones relacionadas con el cumplimiento de las medidas de control.
- Programas de mantenimiento de rutina.
- Campañas de sensibilización al público.
- Programas de investigación para apoyar brechas clave en el conocimiento o la evidencia.
- Herramientas para gestionar las acciones del personal tales como sistemas de aseguramiento de la calidad.
- Cabildeo para lograr un entorno propicio para el desarrollo del PSS.
- Involucramiento de las partes interesadas en el PSS.

EJEMPLO 6.2

Programas de apoyo: Uso indirecto de las aguas residuales en la agricultura, Perú

Capacitación

Este PSS observó (entre otros temas) que los agricultores requerirán más capacitación. Esto abordaría:

- Los riesgos para la salud y el ambiente de regar con agua contaminada.
- El PSS como un instrumento para gestionar los riesgos identificados.
- Aplicación de medidas para controlar los riesgos involucrados en el sistema de producción.
- Construcción de reservorios como un medio para mejorar la calidad del agua de riego.
- Gestión apropiada de reservorios para garantizar que se alcance el nivel de calidad de agua deseado.
- Producción segura de peces en los reservorios.
- Sistemas de riego que sean eficientes y seguros para los cultivos vegetales.
- Gestión eficiente de fertilizantes y protección del acuífero.
- Manejo higiénico de los productos cosechados. Lavado y manipulación.
- Apoyo al programa de monitoreo de productos agrícolas y calidad del agua.

Investigación

La investigación adicional identificada incluyó:

- Confirmación de si las larvas de *Ascaris* y *Strongyloides* (nematodos) encontradas en el suelo y el pasto son parasíticas en seres humanos.
- Determinación de los límites máximos permisibles para varios contaminantes de suelo y pasto encontrados en áreas verdes y zonas agrícolas, particularmente coliformes termotolerantes y parásitos.
- Uso eficiente de reservorios para lograr la calidad del agua requerida para el riego de hortalizas, como una función del periodo de retención en diferentes estaciones del año y el manejo del efluente.

EJEMPLO 6.3

Revisión del PSS: Uso directo de las aguas residuales tratadas para regar las áreas verdes de un gran parque público, Perú

Revisión después de los incidentes, tales como:

- Derrames frecuentes de aguas residuales no tratadas y sólidos del desarenador y el sistema de disposición de lodos.
- Escapes significativos de gases con olor fétido que causan una constante molestia a los visitantes del parque, los vecinos y el hospital.
- Un incremento significativo en los niveles de *E. coli* y parásitos en el efluente de la planta usado para regar las áreas verdes del parque.
- Acumulación excesiva de lodo generado por la planta que no puede disponerse rápidamente.
- Mortandad de peces en la laguna recreativa lo cual indica que la situación es grave y se debe cerrar el acceso de la laguna a los visitantes.

Revisión después de realizar mejoras o cambios significativos en el sistema, tales como:

- Cambio en el proceso de tratamiento de las aguas residuales.
- Cualquier cambio significativo en el sistema de riego, tales como uso de la laguna recreativa como un reservorio para aguas residuales tratadas.



EJEMPLO PRÁCTICO: PSS EN NEWTOWN

EJEMPLO PRÁCTICO: PSS EN NEWTOWN

Visión general

Este capítulo presenta un caso hipotético de planificación de la seguridad del saneamiento (PSS) en el pequeño municipio de Newtown en un país imaginario llamado República de Sanitola. La República de Sanitola se encuentra en una zona de clima tropical y es un país de medianos ingresos. Newtown se encuentra en las afueras de una gran ciudad metropolitana y tiene una población de aproximadamente 50.000 personas. El suministro de agua proviene de una fuente de agua superficial situada aguas arriba del pueblo. Es una zona de fuertes lluvias estacionales. En los últimos años, el crecimiento demográfico, la urbanización y la escasez de agua han dado lugar a una creciente demanda de agua para el riego y la recuperación de nutrientes de las aguas residuales. Sin embargo, el reúso de aguas residuales ha originado preocupaciones respecto a la salud ocupacional de los trabajadores de saneamiento de la municipalidad y de los agricultores, y a la seguridad de los productos regados con aguas residuales. Ante esta situación, la Municipalidad de Newtown ha

iniciado el proceso de PSS en respuesta a una petición de las autoridades nacionales y locales.

El ejemplo de Newtown se utiliza para ilustrar los módulos de la PSS, mostrar algunos formatos de posibles informes y situaciones típicas de reúso de aguas residuales en contextos con recursos limitados. Es una versión abreviada de la PSS en Newtown y no cubre todos los detalles de las experiencias del desarrollo de la PSS de Newtown.

Como todo proceso de PSS se desarrolla de acuerdo con sus propias circunstancias, los detalles y conclusiones que se presentan son meramente ilustrativos.

Se incluyen comentarios ocasionales del equipo de PSS para ilustrar algunos aspectos que tuvo que afrontar el equipo durante el desarrollo del plan.

Módulo 1. Preparación para la planificación de la seguridad del saneamiento

Módulo 1.1 Establecimiento de las áreas prioritarias o actividades

Áreas prioritarias:

Se seleccionó a Newtown porque se considera típico de otros pueblos de Sanitola, tiene una capacidad de gestión local relativamente buena y, en términos generales, las lecciones aprendidas de Newtown se pueden aplicar a otras ciudades.

Comité Directivo:

El Comité Directivo está compuesto por el Ministerio de Salud de Sanitola, la Asociación Municipal, el Ministerio de Agricultura y el Consejo Municipal de Newtown.

La inclusión del Ministerio de Agricultura en el Comité Directivo significó un esfuerzo considerable, pero realmente valdrá la pena.

Módulo 1.2 Establecimiento de los objetivos propuestos

Objetivos de la PSS:

Se establecieron cuatro objetivos:

- Garantizar la seguridad de los productos regados con aguas residuales para proteger la seguridad de los consumidores.
- Salvaguardar la salud de los agricultores y miembros de la comunidad que están expuestos a las aguas residuales o la usan para fines de riego.
- Proteger la salud de los trabajadores municipales formales e informales que se dedican al saneamiento.
- Contribuir a la priorización de inversiones en saneamiento en Newtown.

Módulo 1.3 Definición del límite del sistema y de la organización líder

Límite de la PSS y flujos de residuos:

Cuenca hidrográfica de la planta de tratamiento de aguas residuales (incluida la red de alcantarillado y la recolección de lodos fecales de instalaciones en el sitio), planta de tratamiento y zonas agrícolas aguas abajo.

Organización líder:

Operador de aguas residuales de Newtown.

Tuvimos una sesión de lluvia de ideas para identificar a las diversas partes interesadas y la Herramienta 1.1 nos resultó de gran ayuda para decidir quiénes serían los miembros del equipo.

Módulo 1.4 Conformación del equipo

Partes interesadas principales:

Se identificó a la cooperativa de agricultores como una parte interesada clave que necesita ser parte del equipo de la PSS. La lista completa de los miembros del equipo de la PSS y sus correspondientes roles se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.1 de Newtown Composición del equipo de la PSS

Representantes de	Rol principal en el equipo de la PSS
Operador del sistema de saneamiento – gerente general	Líder del equipo
Operador del sistema de saneamiento – gerente operativo	Procesamiento y manejo de datos de la planta de tratamiento de aguas residuales
Operadores de camiones de dragado de lodo al vacío	Recolección y disposición de lodos fecales
Cooperativa de agricultores	Gestión de peligros en las prácticas agrícolas y en el manejo de los productos agrícolas
Oficial del Departamento de Salud Regional	Salud pública/higiene de los alimentos
Salud pública/higiene de los alimentos	Aporte de experto en la evaluación de riesgos
Epidemiólogo – Escuela de Salud Pública de Sanitola	Educación/comunicación
ONG que trabaja con agricultores y comunidades locales	Implicaciones en el abastecimiento de agua local
Operador del Sistema de agua	Implicaciones en el abastecimiento de agua local

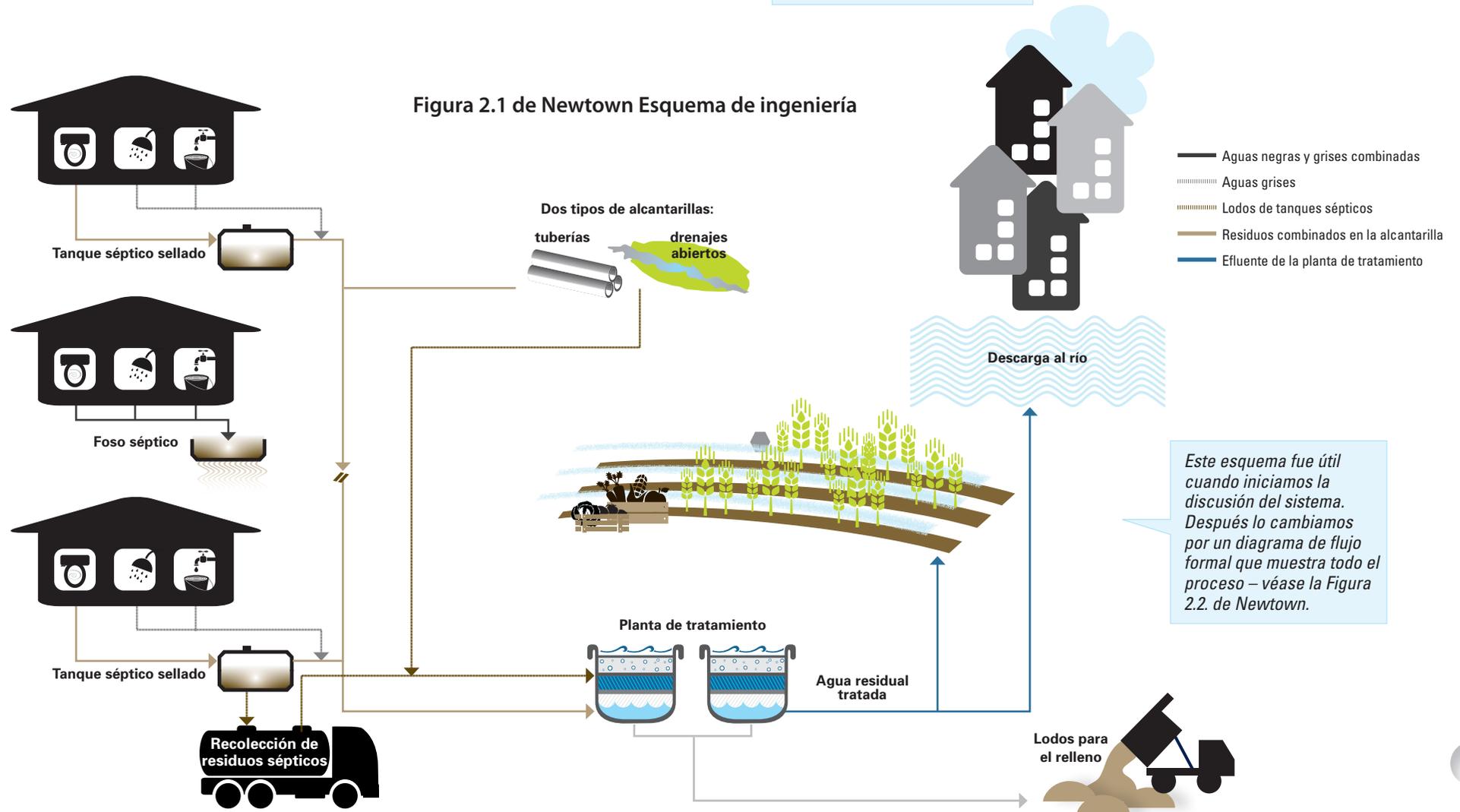
Usamos toda la Herramienta 1.2, pero aquí solo mostramos las dos columnas claves (no aparecen los nombres ni los contactos).

Módulo 2. Descripción del sistema de saneamiento

Módulo 2.1 Mapeo del sistema

Inicialmente se usó un diagrama de ingeniería que ayudó a visualizar el sistema.

Al comienzo pensamos que conocíamos el sistema bastante bien, pero ha sido todo un desafío recolectar y clasificar los datos cualitativos y cuantitativos pertinentes.

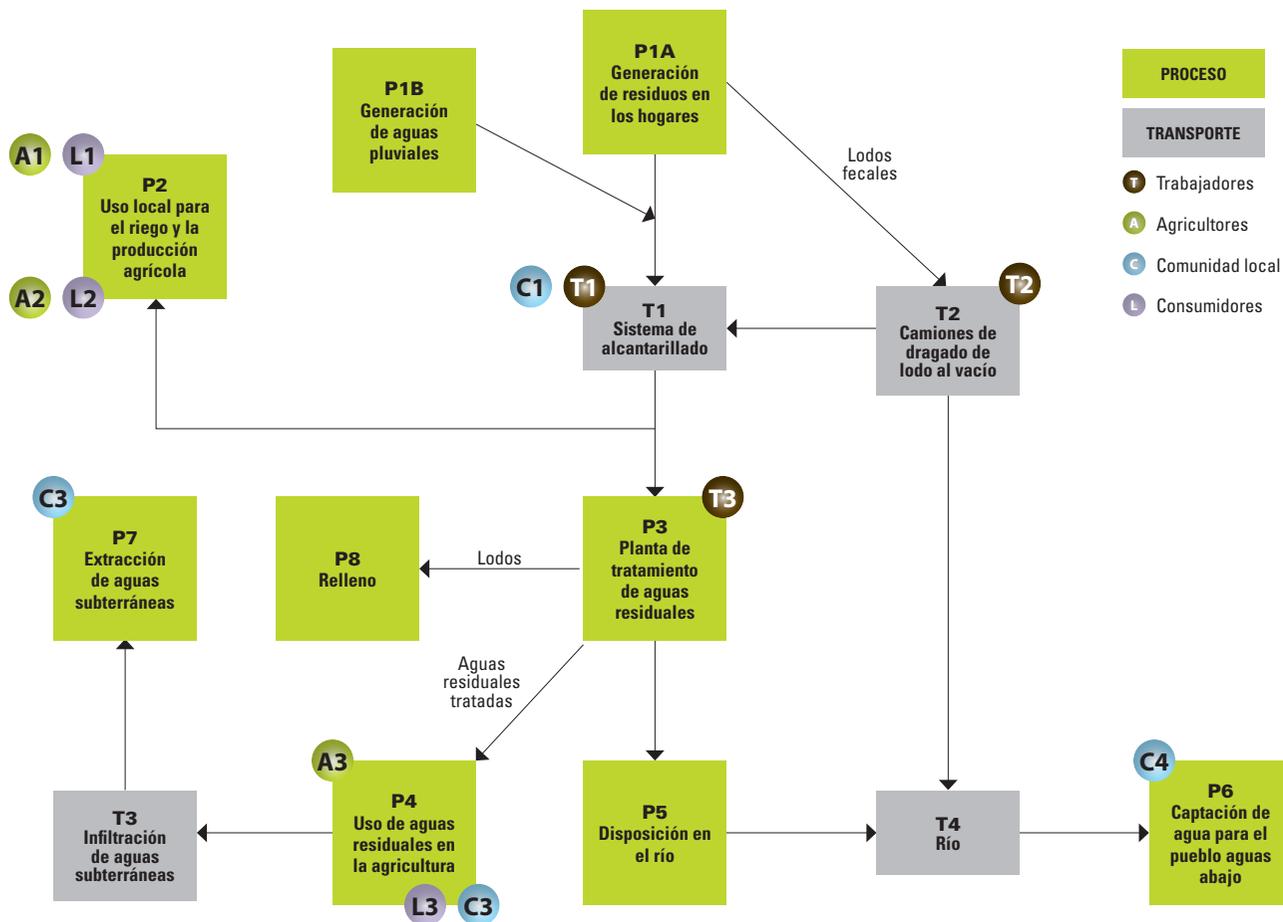


Este es el diagrama de flujo del proceso que adoptamos durante el Módulo 2.1.

Los números del proceso y del transporte (P1, P2, T1, T2 etc.) nos ayudaron a clasificar la información del sistema.

Los grupos de exposición se añadieron en el Módulo 2.3 y se afinaron en el Módulo 3.2.

Figura 2.2 de Newtown Diagrama de flujo del proceso



P1A y P1B: Generación de residuos y generación de aguas pluviales

Casi todos los hogares (un total aproximado de 11.000) tienen una cisterna o inodoros con descarga de agua que drenan a tanque sépticos instalados en el sitio. El efluente de los tanques sépticos drena a un sistema de alcantarillado libre de sólidos (conocido también como efluente común o de pequeño diámetro). Las aguas grises de otros accesorios sanitarios drenan directamente al alcantarillo de la vecindad.

Algunos hogares tienen fosos sépticos que recolectan las excretas y las aguas grises. Esos fosos sépticos no están conectados al alcantarillado y los líquidos drenan directamente a las aguas subterráneas. La defecación al aire libre se ha eliminado en la zona.

Las industrias no están conectadas al alcantarillado, excepto sus propios residuos domésticos. No hay ninguna industria importante que produzca aguas residuales industriales. El hospital y otros establecimientos que brindan servicios de salud tienen prácticas razonables para la gestión de sus residuos y están separados del sistema de alcantarillado de Newtown.

Durante la temporada seca, el flujo promedio en la entrada de la planta de tratamiento de agua es de aproximadamente 4.000m³/día.

La escorrentía pluvial se genera durante el periodo del monzón de las zonas urbanas. Las principales fuentes de contaminación que afectan la escorrentía son los vehículos de motor y los residuos sólidos, aunque los desechos fecales de los animales también pueden estar contribuyendo a la contaminación. Las tasas de concentración y flujo varían ampliamente en periodos cortos de tiempo.

T1: Sistema de alcantarillado

Las aguas residuales se transportan a una planta de tratamiento de aguas residuales centralizada. Hay dos tipos de alcantarillas:

(1) tuberías; la mayoría fluye por gravedad, pero hay algunas estaciones pequeñas de bombeo que elevan las aguas residuales a la siguiente tubería por gravedad.

(2) drenajes/canales abiertos.

Los trabajadores del departamento de ingeniería de Newtown mantienen y reparan el sistema.

Tanto las tuberías como los canales abiertos se ven afectados regularmente por la escorrentía pluvial.

Esta descripción se refiere a cada uno de los puntos indicados en el diagrama de flujo del proceso.

Este mantenimiento no es lo ideal, pues tienen recursos limitados.

Periódicamente ocurren desbordes, especialmente en las zonas bajas adyacentes al sistema de alcantarillado.

Los drenajes corren por la comunidad y los pobladores o los que trabajan con la basura a menudo vierten residuos sólidos en los canales. Los bloqueos son comunes tanto en las tuberías como en los canales.

A pesar de que hay suministro de agua por tuberías, algunas casas usan pozos superficiales para abastecerse de agua.

P2: Uso local para el riego y la producción agrícola

Algunas personas (F1) cultivan espinaca de agua y bambú de agua en el canal y usan las aguas residuales crudas. Otros (F2) bombean las aguas residuales sin tratar para regar árboles frutales.

Cuando visitamos el lugar y conversamos con los pobladores de la localidad nos informaron que el canal se bloquea de forma deliberada para estos fines.

T2: Recolección y transporte de los tanques sépticos mediante camiones de dragado de lodo al vacío

Cada 5 o 6 años se remueven los lodos fecales de los tanques sépticos de los hogares (cerca de 2.000 hogares por año).

Las observaciones confirmaron que no se controla el vaciado de los lodos de los tanques sépticos. Algo va a la planta de tratamiento de aguas residuales y otro tanto se vierte directamente en los drenajes vecinos que fluyen hacia la corriente principal. Durante el vaciado se han reportado algunos derrames menores localizados, pero los trabajadores tienen procedimientos para manejar esas circunstancias.

Esto se hace con camiones mecánicos de dragado de lodo al vacío. Los camiones no tienen licencia.

P3: Planta de tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales se realiza mediante un sistema de lagunas de estabilización y está a cierta distancia de la comunidad local.

El tiempo de retención hidráulica en las primeras dos lagunas (anaeróbica, facultativa) está muy por debajo de los parámetros normales de diseño.

La última serie de lagunas (de maduración) se omite.

Los lodos de las lagunas de estabilización se remueven periódicamente y se almacenan para el secado en la planta de tratamiento de aguas residuales. Es raro que los lodos secos se transfieran al relleno municipal.

Se recolectaron, aunque no se muestran aquí, análisis más detallados de la planta de tratamiento de aguas residuales (por ej., componentes, capacidades de diseño, historial de mantenimiento, registros del flujo, datos de las pruebas del afluente y del efluente).

La universidad local proporcionó asesoría en el proceso de tratamiento durante el desarrollo de la PSS.

Resultó frustrante saber que las lagunas de maduración han sido anuladas, el historial de la operación se ha perdido y no hay registros del sistema.

El personal de la Universidad nos alertó de que el modo actual de operación de la planta de tratamiento no cumple la reglamentación nacional. Como parte de las investigaciones del Módulo 3 nos informaron que la reducción de patógenos en la planta de tratamiento era alrededor de 1.7 log, lo que es mucho menos de lo que recomienda la OMS en las Directrices para el uso seguro de aguas residuales en la agricultura, de 2006.

La capacidad actual de planta de tratamiento de aguas residuales es de aproximadamente 3.000 m³/día.

Las comunidades locales están distantes de la planta de tratamiento de aguas residuales.

P4: Uso de aguas residuales en la agricultura

Los agricultores utilizan una parte de los efluentes. El riego se realiza:

- en surcos abiertos;
- mediante aplicación manual (p. ej., baldes, cubos y otras formas de riego que emplean mano de obra de forma intensiva, como las regaderas hasta cierto límite);
- se está probando un sistema de riego por aspersión, pues se piensa que es una manera más eficiente de usar el agua.

Los hijos de los agricultores también ayudan en las tareas agrícolas después de la escuela. Las entrevistas en los grupos focales mostraron que los agricultores y los niños no perciben que hay riesgos asociados con el uso del agua.

Como parte de la PSS se examinaron los registros médicos de los agricultores y sus familias y se discutieron con ellos (en el proceso de validación). Esta investigación y las discusiones con los agricultores mostraron que:

- *Las enfermedades entéricas (intestinales) son comunes, especialmente después de la lluvia.*
- *Las infecciones parasitarias (por ejemplo, la lombriz intestinal humana) también son muy comunes y tienen alta prevalencia entre los agricultores y sus familias.*
- *Los agricultores también tienen infecciones ocasionales relacionadas con mosquitos (como la malaria) y reportan algunas enfermedades de la piel, como la dermatitis de contacto y eccema.*

Estos son algunos extractos de investigaciones adicionales que llevamos a cabo para entender algunos problemas de salud potenciales, como parte del Módulo 2.4:

Las investigaciones sobre la salud de la comunidad local que vive cerca de los agricultores identificaron que las personas que viven en la misma dirección del viento se quejaron de:

- *aerosoles provenientes del riego por aspersión (no hay una zona de amortiguación);*
- *malos olores ocasionales de las tierras de cultivo;*
- *mosquitos, que dicen que vienen de los campos de los agricultores.*

Algunos de los niños de las comunidades cercanas juegan en los campos y hay algunos casos de parasitosis intestinal en la comunidad.

A la población en general que consume los productos agrícolas les resulta difícil hacer el seguimiento de la producción agrícola una vez que sale del campo, ya que pasa por múltiples vendedores/agentes hasta llegar a los mercados de la ciudad.

Los consumidores no tienen ningún cuidado especial en la preparación de sus alimentos al utilizar productos de esta fuente – de hecho, muchos no son conscientes de que compran productos de diferentes fuentes. Las observaciones indican que, en el mejor de los casos, a los alimentos se les hace una limpieza muy superficial, ya sea que los consuman crudos (por ejemplo, lechuga, tomates, cebollas, zanahorias) o si los cocinan antes de comer.

El Ministerio de Salud informó que piensa que hay un problema persistente de Cyclospora, especialmente entre los visitantes de la gran ciudad. Recientemente se confirmó la presencia de ooquistes de Cyclospora spp. en cerca de 15% de productos del mercado y del campo. Se sospecha de otras infecciones, pero no se dispone de datos conocidos.

Se cultivan verduras para ensaladas (hortalizas que se consumen crudas, como cebollas, zanahorias, lechuga y pimiento).

Hay alrededor de 50 agricultores. La producción agrícola es:

- *la consumen los propios agricultores;*
- *se vende a la comunidad local para el consumo;*
- *se vende a la ciudad local cercana donde muchos miles de personas la compran y consumen.*

Se considera que este mercado más amplio es sustancial.

El resto del efluente (que no se usa en el riego) se descarga en un pequeño arroyo.

P5, T3 y P6: Disposición en el río, infiltración de aguas subterráneas y usos del río aguas abajo

No se conoce formal o informalmente el uso recreacional del río aguas abajo.

P7: Extracción de aguas subterráneas

La comunidad local, adyacente o cerca de los terrenos agrícolas, usa aguas subterráneas como su principal fuente de agua porque están fuera del sistema de abastecimiento de agua del pueblo.

P8: Relleno

Los lodos de la planta de tratamiento de agua se almacenan en el relleno, donde hay un área para verter los lodos.

A unos 25 km aguas abajo, el pequeño pueblo (pueblo A) usa esta agua como fuente de agua potable y riego. Tuvimos conversaciones con la División de Abastecimiento de Agua de Sanitola que opera el suministro de agua en el pueblo. Este pueblo cuenta con un Plan de Seguridad del Agua (PSA) que opera eficientemente y se han acercado a Newtown para mejorar la calidad de la descarga de Newtown, como parte de los controles de la cuenca hidrográfica del pueblo A, lo que está considerado en su PSA. También tiene una planta de tratamiento de agua.

Módulo 2.2 Caracterización de las fracciones de residuos

La naturaleza general de los residuos se ha descrito líneas arriba. Particularmente, el flujo de residuos se compone de:

- Efluentes de tanques sépticos - compuesto principalmente de agua, excretas y orina. Como la mayoría de la población utiliza agua para la limpieza anal, hay poco material seco de limpieza anal en este flujo.
- Aguas grises - todas las aguas domésticas de baños y cocinas.
- Lodos de tanques sépticos - sólidos y agua que se sedimentan en el fondo del tanque séptico – esto tiene el potencial de contener algún material de limpieza anal y productos de higiene femenina, objetos cortopunzantes y otros materiales extraños.
- Aguas pluviales – agua superficial, incluida la escorrentía urbana. Incluye una amplia gama de componentes diluidos, como nutrientes, metales, patógenos, materia orgánica (sustancias que demandan oxígeno), hidrocarburos, residuos de animales y residuos sólidos.

Módulo 2.3 Identificación de los potenciales grupos de exposición

En el diagrama de flujo del proceso se muestra la identificación inicial de los grupos de exposición. Se basa en cuatro categorías: trabajadores (W), agricultores (F), comunidad local (L) y consumidores (C), como se indica en la Herramienta 2.1.

Módulo 2.4 Información sobre cumplimiento y sobre el contexto

Se usó la Nota Orientativa 2.3 para cotejar la información sobre cumplimiento y sobre el contexto. Algunas de las fuentes de información más importantes fueron: las normas nacionales para las descargas de plantas de tratamiento de aguas residuales, los registros de pruebas de la planta de tratamiento de agua, los informes y registros de salud, los datos de planificación urbana de la municipalidad y las proyecciones de crecimiento, los registros históricos del clima y el historial y mapeo de inundaciones. En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los aspectos más importantes.

Extrajimos información clave de cada uno de estos documentos relevantes para nuestra PSS y la presentamos en un formato tabulado.

Cuadro 2.1 de Newtown Información sobre cumplimiento y sobre el contexto

Fuentes de información	Resumen de las observaciones principales
Normas y reglamentos	
Norma nacional para los efluentes de Sanitola, 2010	DBO y límites de SS. Se establece unos límites de <i>E. coli</i> de 1,000 / 100 ml. No hay limitaciones en el número de huevos de helmintos. El cumplimiento es limitado.
Normas y reglamentos para biosólidos de Sanitola, 1998	En Sanitola se prohíbe el reúso de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales debido a preocupaciones por los metales pesados.
Información relacionada con la gestión y desempeño del sistema	
Resultados del monitoreo del flujo y calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales	Basado en registros de la planta de tratamiento de aguas residuales que se mantienen en el Departamento de Alcantarillado de Newtown y ocasionalmente en registros del Ministerio del Ambiente. La DBO y los SS generalmente estuvieron muy por encima de los límites nacionales, peor aún en la estación seca (más fría). La calidad promedio de efluente es de 1.8×10^5 <i>E. coli</i> por 100 ml. Los datos mostraron una reducción de la calidad comparados con los registros iniciales, lo que en cierta medida se correlaciona con el crecimiento de la población.
Ministerio de Salud: "Estudio epidemiológico de la prevalencia de infecciones por helmintos en niños en edad escolar", de 2012	Un total de 300 niños en edad escolar (9 a 14 años) participaron en un estudio transversal llevado a cabo en las diez principales escuelas de Newtown en 2011. Las infecciones por helmintos más comunes se produjeron por anquilostomas y <i>Ascaris lumbricoides</i> , con 21,9% y 18,4%, respectivamente. Se detectó infección por <i>Trichuris trichiura</i> en 1,5% de los niños. No se encontraron huevos de <i>Schistosoma</i> en ninguna de las muestras de heces ni orina.
Demografía y patrones de uso del suelo	El limitado espacio disponible en Newtown y la migración de las zonas rurales de los alrededores está aumentando la población de las zonas drenadas más pobres situadas en las tierras bajas de Newtown. Las poblaciones de estas zonas están compuestas cada vez más por comunidades vulnerables, de ancianos e inmunocomprometidos.
Cambios relacionados con el clima y otras condiciones estacionales	Los trabajadores de temporada provenientes de otras zonas se emplean durante la cosecha en el periodo de septiembre a octubre. En los meses más fríos, entre diciembre y febrero, se reduce el uso de aguas residuales, pero los cultivos en ese periodo tienden a ser más bajos.

El Comité Directivo está explorando opciones para obtener una excepción de esta reglamentación para Newtown.

Se utilizaron las Notas Orientativas 2.4 y 2.5 para identificar los peligros potenciales para la salud asociados a las distintas fracciones de residuos. Con base en este paso preparatorio, se compiló información adicional para los peligros identificados.

A continuación se sintetizan los hallazgos más importantes para los diferentes tipos de peligros:

Peligros biológicos:

Preocupa la presencia de diferentes especies de virus, bacterias y protozoos en las fracciones de residuos sólidos y líquidos. Las helmintiasis son comunes en la población local (la prevalencia en niños de edad escolar es de 18-22%) y los anquilostomas y *Ascaris lumbricoides* son las especies predominantes. La malaria (*Plasmodium vivax*) es la enfermedad más importante relacionada con vectores y presenta casos ocasionales que se registran en los establecimientos de salud.

Peligros químicos:

Los datos del programa nacional de vigilancia ambiental muestran que en las aguas superficiales de Newtown la concentración de productos químicos tóxicos, como metales pesados, está por debajo de los valores de referencia nacionales e internacionales. Esto refleja la ausencia de industrias en la cuenca.

Peligros físicos:

Los malos olores derivados de las distintas fracciones de residuos son los peligros físicos más importantes actualmente.

Módulo 2.5 Validación de la descripción del sistema

Las herramientas de validación incluyeron discusiones de grupos focales con agricultores y consumidores, y referencias técnicas sobre el tratamiento, muestreo y pruebas en la planta de tratamiento de aguas residuales.

La información proporcionada corresponde a la etapa posterior del proceso de validación.

En el Departamento de Ingeniería Civil de la universidad se realizaron algunas pruebas del afluente y del efluente, y llevaron a cabo una revisión técnica de la planta de tratamiento como parte de la validación del sistema. El Ministerio de Salud revisó las estadísticas locales para entender las preocupaciones potenciales respecto a la salud y, como parte del ejercicio de validación, condujo discusiones de grupos focales (algunas de los cuales se han indicado anteriormente).

Pensar en términos del flujo de residuos líquidos y sólidos (como se sugiere en la Nota Orientativa 2.4) nos permitió darnos cuenta de que tenemos que entender mejor el proceso utilizado y los reglamentos relacionados con el lodo que se remueve de vez en cuando de la laguna de estabilización como parte de las operaciones de mantenimiento.

Notamos que en las Directrices de la OMS de 2006 no se discute sobre los lodos derivados del tratamiento de aguas residuales municipales. Nos hemos referido a las regulaciones nacionales para su uso y eliminación seguros. Allí se señala que el lodo tiene que ser dispuesto en un relleno autorizado (que opera Newtown), pero debe almacenarse en el lugar durante dos años antes de ser vertido.

Módulo 3 Identificación de eventos peligrosos, evaluación de las medidas de control existentes y los riesgos de la exposición

Módulo 3.1 Identificación del peligro y de los eventos peligrosos

Se proporciona una muestra de los resultados del Módulo 3.1 en el cuadro sobre evaluación de riesgos en Newtown (Cuadro 3.3 de Newtown).

Módulo 3.2 Refinamiento de los grupos de exposición y de las rutas de exposición

Cada grupo expuesto fue refinado con mayor detalle como parte del desarrollo. Se usó la Herramienta 3.1 (no se muestra aquí) y, como resultado, los grupos de exposición identificados en el Módulo 2.3 se dividieron en varios subgrupos.

Cuadro 3.1 de Newtown Grupos de exposición

Grupo expuesto: trabajadores (W)		
No.	Subcategoría de exposición - aquellos que:	Personas
W1	Mantienen los sistemas de alcantarillas	20
W2	Recolectan y transfieren los lodos fecales	12
W3	Operan la planta	10

Grupo expuesto: comunidad local (L)		
No.	Subcategoría de exposición - aquellos que:	Personas
L1	Viven en las áreas adyacentes a los drenajes abiertos	5.000
L2	Viven en las áreas adyacentes a los agricultores que usan el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales	2.000
L3	Viven en las áreas adyacentes a la planta de tratamiento de aguas residuales y usan aguas subterráneas	500
L4	Los pueblos ubicados aguas abajo	10.000

Grupo expuesto: agricultores (F)		
No.	Subcategoría de exposición - aquellos que:	Personas
F1	Usan de manera informal los drenajes en sus cultivos	50 + familias
F2	Bombean el agua de los drenajes para regar árboles frutales	50 + familias
F3	Los agricultores que usan el efluente de la planta de tratamiento de agua	50 + familias

Grupo expuesto: consumidores (C)		
No.	Subcategoría de exposición - aquellos que:	Personas
C1	Consumen productos cultivados con aguas residuales por los agricultores F1	> 5.000
C2	Consumen frutas regadas con aguas residuales por los agricultores F2	> 5.000
C3	Consumen productos regados con aguas residuales por los agricultores F3	>> 100.000

Módulo 3.3 Identificación y evaluación de las medidas de control existentes

El siguiente cuadro muestra ejemplos de algunas de las medidas de control de la PSS de Newtown. Estas ilustran algunos puntos abordados en la Nota Orientativa 3.4.

Cuadro 3.2 de Newtown Medidas de control

Paso del saneamiento	Tipo de medida de control (Nota Orientativa 3.4)	Ejemplo de medidas de control que se aplican actualmente en el Plan de Seguridad del Saneamiento de Newtown con comentarios (tenga en cuenta que los comentarios son específicos para el PSS de Newtown)
Transporte o transferencia	• No técnica	• Se han establecido medidas para el uso de equipo de protección personal para los trabajadores (p. ej., botas y guantes) (aunque no se ha observado su uso).
	• No técnica	• Vehículos para el transporte de lodos: generalmente practican el lavado de manos y el lavado del equipo después de las actividades de vaciado.
Tratamiento o procesamiento	• Tratamiento	• Laguna de estabilización (aunque en Newtown no está operando eficientemente).
	• No referida al tratamiento	• El sitio está cercado.
Uso de la producción o producto	• No referida al tratamiento	• Para los frutos de árboles provenientes de las comunidades locales adyacentes a los drenajes o canales abiertos que usan el agua sin tratar para regar árboles frutales: aunque los productos (frutas) se consumen crudos, crecen en árboles altos y no usan el sistema de riego por aspersión, por lo que los cultivos tienen baja exposición a las aguas residuales crudas pero, por ejemplo, si la fruta recolectada se almacena sobre el suelo, esto podría contribuir a su contaminación.
	• No técnica	• Algunos cultivos de la principal zona agrícola se cocinan antes de su consumo.
Agricultores (métodos de aplicación de residuos)	• No aplica	• Existe poco control, especialmente si se considera la deficiente calidad del agua de riesgo que se usa.
	• No técnica	• Algunos de los agricultores usan botas ocasionalmente.

Se usó la Nota Orientativa 4.1 para los temas relacionados con los agricultores y la protección del consumidor, así: el tipo de riego es “por inundación, por surcos o aspersión”, el tipo de cultivo es “cultivos que se consumen crudos” y “verduras que no son raíces y se consumen crudas”. Por lo tanto, se buscó una reducción logarítmica total de 6 y, de ese total, para proteger a los trabajadores agrícolas se tiene como objetivo una reducción logarítmica de 3.

Esta fue una información clave que usó el equipo para evaluar los riesgos existentes y desarrollar planes de mejoramiento en el Módulo 4.

En el siguiente cuadro sobre evaluación de riesgos se presenta una muestra de los resultados del Módulo 3.3.

Módulo 3.4 Evaluación y priorización del riesgo de exposición

Se adoptó un proceso semicuantitativo de evaluación de riesgos y se usaron la matriz y las definiciones de la Herramienta 3.3. Refiérase al cuadro de evaluación de riesgos (Cuadro 3.3 de Newtown), que incluye algunas muestras de peligros, eventos de exposición peligrosos, tipos de peligro, rutas de exposición, medidas de control existentes, etc.

Cuadro 3.3 de Newtown Cuadro de evaluación de riesgos

Paso del saneamiento	Identificación de peligros				Control(es) existente(s)		EVALUACIÓN DE RIESGOS permiten el control existente L=Probabilidad; S=Gravedad; R=Nivel del riesgo				Comentarios que justifican la evaluación de riesgos o la efectividad del control
	Evento peligroso	Peligros	Ruta de exposición	Grupos de exposición	Descripción del control existente	Validación del control	L	S	Calificación	R	
T1: Sistema de alcantarillado	Exposición a las aguas residuales crudas en los drenajes abiertos durante las actividades de mantenimiento	Todos los microbios patógenos	Ingestión	W1	Nulo (no usa equipo de protección personal)	n/a	5	4	20	H	No se ha observado el uso de guantes durante las visitas
		Anquilostoma	Penetración en la piel	W1	Botas utilizadas, no usan guantes	Visual y por encuesta	3	2	6	M	La infección por anquilostoma adulto usualmente produce efectos secundarios en la salud
T1: Sistema de alcantarillado	Exposición a las aguas residuales crudas durante los procedimientos de reparación de bombas y tuberías	Todos los microbios patógenos	Ingestión	W1	Nulo	n/a	3	4	12	M	No se ha observado el uso de guantes ni el lavado de manos durante las visitas
		Anquilostoma	Penetración en la piel	W1	Botas utilizadas, no usan guantes	Visual y por encuesta	2	2	4	L	75% usan botas. La infección por anquilostoma adulto usualmente produce efectos secundarios en la salud
T1: Sistema de alcantarillado	Exposición a las aguas residuales crudas en los drenajes abiertos durante el juego	Todos los microbios patógenos	Ingestión	L1	Nulo	n/a	4	4	16	H	Se ha observado que algunos niños juegan en los drenajes
		Anquilostoma	Penetración en la piel	L1	Nulo	n/a	4	4	16	H	Se ha observado que algunos niños juegan en los drenajes. La infección por anquilostoma puede causar efectos sobre la salud, especialmente entre los más pequeños. Si bien la mayoría sentirá efectos leves, algunos se pueden enfermar. Consecuentemente, se seleccionó la categoría de gravedad moderada.
T1: Sistema de alcantarillado	Caída en el drenaje abierto	Lesión al cuerpo	Caída en los drenajes	L1	Nulo	n/a	2	8	16	H	Se ha reportado el caso de un niño lesionado en el drenaje

Nota: Este cuadro es ilustrativo solo para el hipotético PSS de Newtown – los pasos se relacionan con la identificación de peligros y la calificación no es necesariamente representativa de otros sistemas.

Cuadro 3.3 de Newtown Cuadro de evaluación de riesgos

Paso del saneamiento	Identificación de peligros				Control(es) existente(s)		EVALUACIÓN DE RIESGOS permiten el control existente L=Probabilidad; S=Gravedad; R=Nivel del riesgo				Comentarios que justifican la evaluación de riesgos o la efectividad del control
	Evento peligroso	Peligros	Ruta de exposición	Grupos de exposición	Descripción del control existente	Validación del control	L	S	Calificación	R	
T1: Sistema de alcantarillado	Exposición a aguas residuales crudas debido al rebose de drenajes durante periodos de inundación	Todos los microbios patógenos	Ingestión	L1	Nulo	n/a	5	4	20	H	
		Anquilostoma	Penetración en la piel	L1	Nulo	n/a	5	4	20	H	
T1: Sistema de alcantarillado	Caída en los drenajes abiertos durante periodos de inundación	Lesión al cuerpo, incluido el ahogamiento	Caída en los drenajes abiertos	L1	Nulo	n/a	3	16	48	VH	Un niño se ahogó en el drenaje durante una inundación hace cinco años
T1: Sistema de alcantarillado	Caída en los drenajes durante el mantenimiento en periodos de inundación	Todos los microbios patógenos	Ingestión	W1	Trabajo en pares	Observación y capacitación del trabajador	2	4	8	M	
		Lesión al cuerpo, incluido el ahogamiento	Caída en los drenajes abiertos	W1	Trabajo en pares	Observación y capacitación del trabajador	2	16	32	H	
T1: Sistema de alcantarillado	Ingestión de aguas subterráneas contaminadas debido a fugas de alcantarillas y drenajes en aguas subterráneas poco profundas	Todos los microbios patógenos	Ingestión	L1	Nulo	n/a	2	4	8	M	No existen registros de mala calidad del agua de bebida en condiciones normales. Sin embargo, se ha informado contaminación del agua potable durante periodos de inundaciones

Cuadro 3.3 de Newtown Cuadro de evaluación de riesgos

Paso del saneamiento	Identificación de peligros				Control(es) existente(s)		EVALUACIÓN DE RIESGOS permiten el control existente L=Probabilidad; S=Gravedad; R=Nivel del riesgo				Comentarios que justifican la evaluación de riesgos o la efectividad del control
	Evento peligroso	Peligros	Ruta de exposición	Grupos de exposición	Descripción del control existente	Validación del control	L	S	Calificación	R	
T1: Sistema de alcantarillado	Ingestión de aguas subterráneas contaminadas debido a fugas de alcantarillas y drenajes en aguas subterráneas poco profundas durante inundaciones	Todos los microbios patógenos	Ingestión	L1	Nulo	n/a	3	4	12	M	
T1: Sistema de alcantarillado	La reproducción de mosquitos en aguas estancadas aumenta la transmisión de la malaria	Enfermedades relacionadas con vectores	Picaduras de mosquitos	L1	Nulo	n/a	4	4	16	H	La malaria por <i>Plasmodium vivax</i> (la única especie endémica de <i>Plasmodium</i> en Sanitola) no es una enfermedad fatal
P2: Uso local de drenajes en el riego y producción de verduras y frutas	Exposición a aguas residuales crudas en drenajes abiertos durante actividades agrícolas o el juego	Todos los microbios patógenos	Ingestión	F1	Nulo	n/a	5	4	20	H	Agricultores en contacto directo con desagües crudos
				F2	Nulo	n/a	5	4	20	H	F2 cultivo y cosecha de espinaca y bambúes de agua en los drenajes
				L1	Nulo	n/a	5	4	20	H	Se ha observado que algunos niños juegan en los drenajes abiertos
		Anquilostoma	Penetración en la piel	F1	Nulo	n/a	4	4	16	H	Agricultores en contacto directo con desagües crudos. Los niños están involucrados. La infección por anquilostoma puede causar efectos en la salud, especialmente entre los más pequeños. Si bien la mayoría sentirá efectos leves, algunos se pueden enfermar. Consecuentemente, se seleccionó la categoría de gravedad moderada
P2: Uso local de drenajes en el riego y producción de verduras y frutas				F2	Nulo	n/a	5	4	20	H	F2 cultivo y cosecha de espinaca y bambúes de agua en los drenajes
				L1	Nulo	n/a	5	4	20	H	Se ha observado niños que juegan en los drenajes abiertos
P2: Uso local de drenajes en el riego y producción de verduras y frutas	El riego por aspersión produce exposición al agua de riego	Todos los microbios patógenos	Inhalación	F2	Riego a nivel del suelo		1	4	4	L	El riego se aplica al nivel del suelo con mangueras en la base de los árboles

Cuadro 3.3 de Newtown Cuadro de evaluación de riesgos

Paso del saneamiento	Identificación de peligros				Control(es) existente(s)		EVALUACIÓN DE RIESGOS permiten el control existente L=Probabilidad; S=Gravedad; R=Nivel del riesgo				Comentarios que justifican la evaluación de riesgos o la efectividad del control
	Evento peligroso	Peligros	Ruta de exposición	Grupos de exposición	Descripción del control existente	Validación del control	L	S	Calificación	R	
P2: Uso local de drenajes en el riego y producción de verduras y frutas	Consumo de verduras y frutas contaminadas	Todos los microbios patógenos	Ingestión	C1	Cocción de las verduras después de la cosecha	Observación de la práctica local	3	4	12	M	Generalmente, los productos se cocinan antes del consumo
				C2	Riego a nivel del suelo y de cultivos altos		3	4	12	M	Los árboles frutales crecen altos, bien por encima del contacto directo con las aguas residuales, pero es posible el manejo sin higiene de los productos
T2: Operación del camión de dragado de lodo al vacío	Exposición a aguas residuales crudas durante la operación del camión de dragado de lodo al vacío	Todos los microbios patógenos	Ingestión	W2	Guantes, botas y máscaras faciales		3	4	12	M	Generalmente, no se practica el lavado de manos ni el lavado del equipo después de las actividades de vaciado
T2: Operación del camión de dragado de lodo al vacío	Malos olores que causan malestar	Malos olores	Inhalación	W2	Máscaras faciales		5	2	10	M	Las máscaras faciales son efectivas solo parcialmente
T2: Operación del camión de dragado de lodo al vacío	Caída en un foso abierto	Todos los microbios patógenos	Ingestión	W2	Nulo		2	4	8	M	
		Lesión al cuerpo	Caída en un foso	W2	Nulo		2	8	16	H	
P3: Operaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales (lagunas de estabilización)	La exposición a aguas residuales crudas en la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua causa enfermedades	Todos los microbios patógenos	Ingestión	W3	Guantes, botas y equipo usado	Observaciones	3	4	12	M	Generalmente, se practica el lavado de manos y el lavado del equipo después de las actividades de vaciado
P3: Operaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales (lagunas de estabilización)	La reproducción de mosquitos en aguas estancadas de la planta aumenta la transmisión de la malaria y la filariasis	Enfermedades relacionadas con vectores	Picaduras de mosquitos	W3	Aspersión ocasional	Informes del personal	3	4	12	M	La malaria por <i>Plasmodium vivax</i> (la única especie endémica de <i>Plasmodium</i> en Sanitola) no es una enfermedad fatal
				L3	Aspersión ocasional	Informes del personal	3	4	12	M	

Cuadro 3.3 de Newtown Cuadro de evaluación de riesgos

Paso del saneamiento	Identificación de peligros				Control(es) existente(s)		EVALUACIÓN DE RIESGOS permiten el control existente L=Probabilidad; S=Gravedad; R=Nivel del riesgo				Comentarios que justifican la evaluación de riesgos o la efectividad del control
	Evento peligroso	Peligros	Ruta de exposición	Grupos de exposición	Descripción del control existente	Validación del control	L	S	Calificación	R	
P3: Operaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales (lagunas de estabilización)	Malos olores que causan malestar	Malos olores	Inhalación	W3	Máscaras faciales	Observación	5	2	10	M	La planta está sobrecargada y produce malos olores. No suelen usarse las máscaras faciales. La exposición de largo plazo a los malos olores puede causar dolores de cabeza y malestar
P3: Operaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales (lagunas de estabilización)		Todos los microbios patógenos	Ingestión	W3	Nulo	Observación	2	4	8	M	No se ha escuchado que alguien se haya caído en las lagunas
	Caída en las lagunas	Lesión al cuerpo, incluido el ahogamiento	Caída en la laguna	L3	El sitio está cercado	Observación	1	16	16	H	
				W3	Nulo	Observación	2	16	32	H	
P4: Riego y producción agrícola	La exposición a las aguas residuales por el riego o las prácticas agrícolas en el campo producen enfermedades	Todos los microbios patógenos	Ingestión	F3	Solo se usan los efluentes de la planta de tratamiento (no las aguas residuales crudas). Los agricultores y miembros de la comunidad usan calzado. No se han observado otras medidas de control	Análisis de los procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales y muestras del efluente	5	4	20	H	La reducción logarítmica de <i>E. coli</i> en el agua de riego es de aproximadamente 1,7. Esto se compara con las directrices que señalan una reducción logarítmica de 4 para el uso seguro en la agricultura que usa mano de obra intensiva. La calidad del agua se confirmó durante el proceso de validación
				L2			5	4	20	H	
				F3	Los agricultores usan calzado	Observación	3	2	6	M	La infección por anquilostoma adulto usualmente produce efectos secundarios en la salud
		Anquilostoma	Penetración en la piel	L2	Nulo		4	4	16	H	Se ha observado que los niños juegan en los campos. La infección por anquilostoma puede causar efectos en la salud, especialmente entre los más pequeños. Si bien la mayoría sentirá efectos leves, algunos se pueden enfermar. Consecuentemente, se seleccionó la categoría de gravedad moderada
P4: Riego y producción agrícola	El riego por aspersión genera exposición al agua de riego	Todos los microbios patógenos	Inhalación	F3	Nulo		4	4	16	H	La prueba del riego por aspersión está en marcha
				L2	Nulo		2	4	8	M	Posible desplazamiento lateral cuando hay vientos fuertes



Cuadro 3.3 de Newtown Cuadro de evaluación de riesgos

Paso del saneamiento	Identificación de peligros				Control(es) existente(s)		EVALUACIÓN DE RIESGOS permiten el control existente L=Probabilidad; S=Gravedad; R=Nivel del riesgo				Comentarios que justifican la evaluación de riesgos o la efectividad del control
	Evento peligroso	Peligros	Ruta de exposición	Grupos de exposición	Descripción del control existente	Validación del control	L	S	Calificación	R	
P4: Riego y producción agrícola	Consumo de verduras contaminadas	Todos los microbios patógenos	Ingestión	C3	El lavado posterior a la cosecha no es riguroso	Observaciones	3	4	12	M	Algunos cultivos se consumen crudos. Se efectúa el lavado posterior a la cosecha, pero no se hace de manera rigurosa
P6: Captación del agua para la comunidad aguas abajo	El agua de bebida en el pueblo A aguas abajo no es seguro para el consumo ni uso	Todos los microbios patógenos	Ingestión	L4	La planta de tratamiento de agua y el sistema de agua operan con un Plan de Seguridad del Agua	Procedimientos del Plan de Seguridad del Agua	2	4	8	M	
P7: Extracción de aguas subterráneas por las comunidades adyacentes a los agricultores F3	Ingestión de aguas subterráneas contaminadas debido a fugas de las lagunas de la planta de tratamiento de agua	Todos los microbios patógenos	Ingestión	L3	Nulo		3	4	12	M	La posibilidad se ha calificado con 3 debido a la incertidumbre y falta de datos. Deberá revisarse una vez que se obtengan más datos
P8: Relleno	Contaminación del agua de bebida por el lixiviado de los escapes de lodos	Todos los microbios patógenos	Ingestión	L1 to L4	La transferencia y vertido en el relleno se hace de manera controlada, cumple las normas y está aguas abajo de la toma de agua	Observaciones	1	2	2	L	Se supone que el lixiviado es de muy baja concentración y que filtra por estratos naturales

A continuación se presenta el cuadro de riesgos priorizados de Newtown (para otras acciones del Módulo 4 y del Módulo 5) basado en el cuadro de evaluación de riesgos. Solo se muestran los riesgos altos, ya que ninguno de los riesgos fue clasificado como muy alto.

Cuadro 3.4 de Newtown Riesgos priorizados

Paso del saneamiento	Eventos peligrosos	Grupo expuesto		
Eventos peligrosos de Riesgo Muy Alto				
T1: Sistema de alcantarillado	Caída en drenajes abiertos en época de inundaciones	L1		
Eventos peligrosos de Riesgo Alto				
T1: Sistema de alcantarillado	Exposición a las aguas residuales crudas en los drenajes abiertos durante las actividades de mantenimiento	W1		
	Exposición a aguas residuales crudas en los drenajes abiertos durante el juego	L1		
	Caída en el drenaje abierto que produce una lesión	L1		
	Exposición a aguas residuales crudas debido al rebose de los drenajes en época de inundaciones	L1		
	Caída en los drenajes en época de inundaciones	L1		
	Caída en los drenajes durante el mantenimiento en época de inundaciones	W1		
	Ingestión de aguas subterráneas contaminadas debido a fugas de alcantarillas y drenajes en aguas subterráneas poco profundas en época de inundaciones	L1		
	Reproducción de mosquitos en aguas estancadas que aumenta la transmisión de la malaria	L1		
P2: Uso local de drenajes en el riego y producción de verduras y frutas	Exposición a aguas residuales crudas en los drenajes abiertos durante actividades agrícolas o el juego	F1	F2	L1
T2: Operación del camión de dragado de lodo al vacío	Caída en un foso abierto	W2		
P3: Operaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales (lagunas de estabilización)	Caída en las lagunas	W3	L3	
P4: Riego y producción agrícola	La exposición a aguas residuales crudas durante el riego o prácticas agrícolas en el campo causa enfermedades	F3	L2	L3
	El riego por aspersión genera exposición al agua de riego	F3		

Módulo 4. Desarrollo e implementación de un plan de mejora incremental

Módulo 4.1 Consideración de opciones para controlar los riesgos identificados

El cuadro 4.1 de Newtown representa una muestra del cuadro que se ha usado para comparar nuevas medidas de control y opciones de un plan de mejoras para Newtown.

Este cuadro compara opciones para reducir el riesgo y enfatiza especialmente a los grupos de exposición F3 y L2.

Cuadro 4.1 de Newtown Opciones del plan de mejora

Opciones del plan de mejora				
Posibles medidas de control para los agricultores y sus familias	Comentarios/discusión	Probable eficacia de la opción para reducir el riesgo del evento peligroso	Referencia/validación	Prioridad para el plan de mejora
Tratamiento mejorado: Tratamiento completo en lagunas de estabilización de residuos mejoradas para obtener < 1000 <i>E. coli</i> /100 ml y < 1 huevo/litro (incluidas las lagunas de maduración)	Esta es una mejora de la medida de control existente El tratamiento completo sería costoso e improbable en el corto a mediano plazo	Alta efectividad (> 4 de reducción logarítmica)	Directrices de la OMS de 2006 (vol. 2 p. 81) y textos sobre lagunas de estabilización de residuos	Largo plazo
Tratamiento parcial: Reinstaurar las lagunas de maduración como parte del proceso normal	Esta es una mejora de la medida de control existente, pero de menor alcance que el tratamiento completo No requiere ajustes sustanciales en las lagunas existentes, solo restablecer las lagunas de maduración existentes Lograría una reducción sustancial de huevos de helmintos. Un tiempo de retención de 5 días lograría reducir el conteo de huevos a 1/litro <i>E. coli</i> se reduciría a 5.8×10^3 /100 ml Véase la Nota 1	Alta efectividad en cuanto a la protección de los agricultores <i>E. coli</i>: Nueva reducción logarítmica total de aprox. 3.3 (comparado con la actual reducción de aprox. 1.7) Huevos de helmintos: lograría el objetivo de cerca de 1 huevo/litro	Cálculo de la reducción de huevos basado en las Directrices de la OMS de 2006 (vol. 2 p. 85) y textos sobre lagunas de estabilización de residuos	Corto/mediano plazo
Restricción en los cultivos	No es relevante para la protección de los agricultores excepto cuando se usa conjuntamente con el riego localizado	No se aplica para la protección de los agricultores, pero brinda alta protección a los consumidores de los cultivos	Directrices de la OMS de 2006 (vol. 2 p. 78)	No relevante – no se ha propuesto para ser considerado

Opciones del plan de mejora				
Posibles medidas de control para los agricultores y sus familias	Comentarios/discusión	Probable eficacia de la opción para reducir el riesgo del evento peligroso	Referencia/validación	Prioridad para el plan de mejora
Mejora del riego mediante técnicas de aspersión	Use presión baja, microaspersores, en parte aspersores de círculo parcial	Efectividad de baja a moderada para los agricultores y la comunidad local – aproximadamente 0.5 de reducción logarítmica	Directrices de la OMS de 2006 (vol. 2 p. 64 y 77)	Inmediato/corto plazo
Introducción del riego localizado	Por ejemplo: por borboteo, por goteo o alimentación por goteo. No es económicamente viable debido a su alto costo y la gran disponibilidad de agua Son opciones costosas, pero ofrecen alta protección a los agricultores	Alta efectividad (reducción logarítmica de 2-4) dependiendo de qué porción de la cosecha toque el suelo. Si no hay restricción en los cultivos, puede ofrecer una reducción logarítmica de solo 2	Directrices de la OMS de 2006 (vol. 2 p. 77, 78 y cuadro 4.3)	No se ha propuesto para ser considerado
Vestimenta de protección para los agricultores	Por ejemplo: botas/zapatos, guantes Necesita que los agricultores estén sumamente motivados y hay alto riesgo de falta de cumplimiento	No se ha cuantificado, pero tendrá efectos positivos importantes	Directrices de la OMS de 2006 (vol. 2 p. 79)	Inmediato/corto plazo
Mejores prácticas de lavado de manos e higiene de los agricultores	Por ejemplo: mejor acceso al buen lavado de manos y a instalaciones para lavarse/bañarse por parte de los agricultores Es una opción moderadamente costosa, pero ofrece alta protección a los agricultores	No se ha cuantificado, pero tendrá efectos positivos importantes	Directrices de la OMS de 2006 (vol. 2 p. 79)	Inmediato/corto plazo

Nota: Estos comentarios se basan solo en el caso específico de Newtown. La supuesta reducción se calculó de acuerdo con el flujo, caudal, tiempos de retención hidráulica actuales, profundidad de las lagunas, etc. y el uso de fórmulas estándares y principios del proceso de tratamiento de aguas residuales.

Nos sorprendimos al ver cuántas mejoras se podían hacer con medidas tan simples.

Módulo 4.2 Uso de opciones seleccionadas para desarrollar el plan de mejora gradual

Confiamos en que podremos implementar estas mejoras. (Módulo 4.3).

Cuadro 4.2 de Newtown Muestra de algunos esbozos de planes de mejora

Paso del saneamiento	Evento peligroso	Accion(es) de mejora* (medidas de control nuevas/mejoradas)	Prioridad (alta, media, baja)	Entidad/persona responsable	Plazo	Estatus
T1: Sistema de alcantarillado	Caída en drenajes abiertos en los periodos de inundación	Programa en las escuelas para relevar el peligro de los drenajes durante los periodos de inundación Acompañar a los niños cerca de los drenajes durante los periodos de inundación	Alta	Departamento de Educación de Newtown	Inicio de cada estación del monzón	No se muestra aquí
P4: Riego y producción agrícola	El riego por aspersión genera exposición al agua de riego	Mejora del riego mediante técnicas de aspersión – use presión baja, microaspersores, en parte aspersores de círculo parcial	Plazo de ejecución alto-inmediato	Cooperativa de agricultores	6 meses a partir de la adopción del PSS, es decir, en... (inserte la fecha)	
	La exposición a aguas residuales crudas durante el riego o prácticas agrícolas en el campo causa enfermedades	Tratamiento parcial: reinstaurar las lagunas de maduración como parte del tren normal del proceso	Plazo de ejecución alto-inmediato	Junta de Alcantarillado - Gerente	9 meses a partir de la adopción del PSS, es decir, en... (inserte la fecha)	
		Vestimenta de protección para los agricultores - por ejemplo: botas/zapatos, guantes, asociado con un programa de educación dirigido a los agricultores	Plazo de ejecución alto-inmediato	Cooperativa de agricultores y Ministerio de Salud	3 meses a partir de la adopción del PSS, es decir, en... (inserte la fecha)	
		Mejores prácticas de lavado de manos e higiene de los agricultores Realizar campañas de educación y cambio de conductas en la comunidad local	Plazo de ejecución alto-inmediato	Cooperativa de agricultores y Ministerio de Salud	6 meses a partir de la adopción del PSS, es decir, en... (inserte la fecha)	

*Otro equipo del PSS podría añadir una columna de costos.

Nota: Este cuadro solo provee ejemplos. No se muestran otros ejemplos de planes de mejora debido a limitaciones de espacio.

Módulo 5. Monitoreo de las medidas de control y verificación del desempeño

Módulo 5.1 Definición e implementación del monitoreo operativo

Cuadro 5.1 de Newtown Visión general del plan de monitoreo operativo

Paso del saneamiento	Medidas de control para tener un plan de monitoreo operativo detallado
Generación de residuos	No hay prioridades respecto a las medidas de control en el corto plazo, pero se deben mejorar la normativa y el cumplimiento respecto a las descargas al alcantarillado de los residuos de las industrias y los establecimientos de salud, con una prioridad menor para mantener bajos los actuales riesgos relacionados con productos químicos, etc.
Transporte/transferencia de residuos	Educación y promoción de la seguridad a lo largo de los canales/drenajes abiertos y en las prácticas de riego de la comunidad local. Equipo de protección personal (para los conductores de los camiones de dragado de lodo al vacío y los trabajadores de la red de alcantarillado).
Tratamiento/procesamiento de residuos	Mejora del desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales – ligado a planes para mejorar la planta. Las acciones de monitoreo incluirán el control de la tasa de flujo, del oxígeno disuelto, pruebas y muestreo del efluente, etc. Equipo de protección personal (para los conductores de los camiones de dragado de lodo al vacío y los trabajadores de la red de alcantarillado).
Uso o disposición de residuos o subproductos	Tiempo de aplicación de residuos y tiempo de la cosecha. Equipo de protección personal (para trabajadores agrícolas).
Consumo o uso del producto	Educación y promoción de la preparación segura de alimentos.

La Herramienta 5.1 nos forzó a pensar cuidadosamente en las medidas de control que resultarían más útiles de monitorear para asegurar que estas operen de acuerdo con lo esperado.

Este cuadro es solo un ejemplo.

Para cada medida desarrollamos planes detallados.

Hay cerca de 15 planes de monitoreo operativo (desarrollados detalladamente con la Herramienta 5.2) pero, debido a limitaciones de espacio, solo se muestra uno de ellos (Cuadro 5.2 de Newtown). Para cada plan de monitoreo operativo se desarrollaron hojas de registro de campo fáciles de usar.

Cuadro 5.2 de Newtown Plan de monitoreo operativo para el equipo de protección personal que usan los agricultores

Plan de monitoreo operativo para: Equipo de protección personal que usan los agricultores				
Límites operativos (véase la Nota abajo)	Monitoreo operativo de la medida de control: Medida de control:		Acción correctiva cuando se excede el límite operativo	
80% de los agricultores usan equipo de protección estandarizada cuando se exponen a las aguas residuales	Qué se monitorea	Frecuencia de uso del equipo de protección laboral por parte de los agricultores	Qué acción se debe tomar	Identificar por qué los agricultores no están usando el equipo de protección
	Cómo se monitorea	Mediante observación, encuesta		Modificar y mejorar la información, educación y el programa de comunicación
	Dónde se monitorea	El área agrícola de Newtown	Quién toma la acción	La Asociación de Agricultores, el centro de salud local
	Quién lo monitorea	La Asociación de Agricultores, el centro de salud local	Cuándo se toma	Las investigaciones comienzan dentro de una semana
	Cuándo se monitorea	Una vez por semana	Quién necesita estar informado de la acción	La oficina local del Ministerio de Agricultura

Nota: Si el monitoreo está fuera del límite, se considera que la medida de control no está funcionando como se espera.

Module 5.2 Verificación del desempeño del sistema

La verificación clave incluyó el monitoreo de *E.coli* y de huevos de helmintos en el agua de riego.

Se recolectaron y analizaron los registros de un centro de salud local y de un centro de salud distante, como control, cada dos años.

También se decidió realizar una encuesta anual para conocer la percepción de los consumidores de los productos.

Module 5.3 Auditoría del sistema

Se decidió revisar los requerimientos de la auditoría luego de dos años de haber ganado experiencia en la operación del plan.

Cuando establecimos la verificación teníamos consciencia de las limitaciones prácticas del Ministerio de Salud y de la Municipalidad de Newtown para efectuar las pruebas, pero reconocemos que es importante que las partes interesadas obtengan datos sobre la efectividad de las intervenciones del PSS. Se decidió que las pruebas microbiológicas de los cultivos eran poco prácticas actualmente, pero que el Comité Directivo debía hacer un seguimiento a esto antes de la primera revisión del plan.

Si bien se reconoció el valor de la auditoría, tomamos esta decisión debido a nuestra falta de experiencia, incluso en simples auditorías internas ad-hoc, pero pensamos que en los próximos dos años ganaremos mayor confianza y experiencia en esto.

Módulo 6. Desarrollo de programas de apoyo y revisión de planes

Módulo 6.1 Identificación e implementación de los programas de apoyo y procedimientos de gestión

Programas de apoyo

- Programas de capacitación en salud y seguridad para el personal (p. ej., para operadores de plantas de tratamiento de aguas residuales y operadores de camiones de dragado de lodo al vacío). Se programarían anualmente como parte de los programas de inducción.
- Presentación de evidencia y resultados al público y a las instituciones interesadas en el informe anual, en el día anual de puertas abiertas y en la reunión anual del Comité Directivo.
- Sensibilización y capacitación para grupos de exposición claves a fin de mejorar el cumplimiento de las medidas de control que requieren cambios de conducta.
- Programas de mantenimiento de rutina.
- Campañas de sensibilización, incluida la capacitación del personal en mejores prácticas.
- Capacitación y educación en prácticas agrícolas eficientes para los usuarios del agua.

Los procedimientos de gestión incluyen:

- Un amplio rango de procedimientos operativos estandarizados que cubren, por ejemplo:
 - la seguridad de los trabajadores (p. ej., el trabajo al lado de lagunas abiertas, procedimientos para la reparación de bombas, uso de equipo de protección personal);
 - vaciado y transporte de residuos sépticos;
 - Remoción de lodos de las lagunas de estabilización, incluido el almacenamiento adecuado en el sitio.
- Operación, mantenimiento y prueba de los horarios.

Módulo 6.2 Revisión periódica y actualización de los resultados del PSS

La primera revisión formal del plan se llevará a cabo al concluir los dos primeros años.

Estos programas y procedimientos son, por supuesto, específicos para Newtown.

A medida que considerábamos nuestras necesidades, nos dimos cuenta de que si bien tenemos algunos programas y procedimientos razonables en nuestro sistema de abastecimiento de agua, teníamos un amplio margen para mejorar en el sector saneamiento. Y, para cumplir con nuestros objetivos (véase el Módulo 1.1) teníamos que incluir las prácticas agrícolas y la salud de los consumidores, así como los aspectos tradicionales de la ingeniería sanitaria. El desafío consistía en asegurar que el plan se pudiera implementar con limitaciones presupuestarias, pero aun así cumplir con nuestros objetivos del PSS.

REFERENCIAS

Amoah P et al. *Low-cost options for reducing consumer health risks from farm to fork where crops are irrigated with polluted water in West Africa*. Colombo, Sri Lanka, Instituto Internacional de Gestión del Agua (IWMI), 2011.

European Centre for Health Policy. Health impact assessment: main concepts and suggested approach. Gothenburg consensus paper. Copenhagen: Oficina Regional de la OMS para Europa, 1999.

Haas C, Rose J, Gerba C. Quantitative microbial risk assessment. Nueva York, John Wiley, 1999.

Kato S, Fogarty E, Bowman DD. Effect of aerobic and anaerobic digestion on the viability of *Cryptosporidium parvum* oocysts and ascaris suum eggs. *International Journal of Environmental Health Research*, 2003, 13(2): 169-179.

Kengne IM, Akoa A, Kone D. Recovery of biosolids from constructed wetlands used for faecal sludge dewatering in tropical regions. *Environmental Science and Technology*, 2009, 43 6816-6821.

Kone D et al. Helminth eggs inactivation efficiency by faecal sludge dewatering and co-composting in tropical climates. *Water Research*, 2007, 41:4397-4402.

Mahassen M et al. Performance evaluation of a waste stabilization pond in a rural area in Egypt. *American Journal of Environmental Sciences*, 2008, 4: 316-325.

Mara D. Domestic wastewater treatment in developing countries. Londres, Earthscan, 2004.

Nielsen S (2007) Helsingør sludge reedbeds systems: Reduction of pathogenic organisms. *Water, Science and Technology*, 2007, 56(3):175-182.

Stenström TA et al. *Microbial exposure and health assessments in sanitation technologies and systems*. Estocolmo, Stockholm Environment Institute, 2011.

Thompson T, Fawell J, Kunikane S, Jackson D, Appleyard S, Callan P et al. Chemical safety of drinking-water: assessing priorities for risk management. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2007 (http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241546768_eng.pdf).

USEPA *Sewage sludge use and disposal rule (40 CFR Part 503)*, Publication Number 822F92002. Estados Unidos, Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 1992.

WHO Guidelines for drinking-water quality, cuarta edición. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2011 (http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/).

WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2006 (http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/).

LECTURAS ADICIONALES

Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B et al. (2009). Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers. Ginebra, Organización Mundial de la Salud.

Bartram J, Fewtrell L, Stenström T (2001). Harmonised assessment of risk and risk management for water-related infectious disease: an overview. In: Fewtrell L, Bartram J, editors. Water quality: Guidelines, standards and health. Londres, IWA Publishing, 1-16.

Campos L, Parkinson J, Ross P, Nasir Z, Taylor H (en preparación) Rapid participatory sanitation system risk assessment development and application. Environment & Urbanization.

Drechsel, P., C.A. Scott, L. Raschid-Sally, M. Redwood and A. Bahri (editores) 2010. Wastewater irrigation and health: Assessing and mitigation risks in low-income countries. Earthscan-IDRC-IWMI, Reino Unido, Londres, 404 pp.

Emory University. *Sanipath rapid assessment tool*. Atlanta, Emory University Centre for Global Safe Water, 2014. (<http://www.sanipath.com>, consultado el 23 de enero de 2015).

Fuhrmann S, Winkler M, Schneeberger P, Niwagaba C, Buwule J, Babu M et al. (2014) Health risk assessment along the wastewater and faecal sludge management and reuse chain of Kampala, Uganda: a visualization. *Geospatial Health*, 9:251-255 (<http://www.geospatialhealth.net/index.php/gh>, consultado el 15 de enero de 2015).

Scheierling S, Bartone C, Mara D, Drechsel P (2010). Improving wastewater use in agriculture: an emerging priority. Banco Mundial (Documento de trabajo WPS5412) (<http://hdl.handle.net/10986/3897>, consultado el 11 de diciembre de 2014).

Strande L, Ronteltap M, Brdjanovic D, editores (2014). Faecal sludge management systems approach for implementation and operation. Londres, IWA Publishing (http://www.eawag.ch/forschung/sandec/publikationen/index_EN, consultado el 15 de enero de 2015).

Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Zurbrügg C (2008). Compendium of sanitation systems and technologies, 2a edición revisada. Suiza, Eawag Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (http://www.eawag.ch/forschung/sandec/publikationen/index_EN, consultado el 15 de enero de 2015).

WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2006

WHO HIA website. Ginebra, Organización Mundial de la Salud (<http://www.who.int/hia/en/>, consultado el 15 de enero de 2015).

WHO Water safety planning for small community water supplies: Step-by-step risk management guidance for drinking-water supplies in small communities. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2012 (http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/water_supplies/en/index.html, consultado el 19 de diciembre de 2012).

ANEXO 1

Ejemplo de medidas de control para peligros biológicos

Las siguientes páginas muestran cuadros con ejemplos de medidas de control que se usan en la PSS. La efectividad de las medidas de control se califican entre MUY BAJA - ALTA, dependiendo de la secuencia del tratamiento y, cuando se dispone de ellos, de los valores de reducción logarítmica microbiana.

A1-1 Tratamiento de aguas residuales

Cuadro A1-1 Medidas de control relacionadas con el tratamiento de aguas residuales

Alternativa	Efectividad/ reducción log.	Observaciones	Lectura adicional
Lagunas de estabilización de residuos, lagunas aireadas, almacenamiento de aguas residuales y reservorios	ALTA 2-5 logs.	<p>La efectividad depende de la configuración y del tiempo de almacenamiento, tasas de carga y tiempos de retención, detalles del diseño hidráulico y eficiencia de la sedimentación.</p> <p>Otros aspectos relacionados que se deben considerar en la gestión de riesgos de los trabajadores y la comunidad local incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el potencial de reproducción de los mosquitos vectores; • el potencial del caracol huésped del <i>Schistosoma spp.</i> y el control asociado a la vegetación; • la construcción de cercas; • la posible filtración de las lagunas que afecta las aguas subterráneas (p. ej., el uso de recubrimientos de lagunas con arcilla u otro material). 	<p>Mahassen et al. (2008).</p> <p>Stenström et al. (2011), 68-70, 79, 129-130.</p> <p>OMS (2006) Vol. 2, 84-87.</p>
Humedales construidos	MEDIA 1-3 logs.	<p>La efectividad depende de la configuración del diseño (p. ej., del flujo superficial o subsuperficial de los humedales), cargas y tiempos de retención.</p> <p>Otros aspectos relacionados que se deben considerar en la gestión de riesgos de los trabajadores y la comunidad local incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el potencial de reproducción de los mosquitos vectores; • el potencial del caracol huésped del <i>Schistosoma spp.</i>; • el control de la vegetación; • el impacto de las excretas de la fauna silvestre; • la posible fuga de los humedales que afecta las aguas subterráneas. 	<p>Stenström et al. (2011), 71-72, 79, 131-132.</p> <p>OMS (2006) Vol. 2, 87.</p>
Tratamiento biológico químico	MEDIA 1-3 logs.	Las medidas de control dependen del diseño y configuración del tratamiento.	<p>Stenström et al. (2011), 73-75.</p> <p>OMS (2006) Vol. 2, 82-84 & Cuadro 5.3.</p>
Procesos avanzados	ALTA 2->6 logs.		

A1-2 Aguas residuales en la agricultura

En todas las aplicaciones de aguas residuales en la agricultura se deben considerar los siguientes aspectos relacionados con la gestión de riesgos de los trabajadores, de los agricultores y de la comunidad local:

- la protección del tratamiento de aguas residuales y de las instalaciones de almacenamiento para prevenir animales e insectos vectores;
- la prevención del encharcamiento de aguas residuales tratadas en los puntos de aplicación que pudieran favorecer la reproducción de vectores.
- Se deben administrar las tasas de aplicación de aguas residuales para satisfacer la demanda de los cultivos.

Cuadro A1-2 Medidas de control relacionadas con las aguas residuales en la agricultura

Alternativa	Efectividad/ reducción log.	Observaciones	Lectura adicional
Uso de aguas residuales crudas	MUY BAJA a BAJA	Respecto a las concentraciones de patógenos, nunca se debe considerar que las aguas residuales crudas son seguras. Otros aspectos relacionados que se deben considerar en la gestión de riesgos de los grupos de exposición incluyen: <ul style="list-style-type: none"> • las restricciones para los cultivos; • el riego localizado (p. ej., por goteo); • el control del riego antes de la cosecha (p. ej., cese del riego antes de la cosecha) para permitir la mortalidad de los patógenos antes del consumo (se hace un intervalo entre el final del riego y el consumo); • las medidas de control durante la cosecha y después de la cosecha; • la mejora del tratamiento o nuevos tratamientos de bajo costo. 	OMS (2006) Vol. 2, 89-91.
Selección de cultivos de acuerdo con la calidad de las aguas residuales	ALTA	La efectividad depende de: <ul style="list-style-type: none"> • el uso de los cultivos (p. ej., los cultivos que no están destinados al consumo humano, como el algodón y las plantas oleaginosas, eliminan algunos riesgos potenciales); • el acceso de personas a los cultivos y a las áreas de riego (es decir, las áreas con acceso abierto introducen más riesgos potenciales); • la adherencia a restricciones acordadas para los cultivos. 	OMS (2006) Vol. 1, 24. OMS (2006) Vol. 2, 76.
<i>Técnicas de aplicación de aguas residuales:</i> Riego subsuperficial	ALTA	Esta técnica: <ul style="list-style-type: none"> • minimiza el contacto a los agricultores; • facilita la absorción por las raíces; • es muy eficiente en cuanto al uso del agua para el riego; • necesita que se seleccionen emisores que no se obstruyan o que haya filtración para prevenir la obstrucción de los emisores. <p>El riego subsuperficial tiene el gran potencial de minimizar el contacto humano y reducir pérdidas de agua en áreas donde esta es escasa. Sin embargo, se debe manejar y controlar la entrada de agua superficial y el encharcamiento (debido a bloqueos o roturas de la tubería). Si ocurre la entrada superficial, entonces disminuye la reducción de los riesgos a la salud humana que potencialmente se hubiera conseguido.</p>	OMS (2006) Vol. 1, 26. OMS (2006) Vol. 2, 76.
<i>Técnicas de aplicación de aguas residuales:</i> Uso localizado del riego por goteo (cultivos de crecimiento alto) – p. ej., riego por borbotones	ALTA 4 logs.	Esta técnica: <ul style="list-style-type: none"> • necesita minimizar la obstrucción de los hoyos del goteo; • necesita controlar y minimizar el almacenamiento temporal en el suelo de los cultivos cosechados para evitar su posible contaminación; • necesita reducir y manejar el encharcamiento superficial (véase las observaciones bajo “Riego subsuperficial”); • ha mejorado la eficiencia y la efectividad de las capas de mulch que limitan y controlan la entrada de agua superficial. <p>Los productos agrícolas almacenados en el suelo se pueden contaminar de tal manera que anulan los impactos positivos de otras barreras.</p>	Stenström et al. (2011), 93. OMS (2006) Vol. 1, 26.

Alternativa	Efectividad/ reducción log.	Observaciones	Lectura adicional
<p><i>Técnicas de aplicación de aguas residuales:</i></p> <p>Uso localizado del riego por goteo (cultivos bajos)</p>	MEDIA 2 logs.	<p>La efectividad de la técnica para disminuir riesgos varía de acuerdo con el tipo de cultivo (es decir, si es un tubérculo o verdura de hojas, si se consume crudo o cocido) y de la técnica agrícola (grado de mecanización).</p> <p>Esta técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • se mejora con capas de mulch que limitan y controlan la entrada de agua superficial; • minimiza la obstrucción de los hoyos del goteo; • necesita reducir y manejar el encharcamiento superficial (véase las observaciones bajo "Riego subsuperficial"); • necesita limitar el contacto directo del cultivo con el punto de riego; • necesita controlar y minimizar el almacenamiento temporal en el suelo de los cultivos cosechados para evitar su posible contaminación. <p>Los productos agrícolas almacenados en el suelo se pueden contaminar de tal manera que anulan los impactos positivos de otras barreras.</p>	<p>Stenström et al. (2011), 93.</p> <p>OMS (2006) Vol. 1, 26.</p>
<p><i>Técnicas de aplicación de aguas residuales:</i></p> <p>Riego por surcos</p>	BAJA a MEDIA	<p>La efectividad de la técnica para disminuir riesgos varía de acuerdo con el tipo de cultivo (es decir, si es un tubérculo o verdura de hojas, si se consume crudo o cocido) y de la técnica agrícola (grado de mecanización). Algunos otros aspectos relacionados que se deben considerar en la gestión de riesgos de los grupos de exposición incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el control de las prácticas referidas a la carga del riego para minimizar el lavado del suelo y el drenaje a las aguas superficiales receptoras; • controlar el tiempo de retención entre el último riego y la cosecha; • controlar las interferencias que producen la lluvia en esta técnica. <p>Se debe tener cuidado de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • prevenir el encharcamiento; • controlar el almacenamiento temporal en el suelo de los cultivos cosechados. <p>Los productos agrícolas almacenados en el suelo se pueden contaminar de tal manera que anulan los impactos positivos de otras barreras.</p>	<p>OMS (2006) Vol. 1, 23.</p>
<p><i>Técnicas de aplicación de aguas residuales:</i></p> <p>Riego por aspersión (presión alta)</p>	BAJA a MEDIA	<p>La efectividad de la técnica para disminuir riesgos varía de acuerdo con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el tipo de cultivo (es decir, si es un tubérculo o verdura de hojas, si se consume crudo o cocido); • la ubicación del riego por aspersión respecto a las comunidades locales y a los agricultores; • la calidad/pretratamiento del agua de riego. <p>Se debe tener cuidado de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • proporcionar una zona de amortiguamiento a la aspersión de 50 a 100 m de las comunidades locales, lo que puede producir la reducción de 1 log.; • controlar la dirección de los aerosoles (p. ej., prohibir la aspersión en los días en los que la velocidad y dirección del viento exceden los límites acordados); • controlar el tiempo de retención entre el último riego y la cosecha; • controlar el almacenamiento temporal en el suelo de los cultivos cosechados; • controlar las tasas de carga y las prácticas de fertilización para minimizar la escorrentía a las aguas superficiales. <p>Los productos agrícolas almacenados en el suelo se pueden contaminar de tal manera que anulan los impactos positivos de otras barreras.</p>	<p>Stenström et al. (2011), 91-93.</p> <p>OMS (2006) Vol. 2, 64.</p>

Alternativa	Efectividad/ reducción log.	Observaciones	Lectura adicional
<p><i>Técnicas de aplicación de aguas residuales:</i></p> <p>Riego por aspersión (presión baja)</p>	BAJA a MEDIA	<p>La efectividad de la técnica para disminuir riesgos varía de acuerdo con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tipo de cultivo (es decir, si es un tubérculo o verdura de hojas, si se consume crudo o cocido); • la ubicación del riego por aspersión en relación con las comunidades locales aledañas y los agricultores; • la calidad/pretratamiento del agua de riego. <p>Se debe tener cuidado de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • controlar el tiempo de retención entre el último riego y la cosecha; • controlar el almacenamiento temporal en el suelo de los cultivos cosechados; • controlar las prácticas de fertilización; • la carga de deposición por área. 	<p>Stenström et al. (2011), 91-93.</p> <p>OMS (2006) Vol. 2, 64.</p> <p>Amoah et al. (2011).</p>
<p><i>Técnicas de aplicación de aguas residuales:</i></p> <p>Lagunas en el campo agrícola y regaderas (verduras y tubérculos)</p>	BAJA	<p>La efectividad de la técnica para disminuir riesgos varía de acuerdo con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la calidad/pretratamiento del agua de riego; • el modo de aplicación y la exposición de los agricultores al agua de riego; • la variedad de las prácticas de aplicación de los diferentes agricultores; • el control del tiempo de retención entre el último riego y la cosecha. <p>Se debe tener cuidado de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • controlar el almacenamiento temporal en el suelo de los cultivos cosechados; • controlar las tasas de carga y las prácticas de fertilización para minimizar la escorrentía a las aguas superficiales; <p>Las lagunas en los sitios de cultivo tienen el potencial de reducir 1 a 1.5 logs. de coliformes fecales.</p> <p>La filtración de arena local tiene el potencial de reducir 2 logs. de coliformes fecales; y 0.5 a 1.5 logs. de huevos de <i>Ascaris</i> spp.</p>	Amoah et al. (2011).
<p><i>Periodo de mortalidad bacteriana de 1 semana:</i></p> <p>Retención de la aplicación de aguas residuales antes de la cosecha</p>	MEDIA a ALTA	<p>La reducción logarítmica depende del tipo de cultivo y de la temperatura, y es específica para cada sitio. Refiérase al ejemplo 3.3 para más comentarios.</p>	<p>Stenström et al. (2011), 93.</p> <p>OMS (2006) Vol. 1, 32.</p>
Almacenamiento de la cosecha antes de la venta	MEDIA	<p>La efectividad de la técnica para disminuir riesgos varía de acuerdo con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • las condiciones del almacenamiento (p. ej., podría haber contaminación adicional durante el almacenamiento debido a las condiciones del clima); • el acceso de alimañas; • el tiempo de almacenamiento. <p>Si se combina con un periodo de mortalidad bacteriana de 1 semana – ALTA</p>	
Seguridad adicional en la manipulación	Importante pero no se ha cuantificado	<p>Véase la Sección A1-7 más abajo.</p> <p>No se ha cuantificado la reducción del riesgo, pero se espera que tenga efectos positivos importantes.</p>	OMS (2006) Vol. 2, Capítulo 5.5.
Medidas de control de la exposición después de la cosecha	MEDIA a ALTA 2-7	<p>Véase la Sección A1-7 más abajo.</p> <p>Incluye el almacenamiento prolongado, el lavado de los productos agrícolas, la desinfección, el pelado y la cocción.</p>	OMS (2006) Vol. 2, Capítulo 5.4.

A1-3 Aguas residuales en la acuicultura

Cuadro A1-3 Medidas de control relacionadas con el uso de aguas residuales en la acuicultura

Alternativa	Efectividad	Observaciones	Lectura adicional
<p><i>Calidad del agua de la laguna:</i></p> <p><10³ E. coli por 100 ml</p> <p><1 huevo de helminto por litro</p>	ALTA	<ul style="list-style-type: none"> • Generalmente, esto protegería a los trabajadores y consumidores, y no se necesitarían otras medidas de control si las aguas residuales se tratan hasta alcanzar este nivel. • Realice el control físico, químico o biológico de las poblaciones de caracoles donde el <i>Schistosoma spp.</i> es endémico. • Tenga en cuenta a los mosquitos y las medidas para reducir los hábitats donde se reproducen los vectores. • Refiérase a OMS (2006) Vol. 3, 40 para las notas sobre pruebas de huevos viables de trematodos. 	OMS (2006) Vol. 3, 39-45.
<p><i>Calidad del agua de la laguna:</i></p> <p><10⁴ E. coli por 100 ml</p> <p><1 huevo de helminto por litro</p>	MEDIA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> • Generalmente, esto protegería a los trabajadores y consumidores, sin embargo, se requieren medidas de control adicionales para los trabajadores y agricultores. • Realice el control físico, químico o biológico de las poblaciones de caracoles donde el <i>Schistosoma spp.</i> es endémico. • Tenga en cuenta a los mosquitos y las medidas para reducir los hábitats donde se reproducen los vectores. • Como regla general, la prueba para huevos viables de trematodos en aguas residuales, excretas o en el agua de las lagunas se debe hacer en la etapa de validación del sistema. Si las especies de planta y peces que se producen en el área local se consumen después de una cocción completa, no será necesario hacer la prueba de huevos viables de trematodos. • Refiérase a OMS (2006) Vol. 3, 40 para las notas sobre pruebas de huevos viables de trematodos. 	A1-7. OMS (2006) Vol. 3, 39-45.
Aguas residuales crudas o tratadas parcialmente	MEDIA (si se cumplen las medidas de control, en caso contrario es BAJA)	<ul style="list-style-type: none"> • La producción se debe restringir a las especies de peces que solo se consumen cocidos. • Requiere el procesamiento de los productos de pescado antes de su venta. • Refiérase a las medidas de control de los trabajadores y agricultores en la Sección A1-7 – más abajo. • Realice el control físico, químico o biológico de las poblaciones de caracoles donde el <i>Schistosoma spp.</i> es endémico. • Tenga en cuenta a los mosquitos y las medidas para reducir los hábitats donde se reproducen los vectores. • Limite el acceso a las instalaciones donde se practica la acuicultura con aguas residuales. • Refiérase a OMS (2006) Vol. 3, 40 para las notas sobre pruebas de huevos viables de trematodos. 	OMS (2006) Vol. 3, 21, 41 & 47-68.
Restricción de productos	BAJA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> • La producción se debe restringir a las especies de peces que solo se consumen cocidos. • Asegure un cuidado extra para evitar la infección por trematodos durante la producción de alevinos. 	OMS (2006) Vol. 3, 55.
Periodo de retención entre la aplicación de aguas residuales y la cosecha	MEDIA	<ul style="list-style-type: none"> • La efectividad del riesgo depende del tiempo y la reducción se relaciona con la funcionalidad de las lagunas facultativas o de maduración. • Para que haya una mortalidad óptima de los patógenos antes de la cosecha de peces o plantas, se puede usar un proceso por lotes (es decir, toda el agua residual ingresa al sistema de tratamiento de una sola vez y no se agregan aguas residuales nuevas hasta que se cosecha el cultivo). Se debe tener en cuenta que en las áreas urbanas, las lagunas grandes suelen recibir permanentemente aguas residuales sin tratar y residuos de letrinas provenientes de las viviendas cercanas. 	OMS (2006) Vol. 3, 57.

Alternativa	Efectividad	Observaciones	Lectura adicional
Depuración (mantenimiento de los peces en agua limpia para reducir la contaminación antes de su comercialización)	MEDIA	<ul style="list-style-type: none"> • Depende del tiempo, se recomienda un periodo de 2 a 3 semanas. • No afectará la concentración de trematodos. 	OMS (2006) Vol. 3, 57.
Manipulación y preparación de alimentos	MEDIA	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe prevenir la contaminación de la carne del pescado. • Se quitarán las vísceras de los pescados antes de manipular la carne del pescado. • Se debe asegurar que se empleen cuchillos y tablas de cortar limpios. 	OMS (2006) Vol. 3, 58.
Lavado/desinfección de los productos	MEDIA	<ul style="list-style-type: none"> • Esto se relaciona con las plantas acuáticas. 	OMS (2006) Vol. 3, 58.
Cocción	ALTA	<ul style="list-style-type: none"> • Se relaciona con todos los productos. • Podría ocurrir contaminación durante el almacenamiento después de la cocción. 	OMS (2006) Vol. 3, 58.
Medidas de protección de la salud contra los trematodos	BAJA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> • Para un resumen, véase OMS (2006) Vol. 3, Cuadro 5.4. 	OMS (2006) Vol. 3, 63-68.

A1-4 Uso de excretas

Cuadro A1-4 Medidas de control relacionadas con el uso de excretas

Opción	Alternativa	Efectividad/reducción log.	Observaciones	Lectura adicional
Tratamiento de excretas: Primario (en el sitio)				
Confinamiento y almacenamiento de excretas	Letrinas de un solo pozo	BAJA a MEDIA	<ul style="list-style-type: none"> • La mortalidad de los patógenos ocurre a lo largo del tiempo. El riesgo se relaciona con las prácticas de vaciado. La contaminación en el sitio tiene que ver con el emplazamiento, el suelo y las condiciones hidrológicas. • Los pozos sin revestimiento (o sin revestimiento en la base) deben estar por lo menos a 2 o 3 m por encima del nivel freático para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas y tener una adecuada distancia hidrológica horizontal. • El pozo debe tener una ventilación apropiada según el tipo de inodoro. Los malos olores podrían desalentar su uso y la humedad aumentaría la reproducción de moscas. • Si se aplica la desviación de la orina, se deberá garantizar las funciones técnicas del desvío. 	<p>Stenström et al. (2011), 14, 28-29, 32.</p> <p>OMS (2006) Vol. 4, 80, 83.</p>
Confinamiento y almacenamiento de excretas	Letrinas de doble pozo alternas	MEDIA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> • Los pozos dobles de los inodoros permiten extender el almacenamiento sin adiciones frescas (diseño para >1.5 a 2 años de almacenamiento). • Se debe asegurar la alternancia de los pozos. • El almacenamiento extendido protege a los que manipulan los residuos. • Los pozos sin revestimiento (o sin revestimiento en la base) deben estar por lo menos a 2 o 3 m por encima del nivel freático para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas y tener una adecuada distancia hidrológica horizontal. • El pozo debe tener una ventilación apropiada según el tipo de inodoro. Los malos olores podrían desalentar su uso y la humedad aumentaría la reproducción de moscas. • Tenga en cuenta el manejo del agua para la limpieza anal. • La efectividad ALTA hace referencia a: <ul style="list-style-type: none"> o 1.5 a 2 años de almacenamiento a 2 a 20°C donde prevalecen las infecciones por helmintos, o o al menos 1 año de almacenamiento a >20°C, o o almacenamiento al menos por 6 meses con pH ajustado por encima de 9 (p. ej., con cal o ceniza). 	<p>Stenström et al. (2011), 34-36, 87,96.</p> <p>OMS (2006) Vol. 4, 69, 80, 82-83.</p>
Confinamiento y almacenamiento de excretas	Cámaras dobles de deshidratación	MEDIA a ALTA	<p>Efectividad: potencialmente alta para virus y bacterias en cámaras de deshidratación y reducción sustancial de huevos de helmintos. Refiérase a la lectura adicional para encontrar explicaciones más completas y hallazgos de investigaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los pozos dobles de los inodoros permiten extender el almacenamiento sin adiciones frescas. • El almacenamiento extendido protege a los trabajadores. • Dependen de la temperatura y del pH. • El pozo debe tener una ventilación apropiada según el tipo de inodoro. • La efectividad ALTA hace referencia a: <ul style="list-style-type: none"> o 1.5 a 2 años de almacenamiento a 2 a 20°C donde prevalecen las infecciones por helmintos, o o al menos 1 año de almacenamiento a >20°C, o o almacenamiento al menos por 6 meses con pH ajustado por encima de 9 (p. ej., con cal o ceniza). 	<p>Stenström et al. (2011), 87.</p> <p>OMS (2006) Vol. 4, 69, 82-83.</p>

Opción	Alternativa	Efectividad/reducción log.	Observaciones	Lectura adicional
Confinamiento y almacenamiento de excretas	Letrinas de pozo anegado / letrinas de compostificación / tanques sépticos	BAJA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> Los pozos sin revestimiento (o sin revestimiento en la base) deben estar por lo menos a 2 o 3 m por encima del nivel freático para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas y tener una adecuada distancia hidrológica horizontal. El pozo debe tener una ventilación apropiada según el tipo de inodoro. Los malos olores podrían desalentar su uso y la humedad aumentaría la reproducción de mosquitos. La falta de disponibilidad de agua puede afectar el uso adecuado de las instalaciones (p. ej., si el abastecimiento de agua es limitado, la operación se vería afectada y podría haber falta de higiene en el inodoro). Se deben prevenir las obstrucciones para minimizar la exposición de los trabajadores de mantenimiento durante las operaciones de limpieza. Por ejemplo, las letrinas con descarga de agua no son adecuadas donde es común usar materiales voluminosos para la limpieza anal. Los trabajadores de mantenimiento deben usar ropa apropiada para protegerse (p. ej., guantes). Si el contenido de humedad en las cámaras de compostificación es demasiado alto, esto dará lugar a condiciones anaeróbicas y si es demasiado bajo, esto hará más lenta la degradación biológica. La remoción de patógenos en los tanques sépticos es deficiente y las bacterias y virus permanecen tanto en la fase líquida como en la sólida. Se puede esperar que la remoción de huevos de helmintos sea de <0.5 log. 	<p>Stenström et al. (2011), 19-20, 38-39, 43-44, 96.</p> <p>OMS (2006) Vol. 4, 80-88.</p>
Confinamiento y almacenamiento de excretas	Reactores de biogás	MEDIA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> La eficiencia se relaciona con el tiempo de retención y si el proceso es mesofílico o termofílico <ul style="list-style-type: none"> termofílico (50 a 60°C): la reducción demora de 1.5 a 2 días; mesofílico (30 a 38°C): la reducción demora semanas a meses. <p>Por ejemplo, se inactivaron más de 3 unidades logarítmicas de ooquistes de <i>Cryptosporidium</i> en un digestor anaeróbico después de 10 días a 37°C, 4 días a 47°C, y 2 días a 55°C. El tiempo correspondiente para la inactivación de huevos de áscaris fue menos de 75 por ciento después de 10 días (37°C), 95 por ciento en 2 días (47°C) y más de 3 logs. en 1 hora (55°C). Es raro alcanzar condiciones de temperatura termofílica en reactores de biogás sin calor adicional.</p>	<p>Kato et al. (2003).</p> <p>Stenström et al. (2011), 47-48.</p>
Transporte de excretas				
	Vaciado y transporte con tracción humana	ALTA a MEDIA	<ul style="list-style-type: none"> Transporte de residuos tratados antes que frescos. Refiérase a las medidas de control para los trabajadores y la comunidad local en la Sección A1-7 – más abajo. 	<p>Stenström et al. (2011), 57.</p> <p>OMS (2006) Vol. 4, 89.</p>

Opción	Alternativa	Efectividad/ reducción log.	Observaciones	Lectura adicional
	Vaciado motorizado (p. ej., reducción de lodos fecales mediante una bomba de succión y transporte)	Varía dependiendo del grupo expuesto y de la práctica de manipulación	<ul style="list-style-type: none"> Transporte de residuos tratados antes que frescos. Refiérase a las medidas de control para los trabajadores y la comunidad local en la Sección A1-7 – más abajo. 	OMS (2006) Vol. 4, 89. Stenström et al. (2011), 59.
Tratamiento de excretas: Secundario:				
	Incineración completa (<10% de carbono en la ceniza)	ALTA	<ul style="list-style-type: none"> La temperatura debe garantizar la reducción de patógenos. 	OMS (2006) Vol. 4, 68.
	Compostificación al menos por una semana si la temperatura del compost se puede mantener en >50°C	MEDIA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> ALTA si se puede garantizar la temperatura para todos los materiales; MEDIA si no se puede asegurar totalmente. La compostificación mesofílica requiere la validación y el monitoreo de verificación. Para el compost de <50°C refiérase a los periodos de almacenamiento para excretas (indicados anteriormente). Reducción log. de >1.5-2 para <i>Ascaris spp.</i> (co-compostificación termofílica). 	Kone et al. (2007). Stenström et al. (2011), 77. OMS (2006) Vol. 4, 68.
Almacenamiento secundario	Solo almacenamiento		<ul style="list-style-type: none"> Se considera el tiempo/temperatura del ambiente al igual que en el proceso de tratamiento primario. 	
Almacenamiento secundario	Tratamiento / almacenamiento alcalino	MEDIA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> pH >9 por >6 meses (temperatura >35°C; humedad <25%). El tiempo de eliminación se prolonga con un pH más bajo o con material más húmedo. El tiempo es sustancialmente más corto con un pH 11 (p. ej., con cal, tratamiento). 	OMS (2006) Vol. 4, 68.
Almacenamiento secundario	Lechos de secado y radiación UV	MEDIA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> Huevos de helmintos: 3 log. de reducción (1 mes). Bacteria: 2.5 a 6 log. de reducción (4 meses de almacenamiento). 	Kengne et al. (2009). Nielsen (2007). Stenström et al. (2011), 77,137.
Manipulación de excretas y consideraciones generales				
General			<ul style="list-style-type: none"> Refiérase a las medidas de control para los trabajadores en la Sección A1-7 – más abajo. No se requieren medidas de control adicionales si el tratamiento de la excreta llega a <1 huevo de helminto por g de sólidos totales. Se deberán confinar los lodos fecales/biosólidos en algún tipo de almacenamiento para prevenir la escorrentía a cursos de agua de la localidad. Se debe tomar en cuenta la atracción de alimañas/vectores. 	Stenström et al. (2011), 99. OMS (2006) Vol. 4, 66.

Opción	Alternativa	Efectividad/ reducción log.	Observaciones	Lectura adicional
Uso de excretas en la agricultura				
Controles adicionales para excretas tratadas/no tratadas hasta lograr <1 huevo de helminto por g de sólidos totales				
Aplicación en suelo agrícola	Mezcla completa de excretas tratadas con la tierra	NO CUANTIFICABLE (reduce el contacto)	<ul style="list-style-type: none"> Este uso también favorece que las plantas absorban nutrientes. Se debe cuidar la buena higiene personal durante la aplicación. 	Stenström et al. (2011), 87, 97. OMS (2006) Vol. 4, 78.
Aplicación en suelo agrícola	Aplicación en el momento de sembrar/plantar	MEDIA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> La efectividad se relaciona con la mortalidad/tiempo de retención entre la aplicación y la cosecha. 	
Restricciones para los cultivos	Restricción de la aplicación de excretas tratadas a cultivos que no son alimentos o cultivos que se cocinan o procesan antes del consumo	ALTA	<ul style="list-style-type: none"> Esta técnica limita la exposición de los agricultores al contacto durante la aplicación, la manipulación y la cosecha. Los agricultores deben mantener una buena higiene personal durante la aplicación. 	Stenström et al. (2011), 87. OMS (2006) Vol. 4, 77.
Cumplimiento de la mortalidad de los patógenos en 1 mes	Retención de la aplicación de residuos antes de la cosecha	MEDIA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> Refiérase a las medidas de control para los trabajadores y la comunidad local en la Sección A1-7 – más abajo. Se puede combinar con el almacenamiento del cultivo antes de la venta por determinados periodos (BAJA a MEDIA) o una combinación con un total de 1 mes. 	USEPA (1992). OMS (2006) Vol. 4, 78.
Medidas de control de la exposición después de la cosecha	Lavado con o sin desinfectantes (p. ej., pelado, cocción)	MEDIA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> Estas son medidas de protección del consumidor. Estas medidas de control son difíciles de verificar. Dependiendo de la medida es posible una disminución del riesgo de 1 a 7 log. 	OMS (2006) Vol. 4, 78-79.
Uso de excretas en acuicultura				
Almacenamiento de las excretas antes de añadirles a la laguna		MEDIA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> El efecto depende del tiempo. El tiempo de almacenamiento se cuenta a partir de la última adición de heces frescas (es decir, como en la operación por lotes). El almacenamiento por 4 semanas reduce sustancialmente el riesgo de trematodos. Se requiere el almacenamiento por 10 semanas para <i>Fasciola spp.</i> Reduce bacterias y virus patógenos. 	OMS (2006) Vol. 3, 50.
Excretas pretratadas mediante la fermentación del biogás		BAJA a MEDIA	<ul style="list-style-type: none"> Depende del tiempo del tratamiento y de la temperatura. Se recomienda la combinación con otras medidas de protección. 	OMS (2006) Vol. 3, 51.

A1-5 Uso de la orina

Cuadro A1-5 Medidas de control relacionadas con el uso de la orina

Opción	Alternativa	Efectividad/ reducción log	Observaciones	Lectura adicional
Tratamiento de la orina				
Almacenamiento de la orina	Orina claramente contaminada con heces	NO APLICABLE	<ul style="list-style-type: none"> La mezcla se debe tratar/manejar de acuerdo con las medidas de control para las aguas residuales (véase el Cuadro A1-1). 	
Almacenamiento de la orina	Almacenamiento de la orina en contenedores sellados para prevenir el contacto con personas o animales	BAJA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> Observe si podría ocurrir contaminación fecal cruzada. La reducción microbiana depende del tiempo. El tiempo para la reducción de 90% en la concentración inicial (T90) para bacterias Gram negativas es de <5 días, para <i>Cryptosporidium</i> 1 mes, para virus 1 a 2 meses aproximadamente. Reduce la pérdida de nitrógeno. Reduce el contacto con las personas. Reduce olores. 	Stenström et al. (2011), 40-41. OMS (2006) Vol. 4, 70-71.
Almacenamiento de la orina	La orina no se diluye a fin de maximizar la mortalidad de los patógenos	NO APLICABLE	<ul style="list-style-type: none"> La orina no diluida tiene un pH de aprox. 8.8, lo que aumenta la mortalidad bacteriana. La reproducción de mosquitos puede ocurrir en la orina diluida, pero no en la orina no diluida. Se produce la inactivación de <i>Schistosoma haematobium</i>, donde sea aplicable. 	OMS (2006) Vol. 4, 70-71.
No almacenamiento de la orina	Se aplica en sistemas unifamiliares y para fertilizar la parcela familiar	NO APLICABLE	<ul style="list-style-type: none"> No se requiere almacenamiento para sistemas unifamiliares ni cuando la orina se usa únicamente para fertilizar parcelas individuales. La probabilidad de transmisión entre miembros de la familia es mucho más alta entre persona a persona que a través de la fertilización en el ciclo del cultivo. 	OMS (2006) Vol. 4, 70.
Almacenamiento de la orina antes de la aplicación	Para cultivos que se consumen crudos	ALTA	<ul style="list-style-type: none"> Se almacena por lo menos 6 mes a >20 °C combinado con 1 meses de periodo de retención (no se requiere otra medida de control si el residuo se trata hasta este nivel). 	Stenström et al. (2011), 85. OMS (2006) Vol. 4, 70.
Almacenamiento de la orina antes de la aplicación	Para alimentos procesados y cultivos de forraje	MEDIA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> Se almacena por lo menos 1 mes a >20 °C o al menos 6 meses a 4 °C. 	Stenström et al. (2011), 85.
Uso de la orina en la agricultura				
Almacenamiento de la orina antes de la aplicación	Mezcla de orina almacenada con tierra o aplicación cerca del suelo	NO CUANTIFICABLE (reduce el contacto)	<ul style="list-style-type: none"> Favorece que las plantas absorban los nutrientes. Se debe cuidar la higiene personal durante la aplicación. 	OMS (2006) Vol. 4, 66, 70.
Almacenamiento de la orina antes de su aplicación	Cese de la aplicación de la orina por un mes antes de la cosecha de cultivos que se consumen crudos	ALTA	<ul style="list-style-type: none"> El nivel de riesgo está por debajo de 10⁻⁶ AVAD si se combina con las recomendaciones para el almacenamiento. 	OMS (2006) Vol. 4, 70.

A1-6 Uso de aguas grises

Cuadro A1-6 Medidas de control relacionadas con uso de aguas grises

Opción	Alternativa	Efectividad/ reducción log.	Observaciones	Lectura adicional
Tratamiento de aguas grises				
Aspectos generales	Véase OMS Vol IV Fig 5.11	MEDIA a ALTA 1-4 logs.	<ul style="list-style-type: none"> • Usualmente, la carga fecal es 3 a 5 logs. más baja que en las aguas residuales. • La materia orgánica fácilmente degradable podría ocasionar el rebrote de bacterias indicadoras. • Generalmente, los métodos de tratamiento de aguas residuales se aplican también a las aguas grises. • Se debe proteger las instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aguas grises de los animales e insectos vectores. • Se recomienda el riego subsuperficial cuando las aguas grises están muy contaminadas, cuando hay probabilidad de que se reproduzcan vectores o cuando no es posible el tratamiento mediante lagunas. 	OMS (2006) Vol. 4, 66, 77, 93-99 y Fig 5.
Uso de aguas grises en la agricultura				
Riego con aguas grises	Se aplican los métodos del tratamiento de aguas residuales	BAJA a ALTA	<ul style="list-style-type: none"> • Generalmente no es necesario restringir los cultivos si la contaminación fecal es baja y se realiza el tratamiento. • Se recomienda la aplicación de aguas grises mediante el uso de métodos cerca del suelo. • Se debe prevenir el encharcamiento de aguas grises en los puntos de aplicación para evitar la reproducción de vectores. 	OMS (2006) Vol. 4, 78.

A1-7 Ejemplos de medidas de control para proteger a los trabajadores, agricultores, comunidad local y consumidores

Cuadro A1-7 Medidas de control relacionadas con la protección de trabajadores, agricultores, comunidad local y consumidores

(Nota – algunos de estos controles se han indicado también en los cuadros A1-1 al A1-6))

TRABAJADORES (W)

- Uso de equipo de protección personal (p. ej., guantes, máscaras, calzado impermeable cerrado).
- Uso de herramientas que ayuden a limitar la exposición (p. ej., cisternas al vacío).
- Capacitación en la manipulación segura.
- Tratamiento optimizado antes de la manipulación.
- Diseño de la instalación que optimice la remoción segura de los residuos.
- Prevención y contención de derrames.
- Uso de instrumentos exclusivos para la manipulación de los residuos (o la apropiada desinfección y limpieza entre usos).
- Manipulación manual mínima de los residuos que no han sido pretratados.
- Lavado del cuerpo con jabón y agua segura después de la exposición a aguas residuales donde la esquistosomiasis es endémica.
- Uso de barreras contra vectores, como repelentes y profilaxis, quimioprofilaxis e inmunización.
- Inmunización contra la tifoidea.
- Tratamiento de las infecciones por helmintos 2 a 3 veces cada año.
- Tratamiento de la esquistosomiasis donde es endémica.
- Tratamiento de abrasiones y cortes en la piel.

Nota: Las precauciones para el manejo general se definen como medidas adicionales y no como barreras propiamente dichas.

CONSUMIDORES (C)

- Se debe establecer un periodo de un mes para la mortalidad de los patógenos, ya sea por medio de:
 - retención de la aplicación de residuos antes de la cosecha,
 - almacenamiento del cultivo antes de la venta, o
 - la combinación de lo anterior por un total de 1 mes.
- Medidas de control a la exposición después de la cosecha:
- Lavado de los productos con agua.
- Para los pescados, la adopción de medidas durante el procesamiento que eviten la contaminación cruzada entre las vísceras y la carne.
- Desinfección de los productos.
- Pelado de los productos (frutas y tubérculos).
- Coccción de los productos.
- Buena higiene personal – especialmente el lavado de manos con jabón antes de preparar los alimentos y antes de comer.
- Higiene de los mercados.
- Educación de los vendedores.
- Provisión de agua segura a los mercados.
- Provisión masiva de medicamentos o vacunación.

AGRICULTORES (F)

- Uso de equipo de protección personal (p. ej., guantes, máscaras, calzado impermeable cerrado).
- Uso del riego subsuperficial.
- Uso de técnicas de aplicación cerca del suelo.
- Uso de herramientas que ayuden a limitar la exposición (p. ej., mangueras vs. regaderas, equipo de mango largo vs paletas).
- Restringir el acceso de los trabajadores al campo durante la aplicación mecánica de aguas residuales.
- Asegurar el acceso al agua de bebida segura y a inodoros en el lugar de trabajo.
- Promover la higiene personal y la capacitación en higiene entre los trabajadores.
- Lavado del cuerpo con jabón y agua segura después de la exposición a aguas residuales donde la esquistosomiasis es endémica.
- Uso de barreras contra vectores, como repelentes y profilaxis, quimioprofilaxis e inmunización.
- Inmunización contra la tifoidea.
- Tratamiento de las infecciones por helmintos 2 a 3 veces cada año.
- Tratamiento de la esquistosomiasis donde es endémica.
- Tratamiento de abrasiones y cortes en la piel.

Nota: Las precauciones para el manejo general se definen como medidas adicionales y no como barreras propiamente dichas.

COMUNIDAD LOCAL (L)

- Cercado de la instalación de tratamiento de residuos para prevenir el ingreso de niños y animales.
- Señales de advertencia (especialmente en lagunas y campos sin cercas).
- Campañas de educación para los residentes locales.
- Acceso al agua de bebida segura y al saneamiento para las comunidades locales.
- Reducir las oportunidades de reproducción de vectores.
- Donde se usan aguas residuales para el riego por aspersión se debe mantener una zona de amortiguamiento de 50 a 100 metros de distancia de los residentes.
- Restringir que el público acceda a los campos o instalaciones de acuicultura con aguas residuales.
- Prohibir actividades recreativas en las lagunas de tratamiento.
- Uso de barreras contra los vectores, como repelentes y profilácticos.
- Tratamiento de las infecciones por helmintos 2 a 3 veces cada año para los vulnerables.

Fuentes: Stenström et al. (2011), 74-78, 93, 100. OMS (2006) Vol. 2, 79-80; Vol. 3, 21, 43-45, 47-68; Vol. 4, 74-78.

ANEXO 2

Resumen de los riesgos microbianos para la salud asociados al uso de aguas residuales en el riego

Cuadro A2-1 Resumen de los riesgos microbianos para la salud asociados al uso de aguas residuales en el riego

Grupo expuesto	Infecciones por bacterias/virus	Infecciones por protozoarios	Infecciones por helmintos
Agricultores y sus familias	Hay mayor riesgo de enfermedades diarreicas en los niños que tienen contacto con aguas residuales si la calidad del agua excede 10^4 de coliformes fecales/100 ml; riesgo elevado de infección por <i>Salmonella</i> en niños expuestos a aguas residuales sin tratar; sero-respuesta elevada al norovirus en adultos expuestos a aguas residuales tratadas parcialmente.	Riesgo significativo de infección por <i>Giardia intestinalis</i> debido al contacto con aguas residuales tratadas y sin tratar; un estudio en Pakistán ha estimado un incremento triple del riesgo de infección por <i>Giardia</i> en agricultores que usan aguas residuales crudas comparado con los que usan agua dulce; se ha observado mayor riesgo de amebiasis cuando hay contacto con aguas residuales sin tratar.	Riesgo significativo de infección por helmintos en adultos y niños debido a las aguas residuales sin tratar; mayor riesgo de infecciones por anquilostomas en los trabajadores que no usan zapatos; el riesgo permanece en los niños, pero no en los adultos, incluso cuando las aguas residuales se tratan hasta lograr < 1 huevo de helminto/l.
Poblaciones que viven dentro o cerca de sitios regados con aguas residuales	Aumento de las infecciones asociadas a la mala calidad del agua de riego por aspersión ($10^6 - 10^8$ de coliformes total/100 ml) y a la exposición alta a aerosoles; el uso de aguas residuales tratadas parcialmente ($10^4 - 10^5$ de coliformes fecales/100 ml o menos) en el riego por aspersión no se asocia con el mayor incremento de las tasas de infección viral.	No hay datos sobre la transmisión de infecciones por protozoarios durante el riego por aspersión con aguas residuales.	No se ha estudiado la transmisión de infección por helmintos con relación al riego por aspersión, pero se considera el comentario anterior para el riego por surcos o por inundación debido al mayor contacto con las aguas residuales.
Consumidores de productos regados con aguas residuales	Se han reportado brotes de cólera, tifoidea y shigelosis debido al uso de aguas residuales sin tratar, respuestas sero-positivas al <i>Helicobacter pylori</i> (sin tratar) e incremento de diarreas no específicas cuando la calidad del agua excede 10^4 de coliformes fecales/100 ml.	Hay evidencia de protozoarios parásitos en la superficie de verduras regadas con aguas residuales, pero no hay evidencia directa de transmisión de enfermedades.	Riesgo significativo de infección por helmintos en adultos y niños debido a las aguas residuales sin tratar

Fuente: Stenström et al. 2011: 92 Refiérase a Stenström et al. 2011, página 91-92, para comentarios adicionales relacionados con la evidencia de riesgos a la salud.

ANEXO 3

Peligros químicos para las aguas residuales en la agricultura y la acuicultura

Sustancias químicas de aguas residuales en la agricultura

Los límites de las concentraciones de muchas sustancias químicas en las aguas residuales con frecuencia estarán determinados por los requerimientos de los cultivos y no por los peligros para la salud humana. Las concentraciones en las que las sustancias químicas en las aguas residuales se tornan tóxicas para las plantas o inadecuadas para la producción agrícola por lo general son más bajas que las concentraciones que podrían representar una amenaza para la salud humana.

Las concentraciones de sustancias químicas en el agua de riego se usan para determinar si las aguas residuales son apropiadas para el crecimiento vegetal. La calidad fisicoquímica de las aguas residuales tratadas que se usan para el riego de cultivos debe cumplir con los valores de referencia establecidos por la Organización para la Alimentación y la Agricultura que se resumen en el Anexo 1 de las Guías de la OMS de 2006, Volumen 2.

Las concentraciones de sustancias químicas en el suelo se usan para determinar si son adecuadas para la salud humana, puesto que la exposición humana a las sustancias químicas se evalúa a través de la transferencia en la cadena alimentaria desde las aguas residuales hasta el suelo, la absorción por la planta y el consumo por los seres humanos. Las concentraciones en el Cuadro A3-1 definen las concentraciones seguras en el suelo por encima de las cuales puede ocurrir la transferencia de contaminantes a las personas a través de la cadena alimentaria. Durante el riego con aguas residuales, la concentración de elementos inorgánicos en los suelos se elevará lentamente con sucesivas aplicaciones. Sin embargo, para muchos contaminantes orgánicos, la probabilidad de que se acumulen en el suelo a sus concentraciones umbrales calculadas es pequeña puesto que sus concentraciones típicas en aguas residuales son muy bajas.

Cuadro A3-1 Concentraciones máximas tolerables de varias sustancias químicas tóxicas en el suelo tomando en cuenta la protección de la salud humana

Elementos	Concentración en el suelo (mg/kg)	Compuestos orgánicos	Concentración en el suelo (mg/kg)	Compuestos orgánicos	Concentración en el suelo (mg/kg)
Antimonio	36	Aldrin	0.48	BPC	0.89
Arsénico	8	Benceno	0.14	Pentaclorofenol	14
Bario ^a	302	Clordano	3	Ftalato	13 733
Berilio ^a	0.2	Clorobenceno	211	Pireno	41
Boro ^a	1.7	Cloroformo	0.47	Estireno	0.68
Cadmio	4	2,4-D	0.25	2,4,5-T	3.82
Flúor	635	DDT	1.54	Tetracloroetano	1.25
Mercurio	7	Dieldrin	0.17	Tolueno	12
Molibdeno ^a	0.6	Dioxinas	0.000 12	Toxafeno	0.0013
Níquel	107	Heptacloro	0.18	Tricloroetano	0.68
Plata	3	Lindano	12		
Plomo	84	Diclorobenceno	15	Tetracloroetileno	0.54
Selenio	6	Hexaclorobenceno	1.40		
Talio	0.3	Metoxiclor	4.27		
Vanadio	47	HAP (como benzo[a]pireno)	16		

^a Los límites numéricos calculados para estos elementos están dentro de los rangos que son típicos para los suelos.

Fuente: Guías de la OMS de 2006, Vol. 2, p. 72

Sustancias químicas de aguas residuales en la acuicultura

En la sección 3.3 de las Guías de la OMS de 2006, volumen 3, se brinda información específica sobre las sustancias químicas con respecto a la acuicultura alimentada con aguas residuales.

La Comisión del Codex Alimentarius (<http://www.codexalimentarius.org/>) establece tolerancias para sustancias químicas específicas en productos alimentarios. El Cuadro A3-2 brinda las normas descritas en las Guías de la OMS de 2006. Los usuarios también deben verificar las referencias de las fuentes para posibles actualizaciones a las normas y límites a lo largo del tiempo, y a cualquier norma nacional.

Cuadro A3-2 Normas para concentraciones de sustancias químicas en peces y hortalizas de acuerdo con lo reportado en las Guías de la OMS de 2006

Sustancia química	Norma para peces y productos pesqueros (mg/kg)	Fuente de la norma	Norma para hortalizas (mg/kg)	Fuente de la norma
Metales pesados				
Arsénico	NS		0.2	Codex
Cadmio	0.05-1.0	EC	0.2	Codex
Metilmercurio	0.5-1.0	Codex	NE	
Plomo	0.3	Codex	0.1 0.1 (hortalizas de fruto) 0.3 (vegetales de hoja verde)	Codex
Compuestos orgánicos				
Dioxinas ^b	0.000 004	CE	NE	
DDT, TDE	5.0	FDA	NE	
PCB	2.0	FDA	NE	

Fuente: Guías de la OMS de 2006, Vol. 3, p. 43

NE, no hay norma

Para los valores actuales, remítase a:

Codex: <http://www.codexalimentarius.org/>

CE: Comisión Europea http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/index_en.htm

FDA: Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos <http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/default.htm>

Las concentraciones tolerables de sustancias químicas tóxicas en peces y hortalizas podrían usarse en algunos programas de verificación. Se debe realizar el monitoreo de verificación de las concentraciones químicas en productos acuícolas alimentados con aguas residuales a intervalos de seis meses en el punto de venta. Las comparaciones entre peces o plantas alimentados con aguas residuales y productos no alimentados con aguas residuales que se venden en el mercado pueden dar una idea de los contaminantes específicos que están relacionados con el uso de aguas residuales o excretas. Se pueden elegir contaminantes que se encuentran en concentraciones elevadas para realizar un monitoreo de rutina, según sea necesario.

El manual PSS se dirige a diversos usuarios en diferentes niveles.

Autoridades sanitarias y reguladores (p. ej. como herramienta en el sector sanitario para introducir enfoques con evaluación del riesgo y para verificar su efectividad).

Autoridades locales (p. ej. como una herramienta para planificar la inversión en el saneamiento especialmente en entornos con pocos recursos).

Gestores de utilización de aguas residuales (p. ej. para ayudar en la gestión de la calidad de los efluentes y para salvaguardar la salud pública y la de los trabajadores desde la fuente hasta el uso final o su disposición).

Empresas sanitarias y agricultores (p. ej. para complementar los procedimientos de garantías de seguridad de los productos finales, para los trabajadores, las comunidades locales y los consumidores o usuarios del producto).

Organizaciones de comunidades, asociaciones de agricultores y ONGs (p. ej. para apoyar programas de agua y saneamiento a nivel comunitario, con el uso seguro de residuos humanos).

Este Manual de la Planificación de la Seguridad del Saneamiento ofrece una orientación práctica paso-a-paso para ayudar en la implementación de las Directrices de la OMS para el uso seguro de aguas residuales, excretas y aguas grises en la agricultura y acuicultura, publicadas en 2006. El planteamiento y las herramientas también se pueden aplicar a todos los sistemas de saneamiento para asegurar que estos sistemas se gestionen para cumplir con los objetivos de la salud.

DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA Y MEDIO-AMBIENTE
AGUA SANEAMIENTO HIGIENE Y SALUD
ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
GINEBRA
SUIZA

http://www.who.int/water_sanitation_health/es/

ISBN 978 92 4 354924 8



9 789243 549248