



PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL SANEAMIENTO

Gestión de riesgos paso a paso para administrar de forma segura los sistemas de saneamiento

PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL SANEAMIENTO

Gestión de riesgos paso a paso para administrar de forma segura los sistemas de saneamiento

Planificación de la seguridad del saneamiento: gestión de riesgos paso a paso para administrar de forma segura los sistemas de saneamiento [Sanitation safety planning: step-by-step risk management for safety managed sanitation systems]

Esta publicación actualiza el documento publicado en 2015 bajo el título “Planificación de la seguridad del saneamiento: manual para el uso y la disposición seguros de aguas residuales, aguas grises y excretas”.

ISBN 978-92-4-008166-6 (versión electrónica)

ISBN 978-92-4-008167-3 (versión impresa)

© Organización Mundial de la Salud 2023

Algunos derechos reservados. Esta obra está disponible en virtud de la licencia 3.0 OIG Reconocimiento-NoComercial-CompartirIguual de Creative Commons (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>).

Con arreglo a las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la OMS refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la OMS. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse la siguiente nota de descargo junto con la forma de cita propuesta: «La presente traducción no es obra de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La OMS no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en inglés será el texto auténtico y vinculante».

Toda mediación relativa a las controversias que se deriven con respecto a la licencia se llevará a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (<https://www.wipo.int/amc/es/mediation/rules>).

Forma de cita propuesta. Planificación de la seguridad del saneamiento: gestión de riesgos paso a paso para administrar de forma segura los sistemas de saneamiento [Sanitation safety planning: step-by-step risk management for safety managed sanitation systems]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2023. Licencia: [CC BY-NC-SA 3.0 IGO](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo).

Catalogación (CIP). Puede consultarse en <https://iris.who.int/?locale-attribute=es&>

Ventas, derechos y licencias. Para comprar publicaciones de la OMS, véase <https://www.who.int/publications/book-orders>. Para presentar solicitudes de uso comercial y consultas sobre derechos y licencias, véase <https://www.who.int/es/copyright>.

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo cuadros, figuras o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. Recae exclusivamente sobre el usuario el riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros.

Notas de descargo generales. Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la OMS, 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 OMS los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

La OMS 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 OMS podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Traducido por Strategic Agenda (UK) LTD. La OMS no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. En caso de discrepancia entre las versiones en inglés y en español, la auténtica y vinculante será la versión original en inglés.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.	v
ABREVIATURAS.	viii
GLOSARIO.	ix
INTRODUCCIÓN A LA PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL SANEAMIENTO.	1
¿Por qué es necesaria la planificación de la seguridad del saneamiento?	1
¿Qué es la planificación de la PSS?	1
¿Cómo utilizar este manual?	3
¿Quién es el público destinatario?	4
¿Qué aporta la planificación de la seguridad del saneamiento a la aplicación de las directrices de la OMS?	4
¿Por qué se deberían abordar los riesgos climáticos en la planificación de la seguridad del saneamiento?	5
¿Qué se necesita para la planificación de la seguridad del saneamiento?	6
MÓDULO 1: PREPARACIÓN PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL SANEAMIENTO	7
Visión general	8
1.1 Definir el área de la PSS y la organización líder	9
1.2 Conformar el equipo de PSS	10
1.3 Establecer las prioridades de la PSS	15
MÓDULO 2: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO	19
Visión general	20
2.1 Mapear el sistema	21
2.2 Caracterizar los flujos del sistema	25
2.3 Identificar los grupos de exposición.	28
2.4 Recopilar información complementaria.	30
2.5 Verificar la descripción del sistema	35

MÓDULO 3: IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS PELIGROSOS Y EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL EXISTENTES Y LOS RIESGOS DE EXPOSICIÓN	37
Visión general	39
3.1 Identificar los peligros y los eventos peligrosos	39
3.2 Identificar y evaluar las medidas de control existentes	48
3.3 Evaluar y priorizar los riesgos de exposición	51
MÓDULO 4: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA GRADUAL	63
Visión general	64
4.1 Considerar opciones para controlar los riesgos identificados	65
4.2 Diseñar un plan de mejora incremental	77
4.3 Implementar el plan de mejora incremental	78
MÓDULO 5: MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE CONTROL Y VERIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO.	79
Visión general	80
5.1 Definir y llevar a cabo el monitoreo operativo	81
5.2 Verificar el desempeño del sistema	84
5.3 Auditoría del sistema	87
MÓDULO 6: DESARROLLO DE PROGRAMAS DE APOYO Y REVISIÓN DE PLANES	89
Visión general	90
6.1 Seleccionar y ejecutar los programas de apoyo	91
6.2 Revisar y actualizar periódicamente los productos de la PSS	92
REFERENCIAS.	93
ANEXO 1: Ejemplo de medidas de control para peligros biológicos.	97
ANEXO 2: Resumen de los riesgos para la salud de naturaleza microbiana asociados al uso de aguas residuales para el riego.	114
ANEXO 3: Riesgos de naturaleza química del uso de aguas residuales en la agricultura y la acuicultura.	115

AGRADECIMIENTOS

El enfoque de la planificación de la seguridad del saneamiento se basa en el marco de Estocolmo para la evaluación y gestión preventivas de riesgos y usa métodos y procedimientos del análisis de peligros y puntos críticos de control. El manual incluye experiencias en cuanto al uso de la planificación de la seguridad del saneamiento en más de 25 países de regiones diferentes y se desarrolló bajo la dirección de un grupo consejero estratégico y con el seguimiento de expertos y practicantes.

La presente edición actualizada fue elaborada por Leonellha Barreto Dillon (Seecon), Sophie Boisson y Kate Medlicott (Organización Mundial de la Salud), con aportaciones sobre la resiliencia al cambio climático por parte de Juliet Willetts, Jeremy Kohlitz y Freya Mills (Universidad Tecnológica de Sídney) y cuenta con el seguimiento técnico de Darryl Jackson (consultor independiente), Samuel Fuhrmann, Mirko Winkler, Lena Breitenmoser (Instituto Suizo de Salud Pública Tropical) y Julio Moscoso (consultor independiente).

La primera edición de este documento fue escrita por Darryl Jackson, Mirko Winkler, Thor-Axel Stenström y Kate Medlicott, bajo la dirección estratégica de Bruce Gordon y Robert Bos, de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y el Profesor Guéladio Cissé, del Instituto Suizo de Salud Pública y Tropical.

El manual se elaboró junto con modelos de negocio para la recuperación y reutilización seguras de recursos, en colaboración con el Instituto Internacional de Ordenación de los Recursos Hídricos (IWMI), el Instituto Suizo de Salud Pública y Tropical, el Instituto Federal Suizo de Ciencia y Tecnología Acuáticas (Eawag) y el Centro de Emprendimiento en Agua y Saneamiento (cewas), y se puso a prueba con autoridades y asociados nacionales. Los colaboradores se indican a continuación:

Mallik Aradhya
Junta de Suministro y Drenaje de Agua Urbana de Karnataka (India)

Akiça Bahri,
Centro Africano del Agua (Túnez) (jubilada)

Leonellha Barreto Dillon
cewas (Suiza)

Sophie Boisson
OMS (Suiza)

Robert Bos
OMS (Suiza) (jubilado)

Guéladio Cissé
Instituto Suizo de Salud Pública y Tropical (Suiza)

Anders Dalsgaard
Universidad de Copenhague (Dinamarca)

Pay Drechsel
IWMI (Sri Lanka)

Jennifer De France
OMS (Suiza)

Jonathan Drewry
Organización Panamericana de la Salud (OPS) (Perú)

Luca Di Mario
Universidad de Cambridge (Reino Unido)

Phuc Pam Duc
Escuela de Salud Pública de Hanoi (Viet Nam)

Samuel Fuhrmann
Instituto Suizo de Salud Pública y Tropical (Suiza)

Bruce Gordon
OMS (Suiza)

Ramakrishna Goud
Colegio Médico St John's, Karnataka (India)

Abdullah Ali Halage
Escuela de Salud Pública, Universidad de Makerere (Uganda)

Johannes Heeb
cewas (Suiza)

Darryl Jackson
Consultor independiente (Australia)

Ghada Kassab
Universidad de Jordania (Jordania)

Bernard Keraita
Universidad de Copenhague (Dinamarca)

Avinash Krishnamurthy
Fundación Medioambiental Biome, Karnataka (India)

Jeremy Kohlitz
Instituto de Futuros Sostenibles, Universidad Tecnológica de Sídney (Australia)

Shashi Kumar
Colegio Médico St John's, Karnataka (India)

Bonifacio Magtibay
OMS (Filipinas)

Duncan Mara
Universidad de Leeds (Reino Unido) (jubilado)

Cristina Martinho
Consultora independiente (Portugal)

Kate Medlicott
OMS (Suiza)

Freya Mills
Instituto de Futuros Sostenibles, Universidad Tecnológica de Sídney (Australia)

Raquel Mendes
Consultora independiente (Portugal)

Babu Mohammed
Corporación Nacional de Agua y Alcantarillado (Uganda)

Teófilo Montiero
OPS/ETRAS (Equipo Técnico Regional de Agua y Saneamiento) (Perú)

Chris Morger
Helvetas (Suiza)

Julio Moscoso
Consultor independiente (Perú)

Ashley Murray
Anteriormente en Waste Enterprisers (Ghana)

Collins Mwesigye
OMS (Uganda)

Ton Tuan Nghia
OMS (Viet Nam)

Charles Niwagaba
Universidad de Makerere (Uganda)

Miriam Otoo
IWMI (Sri Lanka)

Jonathan Parkinson
Anteriormente en Asociación Internacional del Agua

Oliver Schmoll
OMS, Oficina Regional para Europa

Lars Schoebitz
Eawag (Suiza)

M^a. Victoria E. Signo
Entidad Gestora de Agua de Baliwag (Filipinas)

Thor-Axel Stenström
Universidad Tecnológica de Durban (Sudáfrica)

Linda Strande
Eawag (Suiza)

Marinus van Veenhuizen
Fundación ETC, Países Bajos (el Reino de los)

S. Vishwanath
Fundación Medioambiental Biome, Karnataka (India)

Tuan Anh Vuong
OMS (Viet Nam)

Juliet Willetts
Instituto de Futuros Sostenibles, Universidad Tecnológica de Sídney (Australia)

Mirko Winkler
Instituto Suizo de Salud Pública y Tropical (Suiza)

Christian Zurbrügg
Eawag (Suiza)

ABREVIATURAS

IPCC Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

CL Grupo de la comunidad local expuesto

LRV Valor de reducción logarítmica de 10

ONG Organización no gubernamental

PSS Planificación de la seguridad del saneamiento

OMS Organización Mundial de la Salud

PSA Planes de seguridad del agua

GLOSARIO

Término	Definición
Acuicultura	Cultivo de plantas o cría de animales en el agua (agricultura acuática).
Agricultura altamente mecanizada	Prácticas agrícolas en las que los operarios 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.
Agricultura intensiva en mano de obra	Prácticas agrícolas, típicas de los países en desarrollo, en las que las personas mantienen un estrecho contacto con el suelo, el agua y los productos agrícolas
Aguas grises	Agua de la cocina, baños o lavanderías que, por lo general, no contiene concentraciones notables de excreciones.
Anfitrión intermediario	Anfitrión invadido por un parásito en etapa juvenil antes del anfitrión definitivo, en donde suele ocurrir la reproducción asexual. Por ejemplo, determinadas especies de caracoles son anfitriones intermediarios de <i>Schistosoma</i> , un platelminto que causa la esquistosomiasis.
Año de vida ajustado en función de la discapacidad	Métrica poblacional referida a los años de vida perdidos debido a una enfermedad, a consecuencia tanto de la morbimortalidad como de la mortalidad.
Área de planificación de la seguridad del saneamiento (PSS)	Área en la que se circunscribe la PSS.
Lagunas de estabilización	Lagunas superficiales que utilizan factores naturales como la luz solar, la temperatura, la sedimentación y la biodegradación para tratar aguas residuales o lodos fecales. Los sistemas de tratamiento de lagunas de estabilización consisten, por lo general, en lagunas anaerobias, facultativas y de maduración dispuestas en serie.
Cadena de servicios de saneamiento	Todos los componentes y procesos que componen un sistema sanitario, desde la deposición en inodoros y su contención a la eliminación definitiva o uso final, pasando por el vaciado, el transporte y el tratamiento (tanto <i>in situ</i> como fuera del lugar de uso).
Cambio climático	Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (ONU, 1992).
Contención-almacenamiento/tratamiento	Pertinente en los sistemas de saneamiento sin conexión al alcantarillado, se refiere al contenedor, normalmente situado bajo el nivel del suelo, al que está conectado el inodoro. Hay varias tecnologías asociadas a este paso, como los tanques sépticos, las letrinas de pozo seco y pozo húmedo, las letrinas de compostaje, las cámaras de deshidratación y los tanques de almacenamiento de orina, así como tecnologías de contención y almacenamiento sin tratamiento, como tanques con revestimiento completo y saneamiento basado en contenedores.
Cultivos de crecimiento alto	Cultivos que crecen sobre la tierra y que normalmente no tocan el suelo (por ejemplo, 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 ejemplo, 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, lechuga, apio, espinacas, verduras verdes para ensaladas).
Enfermedad de transmisión por vectores	Enfermedad (como el paludismo o la leishmaniosis) que se puede transmitir de una persona a otra a través de insectos vectores (por ejemplo, mosquitos o moscas).
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	Bacteria que se encuentra en los intestinos. Se usa como un indicador de la contaminación del agua por heces.

Término	Definición
Evaluación cuantitativa del riesgo microbiano	Método para evaluar el riesgo de peligros específicos a través de diferentes vías de exposición. Esta evaluación tiene cuatro componentes: Identificación del peligro, evaluación de la exposición, evaluación de la relación exposición-respuesta y caracterización del riesgo.
Evaluación del sistema de planificación de la seguridad del saneamiento (PSS)	Evaluación de los riesgos y peligros derivados del sistema de PSS.
Excretas	Heces y orina. (Véase también: lodos fecales, residuos sépticos y excrementos humanos).
Excrementos humanos	Excreta no tratadas que se transportan sin agua (por ejemplo, en contenedores o baldes).
Exposición	Contacto de un agente químico, físico o biológico con el límite exterior de un organismo (por ejemplo, por inhalación, ingesta y contacto cutáneo [piel]).
Gravedad	Grado del impacto en la salud cuando ocurre un evento peligroso.
Helmintos	Amplia gama de organismos que incluye a los parásitos intestinales: trematodos (platelmintos, también denominados habitualmente lombrices, por ejemplo, Schistosoma), nematodos (ascárides, por ejemplo, Ascaris, Trichuris, anquilostomas humanos) y cestodos (tenias, por ejemplo, Taenia solium, la "solitaria").
Evento peligroso	Evento que supone la exposición de las personas a un peligro relacionado con 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 en el que viven o trabajan los seres humanos; • aumenta la concentración de un peligro; o • no elimina un peligro del medio humano.
Infección	El ingreso y desarrollo o multiplicación de un agente infeccioso en el anfitrión. La infección puede dar lugar o no a síntomas de una enfermedad (por ejemplo, diarrea). La infección se puede medir a través de la identificación de agentes infecciosos en excretao área s colonizadas o a través de la medición de la respuesta inmunitaria del anfitrión (es decir, la presencia de anticuerpos contra el agente infeccioso).
Inspección sanitaria	Inspección <i>in situ</i> del sistema sanitario realizada por personas calificadas que revisan, normalmente, los pasos concernientes a los inodoros y la contención en busca de fallos del sistema y otros peligros que puedan entrañar un riesgo para la salud de los usuarios y la comunidad local. La inspección sanitaria incluye la determinación de las medidas correctivas que deben tomar los proveedores de servicios.
Lodos fecales	Lodos de consistencia variable que se recolectan de los sistemas de saneamiento <i>in situ</i> , 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: excreciones y excrementos humanos.
Medida de control	Cualquier acción y actividad (o barrera) que se puede usar para prevenir o eliminar un peligro relacionado con el saneamiento, o bien reducirlo a un nivel aceptable.
Monitoreo operativo	La ejecución de una secuencia planificada de observaciones o mediciones de los parámetros de control para evaluar si una medida de control funciona de acuerdo con las especificaciones del diseño (por ejemplo, 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 funciona 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. Puede basarse en un indicador de la enfermedad o en la ausencia de una enfermedad específica relacionada con esa exposición. En las guías para el uso seguro de aguas residuales, las excreciones y las aguas grises en agricultura y acuicultura, publicadas por la OMS en 2006, el objetivo basado en la salud recomendado es de 10-6 años de vida ajustados en función de la discapacidad por persona al año.
Organización líder	La organización o agencia que toma el liderazgo del proceso de planificación de la seguridad del saneamiento.

Término	Definición
Paso del saneamiento	Elementos o componentes esenciales del sistema de planificación de la seguridad del saneamiento que ayudan a analizar el sistema de saneamiento. Por lo general, se refiere a los elementos siguientes: inodoro, contención-almacenamiento/tratamiento, traslado, tratamiento y uso y/o disposición final definitiva.
Patógenos	Organismos que causan enfermedades (por ejemplo, bacterias, helmintos, protozoos o virus).
Peligro	Un componente biológico, químico o físico que puede causar daño a la salud humana.
Planificación de la seguridad del saneamiento resiliente al clima	Enfoque paso a paso basado en los riesgos cuya finalidad es facilitar la evaluación de riesgos en el plano local y la gestión de la cadena del sistema de saneamiento (inodoro, contención-almacenamiento/tratamiento, traslado, tratamiento y uso y/o disposición final definitiva), teniendo en cuenta las implicaciones de la variabilidad del clima y el cambio climático. Esta metodología señala las oportunidades para mejorar el proceso y los resultados de la planificación de la seguridad del saneamiento. Para ello, toma en consideración la provisión de un servicio de saneamiento seguro ante nuevas condiciones futuras y fenómenos meteorológicos extremos —como sequías prolongadas y lluvias fuertes— previsiblemente más frecuentes y graves debido al cambio climático.
Proveedores de servicios de saneamiento	Los proveedores de servicios pueden ser compañías privadas, empresas de servicios de propiedad pública o privada, departamentos de administraciones locales o (en la mayoría de los casos) una combinación de los mencionados. Los proveedores de servicios sanitarios incluyen desde pequeñas empresas que ofrecen suministro de materiales, construcción de inodoros o eliminación de lodos fecales hasta operadores responsables de la gestión del alcantarillado o las instalaciones de tratamiento de lodos fecales y empresas de ingeniería encargadas del diseño y la construcción de plantas de tratamiento (con el objetivo de garantizar, por ejemplo, que los productos y servicios ofrecidos no constituyan ningún riesgo para la salud).
Reducción logarítmica	Eficiencia en la reducción de organismos: 1 unidad logarítmica = 90%; 2 unidades logarítmicas = 99%; 3 unidades logarítmicas = 99,9%; etc.
Residuos sépticos	Véase: lodos fecales.
Inodoro	Instalación del sistema sanitario destinada al usuario en la que se recogen las excreciones. Puede incluir cualquier tipo de inodoro o losa de letrina, pedestal, tanque o urinario. Hay varios tipos de inodoros, como los inodoros de descarga de agua con cisterna o manual, los inodoros secos y los inodoros con separación de orina.
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 ejemplo, las patatas).
Riego sin restricciones	Uso de aguas residuales tratadas en cultivos, en particular los que generalmente se consumen crudos.
Riesgo	Probabilidad y consecuencias de que se produzca un incidente con un impacto negativo.
Riesgo tolerable para la salud	Definición del nivel de riesgo para la salud derivado de una enfermedad o una exposición específicas que es tolerado por la sociedad. Se utiliza para establecer objetivos basados en la salud.
Saneamiento	Acceso a instalaciones y servicios para la eliminación segura de heces y orines humanos, y uso de dichas instalaciones y servicios.
Sistema de saneamiento	Cadena de los servicios de saneamiento combinados, desde la generación de residuos hasta el uso final y la eliminación definitiva.
Sistema de saneamiento seguro	Sistema cuyo diseño y empleo impiden que las personas entren en contacto con las excreciones humanas a lo largo de toda la cadena de servicios de saneamiento, desde la deposición en inodoros y la contención a la eliminación definitiva o uso final, pasando por el vaciado, el transporte y el tratamiento (tanto <i>in situ</i> como fuera del lugar de uso). Los sistemas de saneamiento seguros deben cumplir estos requisitos respetando los derechos humanos y, al mismo tiempo, abordar la eliminación conjunta de aguas grises, las prácticas higiénicas asociadas y los servicios esenciales necesarios para el funcionamiento de las tecnologías.
Traslado	Transporte de productos del paso del inodoro o la contención al paso del tratamiento de la cadena de servicios de saneamiento, por ejemplo, el transporte de aguas residuales, a través de tecnologías basadas en el alcantarillado, desde los inodoros a las plantas de tratamiento de aguas residuales. Entre las tecnologías, se incluyen los drenajes por gravedad convencionales, el alcantarillado de pequeño diámetro y simplificado y el vaciado y transporte motorizados y con tracción humana.

Término	Definición
Tratamiento	Procesos que modifican la composición o las características físicas, químicas y biológicas de los lodos fecales o las aguas residuales, a fin de transformarlos en un producto seguro para su uso y/o disposición final definitiva. Incluye tecnologías de contención-almacenamiento/tratamiento de aguas residuales y lodos fecales <i>in situ</i> , tecnologías para el tratamiento en otro lugar de las aguas residuales (incluidas una o varias de las siguientes: aguas negras, aguas marrones, aguas grises o efluentes) y tecnologías para el tratamiento de lodos fecales fuera del lugar de uso.
Tubérculos	Cultivos cuya raíz es comestible (por ejemplo, zanahorias, patatas, cebollas, remolacha).
Uso y/o disposición final	Métodos a través de los cuales los productos se devuelven finalmente al medio en forma de materiales de menor riesgo, o bien se utilizan para la recuperación de recursos. Se incluyen el uso de compost para mejorar los suelos; el empleo de agua para el riego y la acuicultura; la generación de energía mediante incineración; y la producción de combustible sólido (pellets, briquetas, polvo para combustible), materiales de construcción y alimentos para animales. También se incluyen tecnologías de eliminación como pozos de absorción, campos de lixiviación y recarga de aguas subterráneas y aguas superficiales.
Validación	Verificación de que el sistema y sus componentes individuales son capaces de cumplir los objetivos especificados (por ejemplo, los objetivos de reducción de microbios). La validación debe ser parte de la documentación cuando se desarrolla un nuevo sistema, se añaden nuevos procesos o se obtiene nueva información (como proyecciones climáticas) que puede afectar al desempeño de las medidas de control.
Variabilidad climática	Variaciones del clima en promedio y otras estadísticas (tales como las desviaciones del estándar, la ocurrencia de extremos, etc.) en todas las escalas temporales y espaciales más allá de los fenómenos meteorológicos individuales.
Vector de enfermedad	Agente vivo (como un mosquito o una rata) que transmite la enfermedad de un animal o ser humano a otro.
Verificación	Aplicación de métodos, procedimientos, análisis y otras evaluaciones, además de los que se utilizan en el monitoreo operativo, para valorar la conformidad con los parámetros de diseño del sistema y si este cumple los requisitos especificados (por ejemplo, análisis microbiológicos de calidad del agua para <i>E. coli</i> o huevos de helmintos, análisis microbianos o químicos de cultivos irrigados).
Vía de exposición	La vía o ruta a través de la cual la persona se expone a un peligro.
Vigilancia sanitaria	Programa de vigilancia, que a menudo incorpora inspecciones sanitarias y que evalúa en términos de salud pública, de forma continua y atenta, la seguridad y la aceptabilidad del sistema de saneamiento.

INTRODUCCIÓN A LA PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL SANEAMIENTO

¿Por qué es necesaria la planificación de la seguridad del saneamiento?

La planificación de la seguridad del saneamiento (PSS) respalda la aplicación de las *Guías para el saneamiento y la salud* de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) en el ámbito de las autoridades locales. La PSS es el enfoque que recomienda la OMS para lograr mejoras incrementales que faciliten que todo el mundo tenga acceso a unos servicios de saneamiento gestionados de manera segura.

El propósito subyacente de los sistemas de saneamiento es proteger la salud pública. Sin embargo, las intervenciones en el ámbito del saneamiento no siempre consiguen una mejora duradera de la salud en la medida prevista. Esto se debe, sobre todo, a que la combinación de tecnologías, cambio de actitud y enfoques de gestión que se utiliza en estas intervenciones no interrumpe sistemáticamente la transmisión de enfermedades relevantes en la esfera local. La carga de morbilidad de estas enfermedades suele recaer en las personas más desfavorecidas y las zonas más afectadas por el cambio climático. Con demasiada frecuencia, no se realizan suficientes análisis de los riesgos locales ni una gestión continuada y exhaustiva del sistema, todo lo cual es crucial para mantener la seguridad de los servicios.

Es necesario realizar grandes inversiones, que resultarán muy rentables a largo plazo, para conseguir unos servicios de saneamiento gestionados de manera segura. Otros objetivos de salud, como el cólera y otras enfermedades diarreicas, las enfermedades tropicales desatendidas y la resistencia a los antimicrobianos, dependen de dichos servicios. Del mismo modo, los objetivos en materia de trabajo decente y economía circular se basan en la correcta gestión de los peligros que los sistemas de saneamiento pueden entrañar para los operarios y el entorno.

Puede ser complicado —sobre todo en las zonas urbanas— conseguir unos servicios gestionados de manera segura utilizando una sola intervención. Por lo tanto, es necesario realizar inversiones en mejoras incrementales allí donde puedan tener el mayor impacto para tantas personas como sea posible. También es fundamental contar con una buena gestión de los servicios existentes para reducir los riesgos y evitar posibles retrocesos.

¿Qué es la planificación de la seguridad del saneamiento?

La PSS es una herramienta de gestión basada en los riesgos para los sistemas de saneamiento que permite:

- detectar y gestionar sistemáticamente los riesgos para la salud en todos los pasos de la cadena de saneamiento, es decir, inodoro, contención-almacenamiento/tratamiento, traslado, tratamiento y uso y/o disposición final;
- orientar la gestión y las inversiones en sistemas de saneamiento en función de los riesgos;
- determinar las prioridades de monitoreo operativo y los mecanismos de supervisión normativa orientados a los mayores riesgos; y
- ofrecer a las autoridades y al público garantías sobre la seguridad de los servicios y productos relacionados con el saneamiento.

Entre las principales actualizaciones incluidas en esta edición del manual *Planificación de la seguridad del saneamiento*, se incluyen las siguientes:

- simplificación del proceso de PSS;
- reorientación para apoyar las recomendaciones en materia de evaluación y gestión de riesgos en el plano local que se recogen en las *Guías para el saneamiento y la salud* de la OMS, que se refieren a todos los pasos de la cadena de saneamiento, con o sin uso final seguro; e
- inclusión de riesgos climáticos.

En esta edición, se proporciona información más detallada para fortalecer la resiliencia climática, por ejemplo, sobre la identificación de los riesgos vinculados al clima (como los derivados de la escasez de agua, la subida del nivel del mar y los fenómenos meteorológicos extremos) y algunas opciones de gestión y monitoreo conexas (Kohlitz, 2019). La gestión proactiva es fundamental para la PSS. El hecho de tener en cuenta el impacto climático mejora la preparación de las autoridades locales para hacer frente a un futuro incierto. Estos principios se aplican también a otras perturbaciones y emergencias que se puedan dar en el futuro, como desastres, epidemias y pandemias.

La PSS ofrece una estructura de coordinación que permite reunir a los agentes de toda la cadena de servicios de saneamiento para detectar los riesgos y acordar mejoras y acciones de monitoreo periódicas. Este enfoque garantiza que los controles y las inversiones se centren en los principales riesgos de salud y hace hincapié en las mejoras incrementales a largo plazo. La PSS se puede aplicar en entornos de bajos o de altos recursos. Se puede utilizar tanto en la fase de planificación de nuevos esquemas como en la mejora del desempeño de los sistemas existentes. La metodología y las herramientas incluidas en este manual de PSS se pueden aplicar a todos los sistemas de saneamiento (por ejemplo, sistemas con o sin conexión al alcantarillado o sistemas descentralizados). Lo ideal es que la PSS se ocupe de los servicios de todo tipo presentes en un área administrativa.

La PSS destaca el papel del sector de la salud en el saneamiento y aporta el punto de vista de la salud humana al saneamiento, además de dar respaldo a las funciones de las administraciones locales y los sectores de la vivienda, la ingeniería sanitaria y la agricultura.

La PSS complementa el enfoque de planificación de seguridad del agua (PSA). Tanto la PSS como la PSA se basan en el marco de Estocolmo para la evaluación y gestión preventiva de riesgos derivados de enfermedades vinculadas al agua. Ambas metodologías utilizan los métodos y procedimientos del análisis de peligros y puntos críticos de control.

RECUADRO 1. Vínculos entre la planificación de la seguridad del saneamiento y la planificación de la seguridad del agua

Una mala gestión del saneamiento puede tener un grave impacto sobre la calidad del agua de consumo humano, especialmente en lo relativo a la protección de las fuentes en las zonas de captación de agua de consumo humano. La planificación de seguridad del agua (PSA) es una herramienta de gestión basada en los riesgos para los sistemas de canalización de agua que ayuda a los responsables de la gestión del agua a evaluar las fuentes de la contaminación y establecer prioridades en lo concerniente a los riesgos para la salud pública, desde la captación del agua hasta que llega a los consumidores.

La PSS complementa el enfoque de la planificación de la seguridad del agua y se puede aplicar en paralelo a la implantación de la PSA. La PSS puede respaldar la gestión de los riesgos relacionados con el saneamiento en toda la cadena de abastecimiento de agua de consumo humano, como, por ejemplo:

- ámbito de la captación (por ejemplo, filtraciones de fosas sépticas que contaminan las fuentes de aguas subterráneas);
- ámbito del tratamiento (por ejemplo, sistemas de desinfección comprometidos debido a una alta cantidad de patógenos en el agua sin depurar);
- ámbito de la distribución (por ejemplo, cloacas abiertas que desbordan hacia las válvulas de aire de la red cuando se producen crecidas); y
- ámbito del usuario (por ejemplo, la defecación al aire libre, que provoca que haya materia fecal en las cercanías de tomas de agua públicas, lo que contamina las cubetas de recogida).

Al igual que la PSS, la PSA proporciona un sólido marco para gestionar las amenazas actuales y futuras derivadas de la variabilidad y el cambio climáticos, y puede aumentar la resiliencia ante los sucesos imprevistos y la incertidumbre del futuro.

Si se aplican los dos enfoques en un lugar determinado, tanto el equipo de PSA como el de PSS se deberían considerar partes interesadas fundamentales en sus correspondientes procesos. En determinados contextos, se puede plantear la implantación integrada de la planificación de la seguridad del saneamiento y del agua.

Para obtener más información, consulte <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/water-safety-and-quality/water-safety-planning>

¿Cómo utilizar este manual?

El presente manual presenta el proceso de PSS en seis módulos (figura 1) acompañados de notas orientativas, ejemplos y herramientas, además de un ejemplo práctico completo.

Orientación paso a paso

El **módulo 1** responde a las preguntas “¿Dónde se debería aplicar la PSS?” y “¿Quién debería participar y cuáles serían sus roles?”. Asimismo, se definen tanto el área de PSS como las prioridades del sistema de saneamiento en materia de PSS, además de la composición del equipo de PSS.

El **módulo 2** responde a las preguntas “¿Cómo funciona la cadena de servicios de saneamiento?” y “¿Quiénes corren riesgos?”. Además, presenta una descripción completa del sistema de saneamiento.

El **módulo 3** responde a las preguntas “¿Qué podría salir mal?”, “¿De qué medidas de control se dispone y en qué medida son eficaces?”, y “¿Cuán grave son los riesgos?”. En este módulo, los equipos de PSS determinan los peligros y los eventos peligrosos, entre los que se incluyen los peligros climáticos. A continuación, se realiza una evaluación de los riesgos para la salud en la que se asignan prioridades según la gravedad de dichos riesgos.

El **módulo 4** responde a las preguntas “¿Qué aspectos hay que mejorar?” y “¿Cómo hacerlo?”. Asimismo, se seleccionan las medidas de mejora orientadas a hacer frente a los mayores riesgos y se organizan en un plan de mejora incremental.

El **módulo 5** responde a las preguntas “¿Funciona el sistema de saneamiento según lo previsto?” y “¿Es eficaz?”. A continuación, se elaboran un plan de monitoreo operativo y un plan de verificación.

El **módulo 6** responde a las preguntas “¿Qué respaldo debería recibir la PSS?” y “¿Qué hacemos para adaptarnos a los cambios?”. Los equipos de PSS identifican los principales programas de apoyo y planifican las revisiones y actualizaciones.

Figura 1: Módulos de la planificación de la seguridad del saneamiento



- **Recomendación 3:** El saneamiento debe abordarse como parte de los servicios prestados localmente y de los programas y políticas de desarrollo más amplios. Este manual invita a los usuarios a que, llegado el momento de seleccionar las medidas de mejora, consideren la posibilidad de adoptar un enfoque de barreras múltiples para abordar todas las vías de transmisión de patógenos fecales, en particular el suministro de agua potable, la promoción de la higiene y los programas de control de vectores, así como otros servicios locales relacionados.
- **Recomendación 4:** El sector de la salud debe cumplir funciones básicas para garantizar un saneamiento seguro a fin de proteger la salud pública. Este manual señala las funciones clave que deben asumir las autoridades del sector de la salud locales, que incluyen la fijación de objetivos en virtud de las consideraciones de salud pública, la coordinación, el establecimiento de normas y estándares, la promoción del saneamiento y el monitoreo a través de sistemas de vigilancia de la salud.

¿Por qué se deberían abordar los riesgos climáticos en la planificación de la seguridad del saneamiento?

Este manual de PSS incorpora cuestiones relativas a la variabilidad y el cambio climáticos, dado que está cada vez más demostrado que los fenómenos climáticos influyen en los riesgos para la salud vinculados a los sistemas de saneamiento (véase el recuadro 2).

El proceso de PSS facilita un marco que permite detectar, priorizar y gestionar los riesgos climáticos, así como integrar estas cuestiones en los programas, políticas y administraciones locales. Los procesos de gestión, planificación y evaluación de riesgos de la PSS analizan el cambio climático sobre la base de los conocimientos actuales relativos a las posibles repercusiones consideradas en la bibliografía científica, especialmente en el último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2021).

RECUADRO 2. Clima, saneamiento y salud

El calentamiento global causado principalmente por las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero está provocando importantes cambios en el clima mundial. Es muy probable que se produzcan olas de calor cada vez más duraderas y frecuentes, que los episodios de precipitaciones extremas sean más intensos y habituales en muchas regiones y que el nivel medio del mar en todo el mundo siga aumentando (IPCC, 2014a). En muchas regiones, el cambio en los patrones de precipitación afecta ya a la calidad y la cantidad de los recursos hídricos (IPCC, 2014b). Si bien todavía existe un cierto grado de incertidumbre respecto a cómo cambiarán los climas, sobre todo a escala local, es evidente que estos cambios acarrearán riesgos importantes para la sostenibilidad de los sistemas de saneamiento.

Los cambios en la variabilidad climática, los fenómenos meteorológicos extremos y la estacionalidad de los fenómenos meteorológicos pueden afectar directa e indirectamente a los sistemas de saneamiento en toda la cadena de servicios y de maneras muy diversas. Las crecidas que provocan que las unidades de contención desborden, la corrosión y la inundación de las infraestructuras de tratamiento de aguas residuales a causa del aumento del nivel del mar y la subida de las temperaturas que favorece la proliferación de patógenos en las vías de agua son solo algunos ejemplos de cómo afecta el clima al saneamiento. Aunque los fenómenos climáticos peligrosos siempre han existido, el cambio climático puede aumentar su gravedad y la posibilidad de riesgos para la salud pública. Es muy posible que sean los grupos más desfavorecidos quienes soporten la mayor parte de la carga derivada del incremento de dichos riesgos.

¿Qué se necesita para la planificación de la seguridad del saneamiento?

Los países necesitan funciones y capacidades institucionales y normativas para los sistemas de saneamiento con y sin conexión al alcantarillado. La PSS puede ayudar a determinar y elucidar las funciones institucionales y la coordinación, así como a señalar las acciones prioritarias para el desarrollo de capacidades y reglamentos. En última instancia, estas funciones institucionales y regulatorias sustituyen a la implantación de tareas de gestión y evaluación de riesgos en el plano local. Los marcos de la PSS deberían contemplar cuatro funciones independientes relacionadas con la PSS.

- **Formulación de políticas:** las políticas, la legislación, los reglamentos y las normas nacionales deberían abordar los enfoques de gestión y evaluación de riesgos para la salud relacionados con el saneamiento.
- **Planificación local:** la evaluación de riesgos para la salud a nivel local debería ser obligatoria en toda la cadena de servicios de saneamiento, a fin de priorizar las mejoras y, por tanto, las inversiones, en sistemas de saneamiento.
- **Funciones de los sistemas de saneamiento:** los proveedores de servicios de saneamiento deberían implantar medidas para mitigar los riesgos para la salud y seguir las normas y criterios de desempeño para proteger la salud pública.
- **Monitoreo:** la vigilancia de la PSS debería estar a cargo de una autoridad independiente.

Los sistemas de saneamiento suelen contar con varios proveedores de servicios en la cadena de servicios de saneamiento, sobre todo en el caso de servicios sin conexión al alcantarillado. Es por esto que quizás sea necesario prolongar el diálogo normativo, con objeto de garantizar la aprobación de todo el sector y la cooperación intersectorial. La integración de cuestiones vinculadas al cambio climático puede hacer necesario incorporar al proceso a las autoridades responsables de la adaptación climática y la meteorología.

En el capítulo 4 (“Permitir la prestación de servicios de saneamiento seguro”) de las *Guías para el saneamiento y la salud* publicadas por la OMS en 2018 (OMS, 2018), se presenta un marco para las intervenciones en materia de saneamiento que describe los componentes de las funciones de gobernanza nacionales y locales, así como las responsabilidades del organismo.

Dada la naturaleza compleja de los cambios en las normas y las políticas, la PSS puede servir para fundamentar el diálogo normativo, al brindar una orientación práctica sobre la gestión y evaluación de los riesgos a nivel local. Las evaluaciones de la PSS, como las prácticas de vigilancia establecidas o las auditorías, deberían garantizar la gestión de alta calidad y a largo plazo de los sistemas de saneamiento, además de aportar información sobre el desempeño.

1 MÓDULO

PREPARACIÓN PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA
SEGURIDAD DEL SANEAMIENTO

MÓDULO 1

PREPARACIÓN PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL SANEAMIENTO

¿Dónde debería realizarse la PSS?

¿Quién debería participar y cuáles serían sus roles?

PASOS

1.1 Definir el área de la PSS y la organización líder

1.2 Conformar el equipo de PSS

1.3 Establecer las prioridades de la PSS

HERRAMIENTAS

Herramienta 1.1. Formulario sugerido para el registro de miembros del equipo de PSS

Herramienta 1.2. Análisis de las partes interesadas

PRODUCTOS

- Acuerdo en torno al área, el liderazgo y las prioridades en materia de PSS
- Equipo multidisciplinar que representa a la cadena de saneamiento y cuyo objetivo es desarrollar e implantar la PSS

Visión general

La PSS requiere que se definan con claridad el área de aplicación de la planificación, así como la organización coordinadora responsable de dirigir el proceso de PSS. La PSS puede ser aplicada por una autoridad local o formar parte de las operaciones de un proveedor de servicios de saneamiento, como un servicio público, un servicio de gestión de lodos fecales o una entidad encargada del tratamiento de residuos fecales y su utilización. El objetivo es que sean las autoridades locales las que asuman la aplicación en toda el área. Sin embargo, durante la puesta en marcha de la PSS, se puede dar prioridad a determinadas subzonas, o bien a problemas concretos relacionados con la salud pública y la cadena de servicios de saneamiento. En cualquier caso, es necesario seleccionar un equipo que represente los distintos pasos de la cadena de saneamiento.

Paso 1.1 Definir el área de la PSS y la organización líder : Ayuda a guiar y sostener el proceso de la PSS, además de garantizar que su alcance sea razonable y que todas las partes interesadas lo conozcan.

Paso 1.2 Conformar el equipo de PSS: Garantiza el firme compromiso de las partes interesadas con el diseño y la implementación a lo largo de todo el proceso de PSS. En los sistemas de saneamiento, esto es de particular importancia, ya que no es habitual que una única organización asuma la responsabilidad de toda la cadena de saneamiento.

Paso 1.3 Establecer las prioridades de la PSS: Establece los principales problemas de saneamiento que debe abordar la PSS.

Aunque se presenten de manera secuencial, los pasos 1.1 a 1.3 se pueden realizar en la práctica como un proceso iterativo. Conforme se reciba información adicional, se escojan nuevas partes interesadas y el comité directivo tome decisiones, el jefe de equipo de PSS podrá revisar y actualizar el área, las prioridades y los miembros del equipo de PSS (véase la sección 1.2).

1.1 Definir el área de la PSS y la organización líder

La PSS se lleva a cabo en el marco de una área administrativa o en la esfera de servicios de un servicio de saneamiento o un proveedor de servicios.

- Cuando el proceso de PSS se pone en marcha en un municipio, distrito u otra unidad administrativa (como una circunscripción), el área de la PSS se determina en función del área que administra la autoridad local (véase el ejemplo 1.1). En este caso, han de incluirse todos los sistemas de saneamiento existentes (por ejemplo, sistemas conectados al alcantarillado, *in situ* o descentralizados), así como todos los pasos del saneamiento que componen la cadena de servicios de saneamiento (es decir, inodoro, contención–almacenamiento/tratamiento, traslado, tratamiento y uso final o eliminación). La organización líder debería ser la autoridad local encargada de supervisar la prestación de servicios de saneamiento, ya que la PSS se utiliza como herramienta para coordinar el saneamiento, los proveedores de servicios, los programas y las inversiones. Debería nombrarse un jefe de equipo para dirigir el proceso de la PSS; es decir, para determinar, involucrar y coordinar a los representantes de los principales proveedores de servicios (por ejemplo, albañiles constructores de inodoros, servicios públicos de saneamiento, proveedores de servicios de vacío) y demás partes interesadas, como otros departamentos y organismos del gobierno local.

EJEMPLO 1.1. Pueblo periurbano en Karnataka (India): Área de la PSS y organización líder

Ubicación: pueblo periurbano en Karnataka (India) con una población de alrededor de 25.000 personas.

Área de la PSS: se determinó como área de la PSS el ámbito administrativo del pueblo. Los sistemas de saneamiento de el área incluían un sistema de saneamiento *in situ* (inodoros, tanques sépticos, recogida de lodos y eliminación formal e informal) y un sistema de saneamiento fuera del lugar de uso (inodoros, sistema de alcantarillado mixto —zanjas de desagüe o conductos pluviales y sistema de alcantarillado— y uso formal e informal del agua del desagüe o el alcantarillado para la producción agrícola).

Organización líder: Departamento de Salud del Consejo Municipal.

- También los proveedores de servicios de saneamiento (por ejemplo, servicios públicos, proveedores de servicios de gestión de lodos fecales, empresas de saneamiento) pueden ser quienes implanten la PSS, para así velar por el funcionamiento seguro de los sistemas

de saneamiento bajo su responsabilidad y garantizar que sus productos (como las aguas residuales tratadas, los lodos secos o los fertilizantes) no entrañen riesgos sanitarios durante su eliminación o su uso (véanse los ejemplos 1.2, 1.3 y 1.4). El área viene determinada por las operaciones del proveedor de servicios, y el jefe de equipo forma parte de la estructura de la organización.

EJEMPLO 1.2. Proveedor intermunicipal de servicios de agua y saneamiento en Portugal: Área de la PSS y organización líder

Ubicación: siete municipios de Portugal con una población total de 160.000 y un área de 3.300 km². Se elaboró un proyecto de PSS para el sistema de aguas residuales de una empresa intermunicipal responsable del abastecimiento de agua y del sistema de saneamiento.

Área de la PSS: el área del sistema incluyó la infraestructura de aguas residuales gestionada por el proveedor de servicios intermunicipales, que integraba las conexiones domésticas al sistema de alcantarillado, el sistema de alcantarillado mixto (aguas pluviales y aguas residuales), estaciones de bombeo, la planta de tratamiento de aguas residuales, el tratamiento de lodos procedentes de la planta, la eliminación de aguas residuales tratadas en la masa de agua y su reutilización indirecta en la agricultura, y la eliminación de lodos tratados procedentes de la planta de tratamiento de aguas residuales. Dado que algunos hogares reciben el servicio a través de sistemas *in situ* (como tanques sépticos), también se incluyó el sistema de gestión de lodos fecales, operado por el mismo proveedor de servicios.

Organización líder: servicio público de agua y saneamiento.

EJEMPLO 1.3. Sistema de saneamiento basado en contenedores en una área densamente poblada en Cabo Haitiano (Haití): área y organización líder (SOIL, 2019)

Ubicación: 1.000 hogares de una área densamente poblada en Cabo Haitiano (Haití).

Área de la PSS: el área del sistema de PSS incluyó todas las actividades de la cadena de servicios de saneamiento doméstico de la empresa de saneamiento basado en contenedores, así como el posterior tratamiento y transformación de los residuos recogidos por el servicio de saneamiento doméstico. Entre dichas actividades, se incluyó la construcción de inodoros, la prestación de servicio a los hogares de la zona, el transporte a la planta de compostaje de los residuos recolectados mediante el servicio de saneamiento doméstico, y su tratamiento, y la reutilización del compost.

Organización líder: empresa de saneamiento basado en contenedores; se designó a un responsable del programa como jefe de equipo.

EJEMPLO 1.4. Empresa que produce y comercializa compost generado a partir de lodos fecales y residuos sólidos orgánicos

Área de la PSS: en este caso, solo se incluyeron los pasos de tratamiento y reutilización de la cadena de servicios de saneamiento como parte del sistema de PSS. La empresa realizó la PSS con el objetivo de garantizar que el compost producido a partir de lodos fecales y residuos sólidos orgánicos se pudiese reutilizar de manera segura en campos de cultivo. Dado que la empresa recibe los lodos fecales y los residuos orgánicos de mercados de otros proveedores de servicios, el área de la PSS comienza a partir de la recepción de la materia prima (lodos fecales y residuos orgánicos) en las instalaciones de la empresa. Aparte del tratamiento, la PSS también incorporó el punto de venta del compost resultante y la aplicación del compost en el terreno.

Organización líder: empresa privada productora de compost; se designó como jefe del equipo de PSS al jefe de control de calidad.

En algunos casos, podría ser que parte de las actividades de saneamiento quedaran fuera de el área administrativa o del mandato de un proveedor de servicios; por ejemplo, una planta de tratamiento de aguas residuales unida a la reutilización de efluente en tierras agrícolas ubicadas en una área administrativa distinta y supervisada por una autoridad diferente. En este caso, se podría formar un equipo de coordinación compuesto por las autoridades más pertinentes encargado de dirigir el proceso de PSS. El ejemplo 1.5 muestra el área de la PSS y las organizaciones líderes en un sistema complejo.

EJEMPLO 1.5. Sistema urbano de aguas residuales y uso agrícola, Kampala (Uganda): área y organizaciones líderes

Ubicación: Kampala (Uganda).

Área de la PSS: la red de alcantarillado, la planta de tratamiento y el canal de humedales de Nakivubo, donde se realizan actividades agrícolas utilizando el efluente de la planta de tratamiento antes de su vertido en el lago Victoria (que abastece de agua de consumo humano a la ciudad de Kampala).

Organizaciones líderes (equipo de coordinación): Corporación Nacional de Agua y Alcantarillado (empresa pública responsable del abastecimiento de agua y los servicios de alcantarillado en Uganda) en colaboración con la Autoridad de la Ciudad Capital de Kampala.

1.2 Conformar el equipo de PSS

Designar un jefe de equipo de PSS

Para lograr sus objetivos, la PSS necesita un liderazgo claro y activo. Al principio del proceso, se debería seleccionar y nombrar un jefe de equipo que desempeñará una función esencial en cuanto a la comunicación de los objetivos de la PSS, la movilización de las partes interesadas y la dirección del desarrollo, la aplicación y la actualización de la PSS. El jefe de equipo debería tener autoridad, competencias organizativas e interpersonales, tiempo y recursos de gestión suficientes para garantizar la aplicación eficaz del proceso. Su tiempo debería planificarse como parte de la carga de trabajo oficial, no como una tarea paralela adicional.

Si no se dispone de las competencias necesarias en el plano local, la organización líder podría estudiar la posibilidad de obtener el apoyo externo de consultores y organizaciones asociadas nacionales o internacionales. Esto puede contribuir a velar por que la PSS esté bien definida y a fomentar la capacidad interna.

Formar el equipo de PSS

Para que la PSS alcance sus objetivos, el jefe de equipo de PSS necesitará el apoyo de personas que representen a todo el sistema y que tengan las competencias necesarias para detectar peligros, saber cómo controlar los riesgos e impulsar mejoras en sus ámbitos respectivos (véase el ejemplo 1.6). El equipo podría estar compuesto por:

- directores de las organizaciones pertinentes para asignar los recursos y el tiempo del personal;
- un equipo que incorpore competencias técnicas, administrativas y sociales y conductuales en toda la cadena de saneamiento (como la gestión de lodos fecales, los procesos de tratamiento o la agricultura). Todos los pasos del saneamiento que no sean responsabilidad de la institución líder deben estar representados;
- personas con experiencia en salud pública; y
- representantes de los principales grupos de exposición (por ejemplo, trabajadores de saneamiento), si procede.

EJEMPLO 1.6. Composición sugerida para el equipo de PSS en Polokwane, Limpopo (Sudáfrica)

Con el objetivo de iniciar un proceso de PSS en Polokwane (Sudáfrica), las partes interesadas de la cadena de servicios de saneamiento sin conexión al alcantarillado fueron mapeadas de acuerdo con las actividades que emprendieron. Entre dichas actividades se incluían, por ejemplo, la aprobación de normativas para la construcción de tanques sépticos, la construcción de inodoros, la concesión de licencias y la vigilancia de los camiones de succión de lodos. Se propuso a las siguientes partes interesadas como miembros del equipo de PSS.

PASO DEL SANEAMIENTO	MIEMBROS DEL EQUIPO DE PSS SUGERIDOS Y REPRESENTACIÓN
Inodoro y contención-almacenamiento/tratamiento	Ingenieros superiores del departamento de Agua y Saneamiento del municipio Expertos municipales en Salud Ambiental Asociación local de construcción Organización no gubernamental que trabaja en el saneamiento orientado a poblaciones vulnerables Asociación de propietarios de viviendas
Transferencia (vaciado y transporte de lodos fecales)	Asociación de empresas de transporte públicas y privadas Asociaciones de trabajadores de saneamiento, que incluyen a representantes de proveedores de servicios de vaciado informal o manual Autoridad de servicios de la ciudad responsable de la aplicación de las leyes de tráfico y los permisos
Tratamiento y disposición final	Ingenieros superiores del departamento de Agua y Saneamiento del municipio Departamento de Asuntos Ambientales Facultad de Ingeniería de una universidad local
Reutilización	Departamento de Agricultura y Desarrollo Rural Facultad de Agricultura de una universidad local Asociación de agricultores
Toda la cadena de servicios de saneamiento	Funcionario del departamento de Agua y Saneamiento del municipio (líder de la PSS) Funcionario o experto del ámbito de la salud pública Funcionario o experto del ámbito de la adaptación al cambio climático Representante del consejo local

NOTA ORIENTATIVA 1.1.

Lista de verificación de los aspectos que se deben tener en cuenta al designar al equipo de PSS

- ¿Tienen representación las organizaciones (o partes interesadas) de todos los pasos de la cadena de saneamiento?
- ¿Se incluyen las competencias operativas y técnicas del día a día?
- ¿Hay, al menos, un miembro que conozca los sistemas de gestión y los procedimientos de emergencia?
- ¿Hay, al menos, un miembro que conozca los fenómenos climáticos peligrosos y la influencia del cambio climático sobre ellos?
- ¿Tienen los miembros la autoridad necesaria para aplicar las recomendaciones que emanen de la PSS?
- ¿Cómo se va a organizar el trabajo? ¿Se hará mediante actividades regulares o periódicas?
- ¿La realización de las actividades de equipo puede formar parte de las actividades regulares?
- ¿Qué se va a hacer para implicar a las partes interesadas específicas que no tengan representación en el equipo?
- ¿Cómo se va a organizar la documentación?
- ¿Qué asistencia técnica externa se puede incorporar para apoyar al equipo? ■

1

Es importante incluir a autoridades de salud ambiental y salud pública en el equipo de PSS, a fin de garantizar que las inversiones propuestas den respuesta a los problemas de salud y supongan una mejora de la salud pública. Asimismo, el equipo debería incluir —o hacer partícipes cuando sea necesario— a personas con conocimientos específicos sobre el clima, la hidrología y la gestión de desastres o emergencias, con capacidad para comprender las proyecciones climáticas y sus repercusiones sobre el sistema de saneamiento (véase el recuadro 3). Si resulta complicado contar con expertos en el clima (por ejemplo, en comunidades pequeñas o áreas rurales), se puede pedir ayuda a personas con experiencia en gestión de recursos ambientales o reducción del riesgo de desastres. El equipo debería buscar el equilibrio entre las competencias técnicas y las perspectivas de las distintas partes interesadas, lo que incluye el equilibrio entre los géneros y la representación de grupos vulnerables (véase el ejemplo 1.7).

RECUADRO 3. Voces expertas en el ámbito climático con las que contar al incluir cuestiones relacionadas con el cambio climático en la PSS

- Climatólogos especializados en los impactos localizados de las proyecciones climáticas
- Hidrólogos o hidrometeorólogos que puedan asesorar con respecto a las posibles repercusiones sobre los recursos hídricos de la región de interés
- Expertos en protección civil o planificación para casos de emergencia que puedan asesorar en materia de planes y respuestas en caso de desastres o emergencias
- Expertos en planificación de la adaptación que tengan experiencia en una región donde el clima actual sea parecido al que se prevé para un futuro en la región en cuestión

Fuente: OMS (2017a)

Es posible que la inclusión en el equipo de PSS de algunas partes interesadas destacadas no esté garantizada debido a la falta de disponibilidad o a su nivel de capacitación. Además, es importante que el equipo esté formado por un número razonable de personas. En caso de ser necesario, se puede recurrir a asistencia externa y a especialistas para complementar las competencias del equipo. Es posible incorporar a expertos externos para abordar cuestiones concretas, con carácter *ad hoc* y durante periodos breves.

Puede ser adecuado incluir a miembros independientes (por ejemplo, de universidades y centros de investigación). También cabe la posibilidad de que las autoridades sanitarias involucren a expertos independientes para realizar tareas periódicas de vigilancia de la salud y evaluación externa.

EJEMPLO 1.7. Experiencia de formación de equipos, Portugal

Se creó un **equipo de coordinación del proyecto**, formado por tres personas, para mantener el proyecto en la senda prevista y garantizar que se abordasen todas las cuestiones principales en los plazos establecidos.

En el equipo de PSS, se integraron representantes de todos los departamentos de la empresa encargada del suministro de agua con una repercusión directa en la gestión y el funcionamiento del subsistema de desagüe y tratamiento de aguas residuales: consejo de administración, Departamento de Calidad, Departamento de Producción y Tratamiento, Departamento de Administración de la Red, Departamento Comercial (clientes) y de Tecnologías de la Información/Sistema de Información Geográfica, y Departamento de Recursos Financieros y Humanos. El jefe del equipo de PSS era el responsable de calidad de la empresa encargada del suministro de agua, quien ya mantenía relación con todas las partes interesadas y era también el jefe de equipo del proyecto de PSA de la empresa.

El equipo de múltiples partes interesadas reunía a aquellas que podían aportar información o apoyo para alcanzar los objetivos del proyecto. Dichas partes interesadas fueron seleccionadas por su capacidad para repercutir sobre las actividades desarrolladas en relación con el sistema de saneamiento, o por ser susceptibles de verse afectadas por estas actividades, o bien porque podían participar en la aplicación de las medidas de reducción de riesgos. Aportaban competencias en gestión de políticas, conocimientos técnicos y experiencia práctica.

El equipo incluía a representantes de autoridades en materia medioambiental, autoridades del ámbito de la agricultura, legisladores, la autoridad de la cuenca hidrográfica, la dirección general de salud, la autoridad de salud local, el municipio, los servicios de respuesta a emergencias y protección civil, organizaciones no gubernamentales, estructuras organizacionales locales, socios de investigación, asociaciones de agricultores y la asociación del sector de recursos hídricos.

Un **consultor** asumió el papel de orientador y asesor técnico para la PSS. Entre sus responsabilidades, se incluían la planificación y facilitación de reuniones, la relación con los miembros del equipo de PSS y el equipo de múltiples partes interesadas, la identificación de lagunas en la información, la compilación y validación de la información recopilada y la aportación de asesoramiento técnico para detectar peligros y eventos peligrosos y para evaluar los riesgos.

Para conocer los antecedentes del proyecto, consulte el [ejemplo 1.2](#).

Definir y registrar las funciones de los miembros del equipo

Al inicio del proceso, se deberían repartir las responsabilidades entre los miembros del equipo y las funciones deberían definirse y anotarse de forma clara. En caso de que el equipo sea grande, se puede recurrir a un cuadro para señalar las actividades y responsabilidades relativas a la PSS (**herramienta 1.1**).

HERRAMIENTA 1.1. Formulario sugerido para el registro de miembros del equipo de PSS

NOMBRE/CARGO	EN REPRESENTACIÓN DE	FUNCIÓN EN EL EQUIPO DE PSS	INFORMACIÓN DE CONTACTO

En el **ejemplo 1.8**, se puede ver la asignación de funciones a los miembros, en función de sus conocimientos y competencias, para la PSS en una área de actividad de aguas para riego. Toda el área era adyacente a un margen del río, contaminada por aguas residuales y excreta de las comunidades cercanas, mientras que el área de la PSS se concentraba en ubicaciones específicas con más de 300 parcelas.

EJEMPLO 1.8. Equipo de PSS, Perú: uso indirecto de aguas residuales en la agricultura

MIEMBRO DE LA PSS	CONOCIMIENTOS CLAVE, COMPETENCIAS Y FUNCIONES EN EL EQUIPO DE PSS
Consejo de usuarios del río	<p>Conocimientos/competencias: gestión del sistema de riego en las zonas agrícolas adyacentes al río</p> <p>Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jefe de equipo • Proporcionar al equipo información sobre los usos, prácticas y otros datos pertinentes
Institución académica en el área de la PSS	<p>Conocimientos/competencias: usos del agua, información técnica sobre el proceso</p> <p>Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aportar información técnica sobre el proceso • Muestrear el agua y las aguas residuales
Representantes de agricultores de la zona	<p>Conocimientos/competencias: propietarios de tierras agrícolas y depósitos en parcelas</p> <p>Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar al equipo información sobre las prácticas y otros datos pertinentes • Permitir el muestreo de agua, suelo, hortalizas y pescados • Aplicar medidas de control en las explotaciones agrícolas (por ejemplo, selección de cultivos o periodos de retención)
Ministerio de Salud y Agencia Nacional del Medioambiente y la Salud	<p>Conocimientos/competencias: monitoreo y elaboración de informes en relación con la salud de usuarios y consumidores</p> <p>Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilitar información y muestreos relativos a cuestiones sanitarias • Implantar actividades de formación y vigilancia en materia de seguridad alimentaria de los productos comercializados
Agencia Internacional de Salud Pública de las Naciones Unidas (patrocinadora de la PSS)	<p>Conocimientos/competencias: cooperación técnica y movilización de alianzas en el sector de la salud</p> <p>Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brindar asistencia técnica al equipo

Análisis de las partes interesadas y establecimiento del comité directivo de las iniciativas de PSS grandes o complejas

Si las zonas de la PSS son extensas o complejas, puede resultar útil realizar un análisis de las partes interesadas a fin de velar por que todas ellas estén implicadas y motivadas, así como designar un comité directivo que se encargue de la supervisión estratégica del proceso.

Análisis de las partes interesadas

Implicar a las personas adecuadas en el momento apropiado garantiza que se disponga de la experiencia, el apoyo político y los recursos financieros necesarios para aplicar la PSS. Las partes interesadas son personas u organizaciones que:

- ejercen un **control directo** sobre ciertos aspectos relacionados con el sistema de saneamiento (por ejemplo, organismos reguladores);
- tienen **cierta influencia** sobre las prácticas que repercuten en la seguridad del sistema de saneamiento (por ejemplo, cooperativas de agricultores);

- se ven **afectadas por** las medidas adoptadas en el sistema para proteger la seguridad de los sistemas de saneamiento (por ejemplo, la comunidad local); o
- están **interesadas en** los sistemas de saneamiento (por ejemplo, organizaciones no gubernamentales que trabajan con personas que utilizan el sistema de saneamiento).

El análisis de las partes interesadas es el proceso en el que se determinan las partes interesadas, se establecen sus características y se planifica su participación. En función de sus características, como su importancia e influencia, se debería invitar a algunas partes interesadas clave a formar parte del comité directivo. Otras partes interesadas, como el personal con experiencia técnica y directiva, deben ser miembros del equipo de PSS. La **herramienta 1.2** ofrece un cuadro para realizar el análisis de las partes interesadas y planificar su participación.

HERRAMIENTA 1.2. Análisis de las partes interesadas

PASO DEL SANEAMIENTO ^a (Por ejemplo, inodoro, contención-almacenamiento/tratamiento, transferencia, tratamiento y uso y/o disposición final definitiva)	PARTE INTERESADA ^a (Nombre de la organización)	FUNCIÓN DE LA PARTE INTERESADA ^a (Por ejemplo, control directo, influencia, parte afectada, parte interesada)	FACTORES MOTIVADORES ^a (Factores que pueden motivar a la parte interesada con respecto a la adopción de un sistema seguro)	FACTORES LIMITANTES ^a (Factores que pueden desmotivar a la parte interesada con respecto a la adopción de un sistema seguro)	IMPORTANCIA ^b (Importancia de implicar en el proceso de PSS a esta parte interesada para alcanzar el resultado deseado)	INFLUENCIA/PODER ^b (Capacidad de la parte interesada de influir en la implementación de la PSS)	PARTICIPACIÓN NECESARIA ^b (Por ejemplo, información, consulta, colaboración, empoderamiento/delegación ^c)

^a Adaptado de OMS (2006), vol. 4, sección 10.2.2.

^b Adaptado de Strande, Ronteltap y Brdjanovic (2014), y Lienert (2011).

^c La **información** proporciona a las partes interesadas datos imparciales y objetivos que facilitan la comprensión del problema, las alternativas y las soluciones. La **consulta** permite que las partes interesadas opinen sobre los análisis, las alternativas y las decisiones. Las partes interesadas que se encuadran en esta categoría se pueden considerar parte del equipo ampliado de PSS o consultoras. La **colaboración** implica trabajar, en cuanto que asociado, con las partes interesadas en todas las decisiones relevantes en materia de PSS, lo que incluye seleccionar y priorizar las medidas de control. Se puede invitar a las partes interesadas encuadradas en esta categoría a ser miembros del comité directivo. El **empoderamiento** o la **delegación** son un proceso de desarrollo de capacidades a través de la formación, la participación y la colaboración, de manera que quienes se impliquen puedan elaborar e **implantar** la PSS. Las partes interesadas encuadradas en esta categoría pueden formar parte del equipo de PSS.

Comité directivo de la PSS

Tras el análisis de las partes interesadas, se debería establecer un comité directivo de la PSS (véase el ejemplo 1.9). Este comité debería ser un órgano representativo con una supervisión combinada de cada paso de la cadena de servicios de saneamiento, desde el inodoro—en particular la contención *in situ*— hasta el tratamiento y la eliminación o reutilización, pasando por el transferencia por medio de alcantarillado o camiones de succión de lodos. El comité directivo debería incluir representación de alto rango de las autoridades locales pertinentes (por ejemplo, municipio; consejo local y departamentos de planificación; departamentos de vivienda, medio ambiente, salud y agricultura), así como asociados para la ejecución (por ejemplo, proveedores de servicios de saneamiento, consejos de construcción, asociación de agricultores etc.). Los productos del comité serán los siguientes:

- liderazgo y supervisión en todo el proceso;
- acuerdo en torno a las prioridades en materia de PSS;
- participación y dedicación del personal directivo superior de la organización líder, y garantía de provisión de los fondos y recursos comprometidos; y
- diálogo normativo y modificación de políticas según sea necesario, con miras a crear un entorno propicio para la prestación de servicios de saneamiento seguro.

EJEMPLO 1.9. Establecimiento del comité directivo de la PSS, Perú: uso directo de aguas residuales tratadas para el riego de zonas verdes de un gran parque público

El primer criterio para seleccionar a los miembros del comité directivo fue incluir a todos los sectores implicados en el uso de aguas residuales procedentes de uso doméstico. Por lo tanto, se incluyó en el comité directivo, liderado por la Autoridad Nacional del Agua, a representantes de los departamentos responsables de la recogida y el tratamiento de aguas residuales, la salud, el medioambiente y la agricultura y zonas verdes, así como del organismo regulador del saneamiento. En Lima, donde se prioriza el uso de aguas residuales tratadas para regar los parques municipales, se incluyó a la Municipalidad de Lima como representante de los Concejos de Distrito, es decir, los usuarios del agua. También se incluyó como asociado estratégico al mundo académico, encargado de monitorear la calidad científica de los estudios y de incorporar a sus programas académicos procedimientos para elaborar un proyecto de PSS y gestionarla.

El comité directivo eligió las áreas prioritarias en las que aplicar la PSS y sirvió de plataforma para debatir la interoperabilidad de las leyes y normativas, a fin de evaluar su reutilización en el contexto de las prioridades del urbanismo.

Aspectos financieros y de gestión

Para la labor de PSS, será necesario dedicar tiempo y sufragar ciertos costos directos durante la fase de preparación (por ejemplo, toma de muestras y realización de pruebas, recopilación de datos, investigaciones sobre el terreno). En el módulo 1 se pueden realizar estimaciones provisionales teniendo en cuenta las posibles necesidades de datos para el módulo 2 y las posibles pruebas adicionales necesarias para aplicar el módulo 5. Para el proceso de PSS, la dirección habrá de prestar apoyo mediante la asignación de tiempo de personal y de financiación inicial que pueda ser necesaria.

1.3 Establecer las prioridades de la PSS

Es probable que los equipos encargados de múltiples sistemas de saneamiento (por ejemplo, sistemas de alcantarillado con tratamiento y reutilización, sistemas *in situ* con tanque sépticos, sistemas *in situ* con letrinas de pozo) dentro de una área administrativa determinada o los equipos con financiación y capacidades limitadas deban fijar prioridades para poder gestionar el proceso de PSS.

Se puede recurrir a herramientas basadas en los riesgos para analizar la situación y para determinar y acordar las prioridades de la PSS. Es posible que las herramientas de diagnóstico recogidas a continuación ya se hayan utilizado en la zona.

- Los **diagramas de flujo de excreta** ayudan a establecer prioridades a partir de gráficos de los porcentajes de excreta de una ciudad o un pueblo que no se gestionan de manera segura en cada paso de la cadena de saneamiento (SFD Alliance, 2018). Las flechas rojas y verdes señalan los puntos donde se concentran los mayores riesgos y ayudan a las partes interesadas municipales a detectar los riesgos más importantes en materia de gestión a través de la PSS (véase la nota orientativa 1.2).
- La **herramienta de evaluación de la exposición SaniPath** ayuda a fijar prioridades mediante la identificación de las principales vías de exposición (como zanjas de desagüe, productos, agua para consumo humano) y el alcance de la contaminación en una localidad (Universidad de Emory, 2020) (véase la nota orientativa 1.3).

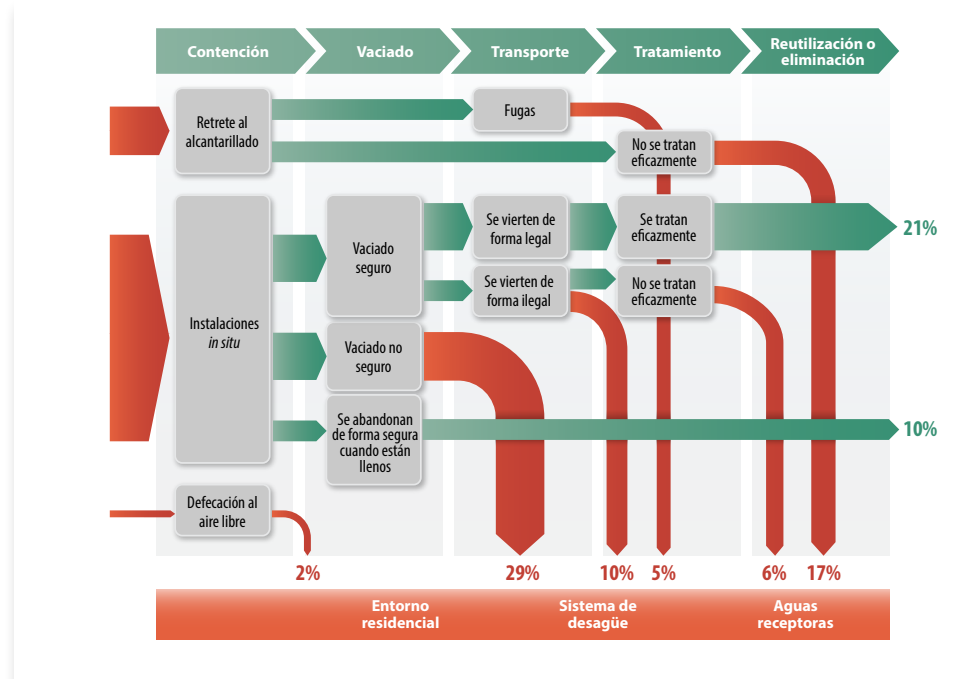
El comité directivo, con el apoyo del equipo de PSS, también puede establecer las prioridades relativas a los mayores riesgos para la salud en función de los factores siguientes, sin olvidar que es imprescindible abarcar la cadena completa de servicios de saneamiento en todos los casos:

- Distritos y barrios con un alto índice de enfermedades cuyo origen es o puede ser la falta de saneamiento (por ejemplo, el cólera y otros brotes recurrentes de enfermedades diarreicas, geohelmintosis, esquistosomiasis);
- comunidades en las que los inodoro no están bien construidos ni son seguros, cuyos sistemas contenedores no contienen de forma segura las excreta (por ejemplo, no están sellados o vierten directamente efluentes de los sistemas *in situ* en las zanjas de desagüe) o donde los sistemas de desagüe no son los adecuados;
- cadenas de servicios de saneamiento no reguladas (por ejemplo, la gestión de lodos fecales) y flujos de residuos cuyo tratamiento es inadecuado o desconocido;
- sistemas de saneamiento que, históricamente, han mostrado una alta vulnerabilidad ante los fenómenos climáticos, o bien se prevé que puedan mostrarla (como el desbordamiento del alcantarillado cerca de espacios recreativos o recursos hídricos, o bien el desbordamiento de letrinas de pozo);
- cuencas y tomas de abastecimiento de agua afectadas por aguas residuales, excreta o aguas grises; y
- zonas donde se realizan actividades en las que se utiliza, formal o informalmente, una gran cantidad de aguas residuales (como la agricultura o la acuicultura).

NOTA ORIENTATIVA 1.2.

Cómo utilizar los diagramas de flujo de Excreta para determinar las prioridades de la PSS

Los diagramas de flujo de excreta son un modo simple y eficaz de visualizar los tipos de servicios disponibles en una ciudad y el destino de los distintos flujos de excreciones. Las flechas verdes representan los porcentajes de excreta que se “gestionan de manera segura” a lo largo de la cadena de saneamiento. Las flechas rojas muestran los puntos donde los flujos de excreta no se gestionan de manera segura. En este diagrama de flujo de excreta de ejemplo, la flecha roja más gruesa (29%) representa los sistemas de vaciado ilegales que vierten los lodos en el terreno, el sistema de desagüe y aguas abiertas. La siguiente flecha en grosor representa el tratamiento eficaz en la planta de tratamiento de aguas residuales. El comité directivo de la PSS puede alcanzar rápidamente un acuerdo en torno a las prioridades observando qué flechas rojas son las más gruesas. ■



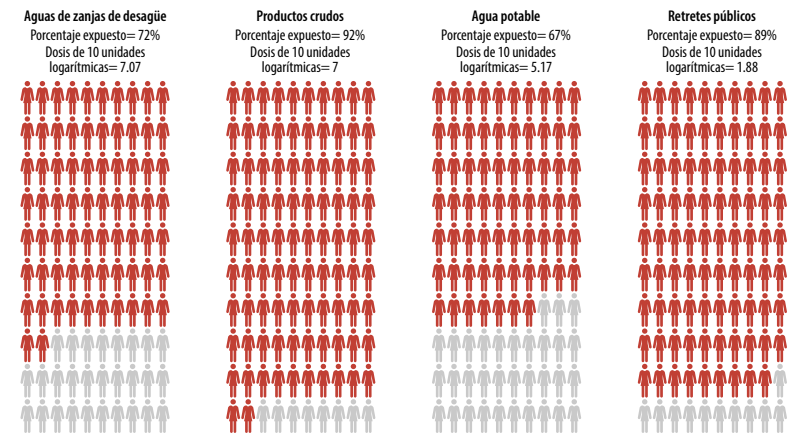
Para obtener más información, visite el portal de SFD Alliance (<https://sfd.susana.org>).
Fuente: Blackett, Hawkins y Heymans (2014), ejemplo de un diagrama de flujo de excreta en Dakar (Senegal).

NOTA ORIENTATIVA 1.3.

Cómo utilizar SaniPath para determinar las prioridades de la PSS

La herramienta de evaluación de la exposición “SaniPath” se desarrolló para determinar y comparar el riesgo de exposición a contaminación fecal en las siguientes diez vías de exposición asociadas con un saneamiento deficiente en la esfera pública: aguas superficiales, productos, aguas municipales, letrinas públicas, inundaciones, zanjas de desagüe, aguas de baño, suelo, alimentos de venta callejera y agua oceánica. SaniPath ofrece orientación para la recopilación tipificada de datos primarios. Después, con esos datos se produce de manera automática un análisis de evaluación de la exposición, que incluye los gráficos de personas que se muestran a continuación.

Los gráficos de personas permiten comparar de manera visual y sencilla la exposición a través de diferentes vías y en distintos barrios o poblaciones. Cada figura roja representa un 1% de la población expuesta a contaminación fecal a través de una vía determinada. La intensidad del color rojo representa la magnitud de la cantidad media de *E. coli* ingerida al mes (Raj *et al.*, 2020). Con los resultados que proporciona SaniPath, los miembros del comité directivo de la PSS pueden priorizar barrios específicos o una vía de exposición concreta. En el ejemplo anterior, los responsables de adoptar decisiones tenderían a priorizar la contaminación de productos crudos y los peligros en aguas de zanjas de desagüe. ■



Para obtener más información, visite el portal de SaniPath (<https://www.sanipath.org>) alojado en el Centro Mundial de Servicios Seguros de Agua, Saneamiento e Higiene de la Universidad Emory.

2

MÓDULO

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE
SANEAMIENTO

MÓDULO 2

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO

*¿Cómo funciona la cadena de servicios de saneamiento?
¿Quiénes corren riesgos?*

PASOS

- 2.1 Mapear el sistema
- 2.2 Caracterizar los flujos del sistema
- 2.3 Identificar los grupos de exposición
- 2.4 Recopilar información complementaria
- 2.5 Verificar la descripción del sistema

HERRAMIENTAS

- Herramienta 2.1. Plantilla para caracterizar de los flujos del sistema
Herramienta 2.2. Plantilla para caracterizar de los grupos de exposición

PRODUCTOS

- Mapa y descripción del sistema de saneamiento
- Definición de los componentes (excreta y residuos mixtos) de los flujos en todos los pasos del sistema
- Identificación y características de los grupos de exposición
- Una aproximación a los factores que repercuten en el desempeño y la vulnerabilidad del sistema
- Un compendio de la información técnica, legal y normativa relevante

Visión general

El módulo 2 presenta una descripción completa del sistema de saneamiento. Detalla exhaustivamente todos los componentes del sistema de saneamiento y sus requisitos de desempeño, a fin de facilitar el posterior proceso de evaluación de los riesgos.

Los productos del módulo 2 deberían brindar la suficiente información como para permitir que el equipo de PSS señale los puntos en los que el sistema es más vulnerable a eventos peligrosos, así como para validar la eficacia de las medidas de control existentes (que se enumerarán en el módulo 3).

Es posible que gran parte de la información necesaria ya se haya recopilado si el sistema se ha sometido a los análisis propios del diagrama de flujo de excreta o la evaluación de la exposición de SaniPath.

Paso 2.1 Mapear el sistema: ayuda a comprender el origen y el camino que siguen los flujos a través del sistema.

Paso 2.2 Caracterizar los flujos del sistema: implica la recopilación de información cuantitativa esencial y el análisis de los componentes químicos, físicos y microbiológicos de los flujos en todo el sistema de saneamiento.

Paso 2.3 Identificar los grupos de exposición: determina y caracteriza los grupos de exposición en términos de quiénes son, cuántos son, en qué punto del sistema se encuentran y cómo se produce la exposición.

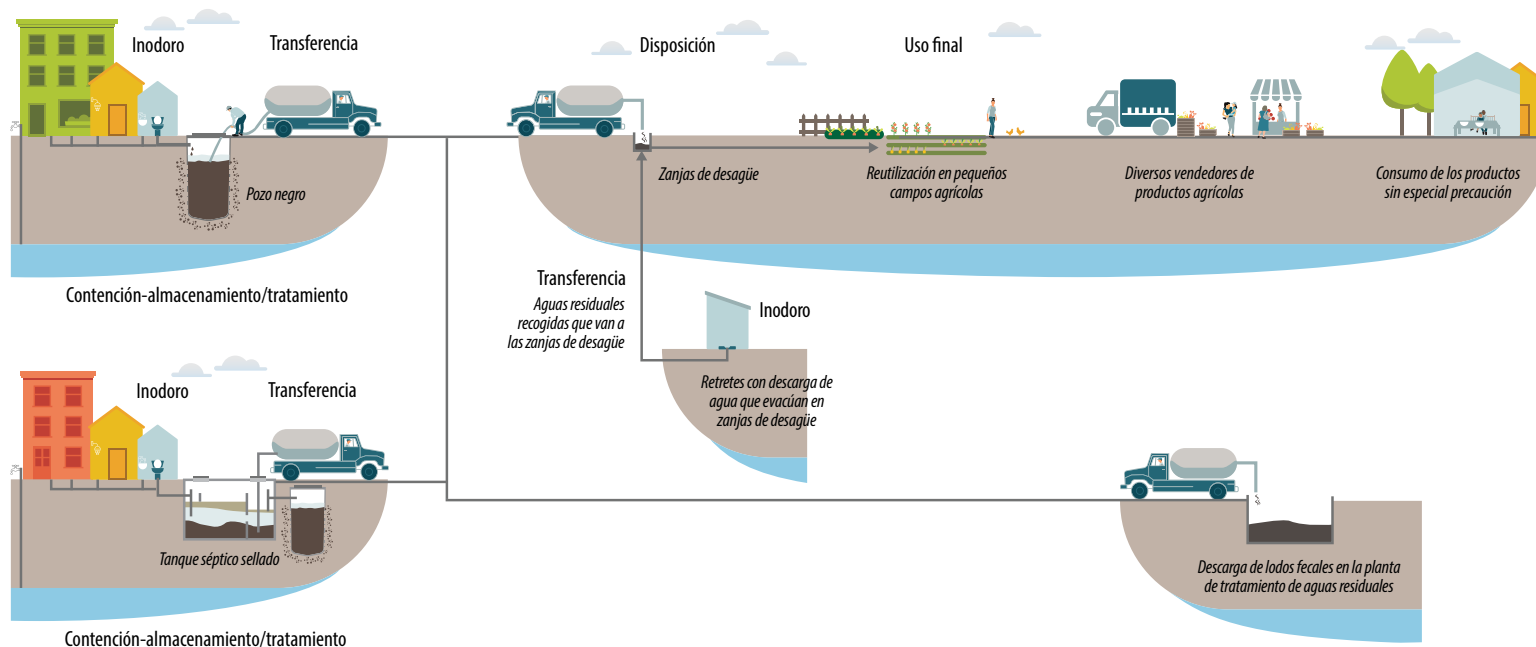
Paso 2.4 Recopilar información complementaria: implica la recopilación y la documentación del contexto del sistema, como los requisitos legales y normativos; los datos históricos de monitoreo y cumplimiento; y la información sobre el clima, el uso de la tierra, la práctica cultural, la demografía, las posibles concentraciones de contaminantes y patógenos, y la eficiencia del sistema y los componentes del sistema. En el diálogo normativo, debe darse prioridad a las carencias y las discrepancias entre los requisitos existentes y los posibles peligros para la salud.

Paso 2.5 Verificar la descripción del sistema: garantiza que el sistema se describa de manera completa y precisa. Se pueden señalar los datos requeridos y las posibles deficiencias institucionales.

2.1 Mapear el sistema

Los sistemas seguros de saneamiento son aquellos que impiden que las personas entren en contacto con las excreta a lo largo de toda la cadena de servicios de saneamiento, que va desde la deposición en inodoros y su contención a la eliminación definitiva o uso final, pasando por el vaciado, el transporte y el tratamiento (*in situ* o fuera del lugar de uso), tanto de fracciones líquidas como sólidas (OMS, 2018). En la **figura 2.1**, se muestran los elementos de la cadena de servicios de saneamiento.

Figura 2.1 Cadena de servicios de saneamiento



Nota: en función del diseño del sistema, la fracción líquida y la sólida pueden seguir rutas distintas en el mapa del sistema en todos los pasos, especialmente en lo que se refiere al traslado, el tratamiento y el uso final o la eliminación definitiva. Consulte el glosario para ver las definiciones de cada paso.
Fuente: OMS (2018).

Se puede utilizar en cada paso de la cadena una combinación de tecnologías que, si se vinculan y se gestionan correctamente, formarán una cadena segura. El tipo de tecnología que se necesite dependerá en gran medida del contexto, es decir, de los factores técnicos, económicos y sociales del entorno local (OMS, 2018).

Cada sistema de saneamiento es único, por lo que su descripción y sus mapas deben ser específicos. El método elegido para el mapeo dependerá de la escala y la complejidad del

sistema. Las listas detalladas de activos y las declaraciones detalladas de estado de los activos no son imprescindibles. Por lo general, será suficiente con dibujos o bocetos sencillos que muestren los distintos procesos de saneamiento (véase el ejemplo 2.1).

Para elaborar un mapa del sistema, siga la lista de verificación de la **nota orientativa 2.1**.

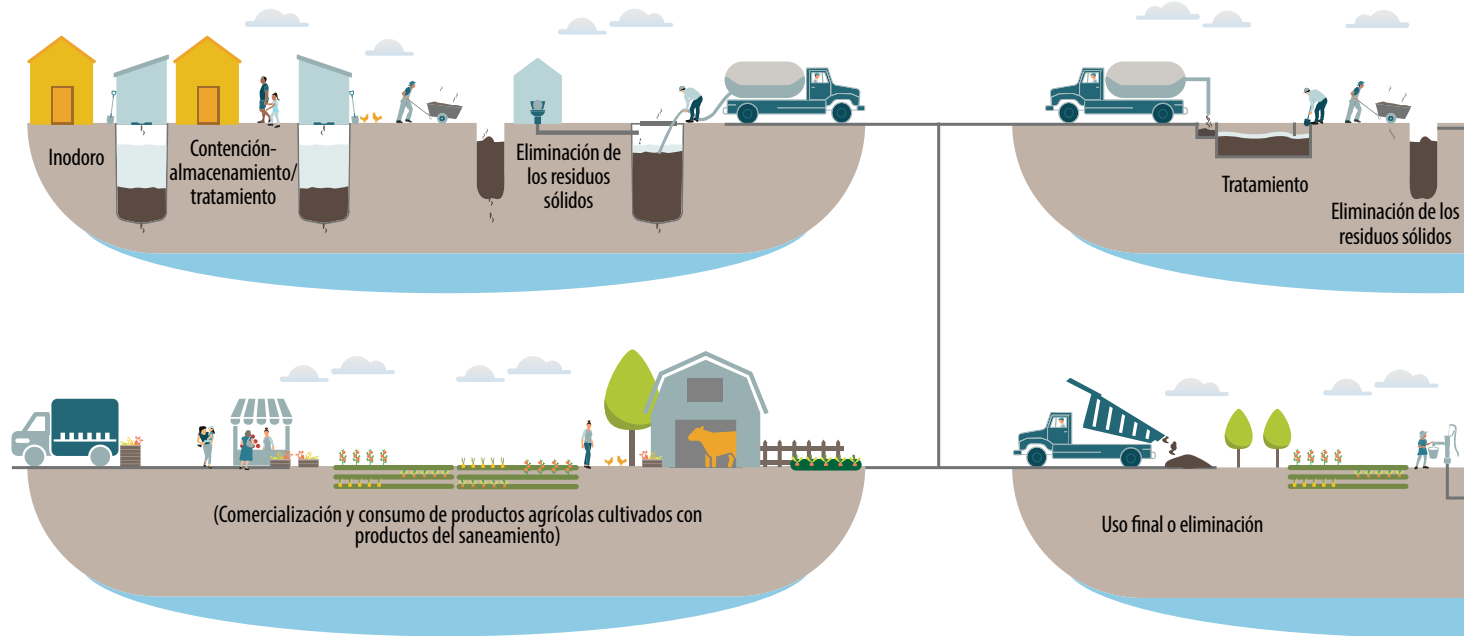
NOTA ORIENTATIVA 2.1.

2

Lista de verificación de los aspectos que se deben tener en cuenta al elaborar un mapa del sistema

- Definir todos los pasos de la cadena de servicios de saneamiento (por ejemplo, inodoro, contención-almacenamiento/tratamiento, transferencia, tratamiento y uso y/o disposición final definitiva).
- Incluir todas las fuentes de flujos del sistema, tanto las fuentes localizadas como las no localizadas (como la escorrentía).
- Garantizar que se haya tenido en cuenta el destino de todos los componentes usados y eliminados de los flujos del sistema (por ejemplo, filtraciones o vertidos del paso de contención, fracción de residuos sólidos obtenida durante el vaciado en el paso de contención, fracción de residuos sólidos cribada antes del tratamiento de las aguas residuales o productos, como cultivos).
- Delimitar las zonas en las que se vierten lodos fecales, tanto de forma legal como ilegal.
- Localizar las zonas en las que se practica la defecación al aire libre.
- Determinar los inodoros públicos y privados que son utilizados por un porcentaje considerable de la comunidad.
- Incluir las fuentes de agua de consumo humano cuando sea un aspecto relevante para el sistema o si se pueden ver afectadas por el sistema de saneamiento. ■

EJEMPLO 2.1. Mapa de un sistema compuesto por un inodoro seco o con descarga de agua con pozo, filtración de efluente líquido y tratamiento fuera del lugar de uso de los lodos fecales para su posterior reutilización

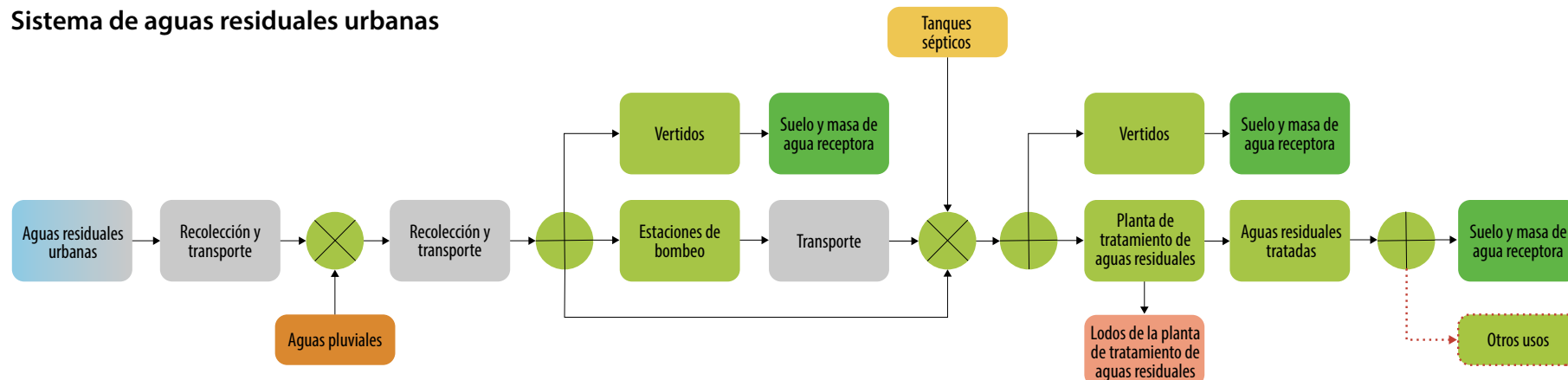


Los equipos de PSS pueden mapear el sistema a través de diagramas de proceso del sistema, utilizando los símbolos habituales del flujo de procesos. También se pueden decantar por un esquema simplificado y remitir la información más detallada sobre el flujo del proceso

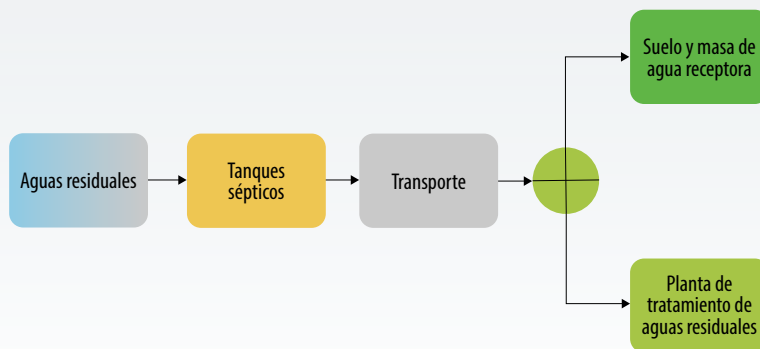
recogida en otros esquemas de sistemas mayores, como se muestra en el [ejemplo 2.2](#). Un mapa geográfico detallado puede ser la opción más útil para una PSS a menor escala.

EJEMPLO 2.2. Mapa de un sistema compuesto por inodoros con descarga de agua conectados al alcantarillado y tratamiento de aguas residuales fuera del lugar de uso, que también recibe lodos del tanque séptico

Sistema de aguas residuales urbanas



Sistema séptico *in situ*

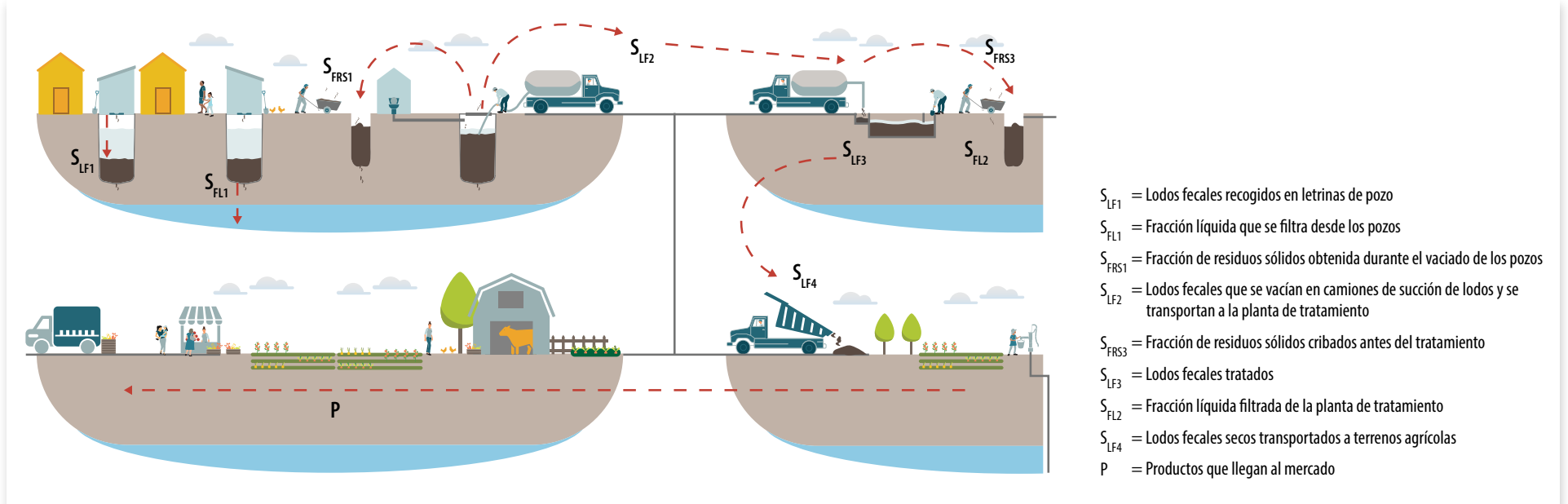


Nota: se basa en la experiencia en Portugal.

Una vez se ha preparado el mapa del sistema, el equipo de PSS debería indicar la ruta de los distintos flujos a lo largo del sistema de saneamiento, desde el punto de generación (es decir, los inodoros de distintos lugares) hasta el uso final o la eliminación (es decir, el uso en la agricultura o acuicultura o la eliminación en ríos, océanos y vertederos). El equipo debería mapear los flujos relativos a las excretas, como la orina y las heces recogidas, las filtraciones

de los pozos, los lodos fecales transportados, las aguas residuales de los alcantarillados y los efluentes tratados. También se podrían mapear otras fracciones de residuos, como efluentes industriales, escorrentías de plaguicidas o residuos específicos, que podrían repercutir en el sistema de saneamiento. En el **ejemplo 2.3** se muestra un dibujo sencillo para el mapeo de los flujos del sistema (S).

EJEMPLO 2.3. Ilustración de los flujos del sistema indicados en un mapa de saneamiento



El equipo debe tener en cuenta los efectos estacionales y climáticos sobre las rutas (por ejemplo, el posible incremento de la reutilización de aguas residuales durante una sequía o la posibilidad de que se produzcan crecidas) u otras posibles alteraciones, como el crecimiento demográfico o los cambios en el uso de la tierra. Dada la incerteza de las predicciones meteorológicas, podría ser necesario esbozar distintos mapas para mostrar cómo cambian las rutas del flujo del sistema en condiciones atmosféricas más húmedas o más secas.

Es importante velar por que el mapeo sea preciso y no se trate simplemente de una actividad documental. Debido a esto, es necesario realizar visitas sobre el terreno, en las que se validarán los mapas y se recopilará información para el [paso 2.4](#).

Los mapas deben acompañarse de una descripción escrita que detalle la condición del sistema de saneamiento. Es fundamental describir todos los pasos incluyendo datos clave como las prácticas actuales, los problemas de funcionamiento y las averías, para así contribuir al análisis de riesgos para la salud del módulo 3.

2.2 Caracterizar los flujos del sistema

En este paso, el equipo de PSS recopila y añade al mapa la información cuantitativa disponible sobre el sistema de saneamiento (como los caudales, la composición del flujo o la capacidad prevista de los elementos de tratamiento; véase la [nota orientativa 2.2](#)). El equipo debe registrar también la variabilidad en la concentración y la cantidad de la carga e incluir las variaciones en caso de crecidas o precipitaciones intensas.

NOTA ORIENTATIVA 2.2.

Factores que se deben tener en cuenta al caracterizar los flujos del sistema

Al caracterizar de los flujos del sistema, el equipo debería centrarse en las afluencias y efluentes relativos a las excreciones de cada paso del sistema de saneamiento, es decir, qué entra y qué sale. Las afluencias y efluentes del sistema habituales son lo que se denomina productos del saneamiento: heces, orina, aguas negras, compost, heces secas, material de limpieza en seco, efluentes, excreciones, aguas grises, humus de pozo, productos previos al tratamiento (grasas, lubricantes, aceites y sólidos), lodos y orina almacenada (Tilley *et al.*, 2014). Se debería recopilar información sobre lo siguiente:

- el sistema de saneamiento en el que se generan los flujos o por los que pasan los flujos;
- los caudales, si se conocen, también con respecto a las distintas estaciones, o los distintos niveles de precipitación, en el contexto de posibles efectos del cambio climático; y
- la capacidad o carga prevista de los componentes, cuando se conozca (por ejemplo, límites de flujo o carga de la planta de tratamiento, capacidades del sistema de transferencia).

Debido a que se podría dar una mezcla con otras fracciones de residuos, es importante recordar lo siguiente:

- la posibilidad de que los componentes de los residuos se mezclen de forma accidental, lo que podría entrañar un riesgo (por ejemplo, contaminación fecal de residuos agrícolas o cuchillas de afeitar y baterías entre los lodos fecales);
- los posibles peligros biológicos, químicos o físicos presentes en el flujo (véanse las notas orientativas 2.5, 2.6 y 2.7); y
- cómo influyen los cambios estacionales o meteorológicos en los flujos del sistema. ■

El equipo de PSS debería determinar también los componentes químicos, físicos y microbiológicos de los flujos del sistema, a fin de facilitar la Identificación de posibles peligros en el paso 3.1 y los factores que pueden afectar al desempeño del sistema. Los términos “aguas residuales” y “lodos” son muy amplios: describen una mezcla de agua de descarga, aguas grises, heces, orina, productos de higiene menstrual y materiales utilizados para la

limpieza anal. También pueden incluir otros residuos sólidos desechados, agua de lluvia y efluentes industriales.

La **herramienta 2.1** ofrece una plantilla sencilla para caracterizar de los flujos del sistema.

HERRAMIENTA 2.1. Plantilla para caracterizar los flujos del sistema

PASO DEL SANEAMIENTO	DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DEL SISTEMA <small>(Con atención a los flujos relacionados con las excreciones, como las aguas residuales o los lodos. Se deben incluir también otros flujos de residuos que puedan afectar al sistema de saneamiento)</small>	INFORMACIÓN CLAVE SOBRE EL FLUJO DEL SISTEMA <small>(Volumen, flujo, concentración, etc.)</small>	VARIACIONES PREVISTAS <small>(Variaciones estacionales o eventos excepcionales, como mezcla accidental de componentes o fenómenos climáticos)</small>	TIPO DE PELIGRO <small>(Biológico, químico o físico)</small>

2.3 Identificar los grupos de exposición

La identificación de los grupos de exposición permite categorizar a grupos de personas que pueden estar expuestas a peligros concretos mediante las clasificaciones generales que se muestran en la [nota orientativa 2.3](#).

Los grupos de exposición se pueden identificar en el mapa del sistema elaborado en el paso 2.1, utilizando los símbolos U, CL, O, etc., como se puede ver en el [ejemplo 2.4](#).

2

NOTA ORIENTATIVA 2.3.

Categorías de los grupos de exposición

De acuerdo con las *Guías para el saneamiento y la salud* de la OMS publicadas en 2018 (OMS, 2018), las personas con mayores posibilidades de estar expuestas a peligros si se producen eventos peligrosos en los distintos pasos de la cadena de servicios de saneamiento son las siguientes:

U Usuarios del sistema de saneamiento: todas las personas que utilizan un inodoro.

CL Comunidad local: personas que viven o trabajan cerca (que no son necesariamente usuarias del sistema de saneamiento) y pueden estar expuestas.

O Operarios de saneamiento: todas las personas, ya sea empleadas oficialmente o que participan de manera informal y se encargan del mantenimiento, limpieza u operación (como el vaciado) de un inodoro o un equipo (por ejemplo, las bombas o los vehículos) en cualquier etapa de la cadena de servicios de saneamiento.

CG Comunidad en general: el conjunto de la población (por ejemplo, agricultores o comunidades de tierras más bajas) que está expuesta (por ejemplo, por actividades de recreación o por una crecida), utiliza productos finales del saneamiento o consume productos (como pescado u hortalizas) expuestos a productos de uso final del saneamiento, ya sea a propósito o de manera involuntaria. Entre los productos de uso final del saneamiento, se incluyen el compost, los lodos fecales y las aguas residuales.

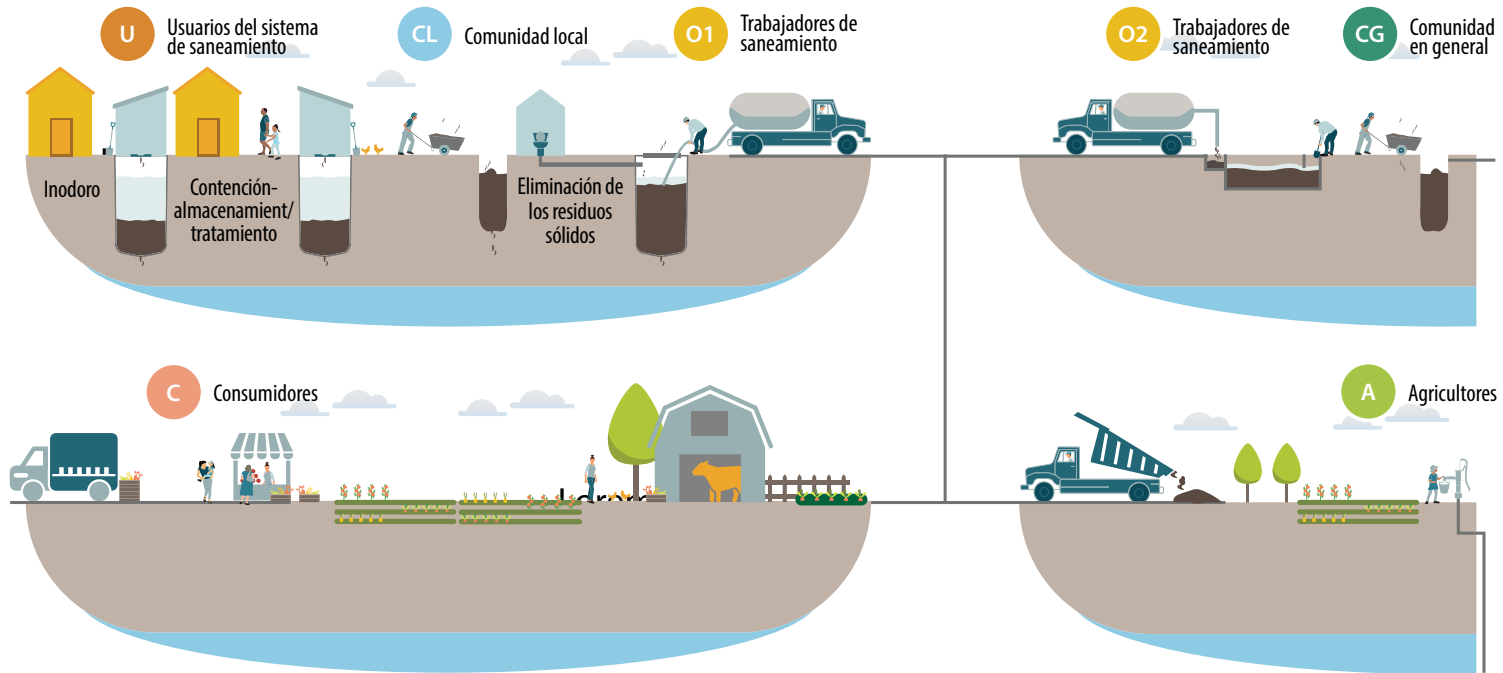
En función de la cadena de servicios de saneamiento a la que se aplique la PSS, puede ser necesario tratar los distintos grupos de exposición por separado, ya que están expuestos a eventos peligrosos muy específicos durante el paso de uso final (por ejemplo, la reutilización en los ámbitos de la agricultura y la acuicultura o el consumo de productos).

A **Agricultores:** personas que utilizan los productos de uso final del saneamiento (por ejemplo, aguas residuales sin tratar, tratadas de forma parcial o tratadas íntegramente, biosólidos o lodos fecales).

C Consumidores: toda persona que consuma o utilice productos (como hortalizas, pescado o compost) generados utilizando productos de saneamiento.

Las letras U, CL, O, CG, A y C se utilizan como símbolos para identificar a los grupos de exposición en los mapas y los cuadros, lo que facilita la evaluación de los riesgos para la salud en los siguientes módulos. ■

EJEMPLO 2.4. Ilustración de los grupos de exposición indicados en un mapa de saneamiento



Los grupos de exposición generales (U, A, C, etc.) se pueden refinar y encuadrar en subgrupos, a fin de facilitar una evaluación detallada de los riesgos de amenaza, como se muestra en la [herramienta 2.2](#). Por ejemplo, el grupo de exposición "U: usuarios del sistema de saneamiento" se puede dividir en los subgrupos U1: usuarios de letrinas de pozo, U2: usuarios de inodoros

con descarga de agua y tanque séptico y U3: usuarios de inodoros con conexión al sistema de alcantarillado. Es importante estimar el número de personas incluidas en cada subgrupo y señalar cómo entran en contacto con los flujos del sistema (por ejemplo, aguas residuales o excreciones) y la frecuencia de exposición.

HERRAMIENTA 2.2. Plantilla para caracterizar de los grupos de exposición

PASO DEL SANEAMIENTO	GRUPO DE EXPOSICIÓN	¿QUIÉNES CONFORMAN LOS GRUPOS DE EXPOSICIÓN? (Descripción de las personas que forman los grupos)	¿CUÁNTAS PERSONAS SON? (Cantidades reales, si se conocen; de lo contrario, cantidades estimadas)	¿QUÉ HACEN EN ESE LUGAR? (Circunstancias bajo las cuales se puede haber producido la exposición a peligros en el flujo del sistema)	¿A QUÉ ESTÁN EXPUESTOS? (Con qué flujos del sistema y con qué tipos de peligros tienen contacto)	¿CON QUÉ FRECUENCIA ESTÁN EXPUESTOS? (Frecuencia de la exposición: diaria, semanal, anual, etc.)
Contención-almacenamiento/tratamiento	U1	Usuarios de inodoros con descarga de agua conectados a tanques sépticos en sus viviendas	400 hogares (en torno de 2.000 personas); alrededor de la mitad son niños y niñas	Los tanques sépticos suelen estar fuera de la vivienda, en el patio. En las proximidades del tanque, los niños y niñas juegan y los adultos realizan diferentes actividades.	Podrían entrar en contacto con las aguas residuales cuando se producen desbordamientos. Están expuestos a microorganismos.	Podría suceder cada tres años, pero es más frecuente en periodos de lluvias intensas.
Uso y/o disposición final	CG1	Personas que frecuentan el río cercano	En torno de 5.000 personas; alrededor del 70% son niños y niñas	Turistas locales que visitan el río con fines recreativos. Aprovechan el fin de semana para nadar y reunirse en el entorno del río.	Infección microbiana si las lagunas de tratamiento desbordan. Podrían ingerir agua contaminada en el río.	Contacto diario durante los meses de verano.

Si bien algunos grupos de exposición, como los operarios formales, se pueden identificar de un modo relativamente fácil, existen otros grupos más difíciles de determinar, como las comunidades que acceden a fuentes de agua subterránea cercanas, los trabajadores de temporada e informales y las personas que residen en asentamientos informales o los grupos de población inmigrante. Se deberían tener en cuenta las características demográficas de los grupos de exposición, como el género, la edad y la posible exclusión social. Tengan en cuenta que el cambio climático o la variabilidad del clima pueden aumentar o reducir la frecuencia de exposición.

2.4 Recopilar información complementaria

El equipo de PSS debe compilar y resumir la información pertinente para elaborar y aplicar el proceso de PSS (véase la nota orientativa 2.4). Si no se dispone de información, el equipo deberá hacer constar la falta de, por ejemplo, datos, normas nacionales o especificaciones. El comité directivo deberá determinar si resulta necesario elaborar instrumentos de monitoreo o normativos, en caso de que no existan.

Debe recopilarse información para:

- normas de calidad pertinentes y requisitos de certificación o auditoría;
- gestión y desempeño del sistema, también mientras se producen eventos peligrosos y después;
- demografía y patrones y previsiones de uso del suelo; y
- cambios reales o supuestos relacionados con el clima u otras condiciones estacionales, así como las proyecciones del cambio climático; incluye información de las evaluaciones de riesgo existentes (por ejemplo, planes para la reducción del riesgo de desastres; evaluaciones sobre la vulnerabilidad, la resiliencia o la adaptación al cambio climático).

NOTA ORIENTATIVA 2.4.

Recopilación de información complementaria para la descripción del sistema

Se puede recopilar la información siguiente para profundizar en la descripción del sistema.

a) Normas de calidad pertinentes y requisitos de certificación o auditoría.

Entre los ejemplos, se incluyen los siguientes:

- leyes y ordenanzas pertinentes;
- reglamentos sobre vertidos de efluentes y olores;
- especificaciones y restricciones de la planificación relacionadas con la ordenación territorial de zonas urbanas, zonas de vulnerabilidad ambiental y terrenos agrícolas o pastizales;
- reglamentos nacionales específicos relacionados con los productos agrícolas;
- directrices nacionales específicas en materia de preparación para el cambio climático o planificación para casos de desastre;
- reglamentos en materia de monitoreo de la calidad, vigilancia y auditoría del sistema (no financiera); y
- requisito de certificación relacionado con los productos agrícolas finales.

b) Gestión y desempeño del sistema.

Debería brindar documentación de apoyo relacionada con el seguimiento y la aplicación de los puntos indicados en el apartado a). Se deberían tener en cuenta tanto las medidas documentadas como las no documentadas.

Aspectos que se deben tener en cuenta:

- datos relacionados con el monitoreo y la vigilancia anteriores;
- frecuencia de la documentación;

- si se hizo un seguimiento de las averías o desviaciones;
- datos epidemiológicos;
- evaluaciones existentes en materia de vulnerabilidad, resiliencia o adaptación de la zona; y
- tipos y cantidad de productos elaborados.

c) Demografía y patrones de uso del suelo.

Aspectos que se deben tener en cuenta:

- patrón de uso del suelo, asentamientos (también asentamientos informales) en la zona, población y actividades especiales que puedan afectar al saneamiento y la generación de aguas residuales;
- consideraciones específicas sobre igualdad, como etnicidad, religión, grupos de población migrante y grupos desfavorecidos; y
- zonas en las que se prevé un crecimiento importante de la población u otro cambio significativo.

d) Cambios reales o supuestos relacionados con el clima u otras condiciones estacionales.

Aspectos que se deben tener en cuenta:

- variabilidad media de la carga de la planta de tratamiento durante el año;
- variación estacional del uso a causa del tipo de cultivo y la cosecha;
- otras zonas de afluencia durante episodios de precipitaciones intensas y repercusiones sobre los pasos de tratamiento;
- proyecciones del cambio climático (véase la [nota orientativa 2.8](#));
- cambios en los patrones de uso en épocas de escasez de agua.

Nota: Es posible que no toda la información anterior sea útil y relevante en todos los sistemas. ■

Los posibles peligros para la salud se hacen evidentes al definir los flujos del sistema en el paso 2.2. Los posibles peligros biológicos, químicos y físicos, incluidos los peligros climáticos, se pueden caracterizar utilizando las notas orientativas 2.5, 2.6, 2.7 y 2.8. Para los peligros biológicos, son preferibles los datos epidemiológicos y ambientales, cuando se disponga de ellos. Por ejemplo, si se ha confirmado que los helmintos suponen un posible peligro para la salud, la

caracterización tiene el objetivo de determinar qué especies son endémicas y hasta qué punto.

La calidad de los datos necesarios y las posibles fuentes de información varían según las categorías de los peligros.

NOTA ORIENTATIVA 2.5.

Recopilación de información sobre peligros microbianos

Los peligros microbianos se agrupan en cuatro clases de patógenos: virus, bacterias, protozoos y helmintos. El capítulo 6 de las *Guías para el saneamiento y la salud* publicadas por la OMS en 2018 (OMS, 2018) recoge información sobre los patógenos relacionados con las excretas y los métodos que se utilizan para detectarlos.

Aspectos que tener en cuenta

- **Comprobaciones medioambientales de patógenos**

El análisis microbiano de muestras ambientales suele basarse en indicadores de contaminación fecal, como *Escherichia coli*, enterococos y, más recientemente, bacteriófagos *Bacteroides*. Resulta más sencillo y barato realizar análisis para detectar organismos indicadores que comprobar uno a uno los patógenos que se puedan encontrar en la muestra. Sin embargo, en determinadas situaciones —como cuando se producen brotes de enfermedades (por ejemplo, el cólera)— puede ser de utilidad determinar el origen y el desplazamiento de un patógeno concreto en el entorno. Las concentraciones de *E. coli* suelen utilizarse para evaluar la cantidad de patógenos presentes en los residuos fecales y la eficiencia del tratamiento de las medidas de control.

- **Helmintos**

Las especies y concentraciones de huevos de helmintos en los residuos influyen en el diseño de las medidas de control. Si la acuicultura que reutiliza los residuos es motivo de preocupación en el sistema de saneamiento, se debe prestar una

atención especial a los trematodos transmitidos por los alimentos y los trematodos *Schistosoma* (causantes de la esquistosomiasis), dado que la transmisión de estos agentes patógenos se produce a través del pescado, las plantas acuáticas o la exposición a aguas superficiales contaminadas (véase OMS, 2006, vol. 3).

- **Reproducción de los vectores**

Tanto el saneamiento deficiente como el drenaje indebido —que pueden generar lagunas o estancamientos de agua— favorecen la reproducción de los mosquitos y facilitan la transmisión de enfermedades transmitidas por esta vía. Del mismo modo, si la eliminación de las excretas es deficiente, se favorece la reproducción de insectos como moscas y cucarachas, que pueden transportar mecánicamente patógenos en el entorno y contaminar los alimentos.

Ejemplos de fuentes de datos sobre posibles peligros microbianos en el área de la PSS

Se pueden consultar diversas fuentes de datos para obtener información fiable, como, por ejemplo:

- revisión de fuentes bibliográficas;
- autoridades de salud pública con acceso a los sistemas rutinarios de información sanitaria; y
- personal sanitario que trabaja en el área de la PSS o en sus alrededores. ■

Recopilación de información sobre peligros químicos

Aspectos que tener en cuenta

- Entre los componentes químicos que entran en los sistemas de saneamiento, se pueden incluir las sustancias químicas orgánicas, los oligoelementos inorgánicos (como el cadmio, el plomo, el cobre, el níquel o el mercurio) y los nutrientes (nitrógeno, potasio y fósforo). Pueden entrañar riesgos sanitarios y ambientales, dañar el sistema de alcantarillado, interferir con los procesos de tratamiento y limitar las posibles opciones de reutilización de los productos finales. Por lo tanto, en la medida de lo posible, la contaminación química debe eliminarse o tratarse en el origen (por ejemplo, a través de tratamientos previos a los vertidos industriales en el sistema de alcantarillado).
- La mayoría de los sistemas de alcantarillado recogen el agua residual de entornos domésticos, edificios comerciales y públicos e instalaciones industriales (que, en ocasiones, no cuentan con permisos o no cumplen la normativa), así como agua de lluvia.
- El sector industrial suele ser el que aporta los contaminantes químicos más peligrosos a las aguas residuales. Entre los ejemplos, se incluyen los tensioactivos, disolventes orgánicos, tintes, metales pesados, agentes blanqueadores, ácidos y tensioactivos de la industria textil; y altos niveles de compuestos orgánicos derivados de la producción de caucho, plástico y papel.
- También se encuentran contaminantes químicos en las aguas residuales domésticas, procedentes de las aguas grises del fregadero, del lavadero, la lavadora y el baño, responsables de la mayoría de los metales (por ejemplo, cobre, cadmio, plomo o zinc), y en el contenido total de sólidos disueltos en las aguas residuales domésticas, procedentes de los detergentes para ropa, los desinfectantes y los productos de higiene personal. La mayoría del nitrógeno (75%), el fósforo (50%) y el potasio (54%) que se encuentran en las aguas residuales domésticas procede de la orina.
- Los sistemas de alcantarillado combinados recogen también el agua de lluvia, que incluye sustancias depositadas sobre superficies impermeables procedentes de

vehículos automotores (por ejemplo, fugas de combustible), partículas atmosféricas sedimentadas y vertidos de efluentes industriales en sistemas de aguas pluviales (OMS, 2007). La naturaleza y las concentraciones de la escorrentía urbana pueden fluctuar notablemente en cortos períodos de tiempo.

- Los fármacos para la atención sanitaria a personas y animales, como los analgésicos, los antibióticos y los anticonceptivos, son también fuentes de contaminación química, tanto procedente de plantas productoras como de aguas residuales que contienen excretas de personas que están tomando medicamentos. La contaminación por antibióticos es un posible factor en el desarrollo de resistencia a los antibióticos (OMS, FAO y OMSA, 2020).
- Los sistemas de saneamiento *in situ*, como las letrinas de pozo y los tanques sépticos, pueden conllevar peligros químicos si están mal situados o si su construcción o mantenimiento son deficientes. Es habitual que las concentraciones de nitratos en las aguas subterráneas superen las guías para la calidad del agua de consumo humano en las zonas con saneamiento *in situ* (Lawrence *et al.*, 2001). En algunos entornos urbanos, puede pasar que otros productos químicos (como hidrocarburos de petróleo, sustancias químicas domésticas o disolventes) acaben en las letrinas, lo que genera contaminación de agua localizada (OMS, 2007).

Ejemplos de fuentes de datos sobre posibles peligros químicos en el área de la PSS

- En primer lugar, es necesario solicitar a las autoridades en materia medioambiental información sobre posibles fuentes de datos (como los programas de monitoreo ambiental existentes) en relación con las concentraciones de sustancias químicas en distintos medios ambientales (como las aguas residuales o el agua del río). Las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden realizar actividades de monitoreo constante, lo que puede arrojar información valiosa sobre peligros químicos. También es posible remitirse a las entidades industriales o consultar la documentación publicada (como Thompson *et al.*, 2007) si el motivo de preocupación se centra en los residuos industriales. Si hay pocos datos disponibles, también es posible recopilar y analizar muestras ambientales de fracciones de residuos o medios ambientales específicos. Asimismo, es necesario consultar los reglamentos y normativas nacionales. ■

NOTA ORIENTATIVA 2.7.

Recopilación de información sobre peligros físicos

Los peligros físicos, como objetos punzantes (por ejemplo, cristales rotos, cuchillas de afeitar o jeringas), materiales inorgánicos y malos olores suelen ser características generales de un residuo específico o estar vinculados a una combinación de distintos flujos de residuos (por ejemplo, cuchillas de afeitar y bolsas de plástico mezcladas entre los lodos fecales). La existencia o no de peligros físicos tiene importantes repercusiones en la mitigación de los riesgos para la salud, por lo que, para poder caracterizar los flujos del sistema, es fundamental conocer en profundidad su composición y características.

La consulta de las fuentes adicionales de datos responderá a las necesidades específicas de cada caso. ■

NOTA ORIENTATIVA 2.8.

Recopilación de información esencial sobre el clima

Es necesario recopilar información sobre el clima local y su variabilidad para comprender las causas climáticas de los eventos peligrosos. En el plano local, dicha información puede incluir registros de fenómenos meteorológicos extremos (como crecidas o sequías), proyecciones climáticas, datos históricos relativos a la calidad del agua, tendencias en relación con el suministro de agua y el uso del suelo (especialmente en lo que se refiere a nuevas fuentes, crecimiento demográfico o agricultura) y evaluaciones de los fenómenos climáticos peligrosos que pueden afectar al agua y los servicios de saneamiento. En las zonas bajas o costeras, también se deben tener en cuenta aspectos como la elevación y la posibilidad de que se produzcan inundaciones debido al aumento del nivel del mar o las crecidas.

Dado que se trata de información que no siempre es fácil de sintetizar e interpretar en a nivel local, la estrategia del Plan de Seguridad del Agua Resiliente al Clima propone realizar evaluaciones regionales de vulnerabilidad climática para elaborar la descripción del sistema (OMS, 2017a). A causa de la incertidumbre inherente a los cambios climáticos previstos, las variaciones de los posibles escenarios y, en ocasiones, la limitada disponibilidad de datos en a nivel local, se aconseja, en un principio, prestar atención a los datos disponibles o sobre los que se tienen mayores certezas, e incorporar datos nuevos o actualizados a medida que estén disponibles (Rickert *et al.*, 2019). Además de los datos recopilados, podrían incluirse también los conocimientos de la comunidad y las experiencias resultantes de otros incidentes, así como sus repercusiones, para enriquecer las evaluaciones de riesgos en distintos contextos hipotéticos de cambio climático (por ejemplo, a través de talleres de consulta comunitarios o de los ancianos de la comunidad). ■

2.5 Verificar la descripción del sistema

La descripción del sistema se verifica a través de investigaciones sobre el terreno o de otro tipo mientras se realizan los pasos 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4, para garantizar que la información sea completa y exacta. Este proceso debe aportar también pruebas de las características y el desempeño del sistema (como eficiencia del tratamiento).

Se pueden utilizar distintos métodos para las investigaciones sobre el terreno, como las inspecciones sanitarias, la revisión de anotaciones de los proveedores de servicios, los debates de grupos focales o las entrevistas con informantes clave, y la toma de muestras para su análisis en el laboratorio (véase el ejemplo 2.5).

EJEMPLO 2.5. Estrategia utilizada para confirmar la descripción del sistema en Kampala (Uganda)

El equipo elaboró el mapa y la descripción del sistema a partir de anotaciones y visitas sobre el terreno. Se recopilaron datos adicionales para obtener la confirmación de personas independientes que no están directamente implicadas en la descripción del sistema inicial. Los datos de la red fueron recopilados por personal externo a dicha red. De este modo, quedó garantizada la confidencialidad y se evitaron posibles prejuicios en las respuestas y el análisis de datos. En las visitas sobre el terreno, los encargados de recopilar datos (dos personas, como mínimo) observaron la actuación de los equipos que operan la red.

Antes y después de la recogida de datos, el equipo técnico analizó y debatió las herramientas de recopilación de datos y los resultados, y se anotaron todas las opiniones.

Véase: Health risk assessment along the wastewater and faecal sludge management and reuse chain of Kampala, Uganda: a visualization | Geospatial Health

Tras el paso de confirmación, deben actualizarse el mapa del sistema, la descripción del sistema, la caracterización de los flujos del sistema y los factores que repercuten en el desempeño y la vulnerabilidad de este sistema.

3

MÓDULO

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

MÓDULO 3

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

¿Qué podría salir mal?

¿De qué medidas de control se dispone y en qué medida son eficaces?

¿Cuán grave son los riesgos?

PASOS

- 3.1 Identificar los peligros y los eventos peligrosos
- 3.2 Identificar y evaluar las medidas de control existentes
- 3.3 Evaluar y priorizar los riesgos de exposición

HERRAMIENTAS

- Herramienta 3.1. Plantilla para detectar los peligros y los eventos peligrosos y para validar los controles existentes
- Herramienta 3.2. Formularios de inspección sanitaria simple
- Herramienta 3.3. Descripciones de categorías de riesgos sugeridas para la evaluación descriptiva de los riesgos realizada en equipo
- Herramienta 3.4. Plantilla para la evaluación descriptiva de los riesgos realizada en equipo
- Herramienta 3.5. Definiciones de riesgos sugeridas para la evaluación semicuantitativa del riesgo

HERRAMIENTAS (continuación)

- Herramienta 3.6. Matriz de evaluación semicuantitativa de los riesgos
- Herramienta 3.7. Plantilla para la evaluación semicuantitativa de los riesgos
- Herramienta 3.8. Plantilla para establecer el orden de prioridad de los eventos peligrosos en función de los resultados de las evaluaciones semicuantitativas de los riesgos

PRODUCTOS

- Un cuadro de evaluación de riesgos que incluya una lista exhaustiva de los peligros y compendie los eventos peligrosos, los grupos de exposición y las medidas de control existentes, así como su eficacia
- Una lista de eventos peligrosos, con sus correspondientes prioridades, que sirva como guía de las mejoras que se deban aplicar al sistema

Visión general

El objetivo del módulo 3 es garantizar que las inversiones realizadas en las mejoras y el monitoreo del sistema respondan, en primer lugar, a los eventos peligrosos que entrañan un mayor riesgo para la salud.

Al finalizar el módulo 3, el equipo de PSS habrá determinado qué eventos peligrosos comportan los mayores riesgos. En el módulo 4 se elaborarán planes de mejora para afrontar los eventos considerados de alto riesgo debido a la falta de medidas de control o a su ineficacia. Si las medidas de control establecidas son las adecuadas, solo se aplicará un monitoreo operativo para garantizar que los controles sigan funcionando según lo previsto, como se describe en el módulo 5.

Paso 3.1 Identificar los peligros y los eventos peligrosos: expone las circunstancias en las que los grupos de exposición se enfrentan al riesgo durante el uso, la operación y el mantenimiento del sistema de saneamiento.

Paso 3.2 Identificar y evaluar las medidas de control existentes: define la eficacia del sistema de saneamiento existente en la protección de las personas en peligro.

Paso 3.3 Evaluar y priorizar los riesgos de exposición: adopta una estrategia estructurada para definir los mayores riesgos y establecer un orden de prioridad para acometer las mejoras del sistema que sean necesarias.

En la práctica, los pasos 3.1 a 3.3 pueden solaparse y reiterarse. Por ejemplo, podría ser adecuado ajustar la evaluación inicial de peligros y eventos peligrosos cuando se haya reflexionado en profundidad sobre los tipos de grupos y vías de exposición, y sobre su posición en el sistema.

3.1 Identificar los peligros y los eventos peligrosos

La identificación de peligros y eventos peligrosos (véase la nota orientativa 3.1) centra sus esfuerzos en la evaluación de riesgos posterior. Es importante entender la diferencia entre peligros y eventos peligrosos.

- Un **peligro** es un componente biológico, químico o físico o un aspecto de aceptabilidad que es nocivo para la salud humana.
- Un **evento peligroso** es un incidente o una situación que:
 - produce o desencadena un peligro para el medio en el que viven o trabajan los seres humanos;
 - amplifica la concentración de un peligro en el medio en que viven o trabajan los seres humanos; o
 - no elimina un peligro del medio humano.

NOTA ORIENTATIVA 3.1.

Cómo describir los peligros y ejemplos de tipos de peligros habituales en los sistemas de saneamiento

TIPO DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN Y EJEMPLOS
Microbiano	Microorganismos (bacterias patógenas, virus y parásitos, como protozoos y helmintos) que esté demostrado que causan enfermedades a través de la exposición a excreciones, lodos y aguas residuales (por ejemplo, <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Giardia intestinalis</i> , virus de Coxsackie, virus de la hepatitis E, <i>Ascaris lumbricoides</i> o anquilostoma) o situaciones en las que las excreciones, lodos y aguas residuales facilitan la expansión de patógenos de transmisión vectorial (por ejemplo, virus del dengue, género <i>Schistosoma</i>).
Químico	Componentes químicos que pueden provocar fallos en el sistema de saneamiento o causar efectos negativos para la salud, normalmente tras una exposición de duración prolongada. A modo de ejemplo, se incluyen los metales pesados (como el arsénico, el cadmio o el mercurio) presentes en los lodos y los biosólidos de origen industrial, los herbicidas y pesticidas, los nitratos que se acumulan en las aguas subterráneas de sistemas sanitarios <i>in situ</i> y las floraciones de algas nocivas en agua dulce a causa de descargas de aguas residuales sin tratar.
Físico	Características físicas que pueden provocar lesiones o irritaciones. Entre los ejemplos, se incluyen objetos punzantes como agujas y cuchillas de afeitar tiradas al inodoro, las heridas que sufren los operarios a causa del uso repetitivo o de contar con equipos poco seguros y las sustancias irritantes para la piel.
Aceptabilidad	Aspectos que repercuten en la aceptación de las instalaciones de saneamiento por parte de los usuarios y que pueden provocar el rechazo de los servicios en favor de prácticas que, aunque menos seguras (como la defecación al aire libre), resultan más aceptables en términos culturales para los usuarios y los operarios. Entre los ejemplos, se encuentran el olor, la seguridad, la privacidad y la accesibilidad.

Un evento peligroso supone la exposición de las personas a un peligro relacionado con el sistema de saneamiento. Un único peligro se puede materializar a través de distintos eventos peligrosos, cada uno de los cuales puede tener una causa distinta, por lo que se necesitan distintas estrategias para minimizar el riesgo. Los grupos de personas expuestas a un peligro pueden ser distintos en cada evento peligroso. Para que se considere que un evento peligroso se ha descrito correctamente, la descripción deberá incluir un breve comentario de las circunstancias bajo las que se produce el suceso, o bien su causa (véase el ejemplo 3.1).

EJEMPLO 3.1. Ejemplos de eventos peligrosos y sus causas

PELIGRO	EVENTO PELIGROSO	CAUSA DEL EVENTO PELIGROSO QUE REPERCUTE SOBRE SU FRECUENCIA O SEGURIDAD	ESTRATEGIAS PARA CONTROLAR EL EVENTO PELIGROSO	GRUPO DE PERSONAS EXPUESTAS AL PELIGRO
Patógenos en las aguas residuales	Exposición cutánea a aguas residuales a causa del desbordamiento de una tubería de alcantarillado en un episodio de precipitaciones intensas	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de conducción demasiado pequeño para episodios de precipitaciones intensas • Falta de Identificación sistemática de desbordamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Normas de diseño para fijar la frecuencia de los desbordamientos • Mantenimiento periódico del sistema de alcantarillado antes de la estación lluviosa 	Personas que viven cerca del alcantarillado o en el área a la que afectaría el desbordamiento
	Ingesta tras el contacto con aguas residuales durante la reparación y el mantenimiento de una bomba para sumidero	<ul style="list-style-type: none"> • Bombas en malas condiciones o inadecuadas para las condiciones operativas, lo que provoca atascos frecuentes • Personal con carencias de capacitación, competencias o equipamiento • Falta de equipo de repuesto durante las tareas de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación del mantenimiento de equipos para reducir la frecuencia de las averías en las bombas • Selección del tipo adecuado de bombas y rejillas en la etapa de diseño y construcción • Equipos de protección personal para los operarios • Procedimientos operativos estándar • Normas de diseño de las estaciones de bombeo 	Operarios de mantenimiento del alcantarillado

El equipo debe detectar los peligros y sus correspondientes eventos peligrosos en cada paso de la cadena de saneamiento. Al hacerlo, deben tener en cuenta los puntos siguientes:

- eventos peligrosos relacionados con el uso, la operación y el mantenimiento previstos para el sistema (por ejemplo, infraestructura defectuosa, sobrecarga del sistema, falta de mantenimiento, conductas inseguras);
- eventos peligrosos debidos a averías del sistema o accidentes (por ejemplo, fallos parciales o totales en el tratamiento, cortes de energía, averías del equipo, errores de los operadores);
- eventos peligrosos relacionados con la variación estacional (por ejemplo, trabajadores agrícolas temporeros, cambios en el clima; cambios de conducta vinculados a las estaciones);
- peligros indirectos y eventos peligrosos, es decir, peligros que tienen el potencial de afectar a personas que no están directamente implicadas en la cadena de saneamiento (por ejemplo, a través de vectores o plagas, repercusiones sobre las comunidades situadas aguas abajo); y
- peligros acumulados (por ejemplo, presencia de sustancias químicas en el suelo).

Las definiciones de los eventos peligrosos deben describir de qué manera se exponen a los peligros los grupos de exposición. Para ello, es imprescindible conocer la vía de exposición (véase la **nota orientativa 3.2**). La vía de exposición de los patógenos relacionados con las excreciones puede ser primaria (es decir, a través de contacto directo o por transmisión aérea a corta distancia) o secundaria (es decir, a través del consumo de un producto contaminado). Explicitar las vías de exposición en la descripción de los eventos peligrosos facilita la identificación del riesgo y la determinación de los controles que pueden interrumpir la transmisión.



NOTA ORIENTATIVA 3.2.

Vías de exposición habituales que se deben tener en cuenta en la PSS

VÍA DE EXPOSICIÓN	DESCRIPCIÓN
Ingesta tras entrar en contacto con aguas residuales o excretas	Transferencia de excretas (orina o heces) a través del contacto directo con la boca por las manos u objetos en contacto con la boca, como la ingesta de suelo contaminado mediante contacto con las manos (por ejemplo, agricultores o niños).
Ingesta de aguas subterráneas o aguas superficiales	Ingesta de agua, extraída de una fuente subterránea o superficial, contaminada por aguas residuales, excreciones o lodos, como la ingesta involuntaria de agua para usos recreativos por parte de nadadores.
Consumo de productos contaminados (hortalizas)	Consumo de plantas (por ejemplo, lechuga) que se han cultivado en tierras regadas o fertilizadas con un producto del saneamiento.
Contacto cutáneo con excreciones o aguas residuales	Infección por la que un patógeno (por ejemplo, anquilostomas) penetra la piel a través de los pies u otra parte del cuerpo expuesta tras el contacto con aguas residuales, excreciones, defecación al aire libre, contenidos de tecnologías de saneamiento con fugas o durante el manejo (como el vaciado de pozos).
Transmisión vectorial (a través de moscas o mosquitos)	Entre las vías de transmisión, figura la transferencia mecánica de las excreciones a una persona o producto alimentario a través de las moscas, así como las picaduras de mosquito u otros insectos que podrían ser portadores de un patógeno.
Inhalación de aerosoles y partículas	Inhalación de microgotas de agua y partículas (que pueden no ser perceptibles) procedentes o resultantes 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, además del contacto de persona a persona, que, en este contexto, se relaciona con la higiene personal. La transmisión secundaria incluye la transmisión vehicular (por ejemplo, a través de comida y agua) y la transmisión vectorial. La transmisión vehicular se produce debido a, por ejemplo, la contaminación de cultivos o fuentes de agua. La transmisión vectorial se produce, sobre todo, a través de la aparición de focos de reproducción de los vectores. También es posible la transmisión aérea (por ejemplo, cuando se riega con aguas residuales).

Fuente: Basado en: Stenström et al. (2011).

EJEMPLO 3.2. Ejemplos de eventos peligrosos en cada paso de la cadena de servicios de saneamiento

PASO DEL SANEAMIENTO	EJEMPLOS DE EVENTOS PELIGROSOS
Inodoro	<ul style="list-style-type: none"> Transmisión vectorial de patógenos a los usuarios, debido a que el diseño o la construcción de los inodoros es deficiente (si, por ejemplo, no tienen cierre hidráulico o tapa) Ingesta de patógenos tras entrar en contacto con excreta en los inodoros, debido a la falta de mantenimiento y limpieza
Contención-almacenamiento/tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> Ingesta de aguas subterráneas contaminadas debido a filtraciones de lixiviado procedentes de pozos o tanques sépticos Ingesta de aguas subterráneas contaminadas debido a filtraciones procedentes de tanques sépticos agrietados o dañados Contacto cutáneo con patógenos debido a efluentes vertidos en zanjas de desagüe o masas de agua Traumatismo o asfixia como consecuencia de una caída en un pozo que se ha derrumbado a causa de la poca estabilidad del suelo o de un fallo en la estructura de contención
Transferencia	<ul style="list-style-type: none"> Ingesta de patógenos tras entrar en contacto con excreta durante el vaciado manual de pozos mediante baldes Ingesta de patógenos tras entrar en contacto con suelos contaminados, debido a los vertidos en espacios abiertos de lodos fecales que no han sido tratados Contacto cutáneo con patógenos en canales abiertos y aguas superficiales a causa de vertidos de lodos fecales que no han sido tratados Ingesta de patógenos tras entrar en contacto con aguas residuales durante las tareas de limpieza y mantenimiento del alcantarillado
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> Ingesta de aguas superficiales contaminadas con efluentes procedentes de plantas de tratamiento en cuyo diseño no se ha tenido en cuenta la eliminación, reducción o inactivación de patógenos Inhalación de aerosoles durante la manipulación manual de los lodos fecales secos Ingesta de patógenos presentes en efluentes cuyo tratamiento no ha sido completo y que proceden de vertidos de lodos fecales frescos en lagunas de tratamiento de aguas residuales, lo que genera sobrecargas y fallos
Uso y/o disposición final	<ul style="list-style-type: none"> Ingesta de patógenos presentes en aguas superficiales debido al vertido de efluentes que no han sido sometidos a tratamiento o que solo lo han sido parcialmente Inhalación de partículas y aerosoles que contienen patógenos a causa del riego por aspersión en cultivos de las zonas circundantes con aguas residuales que no han sido sometidas a tratamiento o que solo lo han sido parcialmente Ingesta de patógenos tras entrar en contacto con lodos fecales durante su aplicación en tierras agrícolas para mejorar la calidad del suelo

La identificación de eventos peligrosos puede incluir una reflexión sobre el incumplimiento de las normativas o las políticas. Por ejemplo, los vertidos ilegales de lodos fecales en masas de agua o espacios abiertos se puede achacar, total o parcialmente, a la falta de aplicación de la normativa.

La IDENTIFICACIÓN de eventos peligrosos causados por sustancias químicas (véase la nota orientativa 3.3) puede ser complicada debido a la escasez de información al respecto. Muchos

eventos peligrosos vinculados a las sustancias químicas están relacionados con mezclas de sustancias químicas tiradas al inodoro o son el resultado de vertidos industriales en el sistema de alcantarillado. La presencia de sustancias químicas puede provocar fallos en las tecnologías de tratamiento, lo que generaría eventos peligrosos microbianos y enfermedades provocadas por lodos y aguas residuales sin tratar, así como la acumulación de sustancias químicas en el suelo, las plantas y los productos de uso final.

NOTA ORIENTATIVA 3.3.

Eventos peligrosos causados por peligros químicos

Como se ha expuesto en la nota orientativa 2.6, los sistemas de saneamiento pueden entrañar peligros químicos procedentes de fuentes como vertidos industriales y desechos domésticos de sustancias químicas (como productos de limpieza o productos químicos no utilizados o caducados) que penetran en los sistemas de saneamiento, además de originar gases tóxicos emitidos por la descomposición de lodos y aguas residuales.

Los compuestos químicos presentes en los sistemas de saneamiento pueden tener repercusiones negativas en el funcionamiento de los sistemas de alcantarillado y los procesos de tratamiento de aguas residuales, lo que incrementa el riesgo de que las comunidades locales se expongan a residuos sin tratar y supone un riesgo directo para los trabajadores del ámbito del saneamiento. Entre los ejemplos, se incluyen los siguientes: (Bennett, 1989).

- Un nivel bajo de pH puede llevar al deterioro del alcantarillado, mientras que un nivel alto de pH puede provocar quemaduras a los trabajadores de saneamiento.
- Los sulfatos pueden generar sulfuro de hidrógeno, lo que provocaría la muerte de los trabajadores de saneamiento.
- Los aceites y grasas pueden provocar obstrucciones o incendios, o bien interferir con el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Los metales pesados y los compuestos orgánicos pueden inhibir los procesos biológicos o contaminar los lodos.

Las sustancias químicas tóxicas y los metales pesados persisten y se pueden acumular en masas de agua, suelos y animales. Los nitratos y nitritos pueden tener efectos adversos sobre la salud si penetran en el suministro de agua para consumo humano tras acumularse en las aguas subterráneas debido al lixiviado de pozos y tanques. Las *Guías para la calidad del agua de consumo humano* de la OMS (OMS, 2017b) brindan información sobre los contaminantes químicos presentes en el agua para consumo humano e incluyen los valores orientativos, los resultados del tratamiento y los efectos sobre la salud.

El uso de aguas residuales en la agricultura suele entrañar pocos riesgos para la salud humana en lo que se refiere a peligros químicos, ya que la concentración para la supervivencia y el crecimiento de las plantas es, habitualmente, muy inferior a los umbrales que generan efectos en la salud humana y los efectos de la exposición química tienden a acumularse durante un largo período de tiempo (OMS, 2006). ■

Para determinar los peligros y los eventos peligrosos, el equipo de PSS debería utilizar la Parte A de la herramienta 3.1.

3

HERRAMIENTA 3.1. Plantilla para identificar los peligros y los eventos peligrosos y para validar los controles vigentes

Parte A				Parte B		EVALUACIÓN DE RIESGOS (Dependerá de la metodología de evaluación de riesgos elegida por el equipo de PSS)
COMPONENTE	IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO			CONTROLES EXISTENTES		
Paso del saneamiento	Evento peligroso	Peligro	Grupos de exposición	Descripción de la medida de control existente	Validación del control	

Para detectar los peligros y los eventos peligrosos, deberían realizarse distintas tareas administrativas que combinasen la información descriptiva recopilada en el módulo 2 y las investigaciones sobre el terreno (paso 2.5).

El cambio climático puede crear eventos peligrosos totalmente nuevos y sin precedentes. El equipo de PSS puede basarse en las proyecciones climáticas y en las evaluaciones existentes

de vulnerabilidad, resiliencia y adaptación para determinar los eventos peligrosos con más probabilidades de producirse debido al cambio climático (véase la nota orientativa 3.4). Los equipos de PSS pueden definir un evento peligroso específico causado por el cambio climático o calcular, bajo las condiciones actuales (definidas en el paso 3.3), en qué medida aumentan, se reducen o se mantienen los riesgos en distintos contextos hipotéticos de cambio climático (véase la nota orientativa 3.8).

NOTA ORIENTATIVA 3.4.

Principales efectos del cambio climático y eventos peligrosos derivados

A continuación, se recogen algunos ejemplos de los efectos del cambio climático y los eventos peligrosos derivados que se pueden examinar en relación con el contexto local y los sistemas de saneamiento.



REPERCUSIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO	CAUSAS DE LOS EVENTOS PELIGROSOS	REPERCUSIÓN EN EL SISTEMA DE SANEAMIENTO	EJEMPLO DE EVENTO PELIGROSO	PELIGRO	GRUPOS DE EXPOSICIÓN	
Precipitaciones más intensas o persistentes	Incremento de las inundaciones	Daños en las infraestructuras de las que dependen los sistemas de saneamiento (por ejemplo, redes eléctricas de bombeo, redes viales utilizadas por vehículos de gestión de lodos fecales)	Ingesta de aguas superficiales contaminadas con aguas residuales sin tratar debido a que las plantas de tratamiento no funcionan	Todos los patógenos	CL, CG	
		Desbordamiento de sistemas <i>in situ</i> que provoca derramamientos y contaminación	Ingesta de patógenos tras entrar en contacto con lodos fecales en casos de desbordamiento de sistemas <i>in situ</i>	Todos los patógenos	U, CL	
		Plantas de tratamiento que reciben flujos que superan las capacidades originalmente previstas, lo que hace que estos flujos eludan los procesos de tratamiento	Contacto cutáneo con lodos fecales debido al desbordamiento de sistemas <i>in situ</i>	Anquilostoma	U	
	Aumento de la erosión y desprendimientos de tierra	Contaminación de aguas superficiales y aguas subterráneas o daños a su calidad	Plantas de tratamiento que reciben flujos que superan las capacidades originalmente previstas, lo que hace que estos flujos eludan los procesos de tratamiento	Ingesta de agua contaminada con aguas residuales sin tratar debido a la elusión de las plantas de tratamiento	Todos los patógenos	CL
			Plantas de tratamiento que reciben flujos con concentraciones de contaminantes que superan las capacidades originalmente previstas, lo que empeora los resultados del tratamiento	Ingesta de agua contaminada con aguas residuales parcialmente tratadas debido a una mayor concentración de contaminantes	Todos los patógenos	CL
			Sistemas sépticos que flotan debido a los niveles de aguas subterráneas	Ingesta de patógenos tras entrar en contacto con lodos fecales en casos en los que el tanque séptico flota	Todos los patógenos	U, CL
			Derrumbamiento de letrinas de pozo a causa de las aguas subterráneas	Lesiones corporales y posible asfixia al caer en pozos debido al derrumbamiento de la estructura de la letrina	Lesiones corporales, incluido el ahogamiento	U, O

REPERCUSIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO	CAUSAS DE LOS EVENTOS PELIGROSOS	REPERCUSIÓN EN EL SISTEMA DE SANEAMIENTO	EJEMPLO DE EVENTO PELIGROSO	PELIGRO	GRUPOS DE EXPOSICIÓN
Periodos secos o sequías más intensos o persistentes	Falta de agua para la descarga y la limpieza	Inodoros obstruidos, sucios o inutilizables	Contacto cutáneo con excreta en inodoros sucios. Contacto cutáneo e ingesta de excreciones y pérdida de privacidad y seguridad si los usuarios recurren a la defecación al aire libre	Todos los patógenos, seguridad y dignidad personales	U, CG
	Agua insuficiente para trasladar las aguas residuales y los lodos	Obstrucción de los sistemas de saneamiento, especialmente del alcantarillado, debido a un caudal bajo	Contacto cutáneo con aguas residuales y lodos, lesiones corporales y posibilidad de asfixia al realizar tareas para desatascar el alcantarillado	Todos los patógenos, lesiones y asfixia	O
	Incremento de la demanda de aguas residuales como fuente de agua de riego	Se utilizan aguas residuales sin tratar (si se desvían antes del tratamiento) o cuyo tratamiento es insuficiente (van a destinarse a un uso para el que no es adecuado el proceso de tratamiento) para regar los cultivos	Ingesta de excreta presentes en cultivos regados, especialmente en las hortalizas que se consumen crudas. Contacto cutáneo e inhalación de agua de riego	Todos los patógenos	O, CL, CG
Aumento del nivel del mar	Intrusión salina en zonas bajas o costeras	Daños en instalaciones de tratamiento de aguas residuales (normalmente, en zonas bajas o costeras) a causa de la exposición al agua salada	Ingesta de patógenos en aguas superficiales contaminadas con aguas residuales sin tratamiento o sometidas a un tratamiento parcial	Todos los patógenos	CL
		Menor eficacia del proceso de tratamiento biológico debido a la exposición a agua salada procedente de la intrusión salina en el afluente de aguas residuales	Ingesta de patógenos en aguas superficiales contaminadas con aguas residuales parcialmente tratadas debido a una mayor concentración de contaminantes	Todos los patógenos	CL
	Aumento de los niveles de aguas subterráneas en zonas bajas o costeras	Daños a las infraestructuras subterráneas a causa del aumento de los niveles de aguas subterráneas	Ingesta de aguas subterráneas contaminadas por patógenos fecales	Todos los patógenos	CL
	Mayor riesgo de inundación, especialmente a causa de fenómenos meteorológicos extremos (que pueden favorecer las crecidas, la erosión y los aludes)	Daños en las infraestructuras de las que dependen los sistemas de saneamiento (por ejemplo, redes eléctricas de bombeo, redes viales utilizadas por vehículos de gestión de lodos fecales)	Ingesta de aguas superficiales contaminadas con aguas residuales sin tratar debido a que las plantas de tratamiento no funcionan	Todos los patógenos	CL CG
			Desbordamiento de sistemas <i>in situ</i> que provoca derramamientos y contaminación	Ingesta de patógenos tras entrar en contacto con lodos fecales en casos de desbordamiento de sistemas <i>in situ</i>	Todos los patógenos
		Plantas de tratamiento que reciben flujos que superan las capacidades originalmente previstas, lo que hace que estos flujos eludan los procesos de tratamiento	Contacto cutáneo con lodos fecales debido al desbordamiento de sistemas <i>in situ</i>	Anquilostoma	U
		Ingesta de agua contaminada con aguas residuales sin tratar debido a la elusión de las plantas de tratamiento	Todos los patógenos	CL	

REPERCUSIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO	CAUSAS DE LOS EVENTOS PELIGROSOS	REPERCUSIÓN EN EL SISTEMA DE SANEAMIENTO	EJEMPLO DE EVENTO PELIGROSO	PELIGRO	GRUPOS DE EXPOSICIÓN
Aumento de la temperatura o mayor variabilidad de la temperatura	Aumento de la temperatura del agua dulce	Proliferación de floración de algas o microbios transmitidos por vectores en el agua	Ingesta de aguas superficiales contaminadas durante el baño	Todos los patógenos	CL, CG
	Temperaturas extremas, tanto altas como bajas	Menor eficiencia de los tratamientos biológicos de aguas residuales (si la temperatura excede los límites operacionales o no los alcanza)	Ingesta de agua contaminada con aguas residuales parcialmente tratadas debido a una mayor concentración de contaminantes	Todos los patógenos	CL
		Mayor corrosión de los sumideros	Ingesta de aguas subterráneas contaminadas por patógenos fecales procedentes de sumideros dañados	Todos los patógenos	CL
Tormentas o ciclones más frecuentes o intensos	Incremento de las crecidas	Daños en las infraestructuras de las que dependen los sistemas de saneamiento (por ejemplo, redes eléctricas de bombeo, redes viales utilizadas por vehículos de gestión de lodos fecales)	Ingesta de aguas superficiales contaminadas con aguas residuales sin tratar debido a que las plantas de tratamiento no funcionan	Todos los patógenos	CL
		Desbordamiento de sistemas <i>in situ</i> que provoca derramamientos y contaminación	Ingesta de patógenos tras entrar en contacto con lodos fecales en casos de desbordamiento de sistemas <i>in situ</i>	Todos los patógenos	U, CL
			Contacto cutáneo con lodos fecales debido al desbordamiento de sistemas <i>in situ</i>	Anquilostoma	U
	Vientos más extremos	Daños en las infraestructuras de las que dependen los sistemas de saneamiento (por ejemplo, redes eléctricas de bombeo, redes viales utilizadas por vehículos de gestión de lodos fecales)	Ingesta de aguas superficiales contaminadas con aguas residuales sin tratar debido a que las plantas de tratamiento no funcionan	Todos los patógenos	CL, CG

Nota: Este cuadro es una adaptación del cuadro 4 ("Ejemplos de los efectos de la variabilidad y el cambio climáticos sobre los sistemas de saneamiento") recogido en OMS (2019a). Los ejemplos incluidos dependen del contexto; los que se proporcionan a

3.2 Identificar y evaluar las medidas de control existentes

En relación con cada uno de los eventos peligrosos definidos en el **paso 3.1**, el equipo de PSS debería determinar qué medidas de control se han adoptado ya para mitigar el riesgo asociado a dicho evento peligroso.

Las medidas de control son las acciones o actividades (o barreras) que se pueden usar para prevenir o eliminar un peligro relacionado con el saneamiento, o bien reducirlo a un nivel aceptable. Básicamente, una medida de control reduce el número de patógenos de una ruta o ayuda a reducir la transmisión del peligro. Se asocia a cualquier elemento de la cadena de saneamiento (inodoro, contención-almacenamiento/tratamiento, traslado, transporte, tratamiento y uso y/o disposición final definitiva).

Una vez definidas las medidas de control, el equipo de PSS debería determinar su eficacia para reducir el riesgo de que se produzcan eventos peligrosos. Para evaluar la eficacia de las medidas de control, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- cuán efectiva **podría ser** la medida de control existente (en teoría, presuponiendo que siempre funcionase correctamente, también en contextos hipotéticos de cambio climático); y
- cuán efectiva **es en la práctica** la medida de control existente (teniendo en cuenta las condiciones reales, el efectivo cumplimiento de los reglamentos y normativas existentes y las prácticas operativas vigentes).

El establecimiento de la eficacia teórica y práctica de una medida de control, sea a través de pruebas o de la experiencia, es lo que se conoce como validación de una medida de control. La Parte B de la **herramienta 3.1** se puede utilizar para determinar y validar las medidas de control.

Para valorar la eficacia que podría alcanzar una medida de control existente, lo habitual es recurrir a la documentación disponible o a evaluaciones técnicas detalladas. En el **anexo 1** de esta publicación, en las *Guías sobre el uso seguro de aguas residuales, excretas y aguas grises en agricultura y acuicultura* publicadas por la OMS en 2006 (capítulo 5 de los volúmenes 2, 3 y 4) y en las *Guías para el saneamiento y la salud* publicadas por la OMS en 2018 (capítulo 3), se resume la eficacia potencial de varias medidas de control relativas al tratamiento y la gestión.

Se pueden utilizar valores de reducción logarítmica para evaluar la eficacia de determinadas medidas de control, siempre que se cuente con datos fiables (véase la **nota orientativa 4.6**).

Los datos operativos recopilados en un período largo de tiempo también pueden ayudar a comprender su capacidad de desempeño. En la **nota orientativa 3.5**, se ofrecen recomendaciones sobre cómo validar las medidas de control.

NOTA ORIENTATIVA 3.5.

Documentos que se deben revisar para validar las medidas de control existentes

La validación de una medida de control demuestra si esta consigue, en la práctica, alcanzar los objetivos especificados (por ejemplo, los objetivos de reducción de microbios). En los sistemas de saneamiento, la validación de una medida de control puede implicar:

- la verificación de la carga del sistema en relación con su capacidad prevista;
- la revisión de la documentación disponible relativa a la capacidad de desempeño de las unidades individuales del proceso de tratamiento;
- la verificación del historial de desempeño en condiciones inusuales;
- la revisión de las *Guías para el saneamiento y la salud* de la OMS de 2018 respecto a los niveles de reducción de patógenos en sistemas con un diseño y un funcionamiento correctos (véanse, por ejemplo, los cuadros 3.1, 3.2 y 3.3 relativos a las tecnologías de desempeño del tratamiento de la contención, de tratamiento de aguas residuales y de tratamiento de lodos, respectivamente; y el cuadro 3.4 relativo a los niveles de patógenos en los productos de uso final del saneamiento).
- la revisión de las *Guías sobre el uso seguro de aguas residuales, excretas y aguas grises en agricultura y acuicultura* de la OMS de 2006 respecto a las reducciones de patógenos para medidas de control que no son técnicas en los sistemas de reutilización (véanse, por ejemplo, el cuadro 4.3 y el capítulo 5 del volumen 2; el capítulo 5 del volumen 3; y el capítulo 5 del volumen 4).
- la revisión de las fichas técnicas sobre patógenos de la OMS o la base de datos del Proyecto Mundial sobre los Patógenos del Agua, parte 4 ("Gestión de los riesgos derivados de las excreta y las aguas residuales"), que incluye capítulos en los que se describen las tecnologías de reducción de patógenos en sistemas con y sin conexión al alcantarillado. ■

En el caso de muchas medidas de control, la eficacia práctica de la medida de control existente podría diferir de la efectividad teórica (véase el ejemplo 3.3). Por ejemplo, el funcionamiento de una planta de tratamiento podría no ser el previsto debido a una serie de errores de los

operadores o a periodos de sobrecarga. Algunas medidas de control, como el uso de equipos de protección personal, dependen de la conducta de los usuarios. También se debe tener en cuenta el potencial del cambio climático para influir en la eficacia de la medida de control.

EJEMPLO 3.3. Ejemplos de medidas de control, desempeño previsto en relación con el control y fallos de desempeño habituales

MEDIDA DE CONTROL	NIVEL DE CONTROL PREVISTO	FALLOS DE DESEMPEÑO HABITUALES DETECTADOS EN LA VALIDACIÓN
Inodoros con descarga de agua instalados en viviendas	Los inodoros elevados con descarga de agua eliminan las excretas de las viviendas de manera segura, ya que permiten evitar el contacto activo (a través del tacto) o el contacto pasivo (a través de moscas u otros vectores) con los usuarios ^a .	Si no hay agua para la descarga, se crea un foco de contaminación dentro de la vivienda.
Inodoro con descarga de agua de doble pozo para uso alterno	Alto nivel de reducción de patógenos de ≥ 2 unidades logarítmicas ₁₀ (excepto huevos de <i>Ascaris</i>) ^a	El funcionamiento no se ajusta al diseño tecnológico. En este caso, es necesario cerrar uno de los pozos durante dos años, mientras se utiliza el otro. Sin embargo, se han estado utilizando los dos pozos al mismo tiempo.
Equipo de protección personal	Barrera que protege del contacto cutáneo o a través de aerosoles a los operarios ^b	Las personas encargadas de gestionar los residuos solo utilizan el equipo de protección personal durante la estación fría, de manera que se exponen a riesgos durante siete meses al año.
Lagunas de estabilización de aguas residuales	Tratamiento de aguas residuales hasta un determinado número de coliformes por 100 ml ^b Reducción de los huevos de helmintos a menos de 1 por litro ^b	Diseño deficiente, sobrecarga o cortocircuito, lo que redundaría en la reducción de los periodos de retención y de la calidad de los efluentes.
Aplicación en riego: uso de riego por goteo localizado	Alto nivel de protección de los operarios (potencial de reducción logarítmica de 2) ^b	El bloqueo de las tuberías implica que los operarios pueden estar expuestos a las aguas residuales durante las tareas de reparación.
Aplicación en riego: muerte de los patógenos tras el último riego y antes de la cosecha	Las reducciones logarítmicas reales dependen del tipo de cultivo y de la temperatura, y son específicas de cada lugar ^b .	Uso irregular sobre el terreno en condiciones secas, cuando el abastecimiento alternativo de agua dulce es limitado. Dado que la tasa de reducción es muy variable, si los huevos de helmintos siguen siendo viables durante periodos prolongados (por ejemplo, en condiciones más frías y con poca luz directa), el agua de riego con mayor cantidad de huevos de helmintos que la permitida puede suponer un fallo de la medida de control.
Métodos de elaboración de alimentos: lavado a fondo de verduras de hoja para ensalada	Reducción logarítmica de 1 ^b	Uso irregular por parte de los moradores, sobre todo los más desfavorecidos y los que tienen un acceso limitado al abastecimiento de agua.

^a Véase: OMS (2018), capítulo 3.

^b Basado en: OMS (2006), vol. 2, secciones 3.1.1 y 5.

Nota: Consulte el módulo 4 y el anexo 1 para obtener más información sobre cómo evaluar la eficacia o los resultados previstos en relación con las medidas de control.

NOTA ORIENTATIVA 3.6.

Preguntas sugeridas para validar la eficacia práctica de las medidas de control existentes

En el capítulo 3 de las *Guías para el saneamiento y la salud* publicadas por la OMS en 2018, se ofrecen directrices para conseguir una gestión segura en cada paso del sistema de saneamiento, que incluye aspectos relativos al diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento. Para validar las medidas de control existentes, el equipo de PSS debería considerar cuán eficaces son las medidas de control en la práctica. El cuadro incluye medidas de control de ejemplo y preguntas que se pueden plantear para validar su eficacia.

PASO DEL SANEAMIENTO	MEDIDAS DE CONTROL DE EJEMPLO	PREGUNTAS DE EJEMPLO PARA LA VALIDACIÓN
Inodoro	Instalación de inodoros	¿El diseño de los inodoros es el correcto? ¿Su construcción es adecuada? ¿El material de la losa es duradero?
	Mantenimiento de los inodoros	¿Tienen grietas o algún otro daño?
	Limpieza de los inodoros	¿Están limpios? ¿Hay material de limpieza?
	Acceso a instalaciones de saneamiento compartidas	¿Se utiliza el inodoro público? ¿Está cerca? ¿Cuál es su nivel de aceptación? ¿Esta abierto?
Contención-almacenamiento/tratamiento	Tanque séptico	¿Está sellado? ¿El efluente va a un pozo de absorción, un campo de lixiviación o un sistema de alcantarillado? ¿Es de fácil acceso para el vaciado?
	Letrinas de un solo pozo	¿La parte inferior del pozo se encuentra, como mínimo, entre 1,5 y 2 metros por encima del nivel freático? ¿Las letrinas están elevadas?
	Letrinas de doble pozo alternas	¿Se utilizan según lo previsto (es decir, alternando los pozos)? ¿El tiempo de almacenamiento o de inactividad de cada pozo es de, al menos, 2 años?
Transferencia	Vaciado preventivo	¿Los moradores llaman a los camiones de vaciado antes de que los tanques estén llenos?
	Uso de equipo de protección personal	¿Los trabajadores de saneamiento utilizan equipos de protección personal?
	Asignación de un lugar normativo para la eliminación de lodos fecales	¿Los camiones de vaciado de lodos trasladan los lodos fecales al lugar asignado? ¿Hay vertidos ilegales?
	Limpieza de los sistemas de alcantarillado	¿Hay residuos sólidos en el alcantarillado?
Tratamiento	Planta de tratamiento de aguas residuales	¿Se tuvo en cuenta en su diseño la eliminación de patógenos? ¿Funciona según lo previsto? ¿Está sobrecargada? ¿Se puede encargar de su funcionamiento el personal?
	Control de calidad de efluentes	¿Hay algún laboratorio disponible? ¿Se realizan comprobaciones respecto a la cantidad de patógenos?
	Uso de equipo de protección personal	¿Los trabajadores de saneamiento utilizan equipos de protección personal?
Uso y/o disposición final	Tratamiento de aguas residuales para su reutilización	¿Se tuvo en cuenta en su diseño la eliminación de patógenos? ¿Funciona según lo previsto? ¿Está sobrecargada? ¿Se puede encargar de su funcionamiento el personal?
	Restricciones sobre los productos	¿Los agricultores cultivan exclusivamente los productos indicados?
	Uso de equipo de protección personal	¿Los agricultores utilizan equipos de protección personal?

La validación de las medidas de control permite al equipo de PSS realizar una evaluación crítica y exhaustiva de dichas medidas. La posterior evaluación de los riesgos (del [paso 3.3](#)) se puede apoyar en la información obtenida.

Un dictamen basado en el buen criterio de los miembros más experimentados del equipo de PSS o de otros profesionales puede ser suficiente para validar la eficacia de las medidas de control. En cuanto haya más datos disponibles, es aconsejable revisar la evaluación de riesgos y, en caso de que sea necesario, realizar una validación formal.

3.3 Evaluar y priorizar los riesgos de exposición

La identificación de peligros detallada en el [paso 3.1](#) dará como resultado una gran cantidad de peligros y eventos peligrosos, algunos de los cuales serán graves, mientras que otros serán moderados o insignificantes. En el [paso 3.3](#), se establece el riesgo asociado a cada uno, de tal manera que el equipo de PSS pueda priorizar las mejoras del sistema.

Existen distintas estrategias para evaluar los riesgos, con diferencias en los grados de complejidad y los datos requeridos ([véase la nota orientativa 3.7](#)).

- **Inspección sanitaria simple:** adecuada para sistemas de saneamiento sencillos, especialmente sistemas *in situ*, se centra en los pasos concernientes a los inodoros y la contención.
- **Evaluación de los riesgos descriptiva realizada en equipo:** adecuada para sistemas más complejos, con pocos datos y equipos con poca experiencia en las evaluaciones de riesgos.
- **Evaluación semicuantitativa de los riesgos:** utiliza una matriz de probabilidad y gravedad; adecuada para sistemas más complejos y equipos con más experiencia o recursos.
- **Métodos cuantitativos** (por ejemplo, evaluación cuantitativa del riesgo microbiano): evaluaciones especializadas que pueden complementar la PSS; los equipos de PSS no suelen utilizarlas.

NOTA ORIENTATIVA 3.7.

Datos requeridos para las estrategias de evaluación de los riesgos

En el cuadro, se indica qué tipo de datos accesorios de los recopilados en el [paso 2.4](#) puede ser relevante para aplicar las distintas estrategias de evaluación de los riesgos. En caso de que falte algo de información, los equipos podrían estudiar la posibilidad de utilizar un método semicuantitativo o respaldado por el equipo.

	INSPECCIÓN SANITARIA SIMPLE	EVALUACIÓN DESCRIPTIVA REALIZADA EN EQUIPO	SEMICUANTITATIVA
NORMAS DE CALIDAD PERTINENTES Y REQUISITOS DE CERTIFICACIÓN O AUDITORÍA			
Leyes y ordenanzas pertinentes	✓	✓	✓
Reglamentos sobre vertidos de efluentes y olores		✓	✓
Reglamentos en materia de monitoreo de la calidad, vigilancia y auditoría		✓	✓
Reglamentos nacionales específicos relacionados con los productos agrícolas			✓
Requisitos de certificación relacionados con los productos agrícolas finales.			✓
INFORMACIÓN RELACIONADA CON LA GESTIÓN Y EL DESEMPEÑO DEL SISTEMA			
Datos relacionados con el monitoreo y la vigilancia anteriores			✓
Datos epidemiológicos		✓	✓
Evaluaciones existentes en materia de vulnerabilidad, resiliencia o adaptación de la zona		✓	✓
DEMOGRAFÍA Y PATRONES DE USO DEL SUELO			
Patrón de uso del suelo	✓	✓	✓
Asentamientos (también asentamientos informales) en la zona	✓	✓	✓
Población y número de hogares a los que da servicio el sistema de saneamiento	✓	✓	✓
Actividades especiales que pueden afectar al saneamiento o la producción de residuos			✓
Consideraciones específicas sobre igualdad, como etnicidad, religión, grupos de población migrante y grupos desfavorecidos	✓	✓	✓
Zonas en las que se prevé un crecimiento importante de la población u otro cambio significativo			✓
CAMBIOS REALES O SUPUESTOS RELACIONADOS CON EL CLIMA U OTRAS CONDICIONES ESTACIONALES			
Variabilidad media de la carga de la planta de tratamiento durante el año			✓
Variación estacional del uso a causa del tipo de cultivo y la cosecha			✓
Repercusiones del tratamiento en otras zonas de afluencia durante episodios de precipitaciones intensas		✓	✓
Proyecciones del cambio climático			✓
Cambios en los patrones de uso en épocas de escasez de agua	✓	✓	✓

Es el equipo de PSS el que debe asumir la evaluación de los riesgos, ya sea individualmente o en grupo, para, de este modo, incrementar la objetividad de la evaluación de los riesgos y asignar calificaciones unificadas. Los equipos deben ser específicos en la evaluación de riesgos y ponerla en relación con el evento peligroso. El equipo puede tratar el fallo de la medida de control como un evento peligroso en sí mismo, con su correspondiente probabilidad y consecuencia.

El equipo debe utilizar las proyecciones del cambio climático para valorar si es posible que el cambio climático incremente la probabilidad, la gravedad o el alcance geográfico de los eventos peligrosos. Si no hay proyecciones del cambio climático disponibles o la incertidumbre es elevada (por ejemplo, la futura oscilación de las precipitaciones), el equipo de PSS puede valorar las posibles variaciones de los riesgos en distintos escenarios climáticos (por ejemplo, en condiciones más secas, más húmedas o con tormentas más intensas).

Los niveles de riesgo deben verificarse para garantizar que se adecúen a la realidad. Si hay alguna duda, se aconseja volver a examinar la información y las clasificaciones.

Inspecciones sanitarias simples

Los formularios de inspección sanitaria de la OMS, que constan de listas de verificación de observación tipificadas, se pueden utilizar y adaptar en las investigaciones sobre el terreno para evaluar los riesgos. Los formularios de inspección sanitaria son los más adecuados para zonas rurales con menor densidad demográfica. Los pueden utilizar con facilidad los líderes comunitarios, los inspectores de salud ambiental y los funcionarios sobre el terreno (véase la herramienta 3.2).

HERRAMIENTA 3.2. Formularios de inspección sanitaria simple

Los formularios de inspección sanitaria son listas de verificación breves y tipificadas que se pueden utilizar y adaptar para evaluar los factores de riesgo de un sistema de saneamiento. El sitio web sobre inspecciones sanitarias para los sistemas de saneamiento ("Sanitation inspections for sanitation systems") de la OMS contiene formularios de inspección sanitaria para los tipos de sistemas de saneamiento más habituales.

Estos formularios se utilizan en las investigaciones sobre el terreno para detectar la presencia de riesgos predefinidos. Para empezar, un miembro del equipo de PSS debería recoger información general sobre el lugar, como el número de instalaciones.

A continuación, se valorarán los riesgos predefinidos, como el riesgo de que se produzcan crecidas. El formulario de inspección sanitaria incluye varias preguntas; una respuesta afirmativa indica la presencia del riesgo. Una vez respondidas todas las preguntas, el equipo de PSS será consciente de los riesgos que plantea el sistema de saneamiento para la comunidad.

Los formularios de inspección sanitaria de la OMS se complementan con un conjunto de fichas de consejos de gestión que brindan orientación relativa al manejo y el mantenimiento de los sistemas de saneamiento, además de posibles medidas correctivas para los riesgos detectados. El equipo de PSS puede utilizar estas fichas para seleccionar las medidas orientadas a mitigar los riesgos detectados. Estas medidas de control prioritarias se pueden utilizar para elaborar un plan de mejoras más detallado en el módulo 4. A modo de ejemplo, en la figura siguiente se muestra un fragmento de un formulario de inspección sanitaria de la OMS.

Sanitation inspection form **SANITATION**

Flush toilet with a single pit

I. GENERAL INFORMATION

A. Location
(Add specific information on the location. Add "N/A" where information is not applicable.)

Village/town	District	Province	State
National grid reference coordinates	GPS coordinates	Additional location information	Number of households served by this facility

B. Setting
(Circle the relevant option: low, medium or high.)

Population density	Accessibility for mechanical emptying	Risk to groundwater used for drinking	Water availability
Low Medium High	Low Medium High	Low Medium High	Low Medium High
Risk of flooding	Soil hardness (rocky soil)	Soil permeability	Land availability
Low Medium High	Low Medium High	Low Medium High	Low Medium High

II. SANITATION SAFETY INSPECTION

IMPORTANT: Read the following notes before undertaking the sanitary inspection

- Answer the questions by ticking (✓) the appropriate box. For guidance, refer to the illustration overleaf.
- If there is no risk present, or a question does not apply to the pit being inspected, tick the **NO** box.
- If a risk is present, tick **YES**. For important situations that require attention, note the actions to be taken. These notes can be used to develop a more detailed improvement plan, outlining what will be done, by whom, by when and what resources are required. For guidance, refer to the Management Advice Sheet.

Sanitary inspection questions	NO	YES (tick)	What action is needed?
TOILET			
1 Is the toilet not accessible for all intended users? <small>The location (e.g. ensuring a clear and secure access path) and design should make it easy to use by all users including those with special needs or reduced physical mobility (e.g. the elderly, disabled, etc.). This may include adding features like an access ramp, handrail, etc.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2 Is the toilet superstructure absent, incomplete, damaged and/or does not provide privacy and security to the intended users? <small>Ingress of rainwater may cause the pit to fill up and overflow, while animals, rodents, insects etc. entering the toilet and/or pit can damage the facility and carry excreta to the community. A door/lockable from the inside and a working light will help provide privacy and security to the user.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3 Is the toilet dirty with visible excreta on surfaces? <small>If the toilet is not kept clean, the users may be exposed to excreta when using the toilet and/or this may discourage toilet use.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4 Is hand cleaning material (e.g. toilet paper, leaves, water) absent or inappropriate for the technology? <small>If culturally appropriate facilities are not provided, users could be exposed to excreta. If hand cleaning material is not appropriate for the technology used, this may cause blockages or damages to the system.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

(Draft: 10 June 2019 12:18 PM) ... continued overleaf

Sanitation inspection form **SANITATION**

Sanitation inspection questions	NO	YES (tick)	What action is needed?
TOILET			
1 Are handwashing facilities absent inside or next to the toilet? <small>Handwashing facilities consist of the presence of water and soap. They may be fixed or mobile and include a sink with tap water, buckets with taps, tippy taps, and jugs or basins designated for handwashing. Soap includes bar soap, liquid soap, powder detergent, and soapy water.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2 Can flies and other insects easily enter and leave the pit/container/tank? <small>Flies can carry disease from the excreta in the pit/container/tank to the local community.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3 Are there excreta over flowing from the squat hole, pan or pedestal; and/or are there ponds of effluent visible on the ground outside the toilet? <small>If there are, users may be exposed to excreta.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4 Is the pit poorly maintained such that the cover slab is cracked or damaged, and/or the side walls are not stable? <small>If the walls are not stable and/or the slab cracked, there may be a risk that the pit will collapse putting users at risk (e.g. falling into pit).</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5 Is the bottom of the pit less than 1.5 m from the water table where groundwater supply is used for drinking? <small>If so, the pit may contaminate groundwater (e.g. by infiltration). This may pose health risks where groundwater is used for drinking.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6 Is the toilet and/or pit located within 15 m ² of a well or hand pump that is used for drinking? <small>Toilets close to groundwater supplies may affect water quality (e.g. by infiltration) and pose health risks to those relying on the water source for drinking.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
CONTAINMENT			
7 Is the pit/septic tank located on higher ground from the drinking water source? <small>Pollution on higher ground poses a risk, especially in the wet season, as faecal material may flow towards the water source below.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8 Is effluent flowing from the tank outlet to an open drain, water body or to open ground? <small>If so, the local community may be exposed to excreta.</small>			NA
9 Are the toilet and cartilage poorly maintained with broken components, visible cracks or defects to the side wall? <small>If the walls are cracked, there may be a risk that the cartilage will leak, exposing users, sanitation workers, and the local community to excreta.</small>			NA
10 Is the container/pit/leach tank not accessible for emptying? <small>Workers need to be able to access the pit with tools and emptying equipment to safely remove faecal sludge. There should be at least one removable access hatch/cover/lid over a hole large enough for hoses to be inserted for emptying the pit/septic tank.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11 Is the pit/container/septic tank almost full?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Total number of risks identified: /13			

** These are general rules. Where groundwater is used for drinking, a risk assessment should take the following factors into account: type of containment technology, hydro-logic level, depth to groundwater table and soil type, horizontal and vertical distance from drinking-water source to containment technology, level of treatment if any applied to contaminated water before use.

* NA = The question/risk factor is not applicable.

Flush toilet with a single pit (Draft: 10 June 2019 12:18 PM) 2

Sanitation inspection form **SANITATION**

III. ADDITIONAL DETAILS — remarks, observations, photographs and recommendations

.....

.....

.....

.....

IV. CORRECTIVE ACTIONS AGREED TO BE UNDERTAKEN

(Where possible, corrective actions should focus on addressing the most serious risks first. Use additional sheets if required.)

Action No.1:

Date action should be completed:

Name of person responsible for action:

Signature of person responsible for action: Date:

Action No.2:

Date action should be completed:

Name of person responsible for action:

Signature of person responsible for action: Date:

Action No.3:

Date action should be completed:

Name of person responsible for action:

Signature of person responsible for action: Date:

V. INSPECTION DETAILS

Name of inspector:

Designation of inspector:

Signature: Date:

Name of sanitation representative:

Signature: Date:

Water, Sanitation, Hygiene and Health Unit
Avenue Appia 20, 1211 Geneva 25, Switzerland
Telephone: +41 22 791 2131
Website: www.who.int/water_sanitation_health

World Health Organization

Flush toilet with a single pit (Draft: 10 June 2019 12:18 PM) 4

Los formularios de inspección sanitaria para sistemas de saneamiento y las fichas de consejos de gestión se pueden descargar desde el sitio web de la OMS.

Evaluación descriptiva de los riesgos realizada en equipo

En la evaluación descriptiva de los riesgos realizada en equipo, se utilizan los criterios del equipo de PSS para evaluar los riesgos y clasificar los eventos peligrosos como de riesgo bajo, medio o alto. Se pueden utilizar las definiciones de la [herramienta 3.3](#), pero también existe la posibilidad de que el equipo de PSS elabore sus propias definiciones relativas a la salud.

HERRAMIENTA 3.3. Descripciones de categorías de riesgos sugeridas para la evaluación descriptiva de los riesgos realizada en equipo

DESCRIPTOR DEL RIESGO	NOTAS
Alto	El evento podría provocar lesiones, enfermedades agudas o crónicas o la muerte. Es necesario tomar medidas para minimizar el riesgo.
Medio	El evento puede tener efectos moderados sobre la salud (por ejemplo, fiebre, dolor de cabeza, diarrea o pequeñas lesiones) o generar molestias (por ejemplo, ruidos o malos olores). Una vez controlados los riesgos de prioridad alta, se deben tomar medidas para minimizar estos riesgos.
Bajo	No se prevén efectos sobre la salud. No es necesario tomar ninguna medida. Estos riesgos se deben reconsiderar en un futuro, dentro del proceso de revisión.

A fin de detallar el efecto del cambio climático en cada evento peligroso, los equipos pueden señalar la probabilidad de que el riesgo se incremente, se reduzca o se mantenga en los distintos contextos hipotéticos de cambio climático previstos (se recomienda la consulta de la [nota orientativa 3.8](#) y el uso de la [herramienta 3.4](#)).

Si se utiliza la estrategia descriptiva realizada en equipo, será decisión de este efectuar o no una evaluación semicuantitativa del riesgo cuando llegue la siguiente revisión de la PSS.

HERRAMIENTA 3.4. Plantilla para la evaluación descriptiva de los riesgos realizada en equipo

COMPONENTE	IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO <small>(Incluye los eventos peligrosos nuevos o sin precedentes asociados a los contextos hipotéticos de cambio climático; véanse el ejemplo 3.2 y la nota orientativa 3.4)</small>				CONTROLES EXISTENTES		EVALUACIÓN DESCRIPTIVA DE LOS RIESGOS REALIZADA EN EQUIPO			FUNDAMENTOS DE LA DECISIÓN <small>(Justificación de la evaluación del riesgo, según las condiciones actuales, los contextos hipotéticos de cambio climático o la eficacia del control)</small>
	Paso del saneamiento	Evento peligroso	Peligro	Grupos de exposición	Número de personas en riesgo	Descripción de la medida de control existente	Validación del control	SEGÚN LAS CONDICIONES ACTUALES, CON LOS CONTROLES EXISTENTES	SEGÚN LOS CONTEXTOS HIPOTÉTICOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MÁS PROBABLES <small>(Indique dos contextos hipotéticos en las celdas que figuran a continuación, por ejemplo, sequías o lluvias intensas. + significa un aumento del riesgo, - significa una disminución del riesgo, = significa que el riesgo no varía)</small>	
							Prioridad del riesgo <small>(por ejemplo, alta, media o baja)</small>	Contexto hipotético 1	Contexto hipotético 2	

Evaluación semicuantitativa del riesgo

La evaluación semicuantitativa del riesgo es más exhaustiva que la evaluación descriptiva de los riesgos realizada en equipo. Se considera adecuada para organizaciones que actúan con marcos normativos bien definidos y para equipos de PSS familiarizados con el análisis de peligros y puntos críticos de control o la metodología de PSA, o bien equipos de PSS dedicados a la revisión del proceso de planificación de la seguridad del saneamiento.

El equipo de PSS asigna sistemáticamente una probabilidad y una gravedad a cada evento peligroso detectado utilizando una matriz de riesgos, hasta alcanzar una puntuación o una categoría de riesgo. En las herramientas 3.5 y 3.6, se proporciona una matriz de riesgos a modo de sugerencia, además de definiciones de probabilidad (por ejemplo, improbable, posible o probable) y gravedad (por ejemplo, grave o leve). Al evaluar la gravedad del evento peligroso, tenga en cuenta las características de los flujos del sistema (determinadas en el módulo 2), así como la magnitud de los resultados sanitarios asociados.

HERRAMIENTA 3.5. Definiciones de riesgos sugeridas para la evaluación semicuantitativa de los riesgos

DESCRIPTOR		DESCRIPCIÓN
Probabilidad (P)		
1	Muy improbable	No ha sucedido en el pasado y es muy improbable que suceda en los próximos 12 meses (o en otro periodo de tiempo razonable).
2	Improbable	No ha sucedido en el pasado, pero podría darse en situaciones excepcionales en los próximos 12 meses (o en otro periodo de tiempo razonable).
3	Posible	Puede que haya sucedido en el pasado o podría ocurrir en circunstancias normales en los próximos 12 meses (o en otro periodo de tiempo razonable).
4	Probable	Ha sucedido en el pasado o es probable que ocurra en los próximos 12 meses (o en otro periodo de tiempo razonable).
5	Casi seguro	Ha sucedido con frecuencia en el pasado o es casi seguro que ocurra en prácticamente cualquier circunstancia en los próximos 12 meses (o en otro periodo de tiempo razonable).
Gravedad (G)		
1	Insignificante	Peligro o evento peligroso que no causa ningún efecto sobre la salud o que causa efectos sobre la salud insignificantes en comparación con los niveles de referencia.
2	Leve	Peligro o evento peligroso que podría causar efectos leves sobre la salud (como síntomas temporales de irritación, náuseas o dolor de cabeza).
4	Moderada	Peligro o evento peligroso que podrían causar efectos limitantes en la salud o una enfermedad leve (por ejemplo, diarrea aguda, vómitos, infección de las vías respiratorias superiores o traumatismo leve).
8	Grave	Peligro o evento peligroso que podrían causar enfermedades o lesiones (por ejemplo, malaria, esquistosomiasis, trematodiasis de transmisión alimentaria, diarrea crónica, problemas respiratorios crónicos, trastornos neurológicos, fracturas óseas) o que puede originar demandas y cuestiones jurídicas o incumplimientos de normativas graves .
16	Catastrófica	Peligro o evento peligroso que podría causar enfermedades o lesiones graves, o incluso la muerte (por ejemplo, intoxicación grave, pérdida de extremidades, quemaduras graves, ahogamiento) o que originará una amplia investigación por parte del ente regulador , con probabilidad de enjuiciamiento.

HERRAMIENTA 3.6. Matriz de evaluación semicuantitativa del riesgo

			GRAVEDAD (G)				
			Insignificante	Leve	Moderada	Grave	Catastrófica
			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
Puntuación de riesgo R = P x G			<6	6-12	13-32	>32	
Nivel de riesgo			Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto	

El equipo de PSS puede elaborar sus propias definiciones de probabilidad y gravedad, en función del sistema y del contexto local. Las definiciones podrían incluir aspectos relacionados con las posibles repercusiones sobre la salud, sobre la normativa y sobre la percepción por parte de la comunidad o los clientes. Sin embargo, el principio de salvaguardia de la salud pública debe respetarse en todas las definiciones.

Se puede utilizar la **herramienta 3.7** para registrar los resultados. A fin de detallar el efecto del cambio climático en cada evento peligroso, los equipos pueden señalar la probabilidad de que el riesgo se incremente, se reduzca o se mantenga en los distintos contextos hipotéticos de cambio climático previstos (véase la **nota orientativa 3.8**).

Con la herramienta 3.8, el equipo puede resumir los mayores riesgos. A la hora de priorizar los eventos peligrosos, es esencial tener en cuenta el número de personas en situación de riesgo. Estos eventos se abordarán a través de las medidas de mejora seleccionadas en el módulo 4.

En el **anexo 2** se proporcionan resúmenes de los riesgos para la salud de naturaleza microbiana, con los que se pretende contribuir a la evaluación de la gravedad de los eventos peligrosos relacionados con el uso de las aguas residuales en la agricultura.

HERRAMIENTA 3.7. Plantilla para la evaluación semicuantitativa de los riesgos

COMPONENTE	IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO				CONTROLES EXISTENTES		EVALUACIÓN DE RIESGOS						COMENTARIOS QUE JUSTIFICAN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO (según las condiciones actuales, los contextos hipotéticos de cambio climático o la eficacia del control)	
							SEGÚN LAS CONDICIONES ACTUALES, CON LOS CONTROLES EXISTENTES <small>P = probabilidad; G = gravedad; R = nivel de riesgo (por ejemplo, alto)</small>				SEGÚN LOS CONTEXTOS HIPOTÉTICOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MÁS PROBABLES <small>(Indique dos contextos hipotéticos en las celdas que figuran a continuación, por ejemplo, sequías o lluvias intensas. + significa un aumento del riesgo, - significa una disminución del riesgo, = significa que el riesgo no varía)</small>			
							P	G	Puntuación (P x G)	R	Contexto hipotético 1	Contexto hipotético 2		
Paso del saneamiento	Evento peligroso	Peligro	Grupos de exposición	Número de personas en riesgo	Descripción de la medida de control existente	Validación del control								

HERRAMIENTA 3.8. Plantilla para priorizar los eventos peligrosos en función de los resultados de las evaluaciones semicuantitativas del riesgo

Paso del saneamiento	Evento peligroso	Grupo de exposición	Número de personas en riesgo	Riesgo (Bajo, moderado, alto o muy alto)	Cambios previstos en los riesgos según los contextos hipotéticos de cambio climático	Prioridad (Baja, media, alta o muy alta)



NOTA ORIENTATIVA 3.8.

Evaluación de riesgos a efectos del cambio climático y la variabilidad climática

El cambio climático y la variabilidad climática pueden afectar a la probabilidad y la gravedad de los peligros y los eventos peligrosos. La probabilidad de que se produzcan determinados peligros o eventos peligrosos puede aumentar o disminuir como consecuencia del cambio climático. Por ejemplo, en condiciones de sequía, puede disminuir la frecuencia con la que se desbordan las alcantarillas, pero el uso de aguas residuales sin tratar puede aumentar. Pese a que puede resultar difícil concretar la probabilidad de futuros contextos hipotéticos en valores definitivos, estas probabilidades futuras deben tenerse en cuenta durante la evaluación de riesgos.

De la misma forma, las consecuencias de los peligros y los eventos peligrosos pueden variar en gravedad. Por ejemplo, la descarga de efluentes a un río cobra más importancia en condiciones de sequía, cuando los niveles de las aguas receptoras son bajos, en comparación con episodios de lluvias intensas, cuando la dilución es mayor. Cuando las proyecciones climáticas presenten un elevado grado de incertidumbre, ha de valorarse la manera en que los distintos contextos climáticos hipotéticos repercutirían en la puntuación de gravedad. Debe darse prioridad a los contextos climáticos hipotéticos que conlleven el mayor aumento del riesgo.

Con el objetivo de simplificar la evaluación de riesgos a efectos del cambio climático y la variabilidad climática, el equipo de PSS puede seleccionar los contextos hipotéticos de cambio climático más probables y decidir si el riesgo aumentará, disminuirá o no variará. En el siguiente cuadro, se muestra un ejemplo de una evaluación semicuantitativa del riesgo basada en este enfoque.

COMPONENTE	IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO				CONTROLES EXISTENTES		EVALUACIÓN DE RIESGOS						COMENTARIOS QUE JUSTIFICAN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS (Según las condiciones actuales, los contextos hipotéticos de cambio climático o la eficacia del control)	
							SEGÚN LAS CONDICIONES ACTUALES, CON LOS CONTROLES EXISTENTES P = probabilidad; G = gravedad; R = nivel de riesgo (por ejemplo, alto)				SEGÚN LOS CONTEXTOS HIPOTÉTICOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MÁS PROBABLES (Indique dos contextos hipotéticos en las celdas que figuran a continuación, por ejemplo, sequías o lluvias intensas. + significa un aumento del riesgo, - significa una disminución del riesgo, = significa que el riesgo no varía)			
							P	G	Puntuación (P x G)	R	Contexto hipotético 1	Contexto hipotético 2		
Paso del saneamiento	Evento peligroso	Peligro	Grupos de exposición	Número de personas en riesgo	Descripción de la medida de control existente	Validación del control								
											Sequía	Precipitaciones más intensas, crecidas		
Traslado	Ingesta de aguas subterráneas contaminadas por las fugas procedentes del alcantarillado, que llegan hasta las aguas subterráneas poco profundas	Todos los patógenos	Comunidad local	50.000	Campañas de concienciación dirigidas a las familias para fomentar técnicas de tratamiento del agua en el hogar, como el uso de filtros y cloración	Ineficaz: las encuestas en los hogares revelan que las familias no utilizan estas técnicas	4	4	16	A	+	+	Durante una sequía, la probabilidad de recoger agua para beber de fuentes poco profundas aumenta. Durante una crecida, los contaminantes perjudican la calidad de las aguas subterráneas.	

Pueden consultarse otros ejemplos en el ejemplo práctico sobre PSS en Newton.

4 MÓDULO

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
PLAN DE MEJORA INCREMENTAL

MÓDULO 4

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA INCREMENTAL

¿Qué aspectos hay que mejorar? ¿De qué manera?

PASOS

- 4.1 Considerar opciones para controlar los riesgos identificados
- 4.2 Desarrollar un plan de mejora incremental
- 4.3 Implementar el plan de mejora incremental

HERRAMIENTAS

- Herramienta 4.1. Plantilla para enumerar y analizar las opciones de control
Herramienta 4.2. Plantilla para un plan de mejora gradual en materia de PSS

PRODUCTOS

- Un plan de mejora incremental que proteja a todos los grupos de exposición a lo largo de la cadena de saneamiento
- Inversión progresiva para la puesta en práctica del plan

Visión general

En el módulo 3, el equipo de PSS determinó los riesgos de máxima prioridad. El módulo 4 selecciona las nuevas medidas de control (cambios reglamentarios o de políticas, mejoras tecnológicas, cambios en la gestión o comportamiento) que permitirán combatir estos riesgos en los lugares del sistema donde resulten más eficaces. Este proceso contribuye a velar por que la financiación y las medidas se destinen a los riesgos más elevados con la mayor urgencia.

El plan de mejora y el plan de monitoreo, desarrollados y ejecutados en el módulo 4 y el módulo 5 respectivamente, constituyen los productos principales en materia de PSS. En el caso poco probable de que la evaluación de riesgos y la clasificación del módulo 3 concluyan que no es preciso llevar a cabo mejoras de ningún tipo, puede procederse a los módulos 5 y 6.

Paso 4.1 Considerar opciones para controlar los riesgos identificados: se valoran opciones para controlar los mayores riesgos, como mejoras tecnológicas, cambios en la gestión y el funcionamiento, medidas para lograr cambios de comportamiento y medidas reglamentarias y de políticas.

Paso 4.2 Desarrollar un plan de mejora incremental: las opciones seleccionadas se concretan en un plan de acción definido.

Paso 4.3 Implementar el plan de mejora incremental: se promueven medidas e inversiones por parte de las entidades responsables a fin de poner en marcha el plan de mejora.

4.1 Considerar opciones para controlar los riesgos identificados

De conformidad con lo dispuesto en el módulo 3, el equipo de PSS contará con una lista exhaustiva de peligros y eventos peligrosos clasificados como prioritarios.

El equipo de PSS deberá estudiar opciones para controlar los eventos peligrosos prioritarios a fin de reducir el nivel de riesgo. Las opciones de mejora pueden clasificarse en las siguientes categorías:



Las medidas regulatorias son mecanismos que permiten regular la cadena de servicios de saneamiento. Dado que el saneamiento es transversal a muchos otros sectores, la legislación y la reglamentación pertinentes pueden encontrarse en los códigos y normas relativos a la construcción y la planificación, la legislación de los gobiernos locales, los reglamentos de los servicios públicos o los acuerdos de concesión de licencias, entre otros. Las medidas de PSS deberían hacer hincapié

en las ordenanzas y los decretos locales aprobados por las autoridades locales. En algunos casos, las autoridades locales podrían promover cambios en los reglamentos nacionales.

En el capítulo 4 de las *Guías para el saneamiento y la salud* publicadas por la OMS en 2018 se detalla el alcance de los marcos legislativos y regulatorios en materia de saneamiento, así como los mecanismos de regulación de los sistemas de saneamiento. La **nota orientativa 4.1** expone algunas opciones de mecanismos regulatorios.

NOTA ORIENTATIVA 4.1.

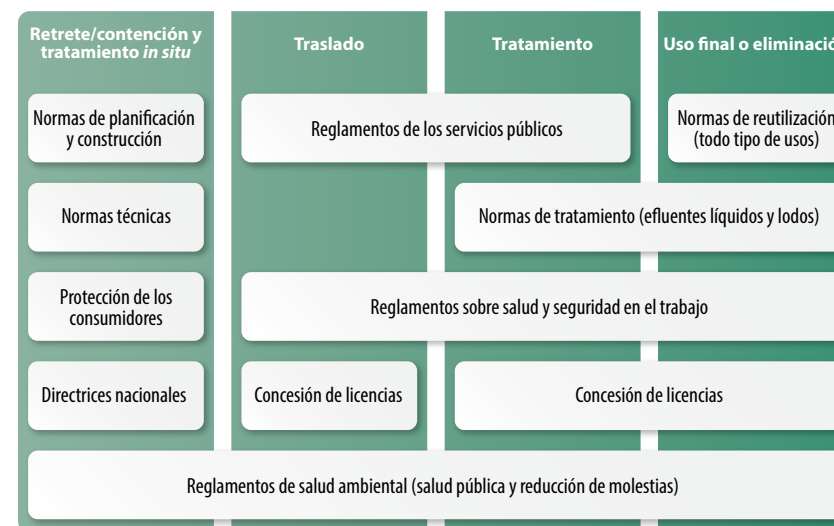
Opciones de mecanismos regulatorios para la cadena de servicios de saneamiento

En el siguiente diagrama se presentan mecanismos regulatorios mediante los cuales regular los pasos de la cadena de servicios de saneamiento (OMS, 2018).

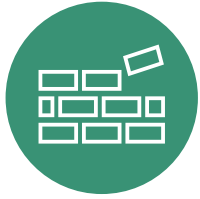
La legislación y los reglamentos pertinentes pueden consultarse en distintas fuentes:

- legislación local en materia de salud pública, salud y seguridad ocupacional, medio ambiente, recursos hídricos y protección del consumidor;
- legislación y reglamentos en materia de agricultura, energía y seguridad alimentaria en relación con el uso seguro de los lodos fecales;
- ordenanzas locales;
- códigos y normas relativos a la construcción y la planificación; y
- reglamentos de los servicios públicos.

Para más información, véase la sección 4.4 (“Legislación, reglamentos, normas y guías”) de las *Guías para el saneamiento y la salud* publicadas por la OMS en 2018. ■



Fuente: gráfico 4.4 en OMS (2018).



Las medidas de control técnico, también denominadas mejoras tecnológicas, abarcan la construcción o renovación del sistema de saneamiento. Algunas de estas medidas consisten en instalar o reparar inodoros en los hogares u otros entornos, mejorar o reparar las tecnologías de contención (por ejemplo, pozos o tanques sépticos), suministrar o mejorar los equipos de vaciado y transporte de lodos fecales, reparar el alcantarillado, construir estaciones de transferencia de lodos fecales y estaciones de descarga al alcantarillado, y suministrar elementos o procesos —nuevos o adicionales— relativos a las plantas de tratamiento.

En el capítulo 3 (Sistemas de saneamiento seguro) de las *Guías para el saneamiento y la salud* publicadas por la OMS en 2018 se pormenorizan las principales características técnicas y directivas para garantizar que el riesgo de la población —como resultado de la exposición a las excretas— se reduzca al mínimo en cada uno de los pasos de la cadena de servicios de saneamiento. En la **nota orientativa 4.2** se destacan algunas recomendaciones encaminadas a reducir el riesgo y diversos ejemplos de medidas de control graduales para cada uno de los pasos de la cadena de servicios de saneamiento.



Las medidas de control operacional y de gestión comprenden los métodos, los procedimientos y las rutinas necesarias para completar una actividad concreta en la cadena de servicios de saneamiento. Incluyen disposiciones sobre cómo organizar y capacitar a las personas para que desempeñen su labor. Por ejemplo: elaborar y respetar procedimientos operativos estándar y planes de respuesta de emergencia; capacitar a los agentes clave en materia de prestación de servicios; establecer sistemas de gestión de información; poner en marcha programas de control de vectores; y adoptar medidas operativas específicas relativas a la reutilización, como las restricciones de cultivos y los tiempos de retención.

Las **notas orientativas 4.3 y 4.4** aportan información adicional relativa a dos medidas de gestión fundamentales que deben incluirse en todas las iniciativas de PSS.

NOTA ORIENTATIVA 4.2

Ejemplos de medidas técnicas de control graduales

Los siguientes ejemplos de medidas de control graduales se han extraído del capítulo 3 de las *Guías para el saneamiento y la salud* publicadas por la OMS en 2018, y podrían servir como consejos para los equipos de PSS en zonas con recursos limitados.

- **Indoro:** “En las zonas rurales remotas, por ejemplo, donde la disponibilidad de materiales es un factor limitante o donde se considera que es demasiado alto el costo de transportar una losa duradera desde un pueblo vecino, los hogares deben como mínimo cubrir con un revestimiento de mortero toda la plataforma de madera donde se ponen en cuclillas. Este método debe limitar la exposición” (OMS, 2018).
- **Contención:** No existen medidas de control graduales para la contención. Sin embargo, cuando exista riesgo de contaminación de las aguas subterráneas, se debe considerar la posibilidad de elevar los pozos o aplicar un sistema de saneamiento basado en contenedores.
- **Transferencia:** Las opciones incluyen “reducir al mínimo los riesgos del vaciado manual”, en referencia a dotar a los operarios de bombas mecánicas o manuales; y habilitar “estaciones de transferencia y estaciones de descarga al alcantarillado”.
- **Tratamiento:** Es posible tratar los lodos fecales en las aguas residuales existentes de forma conjunta. No obstante, es preciso incluir un paso previo de deshidratación, con vistas a “tratar la fracción líquida con las aguas residuales municipales y luego, tratar conjuntamente la fracción sólida con el lodo de las aguas residuales que provienen de la tecnología de tratamiento de aguas residuales” (OMS, 2018).
- **Uso y/o disposición final:** Algunas opciones incluyen métodos de riego con poco contacto (por ejemplo, riego por goteo). ■

NOTA ORIENTATIVA 4.3.

Procedimientos operativos estándar

Todos los sistemas deben ir acompañados de instrucciones sobre su funcionamiento. Los procedimientos operativos estándar son instrucciones escritas en las que se describen los pasos o las medidas que deben adoptarse en condiciones de funcionamiento normales, así como las medidas correctivas que han de aplicarse cuando los parámetros de monitoreo alcanzan o exceden los límites operativos. Si no se redactan correctamente, los procedimientos operativos estándar tienen un valor limitado. Igualmente, incluso los procedimientos operativos estándar mejor escritos fracasarán si no se cumplen.

Deben redactarse procedimientos y manuales para los distintos componentes técnicos del sistema, como las bombas o los procesos de tratamiento. Además de la información técnica necesaria para gestionar el sistema, deben desarrollarse procedimientos de gestión que describan las tareas que deben llevarse a cabo para gestionar todos los aspectos del sistema de saneamiento, incluso en situaciones de emergencia. A continuación, se ofrecen algunos ejemplos de procedimientos de gestión:

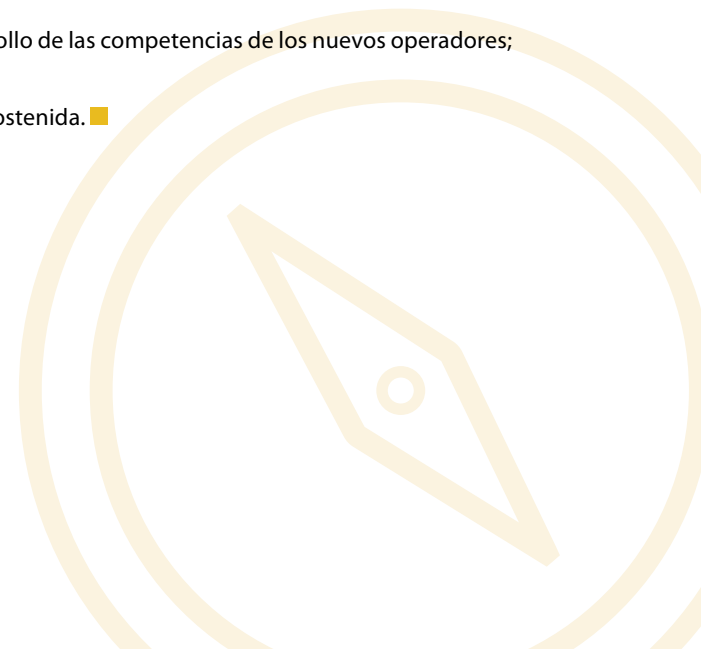
- cronogramas de operación y mantenimiento;
- procedimientos para todos los aspectos del tratamiento del sistema (por ejemplo, cribado, aireación, filtración, cloración);
- procedimientos durante y después de fenómenos meteorológicos extremos o desastres;
- procedimientos de monitoreo operativo (descritos en el módulo 5);
- procedimientos relativos a la gestión de los insumos del sistema de saneamiento; y
- cronogramas y procedimientos para monitorear la calidad de las aguas residuales y su reutilización, así como los requisitos legales.

Las copias de los procedimientos operativos estándar en vigor deben ser de fácil acceso para que las personas que llevan a cabo la actividad en una esfera de trabajo determinada puedan consultarlas, ya sea en formato impreso o electrónico. Debe ofrecerse al personal una capacitación adecuada sobre cómo aplicar los procedimientos y otros protocolos de gestión.

Los miembros del equipo de gestión —a ser posible el supervisor directo— deben revisar periódicamente los procedimientos operativos estándar (por ejemplo, cada año o dos años) para garantizar que las políticas y los procedimientos siguen siendo adecuados y no han quedado desactualizados. Si un procedimiento operativo estándar describe un proceso que ya no está vigente, debe retirarse y archivar. Siempre que se modifiquen los procedimientos, los procedimientos operativos estándar deben actualizarse y volver a aprobarse. En caso de una nueva evaluación de riesgos, es necesario comprobar que los procedimientos operativos estándar conexos sigan siendo apropiados.

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

- ayuda a generar confianza en que los operadores y el personal de apoyo complementario saben qué medidas adoptar, y cómo y cuándo tomarlas;
- favorece el cumplimiento coherente y eficaz de las tareas;
- permite recabar conocimientos y experiencia que, de otro modo, podrían perderse con la renovación del personal;
- refuerza la capacitación y el desarrollo de las competencias de los nuevos operadores; y
- sienta las bases para una mejora sostenida. ■



NOTA ORIENTATIVA 4.4.

Planes de respuesta de emergencia

Los planes de respuesta de emergencia se diseñan para aplicarse en situaciones de emergencia en las que no existe un procedimiento operativo estándar específico. También deben tenerse en cuenta en el contexto de las medidas de control operacional. Por ejemplo, los operadores deben saber cómo responder a los desbordamientos y las crecidas, fenómenos que podrían causar un vertido descontrolado de lodos fecales o de aguas residuales sin tratar o parcialmente tratadas.

Los planes de respuesta de emergencia permiten poner en marcha procesos de preparación y gestión adaptativa adecuados para responder a condiciones emergentes e imprevistas, como los peligros climáticos. El saneamiento debe enmarcarse en la preparación para casos de desastre y, por lo tanto, los materiales de saneamiento e higiene deben adquirirse junto con otros suministros de emergencia.

Es importante evaluar la eficacia de los planes de respuesta de emergencia y la preparación de los agentes clave de la cadena de servicios de saneamiento para responder a las emergencias mediante sesiones de capacitación y ejercicios periódicos (por ejemplo, una vez al año). Los planes de respuesta de emergencia deben revisarse después de que se haya producido la situación en cuestión, y la PSS debe actualizarse en consecuencia, de acuerdo con las lecciones aprendidas. ■



Las medidas para lograr cambios de comportamiento aluden a programas diseñados para fomentar el cambio de comportamiento a escala individual, doméstica, comunitaria y de las principales partes interesadas que participan en la prestación de servicios de saneamiento. Pueden emplearse enfoques de distinta índole a fin de lograr cambios de comportamiento: enfoques basados en mensajes de información, educación y comunicación; enfoques comunitarios; enfoques de comercialización social y de mercado; y enfoques fundamentados en teorías psicológicas y sociales. En el ámbito de la PSS, un ejemplo clave es el uso de equipos de protección personal por parte de los trabajadores de saneamiento y los agricultores.

Las campañas de comunicación desempeñan un papel preponderante a la hora de difundir mensajes en pro del cambio de comportamiento y comercializar productos y servicios relacionados con el saneamiento entre los ciudadanos. Estos son responsables de aplicar y mantener algunas medidas de control de la PSS, especialmente en los pasos concernientes a los inodoros y la contención. Así pues, es necesario informarles de sus responsabilidades y de por qué deben cumplirlas; de cómo pueden acceder a los productos y servicios (incluidas las subvenciones, según corresponda) necesarios para la construcción, el mantenimiento y el monitoreo; y de las consecuencias de la inacción (es decir, el cumplimiento de las normas). Las autoridades locales que apliquen la PSS deben establecer alianzas con los medios de comunicación locales en aras del impacto de sus iniciativas de comunicación. Es posible que los programas de comunicación en vigor deban reconsiderarse en función de cómo refuercen las prioridades de mejora de la PSS.

Los sistemas de saneamiento deben implantar una serie de barreras contra diferentes tipos de peligros. A tal fin, se recomienda aplicar un **enfoque de barreras múltiples**. Dicho de otro modo, los sistemas de saneamiento de calidad establecen controles a lo largo de todo el proceso a fin de reducir los riesgos para la salud humana. En el [ejemplo 4.1](#) se aportan distintas opciones de mejora a lo largo de la cadena de servicios de saneamiento para poner en marcha un sistema de gestión de lodos fecales.

EJEMPLO 4.1. Ejemplos de opciones de mejora a lo largo de la cadena de servicios de saneamiento

PASO DE LA CADENA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO	REGULATORIA ^a	TIPO DE OPCIÓN DE MEJORA		
		TÉCNICA ^b	DIRECTIVA Y OPERATIVA ^b	CAMBIO DE COMPORTAMIENTO ^c
Inodoro	Normas técnicas relativas a los materiales, las dimensiones y la ubicación	Instalar inodoros con descarga de agua	Capacitar a los albañiles para garantizar que se instalen correctamente	Campaña de comunicación para fomentar un uso y mantenimiento adecuados del inodoro
Contención-almacenamiento/tratamiento	Directrices para la inspección periódica de los sistemas <i>in situ</i>	Instalación de tanques sépticos sellados e impermeables	Creación de una base de datos sobre infraestructuras de saneamiento <i>in situ</i>	Programa para fomentar la renovación de los tanques de contención que no están sellados
Transferencia	Concesión de licencias a proveedores de servicios de vaciado	Instalar estaciones de transferencia de lodos fecales	Crear un centro de llamadas para el vaciado de tanques sépticos	Programa de protección del consumidor en el que se estipulen los derechos y las responsabilidades de los usuarios de los servicios de vaciado de lodos fecales
Tratamiento	Normas sobre efluentes líquidos; directrices sobre el control de las molestias (olores, moscas, ruido) ocasionadas por las instalaciones de tratamiento	Construir una planta de tratamiento de lodos fecales o efectuar mejoras si ya existe una	Elaborar procedimientos operativos estándar relativos a la gestión y el mantenimiento	Programa interno de sensibilización para garantizar la salud y la seguridad ocupacional
Uso y/o disposición final	Normas para los productos del lodo, clasificados según el tipo de uso	Tratamiento adicional de lodo seco (por ejemplo, co-compostaje)	Capacitar a los agricultores en materia de selección de cultivos (por ejemplo, solo cultivos que no se consumen crudos)	Programa doméstico de seguridad alimentaria (para fomentar el lavado de los productos)

En OMS (2018) pueden consultarse:

^a orientaciones para reforzar el marco legislativo, haciendo especial hincapié en los mecanismos regulatorios (capítulo 4);

^b recomendaciones para reducir el riesgo en cada uno de los pasos de la cadena de servicios de saneamiento (capítulo 3); y

^c principios sobre el cambio de comportamiento en materia de saneamiento a escala individual, familiar y comunitaria (capítulo 5).

Una preocupación recurrente de los equipos de PSS pasa por la gestión de los riesgos químicos en los sistemas de saneamiento. Tal como se explica en las **notas orientativas 2.6** y **3.3**, debido al uso generalizado de productos químicos en los asentamientos humanos y en los sistemas industriales y agrícolas, los peligros químicos pueden provenir de múltiples fuentes. Siguiendo un enfoque de barreras múltiples, la **nota orientativa 4.5** presenta recomendaciones sobre cómo evaluar diferentes tipos de medidas de control para reducir los riesgos que presentan los peligros químicos.

NOTA ORIENTATIVA 4.5.

Mitigar los riesgos de los peligros químicos

El aumento de la producción y el uso de sustancias químicas conlleva una mayor exposición y un riesgo más elevado para la salud humana. Con el fin de reducir el riesgo de peligros químicos asociados a los sistemas de saneamiento, debe adoptarse una combinación de medidas normativas, técnicas, de gestión, operativas y de cambio de comportamiento.

Una de las principales medidas en materia de gestión abarca la disponibilidad y recopilación de datos (Weiss *et al.*, 2016). El desarrollo normativo precisa de datos y pruebas exhaustivos, como información sobre el ciclo de vida completo de las sustancias químicas y evaluaciones de los efectos en la salud humana en varias escalas. Weiss *et al.* (2016) sugirieron que los datos disponibles sobre las vías de exposición y las concentraciones se pusieran a disposición de los interesados, así como las pruebas de los efectos en la salud humana. Además, deben recopilarse datos adicionales que contribuyan a identificar los contaminantes más peligrosos, los procesos que entrañan los mayores riesgos, los ámbitos en los que debe reforzarse la concienciación, los ámbitos en los que la capacidad y los conocimientos humanos son limitados, las prácticas de manipulación deficientes o incluso la ausencia de legislación (Weiss *et al.*, 2016).

La regulación es otra de las principales medidas de control. Los organismos de protección del medio ambiente y los ministerios de sanidad deberían promulgar normativas que

En el anexo 1 se ofrecen numerosos ejemplos de medidas de control relacionadas con la reutilización (de cariz mayormente técnico) y comentarios sobre su eficacia a la hora de reducir los riesgos. La **nota orientativa 4.6** proporciona información sobre distintos métodos para reducir los patógenos y garantizar la protección del consumidor en sistemas agrícolas que emplean aguas residuales.

regulen los vertidos industriales de metales pesados, lubricantes y aceites, ácidos y bases, y productos químicos orgánicos tóxicos a las alcantarillas municipales. Es preciso que los gobiernos garanticen el cumplimiento los reglamentos para atajar la desobediencia de las leyes o los reglamentos relativos a la aplicación, producción y eliminación de productos químicos y otros materiales residuales, una práctica que ha provocado la introducción de una gran cantidad de productos químicos en el medio ambiente (PNUMA, 2013).

La coordinación entre los diferentes organismos gubernamentales y su capacidad para crear y mantener sistemas que monitoreen los peligros químicos es un requisito básico para gestionar los riesgos químicos de forma adecuada. Otra de las medidas clave en materia de control operacional radica en diseñar una estrategia clara y un programa de formación para superar las deficiencias de las capacidades humanas en lo tocante a la supervisión del uso de productos químicos peligrosos en las actividades industriales.

Las medidas para lograr cambios de comportamiento, promover la responsabilidad social de las empresas y sensibilizar a las comunidades sobre el impacto de la actividad humana en la calidad del agua deben complementar otras medidas de control.

En OMS (2017b) se presentan una serie de estrictas medidas para los contaminantes químicos en el agua potable. ■

NOTA ORIENTATIVA 4.6.

Comprender las reducciones logarítmicas y el enfoque de barreras múltiples

La eficiencia de un sistema de saneamiento concreto puede expresarse como el valor de reducción logarítmica de 10 (LRV, por sus siglas en inglés), el cual se define como la diferencia entre las concentraciones de patógenos transformadas logarítmicamente en el afluente y el efluente, ya sea para una tecnología de saneamiento concreta o para todo el sistema (von Sperling, Verbyla y Mihelcic, 2018). Por ejemplo, si la concentración del afluente es de $1,00 \times 10^7$ *Escherichia coli*/100 ml y la del efluente es de $1,00 \times 10^5$ *E. coli*/100 ml, el LRV de la tecnología de saneamiento en cuestión es $7 - 5 = 2$.

En los sistemas de saneamiento centralizados, como las plantas de tratamiento avanzado de aguas residuales que se encuentran en asentamientos de ingreso alto, se establecen pasos de tratamiento en serie para lograr la concentración deseada. La eficiencia general del sistema de tratamiento es el resultado de las sumas de cada uno de los pasos de tratamiento: $LRV_{general} = LRV_{UNIDAD A} + LRV_{UNIDAD B} + LRV_{UNIDAD C}$. Por ejemplo, un sistema completo de tratamiento de aguas residuales podría constar de tres tecnologías de saneamiento (sedimentación, lodos activados y microfiltración) dispuestas en serie, con las siguientes eficiencias de reducción: Unidad A = 90% (LRV = 1), Unidad B = 99,9% (LRV = 3) y Unidad C = 99,9% (LRV = 3). En este caso, la eficiencia de reducción de patógenos total se calculará de la siguiente manera: $LRV_{general} = LRV_{UNIDAD A} + LRV_{UNIDAD B} + LRV_{UNIDAD C} = 1 + 3 + 3 = 7$. Estos sistemas de tratamiento suelen ser muy caros, por lo que no siempre resultarán viables en zonas con pocos recursos.

A fin de reducir el riesgo de patógenos en los sistemas de saneamiento, debe aplicarse un enfoque de barreras múltiples. En este caso, debe planificarse una combinación secuencial de medidas de control, habida cuenta del uso final o la eliminación previstos, así como de los límites y las normas nacionales en materia de efluentes.

Los sistemas de saneamiento *in situ*, como los tanques sépticos con sistemas subsuperficiales de adsorción en el suelo, suelen satisfacer las necesidades de un gran porcentaje de la población. La eficiencia global de estos sistemas en materia de reducción de patógenos depende de muchos factores, como el tiempo de residencia hidráulica, un funcionamiento y mantenimiento adecuados, la geología y las características del suelo, y la funcionalidad del sistema de absorción del suelo. Adegoke y Stenstrom (2019), en calidad de colaboradores del

Proyecto Mundial sobre los Patógenos del Agua, describieron una amplia gama de LRV en los sistemas sépticos: pueden llegar a alcanzar un valor de 8 o no pasar de 0. Por lo tanto, estos sistemas deben complementarse con múltiples barreras, como normas técnicas relativas a la construcción, programas para lograr cambios de comportamiento en los hogares y medidas de gestión que permitan establecer sistemas de monitoreo a escala municipal.

En muchos países de ingreso bajo o mediano, los agricultores utilizan las aguas residuales sin tratar, parcialmente tratadas y tratadas, tanto directa como indirectamente. En estos casos, los objetivos de reducción de patógenos deben centrarse en proteger a los agricultores y a los consumidores, y deben planificarse en función del tipo de cultivos, las prácticas agrícolas y los métodos de riego, tal como se aprecia en los siguientes ejemplos.

- En un sistema de reutilización de aguas residuales en el que los productos de los cultivos se cocinan antes de consumirse, la prioridad debe ser proteger a los agricultores. Según la OMS (2006), un LRV de 4 reduce el recuento de 10^7 a 10^3 (1.000) *E. coli*/100 ml, un valor representativo de una norma muy segura en materia de efluentes para proteger a los agricultores (véase OMS, 2006, vol. 2, cuadro 2). Esta meta puede conseguirse con lagunas de estabilización (LRV = 2-3) complementadas con medidas de control de la exposición, como el uso de equipos de protección personal o la promoción del lavado de manos y la higiene personal.
- En un sistema de reutilización de aguas residuales en el que los productos de los cultivos se consumen crudos, debe protegerse tanto a los agricultores como a los consumidores (véase OMS, 2006, vol. 2, figura 4). En este caso, el objetivo debería ser un LRV de entre 6 y 7. Ello puede lograrse mediante una combinación de opciones de tratamiento de bajo grado (por ejemplo, lagunas de sedimentación y detención; LRV = 1-2); opciones en las explotaciones agrícolas, como el riego localizado (por ejemplo, riego por goteo de cultivos de crecimiento bajo; LRV = 2) y la mortandad de patógenos antes del consumo (LRV = 2); y barreras que no estén directamente relacionadas con las explotaciones agrícolas (por ejemplo, lavar los cultivos con agua antes del consumo; LRV = 1). Véanse el anexo 1 y OMS (2006), vol. 2, cuadro 4.3.

El límite de verificación de la calidad del agua de riego es inferior a 1 huevo de nematodo intestinal por litro en humanos (véase OMS, 2006, vol. 2, págs. 66 a 68 para consultar más información sobre el uso en tierras agrícolas; en lo relativo al uso en acuicultura o el uso de las excreciones, véanse el vol. 3, sección 4.2 y el vol. 4, secciones 4.1 y 5). ■

Al analizar las medidas de control, deben tenerse en cuenta las siguientes circunstancias:

- el potencial para mejorar los controles vigentes;
- el costo de la opción de control en relación con su eficacia probable;
- el punto más adecuado en la cadena de saneamiento para controlar el riesgo (por ejemplo, en la fuente de peligro o en otro punto posterior de la cadena de saneamiento);
- la eficacia técnica de nuevas propuestas de opciones de control;
- la aceptabilidad y fiabilidad del control en relación con los hábitos culturales y de comportamiento a escala local;
- la responsabilidad de aplicar, gestionar y supervisar la nueva medida de control propuesta;
- las labores de capacitación, comunicación, consulta y presentación de informes necesarias para aplicar la medida de control propuesta;

- el grado en que la medida de control resultará positiva si se producen los cambios climáticos previstos o, en aquellos casos en los que el futuro cambio climático sea incierto, los beneficios de dicha medida en cualquier contexto climático hipotético (a menudo denominadas opciones “útiles en todo caso” o “de bajo riesgo”); y
- la posibilidad de que la medida de control falle si el clima cambia de forma inesperada.

La **herramienta 4.1** propone una plantilla para enumerar y analizar las opciones de control de los eventos peligrosos clasificados como prioritarios en función de la responsabilidad, la eficacia, el nivel de recursos necesarios y la eficacia ante los contextos hipotéticos de cambio climático.

HERRAMIENTA 4.1. Plantilla para enumerar y analizar las opciones de control

Paso de la cadena de servicios de saneamiento: _____

Descripción del evento peligroso: _____

Grupo de exposición: _____

Opciones de mejora					
Opción de aplicar una nueva medida de control o de actualizar una ya existente para este evento peligroso	¿Cuál es la eficacia probable de esta opción de medida de control? (Alta, media, baja)	¿Cuál es el nivel de recursos necesarios? (Incluidos recursos financieros, humanos, apoyo político; alto, medio, bajo)	¿Cuál será la eficacia de esta medida de control según los contextos hipotéticos de cambio climático más probables? (Eficaz, ineficaz, perjudicial)	Comentarios/discusión	Prioridad respecto al plan de mejora (Inmediatamente, a corto plazo, a mediano plazo, a largo plazo)

En el ejemplo 4.2 se ilustra un método para priorizar las opciones de control en función de su potencial para mejorar la salud y la eficacia técnica, así como de la probabilidad de que sean aceptadas por las partes implicadas. Cada equipo debe decidir cómo seleccionar las medidas de mejora más adecuadas de cara a controlar el evento peligroso que represente el mayor riesgo.

EJEMPLO 4.2. Comparación de las opciones de control

Con el objetivo de ordenar las medidas propuestas en función de su prioridad, se evalúa el potencial de las distintas opciones para mejorar la salud humana y ambiental del sistema, así como su eficacia técnica y la probabilidad de que las partes implicadas las acepten. El siguiente cuadro muestra los valores establecidos para cada medida y la ponderación atribuida a cada categoría.

POTENCIAL	EFICACIA 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 prioridad = (potencial × su ponderación) × (eficacia × su ponderación) × (aceptabilidad × su ponderación). Se confiere la máxima prioridad a las opciones que obtengan las puntuaciones más altas.

De esta forma, el equipo de PSS puede priorizar las medidas de mejora en función de las limitaciones financieras y de recursos.

Nota: a partir de las experiencias en materia de PSS en el Perú.

Siempre que sea posible, en el plan de mejora se debe tratar la causa que origina un problema. Uno de los principios basados en los riesgos más importantes manifiesta la necesidad de prevenir el evento peligroso o situar la medida de control o mejora lo más cerca posible de la fuente de riesgo, algo que no siempre es factible. A menudo, resulta más eficaz gestionar una combinación de eventos peligrosos mediante un único control en otro punto del sistema. Cabe destacar que algunas de las medidas de control solo pueden aplicarse durante períodos de tiempo breves (por ejemplo, durante crecidas graves) o concretos (por ejemplo, en condiciones de sequía) y deben aplicarse de forma selectiva. Tal es el caso, por ejemplo, de algunas medidas para lograr cambios de comportamiento.

EJEMPLO 4.3. Opciones de planes de mejora para el control de los huevos de helmintos

Peligro: huevos de helmintos

Evento peligroso: Exposición de agricultores o niños y niñas (menores de 15 años) a aguas residuales parcialmente tratadas en el terreno, lo que provoca helmintiasis

Opciones de medidas de control y consideraciones:

- Llevar botas o calzado adecuado puede reducir la probabilidad de exposición al peligro. Sin embargo, como esta medida de control no suele ser práctica y ni los agricultores ni los niños y niñas la utilizan en el terreno, no puede calificarse de fiable.
- Proporcionar algún tratamiento sencillo de las aguas residuales aguas arriba de el área de riego (por ejemplo, una balsa de detención sencilla del tamaño adecuado para reducir la concentración de huevos de helmintos a menos de 0,1 huevos/l) constituye un método fiable a fin de lograr que el número de huevos de helmintos descienda hasta las concentraciones deseables (véase OMS, 2006, vol. 2, págs. 84 a 86).
- Suministrar medicamentos vermífugos de forma periódica a las personas encargadas de manipular los residuos (por ejemplo, a los operarios expuestos a los lodos fecales) puede reducir la duración e intensidad de la infección. En entornos donde la helmintiasis es muy habitual, también se pueden distribuir periódicamente medicamentos vermífugos en las comunidades (por ejemplo, a los niños y niñas en edad escolar) con el objetivo de reducir las tasas de prevalencia.

EJEMPLO 4.4. Opciones de planes de mejora aplicables en explotaciones agrícolas típicas, intensivas en mano de obra y en entornos con recursos escasos

En este ejemplo, el sistema de riego actual utiliza aguas residuales sin tratar en los surcos. El producto son hortalizas de hoja para el mercado local. Las lechugas suelen estar en contacto con el suelo y en la mayoría de los casos se comen crudas. Se practica una agricultura manual e intensiva en mano de obra.

Se trata de un entorno en el que los recursos escasean, y las aguas residuales son fundamentales para la subsistencia de los agricultores, para quienes los nutrientes del agua de riego tienen un gran valor. El tratamiento centralizado de las aguas residuales no se considera viable a corto o mediano plazo. Los consumidores suelen lavar los productos antes del consumo.

En la **nota orientativa 4.5** se explica que, si se mantienen las prácticas actuales, el objetivo es lograr una reducción total de 6 unidades logarítmicas, 3 de las cuales deberían producirse en el ámbito del agua de riego para proteger a los trabajadores agrícolas. Las prácticas vigentes no cumplen el objetivo relativo a la calidad microbiana (incluidos los huevos de helmintos) del agua de riego y los trabajadores agrícolas corren un riesgo elevado.

Estas son algunas de las opciones que deben tenerse en cuenta a la hora de proteger a los trabajadores agrícolas:

- instalación de lagunas anaerobias de corto tiempo de retención, en las explotaciones agrícolas, para disminuir los huevos de helmintos y, en cierta medida, la carga de otros patógenos;
- riego por goteo (cabe señalar que sigue siendo necesaria una reducción adicional de 4 unidades logarítmicas para proteger plenamente a los consumidores); y
- mejores controles de protección personal de los agricultores (por ejemplo, equipos de protección personal, lavado de manos, higiene personal).

Algunas de las opciones que se han valorado para proteger a los consumidores de los productos incluyen:

- control del riego antes de la cosecha (por ejemplo, interrupción del riego antes de la cosecha);
- mortandad de los patógenos antes del consumo (dando un margen entre el riego final y el consumo);
- lavado de los productos en agua dulce antes de transportarlos al mercado; y
- programas de educación para garantizar la aplicación sistemática de buenas prácticas a la hora de preparar alimentos.

Dadas las limitaciones de este entorno, parece poco probable que los objetivos puedan alcanzarse a corto o mediano plazo, pero combinar las opciones anteriores puede reducir los riesgos sanitarios tanto para los agricultores como para los consumidores.

En el **ejemplo 4.5** se muestra un plan de mejora con opciones a corto y mediano plazo para un sistema *in situ* en el que los lodos fecales se recolectan en letrinas de pozo y se aplica un tratamiento de co-compostaje con residuos sólidos orgánicos.

EJEMPLO 4.5. Plan de mejora de la PSS para un sistema de saneamiento *in situ*, Viet Nam

A continuación, se ofrecen algunos de los componentes clave del plan de mejora de este sistema.

Plan a corto plazo:

- Ofrecer capacitación interna sobre la importancia de la salud y la seguridad en el lugar de trabajo, especialmente en relación con los riesgos detectados.
- Revisar las operaciones y los procedimientos técnicos para reducir los riesgos relacionados con el funcionamiento de los camiones cisterna de succión de lodos y la adición de residuos al compost procedentes de la planta de tratamiento (por ejemplo, reponer una bomba averiada para transferir el efluente tratado de la planta de tratamiento a las pilas de compost, en lugar de utilizar camiones cisterna de succión de lodos).

Plan a mediano y largo plazo:

- Mejorar y aumentar el mantenimiento de los vehículos y el equipo para reducir la probabilidad de averías mecánicas (durante las cuales los operarios están más expuestos a los peligros).
- Mejorar los inodoros con vistas a reducir los riesgos para los operarios y el público que utiliza las instalaciones.

Cuando la evaluación del riesgo para la salud indique un aumento del riesgo durante los contextos hipotéticos de cambio climático, como sequías persistentes y lluvias intensas, el equipo de PSS deberá incluir medidas específicas de adaptación destinadas a aumentar la resiliencia (véase la **nota orientativa 4.7**).

NOTA ORIENTATIVA 4.7.

Ejemplos de opciones de adaptación climática para un sistema de saneamiento específico

El cuadro muestra algunos ejemplos de opciones de adaptación destinadas a desarrollar la resiliencia de ciertas tecnologías de saneamiento a los efectos del cambio climático (OMS, 2018).

TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO	CONTEXTO CLIMÁTICO HIPOTÉTICO MÁS PROBABLE	REPERCUSIÓN EN EL SISTEMA DE SANEAMIENTO	EVENTO PELIGROSO	EJEMPLO DE OPCIONES DE ADAPTACIÓN
Inodoros secos y inodoros de bajo consumo	Precipitaciones más intensas o persistentes	Estabilidad reducida del suelo que da lugar a una menor estabilidad del pozo	Lesiones corporales y posible asfixia al caer en pozos debido al derrumbamiento de la estructura de la letrina.	Revestir los pozos con materiales locales. Utilizar diseños de inodoros adaptados a las condiciones locales: inodoros elevados; pozos más pequeños que se vacíen con frecuencia; inodoros con cámara; con pedestal elevado; consolidar el suelo alrededor de los pozos; etc.
Tanques sépticos	Precipitaciones más intensas o persistentes	Elevación de los niveles de aguas subterráneas, lo que causa daños estructurales en los tanques	Ingesta de aguas subterráneas contaminadas por patógenos fecales	Instalar tapas selladas en los tanques sépticos y válvulas de retención en las tuberías, a fin de evitar contraflujos
Alcantarillado convencional	Aumento del nivel del mar	El nivel del mar sube y eleva los niveles de los alcantarillados de zonas costeras, lo que causa contrainundaciones	Ingesta de patógenos en aguas superficiales contaminadas con aguas residuales parcialmente tratadas debido a una mayor concentración de contaminantes	Utilizar rejillas especiales y tuberías de descarga restringidas. Instalar válvulas de retención en las tuberías para evitar contraflujos.
Tratamiento de lodos fecales o aguas residuales	Tormentas o ciclones más frecuentes o intensos	Los sistemas de tratamiento han sufrido daños o han sido destruidos, lo que causa el vertido de flujos de excreciones sin tratar y contaminación ambiental.	Ingesta de aguas de superficie contaminadas con aguas residuales sin tratar o lodos fecales debido a que las plantas de tratamiento han dejado de funcionar	Instalar defensas contra las crecidas, las inundaciones y la escorrentía (por ejemplo, diques), y realizar una gestión adecuada en lo relativo a la captación. Invertir en sistemas de alerta temprana y equipos de respuesta de emergencia (por ejemplo, bombas móviles almacenadas fuera del lugar de uso, sistemas de tratamiento no eléctricos) Siempre que sea factible, ubicar los sistemas en las ubicaciones menos propensas a las inundaciones, la erosión, etc.
Reutilización de aguas residuales para la producción de alimentos	Sequías prolongadas	La escasez de agua aumenta, lo que conlleva una mayor dependencia de las aguas residuales para el riego	Ingesta de agentes patógenos tras el contacto con efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales durante el riego o las prácticas agrícolas en el terreno	Mejorar la selección de cultivos, el tipo de riego y los tiempos de retención. Incluir consideraciones relativas al cambio climático y la variabilidad climática en los procesos de evaluación, seguimiento y establecimiento de controles.

Nota: este cuadro se ha adaptado del cuadro 3.6 de OMS (2018).

4.3 Implementar el plan de mejora incremental

Cuando el plan de mejora incremental esté preparado, deben llevarse a cabo importantes iniciativas de coordinación y aplicación a fin de poner en práctica las medidas de control prioritarias.

Lo ideal sería asegurar parte de los fondos por adelantado para garantizar que se adopten medidas inmediatas. Sin embargo, en vez de financiación especial, muchas actividades necesitarán que las organizaciones responsables se comprometan. Esta circunstancia ocurre con las medidas de control regulatorio y directivo, ya que las ordenanzas y directrices locales pueden diseñarse en el marco de la labor diaria de las autoridades implicadas. En lo tocante a las medidas para lograr cambios de comportamiento dirigidas a la población en general, debe trabajarse de forma coordinada con los departamentos locales dedicados a la movilización de la comunidad y las campañas de sensibilización para incluir los mensajes sobre la PSS.

A fin de concretar otras medidas de mejora, será preciso contar con financiación especial, sobre todo en lo relativo a medidas técnicas como las infraestructuras físicas. La responsabilidad de recaudar fondos no debe recaer únicamente en la organización líder en materia de PSS, y el comité directivo debe abogar por la obtención de recursos y garantizar la disponibilidad de estos fondos de cara a la aplicación.

La financiación puede provenir de los fondos públicos nacionales (por ejemplo, a través de líneas presupuestarias y programas especializados de WASH [agua, saneamiento e higiene]), los presupuestos provinciales destinados a la prestación de servicios municipales, los impuestos de los ciudadanos y las empresas locales, las transferencias como la ayuda internacional y los préstamos, y las tarifas pagadas por los usuarios de los servicios. El equipo de PSS puede estudiar la posibilidad de reforzar el mercado de bienes y servicios de saneamiento, de modo que los hogares contribuyan total o parcialmente a la adquisición, la construcción, la mejora o el mantenimiento de su sistema de saneamiento a los proveedores de servicios (empresas de servicios públicos y agentes privados informales, como operadores de camiones cisterna de succión de lodos) (UNICEF, 2020). Por ejemplo, una empresa de servicios de saneamiento puede decidir mejorar el sistema de alcantarillado y repercutir el costo a los hogares conectados a ese sistema en su factura mensual.

Como en otras intervenciones, la ejecución de la PSS requiere competencias y herramientas de gestión de proyectos. El líder de PSS debe planificar, delegar, supervisar y controlar minuciosamente todos los aspectos de la ejecución. Asimismo, debe motivar a las personas implicadas para que alcancen los objetivos fijados, en riguroso cumplimiento de las metas de desempeño previstas en lo relativo al tiempo, el costo, la calidad y el alcance. El líder de PSS deberá supervisar e informar periódicamente sobre el progreso de la ejecución y, cuando proceda, mantener informado al comité directivo.

5 MÓDULO

MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE CONTROL Y
VERIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO

MÓDULO 5

MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE CONTROL Y VERIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO

*¿El sistema de saneamiento funciona según lo previsto?
¿Es eficaz?*

PASOS

- 5.1 Definir y llevar a cabo el monitoreo operativo
- 5.2 Verificar el desempeño del sistema
- 5.3 Auditoría del sistema

HERRAMIENTAS

- Herramienta 5.1. Plantilla para el resumen del plan de monitoreo operativo
- Herramienta 5.2. Plantilla para el monitoreo operativo

PRODUCTOS

- Un plan de monitoreo operativo funcional
- Un plan de verificación funcional que puede incluir una evaluación independiente

Visión general

Los sistemas de saneamiento son dinámicos. Incluso los sistemas mejor diseñados pueden ofrecer un desempeño inferior al esperado, lo que conlleva riesgos inaceptables para la salud y una pérdida de confianza en el servicio o los productos. El módulo 5 desarrolla un plan de monitoreo para comprobar periódicamente que el sistema funciona según lo previsto y define estrategias sobre qué hacer en caso contrario. Cuando los proveedores de servicios llevan a cabo un monitoreo operativo y las autoridades responsables de la supervisión se encargan de la verificación, el público cuenta con garantías de que el sistema funciona adecuadamente y de que se pondrán en marcha medidas correctivas cuando los resultados del monitoreo superan los límites críticos.

El plan de mejora del módulo 4 y los planes de monitoreo y verificación del módulo 5 constituyen los principales productos de la PSS. Asimismo, los productos del monitoreo generan pruebas específicas para cada sistema que permiten justificar las operaciones o la necesidad de mejorar futuras iteraciones del módulo 4.

Paso 5.1 Definir y llevar a cabo el monitoreo operativo : supervisa periódicamente las medidas de control críticas para aportar información sencilla y rápida sobre la eficacia de las medidas de control, de modo que puedan efectuarse correcciones rápidamente en caso necesario.

Paso 5.2 Verificar el desempeño del sistema: verifica periódicamente si el sistema cumple los resultados previstos en materia de desempeño, como la calidad de los efluentes o los productos. La verificación puede correr a cargo de los operadores o del organismo encargado de la supervisión, y será más intensiva en situaciones con mayores necesidades de recursos o donde los requisitos normativos son más estrictos.

Paso 5.3 Auditoría del sistema: aporta pruebas adicionales e independientes sobre el desempeño del sistema y la calidad de la PSS. Las auditorías pueden formar parte de las funciones de monitoreo mencionadas anteriormente. La auditoría y la certificación serán más pertinentes en los países donde existan tales requisitos (por ejemplo, requisitos de certificación para los productos irrigados con aguas residuales).

5.1 Definir y llevar a cabo el monitoreo operativo

En los módulos 3 y 4, se definieron una serie de medidas de control, tanto nuevas como ya vigentes. El paso 5.1 tiene por objeto seleccionar los puntos y parámetros de monitoreo que permitan comprobar de forma rápida y sencilla que las medidas de control seleccionadas funcionan según lo previsto, además de determinar las tendencias de desempeño a lo largo del tiempo.

En general, para el monitoreo operativo se recaban datos de distintas fuentes:

- **observaciones y medidas sencillas** (por ejemplo, el caudal para comprobar los tiempos de detención, la temperatura del compostaje, observaciones de las prácticas en las explotaciones agrícolas, las frecuencia de deshidratación de los tanques sépticos, el uso adecuado de los inodoros y las tecnologías de contención); y
- **muestreo y análisis** (por ejemplo, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos en suspensión, sólidos totales).

En la **nota orientativa 5.1** se ofrecen algunos ejemplos del monitoreo operativo típico en cada uno de los pasos de la cadena de servicios de saneamiento.

NOTA ORIENTATIVA 5.1.

Monitoreo operativo típico en el marco de la PSS

El control operativo es el control rutinario de parámetros que pueden medirse rápidamente (mediante pruebas que pueden realizarse con rapidez o mediante inspección visual) para fundamentar las decisiones de gestión con el fin de evitar que surjan condiciones peligrosas. El cuadro que figura a continuación muestra ejemplos de parámetros de monitoreo operativo y sus respectivas fuentes de información para cada paso de la cadena de servicios de saneamiento.

PASO DE LA CADENA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO	PARÁMETROS DEL MONITOREO OPERATIVO	FUENTES DE DATOS
Inodoro	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad, accesibilidad y privacidad de las instalaciones sanitarias • Estado de la superestructura (por ejemplo, si no existe, está incompleta o ha sufrido daños) • Limpieza (excreciones visibles en la superficie) • Disponibilidad de materiales de limpieza e instalaciones para el lavado de manos 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones sanitarias (véase la herramienta 3.2) • Las inspecciones pueden llevarse a cabo de forma rutinaria, en encuestas periódicas o especiales, o mediante el censo nacional.
Contención-almacenamiento/tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de la losa que funciona como cubierta (por ejemplo, si está agrietada o dañada) • Los desbordamientos son visibles o se han comunicado • Tiempo de reposo de las tecnologías secas de saneamiento 	
Transferencia	<ul style="list-style-type: none"> • Los trabajadores de saneamiento emplean equipos de protección personal • Se utilizan carreteras predefinidas para transportar los lodos fecales • Limpieza del alcantarillado 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección • Programas de vigilancia • Inspección sobre el terreno
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Caudales • Tiempos de retención • Demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos en suspensión • Temperaturas de compostaje 	<ul style="list-style-type: none"> • Datos recabados de los operadores y verificados mediante muestreos ocasionales y análisis de laboratorio independientes
Uso y/o disposición final	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos correctos de aplicación y riego • Duración de los períodos de retención • Establecimiento de barreras físicas • Frecuencia con la que los agricultores utilizan correctamente los equipos de protección personal 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección de las explotaciones agrícolas cercanas • De forma rutinaria, mediante encuestas periódicas

Es posible que monitorear todas las medidas de control no resulte práctico. Deben priorizarse los puntos de monitoreo más importantes en relación con el control de los mayores riesgos. Se deben determinar los siguientes aspectos con respecto a cada punto que se monitorea:

- parámetro (resultado de una medición o una observación)
- método de monitoreo
- frecuencia con la que se lleva a cabo el monitoreo
- persona encargada del monitoreo
- un límite crítico
- una medida que debe adoptarse cuando se exceda el límite crítico.

Los límites críticos suelen ser cifras basadas en la medición de un parámetro. En algunos casos, los límites cualitativos son suficiente (por ejemplo, “todos los olores deben ser aceptables” o “las moscas no representan una molestia”).

Los equipos de PSS pueden utilizar los formatos que se detallan en las **herramientas 5.1** y **5.2** para registrar el plan de monitoreo operativo. Además, pueden adaptar y utilizar los formularios de inspección sanitaria de la OMS para los sistemas de saneamiento presentados en el módulo 3 (véase la nota orientativa 3.2).

En el **ejemplo 5.1** se ilustra un plan de monitoreo operativo típico para monitorear el desempeño de las pilas de co-compostaje en una planta de tratamiento de lodos fecales. Debe tenerse en cuenta que los patógenos se inactivan a altas temperaturas, lo que garantiza que el producto sea seguro para su uso en la agricultura. Por ende, se eligió la temperatura como parámetro clave.

HERRAMIENTA 5.1. Plantilla para el resumen del plan de monitoreo

Paso del saneamiento	Medidas de control para establecer un plan de monitoreo operativo detallado (Enumere las medidas de control que precisan de un plan de monitoreo operativo detallado y utilice la herramienta 5.2 para cada una de ellas).
Inodoro	
Contención-almacenamiento/tratamiento	
Transferencia	
Tratamiento	
Uso y/o disposición final	

HERRAMIENTA 5.2. Plantilla para el monitoreo operativo

PLAN DE MONITOREO OPERATIVO			
Plan de monitoreo operativo de: (Describir brevemente la medida de control)			
Límites operativos ^a	Monitoreo operativo de la medida de control	Medida correctiva en caso de incumplimiento del límite operativo	
	¿Qué se monitorea?	¿Qué medida se adoptará?	
	¿Cómo se monitorea?		
	¿Dónde se monitorea?	¿Quién aplica la medida?	
	¿Quién lo monitorea?	¿Cuándo se aplica?	
	¿Cuándo se monitorea?	¿A quién se debe informar sobre la medida?	

^a Si el monitoreo excede estos límites, se considera que la medida de control no funciona según lo previsto.

EJEMPLO 5.1. Plan de monitoreo operativo de la etapa de co-compostaje en una planta de tratamiento de lodos fecales

PLAN DE MONITOREO OPERATIVO				
Plan de monitoreo operativo de: Temperatura alcanzada en las pilas de co-compostaje para tratar lodos fecales deshidratados con residuos sólidos orgánicos				
Límites operativos ^a	Monitoreo operativo de la medida de control: Paso del co-compostaje en las plantas de tratamiento de lodos fecales		Medida correctiva en caso de incumplimiento del límite operativo	
>60 °C (la temperatura no debería caer por debajo de los 60 °C)	¿Qué se monitorea?	Temperatura	¿Qué medida se adoptará?	Informar al Responsable de Calidad. Medidas: comprobar la relación carbono/nitrógeno y el contenido de humedad mezclando diferentes flujos de residuos. Hidratar la pila y darle la vuelta.
	¿Cómo se monitorea?	Con el termómetro de la pila de compost		
	¿Dónde se monitorea?	En el centro y en el exterior de la pila	¿Quién aplica la medida?	El Responsable de Calidad
	¿Quién lo monitorea?	El operario del co-compostaje	¿Cuándo se aplica?	En cuanto descienda la temperatura de la pila.
	¿Cuándo se monitorea?	A diario, a las 9.00 y a las 16.00 durante los primeros 30 días del proceso de compostaje (paso exotérmico)	¿A quién se debe informar sobre la medida?	El Responsable de Calidad debe indicarlo en el registro para debatirlo en las reuniones de gestión.

^a Si el monitoreo excede estos límites, se considera que la medida de control no funciona según lo previsto.

En general, los proveedores de servicios son quienes se ocupan de ejecutar los planes de monitoreo operativo. Por lo tanto, los proveedores de servicios deben liderar el desarrollo de estos planes en función de sus capacidades y recursos. Las autoridades de salud ambiental pueden participar en el monitoreo de las medidas de control relativas a los olores y la contención. Los equipos de PSS deben ofrecer apoyo en forma de capacitación y cuadros de seguimiento fáciles de utilizar sobre el terreno, registros u otros sistemas a tal efecto. El monitoreo debe integrarse en las tareas operativas normales. También deberán impartirse sesiones de capacitación sobre el uso de los registros y las hojas de trabajo.

Los operadores deben recibir información de los sistemas meteorológicos de alerta temprana (por ejemplo, avisos de sequía y ciclones) y valorar su posible repercusión en los parámetros

objeto del monitoreo. Cabe valorar las posibles repercusiones a partir de experiencias pasadas con fenómenos climáticos peligrosos. Cuando se dispone de datos suficientes, es posible cuantificar las posibles repercusiones (por ejemplo, cuánto se reducirán los caudales si no llueve durante un determinado número de días).

Los datos del monitoreo operativo aportan información importante sobre el funcionamiento del sistema y deben evaluarse con asiduidad. Los proveedores de servicios u otros responsables del monitoreo operativo deben examinar, escrutinar y revisar de manera crítica y periódica los resultados del monitoreo, y cerciorarse de que se lleven a cabo medidas correctivas, en caso necesario. Asimismo, debe tomarse nota de cualquier otra tendencia operativa.



5.2 Verificar el desempeño del sistema

La verificación se lleva a cabo periódicamente para comprobar que el sistema funciona según lo previsto e identificar tendencias a lo largo del tiempo relativas al cumplimiento de las normas acordadas y la calidad. El paso 5.2 consiste en verificar la consecución de los resultados previstos del sistema. La **nota orientativa 5.2** dispone un plan de verificación típico para una cadena de servicios de saneamiento que se ha mejorado mediante nuevas medidas de control.

NOTA ORIENTATIVA 5.2.

Verificación típica en el marco de la PSS

Durante la verificación se comprueba la eficacia de las medidas de control aplicadas. Muestra si el sistema está logrando los objetivos deseados (por ejemplo, el uso de inodoros para bloquear las vías de infección o la eliminación microbiológica). En el cuadro se aportan ejemplos de los objetivos de las medidas de control y sus parámetros de verificación para cada paso de la cadena de servicios de saneamiento.

PASO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO	OBJETIVO DE LA MEDIDA DE CONTROL	PARÁMETRO DE VERIFICACIÓN
Inodoro	Se instalaron inodoros públicos para reducir la defecación al aire libre en una localidad determinada.	Uso, limpieza, seguridad y funcionalidad de la instalación de inodoros.
Contención-almacenamiento/tratamiento	Los efluentes de los tanques sépticos que se vierten a la superficie del suelo y a zanjas de desagüe se mejoraron para su tratamiento o eliminación en pozos de absorción.	Análisis microbiológicos de calidad del agua (por ejemplo, <i>E. coli</i>) de los puntos subterráneos cercanos de suministro de agua potable para comprobar la posible contaminación de tanques sépticos.
Transferencia	Se autorizó y capacitó a conductores de camiones de succión de lodos para eliminar el vertido ilegal de excreta al aire libre.	Cantidad de lodos fecales transportados al centro de tratamiento
Tratamiento	Se incluyó un proceso de tratamiento adicional para disminuir las concentraciones de patógenos en el efluente.	Análisis microbiológicos de los efluentes (por ejemplo, <i>E. coli</i>)
Uso y/o disposición final	Con el objetivo de reducir la presencia de patógenos en los cultivos, se aplicaron medidas de selección de cultivos y se implantaron nuevos procesos de riego y períodos de retención.	Análisis microbiológicos de los cultivos

Deben seleccionarse puntos clave (críticos) a lo largo de la cadena de saneamiento de cara a verificar el funcionamiento del sistema. En comparación con el monitoreo operativo, la verificación se llevará a cabo en un menor número de puntos. La verificación se centra en los parámetros del sistema, como la calidad del agua de efluentes o del producto final, las pruebas microbianas y químicas de los productos y el estado de salud de los grupos expuestos. Al igual que en el monitoreo operativo, deben definirse los parámetros, los métodos, la frecuencia, el organismo responsable, el límite crítico y las medidas correctivas en caso de que se excediera dicho límite. La verificación puede precisar de formas de análisis más complejas que en el caso del monitoreo operativo (como *E. coli* o huevos de helmintos). La verificación puede correr a cargo del equipo de PSS o de una autoridad externa —como el organismo regulador en materia de saneamiento— en el marco de la función de vigilancia descrita en el capítulo introductorio.

En la **nota orientativa 5.3** se ofrece información adicional sobre el monitoreo operativo y la verificación.

NOTA ORIENTATIVA 5.3.

Recomendaciones relativas al monitoreo y la verificación en OMS (2006)

En OMS (2006), se ofrecen orientaciones sobre los parámetros, la frecuencia y los límites habituales del monitoreo operativo, así como sobre la verificación de los sistemas de reutilización. Estas orientaciones pueden consultarse en los lugares indicados del cuadro.

VOLUMEN DE LAS GUÍAS	SECCIÓN PERTINENTE A EFECTOS DE MONITOREO
Volumen 2 (Uso de aguas residuales en la agricultura)	Sección 4.3 (Monitoreo de la verificación), cuadro 4.6 (Frecuencias mínimas para el monitoreo de la verificación de las medidas de control de protección de la salud) Sección 6.4 (Monitoreo operativo) Sección 6.5 (Monitoreo de la verificación)
Volumen 3 (Uso de aguas residuales y excreciones en la acuicultura)	Sección 6.5 (Monitoreo operativo) Sección 6.6 (Monitoreo de la verificación)
Volumen 4 (Uso de excreciones y aguas grises en la agricultura)	Sección 6.4 (Monitoreo operativo) Sección 6.5 (Monitoreo de la verificación)

En el ejemplo 5.2 se muestra un ejemplo típico de un plan de verificación.

EJEMPLO 5.2. Plan de verificación hipotético

PASO DEL SANEAMIENTO	VERIFICACIÓN				
	Qué	Límite	Cuándo	Quién	Método
Transferencia	Número de desbordamientos al año	Depende del contexto local y de los antecedentes disponibles	Anual	Empresa de alcantarillado u organismo regulador	Informes anuales
Transferencia (vallas y señales de advertencia en ubicaciones de importancia crítica)	Casos de accidentes, caídas en el canal	Ninguno	Anual	Empresa de alcantarillado u organismo regulador	Encuesta anual
Tratamiento	Análisis de la calidad de los efluentes (por ejemplo, calidad del agua de los efluentes de plantas de tratamiento): <ul style="list-style-type: none"> • <i>E. coli</i> • huevos de helmintos 	<10.000/100 ml <1/100 ml	Dos veces al mes	Operador de una planta de tratamiento de aguas residuales	Métodos de análisis estándar
Reutilización	Estado de salud de los agricultores: <ul style="list-style-type: none"> • porcentaje de agricultores y familiares con helmintiasis • aparición de infecciones de la piel 	Depende del contexto local y de los antecedentes disponibles	Anual	Departamento de salud del distrito	Encuesta anual
Reutilización o eliminación	Contaminantes químicos en el suelo	Límites del suelo; véase el anexo 3	Cada dos años	Departamento de salud o agricultura	Encuesta sobre muestreo y análisis
Reutilización (aplicación de los residuos, incluso en materia de plazos)	Concentración microbiana vegetal de patógenos durante la cosecha y en el punto de venta	No se detectan huevos de helmintos o <i>E. coli</i> en las hortalizas, según los criterios nacionales	Cada tres meses	División de Higiene y Seguridad Alimentaria del Departamento del Sanidad	Encuesta sobre muestreo y análisis
Reutilización (preparación y consumo de los productos)	Análisis microbiológicos de espacios higiénicos de preparación de alimentos en mercados y restaurantes, y análisis de los productos	No se detectan huevos de helmintos o <i>E. coli</i> en las hortalizas, según los criterios nacionales	Anual	División de Higiene y Seguridad Alimentaria del Departamento del Sanidad	Encuesta
Reutilización (preparación y consumo de los productos)	Medidas de control relativas a la preparación de alimentos en los hogares	No se detectan huevos de helmintos o <i>E. coli</i> en las hortalizas, según los criterios nacionales	Anual	División de Higiene y Seguridad Alimentaria del Departamento del Sanidad	Encuesta anual

5.3 Auditoría del sistema

Las auditorías de los sistemas constituyen una parte central de la PSS. Pueden ser un requisito regulatorio para los enfoques de gestión de la evaluación de riesgos.

Las auditorías garantizan que la PSS siga contribuyendo a lograr unos resultados sanitarios positivos al velar por la calidad y la eficacia de su aplicación. Las auditorías pueden realizarlas auditores internos, regulatorios o independientes. Será necesario seleccionar personal que cuente con la capacitación y la experiencia adecuadas para llevar a cabo las auditorías.

Las auditorías deben demostrar que la PSS se ha diseñado adecuadamente, que se aplica de forma correcta y que es eficaz. Asimismo, pueden contribuir a la aplicación al detectar oportunidades para mejorar la precisión, integridad y calidad de la aplicación de la PSS; mejorar el uso de recursos limitados; y determinar necesidades de capacitación y apoyo motivacional.

En la **nota orientativa 5.4** se ofrecen algunas sugerencias de preguntas clave que deben tenerse en cuenta durante las auditorías

La frecuencia de las auditorías debe ser proporcional al nivel de confianza exigido por las autoridades regulatorias.

Los principios utilizados en la auditoría de la PSA (OMS y AIT, 2015) pueden adaptarse para aplicarse en la PSS.

NOTA ORIENTATIVA 5.4.

Preguntas que deben tenerse en cuenta durante las auditorías

- ¿Se han determinado los peligros y eventos peligrosos más importantes?
- ¿Se han incluido medidas de control adecuadas?
- ¿Se han establecido procedimientos adecuados de control operativo?
- ¿Se han definido límites operativos o críticos adecuados?
- ¿Se han definido medidas correctivas?
- ¿Se han establecido procedimientos de verificación adecuados?
- ¿Se han identificado los eventos peligrosos que tienen un mayor potencial para afectar a la salud humana? ¿Se han tomado las medidas oportunas? ■

5

6

MÓDULO

DESARROLLO DE PROGRAMAS
DE APOYO Y REVISIÓN DE PLANES

MÓDULO 6

DESARROLLO DE PROGRAMAS DE APOYO Y REVISIÓN DE PLANES

*¿Qué respaldo debería recibir la PSS?
¿Qué hacemos para adaptarnos a los cambios?*

PASOS

- 6.1 Seleccionar y ejecutar los programas de apoyo
- 6.2 Revisar y actualizar periódicamente los productos de la PSS

PRODUCTOS

- Apoyar programas que mejoren la aplicación de la PSS y fundamenten las políticas, la planificación y los instrumentos normativos a escala nacional.
- Productos actualizados en materia de PSS que respondan a los cambios internos y externos

Visión general

El módulo 6 apoya la integración de la PSS en las operaciones cotidianas de una autoridad local y garantiza la participación de las partes interesadas, como los proveedores de servicios, el sector privado, los responsables de la toma de decisiones y el mundo académico. Este módulo también muestra cómo los equipos de PSS utilizan su experiencia en dicho ámbito para fundamentar la política con base empírica, la planificación y la regulación a escala nacional.

Los programas de apoyo y las revisiones periódicas garantizarán que la PSS siga siendo pertinente y responda a las condiciones operativas actuales o previstas.

Paso 6.1 Seleccionar y ejecutar los programas de apoyo: garantiza que la ejecución de la PSS se complemente con iniciativas empresariales sostenibles en materia de saneamiento, programas de investigación y colaboraciones con base empírica en la política y la planificación a escala nacional.

Paso 6.2 Revisar y actualizar periódicamente los productos de la PSS: responde a un entorno dinámico, adaptando la PSS conforme se implantan nuevos controles o surgen nuevos peligros y eventos peligrosos.

6.1 Seleccionar y ejecutar los programas de apoyo

Los programas de apoyo abarcan una serie de actividades y alianzas que permiten aplicar las mejoras graduales identificadas. Se diferencian de las medidas de control en que no suponen un control directo de los eventos peligrosos. Sin embargo, refuerzan la adaptación, el desarrollo y la adopción de las medidas de control seleccionadas en el módulo 4. Los programas de apoyo pueden incluir los siguientes elementos:

Apoyo a los proveedores de servicios de saneamiento. Los agentes de saneamiento que brindan productos y servicios directamente a los usuarios —mediante el suministro de materiales, la instalación de inodoros o el vaciado de pozos o tanques sépticos, entre otros— suelen prosperar como negocios privados, siempre que estén regulados para garantizar que sean seguros y asequibles (OMS, 2018). En muchas localidades, los operadores privados, como los proveedores de servicios tradicionales y los empresarios de saneamiento que adoptan medidas innovadoras, son agentes clave de la cadena de servicios de saneamiento, y las autoridades locales deben tratar de estrechar la colaboración con este tipo de agentes. Los programas de apoyo a las empresas de saneamiento deben garantizar que las medidas de control y monitoreo de la PSS se incorporen en sus operaciones empresariales. Estos programas pueden extenderse a mecanismos adicionales destinados a formalizar la situación de proveedores de servicios informales, aportar capital o subvenciones, brindar apoyo para obtener equipos y capital, alcanzar acuerdos de compra anticipada, ofrecer capacitación en materia de habilidades empresariales y técnicas, y establecer alianzas de proveedores de servicios (por ejemplo, camiones de vaciado de lodos fecales, trabajadores de saneamiento) para facilitar el diálogo entre los proveedores de servicios y las autoridades. Las actividades relativas a la oferta deben ponerse en marcha de forma simultánea a iniciativas sostenidas relacionadas con la demanda (como se describe en el módulo 4) y la aplicación prudente de los reglamentos (OMS, 2018).

Utilizar los resultados de la PSS como pruebas para revisar las políticas, los planes y los reglamentos nacionales. La aplicación de la PSS puede detectar carencias o incoherencias en las políticas, la planificación y los reglamentos nacionales que obstaculizan la gestión de los riesgos a escala local. Además, puede determinar cuáles son los enfoques de ejecución de más calidad que podrían adoptarse a escala nacional y ampliarse a otras localidades. Los resultados de la PSS deben presentarse a los responsables de la formulación de políticas en el plano nacional para demostrar qué aspectos son pertinentes de cara a la revisión y adaptación

de las políticas y los planes de saneamiento. Los resultados de la PSS pueden emplearse como pruebas en el ámbito local y en contextos concretos para fundamentar el cambio.

Programas de investigación. Aliarse con instituciones académicas puede beneficiar tanto el desarrollo inicial de los servicios como su adaptación continua. Los programas de investigación e innovación con universidades locales facilitan la adaptación de tecnologías y modelos de servicio al contexto local. Los programas de investigación también pueden resolver distintos interrogantes, por ejemplo en relación con las repercusiones actuales y futuras de los efectos del cambio climático en el contexto local (véase el ejemplo 6.1).

EJEMPLO 6.1. Programas de investigación: uso indirecto de aguas residuales en la agricultura en el Perú

- Fijar los límites máximos admisibles de diversos contaminantes en el suelo y la hierba en zonas verdes y agrícolas, en particular de coliformes y parásitos resistentes al calor.
- Utilizar los depósitos de forma eficiente para alcanzar el nivel de calidad necesario en el agua para el riego de hortalizas, en función del período de retención en las distintas estaciones del año y de la gestión de los efluentes.

6.2 Revisar y actualizar periódicamente los productos de la PSS

La PSS debe revisarse y modificarse de forma sistemática y periódica. Estas actualizaciones son necesarias, puesto que la PSS puede quedar obsoleta a raíz de cambios en el sistema de saneamiento (como cambios contextuales o relativos a la aplicación de mejoras), cambios en el equipo de PSS o cambios en instituciones clave. Todo ello afecta a las descripciones del sistema, las evaluaciones de riesgos, la aplicación y el seguimiento de las medidas de control.

Por lo general, las revisiones de la PSS se llevan a cabo en reuniones regulares del equipo de PSS, en reuniones de revisión planificadas y periódicas, y en reuniones para debatir un incidente o un percance sin daños.

- **Actualizaciones durante las reuniones periódicas del equipo de PSS.** Los miembros del equipo de PSS deben reunirse periódicamente para examinar los avances en la aplicación del plan de mejora y el desempeño de las medidas de control. Este último paso puede incluir una revisión de los datos de monitoreo operativo para detectar casos de incumplimiento de los límites críticos operativos. La frecuencia con la que se celebren estas reuniones periódicas dependerá de la fase en que se encuentren las operaciones de PSS.
- **Reuniones de revisión planificadas y periódicas.** Estas reuniones del equipo de PSS tienen lugar en fechas concertadas de antemano, por ejemplo, después de una auditoría o una evaluación para incorporar conclusiones y recomendaciones, o en respuesta a situaciones como cambios del personal del equipo de PSS o de los proveedores de servicios, cuando se instalan nuevas infraestructuras o equipos, o cuando se recaban nuevos datos sobre riesgos para la salud o el clima.
- **Actualizaciones durante reuniones para analizar un incidente o un percance sin daños.** Tras cualquier incidente, percance sin daños o emergencia (por ejemplo, causados por un fenómeno meteorológico extremo), es crucial revisar la PSS a fin de garantizar que todos los riesgos se gestionan adecuadamente, que la frecuencia o gravedad de un incidente repetido es realista y que se han minimizado sus consecuencias. También debe llevarse a cabo una investigación para analizar los resultados y las principales lecciones aprendidas, evaluar si los procedimientos vigentes son adecuados y abordar cualquier problema o preocupación.

A modo de buena práctica, todas las reuniones del equipo de PSS deben documentarse en actas que pueden ser utilizadas para emprender medidas de seguimiento, ya sea en reuniones posteriores o por parte de los auditores.

En el **ejemplo 6.2** se muestran algunos de los factores desencadenantes de una revisión de la PSS empleados en el Perú.

EJEMPLO 6.2. Revisión de la PSS: uso directo de aguas residuales tratadas para el riego de zonas verdes de un gran parque público en el Perú

Llevar a cabo revisiones después de que se produzcan incidentes, como:

- derramamientos frecuentes de aguas residuales sin tratar y sólidos procedentes del desarenador y del sistema de eliminación de los lodos;
- escapes considerables de gases de olor fétido que suponen una molestia constante para los visitantes del parque, los vecinos y el hospital;
- un aumento significativo de los niveles de *E. coli* y parásitos en el efluente de la planta utilizada para regar las zonas verdes del parque;
- acumulación excesiva de lodos generados por la planta que no pueden eliminarse rápidamente; y
- muerte de peces en el lago navegable, lo cual indica que la situación es grave y obliga a cerrar el acceso de visitantes al lago.

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

- cambios en los procesos de tratamiento de aguas residuales; y
- cualquier cambio considerable en el sistema de riego, como utilizar el lago navegable como depósito de aguas residuales tratadas.

REFERENCIAS

Adegoke, A., Stenstrom, T. (2019). "Septic systems". En: Rose, J. B., Jiménez-Cisneros, B. (Eds.). *Water and sanitation for the 21st century: health and microbiological aspects of excreta and wastewater management (Global Water Pathogen Project). Part 4: Management of risk from excreta and wastewater*. East Lansing, Michigan: Universidad Estatal de Michigan, UNESCO (<https://www.waterpathogens.org/book/septic-systems>, consultado el 20 de junio de 2021).

Amoah, P., Keraita, B., Akple, M., Drechsel, P., Abaidoo, R. C., Konradsen, F. (2011). *Low-cost options for reducing consumer health risks from farm to fork where crops are irrigated with polluted water in west Africa*. Colombo: Instituto Internacional de Ordenación de los Recursos Hídricos (https://www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI_Research_Reports/PDF/PUB141/RR141.pdf, consultado el 20 de junio de 2021).

Bennett, G. F. (1989). "Impact of toxic chemicals on local wastewater treatment plant and the environment". *Environmental Geology and Water Sciences*, vol. 13, págs. 201 a 212 (<https://www.osti.gov/biblio/5764187>).

Blackett, I., Hawkins, P., Heymans, C. (2014). "El elemento faltante en la prestación de servicios de saneamiento: un análisis de la gestión de lodos fecales en 12 ciudades". Washington D. C.: Programa de Agua y Saneamiento, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial (<https://documents1.worldbank.org/curated/en/695481468152376165/pdf/882580PRIORITY0search0Brief0SPANISH.pdf>, consultado el 20 de junio de 2021).

Universidad Emory (2020). "SaniPath: assessing public health risks from unsafe fecal sludge management" [sitio web] (<https://www.sanipath.net/sanipath-approach>, consultado el 3 de marzo de 2021).

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2014a). *Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, Pachauri, R. K., Meyer, L. A., editores]. Ginebra, Suiza: IPCC (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf).

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2014b). "Resumen para responsables de políticas". En: *Cambio climático: impactos, adaptación y vulnerabilidad. Parte A: Aspectos globales y sectoriales. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E. et al., editores]. Cambridge University Press (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf).

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2021). "Climate change 2021: the physical science basis". Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S. et al., Eds.]. Cambridge University Press (<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>).

- Kengne, I. M., Akoa, A., Koné, D. (2009). "Recovery of biosolids from constructed wetlands used for fecal sludge dewatering in tropical regions". *Environmental Science & Technology*, vol. 43, págs. 6816 a 6821 (<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es803279y>).
- Kohlitz, J., Willetts, J., Gero, A. (2019). "Discussion paper: climate, sanitation and health". Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Koné, D., Cofie, O., Zurbrügg, C., Gallizzi, K., Moser, D., Drescher, S. *et al.* (2007). "Helminth eggs inactivation efficiency by fecal sludge dewatering and co-composting in tropical climates". *Water Research*, vol. 41, págs. 4397 a 4402 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17624391/>).
- Kümmerer, K. (2009). "Antibiotics in the aquatic environment: a review – Part I". *Chemosphere*, vol. 75, págs. 417 a 434 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653508015105>).
- Lawrence, A. R., Macdonald, D. M. J., Howard, A. G., Barrett, M. H., Pedley, S., Ahmed, K. M. *et al.* (2001). "Guidelines for assessing the risk to groundwater from on-site sanitation". Nottingham: Servicio Geológico Británico (Informe CR/01/142 encargado por el Servicio Geológico Británico) (<https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/20757/1/ARGOSS%20Manual.PDF>).
- Lienert, J. (2011). "Factsheets: Stakeholder identification, importance and influence, interests and strategy plan". En: *SSWM – Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox*. Willisau: seecon (<https://sswm.info/index.php/humanitarian-crisis/prolonged-encampments/planning-process-tools/exploring-tools/stakeholder-interests>).
- Ghazy, M. M. E. D., Senousy, W. M. E., Aatty, A. M. A., Kamel, M. (2008). "Performance evaluation of a waste stabilization pond in a rural area in Egypt". *American Journal of Environmental Sciences*. Vol. 4, págs. 316 a 325 (<https://thescpub.com/abstract/10.3844/ajessp.2008.316.325>).
- Momba, M., Ebdon, J., Kamika, I., Verbyla, M. (2019). "Using indicators to assess microbial treatment and disinfection efficacy". En: Rose, J. B., Jiménez-Cisneros, B. (Eds.). *Water and sanitation for the 21st century: health and microbiological aspects of excreta and wastewater management (Proyecto Mundial sobre los Patógenos del Agua). Part 2: Indicators and microbial source tracking markers*. East Lansing, Michigan: Universidad Estatal de Michigan, UNESCO. (<https://www.waterpathogens.org/book/using-indicators-assess-microbial-treatment-and-disinfection-efficacy>, consultado el 16 de junio de 2021).
- Nielsen, S. (2007). "Helsing sludge reedbeds systems: reduction of pathogenic organisms". *Water Science and Technology*, vol. 56, núm. 3, págs. 175 a 182 (<https://iwaponline.com/wst/article-abstract/56/3/175/13060/Helsing-sludge-reed-bed-system-reduction-of?redirectedFrom=fulltext>).
- Raj, S. J., Wang, Y., Yakubu, H., Robb, K., Siesel, C., Green, J. *et al.* (2020). "The SaniPath Exposure Assessment Tool: a quantitative approach for assessing exposure to fecal contamination through multiple pathways in low resource urban settlements". *PLoS One*, vol. 15, núm. 6:e0234364.
- Rickert, B., van den Berg, H., Bekure, K., Girma, S., de Roda Husman, A. M. (2019). "Including aspects of climate change into water safety planning: literature review of global experience and case studies from Ethiopian urban supplies". *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, vol. 222, núm. 5, págs. 744 a 755.
- Rose, J. B., Jiménez-Cisneros, B. (Eds.) (2015). "Global Water Pathogen Project" [sitio web] (<https://www.waterpathogens.org>, consultado el 17 de junio de 2021).

SFD Alliance (2018). "Shit flow diagrams". Eschborn: iniciativa de promoción de los flujos de excreciones a cargo de la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán) GmbH (<https://sfd.susana.org>, consultado el 15 de octubre de 2020).

Stenström, T. A., Seidu, R., Ekane, N., Zurbrügg, C. (2011). *Microbial exposure and health assessments in sanitation technologies and systems*. Estocolmo: Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo (informe del Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo, EcoSanRes Series 2011-1; <https://www.sei.org/publications/microbial-exposure-and-health-assessments-in-sanitation-technologies-and-systems/>, consultado el 20 de junio de 2021).

Strande, L., Ronteltap, M., Brdjanovic, D. (Eds.) (2014). *Fecal sludge management: systems approach for implementation and operation*. Londres: IWA Publishing.

Sustainable Organic Integrated Livelihoods (2019). "Sanitation safety planning: applying the WHO methodology to SOIL's operations in northern Haiti". Haití: SOIL (https://www.who.int/docs/default-source/wash-documents/sanitation-safety-planning-case-studies/haiti.pdf?sfvrsn=a055006e_4, consultado el 20 de junio de 2021).

Thompson, T., Fawell, J., Kunikane, S., Jackson, D., Appleyard, S., Callan, P. (2007). *Chemical safety of drinking-water: assessing priorities for risk management*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/43285?locale-attribute=es&>, consultado el 15 de junio de 2021).

Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P., Zurbrügg, C. (2014). Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento, segunda edición revisada. Dübendorf: Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Acuática (Eawag) (https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/schwerpunkte/sesp/CLUES/Compendium_Spanish_pdfs/compendio_sp.pdf, consultado el 15 de junio de 2021).

Tjadraatmadja, G., Diaper, C. (2006). "Sources of critical contaminants in domestic wastewater: a literature review". Australia: CSIRO Water for a Healthy Country National Research (<https://publications.csiro.au/rpr/download?pid=procite:e8e1f460-b821-4c47-871c-3a2eb7a77c5d&dsid=DS1>, consultado el 20 de junio de 2021).

Naciones Unidas (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>, consultado el 23 de abril de 2021).

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2013). "Costs of inaction on the sound management of chemicals". Nairobi: PNUMA (DTI/1551/GE; https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8412/-Costs%20of%20inaction%20on%20the%20sound%20management%20of%20chemicals-2013Report_Cost_of_Inaction_Feb2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y, consultado el 20 de junio de 2021).

UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) (2020). *Guidance on market-based sanitation*. Nueva York: UNICEF.

USEPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) (1992). *Sewage sludge use and disposal rule (40 CFR Part 503)*. Washington D. C.: USEPA (Publicación n.º 822F92002). von Sperling, M., Verbyla, M. E., Mihelcic, J. R. (2018). "Understanding pathogen reduction in sanitation systems: units of measurement, expressing changes in concentrations, and kinetics". En: Rose, J. B., Jiménez-Cisneros, B. (Eds.). *Water and sanitation for the 21st century: health and microbiological aspects of excreta and wastewater management (Global Water Pathogen Project). Part 4: Management of risk from excreta and wastewater*. East Lansing, Michigan, EE. UU.: Universidad Estatal de Michigan, UNESCO (<https://www.waterpathogens.org/book/understanding-pathogen-reduction-sanitation-systems-units-measurement-expressing-changes>, consultado el 16 de junio de 2021).

Weiss, F. T., Leuzinger, M., Zurbrügg, C., Eggen, R. I. L. (2016). *Chemical pollution in low- and middle-income countries*. Dübendorf: Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Acuática (Eawag) (<https://www.eawag.ch/en/department/sandec/publications/chemical-pollution/>, consultado el 1 de junio de 2021).

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2006). *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater in agriculture and aquaculture*. Ginebra: OMS (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/78265>, consultado el 23 de abril de 2021).

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2007). *Chemical safety of drinking-water: assessing priorities for risk management*. Ginebra: OMS (https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43285/9789241546768_eng.pdf, consultado el 24 de mayo de 2020).

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2017a). *Climate-resilient water safety plans: managing health risks associated with climate variability and change*. Ginebra: OMS (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/258722>, consultado el 15 de febrero de 2021).

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2017b). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda*. Ginebra: OMS (<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>, consultado el 3 de junio de 2021).

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2018). *Guías para el saneamiento y la salud*. Ginebra: OMS (<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330097/9789243514703-spa.pdf>, consultado el 24 de noviembre de 2020).

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2019a). "Discussion paper: climate, sanitation and health". Ginebra: OMS (<https://www.who.int/publications/m/item/discussion-paper-climate-sanitation-and-health>).

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2019b). "Sanitation inspections for sanitation systems" [sitio web]. Ginebra: OMS (<https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/sanitation-safety/sanitation-inspection-packages>).

OMS (Organización Mundial de la Salud), AIT (Asociación Internacional del Agua) (2015). *A practical guide to auditing water safety plans*. Ginebra: OMS, Londres: AIT (<https://www.who.int/publications/i/item/9789241509527>, consultado el 24 de abril de 2021).

OMS (Organización Mundial de la Salud), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), OMSA (Organización Mundial de Sanidad Animal) (2020). *Reseña técnica sobre el agua, el saneamiento, la higiene y la gestión de aguas residuales para prevenir las infecciones y reducir la propagación de la resistencia a los antimicrobianos*. Ginebra: OMS (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/332243>, consultado el 4 de junio de 2021).

ANEXO 1

Ejemplo de medidas de control para peligros biológicos

Los cuadros que se presentan a continuación ofrecen ejemplos de medidas de control —en su mayoría técnicas y de gestión— que pueden aplicarse en la PSS a lo largo de toda la cadena de servicios de saneamiento: inodoro, contención - almacenamiento/tratamiento, traslado, tratamiento y uso final o eliminación. La eficacia de las medidas de control se clasifica de muy baja a alta, en función del tratamiento y, si están disponibles, de los valores de reducción logarítmica microbiana.

A1-1 inodoro

Cuadro A1-1. Medidas de control en el paso relativo a los inodoros

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Diseño e instalación correctos de los inodoros (inodoros secos, inodoros con descarga de agua y inodoros con desviación de orina)	Depende del diseño y de la instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Los inodoros son compatibles con la disponibilidad de agua necesaria para la descarga (en caso necesario), la limpieza y la higiene de las manos. • Los inodoros son compatibles con las tecnologías de contención, transferencia y tratamiento (<i>in situ</i> o fuera del lugar de uso). • Los inodoros son accesibles (por ejemplo, existen instalaciones suficientes). • Los inodoros proporcionan seguridad e intimidad (por ejemplo, cuentan con iluminación o con puertas que se cierran por dentro, especialmente pertinente en el caso de los inodoros compartidos). • La superestructura impide la intrusión de agua de lluvia y animales (por ejemplo, roedores). • La losa es adecuada para todos los usuarios previstos (incluidos niños, niñas y personas mayores). • Se impide que el agua de lluvia se filtre a la tecnología de contención. • Los inodoros con descarga de agua están equipados con un cierre hidráulico o una trampilla; los inodoros secos cuentan con tapas herméticas extraíbles para controlar los olores e impedir que roedores o insectos puedan acceder a la tecnología de contención. 	OMS (2018), capítulo 3, sección 3.2. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección U (interfaz del usuario), págs. 42 a 54.
Operación y mantenimiento adecuados de los inodoros	Depende de la operación y el mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Se dispone de materiales de limpieza anal. • Se dispone de contenedores de residuos para gestionar la higiene menstrual. • Disposiciones de limpieza (especialmente para instalaciones sanitarias públicas o compartidas): <ul style="list-style-type: none"> o Se dispone de material de limpieza y equipos de protección personal. o Las instalaciones se limpian de forma periódica. o Existen procedimientos operativos estándar para que las personas encargadas de la limpieza apliquen prácticas de trabajo seguras. 	OMS (2018), capítulo 3, sección 3.2. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección U (interfaz del usuario), págs. 42 a 54.

A1-2 Contención - almacenamiento/tratamiento

Cuadro A1-2.1. Medidas de control relativas a los inodoros y la contención - almacenamiento/tratamiento de las excreciones

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Inodoros secos con letrinas de un solo pozo (se abandonan cuando están llenos)	Alta >2 unidades logarítmicas	<ul style="list-style-type: none"> El tratamiento tiene por objeto reducir la concentración de patógenos y estabilizar o gestionar los nutrientes. Los pozos individuales no deben vaciarse a mano. El resultado es un humus con bajo contenido en patógenos. 	OMS (2018), capítulo 3, sección 3.3. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección 5 (recolección y almacenamiento/tratamiento), págs. 60 a 63.
Inodoros con descarga de agua o con descarga manual de un solo pozo o con tanque de fondo abierto	Baja <1 unidad logarítmica	<ul style="list-style-type: none"> El material que se ha de tratar son lodos líquidos con un contenido alto en patógenos. El líquido (lixiviado) con alto contenido en patógenos se adsorbe aeróbicamente en el suelo. La eliminación de patógenos depende de las condiciones del suelo. La eliminación de patógenos se produce con el paso del tiempo. El riesgo está relacionado con las prácticas de vaciado. La contaminación <i>in situ</i> depende del emplazamiento, el suelo y las condiciones hidrológicas. Un pozo sin revestimiento (o sin revestimiento en la base) al menos 1,5 m por encima del nivel freático para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y una distancia hidrológica horizontal adecuada. Es necesario ventilar adecuadamente el pozo en función del tipo de inodoro. El olor puede disuadir de su uso, y la humedad puede aumentar la reproducción de moscas. 	Stenström <i>et al.</i> (2011), págs. 14, 28 a 29 y 32. OMS (2006), vol. 4, págs. 80 y 83. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección 5 (recolección y almacenamiento/tratamiento), págs. 60 a 63.
Inodoro con descarga de agua de doble pozo para uso alterno	Alta >2 unidades logarítmicas (excepto huevos de <i>Ascaris</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Asegurarse de que los inodoros cuenten con pozos dobles permite almacenar los residuos de forma prolongada y sin nuevas adiciones (diseñados para más de 1,5-2 años de almacenamiento). Debe garantizarse la alternancia de los pozos. Almacenamiento prolongado para proteger a las personas encargadas de manipular los residuos. Un pozo sin revestimiento (o sin revestimiento en la base) al menos 2 m por encima del nivel freático para evitar la contaminación de las aguas subterráneas. Es necesario ventilar adecuadamente el pozo en función del tipo de inodoro. El olor puede disuadir de su uso, y la humedad puede aumentar la reproducción de moscas. Tener en cuenta la gestión del agua para la limpieza anal. Una eficacia “alta” hace referencia a: <ul style="list-style-type: none"> 1,5-2 años de almacenamiento entre 2 °C y 20 °C donde la helmintiasis sea frecuente; o al menos 1 año de almacenamiento a más de 20 °C, o almacenamiento durante al menos 6 meses si el pH es superior a 9 (por ejemplo, si se trata con cal o ceniza). 	Stenström <i>et al.</i> (2011), págs. 34 a 36, 87 y 96. OMS (2006), vol. 4, págs. 69, 80 y 82 a 83. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección 5 (recolección y almacenamiento/tratamiento), pág. 68.
Inodoro seco de doble pozo (fosa alterna)	Alta >2 unidades logarítmicas (excepto huevos de <i>Ascaris</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Los inodoros con pozos dobles permiten almacenar los residuos de forma prolongada y sin nuevas adiciones. El mecanismo de reducción de patógenos consiste en almacenarlos durante al menos 2 años. El almacenamiento prolongado protege a los trabajadores. Depende de la temperatura y del pH. Es necesario ventilar adecuadamente el pozo en función del tipo de inodoro. 	Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 87. OMS (2006), vol. 4, págs. 69 y 82 a 83. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección 5 (recolección y almacenamiento/tratamiento), pág. 66.

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Inodoros de compostaje	Lodo: medio 1-2 unidades logarítmicas Lixiviado: bajo <1 unidad logarítmica	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando el contenido de humedad en las cámaras de compostaje es demasiado alto, se producen condiciones anaeróbicas; un contenido de humedad demasiado bajo ralentizará la degradación biológica. • Lodos estabilizados deshidratados (compost) con un contenido moderado en patógenos. • Lixiviados con alto contenido en patógenos 	<p>Stenström <i>et al.</i> (2011), págs. 19 y 20, 38 y 39, 43 a 44 y 96.</p> <p>OMS (2018), capítulo 3.</p> <p>Tilley <i>et al.</i> (2014), sección S (recolección y almacenamiento/tratamiento), págs. 72 a 75.</p>
Inodoros de descarga de agua con tanque séptico conectado a un pozo de absorción o campo de lixiviación	Baja <1 unidad logarítmica	<ul style="list-style-type: none"> • La disponibilidad de agua puede afectar a la idoneidad (por ejemplo, si el suministro de agua es limitado, el funcionamiento puede verse afectado y el inodoro puede presentar condiciones antihigiénicas). • Evitar los atascos para minimizar la exposición de los operarios de mantenimiento durante las operaciones de limpieza. Por ejemplo, las letrinas con descarga de agua manual no son adecuadas si es habitual utilizar materiales voluminosos para la limpieza anal. Los operarios de mantenimiento deben llevar el equipo de protección adecuado (por ejemplo, guantes). • La eliminación de patógenos en los tanques sépticos es deficiente, y sigue habiendo bacterias y virus tanto en la fase líquida como en la sólida. Se prevé que la eliminación de huevos de helmintos sea inferior a 0,5 unidades logarítmicas. 	<p>Adegoke y Stenstrom (2019).</p> <p>Tilley <i>et al.</i> (2014), sección S (recolección y almacenamiento/tratamiento), pág. 74.</p>

Cuadro A1-2.2. Medidas de control relativas a la contención - almacenamiento/tratamiento de la orina

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Almacenamiento de la orina en contenedores sellados para evitar el contacto con personas o animales	De baja a alta	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar si puede producirse contaminación cruzada de los residuos fecales. • La reducción microbiana depende del tiempo. El tiempo de reducción del 90% de la concentración inicial (T90) es de menos de 5 días para las bacterias gramnegativas, 1 mes para los criptosporidios y aproximadamente entre 1 y 2 meses para los virus. • Disminuye las pérdidas de nitrógeno. • Disminuye el contacto humano. • Disminuye el olor. 	<p>Stenström <i>et al.</i> (2011), págs. 40 a 41.</p> <p>OMS (2006), vol. 4, págs. 70 y 71.</p> <p>Tilley <i>et al.</i> (2014), sección S (recolección y almacenamiento/tratamiento), pág. 58.</p>

A1-3 Transferencia

Cuadro A1-3.1. Medidas de control relativas al transferencia de aguas residuales

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Sistemas de alcantarillado (alcantarillado simplificado, alcantarillado sin sólidos y alcantarillado por gravedad convencional)	De baja a alta	<ul style="list-style-type: none"> • Si está bien diseñado y construido, y su utilización y mantenimiento es correcto, el alcantarillado es un medio de transporte de aguas residuales eficiente, que requiere un mantenimiento relativamente escaso. • No obstante, todas las tuberías de alcantarillado pueden obstruirse con residuos sólidos y otros sólidos, lo que requerirá un desatasque mediante varillas, descarga o chorros de agua a presión o achique. Cuando se utilizan, las bombas, los tanques interceptores y las cámaras de acceso requieren mantenimiento. • El mantenimiento del alcantarillado puede exponer a los operarios a aguas residuales peligrosas o gases tóxicos. • Las fugas procedentes del alcantarillado entrañan el riesgo de exfiltración de aguas residuales e infiltración de aguas subterráneas. La exfiltración a las aguas subterráneas y a los suministros de agua podría exponer a la comunidad local y a la comunidad en general a microbios patógenos fecales por ingestión. 	<p>OMS (2018), capítulo 3, sección 3.4.</p> <p>Tilley <i>et al.</i> (2014), sección C (traslado), págs. 90 a 94.</p>

Cuadro A1-3.2. Medidas de control relativas al transferencia de excreta y orina

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Vaciado y transporte por tracción humana	De media a alta	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de residuos tratados en lugar de materia fresca. • Véanse las medidas de control para los operarios y la comunidad local de la sección A1-6. 	<p>Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 57.</p> <p>OMS (2006), vol. 4, pág. 89.</p> <p>Tilley <i>et al.</i> (2014), sección C (traslado), pág. 86.</p> <p>OMS (2018), capítulo 3, sección 3.4.</p>
Vaciado motorizado (por ejemplo, reducción de lodos fecales mediante bomba aspirante y transporte)	Varía en función del grupo de exposición y la práctica de manipulación	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de residuos tratados en lugar de materia fresca. • Véanse las medidas de control para los operarios y la comunidad local de la sección A1-6. 	<p>OMS (2006), vol. 4, pág. 89.</p> <p>Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 59.</p> <p>Tilley <i>et al.</i> (2014), sección C (traslado), pág. 88.</p> <p>OMS (2018), capítulo 3, sección 3.4.</p>
Estaciones de transferencia	Varía en función del grupo de exposición y la práctica de manipulación	<ul style="list-style-type: none"> • Las estaciones de transferencia y las estaciones de vaciado de alcantarillado actúan como puntos intermedios de vertido de lodos fecales cuando su transporte a una instalación de tratamiento alejada presenta complicaciones. • Las estaciones de transferencia pueden mejorar considerablemente la salud de las comunidades, al aportar una solución barata y local para la eliminación de los lodos fecales. • Al proporcionar una estación de transferencia, los pequeños proveedores de servicios o los autónomos ya no se ven obligados a verter ilegalmente los lodos y los propietarios de viviendas tienen una mayor motivación para vaciar sus pozos. • La ubicación debe elegirse con esmero, para lograr la máxima eficiencia y que los olores y los problemas para los residentes cercanos sean los mínimos. 	<p>OMS (2018), capítulo 3, sección 3.4.</p> <p>Tilley <i>et al.</i> (2014), sección C (traslado), págs. 96 y 97.</p>

A1-4 Tratamiento

Cuadro A1-4.1. Medidas de control relativas al tratamiento de aguas residuales

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Lagunas de estabilización de residuos, lagunas aireadas, almacenamiento de aguas residuales y depósitos	Alta 2-5 unidades logarítmicas	La eficacia depende de la configuración, el tiempo de almacenamiento, las tasas de carga, los tiempos de retención, el tipo de diseño hidráulico y la eficiencia de la sedimentación. Cuestiones asociadas que deben tenerse en cuenta en la gestión de riesgos para los operarios y la comunidad local: <ul style="list-style-type: none"> • posible reproducción de mosquitos vectores; • posible presencia de caracoles anfitriones del género esquistosoma y los consiguientes controles de vegetación; • vallado; y • posible exfiltración de las lagunas que afecte a las aguas subterráneas (por ejemplo, uso de arcilla u otro material para el revestimiento de las lagunas). 	Mahassen <i>et al.</i> (2008). Stenström <i>et al.</i> (2011), págs. 68 a 70, 79, 129 y 130. OMS (2006), vol. 2, págs. 84 a 87. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección T (tratamiento [semi]centralizado), págs. 110 a 113.
Humedales artificiales	Media 1-3 unidades logarítmicas	La eficacia depende de la configuración prevista (por ejemplo, humedales de flujo superficial o subsuperficial), las cargas y los tiempos de retención. Cuestiones asociadas que deben tenerse en cuenta en la gestión de riesgos para los operarios y la comunidad local: <ul style="list-style-type: none"> • posible reproducción de mosquitos vectores; • posible presencia de caracoles anfitriones del género esquistosoma; • controles de vegetación; • efectos de las excreciones de las especies silvestres; y • posibles fugas de los humedales que afecten a las aguas subterráneas. 	Stenström <i>et al.</i> (2011), págs. 71 y 72, 79, 131 y 132. OMS (2006), vol. 2, pág. 87. OMS (2018), capítulo 3, sección 3.5. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección T (tratamiento [semi]centralizado), págs. 114 a 119.
Tanques de sedimentación	Baja <1 unidad logarítmica	<ul style="list-style-type: none"> • El tratamiento primario se lleva a cabo reduciendo los sólidos en suspensión. • Los tiempos de retención van de 2 a 6 horas. • El tratamiento primario puede eliminar una cantidad considerable de huevos de helmintos. 	OMS (2006), vol. 2, pág. 87. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección T (tratamiento [semi]centralizado), págs. 102 y 103.
Sedimentación avanzada o químicamente mejorada	Media 2-4 unidades logarítmicas	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza productos químicos específicos (por ejemplo, cal o cloruro férrico, muchas veces con un polímero aniónico de elevada masa molecular) para facilitar la coagulación y floculación de partículas. • Aumenta la eliminación de sólidos en suspensión del 30% al 70% u 80%. • Aumenta la eliminación de huevos de helmintos. 	OMS (2006), vol. 2, pág. 87. OMS (2018), capítulo 3, sección 3.5.
Reactores anaerobios de flujo ascendente y manto de lodo	Bajo <2 unidades logarítmicas	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de retención hidráulica de entre 6 y 12 horas. • Las aguas residuales son tratadas a su paso mediante las bacterias anaerobias de una capa de lodos (el "manto" de lodos). • Diseñados principalmente para eliminar la materia orgánica (demanda bioquímica de oxígeno o DBO). • Los reactores anaerobios de flujo ascendente y manto de lodo reducen los huevos de helmintos en 1 o 2 unidades logarítmicas. 	OMS (2006), vol. 2, pág. 88. OMS (2018), capítulo 3, sección 3.5.
Reactores anaerobios con deflectores	Bajo <2 unidades logarítmicas	<ul style="list-style-type: none"> • Las cámaras de flujo ascendente mejoran la eliminación y digestión de la materia orgánica. • Los tiempos de retención hidráulica van de 48 a 72 horas. • La DBO puede reducirse hasta un 90%, un porcentaje de eliminación muy superior al de un tanque séptico convencional. • Los reactores anaerobios con deflectores producen lodos líquidos, así como efluentes con un elevado nivel de patógenos. 	OMS (2018), capítulo 3, sección 3.5. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección T (tratamiento [semi]centralizado), págs. 114 a 119.

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Lodos activados	Medio 2-4 unidades logarítmicas	<ul style="list-style-type: none"> Este sistema consiste en una unidad de reactor multicámara que utiliza microorganismos altamente concentrados para degradar los compuestos orgánicos y eliminar los nutrientes de las aguas residuales a fin de producir un efluente de alta calidad. Para mantener las condiciones aerobias y la suspensión de los lodos activados se requiere un suministro continuo y oportuno de oxígeno. Aunque están diseñados principalmente para eliminar la DBO, los sólidos en suspensión y, a menudo, los nutrientes (nitrógeno y fósforo), con un rendimiento optimizado pueden reducir los patógenos. También podrían reducir los huevos de helmintos en unas 2 unidades logarítmicas. 	<p>OMS (2006), vol. 2, pág. 88.</p> <p>Tilley <i>et al.</i> (2014), sección T (tratamiento [semi]centralizado), págs. 124 y 125.</p> <p>OMS (2018), capítulo 3, sección 3.5.</p>
Filtros percoladores	Medio 2-4 unidades logarítmicas	<ul style="list-style-type: none"> Reactor biológico de lecho fijo que funciona en condiciones (mayoritariamente) aerobias. Las aguas residuales previamente depositadas se “gotean” o percolan de modo continuo sobre el filtro. Conforme el agua va migrando a través de los poros del filtro, la biopelícula que recubre el material filtrante degrada los compuestos orgánicos. Aunque el efluente producido es de alta calidad, sigue suponiendo un riesgo para la salud y no debe manipularse directamente. En los lodos sobrantes, los agentes patógenos se reducen de un modo considerable, aunque sin eliminarse por completo. 	<p>Tilley <i>et al.</i> (2014), sección T (tratamiento [semi]centralizado), págs. 120 y 121.</p> <p>OMS (2018), capítulo 3, sección 3.5.</p>
Métodos de tratamiento terciario	Alto <3 unidades logarítmicas	<ul style="list-style-type: none"> Incluyen procesos como la eliminación adicional de sólidos por floculación, coagulación y sedimentación, o filtración en medios granulares; desinfección (con cloro, ozono o irradiación ultravioleta); y filtración con membranas. 	<p>OMS (2006), vol. 2, págs. 88 y 89.</p> <p>Tilley <i>et al.</i> (2014), sección T (tratamiento [semi]centralizado), págs. 136 y 137.</p> <p>OMS (2018), capítulo 3, sección 3.5.</p>

Cuadro A1-4.2 Medidas de control relativas al tratamiento de excreciones

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Incineración completa (<10% de carbono en cenizas)	Alto	<ul style="list-style-type: none"> La temperatura debe ser suficiente para garantizar la reducción de patógenos. 	OMS (2006), vol. 4, pág. 68.
Compostaje durante al menos 1 semana si se puede mantener una temperatura del compost superior a 50 °C	De media a alta	<ul style="list-style-type: none"> Alta si se puede conseguir esa temperatura para todo el material; media si no se consigue por completo. En el compostaje mesófilo se aplica un monitoreo de validación y verificación. Para el compost a una temperatura inferior a 50 °C, véanse los periodos de almacenamiento de excreciones (más arriba). Género <i>Ascaris</i>: reducción logarítmica superior a 1,5-2 (co-compostaje termófilo). 	<p>Koné <i>et al.</i> (2007). Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 77. OMS (2006), vol. 4, pág. 68. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección T (tratamiento [semi]centralizado), pág. 132.</p>
Solo almacenamiento		El tiempo y la temperatura ambiente deben ser los del proceso de tratamiento primario.	
Tratamiento alcalino y almacenamiento	De media a alta	<ul style="list-style-type: none"> pH superior a 9 durante más de 6 meses (temperatura: >35 °C; humedad: <25%). El tiempo de eliminación es mayor con un pH más bajo o un material más húmedo. El tiempo es sustancialmente más corto con un pH de 11 (por ejemplo, tratamiento con cal). 	OMS (2006), vol. 4, pág. 68.
Lechos de secado e irradiación ultravioleta	De media a alta	<ul style="list-style-type: none"> Huevos de helmintos: reducción de 3 unidades logarítmicas (1 mes). Bacterias: reducción de 2,5 a 6 unidades logarítmicas (4 meses de almacenamiento). 	<p>Kengne, Akoa y Koné (2009). Nielsen (2007). Stenström <i>et al.</i> (2011), págs. 77 y 137. Tilley <i>et al.</i> (2014), sección T (tratamiento [semi]centralizado), págs. 128 a 131.</p>

Cuadro A1-4.3. Medidas de control relativas al tratamiento de la orina

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Almacenamiento de la orina: sin dilución de la orina, para aumentar al máximo la eliminación de patógenos	No se aplica	<ul style="list-style-type: none"> • La orina no diluida tiene un pH de aproximadamente 8,8, lo que favorece la eliminación bacteriana. • Los mosquitos pueden reproducirse en la orina diluida, pero no en la orina sin diluir. • Inactivación del esquistosoma <i>haematobium</i>, cuando proceda. 	OMS (2006), vol. 4, págs. 70 y 71.
La orina no se almacena antes de la aplicación; se aplica en sistemas unifamiliares: fertilización de la parcela familiar	No se aplica	<ul style="list-style-type: none"> • En los sistemas unifamiliares individuales, y cuando la orina se utiliza exclusivamente para la fertilización en parcelas individuales, no se necesita almacenamiento. • La probabilidad de transmisión de patógenos entre miembros de una familia es mucho mayor a través de la transmisión de persona a persona que a través del ciclo de la fertilización de los cultivos. 	OMS (2006), vol. 4, pág. 70.
Almacenamiento de la orina antes de la aplicación, para cultivos consumidos crudos	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento durante 6 meses como mínimo a más de 20 °C combinado con un periodo de retención de 1 mes (si los residuos se tratan según estos parámetros no deberían ser necesarias más medidas de control). 	Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 85. OMS (2006), vol. 4, pág. 70.
Almacenamiento de la orina antes de su aplicación, para alimentos procesados y cultivos forrajeros	De media a alta	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento durante un mínimo de 1 mes a más de 20 °C o un mínimo de 6 meses a 4 °C. 	Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 85.

Cuadro A1-4.4. Medidas de control relativas al tratamiento de aguas grises

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Aspectos generales: véase OMS (2006), vol. 4, figura 5.11	De media a alta 1-4 unidades logarítmicas	<ul style="list-style-type: none"> • La carga fecal suele ser de entre 3 y 5 unidades logarítmicas inferior a la de las aguas residuales. • La materia orgánica fácilmente degradable puede provocar un rebrote de bacterias indicadoras. • Por lo general, a las aguas grises pueden aplicárseles los métodos de tratamiento de las aguas residuales. • Las instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aguas grises deben protegerse de animales e insectos vectores. • Se recomienda el riego subsuperficial cuando las aguas grises estén muy contaminadas, la reproducción de vectores resulte probable o no sea posible el tratamiento en lagunas. 	OMS (2006), vol. 4, págs. 66, 77, 93 a 99, y figura 5.

A1-5 Uso y/o disposición final

Cuestiones que deben tenerse en cuenta en la gestión de riesgos para los operarios, los agricultores y la comunidad local en todas las aplicaciones de aguas residuales agrícolas:

- las instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aguas residuales deben protegerse de animales e insectos vectores; y
- debe evitarse el estancamiento en los puntos de aplicación de las aguas residuales tratadas, puesto que favorecería la reproducción de vectores.

Las tasas de aplicación de las aguas residuales deben gestionarse para responder a las demandas de los cultivos.

Cuadro A1-5.1. Medidas de control relativas a las aguas residuales en la agricultura

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Uso de aguas residuales sin tratar	De muy baja a baja	<p>Con respecto a las concentraciones de patógenos, las aguas residuales sin tratar nunca deben considerarse seguras. Cuestiones asociadas que deben tenerse en cuenta en la gestión de riesgos para los grupos de exposición:</p> <ul style="list-style-type: none"> • restricciones de cultivos; • riego localizado (por ejemplo, por goteo); • control del riego previo a la cosecha (por ejemplo, interrupción del riego antes de la cosecha) para que los patógenos mueran antes del consumo del cultivo (lo que da un margen entre el riego final y el consumo); • medidas durante la cosecha y tras la cosecha; y • mejora del tratamiento o nuevos tratamientos de bajo costo. 	OMS (2006), vol. 2, págs. 89 a 91.
Selección de cultivos en función de la calidad de las aguas residuales	Alto	<p>La eficacia depende de los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el uso de los cultivos: los no destinados al consumo humano —como el algodón y los de plantas oleaginosas— eliminan algunos riesgos; • el acceso humano a las zonas de cultivo e irrigación: las zonas con un acceso más libre entrañan más riesgos; y • el cumplimiento de las restricciones de cultivos acordadas. 	OMS (2006), vol. 1, pág. 24. OMS (2006), vol. 2, pág. 76.
Aplicación de las aguas residuales: riego subsuperficial	Alto	<p>Esta técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • reduce al mínimo el contacto por parte de los agricultores; • facilita la absorción radicular; • es muy eficiente en el uso del agua de riego; y • requiere la selección de emisores no obstruibles o la filtración para evitar la obstrucción de los emisores. <p>El riego subsuperficial ofrece muchas posibilidades para minimizar el contacto humano y reducir las pérdidas de agua en zonas en las que sea escasa. No obstante, deben controlarse y gestionarse las entradas por superficie y el estancamiento (por ejemplo, a raíz de obstrucciones o roturas de tuberías). Si se producen entradas superficiales la reducción de los riesgos para la salud humana será menor.</p>	OMS (2006), vol. 1, pág. 26. OMS (2006), vol. 2, pág. 76.
Aplicación de las aguas residuales: riego por goteo localizado (cultivos altos), por ejemplo, riego por borboteo	Alto 4 unidades logarítmicas	<p>Esta técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • debe contemplar la posibilidad de reducir al mínimo la obstrucción de los orificios de goteo; • obliga a controlar y reducir al mínimo el almacenamiento temporal en el suelo de los cultivos cosechados, para evitar que puedan contaminarse; • requiere reducir y gestionar el estancamiento superficial (véanse las observaciones para el riego subsuperficial); y • mejora en eficiencia y eficacia con un lecho de cubierta orgánica protectora, que reduce y controla las entradas superficiales. <p>Los productos almacenados en el suelo pueden contaminarse hasta el punto de que se anulen los efectos positivos de otras barreras.</p>	Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 93. OMS (2006), vol. 1, pág. 26.

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Aplicación de las aguas residuales: riego por goteo localizado (cultivos bajos)	Medio 2 unidades logarítmicas	<p>La eficacia de la técnica a la hora de reducir el riesgo varía según el tipo de cultivo (por ejemplo, tubérculos o verduras de hoja, que se consumen crudas o cocinadas) y la técnica de cultivo (el grado de mecanización).</p> <p>Esta técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • se mejora con un lecho de cubierta orgánica protectora, que reduce y controla las entradas superficiales; • reduce al mínimo las obstrucciones de los orificios de goteo; • requiere reducir y gestionar el estancamiento superficial (véanse las observaciones para el riego subsuperficial); • requiere reducir el contacto directo del cultivo con el punto de riego; y • obliga a controlar y reducir al mínimo el almacenamiento temporal en el suelo de los cultivos cosechados, para evitar que puedan contaminarse. <p>Los productos almacenados en el suelo pueden contaminarse hasta el punto de que se anulen los efectos positivos de otras barreras.</p>	Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 93. OMS (2006), vol. 1, pág. 26.
Aplicación de las aguas residuales: riego por surcos	De baja a media	<p>La eficacia de la técnica a la hora de reducir el riesgo varía según el tipo de cultivo (por ejemplo, tubérculos o verduras de hoja, que se consumen crudas o cocinadas) y la técnica de cultivo (el grado de mecanización). Cuestiones que deben tenerse en cuenta en la gestión de riesgos para los grupos de exposición:</p> <ul style="list-style-type: none"> • control de las prácticas de carga de riego para reducir al mínimo el lavado del suelo y el drenaje a las aguas superficiales receptoras; • control del tiempo de retención entre el último riego y la cosecha; y • que la técnica esté sujeta a interferencias cuando llueva. <p>Debe procurarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • evitar el estancamiento; y • controlar el almacenamiento temporal en el suelo de las cosechas. <p>Los productos almacenados en el suelo pueden contaminarse hasta el punto de que se anulen los efectos positivos de otras barreras.</p>	OMS (2006), vol. 1, pág. 23.
Aplicación de las aguas residuales: riego por aspersión (alta presión)	De baja a media	<p>La eficacia de la técnica para reducir el riesgo depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el tipo de cultivo (por ejemplo, tubérculos o verduras de hoja, consumidas crudas o cocinadas); • la ubicación del riego por aspersión respecto a las comunidades locales y los agricultores; y • la calidad o el tratamiento previo del agua de riego. <p>Debe procurarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • establecer una área de separación de la aspersión de entre 50 y 100 m respecto a las comunidades locales, lo que puede proporcionar una reducción de 1 unidad logarítmica; • controlar la desviación de la aspersión (por ejemplo, prohibir la aspersión los días en que la velocidad y la dirección del viento superen los límites acordados); • controlar el tiempo de retención entre el último riego y la cosecha; • controlar el almacenamiento temporal en el suelo de las cosechas; y • controlar las tasas de carga y las prácticas de fertilización para minimizar la escorrentía a las aguas superficiales. <p>Los productos almacenados en el suelo pueden contaminarse hasta el punto de que se anulen los efectos positivos de otras barreras.</p>	Stenström <i>et al.</i> (2011), págs. 91 a 93. OMS (2006), vol. 2, pág. 64.

Medida	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Aplicación de las aguas residuales: riego por aspersión (baja presión)	De baja a media	<p>La eficacia de la técnica para reducir el riesgo depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el tipo de cultivo (por ejemplo, tubérculos o verduras de hoja, consumidas crudas o cocinadas); • la ubicación del riego por aspersión respecto a las comunidades locales lindantes y los agricultores; y • la calidad o el tratamiento previo del agua de riego. <p>Debe procurarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • controlar la carga por área; • controlar el tiempo de retención entre el último riego y la cosecha; • controlar el almacenamiento temporal en el suelo de las cosechas; y • controlar las prácticas de fertilización; 	Stenström <i>et al.</i> (2011), págs. 91 a 93. OMS (2006), vol. 2, pág. 64.
Aplicación de las aguas residuales: lagunas en las explotaciones agrícolas y regaderas (hortalizas y tubérculos)	Bajo	<p>La eficacia de la técnica para reducir el riesgo depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la calidad o el tratamiento previo del agua de riego; • el modo de aplicación y la exposición de los agricultores al agua de riego; y • las prácticas de aplicación que utilicen los distintos agricultores. <p>Debe procurarse:</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 las cosechas; y • controlar las tasas de carga y las prácticas de fertilización para minimizar la escorrentía a las aguas superficiales. <p>Las lagunas de las explotaciones pueden lograr una reducción logarítmica de coliformes fecales de 1 a 1,5. La filtración a través de arena a nivel local puede lograr una reducción logarítmica de coliformes fecales de 2 y de huevos del género <i>Ascaris</i> de 0,5 a 1,5.</p>	Amoah <i>et al.</i> (2011).
Periodo de eliminación de patógenos de 1 semana: suspensión de la aplicación de las aguas residuales antes de la cosecha	De media a alta	Las reducciones logarítmicas reales dependen del tipo de cultivo y de la temperatura, y son específicas de cada lugar. Consúltense el ejemplo 3.3 para ver más comentarios.	Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 93. OMS (2006), vol. 1, pág. 32.
Almacenamiento de la cosecha antes de la venta	Medio	<p>La eficacia de la técnica para reducir el riesgo depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • las condiciones de almacenamiento (por ejemplo, contaminación añadida durante el almacenamiento y condiciones climáticas); • el acceso de plagas; y • el tiempo de almacenamiento. <p>Si se conjuga con un periodo de eliminación de patógenos de 1 semana, la eficacia es alta.</p>	
Mayor seguridad en la manipulación	Importante, aunque sin cuantificar	Véase la sección A1-6. No se ha cuantificado la reducción del riesgo, pero se prevé que la medida tenga importantes efectos positivos.	OMS (2006), vol. 2, capítulo 5.5.
Medidas de control de la exposición tras la cosecha	De media a alta 2-7 unidades logarítmicas	Véase la sección A1-6. Incluye almacenamiento prolongado, lavado, desinfección, pelado y cocción de los productos.	OMS (2006), vol. 2, capítulo 5.4.

Cuadro A1-5.2. Medidas de control relativas al uso de las aguas residuales en la acuicultura

Alternativa	Eficacia	Comentarios	Más información
Calidad del agua de la lagunas: <10 ³ <i>E. coli</i> por 100 ml; <1 huevo de helminto por litro	Alto	<ul style="list-style-type: none"> En general, esto protegerá a los operarios y a los consumidores, sin que sea preciso adoptar otras medidas de control si las aguas residuales se tratan según estos parámetros. Debe hacerse un control físico, químico o biológico de las poblaciones de caracoles anfitriones donde el género esquistosoma es endémico. Deben tenerse en cuenta los mosquitos vectores y contemplarse medidas para reducir los hábitats de reproducción de los vectores. Véanse las notas sobre las pruebas de huevos viables de trematodos en: OMS (2006), vol. 3, pág. 40. 	OMS (2006), vol. 3, págs. 39 a 45.
Calidad del agua de la lagunas: <10 ⁴ <i>E. coli</i> por 100 ml; <1 huevo de helminto por litro	De media a alta	<ul style="list-style-type: none"> En principio esto protegería a los consumidores de los productos, aunque se requieren más medidas de control para los operarios y acuicultores. Debe hacerse un control físico, químico o biológico de las poblaciones de caracoles anfitriones donde el género esquistosoma es endémico. Deben tenerse en cuenta los mosquitos vectores y contemplarse medidas para reducir los hábitats de reproducción de los vectores. Por lo general, las pruebas para detectar huevos viables de trematodos en las aguas residuales, las excreta o el agua de las lagunas deben hacerse en la fase de validación del sistema. Si las especies de plantas y peces que se crían en el área se consumen siempre después de una cocción completa no harán falta pruebas para detectar huevos viables de trematodos. Véanse las notas sobre las pruebas de huevos viables de trematodos en: OMS (2006), vol. 3, pág. 40. 	Sección A1-6. OMS (2006), vol. 3, págs. 39 a 45.
Aguas residuales sin tratar o parcialmente tratadas	Media (si existen medidas de control y se exige su cumplimiento; de lo contrario, baja)	<ul style="list-style-type: none"> Restringir los productos a las especies de pescado que solo se consumen cocinadas. Los productos de pescado deben procesarse antes de su venta. Véanse las medidas de control para los operarios y agricultores de la sección A1-6. Debe hacerse un control físico, químico o biológico de las poblaciones de caracoles anfitriones donde el género esquistosoma es endémico. Deben tenerse en cuenta los mosquitos vectores y contemplarse medidas para reducir los hábitats de reproducción de los vectores. Debe restringirse el acceso a las instalaciones de acuicultura en las que se reutilizan aguas residuales. Véanse las notas sobre las pruebas de huevos viables de trematodos en: OMS (2006), vol. 3, pág. 40. 	OMS (2006), vol. 3, págs. 21, 41, 47 a 68.
Restricción de los productos	De baja a alta	<ul style="list-style-type: none"> Los productos deben restringirse a plantas y pescados que se consuman solo después de cocinarlos. Debe extremarse la vigilancia para evitar la trematodiasis en la producción de ejemplares juveniles. 	OMS (2006), vol. 3, pág. 55.
Periodo de retención entre la aplicación de residuos y la cosecha	Medio	<ul style="list-style-type: none"> La eficacia de la gestión de riesgos depende del tiempo y su reducción está relacionada con la funcionalidad de las lagunas facultativas o de maduración. Para lograr una eliminación óptima de los patógenos antes de la captura de los peces o la recolección de las plantas podría utilizarse un proceso de introducción discontinua (es decir, todas las aguas residuales entran en el sistema de tratamiento de una sola vez y no se añaden otras hasta la captura o recolección). No obstante, en las zonas urbanas, las lagunas acuáticas más grandes suelen recibir continuamente aguas residuales sin tratar y residuos de letrinas de las viviendas próximas. 	OMS (2006), vol. 3, pág. 57.
Depuración (antes de la comercialización, el pescado debe conservarse en agua limpia para reducir la contaminación)	Medio	<ul style="list-style-type: none"> Depende del tiempo; se recomiendan entre 2 y 3 semanas. No afectará a la concentración de trematodos. 	OMS (2006), vol. 3, pág. 57.
Manipulación y preparación de los alimentos	Medio	<ul style="list-style-type: none"> Debe evitarse la contaminación de la carne de pescado. El pescado debe eviscerarse antes de manipular su carne. Deben emplearse tablas para cortar y cuchillos limpios. 	OMS (2006), vol. 3, pág. 58.

Alternativa	Eficacia	Comentarios	Más información
Lavado y desinfección de los productos	Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Debe aplicarse a las plantas acuáticas. 	OMS (2006), vol. 3, pág. 58.
Cocción	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Debe aplicarse a todos los productos. • Puede producirse contaminación durante el almacenamiento después de la cocción. 	OMS (2006), vol. 3, pág. 58.
Medidas de protección sanitaria contra los trematodos	De baja a alta	<ul style="list-style-type: none"> • Para ver un resumen, consúltese: OMS (2006), vol. 3, cuadro 5.4. 	OMS (2006), vol. 3, págs. 63 a 68.

Cuadro A1-5.3. Medidas de control relativas al uso de excreciones en la agricultura

Alternativa	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Manipulación de las excreciones		<ul style="list-style-type: none"> • Véanse las medidas de control para los operarios de la sección A1-6. • No deberían ser necesarias más medidas de control si las excreciones se tratan para que haya menos de 1 huevo de helminto por gramo de sólidos totales. • Deben contenerse los lodos fecales o biosólidos durante cualquier labor de almacenamiento para evitar la escorrentía a las vías fluviales locales. • Debe tenerse en cuenta la atracción de plagas o vectores. 	Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 99. OMS (2006), vol. 4, pág. 66.
Aplicación en terrenos agrícolas: mezcla completa de las excreciones tratadas con el suelo.	No cuantificable (reducir el contacto)	<ul style="list-style-type: none"> • Este uso también favorece la absorción de nutrientes por parte de las plantas. • Debe mantenerse una buena higiene personal durante la aplicación. 	Stenström <i>et al.</i> (2011), págs. 87 y 97. OMS (2006), vol. 4, pág. 78.
Aplicación en tierras agrícolas en el momento de la siembra o plantación.	De media a alta	<ul style="list-style-type: none"> • La eficacia depende de la eliminación de patógenos y el tiempo de retención entre la aplicación y la cosecha. 	
Restricciones a los cultivos: la aplicación de excreciones tratadas debe restringirse a cultivos no alimentarios o a los que se cocinan o procesan antes de su consumo	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la exposición de los agricultores durante la aplicación, la manipulación y la cosecha. • Los agricultores deben mantener una buena higiene personal durante la aplicación. 	Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 87. OMS (2006), vol. 4, pág. 77.
La eliminación de patógenos debe aplicarse durante 1 mes: suspensión de la aplicación de los residuos antes de la cosecha	De media a alta	<ul style="list-style-type: none"> • Véanse las medidas de control para los operarios y la comunidad local de la sección A1-6. • Puede combinarse con el almacenamiento de la cosecha antes de la venta durante periodos establecidos (de baja a media) o una combinación que equivalga a un total de 1 mes. 	USEPA (1992). OMS (2006), vol. 4, pág. 78.
Medidas de control de la exposición tras la cosecha: lavado con o sin desinfectantes (por ejemplo, pelado, cocción).	De media a alta	<ul style="list-style-type: none"> • Se trata de medidas de protección de los consumidores. • Las medidas de control son difíciles de comprobar. • Es posible una reducción logarítmica del riesgo de entre 1 y 7 unidades, dependiendo de la medida. 	OMS (2006), vol. 4, págs. 78 y 79.

Cuadro A1-5.4. Medidas de control relativas al uso de excreta en la acuicultura

Alternativa	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Manipulación de las excretas		<ul style="list-style-type: none"> • Véanse las medidas de control para los operarios de la sección A1-6. • No deberían ser necesarias más medidas de control si las excreta se tratan para que haya menos de 1 huevo de helminto por gramo de sólidos totales. • Deben contenerse los lodos fecales o biosólidos durante cualquier labor de almacenamiento para evitar la escorrentía a las vías fluviales locales. • Debe tenerse en cuenta la atracción de plagas o vectores. 	Stenström <i>et al.</i> (2011), pág. 99. OMS (2006), vol. 4, pág. 66.
Almacenamiento de las excreta antes de introducir las en las lagunas	De media a alta	<ul style="list-style-type: none"> • Los efectos dependen del tiempo. • Los tiempos de almacenamiento se cuentan solo a partir de la última adición de heces frescas (es decir, como una actividad discontinua). • El almacenamiento durante 4 semanas reduce considerablemente los riesgos de los trematodos; para el género de <i>Fasciola</i> debe ser de 10 semanas. • Se producirá una reducción de bacterias y virus patógenos. 	OMS (2006), vol. 3, pág. 50.
Excreta tratadas previamente en una fermentación de biogás	De baja a media	<ul style="list-style-type: none"> • Depende del tiempo de tratamiento y de la temperatura. • Se recomienda conjugarla con otras medidas de protección. 	OMS (2006), vol. 3, pág. 51.

Cuadro A1-5.5. Medidas de control relativas al uso de orina en la agricultura

Alternativa	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Almacenamiento de la orina antes de su aplicación: la orina almacenada debe mezclarse con el suelo o aplicarse cerca del suelo	No cuantificable (reducir el contacto)	<ul style="list-style-type: none"> • Favorece la absorción de nutrientes por parte de las plantas. • Se requiere higiene personal durante la aplicación. 	OMS (2006), vol. 4, págs. 66 y 70.
Almacenamiento de la orina antes de la aplicación: cese de la aplicación de la orina 1 mes antes de la cosecha para cultivos consumidos crudos	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de riesgo inferior a 10^{-6} años de vida ajustados en función de la discapacidad si se conjuga con las recomendaciones de almacenamiento. 	OMS (2006), vol. 4, pág. 70.





Cuadro A1-5.6. Medidas de control relativas al uso de aguas grises en la agricultura





Alternativa	Eficacia y reducción logarítmica	Comentarios	Más información
Riego con aguas grises: deben aplicarse los métodos de tratamiento de aguas residuales	De baja a alta	<ul style="list-style-type: none">• En principio no es necesario restringir los cultivos si la contaminación fecal es baja y se aplica un tratamiento.• Se recomienda la aplicación de aguas grises con métodos cercanos al suelo.• Debe evitarse el estancamiento de aguas grises en puntos de aplicación que puedan convertirse en criaderos de vectores.	OMS (2006), vol. 4, pág. 78.

A1-6 Ejemplos de medidas de control para proteger a los grupos de exposición

Algunos de estos controles también se indican en los cuadros A1-1 a A1-5.

Cuadro A1-6. Medidas de control relativas a la protección de usuarios, operarios, agricultores y acuicultores, consumidores y comunidades locales y en general

Tipo de medida	Usuarios (U)	Operarios (O)	Agricultores (A)
 Normativa	<ul style="list-style-type: none"> • Normas técnicas relativas a los materiales, las dimensiones y la ubicación de los inodoros • Directrices para la inspección periódica de los sistemas <i>in situ</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamentos locales que reconozcan y profesionalicen al personal del saneamiento en toda la cadena de servicios de saneamiento • Concesión de licencias a proveedores de servicios de vaciado 	<ul style="list-style-type: none"> • Legislación o reglamentos locales que exijan el cumplimiento de normas de salud y seguridad en el trabajo para proteger a los agricultores
 Técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de inodoros • Renovación de los sistemas existentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Suministro de material que ayude a reducir la exposición (por ejemplo, camiones de succión de lodos) • Tratamiento optimizado antes de la manipulación • Diseño de instalaciones de contención <i>in situ</i> que optimicen la eliminación segura de los residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Riego subsuperficial • Proporcionar un tratamiento sencillo de las aguas residuales aguas arriba de el área de riego (por ejemplo, una lagunas de detención del tamaño adecuado). • Material que ayude a reducir la exposición (por ejemplo, mangueras en lugar de regaderas)
 Operativa y de gestión	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los albañiles para que los inodoros se instalen correctamente (por ejemplo, con cierre hidráulico) • Crear un centro de llamadas para el vaciado de tanques sépticos y las emergencias 	<ul style="list-style-type: none"> • Vacunación contra la fiebre tifoidea • Tratamiento de las helmiasis (2-3 veces al año) y las esquistosomiasis, donde sean endémicas; tratamiento de las excoriaciones y las heridas cutáneas • Procedimientos operativos estándar para las medidas de precaución generales en la manipulación 	<ul style="list-style-type: none"> • Restringir el acceso de los operarios al campo durante la aplicación mecánica de aguas residuales • Acceso a agua potable y inodoros en el lugar de trabajo
 Cambio de comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Campaña de comunicación para fomentar un uso y mantenimiento adecuados de los inodoros y los sistemas <i>in situ</i> • Programa de protección del consumidor en el que se estipulen los derechos y las responsabilidades de los usuarios de los servicios de vaciado de lodos fecales 	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de sensibilización del personal para garantizar la salud y la seguridad ocupacional • Equipos de protección personal (por ejemplo, guantes, mascarillas, calzado impermeable cerrado). • Capacitación para la manipulación segura de las excreciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal • Higiene personal y capacitación para fomentar la higiene de los agricultores.

Tipo de medida	Consumidores (C)	Comunidad local (CL)	Comunidad en general (CG)
 Normativa	<ul style="list-style-type: none"> • Normas para los productos del lodo, clasificados según el tipo de uso 	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamentos locales que prohíban el vertido ilegal de lodos fecales frescos al aire libre y en corrientes de agua • Acceso restringido del público a los campos o instalaciones de acuicultura que reutilicen aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Normas sobre efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales • Prohibición de actividades recreativas en masas de agua que se sospeche que puedan estar contaminadas
 Técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento adicional de lodo seco (por ejemplo, co-compostaje) • Paso suplementario de pulido en la planta de tratamiento de aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Vallado de las instalaciones de tratamiento de residuos para evitar la entrada de niños y animales • Mejora de los sistemas <i>in situ</i> que puedan filtrar los lixiviados a las aguas subterráneas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación o mejora de plantas de tratamiento de aguas residuales para evitar el vertido de efluentes sin tratar
 Operativa y de gestión	<ul style="list-style-type: none"> • Periodo de eliminación de patógenos de 1 mes, mediante: • la suspensión de la aplicación de residuos antes de la cosecha; • el almacenamiento de la cosecha antes de la venta; o • una combinación de ambos métodos durante 1 mes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando las aguas residuales se apliquen mediante riego por aspersión, mantenimiento de una franja de separación de entre 50 y 100 m respecto a los residentes • Tratamiento de las helmintiasis 2 o 3 veces al año para las personas vulnerables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de procedimientos operativos estándar para el funcionamiento y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
 Cambio de comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los agricultores en materia de selección de cultivos (por ejemplo, solo cultivos que no se consumen crudos) • Programa doméstico de seguridad alimentaria (para fomentar el lavado de los productos) • Higiene de los mercados mediante la educación de los vendedores y el suministro en ellos de agua potable 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de educación para los residentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de educación para los residentes de las ciudades y los pueblos cercanos

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

ANEXO 2

Resumen de los riesgos para la salud de naturaleza microbiana asociados al uso de aguas residuales para el riego

Cuadro A2-1. Resumen de los riesgos para la salud de naturaleza microbiana asociados al uso de aguas residuales para el riego

Grupo expuesto	Infecciones bacterianas/víricas	Infecciones por protozoos	Helmintiasis
Agricultores y sus familias	<p>Mayor riesgo de enfermedad diarreica en niños que estén en contacto con aguas residuales, si el agua contiene una cantidad superior a 10^4 coliformes fecales por cada 100 ml.</p> <p>Riesgo elevado de salmonelosis en niños expuestos a aguas residuales sin tratar.</p> <p>Respuesta serológica elevada a norovirus en adultos expuestos a aguas residuales parcialmente tratadas.</p>	<p>El riesgo de giardiasis es considerable en contacto con aguas residuales tanto sin tratar como tratadas. Un estudio llevado a cabo en el Pakistán ha calculado que el riesgo de giardiasis entre los agricultores que utilizan aguas residuales sin tratar se triplica en comparación con los que emplean agua dulce.</p> <p>Se ha observado un mayor riesgo de amebiasis en contacto con aguas residuales sin tratar.</p>	<p>Riesgo considerable de helmintiasis en adultos y niños en el caso de las aguas residuales sin tratar.</p> <p>Mayor riesgo de anquilostomiasis para los operarios que van descalzos.</p> <p>El riesgo sigue existiendo para los niños y niñas, aunque no para los adultos, incluso cuando las aguas residuales se tratan para llegar a menos de 1 huevo de helminto por litro.</p>
Poblaciones que viven en lugares donde se practica el riego con aguas residuales o en sus inmediaciones	<p>El riego por aspersión con agua de mala calidad (con 10^6-10^8 coliformes totales/100 ml) y una elevada exposición a los aerosoles se asocia a un aumento de las infecciones.</p> <p>El uso de agua parcialmente tratada ($\leq 10^4$-10^5 coliformes totales/100 ml) para el riego por aspersión no se asocia a un aumento de las tasas de virosis.</p>	<p>No existen datos sobre la transmisión de infecciones por protozoos durante el riego por aspersión con aguas residuales.</p>	<p>No se ha estudiado la transmisión de helmintiasis en el riego por aspersión, pero son los mismos que en el recuadro anterior en el riego por inundación o por surcos con un contacto intenso.</p>
Consumidores de productos regados con aguas residuales	<p>Se han comunicado brotes de cólera, fiebre tifoidea y sigelosis por el uso de aguas residuales sin tratar.</p> <p>Respuestas seropositivas para <i>Helicobacter pylori</i> con el uso de aguas residuales sin tratar.</p> <p>Aumento de la diarrea inespecífica cuando el agua presenta una cantidad superior a 10^4 coliformes fecales por cada 100 ml.</p>	<p>Se han encontrado signos de protozoos parásitos en superficies de verduras regadas con aguas residuales, pero no hay pruebas directas de transmisión de enfermedades.</p>	<p>Riesgo considerable de helmintiasis en adultos, niños y niñas en el caso de las aguas residuales sin tratar.</p>

Fuentes: Stenström et al. (2011), pág. 92; consúltese esta fuente para ver otros comentarios relacionados con las pruebas de riesgo para la salud.

ANEXO 3

Riesgos de naturaleza química del uso de aguas residuales en la agricultura y la acuicultura

Productos químicos de las aguas residuales en la agricultura

Los límites de concentración de muchas sustancias químicas en las aguas residuales vendrán determinados a menudo por las necesidades de los cultivos, no por preocupaciones relativas a la salud humana. Las concentraciones a las que las sustancias químicas de las aguas residuales se vuelven tóxicas para las plantas o inadecuadas para la producción agrícola suelen ser inferiores a las que representan amenazas para la salud humana.

Las concentraciones de sustancias químicas en el agua de riego se utilizan para determinar la idoneidad de las aguas residuales para el crecimiento vegetal. La calidad fisicoquímica de las aguas residuales tratadas que se utilizan para el riego de cultivos debe ajustarse a los valores orientativos establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, resumidos en el anexo 1 de OMS (2006), vol. 2.

Las concentraciones de sustancias químicas en el suelo se utilizan para determinar la idoneidad para la salud humana, ya que la exposición humana a las sustancias químicas se evalúa mediante la transferencia de dichas sustancias a través de la cadena alimentaria (de las aguas residuales al suelo), la absorción por parte de las plantas y el consumo por parte de los seres humanos. Durante el riego con aguas residuales, la concentración de elementos inorgánicos en los suelos irá aumentando lentamente con las sucesivas aplicaciones. Sin embargo, las concentraciones en las aguas residuales de muchos contaminantes orgánicos suelen ser muy bajas, de modo que es poco probable que se acumulen en el suelo hasta alcanzar su umbral.

Productos químicos de las aguas residuales en la acuicultura

En la sección 3.3, volumen 3, de las *Guías sobre el uso seguro de aguas residuales, excretas y aguas grises en agricultura y acuicultura* de la OMS de 2006 se presenta información específica sobre las sustancias químicas en relación con la acuicultura que reutiliza aguas residuales.

La Comisión del Codex Alimentarius (<http://www.codexalimentarius.org/>) establece tolerancias para sustancias químicas específicas en productos alimentarios. Los usuarios también deben consultar las referencias de las fuentes para conocer los posibles cambios en las normas y los límites a lo largo del tiempo, así como cualquier norma nacional.

Las concentraciones tolerables de sustancias químicas tóxicas en el pescado y las verduras podrían utilizarse en algunos programas de verificación. El monitoreo de la verificación de las concentraciones de sustancias químicas en los productos acuícolas que reutilizan aguas residuales debería hacerse a intervalos de 6 meses en el punto de venta. Las comparaciones entre el pescado o las plantas alimentados con residuos y los productos no alimentados con residuos que se venden en el mercado pueden proporcionar información sobre cualquier contaminante específico relacionado con el uso de aguas residuales o excreciones. Es posible seleccionar los contaminantes presentes en concentraciones elevadas para un monitoreo más sistemático, según sea necesario.

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE, CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD
AGUA, SANEAMIENTO, HIGIENE Y SALUD
ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
20, AVENUE APPIA
1211 GENEVA 27
SUIZA

www.who.int/water_sanitation_health/en/

