

Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene

Nota técnica

Relación entre los riesgos y las respuestas: opciones para el desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene



Acerca de UNICEF

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia trabaja en más de 100 países de todo el mundo en favor de la mejora del suministro de agua y las instalaciones de saneamiento en las escuelas y las comunidades, así como en la promoción de prácticas de higiene seguras. Patrocina una amplia variedad de actividades y colabora con numerosos asociados, entre ellos familias, comunidades, gobiernos y organizaciones con objetivos afines. En las situaciones de emergencia, proporciona socorro de urgencia a las comunidades y las naciones amenazadas por las enfermedades y la interrupción del suministro de agua. Todos los programas de agua, saneamiento e higiene (WASH) de UNICEF se diseñan con el propósito de contribuir al Objetivo de Desarrollo del Milenio sobre agua y saneamiento.

Acerca de GWP

La Asociación Mundial para el Agua (Global Water Partnership, GWP) es una organización intergubernamental integrada por 13 Asociaciones Regionales para el Agua, 86 Asociaciones Nacionales para el Agua y más de 3.000 organizaciones miembros de 183 países. Su visión es la de un mundo con seguridad hídrica. Su misión es impulsar la gobernabilidad y la gestión de los recursos hídricos con miras a lograr un desarrollo sostenible y equitativo a través de la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH). La GIRH es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados de los recursos hídricos, terrestres y conexos a fin de maximizar el bienestar económico y social de forma equitativa sin poner en peligro la sostenibilidad de ecosistemas vitales y del medio ambiente.

© 2017 GWP y UNICEF

ISBN: 978-91-87823-38-1

Fotografía de la portada: © UNICEF/2017/Angola

Diseño y maquetación: Strategic Agenda

Está autorizada la reproducción de fragmentos del texto con fines educativos o no comerciales sin la autorización previa de UNICEF y GWP, siempre que se cite la fuente con mención del nombre completo del informe y que los fragmentos no se empleen en un contexto que pueda inducir a error. No se autoriza el uso de esta publicación para la venta u otros fines comerciales. Los resultados, interpretaciones y conclusiones corresponden a los autores y no suponen la aprobación por parte de UNICEF y GWP.

Preparado en cooperación con HR Wallingford y el Overseas Development Institute.



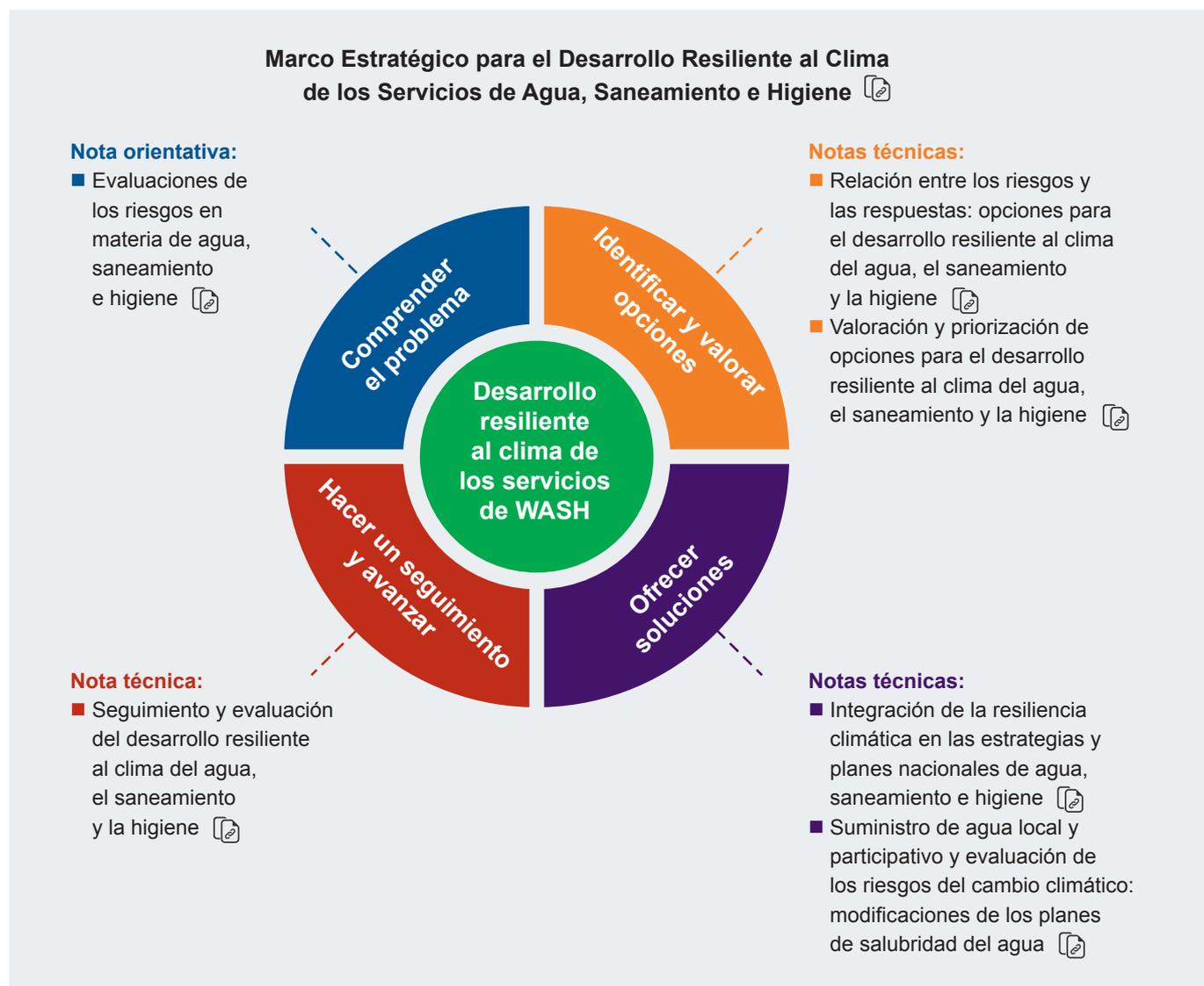
Índice

Apoyar la resiliencia al clima en el sector del agua, el saneamiento y la higiene	
1. Introducción	1
2. Fortalecer el entorno propicio.	4
2.1. Seleccionar las tecnologías en función de su resiliencia al riesgo climático	4
2.2. Fortalecer las normas y orientaciones. Suministro de agua	7
2.3. Fortalecer las normas y orientaciones. Saneamiento	10
3. Desarrollar las capacidades de seguimiento y gestión de los recursos hídricos	15
3.1. Evaluación y seguimiento de los recursos hídricos	16
3.2. Gestión de los recursos hídricos	18
4. Apoyar la infraestructura, las tecnologías y las estructuras de gobernanza climáticamente inteligentes	20
4.1. Aplicar normas y prácticas resilientes al clima	20
4.2. Diversificar y descentralizar los servicios	26
4.3. Desarrollar y explotar el almacenamiento de agua	29
4.4. Sistemas de extracción de agua alimentados con energía solar: una solución climáticamente inteligente	31
5. Conclusiones	33
6. Bibliografía	35
Anexo	38
A. Opciones de adaptación: agua, saneamiento e higiene en zonas rurales y urbanas	
B. Opciones en materia de adaptación. Enfoque en los servicios públicos de agua y saneamiento	
Agradecimientos	
Cuadros	
Cuadro 3.1: Oportunidades de colaboración del sector del agua, el saneamiento y la higiene en la gestión adaptativa de los recursos hídricos	19
Cuadro 4.1: Extracto de los riesgos climáticos y las respuestas a ellos. Suministro de agua	23
Cuadro 4.2: Extracto de los riesgos climáticos y las respuestas a ellos. Saneamiento	25
Cuadro 4.3: Opciones en materia de almacenamiento de agua	29
Cuadro 4.4: Comparación de tecnologías de bombeo de agua	32
Gráficos	
Gráfico 1.1: Marco de resultados para el desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene	2
Gráfico 1.2: “Escaleras” del Programa Conjunto de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento para el seguimiento del agua potable y el saneamiento en el marco de la Agenda 2030	3
Gráfico 2.1. Resiliencia al aumento de las precipitaciones o las inundaciones	5
Gráfico 2.2. Resiliencia a la disminución de las precipitaciones o las sequías	5
Gráfico 2.3. Desentrañar las causas de la falta de funcionalidad de los puntos de abastecimiento de agua	8
Gráfico 2.4. Opciones contextualizadas en materia de saneamiento	11
Gráfico 2.5. Vías de contaminación que plantean un riesgo al suministro de aguas subterráneas	13
Gráfico 4.1. Plan de Respuesta a la Sequía de Windhoek	22

Apoyar la resiliencia al clima en el sector del agua, el saneamiento y la higiene

Esta nota técnica forma parte del *Marco Estratégico para el Desarrollo Resiliente al Clima de los Servicios de Agua, Saneamiento e Higiene*, elaborado en colaboración entre GWP y UNICEF¹. El Marco promueve la reflexión del sector en torno al agua, el saneamiento y la higiene (WASH) y el cambio climático y atañe tanto a la esfera programática del desarrollo como a la de la preparación para emergencias. La resiliencia climática se aborda como una cuestión transversal que incluye elementos de la reducción del riesgo de desastres y de la adaptación al cambio climático². El *Marco Estratégico* contribuye asimismo a establecer los fundamentos y los conceptos del desarrollo resiliente al clima de los servicios de WASH, así como a mejorar el conocimiento relativo a cómo asegurar que la resiliencia al cambio climático se considere en las estrategias, los planes y los enfoques relativos al agua, el saneamiento y la higiene.

El objetivo del *Marco Estratégico* es apoyar la prestación de servicios de WASH resilientes al clima tanto en el presente como en el futuro. Para ello, se centra en cuatro cuadrantes de actividad; esta nota técnica corresponde al cuadrante “Identificar y valorar las opciones” que se muestra en el gráfico que figura a continuación.



Fuente: Adaptado de GWP y UNICEF (2014)

Esta nota se basa en la nota orientativa sobre evaluaciones de los riesgos en materia de agua, saneamiento e higiene, pero profundiza más en las amenazas específicas que el cambio climático plantea en esta esfera y en las respuestas a escala nacional, subnacional —o de las cuencas hidrográficas— y local —o de los proyectos— que pueden limitar dichas amenazas.

1. Introducción

En esta nota técnica consideramos de qué manera el sector del agua, el saneamiento y la higiene (WASH) puede adaptarse al cambio climático. De cara a hacer frente al cambio climático, es preciso tomar medidas de inmediato para poder cumplir las metas relativas al agua, el saneamiento y la higiene de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Aunque existen incertidumbres sobre cómo el cambio climático afectará a los servicios, ya se registra un “déficit de adaptación” en relación con la variabilidad actual del clima, y los retos se intensificarán y evolucionarán en numerosas regiones del mundo a medida que avance el cambio climático. La resiliencia climática es importante para el agua, el saneamiento y la higiene y, a la inversa, el agua, el saneamiento y la higiene son importantes para la resiliencia climática. Si los servicios de WASH se prestan correctamente, pueden mejorar de manera directa la resiliencia de la población al cambio climático —por ejemplo, al facilitar el acceso al agua en épocas de escasez o al reducir el riesgo de enfermedades causadas por la contaminación fecal del agua durante las inundaciones—. El agua, el saneamiento y la higiene también pueden fomentar la resiliencia indirectamente —por ejemplo, al propiciar el crecimiento de la actividad económica e inversiones dirigidas al aumento de la resiliencia como la mejora de las viviendas o la educación—.

Esta nota recomienda un enfoque pragmático de la mejora de la resiliencia al cambio climático de los servicios de WASH. Las decisiones deben basarse en la mejor información disponible sobre el período en cuestión. Por ejemplo, el estudio de las proyecciones hasta finales de siglo posiblemente tenga un valor limitado en el caso de los programas de WASH que priorizan sistemas domésticos o comunitarios con una vida útil de unos pocos años (entre otros, las letrinas de pozo) o decenios (como los pozos excavados o pozos de sondeo). En el caso de inversiones importantes en desagües pluviales, alcantarillado y otros grandes proyectos de infraestructura —en particular aquellos de larga vida y poco flexibles— la situación es claramente distinta.

Gran parte de la bibliografía sobre WASH —y otros sectores— se ocupa de las inversiones en proyectos que priorizan sistemas y normas novedosos. Se otorga preferencia a las opciones estructurales y visibles que

ofrecen características adicionales por encima o más allá de lo habitual. Esto tal vez sea necesario, pero resulta insuficiente si se descuidan otras opciones o vías de adaptación más “blandas” centradas en el cambio de las políticas, la planificación y la gestión; o si no se tienen en cuenta los obstáculos básicos que impiden suministrar los servicios públicos debido a problemas más amplios en materia de recursos hídricos, que se relegan en favor de nuevos proyectos o cambios técnicos de corto alcance. Por esta razón, la presente nota analiza los elementos clave de la totalidad de la cadena de resultados, desde el marco facilitador del diseño y la contratación en el sector hasta las tecnologías locales, la reforma institucional y el cambio de comportamientos. Esto se refleja en el marco de resultados para el desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene, expuesto en el gráfico 1.1, que también sitúa a este sector en el contexto más amplio de la gestión de los recursos hídricos y los residuos. Así, al tiempo que analizamos las opciones de adaptación en términos de cambio técnico, también consideramos la estructura institucional más amplia en la que se apoya la programación resiliente al cambio climático. Por tanto, en la presente nota empleamos el término “opción” (como en “opciones para lograr la resiliencia al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene”) en un sentido amplio. Los usuarios que deseen acceder a una guía rápida sobre las opciones de adaptación específicas pueden consultar los cuadros del anexo A, que se organizan en función de los diferentes enfoques sobre la prestación de servicios: desde los pozos excavados y los pozos de sondeo hasta las redes públicas de agua corriente en el caso del suministro de agua, y desde las letrinas de pozo hasta el alcantarillado en el caso del saneamiento.

Finalmente, cabe destacar que el fomento de la resiliencia al cambio climático también puede incentivar al sector del WASH a mejorar su respuesta a una serie de presiones, en particular las ocasionadas por el crecimiento de la población, así como por la aceleración de la demanda de agua y la competencia por ella. En efecto, la oportunidad de volver a centrar la atención en la fiabilidad y la protección de las fuentes de agua potable y en la eliminación segura de desechos a través de una perspectiva más amplia de la gestión sostenible está en consonancia con las aspiraciones generales del ODS 6¹.

¹ Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

MARCO SIMPLIFICADO DE RESULTADOS PARA EL DESARROLLO RESILIENTE AL CLIMA DE LOS SERVICIOS DE AGUA, SANEAMIENTO E HIGIENE

Las infraestructuras y los servicios rurales de WASH son sostenibles, seguros y resilientes a los riesgos climáticos; y los servicios de WASH contribuyen a fomentar la resiliencia de la comunidad al cambio climático



Gráfico 1.1: Marco de resultados para el desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene
 Nota: la ubicación de los diferentes productos y actividades de apoyo nacionales, subnacionales y locales no debe interpretarse rigidamente. En la práctica, por ejemplo, muchos de los cambios deseados a nivel local probablemente se produzcan como resultado de cambios en las políticas y las prácticas nacionales y subnacionales.

ESCALERA DEL AGUA POTABLE	ESCALERA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
Gestionado de manera segura Agua para consumo proveniente de una fuente de agua mejorada ubicada en la vivienda o lote, disponible en el momento en que se la necesita y libre de contaminación fecal y por sustancias químicas prioritarias	Gestionado de manera segura Uso de una instalación de saneamiento mejorada que no se comparte con otros hogares y donde los excrementos se eliminan de manera segura en el sitio o se transportan y se tratan en otro lugar
Básico Agua para consumo proveniente de una fuente de agua mejorada en la medida de que el tiempo de ida, espera y vuelta para conseguir agua no sea superior a 30 minutos	Básico Uso de instalaciones mejoradas que no se comparten con otros hogares
Limitado Agua para consumo proveniente de una fuente de agua mejorada con un tiempo de ida, espera y vuelta para conseguir agua superior a 30 minutos	Limitado Uso de instalaciones mejoradas compartidas entre dos o más hogares
No mejorado Agua para consumo proveniente de un pozo excavado no protegido o de un manantial no protegido	No mejorado Uso de letrinas de fosa simple sin losa o plataforma, letrinas colgantes y letrinas de cubo
Agua de superficie Agua para consumo proveniente de ríos, represas, lagos, estanques, arroyos, canales o canales de riego	Defecación al aire libre Depósito de las heces humanas en campos abiertos, bosques, matorrales, masas de agua abiertas, playas u otros espacios abiertos, o junto con los residuos sólidos
Nota: Las fuentes mejoradas incluyen el agua corriente, los pozos de agua o sondeo, los pozos excavados protegidos, los manantiales protegidos, el agua envasada y el agua suministrada.	Nota: Las instalaciones mejoradas incluyen las letrinas de descarga automática o manual conectadas a redes de alcantarillado, a un tanque séptico o a una letrina de fosa simple; las letrinas mejoradas de pozo con ventilación; las letrinas de compostaje, y las letrinas de fosa simple con losa.

Gráfico 1.2: “Escaleras” del Programa Conjunto de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento para el monitoreo del agua potable y el saneamiento en el marco de la Agenda 2030

Fuente: UNICEF y OMS (2017)

Nota: no se muestra la escalera del lavado de manos (el indicador de la higiene mejorada), pero el acceso mejorado está asociado con las instalaciones para lavarse las manos con agua y jabón en el hogar.

La nota se centra principalmente en la creación de servicios rurales de suministro de agua y saneamiento más resilientes, ya que i) la mayoría de la población pobre del mundo y la mayoría de las personas que no pueden acceder al agua potable y el saneamiento todavía viven en zonas rurales; y ii) el agua, el saneamiento y la higiene contribuyen a aumentar la resiliencia de la comunidad al cambio climático². Si bien el principal indicador elegido por el Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento para evaluar los progresos logrados en la consecución de la meta 6.1 de los ODS sobre agua potable se basa en el acceso al agua “en las instalaciones”, los países aún deben adoptar metas adaptadas que incorporen más niveles básicos de servicio a la escalera de servicios revisada (gráfico 1.2). Por consiguiente, uno de los principales retos que deberán afrontar los gobiernos y sus asociados para el desarrollo consiste en equilibrar el apoyo a fin de *ampliar* el acceso y *mejorar* los niveles de servicio (Hutton y Varughese 2016; UNICEF 2016; OMS 2017). Dado que los numerosos hogares sin servicios han de *subir el primer peldaño* antes de *ascender* por la escalera, la presente nota considera diversos tipos de fuentes y de niveles de servicio —desde el nivel básico que ofrecen los manantiales protegidos hasta los sistemas de suministro de agua corriente en el hogar.

Los mismos argumentos son aplicables al saneamiento (gráfico 1.2). El nuevo indicador “gestionado de manera segura” va más allá de la separación higiénica de los excrementos del contacto humano e incluye la gestión segura de las excretas humanas en la cadena de saneamiento —desde el almacenamiento y el vaciado hasta el transporte, el tratamiento y la reutilización o eliminación—. No obstante, siendo realistas, numerosos hogares primero abandonarán la práctica de la defecación al aire libre y adoptarán una letrina no mejorada o un servicio limitado o básico (*ibid.*)³.

Todas las principales tecnologías de agua, saneamiento e higiene pueden adaptarse en diversos grados, de modo que tengan en cuenta el riesgo climático. En muchos casos, las adaptaciones disponibles y las disposiciones relativas a las estructuras de gobernanza en las que se enmarcan son opciones útiles en todo caso —deseables independientemente del cambio climático o de un escenario climático en particular—, ya que reducen la vulnerabilidad general de los servicios y contribuyen a mantener el acceso al agua potable y el saneamiento en diversas situaciones de riesgo o amenazas relacionadas o no con el clima. Para obtener más información sobre el contexto más amplio de la evaluación de los peligros y riesgos para los servicios de WASH puede consultarse la nota orientativa *Evaluaciones de los riesgos en materia de agua, saneamiento e higiene*, que forma parte de esta serie publicada por GWP y UNICEF.

² A escala mundial, 8 de cada 10 personas sin acceso a fuentes de agua mejorada viven en zonas rurales. Siete de cada 10 personas sin saneamiento mejorado y 9 de cada 10 personas que practican la defecación al aire libre viven en zonas rurales (UNICEF/OMS 2017).

³ Véase la nota técnica: Seguimiento y evaluación del desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene: http://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp_unicef_monitoring-and-evaluation-brief.pdf.

2. Fortalecer el entorno propicio

Con miras a que la respuesta al riesgo climático sea eficaz y válida para todo el sector, debe procurarse obtener todos los productos nacionales que se destacan en el gráfico 1.1. Mediante la combinación de algunas de las actividades indicativas (de apoyo), esta nota se centra en las cuestiones siguientes:

- Seleccionar las tecnologías en función de su resiliencia al clima Este apartado se vincula con “Mejorar los conocimientos sobre los riesgos climáticos” (actividad 1.1.1) y “Determinar la resiliencia de los diversos tipos de tecnología” (actividad 1.1.2).
- Fortalecer las normas y orientaciones para los programas de WASH Este apartado abarca elementos de “Examinar y actualizar las políticas y estrategias de agua, saneamiento e higiene” (actividad 1.2.1) y “Fortalecer la promoción de políticas con base empírica” (actividad 1.2.2).

2.1. Seleccionar las tecnologías en función de su resiliencia al riesgo climático

La mayoría de los programas nacionales o regionales de WASH incluyen recomendaciones sobre las tecnologías, los enfoques y las normas de servicio preferidos. También disponen de manuales de instrucciones —por ejemplo, sobre la habilitación de pozos de sondeo o pozos superficiales, o sobre la construcción de letrinas de pozo y cómo incentivar a las comunidades a abandonar la práctica de la defecación al aire libre—. No obstante, son muy pocos los que aplican una perspectiva climática a la reflexión acerca de a) qué tecnologías y enfoques pueden ser resistentes —ya sea a una variación a corto plazo (estacional, interanual) o a un cambio a más largo término (varios decenios)— o b) qué puede mejorarse o hacerse de otra manera a fin de reducir o mitigar los riesgos.

En el presente documento nos centramos en la primera cuestión. En particular, nos preguntamos: ¿Qué margen hay para racionalizar la diversidad de opciones en materia de WASH ofrecidas por los programas, de modo que tengan en cuenta el riesgo climático?

Quizá la forma más sencilla de abordar el riesgo climático sea categorizar las diferentes tecnologías de acuerdo con su resiliencia supuesta o prevista, y luego excluir las que se consideren de riesgo alto. Esta política cuenta con decididos defensores, entre otras razones por la simplicidad de su planteamiento descendente y el margen que ofrece para “racionalizar la elección de las tecnologías empleadas con

miras a prestar servicios sostenibles y eficaces” (OMS, 2009). Esta perspectiva, que categoriza las tecnologías de acuerdo con su *vulnerabilidad* a los peligros climáticos y su *potencial de adaptación*, se ilustra en el recuadro 1 a continuación. Se basa en el enfoque de la evaluación del riesgo descrito en la nota orientativa *Evaluaciones de los riesgos en materia de agua, saneamiento e higiene*⁴. La nota orientativa considera una diversidad de peligros, tanto climáticos como no climáticos. En la presente nota nos centramos en dos de los principales riesgos climáticos que amenazan a las diferentes tecnologías o sistemas de WASH: 1) el aumento de las precipitaciones y las inundaciones y 2) la disminución de las precipitaciones y las sequías. En el anexo A se ofrecen más detalles. Cuando la elección de la tecnología se basa en la demanda, el menú de opciones proporcionado por los programas y ofrecido a los hogares o las comunidades ha sido previamente seleccionado en función de su resiliencia al clima, así como de cuestiones tales como el costo, la asequibilidad y la aceptabilidad.

Siguiendo esta lógica, podría considerarse que algunas de las tecnologías de suministro de agua, como los pozos excavados, son intrínsecamente menos resilientes debido a su vulnerabilidad a la contaminación, a la sequía o la disminución de la disponibilidad de agua durante períodos prolongados, o a las dificultades para prevenir los desperfectos durante las inundaciones. El enfoque centrado en “tecnologías específicas” conllevaría, por tanto, la exclusión de los pozos excavados del menú de tecnologías, sobre todo en las zonas más densamente pobladas con altas tasas de defecación al aire libre o en las que se prevé una disminución de la disponibilidad de agua.

En los entornos urbanos, es probable que la influencia combinada del cambio climático y el aumento de la demanda de agua afecten a los sistemas de alcantarillado dependientes del agua; en las zonas que se están secando o más propensas a la sequía implicaría (a largo plazo) la adopción de sistemas modificados que empleen volúmenes más reducidos de agua en combinación con otras medidas de conservación del agua⁵.

A fin de orientar la toma de decisiones, el recuadro 1 ilustra la aplicación de este enfoque basado en la selección de las principales tecnologías hídricas y de saneamiento. En los gráficos 2.1 y 2.2 se exponen dos escenarios distintos pero que, en la práctica, suelen coincidir.

⁴ Disponible en: http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/technical-briefs/gwp_unicef_guidance-note-risk-assessments-for-wash.pdf.

⁵ Entre ellas, las alcantarillas simplificadas (a veces llamadas “de condominio”) usadas comúnmente en América del Sur —que han demostrado su eficacia con los sólidos en suspensión a velocidades de flujo relativamente bajas— y los sistemas de alcantarillado de pequeño diámetro que incluyen tanques receptores para eliminar los sólidos a escala doméstica y que combinan las características del saneamiento *in situ* y *ex situ*.

Recuadro 1: Selección de las tecnologías de agua, saneamiento e higiene en función del riesgo

En el sector de la salud, la especificación de las tecnologías adopta la forma de recomendaciones relativas a las tecnologías aplicables en ciertas circunstancias (por ejemplo, la filtración y la desinfección de las aguas superficiales). Para la selección de las tecnologías de agua y saneamiento puede adoptarse un enfoque similar. En los gráficos siguientes, las tecnologías de suministro de agua y saneamiento predominantes se clasifican de acuerdo con a) su vulnerabilidad (en función de la ingeniería y el entorno) y b) su adaptabilidad (la posibilidad de ajustarlas o gestionarlas de modo que puedan hacer frente al cambio climático) en dos escenarios diferentes. Cabe mencionar, no obstante, que en algunas regiones el cambio climático puede aumentar el riesgo de que el agua disponible sea, o bien demasiada, o bien demasiado poca, en momentos diferentes —por ejemplo cuando una disminución general de las precipitaciones reduce la capacidad de infiltración del suelo, lo que puede incrementar el riesgo de inundación cuando finalmente llueva—. Por tanto, en algunos lugares tal vez sea necesario considerar ambos escenarios.

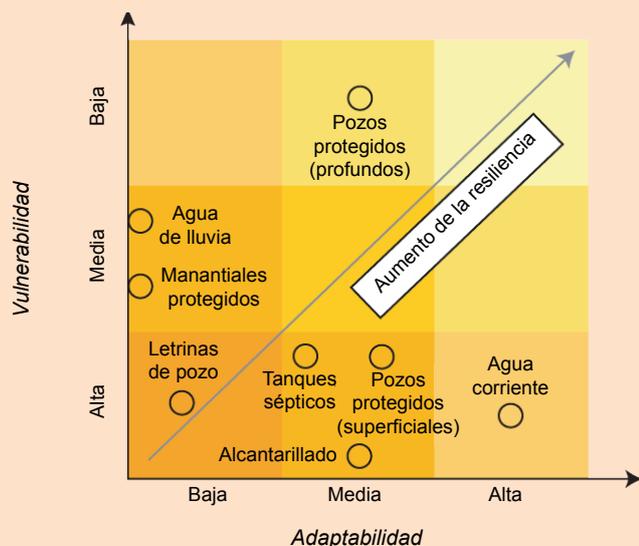


Gráfico 2.1. Resiliencia al aumento de las precipitaciones o las inundaciones

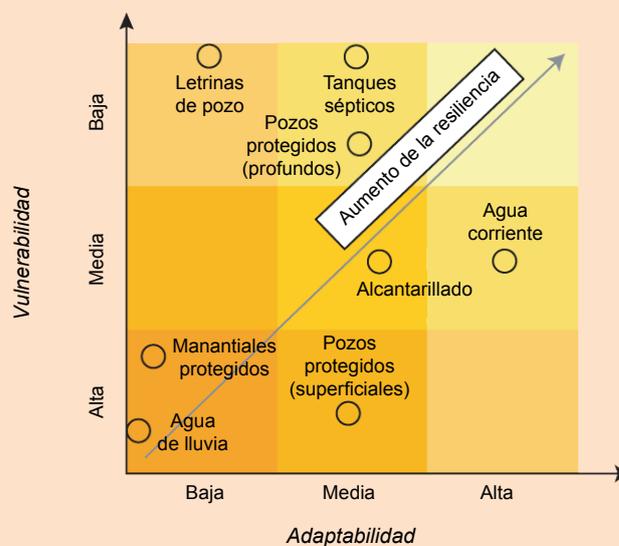


Gráfico 2.2. Resiliencia a la disminución de las precipitaciones o las sequías

En términos de **suministro de agua**, las fuentes más pequeñas de suministro doméstico o comunitario (manantiales, pozos, captación del agua de lluvia en los techos) se clasifican como menos resilientes, debido a su vulnerabilidad a la contaminación (sobre todo durante las inundaciones o cuando aumenta el nivel de las aguas subterráneas) y a la sequía (escasa capacidad de almacenamiento), así como a la dificultad para prevenir los desperfectos provocados por las inundaciones. Los manantiales y la captación de agua de lluvia también ofrecen poca flexibilidad en lo relativo al emplazamiento. Desde el punto de vista de la adaptación, el cambio climático puede, además, sobrepasar la capacidad de los hogares y las comunidades para hacer frente a los problemas (por ejemplo, los daños producidos por las inundaciones) en situaciones en las que la calidad y la fiabilidad de los servicios ya es deficiente. En contraste, si bien el suministro de agua corriente puede estar expuesto a múltiples amenazas desde la fuente hasta el grifo, los recursos humanos y financieros con los que cuentan las principales empresas de servicios públicos les permiten hacer frente a los problemas e invertir en infraestructuras más resilientes, por ejemplo, a través de la descentralización de la gestión y la supervisión o la contratación de proveedores locales.

En el caso del **saneamiento**, la resiliencia está directamente vinculada a la cuestión de si el agua es parte del proceso tecnológico (por ejemplo, el alcantarillado) o, de manera indirecta, a la capacidad del entorno para absorber los residuos o reducir su efecto. La resiliencia de los sistemas sencillos de saneamiento *in situ* está estrechamente relacionada con los escenarios climáticos. En los entornos secos, el riesgo de contaminación disminuye a medida que aumenta la distancia entre la base de los pozos y las aguas subterráneas (y, por tanto, el tiempo de desplazamiento de los patógenos). No obstante, el saneamiento *in situ* puede ser vulnerable a los daños producidos por inundaciones de corta duración. Cuando aumentan las precipitaciones o las inundaciones, los riesgos son considerables, en especial si aumenta el nivel de la capa freática, con el consiguiente riesgo para la salud pública. En contraste, tanto la disminución de la disponibilidad de agua como el aumento de las inundaciones planteará riesgos importantes a los sistemas sépticos y de alcantarillado que emplean agua, aunque su adaptabilidad potencial es mayor, al menos con el apoyo de las empresas de servicios públicos.

Fuente: OMS (2010); Howard et al. (2016)

La clasificación anterior y el debate programático que puede generar facilitan un buen punto de partida para reflexionar acerca de la elección de las tecnologías. El enfoque subyacente también puede resultar útil para cartografiar las zonas y las poblaciones en riesgo, tal como se expone con más detalle en esta serie de publicaciones⁶. Por ejemplo, puede utilizarse para determinar cuáles son las zonas rurales expuestas a una combinación de:

- riesgo climático elevado, por ejemplo de sequías o inundaciones;

- dificultades hidrológicas o hidrogeológicas, por ejemplo los acuíferos con un bajo rendimiento y escasa capacidad de almacenamiento;
- tecnologías menos resilientes, por ejemplo, la captación del agua de lluvia, los manantiales y los pozos superficiales.

Idealmente, un debate programático basado en las consideraciones anteriores debería apoyarse en consultas a todos los agentes del sector familiarizados con el

Recuadro 2: De la gestión de la crisis a la prevención de la crisis: lecciones aprendidas de la sequía provocada por El Niño en Etiopía

El Niño desencadenó la sequía de 2015 y 2016 y precipitó en África una de las peores crisis humanitarias en decenios. En abril de 2016, el Gobierno de Etiopía informó de que 10,2 millones de personas de seis regiones del país necesitaban asistencia humanitaria, y de que la escasez aguda de agua y las enfermedades relacionadas con ella afectaban a alrededor de 9 millones de personas (Boletín del Grupo Temático sobre WASH, abril de 2016).

La respuesta del Gobierno y sus asociados para el desarrollo permitió evitar una posible catástrofe y recibió grandes elogios. En particular, la especial atención dedicada a las escuelas y dispensarios rurales, así como a las comunidades, que contribuyó a mantener a los niños escolarizados y al buen funcionamiento de los sistemas de atención sanitaria. También pusieron en marcha una amplia gama de medidas de respuesta: desde la rehabilitación de las redes de abastecimiento de agua hasta la distribución de kits domésticos de tratamiento de aguas y ayudas para su almacenamiento y transporte.

Sin embargo, en este momento se están planteando arduas cuestiones acerca de por qué la sequía ha dejado a millones de personas en situación de inseguridad hídrica, pese a los considerables progresos obtenidos de cara a la ampliación del acceso al agua potable y, por ende, a la reducción de la dependencia de fuentes más vulnerables y no protegidas. Más concretamente, surgen dudas acerca de si el éxito del país a la hora de lograr que la gente ascienda los primeros peldaños de la escalera del agua enmascara un problema subyacente con la resiliencia de las tecnologías más básicas y los recursos hídricos que las sustentan.

Para abordar esas cuestiones, la oficina de UNICEF en Etiopía está respaldando la elaboración de un estudio de investigación dirigido a entender mejor las pautas, la evolución y las causas de los problemas hídricos experimentados en 2015 y 2016. Dicho estudio comporta recopilar diversas fuentes de información y conjuntos de datos sobre:

1. La cobertura hídrica y la funcionalidad de referencia, por tipo de tecnología, zona y dependencia de la población.
2. El seguimiento en tiempo real de la funcionalidad de los puntos de abastecimiento de agua, los niveles de consumo de agua domésticos, y el tiempo y la distancia para la captación de agua en las zonas afectadas.
3. La capacidad de respuesta de los sistemas de suministro de aguas subterráneas a las variaciones de las precipitaciones y la recarga, a partir de datos de observación y mapas convencionales, así como de métodos novedosos para la identificación de las variaciones en la edad y los procesos de recarga de las aguas subterráneas.
4. La respuesta institucional a la oportunidad, la idoneidad y la selección de los grupos beneficiarios de las diferentes intervenciones: ¿qué ha funcionado y qué no, y por qué?

Un argumento clave es que podría hacerse más para proteger y prever las zonas problemáticas y las poblaciones vulnerables, y para incrementar la resiliencia de los servicios relacionados con el agua en el marco de una programación “normal” en materia de WASH. En otras palabras, pasar del socorro *ex post* en casos de desastre a la gestión de riesgos *ex ante*. Un aspecto fundamental es si debe cambiarse el menú de opciones de fuentes y servicios de abastecimiento de agua, o si al menos debe adaptarse mejor a los diferentes entornos hidrológicos e hidrogeológicos.

⁶ En particular, el *Marco Estratégico para el Desarrollo Resiliente al Clima de los Servicios de Agua, Saneamiento e Higiene* y la nota orientativa sobre evaluaciones de los riesgos en materia de agua, saneamiento e higiene.

desempeño de las instalaciones de WASH en las distintas estaciones y tanto en los años buenos como en los malos (de sequía o inundaciones). Asimismo, debe examinarse la mejor información disponible comunicada o registrada sobre la cobertura y la funcionalidad de los servicios de WASH, la hidrología y el clima. La identificación de los “puntos críticos” permitirá, de ese modo, fundamentar las respuestas programáticas —por ejemplo, la investigación de las aguas subterráneas con miras a determinar la capacidad de suministro; el establecimiento de fuentes y sistemas de almacenamiento adicionales a fin de distribuir el riesgo y crear una reserva de agua; y el seguimiento pormenorizado de las zonas potencialmente en riesgo por los organismos públicos y los asociados para el desarrollo, así como su apoyo en dichas zonas—.

En el recuadro 2 se describen los efectos en Etiopía de la sequía producida por El Niño en lo relativo al suministro de agua, y la recopilación de pruebas que se está llevando a cabo a fin de contribuir a la localización de los posibles puntos críticos futuros y a la programación en materia de WASH.

Este ejercicio podría dar pie a la decisión de prestar niveles superiores de servicio a quienes actualmente carecen de ellos, sin atravesar las etapas de servicios comunales “básicos” y “limitados” resumidos en el gráfico 1.2 —en otras palabras, pasar directamente de las opciones más vulnerables de los gráficos 2.1 y 2.2 (abajo a la izquierda) a las tecnologías identificadas como menos vulnerables (arriba a la derecha) y, en el caso del suministro de agua, “gestionado de manera segura”, de conformidad con los propósitos del ODS.

No obstante, dichas decisiones deben estudiarse cuidadosamente y, desde luego, no sin antes reunir las pruebas mencionadas, debido sobre todo a dos razones:

- Una perspectiva centrada en una tecnología o sistema *individual* puede resultar demasiado limitada. Se precisa flexibilidad, en función del conocimiento de las condiciones y tendencias de la situación local y de la posibilidad de desarrollar sistemas o fuentes múltiples que permitan diluir el riesgo (véase el apartado 4).
- La tentación de saltar directamente a niveles de servicio o tecnologías superiores y *potencialmente* más resilientes requiere una capacidad institucional de la que es posible que se carezca. Por ejemplo, los planes de suministro de agua corriente a varias poblaciones permitirán prestar un servicio seguro y fiable solo si se dispone de la capacidad técnica e institucional necesaria para llevar a cabo reparaciones más complejas, aun cuando las fuentes de agua sean, en sí mismas, resilientes.

Mensajes clave

El tipo de proceso de selección arriba esbozado proporciona una indicación de los riesgos de cada tecnología individual considerada “mejorada” por el Programa Conjunto de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento y del alcance potencial de una gestión o diseño adaptativos en el marco de diferentes futuros climáticos. En combinación con las pruebas de campo relativas a los *actuales* cambios estacionales o inducidos por las sequías e inundaciones en el desempeño en materia de WASH, y la mejor información secundaria disponible, los resultados pueden utilizarse para ayudar a racionalizar las opciones tecnológicas y adaptarlas a los diferentes entornos subnacionales.

2.2. Fortalecer las normas y orientaciones. Suministro de agua

Tras analizar la resiliencia al cambio climático de cada una de las tecnologías, y sin descartar inicialmente ninguna de ellas, centraremos la atención en su capacidad de adaptación mediante cambios en las normas. Este elemento es importante porque todas las tecnologías de agua potable y saneamiento son potencialmente vulnerables al cambio climático y todas cuentan con un cierto potencial de adaptación.

En el apartado 4 y el anexo A se describen en detalle el tipo de cambios que deben considerarse como parte de un programa de WASH resiliente al clima. Aquí analizamos el proceso inicial de diseño y puesta en marcha que posibilita dichos cambios, con especial atención al emplazamiento y la construcción de los puntos de abastecimiento de agua en las zonas rurales. Nos preguntamos: ¿Qué pueden hacer quienes ponen en marcha programas de WASH para garantizar la sostenibilidad de los servicios y las buenas prácticas y su resiliencia al cambio climático?

En el caso del suministro de agua, consideramos los servicios que suministran agua subterránea por medio de pozos de sondeo, ya que los programas de perforación por lo general se contratan a escala nacional o regional⁷ y que a estos les suele resultar difícil garantizar la seguridad y la continuidad del suministro (véase el recuadro 3).

⁷ Esto se debe a las economías de escala que pueden lograrse en niveles superiores. Por lo general, los contratos se adjudican, o bien a organismos públicos o paraestatales, o bien a empresas privadas. Algunos donantes y organizaciones no gubernamentales (ONG) también cuentan con capacidad propia de perforación.

Recuadro 3: Desentrañar las causas de la falta de funcionalidad de los puntos de abastecimiento de agua: ¿qué nos dicen las pruebas?

La sostenibilidad en materia de agua, saneamiento e higiene implica que los servicios de WASH y las buenas prácticas de higiene sigan funcionando y aporten beneficios con el tiempo. En otras palabras, que haya un cambio beneficioso permanente. Sin embargo, los conjuntos de datos recopilados por los organismos públicos o comunicados por el Programa Conjunto de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento nos dicen muy poco acerca de la calidad, la fiabilidad y el nivel de servicios que la población recibe efectivamente a largo plazo, y de cómo estos responden a las tensiones climáticas.

Con respecto al suministro de agua, un problema clave es la disfunción o “no funcionalidad” de los servicios. Aunque los datos siguen siendo escasos, los estudios llevados a cabo en África Subsahariana indican que entre un 10% y un 65% de los pozos de sondeo no son funcionales. Las consecuencias de ello son graves en términos de pérdida de inversiones, salud y pobreza. Incluso las interrupciones breves del suministro pueden poner en peligro muchos de los beneficios sanitarios asociados al acceso continuo al agua potable (Hunter *et al.*, 2009)

Ciertos argumentos simplistas, los cuales suelen centrarse en las dificultades de mantenimiento, la financiación y, más recientemente, el cambio climático, han surgido para explicar los problemas e indicar soluciones. En la práctica, los problemas pueden ser difíciles de diagnosticar, y posiblemente la señal climática no esté clara. Sin embargo, un creciente corpus de pruebas extraídas de auditorías llevadas a cabo después de las construcciones apuntan a problemas previos ligados a la puesta en servicio, el diseño y la supervisión de los programas que hacen que la disfunción resulte mucho más probable, especialmente cuando los puntos de abastecimiento de agua sufren las tensiones derivadas de un aumento o pico de la demanda y del clima. Concretamente:



- Los puntos de abastecimiento de agua suelen estar mal ubicados, lo que impide aprovechar las partes más productivas (y, por lo tanto, resistentes a la sequía) de un acuífero. Ello se debe a que quienes deciden el emplazamiento suelen ser equipos de perforación sin formación específica o hidrogeólogos sin experiencia. Como resultado, la ubicación tiende a ser más aleatoria que científica.
- La calidad y adecuación de los materiales (revestimientos, filtros, lechada, plataformas sanitarias) suele ser deficiente, por lo que se compromete tanto la continuidad del suministro como la calidad del agua, ya sea de manera directa (por ejemplo, porque el filtro se corroe) o indirecta (por ejemplo, porque las partes superiores contaminadas de un acuífero no se entuban debidamente).

Gráfico 2.3. Desentrañar las causas de la falta de funcionalidad de los puntos de abastecimiento de agua

- Los clientes adoptan el punto de vista de que, puesto que no pueden supervisar adecuadamente a los contratistas de perforación, deberían redactar contratos del tipo “si no hay agua no se paga”. Pero, sin una supervisión suficiente, esta forma de contratación puede generar incentivos perversos que alienen los atajos y la información inexacta. En consecuencia, se ponen en servicio pozos de sondeo de bajo rendimiento o con agua de escasa calidad, lo que influye en la vulnerabilidad a la sequía, el riesgo de contaminación durante o después de las inundaciones, y la capacidad de las comunidades para gestionar y reparar los puntos de abastecimiento de agua.

Un punto clave es no perder de vista el “panorama general” a la hora de entender por qué los sistemas y servicios presentan un bajo rendimiento, por más que las razones puedan parecer evidentes. Por ejemplo, cuando se informa de un mal funcionamiento de los servicios durante una sequía, ello puede deberse a una combinación de diferentes factores, entre ellos la vulnerabilidad de las tecnologías más básicas como los manantiales y pozos.

Recuadro 3: (continuación)

Pero también puede derivarse de un mal emplazamiento, diseño o construcción, además de problemas más antiguos de mantenimiento y rehabilitación de los sistemas, que se ven exacerbados por la sequía. Abordar estas cuestiones podría mejorar de forma considerable la resiliencia global de los programas.

Fuentes: Calow et al. (2010); Carter y Ross (2016); Howard et al. (2016)

¿Qué pasos han de dar los programas para cerciorarse de que las tecnologías y los enfoques que adoptan son seguros y sostenibles en relación con el riesgo climático y otras amenazas?

En primer lugar, los programas deben tener en cuenta la importancia del emplazamiento o de la investigación de las aguas subterráneas en un emplazamiento concreto. Las fuentes de agua deben situarse en lugares en los que los recursos hídricos subterráneos aseguren un suministro fiable y seguro, incluso aunque aumenten los fenómenos climáticos extremos (y la demanda de agua). En algunas zonas, el agua subterránea se encuentra ampliamente disponible a profundidades relativamente escasas y la investigación hidrogeológica que se requiere en aras de la seguridad hídrica es mínima o inexistente. No obstante, en entornos geológicamente más heterogéneos tal vez sea necesario un mayor trabajo de investigación, que puede abarcar desde una simple observación del terreno hasta prospecciones y perforaciones exploratorias más costosas. Incluso una módica inversión en la evaluación y el emplazamiento de los recursos puede reportar dividendos en términos de una tasa más elevada de éxito en las perforaciones y de la localización de fuentes más productivas y resilientes (MacDonald *et al.*, 2005).

Después de la perforación (pero antes de la finalización de la obra) puede llevarse a cabo una prueba sencilla a fin de evaluar el desempeño de la fuente, lo que proporcionará una valiosa información sobre cómo se comportará durante las épocas de sequía o los picos de demanda. Si una sola fuente no es capaz de satisfacer la demanda en plena temporada seca o en épocas de sequía, tal vez deban preverse otros puntos de abastecimiento —una estrategia más rentable que intentar hacerlo durante una crisis (Calow *et al.*, 2010; MacDonald *et al.*, 2010). En la práctica, no suelen hacerse bombeos de prueba ni comprobaciones de la calidad del agua a fin de ahorrar costos.

En segundo lugar, los programas deben tener presente la importancia de la calidad de la construcción. Un pozo excavado o de sondeo mal diseñado o construido tiene muchas más probabilidades de presentar un mal funcionamiento durante una sequía o de contaminarse durante una inundación que uno correctamente ejecutado⁸.

Entre los elementos fundamentales de una construcción adecuada —que tenga en cuenta la resiliencia climática de la fuente— se incluyen:

- La perforación debe ser recta y tener la profundidad y el diámetro adecuados en función de las variaciones estacionales e interestacionales. Ambos factores influyen en el rendimiento y la eficiencia del bombeo y en la longevidad de los componentes de la bomba.
- La instalación de materiales apropiados —en particular, el filtro, el revestimiento y el sello sanitario. Por ejemplo, para mantener el rendimiento es necesario elegir correctamente el filtro. Asimismo, para evitar la contaminación causada por las aguas superficiales o la entrada de contaminantes procedentes de la superficie, sobre todo durante las inundaciones, deben entubarse las capas superficiales, colocar un sello sanitario eficaz y rellenar las juntas con lechada.

Encontrar una adaptación específica del diseño que permita mejorar la resiliencia de los puntos de abastecimiento de agua es un proceso relativamente sencillo. Muchas de esas opciones se resumen en el apartado 4.1 y constituyen buenas prácticas para hacer frente tanto al riesgo climático como al aumento de la demanda. No obstante, se presta mucha menos atención a los incentivos ofrecidos a los contratistas para que tengan realmente en cuenta la resiliencia climática del suministro de agua y a la capacidad (y el interés) de los clientes para obligarlos a cumplir ese requisito.

La construcción y la determinación del emplazamiento cada vez tendrán más importancia a medida que los programas se dirijan a zonas más difíciles y poblaciones más inaccesibles —por ejemplo, terrenos de roca dura con un rendimiento extremadamente variable y en los que es necesario contar con conocimientos técnicos para instalar fuentes productivas—. Algunos países (como Kenya y Nigeria) están apoyando la “profesionalización” del sector de la perforación⁹ mediante la adopción de sistemas de concesión de licencias que incluyen la inspección de los equipos y las competencias como parte del proceso de concesión (Adekile, 2014). Este paso va en la buena dirección, pero no resuelve la necesidad de que tanto la determinación del emplazamiento como la supervisión de la obra se realicen de forma independiente. Resulta prioritario capacitar y mantener un cuadro profesional de hidrogeólogos que se ocupen de esas tareas.

⁸ A la inversa, el exceso de diseño hará que los costos se disparen y no aportará ningún beneficio añadido.

⁹ Véase <http://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/775>.

Finalmente, quienes financian y ponen en marcha programas de suministro de agua deben efectuar, después de la construcción, auditorías periódicas de la infraestructura y los servicios. Algunas de ellas deberían incluir el desmantelamiento completo y la inspección de los puntos de abastecimiento de agua para comprobar el estado de los materiales y la construcción. Su objetivo es aprender lecciones útiles aplicables a los programas futuros en lo relativo a su desempeño (incluido el desempeño en condiciones climáticas extremas) y verificar que cumplan las normas establecidas en los contratos y las facturas a fin de evaluar el riesgo de corrupción (véase Calow *et al.*, 2012).

Mensajes clave

Numerosos factores diversos que afectan a la sostenibilidad de los servicios, desde el cambio climático y la variabilidad del clima hasta la puesta en servicio, el diseño y la supervisión de los programas. Desentrañar la señal climática resulta difícil, pero un creciente corpus de pruebas sugiere que los cambios en la ejecución de los programas podrían fortalecer la resiliencia general de los servicios, tanto frente a los riesgos climáticos como a otras presiones. En particular, velar por que las decisiones relativas al emplazamiento se fundamenten en un conocimiento apropiado de la base de recursos, y por que se sigan las normas de buenas prácticas de diseño y construcción, mejoraría de manera considerable la sostenibilidad de los servicios.

2.3. Fortalecer las normas y orientaciones. Saneamiento

El impacto del cambio climático en el saneamiento se relaciona tanto con la capacidad para mantener y ampliar los servicios de saneamiento como con el riesgo que representa un saneamiento inadecuado para la calidad de las fuentes de agua potable y el medio ambiente en general.

Por lo que respecta a la capacidad para mantener y ampliar los servicios, los riesgos que se presentan son la escasa disponibilidad de agua —cuando se la emplea para transportar y diluir los residuos (por ejemplo en los sistemas convencionales de alcantarillado)— y, en particular, los desperfectos ocasionados por las inundaciones. En las zonas rurales, donde el saneamiento doméstico seguirá siendo la norma, las inundaciones pueden destruir las letrinas, dispersar la materia fecal, desalentar la demanda

de reconstrucción y, por tanto, socavar el compromiso a largo plazo de eliminar la práctica de la defecación al aire libre. Las amenazas a la calidad del agua subterránea y el agua potable se convierten entonces en una seria preocupación. En las zonas con un saneamiento inadecuado, la contaminación extensa y perdurable del medio ambiente superficial, los suelos, los recursos hídricos y las fuentes de agua aumenta considerablemente los riesgos para la salud.

El apartado 4 proporciona más detalles sobre los principales riesgos y opciones en materia de adaptación para las diferentes tecnologías de saneamiento rural y urbano. Aquí examinamos las orientaciones programáticas generales disponibles para evaluar y hacer frente a los riesgos en las zonas rurales, centrándonos en dos cuestiones clave:

- la minimización del riesgo de contaminación del medio ambiente y las fuentes de agua a través de orientaciones basadas en el riesgo, sobre todo en zonas propensas a sufrir inundaciones o cuando suba el nivel de la capa freática;
- la financiación de opciones dirigidas a mantener y extender el uso de letrinas higiénicas en las zonas de alto riesgo, donde los hogares más pobres pueden necesitar ayudas adicionales.

2.3.1. Minimizar el riesgo de contaminación a través de orientaciones basadas en el riesgo

Cuando la selección de la tecnología se basa en la demanda, es necesario asegurar que el diseño del programa se fundamenta en la información relativa a la resiliencia climática, el costo y otros factores. Por tanto, debe adaptarse el “menú” de opciones o diseños en materia de saneamiento a los perfiles de riesgo de las diferentes zonas y, a partir de ahí, apoyar a cada una de ellas de manera específica mediante el suministro de conocimientos en construcción y materiales asequibles y disponibles en el ámbito local. También implica el uso de evaluaciones de los riesgos que presentan las letrinas para la calidad del agua, junto con la movilización de los hogares y las comunidades y la creación de demanda —a través del saneamiento total liderado por la comunidad (CLTS) o los enfoques comunitarios del saneamiento total¹⁰.

En la actualidad existe una sólida base empírica que demuestra que el empleo de enfoques basados en el riesgo para el emplazamiento de fuentes de agua potable y letrinas puede prevenir la contaminación microbiana del agua (Howard *et al.*, 2010 y 2016; OMS, en prensa). Estos pueden utilizarse para calcular la distancia de separación más apropiada entre las letrinas y los pozos de sondeo. En los casos en que no resulta fácil respetar esta separación o que existe un riesgo considerable de diseminar la contaminación, la separación vertical ha demostrado ser eficaz. Consiste en captar el agua a mayor profundidad y seleccionar las

¹⁰ Han surgido varios enfoques del saneamiento centrados en la promoción en lugar de en la prestación, con una inversión en equipos mínima o nula. Los más destacables son el CLTS y los enfoques comunitarios del saneamiento. Aunque cada modelo cuenta con sus defensores, en la práctica solo se diferencian en los puntos en los que hacen hincapié. Ambos están dirigidos a impulsar una demanda en favor del cambio y la cadena de suministro necesaria para satisfacerla (Cairncross *et al.*, 2013).

Recuadro 4: Estudio de caso de UNICEF: Repuestas contextualizadas de programación en materia de saneamiento

UNICEF tiene por objetivo adaptar su apoyo al saneamiento en función de los diferentes contextos (UNICEF, 2016):

- en las zonas en las que es habitual la defecación al aire libre, se da prioridad a la creación de demanda de saneamiento;
- en las zonas en las que el nivel de defecación al aire libre es bajo pero existe una elevada proporción de letrinas no mejoradas, la prioridad se desplaza a la oferta;
- en las zonas en las que las tasas globales de cobertura de saneamiento básico son altas pero todavía desiguales, se fomentan soluciones de financiación para quienes carecen de servicios;
- en las zonas en las que las comunidades afrontan riesgos o desventajas específicos, se recomienda una mayor contextualización.

¿Cómo podrían incorporarse los riesgos relacionados con el clima y, en particular, los riesgos asociados a la infraestructura de saneamiento *in situ* y a la calidad del agua a este enfoque contextualizado? En los entornos secos, la repercusión en una infraestructura simple de saneamiento *in situ* puede ser positiva, y los riesgos de contaminación pueden disminuir. En los entornos más húmedos, en cambio, o allí donde se incrementa el riesgo de inundación, los programas tendrán que implementar sólidos planes de salubridad del agua y adaptar o reemplazar algunas tecnologías. También tendrán que facilitar a las comunidades los conocimientos técnicos y la experiencia necesarios para construir letrinas resistentes a las inundaciones. En las zonas en las que haya que reconstruir o reemplazar letrinas, los hogares más pobres pueden necesitar subsidios selectivos (por ejemplo, vales para inodoros) a fin de que las comunidades puedan recuperar la condición de comunidades sin defecación al aire libre.

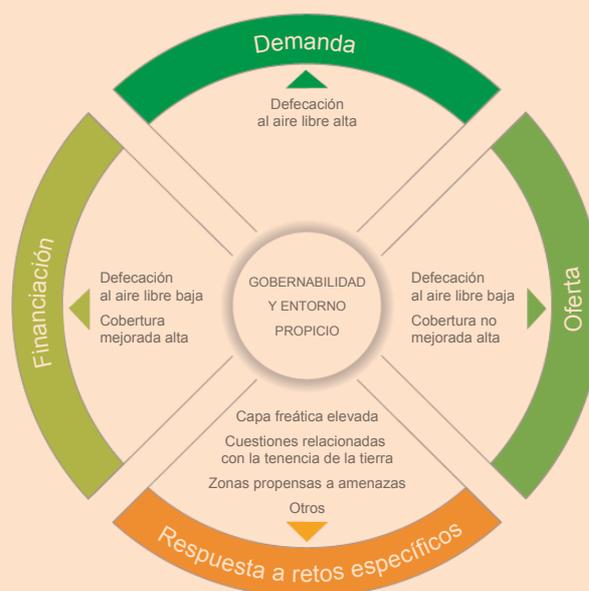


Gráfico 2.4. Opciones contextualizadas en materia de saneamiento

Fuente: UNICEF (2016)

zonas contaminadas menos profundas (véase el recuadro 5). Cuando predominan los pozos superficiales, pueden emplearse enfoques similares, aunque tal vez resulte más difícil aplicar las adaptaciones.

En todos los casos, es esencial asegurar la calidad de la construcción, tanto de los puntos de abastecimiento de agua como de los retretes. Entre los principales factores tanto del abandono de los retretes como del retorno a la práctica de la defecación al aire libre se cuentan la incorrecta elección del emplazamiento y la mala calidad de la construcción y los materiales (Cavill *et al.*, 2015), así como el escaso rendimiento de los puntos de abastecimiento de agua (véase el apartado 2.2).

En lo referente a la necesidad de disponer de respuestas contextualizadas (recuadro 5, gráfico 2.4), esto implica:

- Identificar las zonas con un alto riesgo de inundación y una elevada tasa de defecación al aire libre, en las que quizá sea necesario combinar los dos enfoques

empleados en la instalación de fuentes de agua —la separación horizontal y la vertical— y supervisar estrechamente la calidad de la construcción. Cuando los riesgos son particularmente elevados —por ejemplo, cuando las fuentes de agua potable perforan acuíferos no confinados, fracturados y con poca capacidad de atenuación— puede que deban dejar de usarse los pozos excavados y los manantiales.

- Identificar las zonas con un alto riesgo de inundación y en las que es más habitual el uso de letrinas (y las tasas de defecación al aire libre son menores), pero en las que la contaminación producida por una fuente localizada, las letrinas, aún representa un riesgo para la calidad del agua. En este caso, la instalación conjunta de letrinas, pozos de sondeo, pozos excavados y manantiales protegidos aún puede ser posible, pero solo mediante una adecuada planificación de la salubridad del agua.
- Examinar y, en caso necesario, cambiar el menú de opciones en materia de suministro de agua y saneamiento ofrecidas a las comunidades y hogares de

las zonas con un mayor riesgo o disponibles en ellos, mediante ajustes complementarios en (por ejemplo) las cadenas de suministro, la capacitación de artesanos locales y (si fuera necesario) subsidios selectivos para los más pobres.

- Considerar si el apoyo a la construcción de instalaciones de saneamiento temporales de bajo costo que puedan trasladarse con facilidad y reinstalarse ofrecen mejores resultados a largo plazo que el fomento (y posiblemente el subsidio) de estructuras más costosas “a prueba del clima”. La respuesta a esta cuestión posiblemente dependa del contexto, de la frecuencia y la magnitud de los fenómenos peligrosos, de la situación del saneamiento en las comunidades y los hogares, de la disposición de los hogares a reinvertir en saneamiento y su capacidad para hacerlo, y de las disposiciones

en materia de subsidios y financiación (véase a continuación).

2.3.2. Financiación de opciones que apoyen el uso del saneamiento higiénico en los hogares vulnerables

Aunque el éxito del CLTS (o del enfoque comunitario del saneamiento total) ha puesto en tela de juicio el pensamiento convencional sobre la financiación del saneamiento (en particular, el uso de subsidios), un examen más detenido de los logros obtenidos en la eliminación de la defecación al aire libre puede revelar la existencia de diversas formas de subsidios otorgados a las personas más pobres y vulnerables por la comunidad, las administraciones municipales o los asociados para el desarrollo (Chambers, 2016; Robinson y Gnilo, 2016).

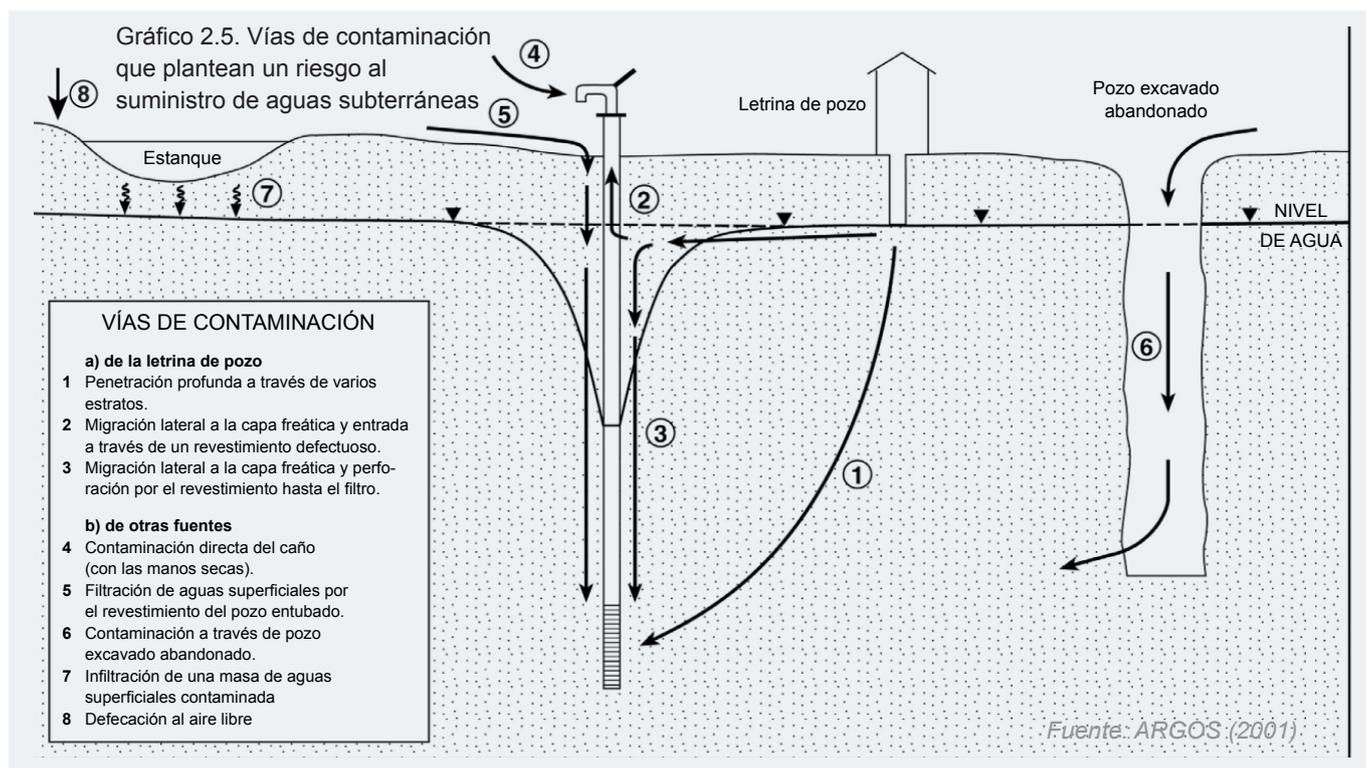
Recuadro 5: Evaluación de los riesgos para la resiliencia climática en la planificación del saneamiento: orientación programática

La evaluación del riesgo de contaminación de los puntos de abastecimiento de agua por la presencia de letrinas se basa en calcular el tiempo que tardaría el agua, y los agentes patógenos que se encuentran en ella, en viajar desde el pozo hasta el punto de abastecimiento. Cuanto más tiempo tarden, mayor será la reducción de los agentes patógenos por causas naturales. El objetivo general a la hora de determinar el emplazamiento de una letrina o un punto de abastecimiento de agua es asegurar que la extinción de los agentes patógenos sea suficiente para reducir el riesgo a un nivel en el que deje de plantear una amenaza para la salud. En los casos en que se prevea el aumento de las precipitaciones o de su intensidad, el riesgo de contaminación por las vías indicadas en el gráfico 2.5 también aumentará.

Las fuentes de agua de **Sierra Leona** son extremadamente vulnerables a la contaminación debido a una combinación de varios factores de riesgo, a saber: lluvias intensas durante seis meses al año; niveles freáticos poco profundos y fluctuantes, y suelos permeables; fuentes de contaminación extendidas derivadas de una baja cobertura de saneamiento; y fuerte dependencia de pozos superficiales como fuentes de agua potable. Según un estudio dirigido por el Servicio Geológico Británico, la contaminación difusa de las aguas subterráneas por residuos depositados en superficie constituye una forma cuando menos tan significativa como la contaminación por letrinas de pozo excavado y otras fuentes puntuales (Lapworth *et al.*, 2015). En consecuencia, los enfoques “estándar” basados en el riesgo y fundamentados en una investigación *in situ* y en la separación lateral entre las fuentes de peligro y los puntos de abastecimiento de agua no proporcionarían una protección eficaz de cara al suministro doméstico, por más que se apoye su implementación y ejecución. De ahí que se recomiende la adopción de un enfoque alternativo centrado en la separación vertical (profundidad) además de la horizontal, o puntos de abastecimiento de agua más profundos y un diseño, emplazamiento y construcción apropiados tanto de los pozos superficiales como de los pozos de sondeo.

En el **Pakistán**, UNICEF ha desarrollado su propio enfoque de cara a un CLTS resiliente al clima, en el que los riesgos climáticos (especialmente los derivados de inundaciones) se evalúan en paralelo con los procesos “normales” de CLTS o de los enfoques comunitarios del saneamiento total. La evaluación del riesgo de inundación se sirve de la cartografía digital del territorio, además de la experiencia de las comunidades con las inundaciones recogida durante los transectos y representada en mapas comunitarios.

La ONG Tearfund ha publicado su propia guía acerca de cómo puede combinarse el CLTS con la planificación relativa a la salubridad del agua a fin de mitigar los riesgos de contaminación hídrica (Greaves, 2010). Basándose en estudios de caso del **Afganistán** y **Sudán del Sur**, la organización subraya las ventajas de establecer una correlación entre las zonas de defecación al aire libre, por un lado, y las rutas posibles de contaminación del agua y las zonas propensas a inundaciones, por otro. Sin embargo, Tearfund también sugiere que un único proceso basado en combinar plenamente el CLTS con planes de salubridad del agua podría no resultar deseable, ya que estos últimos tienden a requerir más tiempo que las fases previa y de puesta en marcha de las campañas habituales de CLTS, por lo que podrían poner en peligro su fluidez y espontaneidad.



Dado que los hogares más pobres son los primeros en readoptar la práctica de la defecación al aire libre, puesto que, debido a la limitación de sus recursos, sus letrinas tienden a ser de peor calidad y a estar emplazadas en lugares más vulnerables (por ejemplo, más propensos a las inundaciones), sigue siendo importante la necesidad de disponer de financiación selectiva, sobre todo en las zonas con un alto riesgo de inundación (Robinson y Gnilo, 2016). Entonces, ¿cuáles son las opciones? Más específicamente, ¿cuál es la mejor manera de proporcionar una financiación selectiva que respalde las prácticas de saneamiento sin socavar los principios del enfoque comunitario del saneamiento total?

La experiencia en el uso de la microfinanciación y los microseguros en el sector del WASH es, por lo general, relativamente escasa (Howard *et al.*, 2016). La microfinanciación puede apoyar la adquisición de letrinas higiénicas y el ascenso de la población por la escalera del saneamiento, pero en el caso particular de los hogares más pobres es necesario considerar si sus beneficios compensan el hecho de que familias ya endeudadas adquieran más deudas. El reto probablemente sea mayor en los entornos más vulnerables al riesgo de inundaciones que dañan las infraestructuras y reducen los ingresos de los hogares. De manera provisional, podemos concluir que la microfinanciación puede ayudar a los hogares más acomodados a ascender por la escalera del saneamiento hacia diseños más resilientes y costosos, mientras que en el caso de los más pobres han de emplearse otras herramientas. Resulta especialmente importante que los programas dirigidos a promover el cambio de comportamiento (es decir, a abandonar la práctica de

la defecación al aire libre) y a aumentar la demanda de productos y servicios de saneamiento se implementen antes que los subsidios selectivos, ya que de lo contrario estos podrían desalentar el cambio inicial y sostenido de comportamiento.

El uso de transferencias de efectivo en apoyo del sector del WASH va en aumento, sobre todo en situaciones de emergencia, aunque en contextos de desarrollo son más habituales en otros sectores, como en los de la salud y la educación. Una de las razones de su creciente popularidad es que permiten a los hogares un cierto grado de elección y son más fáciles de administrar y monitorear —por ejemplo, mediante transferencias digitales y tecnologías de pago—. No obstante, preocupa también el hecho de que en el caso de mercados poco sólidos o regulados la provisión de productos de agua, saneamiento e higiene de alta calidad (como las letrinas resilientes al clima) quizá no sea suficiente. Esto implica que podría ser necesario un apoyo adicional al desarrollo del mercado, junto con transferencias de efectivo o subvenciones en efectivo polivalentes (Grupo Temático Mundial sobre WASH, 2016). Otra cuestión que preocupa a los especialistas del sector es que numerosos hogares preferirán no gastar en saneamiento, sobre todo si priman otras necesidades más inmediatas, como la alimentación, el agua y la salud. En esas circunstancias sería preferible emplear un sistema de vales para fines concretos, ya que pueden restringirse a ciertos tipos de gasto, por ejemplo, vales para inodoros intercambiables por bienes o servicios de saneamiento. Los vales proporcionan a los hogares cierta posibilidad de elección (de las opciones, los proveedores y el momento) y contribuyen a fortalecer la producción y el suministro locales. A fin de prevenir la distorsión de

los mercados y maximizar los beneficios en materia de equidad, pueden restringirse a los hogares vulnerables, aunque el cuidadoso proceso de selección que ello requiere incrementará los gastos administrativos.

En su examen de los programas de transferencias de efectivo destinadas a los sectores del WASH y la vivienda, Julliard y Opu (2014) destacan ejemplos en los que las transferencias se emplearon para que los hogares pudieran adquirir kits de salud e higiene de emergencia o costear el vaciado de las letrinas (por ejemplo, los vales suministrados por Oxfam en Haití, Jordania y el Líbano). La ayuda mediante vales o efectivo no se limita al saneamiento y la higiene: también se emplea en el suministro de agua en situaciones de emergencia, como los vales para su transporte en camiones cisterna (Grupo Temático Mundial sobre WASH, 2016). En Bangladesh, la ONG BRAC, a través de su programa de WASH, ha entregado vales que permitirán que 6,6 millones de personas dispongan de inodoros higiénicos. Los préstamos para la mejora de las instalaciones de saneamiento se conceden a los hogares más acomodados (Bongartz *et al.*, 2016).

En principio, las transferencias de efectivo o los vales también pueden utilizarse para ayudar a los hogares a reconstruir las letrinas y adquirir artículos de higiene básicos (jabón, bidones, etc.) después de una inundación, aunque dependerá de la capacidad de los mercados para suministrar los artículos y servicios solicitados a un precio asequible. El objetivo sería proporcionar los medios financieros (a través de vales para inodoros o equivalentes) necesarios para satisfacer un nivel mínimo aceptable de servicio —en muchos casos, un simple retrete higiénico (Robinson y Grilo, 2016)—.

Los microseguros también pueden ser otra fuente de ayuda, sobre todo en zonas afectadas periódicamente por inundaciones. No obstante, la ampliación del seguro de hogar básico (todavía poco frecuente) para que cubra la sustitución o la rehabilitación de las instalaciones de agua o saneamiento podría resultar muy difícil u onerosa para los hogares más pobres (Howard *et al.*, 2016).

Una de las principales conclusiones que pueden extraerse del debate anterior sobre la evaluación de los riesgos y la financiación es la necesidad de basar las intervenciones de saneamiento en un análisis pormenorizado de la situación, que garantizará que se satisfacen las necesidades de los hogares más pobres y vulnerables. Este debe abarcar la esfera de los hogares (la demanda), la oferta (los proveedores a pequeña escala e institucionales) y las condiciones y los riesgos ambientales. Al observar la variedad de herramientas o enfoques que ya se emplean en los programas de saneamiento, se infiere que un análisis de la situación del saneamiento resiliente al clima debe priorizar los elementos siguientes:

- evaluaciones del impacto de los proyectos y programas de saneamiento anteriores, que incluyan un análisis de la influencia de los riesgos climáticos en los resultados y los impactos;
- una investigación formativa que proporcione información sobre los factores que impulsan la demanda de saneamiento, entre ellos la influencia de los riesgos en la disposición a largo plazo de la población a (re)invertir en saneamiento y su capacidad para hacerlo;
- estudios de mercado que proporcionen información sobre los posibles proveedores de bienes y servicios de saneamiento (inodoros, servicios de vaciado de pozos, etc.) en los entornos de más riesgo, incluidas las adaptaciones locales del diseño de los retretes que podrían ofrecer los proveedores aprobados; y
- un análisis institucional que tenga en cuenta una variedad de intermediarios y opciones de financiación en apoyo de la inversión, por ejemplo transferencias de efectivo que contribuyan a la reinversión y la reconstrucción, sobre todo en el caso de los hogares más pobres.

Mensajes clave

El problema primordial con respecto a la vulnerabilidad del saneamiento al cambio climático reside en su respuesta a las lluvias intensas, las inundaciones y las tormentas, y las amenazas asociadas a la infraestructura, la calidad del agua y la del medio ambiente en general, lo cual, a su vez, puede afectar a la demanda subyacente de un saneamiento seguro en los entornos de mayor riesgo. El uso de enfoques basados en los riesgos de cara al emplazamiento de las fuentes de agua potable y las letrinas se halla hoy bien establecido, y debería ser un elemento esencial del proceso de CLTS y los enfoques comunitarios del saneamiento total, junto con los análisis de situación fundamentados en el clima, la investigación formativa, los estudios de mercado y las evaluaciones institucionales. Estas últimas pueden requerir la consideración de opciones financieras para las familias que viven en entornos vulnerables, ya sea para adquirir una letrina o para reconstruir una letrina dañada por una inundación.

3. Desarrollo de las capacidades de seguimiento y gestión de los recursos hídricos

Una respuesta nacional y subnacional eficaz al riesgo climático también debe enmarcar el agua, el saneamiento y la higiene en el contexto más amplio de los recursos hídricos (y la gestión de residuos) articulado en el ODS 6 (véase el recuadro 6). Esto conlleva la necesidad de desarrollar capacidades para monitorear los recursos hídricos en función de los productos destacados en el gráfico 1.2 y las actividades en que se apoyan. En este subapartado, analizamos específicamente:

- la evaluación y el seguimiento de los recursos hídricos. Este punto abarca elementos de “Evaluar la cantidad y calidad de los recursos hídricos” (actividad 2.1.1), “Evaluar los riesgos que el cambio climático u otras presiones plantean a los recursos hídricos”

(actividad 2.1.2), “Monitorear la disponibilidad y la calidad del agua” (actividad 2.2.1) y “Monitorear los patrones de uso y las amenazas vinculadas al clima (y de otro tipo)” (actividad 2.2.2).

- la gestión de recursos hídricos. Este punto se relaciona con “Elaborar directrices o normas acordadas en todo el sector del agua y fundamentadas en el riesgo climático” (actividad 2.3.1), “Apoyar las iniciativas de planificación relativas a las cuencas hidrográficas que se ocupan de coordinar los sectores que consumen agua y la contaminan y de priorizar el apoyo a las zonas más vulnerables” (actividad 2.3.2) y “Priorizar el agua, el saneamiento y la higiene en la asignación de recursos a los diversos sectores” (actividad 2.4.2).

Recuadro 6: La justificación posterior a 2015 para vincular el agua, saneamiento e higiene con el seguimiento y la gestión de los recursos hídricos

Los ODS establecen una meta ambiciosa: servicios de agua y saneamiento “gestionados de manera segura”. En particular, el indicador que mide los progresos hacia el objetivo sobre el agua potable especifica el acceso *in situ* a unos servicios de suministro de agua gestionados de manera segura que estén disponibles cuando se necesiten, y que cumplan con las normas relativas a la calidad del agua en relación con las materias fecales y los productos químicos más importantes (véase el gráfico 1.2). Aunque el indicador no especifica la cantidad de agua apta para el consumo que debería suministrarse, la consecuencia es que los hogares con acceso *in situ* utilizarán una cantidad de agua notablemente mayor que los que puedan disponer únicamente de un acceso “limitado” o “básico”.

Aunque las necesidades hídricas para el suministro doméstico normalmente representan un componente muy pequeño de la extracción total de agua, el salto en la demanda derivado de pasar de unos servicios limitados o básicos a un suministro gestionado de manera segura (*in situ*) puede resultar difícil de alcanzar en las zonas en que el agua es escasa, el cambio climático puede traducirse en una reducción de la disponibilidad de agua y la competencia por esta es creciente. Hasta la fecha, no obstante, la disponibilidad de suficiente agua (potable) para uso doméstico ha sido un aspecto que, en lugar de planificarse, se ha dado por sentado. En suma, la cuestión del agua, el saneamiento y la higiene ha permanecido compartimentada, desconectada de los debates celebrados en el marco de la gestión más amplia de los recursos hídricos en torno a la sostenibilidad y el cambio climático, las prioridades de asignación de recursos y las reglas e incentivos para lograrlas.

De ello extraemos dos conclusiones principales. En primer lugar, se necesitarán datos de más calidad sobre las condiciones, tendencias y pautas de uso de los recursos hídricos a fin de sustentar las metas del ODS 6, especialmente en el caso de los sistemas de aguas subterráneas escasamente descritos y afectados por el clima. En segundo lugar, en la medida en que la presión sobre los sistemas hidrológicos se incrementa y el cambio climático afecta tanto a la oferta como a la demanda de agua, el sector del WASH tendrá que desempeñar un papel mucho más activo en los debates generales sobre políticas y planificación relativos a la gestión, la asignación y la protección de los recursos hídricos (Howard *et al.*, 2016; UNICEF, 2016). De lo contrario, el agua que debería destinarse al uso doméstico de alta prioridad podría verse captada por otros usuarios y para otros usos, especialmente en los lugares en los que la inversión en regadío está aumentando.

3.1. Evaluación y seguimiento de los recursos hídricos

El conocimiento de la base de recursos y los patrones de uso constituye un requisito previo esencial para la planificación basada en el riesgo. Si bien es mucho lo que puede hacerse por medio de programas y proyectos individuales (véase más arriba), en numerosos países existe la necesidad urgente de aplicar enfoques más sistemáticos a la evaluación y el seguimiento de los recursos hídricos¹¹.

A escala mundial, los registros procedentes de las actividades de seguimiento disminuyen desde hace decenios; la falta de inversión ha conducido a la degradación de las redes establecidas y a una reducción de la cantidad y la calidad de los datos disponibles para la toma de decisiones (Robins *et al.*, 2006; Foster y MacDonald, 2016). Invertir la tendencia no será fácil ni rápido, entre otras cosas porque el valor de los registros hidrológicos, meteorológicos e hidrogeológicos depende en gran medida de la duración del registro.

Los datos de buena calidad permiten fundamentar tanto los estudios específicos (por ejemplo dónde perforar) como la base empírica sobre la repercusión del cambio climático y los factores socioeconómicos en los recursos hídricos. También es necesario contar con datos que sustenten los sistemas de alerta y respuesta tempranas (véase más abajo), a fin de detectar y prevenir la contaminación y velar por que las extracciones de agua se mantengan dentro de límites sostenibles.

En el ámbito específico de los recursos hídricos subterráneos (véase el recuadro 7), en el que la base de conocimientos es más insuficiente, las actividades de seguimiento deben incluir los siguientes elementos (según MacDonald y Foster, 2016):

La evaluación de la disponibilidad y la fiabilidad del agua:

- La evaluación de las características de los acuíferos mediante el empleo de información geológica sobre las rocas, los sedimentos y los suelos, y a través de un análisis científico de la transmisividad y la capacidad de almacenamiento —las dos principales características que determinan el grado de resiliencia del suministro de agua subterránea a las variaciones de las precipitaciones y la recarga—.
- El desarrollo de un sistema de seguimiento para registrar las fluctuaciones a largo plazo del nivel de las aguas subterráneas que permita compararlas con el registro de precipitaciones.
- La preparación de mapas hidrogeológicos nacionales o regionales que indiquen el emplazamiento de los principales acuíferos, así como bases de datos nacionales en las que se almacenen sistemáticamente los datos relativos a los acuíferos y las aguas

subterráneas. Una vez se cuente con los datos básicos, pueden aplicarse a la elaboración de mapas en los que se muestre (por ejemplo) la vulnerabilidad a las sequías o la disminución prolongada de las lluvias.

- La compilación de un inventario de las principales extracciones de aguas subterráneas, en combinación con estimaciones de las más pequeñas, que permita calcular los balances hídricos básicos comparando la recarga natural con la descarga y la extracción. Idealmente, deberían elaborarse modelos numéricos dinámicos que evalúen las consecuencias de otros escenarios y abarquen el clima futuro y su repercusión en la disponibilidad y la calidad del agua.

La evaluación de la calidad del agua y la vulnerabilidad a la contaminación:

- La caracterización de la calidad del agua subterránea mediante el empleo de un programa sistemático de muestreo de las fuentes de agua, dotado de una base de referencia que permita monitorear los cambios con respecto a las normas de calidad del agua establecidas.
- La evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación y la elaboración de mapas en la materia para su empleo en la planificación del uso de la tierra.

En cada caso, resulta fundamental la creación y el intercambio de conocimientos sobre la manera en que las características de los acuíferos y las particularidades geológicas y químicas subyacentes conforman la capacidad de explotación de las aguas subterráneas y condicionan su vulnerabilidad al cambio climático y otras presiones.

Si bien la evaluación y el seguimiento de los recursos pueden ser costosos, es probable que los beneficios compensen los gastos en los casos en que los recursos no se encuentran adecuadamente descritos, el cambio climático amplía las incertidumbres y la demanda va en aumento. Los estudios llevados a cabo —por ejemplo en África Subsahariana— han evidenciado que los beneficios de la evaluación de las aguas subterráneas exceden los costos si se tiene en cuenta el aumento de la tasa de perforaciones fructíferas y el ahorro conseguido al evitar perforar pozos de sondeo de bajo rendimiento o secos (MacDonald *et al.*, 2006).

A la hora de ir más allá de las aplicaciones programáticas o de desarrollo convencionales, cada vez se valorarán más los sistemas de seguimiento vinculados a la reducción del riesgo de desastres —como la preparación para sequías o inundaciones— y la alerta y respuesta tempranas. Por ejemplo, los datos acerca de cómo los recursos hídricos responden a las variaciones en las precipitaciones, la escorrentía y la recarga, sumados a los datos sobre la cobertura de agua, el tipo de sistema y su funcionalidad, pueden emplearse para prever en qué lugares es

¹¹ Si desea obtener más información, consulte la nota técnica Seguimiento y evaluación del desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene: http://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp_unicef_monitoring-and-evaluation-brief.pdf.

probable que surjan problemas de acceso al agua potable relacionados con la sequía (véase el recuadro 2). Estos datos, a su vez, pueden utilizarse para centrar y adaptar intervenciones de WASH previas a la sequía con objeto de aumentar la resiliencia.

Los costos y beneficios relativos que reporta el establecimiento de sistemas de alerta temprana dependen de la magnitud y la frecuencia de los riesgos y de la vulnerabilidad de las comunidades expuestas a ellos. Las relaciones costo-beneficio comunicadas varían considerablemente, pero las evaluaciones de las alertas tempranas de tormentas, inundaciones y sequías llevadas a cabo en Asia indican una rentabilidad potencial de hasta 599 dólares de los Estados Unidos por cada dólar invertido (Subbiah *et al.*, 2008).

Entre las aplicaciones de los datos expuestas está surgiendo la posibilidad de sacar partido de la gran cantidad de datos recopilados a través de teleobservación (por ejemplo, para

la evaluación de los recursos hídricos), transfiriéndolos por teléfono móvil (por ejemplo, los datos sobre el mal funcionamiento de los puntos de abastecimiento de agua a los mecánicos de bombas).

No obstante, los datos deben interpretarse cuidadosamente, en particular cuando no se han verificado mediante mediciones básicas sobre el terreno. Un buen ejemplo de ello es lo ocurrido en el norte de la India, donde los estudios de teleobservación llevados a cabo con el empleo de datos de la misión de satélites del Experimento Clima y Recuperación de Gravedad¹² advirtieron sobre un extenso agotamiento de las aguas subterráneas en la cuenca indogangética. No obstante, el análisis en profundidad de las mediciones de los pozos de agua de la región muestra un panorama mucho más matizado; el agotamiento rápido se limita a pequeñas zonas del acuífero, y en su mayor parte el nivel de las aguas subterráneas se mantiene estable o está subiendo. El mismo análisis indica que la principal preocupación, tanto para el

Recuadro 7: El potencial de adaptación y los límites del suministro de aguas subterráneas

Las aguas subterráneas presentan importantes ventajas con respecto a las aguas superficiales desde el punto de vista de la resiliencia al cambio climático debido a la capacidad de almacenamiento que ofrecen los acuíferos subterráneos. Eso significa que las aguas subterráneas son menos sensibles a la variabilidad anual e interanual de las lluvias, y, por lo tanto, proporcionan seguridad frente a dicha variabilidad y frente al cambio climático a más largo plazo. La disponibilidad generalizada, la calidad superior del agua y los menores costos de desarrollo suponen beneficios adicionales (Calow *et al.*, 2010; MacDonald *et al.*, 2010; MacDonald *et al.*, 2012).

La consecuencia es que las estrategias nacionales y los programas sectoriales en materia de WASH dependerán mucho más de las aguas subterráneas, especialmente en la medida en que se incremente la demanda de agua para satisfacer unos niveles de servicio superiores. No obstante, la explotación de las aguas subterráneas como estrategia de adaptación se ve obstaculizado por el limitado conocimiento de la situación y tendencias de dicho recurso, y la incertidumbre en torno a su capacidad para sustentar niveles de servicio superiores, especialmente cuando se incrementan otras demandas.

Tanto en Asia como en África Subsahariana, las pruebas más recientes sugieren que el almacenamiento de aguas subterráneas es esencial; en África Subsahariana, representa hasta 20 veces el agua almacenada en los lagos del continente (MacDonald *et al.*, 2012). Sin embargo, tanto el almacenamiento como los rendimientos son desiguales. En general, a profundidades accesibles las aguas subterráneas producen rendimientos modestos, que bastan para permitir la extracción con bombas manuales y proporcionan suficiente almacenamiento para garantizar su uso pese a las variaciones interanuales de las lluvias. No obstante, los rendimientos superiores necesarios para proyectos que abarquen múltiples aldeas o para el desarrollo urbano resultan más difíciles de encontrar fuera de las grandes cuencas sedimentarias. Las reservas de aguas subterráneas urbanas también pueden requerir una mayor atención a los riesgos de contaminación y una mejor gestión de estos; por ejemplo, mediante la planificación del uso de la tierra.

¿Cuáles son las implicaciones con vistas a unos servicios de WASH resilientes al cambio climático? Aunque la disponibilidad y la accesibilidad de las aguas subterráneas en gran parte de África favorece el suministro doméstico rural y el uso productivo secundario, existen límites a los niveles de servicio que pueden proporcionarse. Por ejemplo, los proyectos que abarquen múltiples aldeas y ofrezcan acceso al agua *in situ* requerirían la construcción de uno o más pozos de sondeo de alto rendimiento. Fuera de los terrenos sedimentarios, localizarlos requeriría el tipo de investigaciones hidrogeológicas en profundidad de las que actualmente se carece, sin garantía alguna de éxito.

¹² Los datos de la misión de satélites del Experimento Clima y Recuperación de Gravedad son recopilados por dos satélites de la NASA que sobrevuelan la Tierra en una órbita baja desde 2002.

agua, el saneamiento y la higiene como para la agricultura de regadío de la cuenca, no es la extensión del agotamiento ni el cambio inducido por el clima, sino el deterioro de la calidad del agua (MacDonald *et al.*, 2016).

Mensajes clave

Alcanzar la aspiración del acceso universal al agua potable de forma sostenible exigirá unos datos acerca de las condiciones, tendencias y presiones sobre los recursos mucho mejores de los que existen en numerosos países en este momento. El cambio climático incrementará el valor de la buena información —especialmente cuando se vincula con la reducción del riesgo de desastres y los sistemas de alerta y respuesta tempranas en caso de sequías e inundaciones— debido a las incertidumbres adicionales generadas por los cambios en las precipitaciones, las escorrentías y la recarga de acuíferos.

3.2. Gestión de los recursos hídricos

La inversión en la evaluación y el seguimiento de los recursos hídricos también es necesaria para apoyar la gestión de esos recursos. En numerosos países, la creación de instituciones y marcos sólidos de gestión del agua sigue siendo un objetivo a largo plazo que no siempre se encuentra acompañado de una preocupación por la gestión integrada de los recursos hídricos en las cuencas (Calow y Mason, 2014). Desde la perspectiva del agua, el saneamiento y la higiene, la prioridad es proteger el abastecimiento doméstico tanto de la contaminación como de las demandas enfrentadas al respecto y, cuando el agua forma parte del proceso de saneamiento, asegurar que los sistemas conservan su eficacia a la hora de eliminar y tratar los residuos. Debido a la aceleración del cambio climático, es imprescindible lograr estos objetivos.

En el cuadro 3.1 exponemos una serie de cuestiones y acciones compartidas que se basan en las piedras angulares de una gestión de los recursos hídricos adaptable al clima. Estas se encuentran presentes cuando la gestión del agua es eficaz y están ausentes (totalmente o en parte) cuando no lo es (Perry, 2013).

Las preocupaciones comunes sobre el cambio climático ofrecen a los agentes del sector del WASH la oportunidad de presentar argumentos en favor de la inversión en la evaluación, el seguimiento y la gestión de los recursos hídricos. No obstante, los beneficios inmediatos son escasos: el establecimiento de una contabilidad sólida del agua, la creación de sistemas de registro de los usuarios, la asignación de licencias, las evaluaciones del impacto

ambiental, la creación de plataformas integradas por las partes interesadas y el control de la contaminación llevan tiempo y puede resultar difícil medir los resultados.

La financiación sigue siendo un problema, aunque las nuevas fuentes de financiación aportadas para la adaptación al clima (por ejemplo, el Fondo Verde para el Clima y el Fondo de Adaptación) presentan oportunidades. Hasta la fecha, los desembolsos han sido muy inferiores a las cantidades prometidas, y la mayoría de la financiación destinada a la adaptación de los servicios de WASH (muy limitada) se ha dedicado a los países de ingresos medianos, desvinculada de las inquietudes más amplias relativas a la gestión sostenible (WaterAid, 2016). Los agentes del sector pueden desempeñar un importante papel en esta cuestión si ayudan a los gobiernos a obtener el reconocimiento que necesitan para acceder directamente a los fondos y abogan en favor del agua, el saneamiento y la higiene para los países, las comunidades y las familias más vulnerables como un componente fundamental de la gestión adaptativa de los recursos hídricos.

La labor de promoción quizá implique pensar más allá de los argumentos habituales empleados para justificar una “mejor” gestión. En Etiopía, por ejemplo, el creciente corpus de estudios sobre la gestión adaptativa llevados a cabo por el Ministerio de Agua, Irrigación y Energía no ganó impulso hasta que se determinó en términos económicos el costo de la inacción y se lo vinculó a la estrategia nacional de desarrollo elaborada por el Gobierno. Ello incluyó subrayar el costo del desarrollo intensivo de la industria y el riego en los tramos superiores de las cuencas fluviales mientras las poblaciones situadas aguas abajo estaban racionando el suministro y gastando la mayor parte del presupuesto de los servicios públicos en el tratamiento del agua (Parker *et al.*, 2016).

Mensajes clave

Lograr el acceso universal, y en particular unos niveles de servicio superiores asociados al suministro *in situ*, no será posible con un enfoque inmovilista de la provisión de servicios que presuponga que las necesidades de cantidad y calidad pueden cubrirse sin tener en cuenta otras demandas. Los problemas comunes en relación con el cambio climático presentan una oportunidad para que los actores del sector del WASH colaboren con otros agentes en defensa de la coconversión en la gestión de los recursos hídricos, a fin de asegurar y salvaguardar el consumo nacional y garantizar una asignación del agua equitativa dentro de los límites ambientales.

Cuadro 3.1: Oportunidades de colaboración del sector del agua, el saneamiento y la higiene en la gestión adaptativa de los recursos hídricos

Elementos clave de una estrategia de gestión de los recursos hídricos	Prioridades de colaboración para el sector del WASH
<p>A. Contabilidad: recursos hídricos y uso Poner a disposición del público información clara sobre la situación de los recursos en el tiempo y el espacio, y facilitar sistemas de monitoreo de los cambios en la disponibilidad, la calidad, las extracciones y la contaminación del agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Promoción: exponer los argumentos específicos en materia de WASH para un mejor seguimiento y evaluación. ■ Alianzas: trabajar con los gobiernos para reforzar su capacidad técnica, incluyendo evaluaciones de impacto social y ambiental para los nuevos proyectos de infraestructura. ■ Financiación: coinvertir en seguimiento y evaluación, centrándose en primer lugar en las zonas de alto riesgo; colaborar con el gobierno para asegurar la financiación climática de cara a fortalecer los sistemas de observación climático-hidroclógicos.
<p>B. Negociación: fijación de prioridades Determinar, mediante procesos políticos, las prioridades entre los usuarios con respecto al agua disponible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Promoción: poner de manifiesto los riesgos para el agua, el saneamiento y la higiene derivados de un desarrollo incontrolado de la agricultura y la industria, y los riesgos planteados por la aceleración del cambio climático. ■ Alianzas: trabajar con los gobiernos para velar por que las asignaciones destinadas al sector del WASH en los ámbitos rural y urbano se hallen adecuadamente protegidas en los planes de asignación del agua de las cuencas hidrográficas y tengan en cuenta el impacto previsto o proyectado del cambio climático. ■ Financiación: coinvertir en las iniciativas de planificación relativas a la asignación del de las cuencas hidrográficas con miras a salvaguardar las prioridades en materia de WASH.
<p>C. Codificación: reglas e incentivos Plasmar las prioridades y asignaciones convenidas en reglas, disposiciones y leyes, de modo que el servicio de aguas para cada sector o usuario sea claro en las diferentes condiciones hidrológicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Promoción: exponer los argumentos del derecho humano al agua y las disposiciones legales que lo consagran. ■ Alianzas: trabajar con los gobiernos en el derecho nacional sobre los recursos hídricos, las estrategias sectoriales y los planes sobre cuencas hidrográficas, a fin de asegurar que el derecho al agua goza de plena vigencia, que los derechos sobre la tierra se desligan del derecho al agua, y que la normativa sobre eliminación de desechos prioriza la conservación del agua apta para el consumo. ■ Financiación: respaldar las iniciativas lideradas por los gobiernos para revisar las disposiciones y las leyes.
<p>D. Delegación: quién hace qué Delegar la ejecución en instituciones y organismos, con funciones y responsabilidades claramente definidas para la provisión de todos los servicios relacionados con el agua, desde el monitoreo de los recursos hasta la ejecución de las licencias de asignación y el control de la contaminación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Promoción: abanderar la creación de grupos de trabajo intersectoriales que vinculen el ámbito del WASH con los organismos y departamentos de agricultura, energía, industria y medio ambiente a diferentes niveles; asegurar que el sector dispone de objetivos específicamente definidos en la política nacional relativa al cambio climático. ■ Alianzas: trabajar con los organismos normativos para aplicar planes de protección de las fuentes de abastecimiento de agua y los recursos hídricos, o colaborar con los gobiernos para ayudar a crear dichos organismos; estudiar las oportunidades de adoptar enfoques locales y comunitarios en materia de WASH y gestión de cuencas hidrográficas. ■ Financiación: respaldar el desarrollo de la capacidad técnica de los órganos normativos (nacionales, regionales y locales) encargados de la protección de los derechos y el control de la contaminación.
<p>E. Cumplimiento: reglas convenidas Aplicar las reglas, disposiciones y leyes arriba convenidas, dando prioridad a la protección de las reservas de agua potable tanto en términos de calidad como de cantidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Promoción: señalar los casos de buena y mala administración hídrica que afecten a los servicios de WASH. ■ Alianzas: trabajar con los organismos normativos para aplicar planes de protección de las fuentes de abastecimiento de agua y los recursos hídricos, o colaborar con los gobiernos para ayudar a crear dichos organismos y dotarlos de poder político. ■ Financiación: respaldar la capacidad de supervisión y ejecución de los órganos normativos (nacionales, regionales y locales) encargados de la protección de los derechos y el control de la contaminación.

Fuente: basado en Perry (2013) y Mosello et al. (2016)

4. Apoyar la infraestructura, las tecnologías y las estructuras de gobernanza climáticamente inteligentes

En este apartado examinamos más detenidamente algunas opciones o productos específicos que podrían surgir como resultado de la planificación en el nivel superior, a escala nacional, y nos planteamos cómo se manifiestan en el plano local o de los proyectos.

El marco de resultados proporciona una lista exhaustiva de los productos y las actividades de apoyo a nivel local y de los proyectos (gráfico 1.1). Aquí nos centramos específicamente en los elementos siguientes:

- La aplicación de normas y prácticas resilientes al clima. Esto reúne varias actividades del marco de resultados, entre ellas “Asegurar la conformidad con las normas fundamentadas en el clima” (actividad 3.1.1) y “Adaptar las tecnologías, de modo que tengan en cuenta los riesgos climáticos” (actividad 3.4.1).
- La diversificación y descentralización de los servicios, lo cual se vincula con “Distribuir el riesgo entre diferentes fuentes y sistemas de agua” (actividad 3.3.1) y “Considerar la reutilización o el reciclado de las aguas residuales, la recuperación de los nutrientes y la producción de energía a partir de los residuos” (actividad 3.4.3).
- El desarrollo y la explotación de las reservas de agua, relacionado con “Desarrollar sistemas de almacenamiento descentralizados” (actividad 3.2.1).
- Las soluciones climáticamente inteligentes (por ejemplo, tecnologías alimentadas con energía solar), lo que se vincula con “Analizar tecnologías innovadoras y climáticamente inteligentes” (actividad 3.4.2).

En primer lugar, examinamos un amplio abanico de opciones en materia de WASH que abarcan tanto el ámbito rural como el urbano, desarrolladas con mayor profundidad en el anexo A. En los apartados siguientes analizamos más en detalle algunas opciones o enfoques específicos.

4.1. Aplicar normas y prácticas resilientes al clima

Todas las principales tecnologías de agua, saneamiento e higiene pueden adaptarse en diversos grados, de modo que tengan en cuenta el riesgo climático. En muchos casos, las adaptaciones disponibles son opciones útiles en todo caso —deseables independientemente del cambio climático o de un escenario climático en particular—, ya que reducen la vulnerabilidad general de los sistemas a los diversos riesgos y contribuyen a mantener la disponibilidad y la calidad del agua, así como el acceso a ella.

En los cuadros 4.1 y 4.2 se proporciona un extracto de las respuestas adaptativas en materia de suministro de agua y saneamiento, a partir del resumen más exhaustivo que se ofrece en el anexo A.

4.1.1. Suministro de agua

El suministro de agua para una gran parte de la población rural de África Subsahariana y partes de Asia sigue basándose en sistemas gestionados por la comunidad en los que se emplean tecnologías sencillas como la recogida de agua de lluvia, los manantiales, los pozos excavados y los pozos de sondeo (véase el apartado 1).

La captación doméstica de agua de lluvia y los manantiales son relativamente inflexibles debido a que su ubicación está predeterminada, la adaptabilidad de su diseño es limitada y pueden verse afectados por la variabilidad de las lluvias. La recogida de agua de lluvia, por ejemplo, pocas veces permite el suministro de agua durante todo el año, y la escasa capacidad de almacenamiento puede ser un factor limitante incluso en zonas en las que se prevé un aumento de las precipitaciones, sobre todo aquellas en las que los episodios de lluvia son cada vez más intensos (por ejemplo, la intensificación de las lluvias monzónicas). Dicho esto, la captación y el almacenamiento de agua de lluvia puede constituir un respaldo vital o proporcionar un suministro adicional como parte de una combinación de tecnologías y, cuando se usa para agua no potable, puede aliviar la presión sobre las fuentes de agua potable (véase el apartado 4.2).

Los manantiales protegidos y los pozos excavados a mano son vulnerables a la contaminación microbiana (por ejemplo, durante o después de una inundación) y potencialmente vulnerables a las disminuciones estacionales o prolongadas de las precipitaciones y la recarga. No obstante, las medidas de protección de la captación, si están integradas en un programa de WASH, pueden minimizar los desperfectos en las infraestructuras producidos por las inundaciones, reducir el riesgo de contaminación y mejorar la recarga de las aguas subterráneas¹³. Tal como se expone en el apartado 4.3, la repercusión en la recarga dependerá del contexto y del balance hidrológico local. La calidad de la construcción y el mantenimiento posterior también influyen en gran medida en la resiliencia general de ambas tecnologías.

Los pozos perforados o de sondeo suelen ser más resilientes a los riesgos climáticos, en particular cuando

¹³ Se describen en otra nota técnica de esta serie: *Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene. Suministro de agua local y participativo y evaluación de los riesgos del cambio climático: modificaciones de los planes de salubridad del agua.*

se surten de grandes depósitos de aguas subterráneas, y existen adaptaciones que los hacen menos vulnerables a los desperfectos físicos, la contaminación y la variación de las lluvias y la recarga. Por ejemplo, los efectos de las inundaciones pueden minimizarse mediante la construcción de una cabeza de pozo y la extensión de la plataforma sanitaria; asimismo, la colocación de tubos de revestimiento sellados en las capas superiores reduce la contaminación procedente de la superficie y los acuíferos superficiales. No obstante, y como se señaló anteriormente, la calidad del emplazamiento y la construcción tienen una gran repercusión en su funcionalidad y resiliencia. En algunos entornos, los pozos excavados son más resilientes al cambio climático que los pozos de sondeo, al menos en lo relativo a su capacidad para proporcionar un suministro constante. Por ejemplo, cuando el agua subterránea se encuentra en zonas poco profundas alteradas por la meteorización, los pozos excavados presentan una considerable ventaja ya que reciben menos filtraciones.

Los sistemas de agua corriente más complejos pueden tener numerosos puntos vulnerables en su recorrido desde la fuente hasta la distribución, pasando por los sistemas de tratamiento (si se emplean). Por ejemplo, debido a la extensión de la red de tuberías y el gran número de juntas, los desperfectos en una zona pueden influir en la disponibilidad y la calidad del agua y afectar a un elevado número de personas conectadas a la red, sobre todo en las intersecciones de las redes de suministro de agua y las redes de alcantarillado, o cuando la presión de la red varía y esta absorbe contaminantes de los canales de drenaje y las filtraciones del alcantarillado.

Como primer paso, resulta fundamental asegurar y proteger la fuente —o fuentes— de abastecimiento de agua. La protección y el tratamiento de las fuentes están claramente interrelacionados, ya que los cambios en la calidad del agua de la fuente repercuten considerablemente en el tratamiento necesario y en la eficiencia, e influyen de manera directa en el diseño de la planta y el proceso de selección.

Dada la mayor complejidad de los sistemas de agua corriente, existen numerosas adaptaciones posibles y, al menos en las poblaciones y ciudades más grandes, se cuenta con los recursos (humanos, financieros y técnicos) necesarios para implementarlos. Las adaptaciones incluyen el uso de múltiples fuentes a fin de distribuir el riesgo, innovaciones en el tratamiento, materiales y tuberías más resistentes y medidas para gestionar la demanda, como el

control de las fugas (Danilienko *et al.*, 2010; Tyler y Moench, 2012; Howard *et al.*, 2016).

Muchas de ellas constituyen también medidas útiles en todo caso o en la mayoría de los casos. La reducción de las fugas, por ejemplo, puede contribuir a satisfacer mayores niveles de demanda, aliviar la presión sobre las fuentes y mejorar la recuperación de los gastos. La reutilización de las aguas residuales y la recuperación de los nutrientes y la energía que contienen puede reducir el importe de las facturas de electricidad, la demanda de agua y las emisiones de gases de efecto invernadero —véase más adelante— (Larsen *et al.*, 2016; Foster, 2017). El recuadro 8 resume la experiencia de la ciudad de Windhoek en la aplicación de medidas integrales de gestión de la demanda y de respuesta a las sequías en un entorno cada vez más proclive a ellas. Entre sus características más importantes se cuentan la aplicación progresiva de diversas estrategias, desde campañas informativas hasta el racionamiento, en función de la gravedad de la sequía, así como de estrategias de apoyo, entre las que se incluyen la reutilización de las aguas residuales y normas orientadas al uso eficiente del agua en los electrodomésticos.

En contraste, las grandes inversiones en infraestructura de almacenamiento, tratamiento y drenaje de aguas o de reutilización de las aguas residuales son más sensibles al cambio climático; los encargados de la planificación deberán evaluar los riesgos a largo plazo y basar sus decisiones en los mejores estudios climatológicos disponibles. Ahora bien, los proyectos de infraestructuras en red más importantes dirigidos a poblaciones y escenarios climáticos específicos corren un riesgo cada vez mayor de estancarse en un diseño inapropiado. De ahí el creciente interés en sistemas descentralizados que puedan añadirse en etapas a fin de satisfacer la demanda y que permitan ulteriores adaptaciones del diseño en función de la evolución de los riesgos climáticos y los conocimientos en la materia (Larsen *et al.*, 2016; Foster, 2017).

En el cuadro 4.1 se resumen las opciones en materia de adaptación que pueden resultar pertinentes para las intervenciones de suministro de agua en respuesta a los diferentes tipos de riesgo climático. En el anexo A se proporciona más información, entre otras cosas, sobre los distintos tipos de intervenciones o planes de suministro de agua —desde los pozos cubiertos, los pozos de sondeo y los manantiales protegidos hasta los sistemas de agua corriente—.

Recuadro 8: Equilibrar la oferta y la demanda de agua en la ciudad de Windhoek (Namibia)

La ciudad de Windhoek (Namibia), situada en África meridional, ofrece algunas ideas importantes acerca de las medidas que pueden tomarse para armonizar la demanda de agua con la oferta en una zona de escasez que es cada vez más propensa a la sequía.

Windhoek cuenta con una larga historia de gestión adaptativa de los recursos hídricos. Desde la década de 1930, la demanda ha desbordado el suministro de aguas subterráneas, y actualmente la ciudad combina este último con el trasvase de agua no embotellada del llamado “sistema de las tres presas”. Al mismo tiempo, la ciudad ha aplicado una serie de medidas exhaustivas de gestión de la demanda, como la recuperación y reutilización de las aguas residuales.

Normal	Escasez de agua	Sequía	Sequía extrema	Crisis del agua	Disponibilidad de agua
No desperdiciar agua	Vigilancia de la sequía	Necesidad de ahorro de agua	Ahorro de agua obligatorio	Racionamiento	Meses de suministro de agua disponible
Consumo de referencia	Consumo de agua reducido	Porcentaje de ahorro de agua	Porcentaje de ahorro de agua requerido	Restricciones	30
					24
		Restricciones	18		
			12		

Esta última actividad se inició en la década de 1960, y la última planta se completó en 2002. La nueva planta trata las aguas residuales procedentes de las estaciones depuradoras de aguas residuales domésticas de la ciudad, y actualmente produce alrededor del 26% del suministro total de agua de la población, además de proporcionar agua no potable para la irrigación.

También se emplean toda una serie de medidas para equilibrar la demanda y la oferta, a saber: campañas de sensibilización pública, reducción de fugas, aumento de las tarifas de bloques para desincentivar un uso elevado del agua, normativas sobre la utilización de electrodomésticos que hagan un uso del agua eficiente y gestión de la recarga de acuíferos a fin de almacenar el excedente de agua estacional.

La ciudad también ha desarrollado un Plan de Respuesta a la Sequía de carácter flexible, resumido en el gráfico 4.1, que activa distintas medidas en función de la gravedad de la

Gráfico 4.1. Plan de Respuesta a la Sequía de Windhoek

sequía. Los indicadores de la gravedad de la sequía se basan en la disponibilidad de agua en los embalses de abastecimiento de la ciudad. Las medidas correspondientes van desde la sensibilización pública, incluida la educación escolar y una línea telefónica de emergencia para denunciar el desperdicio, hasta la imposición de tarifas por escasez de agua, restricciones de uso y el racionamiento asociados a la sequía más extrema, y la declaración de crisis del agua.

Fuente: Plan de Respuesta a la Sequía de la Ciudad de Windhoek (2015)

Cuadro 4.1: Extracto de los riesgos climáticos y las respuestas a ellos. Suministro de agua

Principales riesgos relacionados con el clima	Adaptaciones
Daños físicos a la infraestructura hídrica derivados del aumento de las lluvias o las inundaciones.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Localizar los puntos de abastecimiento de agua lejos de las zonas en riesgo de inundación conocido. ■ Construir diques o drenajes que desvíen el caudal del punto de abastecimiento de agua; aplicar medidas más amplias de gestión de la captación de aguas para reducir el riesgo de inundaciones. ■ Adoptar criterios y materiales de construcción robustos en la infraestructura de distribución del suministro de agua. ■ Adaptar el diseño y la construcción de los puntos de abastecimiento de agua con miras a reducir la vulnerabilidad. ■ Aplicar planes de salubridad del agua resilientes al clima¹⁴.
Amenazas a la calidad del agua derivadas del aumento de las lluvias o las inundaciones.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Localizar los puntos de abastecimiento de agua lejos de las zonas propensas a las inundaciones y las fuentes de posible contaminación (por ejemplo, letrinas o alcantarillas). ■ Aplicar medidas de gestión de la captación de aguas que reduzcan el riesgo de inundación. ■ Aumentar la sensibilización con respecto a los riesgos de deterioro de la calidad del agua durante y después de las inundaciones, y a la necesidad de depurar el agua y recurrir a alternativas seguras en los hogares. ■ Mejorar el diseño y la construcción de los puntos de abastecimiento de agua para evitar el acceso de contaminantes. ■ Elevar y ampliar el radio de la plataforma sanitaria en torno a la cabeza de pozo. ■ Aplicar planes de salubridad del agua resilientes al clima.
Amenazas a la disponibilidad y el suministro de agua en situaciones de desecación y sequías.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Utilizar las técnicas de investigación apropiadas para localizar las partes más productivas de los acuíferos (e incrementar el nivel de éxito de las perforaciones). ■ Situar y utilizar los filtros apropiados para mantener el rendimiento en el material no consolidado (pozos de sondeo). ■ Excavar los pozos en la estación seca a fin de asegurar la profundidad apropiada. ■ Desarrollar fuentes y almacenamiento complementarios y de reserva. ■ Aplicar programas de gestión de la demanda para ahorrar agua y reducir las pérdidas (ámbito urbano). ■ Adaptar las estructuras de toma de agua de los ríos o embalses para que se adapten a los caudales bajos o intermitentes. ■ Aplicar planes de salubridad del agua resilientes al clima.

¹⁴ Véase https://www.unicef.org/wash/files/GWP_UNICEF_Tech_A_WEB.PDF.

4.1.2. Saneamiento

Las respuestas en materia de adaptación de los sistemas de saneamiento¹⁵ dependen de si el agua interviene directamente en el proceso tecnológico (por ejemplo, el alcantarillado) o de si en ellas influye indirectamente la capacidad del medio ambiente para absorber o reducir el efecto de los residuos (por ejemplo, de las letrinas de pozo).

En el plano mundial, el saneamiento *in situ* sigue siendo el sistema predominante. Por lo general, se considera que las letrinas de pozo son una tecnología resiliente, ya que los diseños pueden adaptarse con relativa facilidad y un bajo costo, aunque su resultado depende en gran parte de la calidad de la construcción. De hecho, en los entornos secos puede resultar positivo que disminuyan los niveles de agua, pues se atenúa la presencia de patógenos. La estabilidad de los pozos puede verse afectada, pero existen adaptaciones sencillas que mitigan ese riesgo —por ejemplo, revestirlos con materiales locales—. Si la escasez de agua se convierte en un problema importante, pueden usarse inodoros “secos” que funcionan sin descarga de agua.

No obstante, en entornos en los que es probable que aumenten las inundaciones posiblemente se incrementen los riesgos para las infraestructuras, la calidad del agua y la salud, en especial cuando las inundaciones producen un vertido considerable de materia fecal en el ambiente. Los riesgos pueden mitigarse mediante modificaciones en el diseño de los pozos (por ejemplo, los diseños en forma de bóveda), la adopción de enfoques basados en el riesgo para definir la distancia que debe separarlos de las fuentes de agua (véase el apartado 2.3) y la construcción de puntos de abastecimiento de agua adecuados (por ejemplo, sellar o entubar las partes más superficiales y contaminadas del acuífero). Cuando la variabilidad climática futura o la dirección del impacto del cambio climático no resulta clara a escala local, puede surgir la preocupación legítima de hasta qué punto merece la pena invertir en adaptaciones más costosas en lugar de optar por diseños más económicos que, en las condiciones actuales, ofrecen seguridad y que pueden sustituirse cuando las tendencias se definan. Las decisiones también dependerán del contexto local, incluidos el nivel de riesgo, la densidad demográfica, la disposición de los hogares a sufragar las sustituciones o alternativas y su capacidad para hacerlo, y el nivel de los subsidios disponibles (en caso de que existan) (apartado 2.3).

En las zonas urbanas y periurbanas, la gestión de lodos fecales está ganando apoyo, ya que la necesidad de retretes de bajo costo impulsa la demanda de saneamiento *in situ* y las empresas de servicios públicos encuentran dificultades para proporcionar un sistema de alcantarillado convencional a la creciente población urbana. Dado que en las zonas densamente pobladas, en las que el espacio es limitado,

no resulta fácil sustituir los pozos, la cadena de gestión de lodos fecales depende de la recolección y el transporte de los residuos en vehículos y su eliminación en una instalación de tratamiento. Obviamente, las inundaciones ponen en riesgo las letrinas, las aguas subterráneas superficiales “autosuministradas” para uso doméstico, la capacidad de los vehículos para acceder a lugares inundados y el entorno más amplio, donde se mezclan las aguas residuales con el agua de la inundación. Como resultado, en numerosos asentamientos informales densamente poblados se registra una extensa contaminación del entorno y del suministro de agua, así como frecuentes brotes de cólera, fiebre tifoidea y otras enfermedades que pueden diseminarse por la población o la ciudad (Charles *et al.*, 2012).

En general, la gestión de lodos fecales no está regulada, por lo que una de las principales prioridades es introducir un cierto grado de gestión o supervisión sistemáticas, centradas en la mejora de la calidad y la resiliencia del depósito doméstico y en el transporte y la eliminación de los residuos de manera segura en instalaciones de tratamiento específicas que no representen un riesgo para el medio ambiente (WSP, 2014; Hawkins *et al.*, 2013; Howard *et al.*, 2016). No obstante, el mayor desafío es, posiblemente, de carácter político: cómo estimular el respaldo político a la gestión de lodos fecales en un contexto en que la red de alcantarillado sigue siendo la regla de oro y la aspiración de los gobiernos y las empresas de servicios públicos (Hawkins *et al.*, 2013; Reymond *et al.*, 2016; Larsen *et al.*, 2016).

Con este trasfondo político, los sistemas de alcantarillado siguen siendo, a escala mundial, la forma dominante en los servicios públicos de saneamiento. Esos sistemas son vulnerables tanto en climas húmedos como secos y, cuando las precipitaciones disminuyen, resulta más difícil explotarlos y mantenerlos —sobre todo el alcantarillado convencional, cuya demanda de agua es más elevada—. El tratamiento también es más difícil y oneroso si, por ejemplo, se imponen criterios más estrictos para compensar la disminución de la capacidad de absorción y dilución de la masa de agua receptora. Los sistemas modificados, como los sistemas de alcantarillado de pequeño diámetro y de condominio, por lo general emplean una cantidad menor de agua y son menos vulnerables a los bloqueos si el flujo disminuye o es poco fiable, pero su adopción aún no es generalizada, excepto en América del Sur (Hawkins *et al.*, 2013).

En las zonas en que el volumen o la intensidad de las precipitaciones está en aumento, cada vez será más importante separar el agua de lluvia de las aguas residuales a fin de evitar la sobrecarga de los sistemas de recogida y tratamiento. El aumento de los sólidos en suspensión en los ríos posiblemente signifique también que los sistemas de tratamiento requieren una mejora o un rediseño considerables.

¹⁵ Para consultar una descripción exhaustiva de los sistemas y tecnologías de saneamiento (en varios idiomas), véase Tilley *et al.* (2014) y los numerosos recursos disponibles en la web del Instituto Federal Suizo de Ciencia y Tecnología Acuática (EAWAG).

En el cuadro 4.2 se resumen las opciones en materia de adaptación que pueden resultar pertinentes para las intervenciones de saneamiento en respuesta a los diferentes tipos de riesgo climático. En el anexo A también

se proporciona más información sobre distintos tipos de tecnologías de saneamiento, a saber, las letrinas de pozo o tanques sépticos y el alcantarillado.

Cuadro 4.2: Extracto de los riesgos climáticos y las respuestas a ellos. Saneamiento

Principales riesgos relacionados con el clima	Adaptaciones
Daños físicos a la infraestructura de saneamiento derivados del aumento de las lluvias o las inundaciones.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Construir diques o drenajes que desvíen el caudal de las letrinas; aplicar medidas más amplias de gestión de la captación de aguas para reducir el riesgo de inundaciones y proteger la infraestructura y las instalaciones de tratamiento. ■ Localizar las letrinas y las instalaciones de almacenamiento y tratamiento lejos de las zonas en riesgo de inundación conocido. ■ Adoptar criterios de diseño y construcción robustos en la infraestructura de saneamiento en las zonas de alto riesgo. ■ Aplicar planes de salubridad del agua resilientes al clima¹⁶.
Inundación de la infraestructura de saneamiento y amenazas a la salud pública por contaminación del agua y del medio ambiente en general.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reforzar los sistemas de protección frente a inundaciones y la gestión de la captación aguas arriba. ■ Regular el bombeo o vaciado de letrinas para prevenir desbordamientos, y limpiar los desagües y alcantarillas para evitar obstrucciones. ■ Adaptar o diseñar sistemas nuevos; por ejemplo: letrinas elevadas, válvulas antirretorno en los tanques sépticos o eliminación independiente de las aguas residuales y el agua de lluvia (ámbito urbano). ■ Sensibilización pública y educación sobre los riesgos para la salud pública y las medidas de protección. ■ Aplicar planes de salubridad del agua resilientes al clima.
Menos agua disponible para el lavado por percolación y la limpieza de sistemas en situaciones de desecación o de sequía.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Adaptar o diseñar sistemas nuevos; por ejemplo: letrinas que utilicen poco o nada de agua, sistemas de alcantarillado modificados o descentralizados y procesos de tratamiento capaces de funcionar eficazmente con una dilución reducida. ■ Intensificar los programas de mantenimiento para detectar y limpiar las obstrucciones en las alcantarillas. ■ Aplicar planes de salubridad del agua resilientes al clima.

Mensajes clave

Todas las tecnologías y enfoques de gestión convencionales para proporcionar agua potable y saneamiento pueden adaptarse, en mayor o menor medida, para afrontar el riesgo climático. Además, muchas de las adaptaciones señaladas resultan asombrosamente similares a las prácticas conocidas de buena gestión encaminadas a asegurar la fiabilidad, la protección y la ampliación de los servicios. Por lo tanto, asegurar y proteger las fuentes de agua, y reforzar la cadena de gestión de los lodos fecales, constituyen inversiones programáticas sensatas que pueden beneficiar a las poblaciones vulnerables expuestas a diversos riesgos climáticos y no climáticos.

¹⁶ Véase https://www.unicef.org/wash/files/GWP_UNICEF_Tech_A_WEB.PDF.

4.2. Diversificar y descentralizar los servicios

La diversificación de las fuentes de suministro de agua potable y la descentralización de los servicios de agua y saneamiento de las zonas urbanas en unidades más pequeñas o minirredes puede ayudar a reducir el riesgo ocasionado por una disfunción grave en una fuente o red única. Por ejemplo, el establecimiento de distintas fuentes de suministro, cada una con su propio perfil de riesgo y (posiblemente) con su propio uso final puede contribuir a distribuir el riesgo. De manera similar, el desarrollo de minirredes de agua y saneamiento que puedan ir añadiéndose en distintas etapas en las poblaciones con un rápido crecimiento también dispersan el riesgo y permiten un diseño más flexible (y adaptable).

4.2.1. Suministro de agua

La dispersión del riesgo entre distintas fuentes y la separación entre el uso doméstico y otras necesidades ofrece la posibilidad de mantener los servicios de agua a medida que aumentan los riesgos climáticos. En función del contexto, el desarrollo de múltiples fuentes independientes de suministro puede incluir:

- La combinación de la protección de los manantiales con la construcción de pozos excavados o de sondeo en las

zonas rurales, o la combinación de uno de estos tipos de pozo o ambos con la recogida y el almacenamiento domésticos del agua de lluvia.

- El apoyo a la instalación de fuentes domésticas individuales o agrupadas como alternativa a los sistemas de agua corriente para múltiples aldeas que dependen de una o más fuentes vitales de una red.
- La construcción de fuentes de agua adicionales cuando haya un contratista de perforación presente en el emplazamiento. Por ejemplo, si es poco probable que una sola fuente satisfaga la demanda en plena temporada seca o durante las sequías debido a su escaso rendimiento, deben construirse otras. Como se ha señalado anteriormente, es probable que esta sea una estrategia más rentable que tratar de crear suministros alternativos durante una crisis (MacDonald *et al.*, 2010).
- La perforación de pozos de sondeo de respaldo o “socorro” en las zonas hidrogeológicas más favorables —alejadas de los asentamientos si fuera necesario— que puedan destaparse y usarse en situaciones de emergencia. Las fuentes de respaldo pueden abastecer a hogares de diferentes aldeas o, si es necesario, suministrar agua para las operaciones con camiones cisterna (Calow *et al.*, 2010; Elliot *et al.*, 2011).

Recuadro 9: Servicios de agua para usos múltiples

Los servicios de agua para usos múltiples pueden desarrollarse ampliando los sistemas de un solo uso; por ejemplo, añadiendo abrevaderos para el ganado o pequeños sistemas de riego a un sistema doméstico (“sistema doméstico plus”)¹⁷, o añadiendo un grifo o un lavadero a un sistema de riego (“sistema de riego plus”). Alternativamente, el enfoque de los servicios de agua concebidos para usos múltiples desde el diseño parte de cero, compaginando el diseño y la satisfacción de las necesidades de la población en la fase de planificación (van Koppen, 2014).

El planteamiento de los servicios de agua para usos múltiples toma como punto de partida la realidad de los usos múltiples del agua para la planificación y el diseño de nueva infraestructura o la rehabilitación de sistemas más antiguos. El objetivo es suministrar agua para toda una serie de usos diversos, reconociendo que la población rural raramente adquiere y consume el agua únicamente para cubrir sus necesidades domésticas. Los usos productivos menores pueden incluir los huertos privados, el microrriego, la cría de ganado, el procesamiento de productos agrícolas, la elaboración de cerveza y la fabricación de ladrillos.

Aunque “menores” en términos de extracción de agua (en comparación, por ejemplo, con la irrigación comercial), las consecuencias para la salud, la riqueza y la resiliencia de los medios de subsistencia pueden ser significativas. Diversos estudios han revelado importantes incrementos en la renta total de las familias gracias a las actividades basadas en un uso productivo del agua, siendo las mujeres las que se benefician especialmente de las actividades económicas a domicilio ligadas al agua (Srinivasan *et al.*, 2012; van Koppen *et al.*, 2014). Los efectos beneficiosos en los medios de subsistencia, que a su vez se refuerzan mutuamente, también pueden repercutir positivamente en la resiliencia de los servicios de agua domésticos, dado que los sistemas que satisfacen múltiples prioridades de la población tienen más probabilidades de ser valorados por los usuarios, así como de proporcionar los ingresos en efectivo necesarios para pagar las reparaciones. Además, los sistemas domésticos también pueden verse sometidos a una menor presión de demanda si el uso productivo se incorpora de entrada en el diseño (Adank *et al.*, 2013; van Koppen *et al.*, 2014). En los lugares en que los hombres controlan los usos productivos del agua y les dan prioridad en épocas de escasez, los servicios de agua para usos múltiples pueden beneficiar a las mujeres en forma de un acceso más seguro al agua para otros fines, incluidos los usos domésticos.

¹⁷ En esencia, la promoción de niveles superiores de servicio que permitan satisfacer necesidades productivas menores mediante la duplicación o la triplicación del volumen de suministro hasta alcanzar los 50 o 100 litros per cápita al día.

- En las zonas urbanas, la promoción de redes de servicios agrupadas que puedan añadirse por etapas para satisfacer la demanda. Esto es particularmente adecuado para prestar servicio a zonas periurbanas, en las que estos sistemas pueden minimizar los gastos en infraestructura, la utilización de energía y las pérdidas de agua, ya que reducen la distancia entre el uso doméstico y la extracción o el tratamiento del agua (Foster, 2016). Cabe señalar que, aunque la infraestructura esté descentralizada y en cierta medida se gestione localmente, por lo general es necesario que un organismo público pertinente la supervise.

Reconocer los usos domésticos y productivos del agua como categorías diferenciadas, por medio de los servicios de agua para usos múltiples, también puede implicar la creación de distintas fuentes; si bien existen otras alternativas (véase el recuadro 9). No obstante, en cada caso la idea es satisfacer las necesidades de agua domésticas y productivas de la población y reconocer que los hogares rurales y periurbanos necesitan y usan el agua para una variedad de propósitos. Los sistemas que permiten un uso productivo del agua a pequeña escala pueden potenciar y estabilizar los ingresos del hogar y aumentar la resiliencia de los medios de subsistencia. Además, reportan beneficios específicamente en el ámbito del WASH, ya que incentivan a los usuarios y les proporcionan la capacidad financiera necesaria para mantener el servicio de agua “doméstico” y, posiblemente, financiar el saneamiento.

Con todo, la integración de los servicios de agua para usos múltiples en los programas convencionales de WASH ha presentado dificultades, sobre todo debido a que, tradicionalmente, la supervisión llevada a cabo por el sector de la salud no ha considerado que el uso productivo del agua fuera importante para la salud, la nutrición y la reducción de la pobreza. En resumen, el objetivo de satisfacer las múltiples necesidades de la población resulta frustrado por los mandatos unidireccionales de los ministerios competentes.

4.2.2. Saneamiento

Se observa un creciente interés en la cadena de gestión de lodos fecales, sobre todo en las zonas urbanas en rápida expansión, debido a que la mayoría de la población urbana pobre emplea sistemas de saneamiento *in situ* —letrinas de pozo, tanques sépticos y fosas sépticas— en los que las aguas residuales domésticas se acumulan como lodos fecales o residuos sépticos. Sin una gestión adecuada, los lodos fecales se acumulan en los pozos cuando están mal diseñados, se descargan directamente en desagües pluviales o en aguas abiertas, o sencillamente, se vierten donde el espacio lo permita (WSP, 2014). Los hogares de los asentamientos informales están particularmente en riesgo, debido a la densidad de la población, a que suelen estar

situados en terrenos bajos y marginales, y a que no tienen asegurada la tenencia de la tierra¹⁸.

Los sistemas de alcantarillado están fuera del alcance de una parte importante y creciente de la población mundial, por lo que resulta urgente desarrollar sistemas más rentables capaces de prestar los servicios necesarios para la salud pública de cara al aumento de la demanda y de los fenómenos climáticos extremos (Reymond *et al.*, 2016). Las inundaciones, en particular, pueden dar lugar a una extensa contaminación en los asentamientos informales que carecen de un drenaje adecuado y del espacio necesario para poder cubrir y abandonar de manera segura un pozo lleno y construir uno nuevo en otro lugar. En Daca (Bangladesh), una ciudad muy propensa a las inundaciones, estas anegan periódicamente los sistemas de saneamiento *in situ* empleados por la mayoría de la población (sobre todo por los pobres de las zonas urbanas), ocasionan una extensa contaminación y causan enfermedades; a pesar de ello, los servicios de gestión de lodos fecales siguen siendo mínimos (recuadro 10).

Estas circunstancias generan la necesidad de disponer de una cadena de servicios de saneamiento en las zonas urbanas que retiren, transporten, traten, reutilicen o eliminen de manera segura la materia fecal. Hasta la fecha, la experiencia a escala ha sido limitada, en parte debido a la preferencia de las autoridades por el alcantarillado como única forma “apropiada” de saneamiento urbano y a la incertidumbre sobre qué tipo de modelos organizativos y normativos emplear (Larsen *et al.*, 2016). No obstante, la experiencia de Lusaka (Zambia) (recuadro 10) ofrece algunas ideas importantes sobre enfoques resilientes al clima y (en potencia) comercialmente viables de la gestión de lodos fecales, incluida la necesidad de priorizar políticamente los servicios de saneamiento *in situ*.

Otros municipios, como el de Dakar (Senegal) y Uagadugú (Burkina Faso), también han comenzado a adoptar la gestión de lodos fecales en la planificación urbana y a explorar modelos de negocio comercialmente viables, y los servicios que prestan son asequibles para los hogares urbanos más pobres.

Además de los beneficios para la salud pública, los servicios de gestión de lodos fecales descentralizados también ofrecen la posibilidad de adoptar enfoques *in situ* o más localizados para separar, tratar y reutilizar los excrementos, las aguas residuales y otras corrientes de desechos (como la basura). Esto puede contribuir a dispersar los riesgos en la cadena de servicio —por ejemplo, entre las diferentes unidades en funcionamiento, cada una con sus propias instalaciones de almacenamiento o tratamiento— y facilitar la recuperación y la reutilización de subproductos valiosos, ya que resulta

¹⁸ La inseguridad de la tenencia de la tierra es una cuestión de peso, ya que desincentiva la inversión pública o privada en infraestructura y en la gestión de lodos fecales.

más fácil recuperar la energía y los nutrientes (y las aguas grises) de corrientes separadas. A su vez, la venta de los recursos recuperados puede proporcionar apoyo financiero a la cadena de servicio y, por tanto, reducir el precio de la recogida a domicilio y aumentar la demanda de servicios de saneamiento cuando esta es muy sensible al precio (Strande *et al.*, 2014).

La recuperación de energía también puede ser importante cuando los reactores de biogás están vinculados al tratamiento de las aguas residuales de los sistemas sépticos, como suele ocurrir en China —con el beneficio añadido de la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero— (Tilley *et al.*, 2014; Howard *et al.*, 2016; Larsen *et al.*, 2016)¹⁹.

Recuadro 10: Gestión de lodos fecales y riesgo de inundaciones: lecciones de Lusaka y Daca

En Lusaka, solo el 16% de la población urbana está conectada al alcantarillado. La población restante, y especialmente quienes viven en zonas periurbanas densamente pobladas, dependen del saneamiento *in situ*, especialmente letrinas de pozo. Las elevadas tasas de crecimiento demográfico, la topografía plana, las inundaciones frecuentes y la falta de drenaje causan brotes regulares de cólera y otras enfermedades relacionadas con el saneamiento.

Una iniciativa liderada por la Empresa de Aguas y Alcantarillado de Lusaka (LWSC) y respaldada por la ONG Agua y Saneamiento para los Pobres de las Zonas Urbanas (WSUP) aspira a introducir un servicio completo de gestión de lodos fecales en dos zonas en las que la provisión del servicio se ha delegado a Fondos Fiduciarios de Servicios Hídricos de tipo comunitario bajo la supervisión de la LWSC. El trabajo se inició con una evaluación de mercado de la demanda de productos finales y la disposición de los hogares a pagar por servicios de vaciado de pozos y transporte de fangos residuales. Luego se analizaron los aspectos técnicos de la cadena de gestión de lodos fecales, incluidos un servicio de vaciado de pozos capaz de gestionar letrinas elevadas, servicios de transporte para las zonas de difícil acceso, el desarrollo de estaciones de trasvase y tratamiento locales, y la construcción de una instalación de tratamiento semicentralizada para producir biosólidos inocuos y comercializables. A continuación, hubo que dar prioridad a las estrategias de mercadotecnia del servicio a fin de impulsar las ventas, junto con mensajes encaminados a fomentar un cambio de comportamiento sostenido a fin de incentivar la aceptación.

Aunque el servicio de gestión de lodos fecales todavía se halla en fase de formación, los primeros resultados han sido alentadores. En los primeros 23 meses de servicio se vaciaron unos 900 pozos que prestaban servicio a casi 25.000 personas, con un pico de la demanda justo antes de la estación lluviosa. Si bien el servicio ha sido subvencionado hasta la fecha, existe la expectativa de que el servicio completo de gestión de lodos fecales pueda hacerse comercialmente viable para ampliarlo a una escala mucho mayor, de modo que se reduzca el riesgo para la salud pública asociado a la contaminación ambiental relacionada con las inundaciones.

La experiencia de Daca, en Bangladesh, ilustra la urgencia de implementar la gestión de lodos fecales, pero también de abordar los obstáculos a su aplicación. Con una población de más de 15 millones de personas y un crecimiento de más del 4% anual, Daca es una de las ciudades más grandes y de más rápido crecimiento de Asia. También es una de las más propensas a sufrir inundaciones. Las grandes inundaciones constituyen un fenómeno recurrente, y el sistema de eliminación de desechos resulta en gran parte ineficaz: en los barrios marginales de la ciudad, las aguas de crecida se mezclan con las aguas residuales sin tratar; las reservas de agua se contaminan; y son habituales los brotes de fiebre tifoidea, cólera y otras enfermedades relacionadas con las inundaciones. Casi todos los cienos fecales (el 99,7%) afluyen a los desagües o al medio ambiente en general, pero la demanda de gestión de lodos fecales sigue siendo baja, y la oferta de servicios (vaciado, transporte, tratamiento) es mínima.

Proporcionar una cadena de servicios plenamente funcional con vistas a hacer frente a estos problemas requiere emprender acciones en varios frentes; a saber: 1) transporte estructurado y operativo, tratamiento y uso final de biosólidos, incluido el desarrollo de modelos comerciales viables; 2) mejoras de la infraestructura de contención existente, e interrupción de la conexión entre los desagües de las letrinas y los drenajes mientras se ejecuta la mejora, y 3) apoyo a una gama de servicios de vaciado asequibles, especialmente para los pobres de las zonas urbanas.

Fuente: WSUP (2015); Ross et al. (2016)

¹⁹ El biogás es una mezcla de metano, dióxido de carbono y otros gases traza que puede convertirse en calor o electricidad. El segundo subproducto, el estiércol digerido, puede emplearse como fertilizante, aunque para poder aplicarlo de manera segura es necesario tratarlo.

Mensajes clave

Los enfoques de la provisión de servicios de WASH que diluyen el riesgo entre las fuentes y los sistemas y limitan la exposición de las poblaciones a las disfunciones críticas de las fuentes o las redes adquirirán cada vez mayor importancia. En las zonas rurales, el simple hecho de desarrollar una fuente adicional de agua o abastecer las múltiples necesidades de la población puede generar resiliencia. En las zonas urbanas, las formas de suministro de agua y saneamiento descentralizadas pueden reportar beneficios considerables y presentar oportunidades para la colaboración del sector privado y las organizaciones de la sociedad civil a lo largo de la cadena, aunque seguirá siendo importante asegurar una marcada supervisión gubernamental. Una gestión de lodos fecales eficaz constituye una prioridad específica de los pueblos y ciudades en rápido crecimiento, dados los riesgos para la salud pública que plantean las inundaciones en las zonas dependientes del saneamiento *in situ*.

4.3. Desarrollar y explotar el almacenamiento de agua

En numerosas zonas del mundo, la población experimenta períodos de una aguda escasez de agua incluso cuando las lluvias anuales y la escorrentía son abundantes. La captación y el almacenamiento de agua en una “reserva” —por ejemplo, un acuífero subterráneo o un contenedor— permite amortiguar la variabilidad de la disponibilidad de agua. Del mismo modo, el almacenamiento de agua también puede contribuir a controlar las inundaciones.

Por consiguiente, será de especial importancia en las zonas en las que es probable que aumente la intensidad o la frecuencia de las sequías y las inundaciones y en aquellas que experimentarán una disminución prolongada de las precipitaciones.

Numerosos gobiernos han respondido al reto del almacenamiento mediante la inversión en grandes proyectos de infraestructura —embalses y presas—. No obstante, para la mayoría de los usuarios dispersos en las zonas rurales resultan más pertinentes las inversiones más descentralizadas dirigidas a los hogares y las comunidades, en particular aquellos que explotan las reservas naturales de los acuíferos subterráneos. La capacidad de almacenamiento de los acuíferos abarca no solo las aguas subterráneas ya almacenadas, sino el potencial (y la elasticidad) del espacio vacío para admitir la recarga mejorada.

Existen numerosas opciones diferentes en función de a) cómo se intercepta el agua y b) adónde se conduce. En el cuadro 4.3 se proporciona un resumen de las técnicas principales. Las más pertinentes para el sector del WASH se destacan en naranja.

Cuadro 4.3: Opciones en materia de almacenamiento de agua

Almacenamiento del agua subterránea	Almacenamiento en tanque cerrado	Almacenamiento en embalse abierto
Infiltración en el lecho fluvial	Captación del agua de lluvia	Almacenamiento en el propio curso
<ul style="list-style-type: none"> ■ Taponamiento de cárcavas ■ Presas subsuperficiales ■ Recolectores de retención ■ Presas filtrantes 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tanques instalados en tejados ■ Tanques de pequeño tamaño ■ Cisternas subterráneas 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pequeños embalses de almacenamiento
Infiltración en la superficie terrestre	Captación de niebla	Almacenamiento fuera del curso
<ul style="list-style-type: none"> ■ Estanques de infiltración ■ Zanjas, fosas, drenajes ■ Dispersión del agua de crecida/ riego por desviación 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Protección y tanque de niebla 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Embalses de almacenamiento fuera del curso ■ Captación del agua de la calzada ■ Diques trapezoidales ■ Afloramientos rocosos/ almacenamiento en ladera
<ul style="list-style-type: none"> ■ Infiltración directa 		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Pozos de infiltración/recarga por tubo ■ Pozos de inyección ■ Infiltración en la ribera fluvial 		

Fuente: basado en IGRAC *Acacia Water* (2003) y Foster et al. (2009). Se destacan las opciones más pertinentes para potenciar la resiliencia de las reservas domésticas.

La mejora de la recarga de los acuíferos y la manipulación del almacenamiento subsuperficial

pueden emplearse para aumentar a largo plazo las tasas medias de extracción de aguas subterráneas y proteger los puntos de abastecimiento de agua individuales. Es posible recurrir a una serie de estructuras, que a grandes rasgos pueden agruparse en a) la intercepción en el lecho fluvial mediante estructuras de canalización; b) la infiltración desde la superficie (técnicas sin canalización); y c) la infiltración directa a través de pozos. Las fuentes pueden ser aguas pluviales, aguas fluviales, escorrentías de agua de lluvia o aguas residuales tratadas. En todos los casos, el objetivo es aumentar la recarga de las aguas subterráneas en almacenamientos seguros para su uso posterior.

No obstante, antes de pasar a la acción, es importante que los objetivos del almacenamiento estén claros (¿proteger las fuentes de agua potable individuales o mejorar más ampliamente el almacenamiento subsuperficial?), y que las opciones se basen en el conocimiento de las condiciones hidrogeológicas del emplazamiento (¿se trata de un objetivo realista y alcanzable?) Además, deben tenerse en cuenta las cuestiones siguientes:

- La posible repercusión aguas abajo de la retención y la recarga de agua. En el caso de cuencas cerradas en

las que el agua no llega al mar, la mejora de la recarga aguas arriba reducirá la cantidad de agua disponible para los usuarios existentes en el tramo inferior. Es necesaria una adecuada contabilidad del agua o, al menos, un conocimiento básico de los usos y los usuarios situados en el tramo superior e inferior de la cuenca, con objeto de asegurar que aguas abajo los usuarios no resultan perjudicados por la “conservación” emprendida aguas arriba.

- La calidad del agua destinada a la recarga. Si se introduce en los acuíferos agua de mala calidad —por ejemplo, a través de pozos sin filtrado previo—, la calidad del agua subterránea puede verse afectada. Por tanto, la promoción de la mejora de la recarga en zonas densamente pobladas o contaminadas puede plantear un grave riesgo de contaminación.
- Las cuestiones institucionales relativas a la obtención de financiación (¿quién paga?), las prioridades de uso (¿quién se beneficia?) y las disposiciones en materia de gestión (¿quién controla?).

En el recuadro 11 se resume la experiencia con algunos de los enfoques más sencillos empleados en zonas rurales para fortalecer la resiliencia a la sequía de las fuentes de agua potable y mejorar más ampliamente la recarga de los acuíferos.

Recuadro 11: Potenciar la recarga: ejemplos prácticos

Las técnicas de infiltración en el lecho fluvial son ampliamente utilizadas en África Subsahariana y Asia Meridional para captar y almacenar la escorrentía en la subsuperficie. Así, por ejemplo, se han construido presas de arena en los lechos de ríos estacionales en Burkina Faso, Etiopía, la India y Kenya con el fin de retener el sedimento durante la estación húmeda y crear acuíferos “artificiales” de arena. Una importante ventaja de las presas de arena sobre las presas en aguas abiertas es que el agua almacenada queda encerrada por el sedimento permeable, en lugar de quedar expuesta a las pérdidas por evaporación y a la contaminación. Los resultados en términos de costo-beneficio han sido en gran parte positivos, pues generan beneficios de cara al acceso al agua potable y la producción agrícola durante la estación seca.

En la India, la mejora de la recarga de aguas subterráneas gracias a las presas filtrantes y otras estructuras de canalización hace tiempo que forma parte de los programas de gestión de las cuencas hidrográficas tanto del gobierno como de las ONG. Aunque no aspiran a proteger específicamente las reservas de agua potable, los mejores programas han tenido éxito a la hora de prevenir la degradación de la tierra, aumentar la productividad de la base de recursos naturales y (en algunos casos) incrementar la disponibilidad de agua a escala local para usos domésticos y productivos. Sin embargo, las medidas relativas a la oferta no resolverán el creciente problema de sobreexplotación de las aguas subterráneas que sufre la India ni la amenaza que ello plantea al abastecimiento doméstico.

En Bangladesh, más de 20 millones de personas que viven en las zonas costeras se han visto ya afectadas por un problema de salinización del agua potable; se prevé que consecuencias del cambio climático como el aumento del nivel del mar y las marejadas ciclónicas exacerben todavía más el problema. UNICEF ha colaborado con el Gobierno y la Universidad de Bangladesh para abordar los problemas de la intrusión de agua salada, la escasez de agua potable durante la estación seca y el daño producido por las inundaciones a las reservas de agua convencionales en las zonas costeras. En este sentido, se han empleado técnicas innovadoras de “inyección directa”, una forma de “recarga de acuífero gestionada”, para bombear agua dulce de un estanque o tejado a los acuíferos salobres a fin de crear una burbuja de agua dulce en el agua salada. Cuando se utiliza agua de un estanque, primero se elimina el sedimento utilizando filtros de arena para evitar la obstrucción. En 2017 había más de 100 sistemas de ese tipo en funcionamiento.

Fuentes: Banco Mundial (2010); Tuinof et al. (2012); Lasage et al. (2015); UNICEF (2017)

La captación del agua de lluvia se usa desde hace siglos en zonas áridas y semiáridas de todo el mundo mediante el empleo de una variedad de técnicas. El almacenamiento del agua de lluvia puede ser una forma conveniente y asequible de complementar el suministro doméstico y no potable, sobre todo ahora que se están reemplazando los tejados de materiales tradicionales por techos duros (metal, tejas) y el costo de las piezas metálicas y plásticas necesarias para captarla y almacenarla está disminuyendo. La calidad del agua puede constituir un problema, pero puede protegerse mediante filtros o cribas, la desinfección química o el sistema de “primeras aguas”, consistente en descartar el agua de la primera lluvia.

No obstante, y como se señaló anteriormente, la captación y el almacenamiento a domicilio pocas veces permite el suministro de agua durante todo el año, y la escasa capacidad de almacenamiento puede ser un factor limitante incluso en zonas en las que se prevé un aumento de las precipitaciones, sobre todo aquellas en las que los episodios de lluvia son cada vez más intensos.

Las opciones disponibles para la captación de agua de lluvia varían ampliamente; no obstante, al menos en los entornos secos, no se las debe considerar el pilar del suministro doméstico de agua sino más bien un respaldo o fuente suplementaria. Los sistemas más básicos incluyen la recogida, la gestión y el uso en los hogares individuales. En los hogares más pobres, los contenedores pueden representar un gasto importante, sobre todo si se necesita un volumen mayor de almacenamiento para poder captar las lluvias más intensas y así sortear los períodos secos (Elliot *et al.*, 2011). El agua de lluvia puede beneficiar a un grupo de hogares si se la conduce a uno o más contenedores compartidos (más grandes), siempre y cuando exista (o pueda promoverse) una cadena de suministro.

Mensajes clave

En las zonas en las que se prevé que las lluvias disminuyan o se vuelvan más impredecibles es de vital importancia aprovechar al máximo los sistemas de almacenamiento de agua naturales o artificiales. La explotación del almacenamiento natural de los acuíferos presenta numerosas ventajas, y es probable que resulte más eficaz donde existe un buen conocimiento de las condiciones hidrogeológicas. Sin embargo, los riesgos de contaminación pueden ser elevados, y requieren una protección y gestión meticulosas. La captación y almacenamiento del agua de lluvia a escala doméstica también tiene un gran potencial en algunas zonas, aunque normalmente cuenta con una reserva o fuente de abastecimiento suplementaria.

4.4. Sistemas de suministro de agua alimentados con energía solar: una solución climáticamente inteligente

En los apartados anteriores se examinaron las opciones para adaptarse a los impactos del cambio climático. Ahora nos centraremos brevemente en una tecnología emergente: bombas de aguas solares, que también pueden contribuir a mitigar el cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los sistemas de suministro de agua alimentados con energía solar están recibiendo una atención cada vez mayor, ya que constituyen un medio de ampliar los servicios y hacerlos asequibles, sostenibles y climáticamente inteligentes. Hasta la fecha, la mayoría de los sistemas se han instalado en comunidades rurales, escuelas y centros de salud, en sustitución de las bombas manuales y los sistemas motorizados. Además de no producir emisiones, entre sus principales ventajas se incluyen (según Bamford y Zadi, 2016):

- La durabilidad y el bajo costo de funcionamiento (a diferencia de los sistemas motorizados); no obstante, su diseño e instalación suelen ser técnicamente complicados y costosos (aunque el costo está disminuyendo).
- Su adecuación para el suministro de agua corriente a múltiples aldeas. Los sistemas de suministro de agua alimentados con energía solar ofrecen a las comunidades rurales dispersas la oportunidad de subir por la escalera del agua para alcanzar niveles superiores de servicio (gráfico 1.2)
- La disminución de la presión sobre los pozos de sondeo y, por tanto, de la probabilidad de mal funcionamiento, ya que estos sistemas por lo general bombean y hacen circular el agua durante un amplio período de tiempo. Además, el tanque incluido en el diseño del sistema permite almacenar una importante reserva de agua. En conjunto, estos atributos podrían aumentar la resiliencia general del servicio en climas secos o situaciones de sequía.

Las reseñas recientes sobre su desempeño son alentadoras. En el plano mundial, 35 programas de UNICEF están empleando sistemas de suministro de agua alimentados con energía solar, y su experiencia ha sido muy positiva (Bamford y Zadi, 2016). Los retos pendientes se vinculan sobre todo con las deficiencias de las cadenas de servicio (en lo relativo a los recambios y las reparaciones) y, al igual que en cualquier otro sistema, con el cobro y la gestión de las facturas de los usuarios por parte de los comités de WASH.

El Banco Mundial también está documentando la experiencia con sistemas a base de energía solar a través de su [Base de conocimientos sobre el bombeo alimentado con energía solar](#), que incluye estudios de caso (también muy positivos) extraídos de todas las regiones en las que opera. El portal incluye una herramienta muy completa para poner en marcha proyectos solares en países en desarrollo (Banco Mundial, 2010).

Cuadro 4.4: Comparación de tecnologías de bombeo de agua

	Bombas manuales	Motobombas*	Bombas solares
Costo inicial por usuario	10-20 USD	20-50 USD (varía en función del contexto y del tipo y tamaño del sistema)	10-90 USD (varía en función del contexto y del tipo y tamaño del sistema)
Profundidad de bombeo	Normalmente hasta 80 m	Normalmente hasta 600 m	Normalmente hasta 250 m
Instalación	Sencilla	Moderadamente compleja	Moderadamente compleja
Experiencia del usuario	Barata de mantener, pero con averías habituales; los usuarios tienen que recoger el agua	Cara de mantener y con averías habituales; los usuarios tienen que recoger el agua a menos que incluya un sistema de tuberías	Barata de mantener y con pocas averías; normalmente da servicio a una red de tuberías; acceso más fácil
Costos de funcionamiento	Bajos: mantenimiento y reparación sencillos	Altos: costos de combustible y pago al operador	Bajos: a menos que el sistema funcione manualmente
Durabilidad	A menudo baja: averías frecuentes	A menudo baja: averías y paradas frecuentes	Alta: requiere poco mantenimiento
Contaminación	Sin emisiones de gases de efecto invernadero durante su uso	Importantes emisiones de gases de efecto invernadero tanto en su construcción como en su uso	Sin emisiones de gases de efecto invernadero durante su uso
Otros factores	Solo acuíferos poco profundos	Acuíferos más profundos; es ruidosa y requiere un suministro de combustible estable	Requiere una exposición constante al sol durante todo el año. Cuando está nublado se reduce la extracción

Nota: *gasóleo u otro combustible.

Fuente: basado en Bamford y Zadi (2016)

Mensajes clave

En los últimos años, el costo de la tecnología de las bombas solares se ha reducido de manera considerable, lo que la ha hecho más competitiva con los sistemas motorizados. Además de su durabilidad, los modestos costos de funcionamiento y su nulo volumen de emisiones, las bombas solares presentan muchas ventajas. En las zonas rurales en particular, las bombas solares podrían favorecer el desarrollo de sistemas de abastecimiento de agua corriente a múltiples aldeas y favorecer la prestación del servicio sin interrupciones.

5. Conclusiones

En esta nota técnica hemos examinado una amplia serie de respuestas técnicas, institucionales y de políticas a los riesgos que plantean la variabilidad del clima y el cambio climático a largo plazo a los servicios de WASH. Una conclusión fundamental es que la adaptación debe iniciarse con medidas que afronten las amenazas existentes, al menos en lo relativo a las inversiones en WASH que tengan por objetivo satisfacer las necesidades a corto y mediano plazo. Un argumento de peso es que muchas de esas medidas, como los enfoques basados en el riesgo con respecto al emplazamiento de letrinas y puntos de abastecimiento de agua o el diseño y construcción meticulosos de infraestructuras de WASH, deberían formar parte ya del acervo sectorial. Si es así, la pregunta clave pasa a ser: ¿se están aplicando en la actualidad las mejores prácticas para hacer frente a los riesgos conocidos sobre el terreno?, y, si no, ¿por qué?

Siguiendo la lógica del marco de resultados, la nota pasa a examinar diversas medidas aplicables a los proyectos nacionales, subnacionales y locales encaminadas a incrementar la resiliencia de los servicios de WASH, en la medida en que la atención se desplaza hacia el cumplimiento de los objetivos y metas de los ODS. Se insta a las partes interesadas que aspiren a fortalecer y adaptar la programación nacional a dirigir un proceso de selección exhaustivo en el que se recopilen y analicen las mejores pruebas disponibles sobre el desempeño de los servicios, al tiempo que se evite la tentación de utilizar el cambio climático como pretexto para los aspectos que podrían plantear problemas complejos: mala funcionalidad del sistema, reservas de agua poco fiables y baja aceptación del saneamiento. No obstante, se destacan las esferas de riesgo climático crítico, dando prioridad al mantenimiento de unas reservas de agua fiables en los entornos difíciles y a una planificación del saneamiento que se fundamente en el conocimiento del riesgo climático. La preocupación primordial con respecto a la vulnerabilidad del saneamiento —tanto rural como urbano— reside en su respuesta al aumento de los niveles de agua y las lluvias intensas, y en la construcción de letrinas resilientes.

Esta nota adopta un enfoque integrado que hace hincapié en la intersección entre la programación nacional y subnacional. También abarca el aspecto del agua, el saneamiento y la higiene en el marco de los recursos hídricos en general y destaca dos elementos a menudo ignorados en una buena planificación de WASH: el seguimiento y la evaluación de

los recursos hídricos, y su gestión. Un argumento de peso en este sentido es que no se logrará el acceso universal al agua potable y a unos niveles superiores de servicio con un enfoque inmovilista de la provisión de servicios que presuponga que las necesidades de cantidad y calidad pueden cubrirse sin tener en cuenta otras demandas. Las partes interesadas en el ámbito del WASH habrán de forjar alianzas con sectores con los que no están tan familiarizadas —como la agricultura, la energía y la industria— a fin de que se prioricen y protejan los usos domésticos.

Por último, la nota considera una combinación de mejores prácticas e innovaciones que pueden aplicarse en el plano local o de los proyectos para crear resiliencia, las cuales abarcan múltiples aspectos en materia de WASH tanto en el ámbito rural como el urbano. Algunos de los mayores desafíos se hallan sin duda en los pueblos y ciudades en rápido crecimiento, mal equipados para hacer frente a la creciente demanda de agua y en los que la mayoría de la población —en especial los pobres de las zonas urbanas— dependen de un saneamiento *in situ* que descarga directamente al medio ambiente. Reforzar las cadenas de gestión de lodos fecales constituye una prioridad urgente, aunque con frecuencia las prioridades de los gobiernos son otras.

Tanto para el suministro de agua como para el saneamiento, los sistemas descentralizados que pueden añadirse en distintas etapas a fin de satisfacer la demanda y que permiten ulteriores adaptaciones del diseño en función de la evolución de los riesgos climáticos y los conocimientos en la materia ofrecen un enorme potencial, especialmente si los subproductos del saneamiento urbano pueden utilizarse para financiar e impulsar su expansión. No obstante, seguirá siendo necesaria la supervisión pública de los sistemas descentralizados para asegurar el cumplimiento de las normas y una discriminación positiva en favor de los pobres.

En las zonas rurales del mundo en desarrollo, es razonable suponer que continuará la dependencia de sistemas de suministro de agua y saneamiento *in situ* de gestión comunitaria para un gran número de personas. Tanto las tecnologías como los enfoques se pueden adaptar. Por ejemplo, los pozos de sondeo se pueden modificar para que sean más resistentes a la sequía y a las inundaciones; se puede mejorar el diseño y la construcción del sistema de saneamiento; pueden habilitarse fuentes de agua adicionales para diluir el riesgo, y se puede explotar mejor

el almacenamiento de aguas subterráneas. Las opciones consideradas no son en absoluto exhaustivas, pero proporcionan una indicación del potencial alcance del diseño y la gestión adaptativos.

La nota termina con un breve resumen sobre las bombas de agua solares, una innovación que está recibiendo una atención e inversión crecientes. El atractivo es evidente: capitalizar la energía solar gratuita para bombear agua de cara a su almacenamiento, desde donde puede conducirse a fuentes de agua u hogares individuales. La experiencia de UNICEF ha sido positiva, así como la de los usuarios, que han mostrado su satisfacción en comparación con otras alternativas. La ampliación a una escala más generalizada parece segura, al menos en aquellos entornos donde ya funcionan las cadenas de suministro correspondientes y el sol brilla todo el año.

6. Bibliografía

- Adank, M., Butterworth, J., Sutton, S. y Abebe, Z. (2013). "Innovative approaches for extending access to water services: the potential of multiple-use water services and self-supply". En: Calow, R., Ludi, E. y Tucker, J. (eds.): *Achieving Water Security: Lessons from Research in Water Supply, Sanitation and Hygiene in Ethiopia*. Practical Action Publishing Limited, Rugby (Reino Unido).
- Adekile, D. (2014). *Procurement and Contract Management of Drilled Well Construction. A Guide for Supervisors and Project Managers*. Red de Suministro de Agua en Zonas Rurales (RWSN), septiembre de 2014.
- ARGOSS (2001). *Assessing the risks to groundwater from on-site sanitation*. British Geological Survey, 2001.
- Banco Mundial (2010). *Deep Wells and Prudence: Towards Pragmatic Action for Addressing Groundwater Overexploitation in India*. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y Banco Mundial, Washington D. C.
- Bamford, E. y Zadi, D. (2016). *Scaling up solar powered water systems: a review of the experiences*. UNICEF, 2016.
- Boletín del Grupo Temático sobre WASH (2016). "Ethiopia Humanitarian Response 2016". *WASH Cluster Ethiopia*, vol. 1, n.º 1, abril de 2016.
- Bongartz, P., Vernon, N. y Fox, J. (eds., 2016). *Sanitation for All: Experiences, Challenges and Innovation*. Practical Action Publishing.
- Cairncross, S., Cumming, O., Jeandron, A., Rheingans, R., Ensink, J. y Brown, J. (2013). *Water, Sanitation and Hygiene Evidence Paper*. Londres: Departamento de Desarrollo Internacional (DFID).
- Calow, R., MacDonald, A., Nicol, A., y Robins, N. (2010). "Ground Water Security and Drought in Africa: Linking Availability, Access and Demand". *Ground Water*, 48 (2), 246-256.
- Calow, R., MacDonald, A. y Cross, P. (2012). "Rural Water Supply Corruption in Ethiopia". Cap. 4 en: Janelle Plummer (ed.). *Diagnosing Corruption in Ethiopia: Perceptions, Realities and the Way Forward for Key Stakeholders*. Directions in Development, Banco Mundial, Washington D. C.
- Calow, R. y Mason, N. (2014). *The real water crisis: inequality in a fast-changing world*. Documento informativo del Overseas Development Institute, mayo de 2014.
- Carter, R., y Ross, I. (2016). "Beyond 'functionality' of handpump-supplied rural water services in developing countries". *Waterlines*, vol. 35, n.º 1.
- Cavill, S. with Chambers, R. y Vernon, N. (2015). "Sustainability and CLTS: Taking Stock". *Frontiers of CLTSL Innovations and Insights*, 4, Institute of Development Studies, Brighton.
- Chambers, R. (2016). Prólogo en: Bongartz, P., Vernon, N. y Fox, J. (eds.). *Sanitation for All: Experiences, Challenges and Innovation*. Practical Action Publishing.
- City of Windhoek Drought Response Plan (2015). Departamento de Infraestructura, Agua y Servicios Técnicos, versión 1, noviembre de 2015.
- Cobbing, J. y Davies, J. (2008). "The benefits of a scientific approach to sustainable development of groundwater in sub-Saharan Africa". Cap. 6 en: Adelana, S. y MacDonald, A. (eds.). *Applied Groundwater Studies in Africa*, IAH Selected Papers on Hydrogeology, vol. 13, Taylor & Francis, 2008. ISBN papel: 978-0-415-45273-1; ISBN versión electrónica: 978-0-203-88949-7; DOI: 10.1201/9780203889497.ch6.
- Danilenko, A., Dickson, E. y Jacobsen, M. (2010). *Climate change and urban water utilities: challenges and opportunities*. Documento de trabajo sobre el agua, Banco Mundial, Washington.
- De Lopez, T.T., Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. y Bartram, J. (2011). *Technologies for Climate Change Adaptation - The Water Sector*. Roskilde, Centro PNUMA Risø.
- Foster, V. y Briceno-Garmendia, C. (2010). *Africa's Infrastructure: A Time for Transformation*. Washington D. C.: Organismo Francés de Desarrollo y Banco Mundial.
- Foster, S. (2017). *Urban groundwater dependency in tropical Africa: A scoping study of pro-poor implications*. Documento de trabajo del programa UPGro, marzo de 2017.
- Grupo Temático Mundial sobre WASH (2016). *Cash and Markets in The WASH Sector*. Documento de posición del Grupo Temático Mundial sobre WASH. Diciembre de 2016.
- GWP y UNICEF (2014). *Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene. Marco estratégico*.

- Hagen-Zanker, J., Bastagli, F., Barca, V., Sturge, G. y Schmidt, T. (2016). *Understanding the impact of cash transfers: the evidence*. Documento informativo del Overseas Development Institute, julio de 2016.
- Hawkins, P., Blackett, I. y Heymans, C. (2013). *Poor-inclusive urban sanitation: An overview*. Estudio 80347 del Programa de Abastecimiento de Agua y Saneamiento, agosto de 2013. Banco Mundial, Washington D. C.
- Howard, G., Calow, R., MacDonald, A. y Bartram, J. (2016). "Climate change and water and sanitation: likely impacts and emerging trends for action". *Annual Review of Environment and Resources*. 41: 8.1-8.24.
- Howard, G., Williams, A.R., Overbo, A. y Bartram, J. (2016). *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. 2.ª edición. Ginebra, Organización Mundial de la Salud.
- Howard, G., y Bartram, J. (2010). *The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change*. Informe técnico. Ginebra, Organización Mundial de la Salud.
- Hunter, P., Zmirou-Navier, D., y Hartemann, P. (2009). "Estimating the impact on health of poor reliability of drinking water interventions in developing countries". *Science of the Total Environment*, 407.
- Hutton, G. y Varughese (2016). *The costs of meeting the 2030 Sustainable Development Goal targets on Drinking Water, Sanitation, and Hygiene*. Informe resumido del Programa de Abastecimiento de Agua y Saneamiento, enero de 2016. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y Banco Mundial.
- Julliard, H. y Opu, M.I. (2014). *Scoping Study: Emergency Cash Transfer Programming in the WASH and Shelter Sectors. Estudio de alcance de la investigación dirigido por Cash Learning Partnership (CaLP)*, diciembre de 2014.
- Lapworth, D.J., Carter, R.C., Pedley, S. y MacDonald, A.M. (2015). "Threats to groundwater supplies from contamination in Sierra Leone, with special reference to Ebola care facilities". British Geological Survey Open Report, OR/15/009.
- Larson, T.A., Hoffmann, S., Luthi, C., Truffer, B. y Maurer, M. (2016). "Emerging solutions to the water challenges of an urbanising world". *Science*, Special Section Urban Planet, vol. 352, n.º 6288, 20 de mayo de 2016.
- Lasage, R., Aerts, J., Verburg, P. y Sileshi, A. (2015). "The role of small scale sand dams in securing water supply under climate change in Ethiopia". *Mitigation and Adaption Strategies for Global Change* (2015), 20: 317-339.
- MacDonald, A. Davies, J., Calow, R. y Chilton, J. (2005). *Developing groundwater: a guide for rural water supply*. Rugby (Reino Unido), ITDG Publishing.
- MacDonald, A.M. y Calow R.C. (2009). "Developing groundwater for secure rural water supplies in Africa". *Desalination*, 248: 546-556.
- MacDonald, A.M., Bonsor, H.C., Ó Dochartaigh, B.E. y Taylor, R.G. (2012). "Quantitative maps of groundwater resources in Africa". *Environmental Research Letters*, 7 (2), 024009. 10.1088/1748-9326/7/2/024009.
- MacDonald, A.M., Bonsor, H.C., Ahmed, K.M., Burgess, W.G., Basharat, M., Calow, R.C., Dixit, A., Foster, S.S.D., Gopal, K., Lapworth, D.J., Lark, M., Moench, M., Rao, M.S., Shamsudduha, M., Smith, L., Taylor, R.G., Tucker, J., van Steenberg, F. y Yadav, S.K. (2016). "Groundwater quality and depletion in the Indo-Gangetic basin mapped from in situ observations". *Nature Geoscience Letters*, vol. 9, octubre de 2016. DOI: 10.1038/NGEO2791
- Moriarty, P., Butterworth, J., y Franceys, R. (2013). "Trends in Rural Water Supply: Towards a Service Delivery Approach". *Water Alternatives*, 6 (3), 329-349.
- Oates, N., Ross, I., Calow, R., Carter, R., y Doczi, J. (2014). *Adaptation to Climate Change in Water, Sanitation and Hygiene: Assessing Risks and Appraising Options for Africa*. Londres: Overseas Development Institute.
- OMS (2009). *Vision 2030: The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change. Summary and Policy Implications*. Ginebra, OMS y DFID.
- OMS (2017). *Agua potable gestionada de forma segura. Informe temático sobre el agua potable 2017*. Ginebra (Suiza), OMS.
- ONU-Agua (2014). *Investing in Water and Sanitation: Increasing Access, Reducing Inequalities*. ONU-Agua.
- ONU-Agua (2015). Consolidated metadata note from UN agencies for SDG 6 indicators on water and sanitation. ONU-Agua.
- Parker, H., Mosello, B., Calow, R., Quattri, M., Kebede, S., Alamirew, T., Gudina, A. y Kume, A. (2016). *A thirsty future? Water strategies for Ethiopia's new development era*. Informe de investigación del Overseas Development Institute, agosto de 2016.
- Perry, C. (2013). "ABCDE + F: A framework for thinking about water resources management". *Water International*, 2013, vol. 38, n.º 1, 95-107.

- Robins, N.S., Davies, J. Farr, J.L. y Calow, R.C. (2006). "The changing role of hydrogeology in semi-arid southern and eastern Africa". *Hydrogeology Journal*, 14 (8), 1483-1492.
- Robinson, A. y Gnilo, M. (2016). "Promoting choice: smart finance for rural sanitation development". Cap. 14 en: Bongartz, P., Vernon N. y Fox, J. (eds.). *Sanitation for All: Experiences, Challenges and Innovation*. Practical Action Publishing.
- Ross, I., Scott, R. y Joseph, R. (2016). *Fecal Sludge Management: Diagnostics for Service Delivery in Urban Areas. A case study in Dhaka, Bangladesh*. Programa de Abastecimiento de Agua y Saneamiento del Banco Mundial, Washington D. C.
- Smits, S., y Lockwood, H. (2015). *Re-imagining rural water services: the future agenda*. La Haya: IRC.
- Srinivasan, V., Palaniappan, M., Akudago, J., Cohen, M. y Christian-Smith, J. (2012). *Multiple-Use Water Services (MUS): Recommendations for a Robust and Sustainable Approach*. Pacific Institute, marzo de 2012.
- Strande, L., Ronteltap, M. y Brdjanovic, D. (eds.) (2014). *Faecal Sludge Management: Systems Approach for Implementation and Operation*. IWA Publishing.
- Subbiah, A.R., Bildan, L. y Narasimhan, R. (2008). *Background Paper on Assessment of the Economics of Early Warning Systems for Disaster Risk Reduction*. Banco Mundial, Washington D. C.
- Tilley, E., Ulrich, L., Luthi, C., Reymond, P., Schertenleib, R. y Zurbrugg, C. (2014). *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*. 2.ª edición revisada. EAWAG e IWA, 2014.
- Tucker, J., MacDonald, A., Coulter, L., y Calow, R. (2014). "Household water use, poverty and seasonality in Ethiopia: quantitative findings from a highland to lowland transect". *Water Resources and Rural Development*, 3, 27-47.
- Tuinof, A., Van Steenberg, F., Vos, P. y Tolk, L. (2012). *Profit from Storage: The costs and benefits of water buffering*. Wageningen (Países Bajos): 3R Water Secretariat.
- Tyler, S. y Moench, M. (2012). "A framework for urban climate resilience". *Climate and Development*, vol. 4, n.º 3, octubre de 2012, 311-326.
- UNICEF (2016). *Estrategia de Agua, Saneamiento e Higiene 2016-2030*. Nueva York, UNICEF, agosto de 2016.
- UNICEF (2017). *Sed de futuro: el agua y la infancia en un clima cambiante*. Nueva York, UNICEF.
- UNICEF y OMS (2010). *Meta: alcanzar los ODM en materia de agua potable y saneamiento: Evaluación a mitad de período de los progresos realizados*. Ginebra, OMS y UNICEF.
- UNICEF y OMS (2017). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines*. Ginebra, Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento.
- UNICEF y OMS (2017). *WASH después de 2015: metas e indicadores propuestos para el agua potable, el saneamiento y la higiene*. Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento.
- Van Koppen, B., Smits, S. y Thomas, J. (2014). *Scaling up Multiple Use Water Services: Accountability in the Water Sector*. Rugby (Reino Unido): Practical Action Publishing.
- WaterAid (2016). *Aumentar la financiación climática para proporcionar servicios sostenibles de agua y saneamiento en países de ingresos bajos*. Reseña informativa de la Iniciativa de Financiación Climática de WaterAid.
- WSUP (2015). *Introducing safe FSM services in low-income urban areas: Lessons from Lusaka*. WSUP Topic Brief, octubre de 2015.

Anexo

A. Opciones de adaptación: agua, saneamiento e higiene en zonas rurales y urbanas

Reducción estacional o ligada a la sequía de la disponibilidad de agua; disminución a largo plazo en la disponibilidad de aguas superficiales o subterráneas

Riesgos clave. Abastecimiento de agua:

1. amenazas para el suministro de agua, especialmente el almacenamiento de agua de lluvia, las corrientes pasajeras y los pozos superficiales
2. reducción de la calidad del agua debida a una menor dilución en la fuente (en combinación con temperaturas más altas) y a los cambios de presión en los sistemas de distribución; además de las implicaciones para la salud y los costos de tratamiento
3. aumento de la demanda de almacenamiento de aguas superficiales y de aguas subterráneas para cubrir los déficits hídricos
4. mayor competencia por el agua entre el consumo doméstico y los otros usos del agua

Riesgos clave. Saneamiento:

1. menos agua disponible para la descarga y la limpieza de las letrinas de pozo y los tanques sépticos
2. contracción del suelo y daños potenciales a la infraestructura
3. obstrucción de las tuberías debidas a caudales bajos o intermitentes
4. aguas residuales más concentradas en las plantas de tratamiento o eliminadas en masas receptoras
5. menor dilución de las aguas residuales en las masas receptoras; mayores cargas de contaminación aguas abajo

Abastecimiento de agua comunitario/institucional. Pozos, pozos de sondeo y manantiales protegidos

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Desarrollar un plan de alerta y respuesta temprana en materia de WASH	Puede contribuir a identificar las zonas, fuentes y poblaciones vulnerables, y a procurar una respuesta oportuna a la sequía	Es posible que falten datos sobre la vulnerabilidad de los recursos, las fuentes y el grado de exposición de las poblaciones Los organismos que recopilan datos para una alerta temprana suelen ser distintos de los encargados de gestionar la respuesta	Alerta temprana: los inventarios de puntos de abastecimiento de agua, si están disponibles, pueden proporcionar información valiosa sobre su tipo, emplazamiento y funcionalidad. Los mapas hidrogeológicos y el seguimiento pueden facilitar datos sobre la probable resiliencia de los recursos Respuesta: p. ej., especificar y mejorar los programas de mantenimiento y rehabilitación; desarrollar fuentes complementarias; proporcionar ayuda para el almacenamiento, transporte y tratamiento del agua; utilizar camiones cisterna como último recurso

Abastecimiento de agua comunitario/institucional. Pozos, pozos de sondeo y manantiales protegidos

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Seleccionar los manantiales más fiables o de mayor rendimiento para su explotación o protección	Las fuentes de mayor rendimiento tienen menos probabilidades de secarse estacionalmente o durante las sequías	Posible disyuntiva entre un emplazamiento hidrológico óptimo y la facilidad de acceso	La población local puede facilitar información sobre la fiabilidad y la calidad de los diferentes manantiales, especialmente las mujeres. Complementar con información recogida o registrada sobre la descarga de pozos y las variaciones de calidad
Ubicar los pozos o los pozos de sondeo en las partes más productivas de los acuíferos	Véase arriba	Véase arriba, además de la posible disyuntiva entre el costo de la investigación de las aguas subterráneas y sus beneficios (tasa de éxito, rendimiento del pozo)	Depende del contexto: la inversión en evaluación y localización de recursos es beneficiosa en los contextos hidrogeológicos más difíciles, pero puede resultar innecesaria cuando se dispone de abundante agua subterránea (por ejemplo, en los grandes acuíferos aluviales)
Asegurar unos criterios de construcción apropiados y la supervisión de la terminación de los pozos y los pozos de sondeo	Puede tener un gran impacto en el rendimiento de la fuente a largo plazo, incluida su resiliencia a la variabilidad del clima y el cambio climático	La supervisión de los contratistas de perforación suele ser escasa en los lugares donde la capacidad local o regional es limitada	Criterios pertinentes en función del clima: diámetro del pozo, rendimiento meta, profundidad, separación de los pozos, tipo y longitud del filtro; deberían detallarse todos estos elementos en los contratos y adaptarse al contexto hidroclimático Supervisión: aprobación de los pozos completados y verificaciones de las normas y materiales; además de auditorías periódicas tras la construcción comparando los contratos, el trabajo completado y el trabajo facturado
Aplicar medidas de protección de la zona de captación para favorecer la infiltración y la recarga del agua subterránea a largo plazo	Puede incrementar el almacenamiento de agua y mitigar los riesgos asociados a las inundaciones (daños a la infraestructura, contaminación de la fuente)	La protección de las cuencas hidrográficas suele exceder el cometido de los organismos de gestión del agua, lo que implica la necesidad de colaboración intersectorial El impacto en la recarga depende del contexto	Las posibles medidas incluyen el abancalamiento, el drenaje, los diques de contención y el restablecimiento de la vegetación Es necesario supervisar y mantener zonas de protección e intervenciones más amplias en la zona de captación para garantizar la repercusión de las medidas El impacto (positivo o negativo) en la infiltración y la recarga variará en función del clima y la agroecología predominantes

Abastecimiento de agua comunitario/institucional. Pozos, pozos de sondeo y manantiales protegidos

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Considerar el desarrollo de fuentes complementarias: por ejemplo, recogida y almacenamiento de escorrentías superficiales; recogida y almacenamiento de agua de lluvia; recarga del acuífero controlada; manantiales, pozos o pozos de sondeo adicionales, o autoabastecimiento	Puede incrementar la disponibilidad de agua potable o aliviar la presión sobre las fuentes existentes para mejorar el abastecimiento durante todo el año	El costo extra y la carga institucional de habilitar fuentes y almacenamiento adicionales Preocupación en cuanto a la calidad del agua si los planes de recarga introducen agua contaminada en los acuíferos	Las opciones dependerán del contexto
Campañas de sensibilización sobre la necesidad de dar prioridad al agua doméstica sobre otros usos en las épocas de escasez	Protección de las necesidades básicas por encima de los usos productivos	Puede resultar problemático en las comunidades en que los hombres controlan el uso productivo y los ingresos en efectivo Riesgos de un ahorro de agua inapropiado en el hogar	Debería formar parte de un paquete de formación para grupos de usuarios del agua Puede evitarse el problema si se provee a los usos productivos de manera independiente; por ejemplo, mediante servicios de agua para usos múltiples
Reforzar el seguimiento y el apoyo tras la construcción	Asegura el funcionamiento constante del punto de abastecimiento de agua y la detección y solución de los problemas de forma temprana	Puede que las instituciones locales encargadas de prestar apoyo carezcan de recursos y de capacidad	Numerosos elementos relacionados con la conservación y ampliación del acceso, como el apoyo al mantenimiento o los mercados de equipos físicos; los sistemas para ampliar o extender los servicios y hacer un seguimiento del uso de esos servicios; la profesionalización de la gestión comunitaria; los planes de alerta y respuesta temprana para hacer frente a sequías, inundaciones, brotes de enfermedad; etc. Los puntos débiles dependen del contexto, pero suele haber una carencia de apoyo profesional (administración local) para los grandes proyectos de reparación y rehabilitación

Sistemas de tuberías rurales/institucionales (STR) y abastecimiento urbano de agua corriente (AUA) gestionado por empresas de servicios públicos			
Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Elaborar un plan de alerta y respuesta tempranas para las épocas de escasez extrema (principalmente AUA)	Puede proteger el uso residencial o doméstico como principal prioridad	<p>Puede que no se disponga de datos de seguimiento, o que estos sean escasos</p> <p>Puede requerir la capacidad de controlar e imponer el cumplimiento con medidas de gestión de la demanda; supervisión sólida</p>	<p>Alerta temprana: por ejemplo, uso de previsiones estacionales y seguimiento hidrológico para favorecer la alerta temprana y velar por que la opinión pública esté preparada y sensibilizada a través de los medios de comunicación</p> <p>Respuesta: por ejemplo, campañas de sensibilización pública acompañadas de medidas de racionamiento; reducciones temporales de licencias volumétricas para grandes usuarios; movilización de camiones cisterna; distribución de tabletas de purificación de agua tras una amenaza de contaminación</p>
Investigar y desarrollar fuentes complementarias de suministro y almacenamiento de agua dulce, o modificar las existentes (se aplica tanto a los STR como al AUA)	Puede incrementar la disponibilidad de agua potable o aliviar la presión sobre las fuentes existentes	<p>Costo de desarrollar y conectar nuevas fuentes y opciones de almacenamiento</p> <p>Las nuevas fuentes pueden haber tenido un uso previo distinto, lo que da pie a competencia y conflicto</p>	<p>Depende del contexto: podría incluir la habilitación de nuevas fuentes de aguas de superficie y subterráneas (costo elevado) o la modificación de las existentes; por ejemplo, adaptación de las estructuras de toma de agua para adaptarlas a flujos bajos o intermitentes</p> <p>El crecimiento urbano requerirá cada vez más la construcción de nuevas fuentes en las zonas de influencia urbanas, a una distancia y un costo crecientes</p> <p>Si el suministro deja de ser fiable, es posible que los hogares y las empresas desarrollen sus propias fuentes (de autoabastecimiento), lo que puede plantear riesgos sanitarios</p>
Investigar cambios técnicos de diseño y configuración para facilitar el abastecimiento cruzado (STR y AUA)	Si en una fuente de agua surgen problemas, otras pueden sustituirla	Costo y viabilidad técnica: puede requerir la reconversión de las redes existentes para permitir el abastecimiento cruzado	La experiencia de un creciente número de países apunta a los beneficios de una infraestructura descentralizada (abastecimiento de agua y alcantarillado) para evitar posibles impactos de inundaciones y sequías que afecten a toda la red

Sistemas de tuberías rurales/institucionales (STR) y abastecimiento urbano de agua corriente (AUA) gestionado por empresas de servicios públicos			
Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Investigar la capacidad de recuperación y reutilización del agua (principalmente AUA)	Puede reducir la demanda de agua potable procedente de fuentes de agua dulce como parte de un plan de eficiencia más amplio	El reciclaje y la reutilización puede plantear riesgos sanitarios Costo elevado: no se ha practicado a nivel generalizado ni siquiera en países de renta elevada donde el agua es escasa	Probablemente aumentarán en importancia en la medida en que la urbanización se acelere, pero los sistemas institucionalizados siguen siendo una rareza; los ejemplos (urbanos) más citados son Singapur y Windhoek (Namibia) Es probable que requieran educación y divulgación públicas a largo plazo, desde su concepción y planificación inicial y a lo largo de toda la ejecución
Campañas de sensibilización pública sobre la necesidad de ahorrar agua para proteger las necesidades básicas (principalmente AUA)	Protección de las necesidades básicas por encima de los usos productivos o discrecionales	Puede haber poco margen para reducir la demanda en circunstancias en que esta sea ya muy baja en los hogares	Las campañas de sensibilización pública suelen funcionar mejor en conjunción con incentivos normativos o económicos para gestionar la demanda de agua (incluidos los planes de salubridad del agua) Las medidas de eficiencia y ahorro pueden hacerse extensivas a la zona de captación “aguas arriba”; por ejemplo, incentivos para que los regantes almacenen agua en la zona de captación urbana
Implementar programas de mantenimiento de tuberías para reducir las pérdidas no contabilizadas (STR y AUA)	Puede reducir la demanda de fuentes de agua dulce como parte de un plan de eficiencia más amplio	Puede resultar costoso; por ejemplo, donde las tuberías con fugas se sitúan bajo zonas densamente pobladas	Para las tuberías subsuperficiales, suele implicar el control de la presión del agua a fin de facilitar la detección de las fugas Pueden diseñarse programas específicos para incrementar el caudal de agua en las zonas más pobres
Introducir controles normativos para ahorrar agua (principalmente AUA)	Probablemente el control normativo será más eficaz y políticamente viable que la fijación de precios para gestionar la demanda	Requiere la capacidad de controlar e imponer el cumplimiento; supervisión normativa	La responsabilidad puede recaer en un organismo normativo o una autoridad nacional antes que en el servicio público Las opciones incluyen la formulación de normativa (por ejemplo, que especifique el uso de electrodomésticos que hagan un uso eficiente del agua), una postura más estricta en la concesión de licencias (por ejemplo, topes más bajos para las industrias que hacen un uso intensivo del agua) y el racionamiento (entre zonas o usuarios) en las épocas de estrés hídrico

Sistemas de tuberías rurales/institucionales (STR) y abastecimiento urbano de agua corriente (AUA) gestionado por empresas de servicios públicos			
Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Hacer frente a la amenaza de contaminación derivada del deterioro de la calidad del agua sin depurar o de la entrada de agentes contaminantes en la red de distribución de agua (STR y AUA)	Protege la salud pública de los problemas asociados a los bajos caudales (menos dilución) y los cambios de presión en la red	Costo/viabilidad: por ejemplo, reestructuración posible de plantas o procesos de tratamiento para afrontar el deterioro de la calidad del agua sin depurar	<p>Las medidas deberían incluirse en el programa de agua y saneamiento</p> <p>En las redes con un mantenimiento deficiente, la entrada de agentes contaminantes plantea un serio riesgo sanitario; es necesario mantener la presión y controlar las fugas</p> <p>Deben llevarse a cabo campañas de sensibilización pública con respecto a la posible amenaza de contaminación y, en los momentos de estrés del sistema, es preciso tratar o hervir el agua potable</p>
Aplicar medidas de protección de la zona de captación (STR y AUA)	Puede incrementar la disponibilidad y la calidad del agua, y asimismo mitigar los riesgos asociados a las inundaciones	La protección de la cuenca aguas arriba excede el cometido de los organismos de gestión del agua, lo que implica la necesidad de colaboración intersectorial y entre las cuencas superior e inferior	<p>Entre las posibles medidas se incluyen el abancalamiento, el drenaje, los diques de contención y el restablecimiento de la vegetación, además de (potencialmente) los controles del uso aguas arriba (por ejemplo, irrigación)</p> <p>Es necesario supervisar y mantener zonas de protección e intervenciones más amplias de captación de aguas para garantizar la repercusión de las medidas</p> <p>El impacto en la infiltración y la recarga variará en función del clima y la agroecología predominantes</p>
Estudiar enfoques encaminados a un menor uso del agua para descarga y limpieza	Menor necesidad de agua para descarga y limpieza; se mantienen las condiciones higiénicas	Disponibilidad y costo de los materiales apropiados	<p>Puede requerir cambios en las normas de construcción; por ejemplo, construcción o tipo de la losa; sustitución del cierre hidráulico por plástico en las letrinas con cisterna; uso de retretes de baja descarga; más aliviaderos; además de las campañas de sensibilización en favor de letrinas que consuman menos agua</p> <p>Si no se dispone de agua, los tanques sépticos no son una opción viable</p>
Adaptar las normas de construcción, de modo que se ajusten a los cambios en las condiciones de humedad del suelo	Materiales con menos posibilidad de fracturarse, lo que reduce el riesgo de contaminación de la zona o aguas subterráneas circundantes	Disponibilidad y costo de los materiales apropiados	Lo ideal sería vigilar el funcionamiento para evitar posibles obstrucciones y roturas; por ejemplo, inspecciones regulares de los tanques sépticos

Saneamiento: red de alcantarillado

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Desarrollar un plan de alerta y respuesta tempranas para las épocas de escasez extrema (principalmente AUA), como parte de un plan más amplio de gestión del agua y de las aguas residuales	Puede proteger la infraestructura y los procesos necesarios para mantener el desempeño del sistema	Puede que se carezca de datos de seguimiento sobre los cambios en la calidad de las aguas residuales y el rendimiento de los sistemas	Alerta temprana: por ejemplo, uso de previsiones estacionales y seguimiento hidrológico para favorecer la alerta temprana; monitoreo del desempeño del sistema: presión, obstrucciones, calidad de las aguas receptoras, etc. Respuesta: por ejemplo, educación pública acerca de lo que no se debe desechar por los retretes y sumideros
Adaptar los programas de inspección y mantenimiento para detectar las obstrucciones e incrementar la descarga	Evita daños en las tuberías y posibles desbordamientos de aguas residuales sin tratar	Es necesario planificar un mayor gasto operativo	Es preciso monitorear el funcionamiento del alcantarillado para evitar obstrucciones y vincularlo a las reparaciones y rehabilitaciones prioritarias Campañas de sensibilización pública en torno a qué no resulta apropiado desechar por el retrete en los períodos de bajo caudal a fin de evitar obstrucciones
Investigar los cambios técnicos en el diseño, la configuración y la construcción del alcantarillado para hacer frente a los caudales bajos o intermitentes	Evita obstrucciones, daños y desbordamientos con menos agua	Costo y viabilidad técnica; especialmente en los asentamientos densamente poblados	Puede incluir: más cámaras de inspección y aliviaderos; desniveles más pronunciados y mayor uso de bombas; desarrollo de sistemas descentralizados que puedan gestionarse de manera independiente; instalación de sistemas modificados (simplificados o de pequeño calibre) que consuman menos agua y utilicen cámaras interceptoras para eliminar los sólidos a domicilio o en el vecindario
Adaptar los procesos de tratamiento para hacer frente a caudales bajos o intermitentes	La mejora en el tratamiento de las aguas residuales puede salvaguardar la calidad de las aguas receptoras	Costo; especialmente si se incumplen los umbrales de calidad para el tratamiento convencional	Los procesos de tratamiento apropiados pueden cambiar; por ejemplo, los estanques o cañaverales pueden resultar viables en entornos secos Considerar la posibilidad de diluir los caudales antes del tratamiento Puede ser necesario adaptar los sistemas hidrológicos de la cuenca inferior (abastecimiento y tratamiento) para hacer frente a las mayores cargas de contaminación procedentes de las zonas urbanas de la cuenca superior

Incrementos estacionales o ligados a inundaciones en los niveles o caudales de agua; incrementos a largo plazo de los niveles o caudales de las aguas superficiales o subterráneas

Riesgos clave. Abastecimiento de agua:

1. daños físicos a la infraestructura de abastecimiento de agua, incluidos los sistemas de almacenamiento, tratamiento y distribución, y las fuentes
2. contaminación de las fuentes o los sistemas de distribución de agua por las aguas de crecida o el aumento del nivel de las aguas subterráneas
3. inaccesibilidad de las fuentes de agua debido a inundaciones
4. cortes de energía que afectan a los procesos de bombeo y tratamiento

Riesgos clave. Saneamiento:

1. daños físicos a la infraestructura de saneamiento, incluidos el alcantarillado y los sistemas de tratamiento
2. inundación o sobrecarga de los sistemas (incluido el tratamiento), que se traducen en una contaminación generalizada del medio ambiente y el suministro de agua
3. inaccesibilidad de las letrinas debido a inundaciones
4. cortes de energía que afectan a los procesos de bombeo y tratamiento
5. regresión a malas prácticas de saneamiento e higiene (por ejemplo, defecación al aire libre)

Abastecimiento de agua comunitario/institucional. Pozos, pozos de sondeo y manantiales protegidos

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Desarrollar un plan de alerta y respuesta tempranas	Puede identificar las zonas y poblaciones vulnerables, y procurar una respuesta oportuna a las inundaciones	<p>Puede que falten datos sobre el riesgo de inundación</p> <p>Los organismos que recopilan datos para una alerta temprana suelen ser distintos de los encargados de gestionar la respuesta</p>	<p>Alerta temprana: por ejemplo, identificar zonas y poblaciones en riesgo que empleen conocimientos locales y datos de teleobservación; utilizar pronóstico, datos meteorológicos e hidrológicos para anticipar problemas; realizar inspecciones sanitarias regulares y cartografías o auditorías de los puntos de abastecimiento de agua a fin de determinar las necesidades de mantenimiento y modernización de la infraestructura</p> <p>Respuesta: por ejemplo, priorizar las iniciativas de rehabilitación en materia de WASH en las zonas afectadas; proporcionar alternativas de suministro de agua si es posible; prestar apoyo al almacenamiento y transporte de agua; organizar campañas de sensibilización sobre los riesgos para la calidad del agua durante y después de las inundaciones, y sobre la necesidad de tratar el agua; distribuir kits de tratamiento del agua; desarrollar procedimientos de comunicación para informar acerca de los períodos en que el consumo de agua es inocuo y planificar la salubridad del agua</p>

Abastecimiento de agua comunitario/institucional. Pozos, pozos de sondeo y manantiales protegidos

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Localizar los pozos y los pozos de sondeo lejos de las zonas propensas a inundaciones, si es posible	Puede reducir el riesgo de daños por inundación y la contaminación de las fuentes	Opciones de localización más restringidas en las zonas densamente pobladas; potencial disyuntiva entre facilidad de acceso y ubicación resiliente	El emplazamiento debería tener en cuenta el conocimiento local sobre el riesgo de inundación y la experiencia previa de problemas relacionados con las inundaciones Aplicar enfoques basados en el riesgo para la ubicación tanto de las fuentes de agua como de las letrinas
Aplicar medidas de protección de la zona de captación de aguas que reduzcan el riesgo de inundación	Puede reducir el riesgo de daños por inundación y contaminación de las fuentes	La protección de las cuencas hidrográficas suele exceder el cometido de los organismos de gestión del agua, lo que implica la necesidad de colaboración intersectorial	Incluye el uso de terrazas, diques, canales de drenaje, etc. Mayores beneficios para la disponibilidad de agua durante la estación seca o las sequías gracias a la mejora de la recarga de aguas subterráneas Puede requerir un uso intensivo de mano de obra, y el establecimiento de zonas de veda y la negociación con propietarios de tierras privados en las zonas de captación de las fuentes
Adaptar el diseño y la construcción de los puntos de abastecimiento de agua con miras a reducir la vulnerabilidad	Minimiza el riesgo de daños por inundaciones y contaminación de las fuentes	La capacidad de los programas para adaptar los diseños a los entornos locales puede ser insuficiente Costo: por ejemplo, pozos superficiales reemplazados por pozos de sondeo más profundos	Manantiales: por ejemplo, cercar tanto la caja de captación como el ojo del manantial Pozos: por ejemplo, mejorar el revestimiento del pozo para evitar la entrada de agua contaminada; extender el revestimiento por encima del suelo; ampliar el radio de la plataforma sanitaria; proteger los pozos sin protección; considerar la sustitución de los pozos por pozos de sondeo más profundos Pozos de sondeo: por ejemplo, asegurar que el entubado se extiende más allá de los acuíferos más superficiales y contaminados, y que se sellan eficazmente las capas superiores

Sistemas de tuberías rurales/institucionales (STR) y abastecimiento urbano de agua corriente (AUA) gestionado por empresas de servicios públicos

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Desarrollar un plan de alerta y respuesta tempranas (principalmente AUA), como parte de un plan más amplio de gestión del agua y de las aguas residuales vinculado al programa de agua y saneamiento	<p>Puede identificar zonas vulnerables y poblaciones expuestas</p> <p>Protege la infraestructura y los procesos necesarios para mantener el desempeño del sistema y mitigar el riesgo sanitario</p>	Puede que se carezca de datos de seguimiento sobre el riesgo de inundación y su impacto	<p>Alerta temprana: por ejemplo, identificar zonas y poblaciones en riesgo que empleen conocimientos locales y datos de teleobservación; utilizar pronósticos de inundaciones para anticipar problemas; realizar inspecciones regulares de la infraestructura para determinar las necesidades de mantenimiento y modernización</p> <p>Respuesta: por ejemplo, priorizar las iniciativas de rehabilitación de infraestructura en las zonas afectadas; proporcionar alternativas de suministro de agua si es posible; organizar campañas de sensibilización sobre los riesgos para la calidad del agua durante y después de las inundaciones, y la necesidad de tratar el agua; distribuir kits de tratamiento del agua, en su caso; desarrollar procedimientos de comunicación para informar acerca de los períodos en que el consumo de agua es inocuo</p>
Reforzar los sistemas de protección frente a inundaciones, la gestión de la captación y el drenaje aguas arriba, y la planificación del uso de la tierra	Previene los daños y la inundación del sistema de suministro de agua y alcantarillado, incluidas las estaciones de tratamiento	Puede que no baste para hacer frente a los riesgos asociados a las grandes inundaciones, especialmente en las zonas bajas densamente pobladas	<p>Fuentes de agua superficiales: por ejemplo, diseñar rebosaderos en los embalses fuente para evitar disfunciones; reforzar o adaptar las tomas fluviales para hacer frente a los caudales fluctuantes y más turbulentos (por ejemplo, barreras flotantes; mantener aliviaderos y canales)</p> <p>Fuentes de agua subterránea: por ejemplo, mejorar la delimitación de la zona de protección y la inspección de las fuentes; entubar las capas de acuífero contaminadas; inspección y regulación de las fuentes no vinculadas a la red (por ejemplo, de autoabastecimiento)</p> <p>Todas las fuentes: incrementar el seguimiento de la calidad del agua durante y después de la inundación; introducir o aumentar la cloración y la filtración</p>

Sistemas de tuberías rurales/institucionales (STR) y abastecimiento urbano de agua corriente (AUA) gestionado por empresas de servicios públicos			
Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Impulsar el programa de inspección y mantenimiento de tuberías a fin de reducir las fugas del alcantarillado	Puede evitar los daños en las tuberías y la capacidad de contaminación del suministro de agua	Es necesario planificar un mayor gasto operativo	Es preciso monitorear el desempeño de las alcantarillas y la calidad del agua en la red Importantes riesgos para la calidad del agua en los lugares donde el autoabastecimiento procede de agua subterránea poco profunda (contaminada) y las tuberías de suministro de agua y alcantarillado se solapan o se hallan muy próximas
Investigar los cambios técnicos en el diseño, la configuración y la construcción de las redes para hacer frente a las inundaciones y al aumento del nivel de las capas freáticas	Puede evitar los daños en las tuberías y la capacidad de contaminación del suministro de agua en zonas extensas	Costo y viabilidad técnica; especialmente en los asentamientos densamente poblados	Las opciones incluyen: adopción de normas de diseño más estrictas, de modo que la infraestructura se adapte a inundaciones más frecuentes y serias (incluido el drenaje del agua de lluvia); separación de las tuberías de suministro de agua y alcantarillado y reubicación en zonas menos propensas a inundaciones; desarrollo de sistemas descentralizados que puedan gestionarse de manera independiente para evitar impactos cruzados entre redes
Adaptar los sistemas de tratamiento para hacer frente a las inundaciones	Protege de los daños por inundación y puede hacer frente a cargas superiores de sedimentos en suspensión	Costo y viabilidad técnica	El aumento de la turbidez puede aumentar la demanda de coagulante, reducir el período de funcionamiento de los filtros de fases múltiples e incrementar la demanda de cloro Respuestas: por ejemplo, gestión de la captación aguas arriba para ayudar a captar y filtrar el agua; ubicar la infraestructura de tratamiento lejos de las zonas propensas a inundaciones o construir sistemas de protección; considerar opciones de tratamiento más reducidas y localizadas para distribuir el riesgo

Sistemas de tuberías rurales/institucionales (STR) y abastecimiento urbano de agua corriente (AUA) gestionado por empresas de servicios públicos

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Proteger los grifos públicos de los daños por inundación y contaminación	Mantiene la calidad y la accesibilidad del agua	Necesita inspecciones sanitarias regulares y un control de la calidad del agua, especialmente una vez que la inundación ha retrocedido	<p>Opciones: por ejemplo, uso de plataformas elevadas; construcción sólida; cámaras de sellado; inspecciones sanitarias regulares; descarga/limpieza después de las inundaciones; campañas de sensibilización sobre los riesgos y las necesidades de tratamiento</p> <p>Los grifos públicos pueden concentrarse en las zonas de renta más baja y más propensas a inundaciones, donde el control de la calidad del agua y la inspección sanitaria son más escasos</p>

Saneamiento: pozos excavados y tanques sépticos mejorados

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Emplazamiento de las letrinas teniendo en cuenta los riesgos relacionados con las inundaciones y las fuentes de agua	Minimiza el riesgo de inundación, la dispersión de materia fecal y la contaminación de las aguas subterráneas	Opciones de localización más restringidas en las zonas densamente pobladas; por ejemplo, las periurbanas	Como ya se ha comentado en el apartado 2 de esta nota, adoptar un enfoque basado en el riesgo para el emplazamiento de las fuentes de agua potable y las letrinas que se fundamente en la separación vertical y horizontal, conjuntamente con campañas de sensibilización en torno a los riesgos de contaminación y la necesidad de vaciado regular
Adaptaciones de diseño y construcción en las zonas de mayor riesgo, a fin de evitar los daños por inundación directa, crecida y erosión	Minimiza el riesgo de inundación, la dispersión de materia fecal y la contaminación de las aguas subterráneas; se mantiene la condición de zona "sin defecación al aire libre"	Disponibilidad de materiales en los mercados locales, habilidades de construcción locales y (potencialmente) costos	Las opciones incluyen: diseños que permitan el vaciado regular y la rehabilitación tras la inundación para eliminar el cieno; instalación de cubiertas de pozo adecuadas para evitar el desbordamiento de material; instalación de cimientos superiores sólidos, anillos y zapatas que protejan frente a la erosión y la inundación; construcción de diques para desviar el caudal de agua lejos de la letrina; plantación de arbustos en torno al pozo para reducir la erosión; cambiar a letrinas de compostaje o de pozo seco; válvulas antirretorno en los tanques sépticos

Saneamiento: pozos excavados y tanques sépticos mejorados

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Bombeo o vaciado regular de las letrinas para minimizar la acumulación de fango residual	Evita el desbordamiento de los sistemas; véase arriba	También se precisan sistemas seguros de transporte, tratamiento y reutilización o eliminación, lo que resulta difícil en las zonas densamente pobladas o inaccesibles	<p>En las zonas urbanas, implica centrarse en la cadena completa de gestión de los fangos fecales, con una intensa supervisión normativa, examinando ante todo el mercado o la eliminación segura de productos finales</p> <p>Considerar la utilización de pozos más pequeños en las zonas urbanas para minimizar la cantidad de materia fecal expuesta a inundaciones</p> <p>En las zonas rurales, requiere la sensibilización sobre la necesidad de un mantenimiento regular como parte de una campaña de fomento de la higiene y de cambios de comportamiento en la materia</p>
Seguimiento y cumplimiento con respecto al vaciado y la eliminación de desechos	Reduce el vaciado intencionado de letrinas durante las inundaciones	Ausencia de leyes o normativas que aplicar en la práctica; capacidad institucional de seguimiento y cumplimiento	<p>Presupone la vigencia previa de leyes o normativa</p> <p>Combinar con campañas de sensibilización del público sobre los riesgos para la salud pública de una eliminación de desechos inadecuada</p>

Saneamiento: red de alcantarillado

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Desarrollar un plan de alerta y respuesta tempranas, como parte de un plan más amplio de gestión del agua y de las aguas residuales vinculado al programa de agua y saneamiento	Véase, más arriba, el suministro de agua; una respuesta coordinada puede minimizar los riesgos inmediatos para la salud y hacer frente a las necesidades de rehabilitación	Puede que se carezca de datos de seguimiento sobre previsión de inundaciones y evaluación de riesgos	<p>Alerta temprana: por ejemplo, identificar zonas y poblaciones en riesgo que empleen conocimientos locales y datos de teleobservación; utilizar pronósticos de inundaciones para anticipar problemas; realizar inspecciones regulares de la infraestructura para determinar las necesidades de mantenimiento y modernización</p> <p>Respuesta; por ejemplo, priorizar las iniciativas de rehabilitación de infraestructura en las zonas afectadas; realizar campañas de sensibilización sobre los riesgos para la salud pública durante y después de las inundaciones; invertir en equipamiento de respuesta de emergencia (por ejemplo, bombas portátiles)</p>

Saneamiento: red de alcantarillado

Opción de adaptación	Beneficios	Limitaciones	Comentarios adicionales
Reforzar los sistemas de protección frente a inundaciones y la gestión de la captación aguas arriba	Previene la inundación del sistema de alcantarillado y las estaciones de tratamiento	Puede que no baste para hacer frente a los riesgos asociados a las grandes inundaciones, especialmente en las zonas bajas densamente pobladas	Lo ideal es que forme parte de una estrategia integrada de protección y respuesta frente a inundaciones que se extienda más allá de la zona urbana o la jurisdicción del servicio público e implique a partes interesadas de diferentes sectores
Incrementar el mantenimiento preventivo a fin de limpiar regularmente los desagües y alcantarillas	Previene la sobrecarga de la infraestructura, incluida la estación de tratamiento, y minimiza la contaminación aguas abajo	Puede que no baste para hacer frente a los riesgos asociados a las grandes inundaciones	<p>Priorizar antes de la estación húmeda</p> <p>Se basa en la labor de seguimiento en curso de los niveles de cieno y de los caudales y obstrucciones</p> <p>Puede requerir la prevención de las conexiones ilegales a las alcantarillas de aguas sanitarias para reducir el riesgo de daños al sistema</p>
Adaptar o diseñar nuevos sistemas; por ejemplo, sistemas descentralizados para minimizar el impacto de las inundaciones locales; canalización o almacenamiento del exceso de aguas residuales; sistemas independientes de aguas residuales y agua de lluvia	Protege las infraestructuras y los procesos de tratamiento, y minimiza los riesgos de afectación cruzada entre redes	Solo mitiga los riesgos de inundaciones localizadas	<p>Los sistemas descentralizados pueden “distribuir” el riesgo de fallos críticos en las redes y favorecer una gestión local más eficaz</p> <p>Puede reducirse el costo utilizando diseños de pequeño calibre (simplificados) ubicados a menores profundidades</p> <p>Lo ideal sería planificar la eliminación de las aguas residuales y el agua de lluvia por separado, y el flujo por gravedad en el alcantarillado para reducir los costos de bombeo y el riesgo de disfunción</p> <p>Canalización o almacenamiento del exceso de aguas residuales para proteger los procesos y los equipos de tratamiento</p>

Agradecimientos

La elaboración del *Marco Estratégico para el Desarrollo Resiliente al Clima de los Servicios de Agua, Saneamiento e Higiene* se llevó a cabo bajo la dirección de un equipo conjunto de la Asociación Mundial para el Agua y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (GWP-UNICEF) integrado por Cecilia Scharp, Jose Gesti Canuto y Emily Bamford (UNICEF); y Jacques Rey, Alex Simalabwi, Susanne Skyllerstedt, Armand Houanye y Sara Oppenheimer (GWP). Los documentos del *Marco Estratégico* fueron elaborados por HR Wallingford, consultora principal, en colaboración con el Overseas Development Institute y Peter Bury en representación de GWP y UNICEF. El principal autor de la nota técnica *Relación entre los riesgos y las respuestas: opciones para el desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene*, que acompaña la aplicación del *Marco Estratégico*, fue Roger Calow, con las aportaciones de Nathaniel Mason, Beatrice Mosello y Eva Ludi (Overseas Development Institute).

Agradecemos la valiosa contribución de los expertos regionales y nacionales, y de los profesionales de UNICEF, GWP, WaterAid y otros colaboradores que tomaron parte en nuestros estudios de consulta y asimismo revisaron los borradores de los documentos del *Marco Estratégico*. Entre ellos cabe destacar los siguientes: Arinita Maskey Shrestha y Overtoun Mgemzulu (UNICEF Nepal); Kelly Ann Naylor y Anne-Cecile Vialle (UNICEF República Democrática del Congo); Peter Harvey (Oficina Regional para África Oriental y Meridional de UNICEF, Nairobi); Chander Badloe, Erik Kjaergaard, Maya Igarashi-Wood y Guy Mbayo Kakumbi (Oficina Regional para Asia Oriental y el Pacífico de UNICEF); Pierre Fourcassie (Oficina Regional para el Oriente Medio y África Septentrional de UNICEF); Hendrik van Norden (Oficina Regional para Asia Meridional de UNICEF); Michael Emerson Gnilo y Simone Klawitter (UNICEF Filipinas); Alex Heikens (asesor sobre cambio climático, División de Políticas de UNICEF); Antony Spalton (División de Programas de UNICEF); Kalanithy Vairavamoorthy (Comité Técnico de GWP); Frederik Pischke, Francois Brikké, Danka Thalmeneirova, Kenge James Gunya, Ralph Philip y Maika Mueller (GWPO); Priyanka Dissanayake (GWP Asia Meridional); Andrew Takawira (Dependencia de Coordinación del Programa de Agua, Clima y Desarrollo de GWP); y Vincent Casey (WaterAid África Occidental). Estamos en deuda asimismo con el grupo de expertos que revisaron y comentaron nuestros proyectos de informe, a saber: Alan Hall (asesor superior de GWP), Merylyn Hedger (asesora superior de GWP), Michele Messina (independiente), Belynda Petrie (OneWorld), y Melvin Woodhouse (independiente). Gracias también a Monika Ericson (GWPO), por coordinar la producción de las publicaciones.

UNICEF
3 United Nations Plaza
Nueva York, NY
Estados Unidos de América
www.unicef.org/es

Asociación Mundial para el Agua
Secretaría Mundial
PO Box 24177, SE-104 51 Estocolmo
Suecia
www.gwp.org, www.gwptoolbox.org

