

Hoja de Ruta

Hacia una Empresa de Agua y Saneamiento Urbano con Bajas Emisiones de Carbono



Hoja de Ruta

Hacia una Empresa de Agua y Saneamiento Urbano con Bajas Emisiones de Carbono

Guía internacional sobre el proyecto WaCCliM

Simone Ballard, Jose Porro y Corinne Trommsdorff





Publicado en colaboración con IWA Publishing
Alliance House, 12 Caxton Street,
Londres SW1H 0QS (Reino Unido)
Tel +44 (0) 20 7654 5500
Fax +44 (0) 20 7654 5555

publications@iwap.co.uk
www.iwapublishing.com

ISBN: 9781789060416 (versión impresa)
ISBN: 9781789060423 (libro electrónico)
DOI: 10.2166/9781780409924



©2018 El/los autor(es)
La presente publicación es de libre acceso y se distribuye en virtud de la licencia de Reconocimiento de Creative Commons (CC BY-NC-SA 4.0), que permite la copia y distribución con fines no comerciales, siempre que se cite debidamente la obra original y que toda adaptación de la obra se ponga a disposición del público en las mismas condiciones (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).
La licencia no afecta los derechos cedidos u otorgados por terceros en esta obra.

Agradecimientos

Los autores agradecen profundamente la valiosa colaboración y sugerencias recibidas a la publicación original “The Roadmap to a Low-Carbon Urban Water Utility” a los revisores:

Blanca Antizar *Isle Utilities*

Lluís Corominas *Institut Català de Recerca de l'Aigua*

Abby Crisostomo *Greater London Authority*

Christopher Godlove *THINKCities Consulting*

Steven Kenway *Universidad de Queensland*

Christian Loderer *Kompetenzzentrum Wasser Berlin GmbH*

Gustaf Olsson *Universidad de Lund*

Ana Paula Teixeira *Empresa Portuguesa das Águas Livres*

Cheng Yan *Universidad de Geociencias de China*

Los siguientes revisores también colaboraron en esta publicación: Astrid Michels, Ranjin Fernando, Tobias Reinhardt, Willy Alarcon, Agencia Alemana de Cooperación Internacional y equipo del proyecto WaCCliM.

Traducción española a cargo de:

Scriptoria

Por encargo de:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza
y Seguridad Nuclear

Implementado por:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



de la República Federal de Alemania

El proyecto Empresas de Agua y Saneamiento para la Mitigación del Cambio Climático (WaCCliM) es una iniciativa conjunta de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional y la International Water Association (IWA). Este proyecto forma parte de la Iniciativa Internacional para el Clima. El Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la República Federal Alemana apoya esta iniciativa sobre la base de una decisión adoptada por el Bundestag alemán.

Prólogos



Kalanithy Vairavamoorthy

Director Ejecutivo de la International Water Association

Este año, la International Water Association ha elaborado su nuevo plan estratégico quinquenal, y uno de sus principales objetivos estratégicos se centra en la necesidad de innovar para ayudar al sector urbano del agua a dar respuesta a las dificultades asociadas con las presiones que plantean los cambios en la esfera internacional. Por ello me llena de orgullo que la International Water Association haya participado en el proyecto WaCCliM, puesto que constituye una contribución de calado a la transición hacia unas empresas de agua y saneamiento urbano neutros en carbono.

Tras más de 20 años vinculado a la International Water Association, he podido escuchar de primera mano los testimonios de miembros de todo el mundo sobre las distintas presiones dinámicas regionales e internacionales a las que se enfrentan las ciudades. Se prevé que el cambio climático provoque transformaciones importantes que afectarán de formas diversas a las ciudades, por lo que algunas sufrirán sequías y escasez de agua con mayor frecuencia, mientras que otras padecerán episodios tormentosos más intensos y las consiguientes inundaciones.

Si bien el sector del agua debe hacer frente a las consecuencias del cambio climático, también representa hasta el 17% de las emisiones de gases de efecto invernadero en el ámbito local. Por ende, es necesario que se produzca un cambio fundamental en la forma en que gestionamos el agua en las zonas urbanas, basada en la investigación, la tecnología y la innovación.

La International Water Association, a través de sus miembros en todo el mundo, se sitúa a la cabeza de las labores de promoción del desarrollo de estas innovaciones al reunir a expertos internacionales para catalizar el cambio hacia una gestión más sostenible del agua en las zonas urbanas. Para conseguirlo, la Asociación demuestra los resultados de las investigaciones y comparte los conocimientos en una serie de contextos geográficos, climáticos y socioculturales distintos, de modo que acelera la adopción global de soluciones más sostenibles.

En este sentido, es fundamental disponer de sistemas de agua neutros en carbono y resilientes al clima, por lo que la International Water Association anima proactivamente a las empresas de agua y saneamiento urbano de todo el mundo, independiente de si pertenecen o no a ella, a que encabecen la mitigación de los efectos del cambio climático y la adaptación a sus consecuencias. El proyecto WaCCliM y la Hoja de Ruta hacia una Empresa de Agua y Saneamiento urbano con Bajas Emisiones de Carbono han proporcionado evidencias sólidas de cómo puede lograrse esta meta. Tenemos la convicción de que gran parte de los miembros procedentes del sector de las empresas de agua y saneamiento adoptarán de forma temprana la hoja de ruta de WaCCliM, que les servirá de guía e inspiración en su transición hacia unas empresas urbanas de aguas y aguas residuales neutros en carbono.

La International Water Association tiene la esperanza de que a través del proyecto WaCCliM podamos ayudar a crear una nueva generación de dirigentes urbanos que piensen de forma radicalmente distinta y propicien un verdadero cambio de paradigma en la gestión de aguas urbanas. Junto con sus asociados en todo el mundo, seguirá generando conocimientos, tecnologías, modelos y técnicas que contribuyan a dar forma y sustentar el trabajo de estos nuevos líderes.



Thomas Stratenwerth

Jefe de División, Asuntos generales, Europeos e Internacionales relativos a la Gestión del Agua Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear, Alemania

En 2005, el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea publicó dos informes sobre las posibles repercusiones del cambio climático en las aguas y los mares europeos. Esos alarmantes informes fueron presentados ante los directores europeos responsables de la política hídrica, que debatieron al respecto. Por ello, y con motivo de la presidencia alemana de la Unión Europea en 2007, en el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania celebramos una conferencia sobre cambio climático y aguas europeas que consiguió su propósito de concienciación. Para mí supuso el punto de partida de un trabajo intenso con vistas a la elaboración de la Estrategia Alemana de Adaptación al Cambio Climático, de la que he sido responsable desde entonces.

Tan solo hemos comenzado a experimentar las drásticas repercusiones del cambio climático sobre la disponibilidad de agua y energía. Ser más conscientes de la interrelación entre el agua, la energía y el carbono constituye el primer hito hacia el desarrollo de una estrategia sectorial que permita reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y que contribuya a la transición hacia un futuro resiliente al clima. La contribución del sector al agua a esta transición, así como a las contribuciones previstas determinadas a nivel nacional establecidas en el Acuerdo de París, parte de una mayor atención a las necesidades energéticas, las consecuencias de los gases de efecto invernadero y unas metas claras de reducción de las emisiones de carbono.

Desde 2013, la Iniciativa Internacional del Clima del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania ha brindado apoyo al programa **Empresas de Agua y Saneamiento para la Mitigación del Cambio Climático** (WaCCliM), aplicado conjuntamente entre la International Water Association y la Agencia Alemana de Cooperación Internacional. El WaCCliM ayuda a las empresas de agua y saneamiento a reducir de forma considerable sus emisiones de gases de efecto invernadero y respalda el desarrollo de estrategias de mitigación para el sector del agua, con el objetivo último de alcanzar cambios transformadores y dirigir al sector hacia una **economía** con bajas emisiones de carbono. El programa se ha implantado en Jordania, México, el Perú y Tailandia. Las herramientas desarrolladas con el propósito de prestar asistencia a las empresas de agua y saneamiento de economías emergentes constituyen un logro destacable de este proyecto.

La **Hoja de Ruta hacia una Empresa de Agua y Saneamiento urbano con Bajas Emisiones de Carbono**, legado del proyecto WaCCliM, parte de las experiencias adquiridas durante la implementación del proyecto. Su objetivo es servir de ayuda a los gestores de empresas de aguas de todo el mundo en las iniciativas encaminadas a mejorar el rendimiento y alcanzar la neutralidad en emisiones de carbono de sus empresas, al tiempo que sensibiliza a los responsables de la formulación de políticas sobre las importantes contribuciones que puede facilitar el sector del agua con vistas al logro de las metas de reducción de los gases de efecto invernadero. Actuemos localmente en favor de los objetivos mundiales.

Índice

Resumen	9
Glosario	11
Introducción	12
Parte 1: El cambio climático y la función del sector de aguas urbanas para evitar una crisis inminentes	13
1. Gestión de recursos hídricos urbanos, energía y carbono son inseparables	13
2. Las empresas de agua y saneamiento tienen un interés particular en hacer frente a la crisis mundial del cambio climático	14
3. Transformar las dificultades en oportunidades	16
Parte 2: Hoja de Ruta hacia empresas de agua y saneamiento urbano que propicien la transición hacia un futuro neutro en carbono: cinco pasos iterativos	17
Primer paso. Promover medidas en favor de las bajas emisiones de carbono	19
1.1 La relación entre los factores impulsores, los objetivos y las oportunidades en apoyo de unas medidas con bajas emisiones de carbono	19
1.2 Los factores impulsores hacen avanzar la agenda	19
Segundo paso. Evaluar el sistema: ¿en qué punto se hallan las emisiones de gases de efecto invernadero?	21
2.1 Fundamentos de una evaluación de referencia útil	21
2.2 Introducción a la metodología general	22
2.3 Inicio de la evaluación: componentes fundamentales	22
2.3.1 La herramienta ECAM	22
2.3.2 Marco de gestión de datos: necesidades de cara al futuro	23
Tercer paso. Identificar las oportunidades	24
3.1 Afrontar las dificultades que plantean las empresas de agua y saneamiento con soluciones con bajas emisiones de carbono	24
3.2 Introducción a la metodología general	24
3.3 Comprender las emisiones: qué factores influyen en cada una de las etapas del ciclo urbano del agua	25
3.3.1 Captación de agua potable	26
3.3.2 Tratamiento de agua potable	26
3.3.3 Distribución de agua potable	27
3.3.4 Recolección de aguas residuales	28
3.3.5 Tratamiento de aguas residuales	28
3.3.6 Descarga o reutilización de aguas residuales	29
3.4 Efectos acumulados a lo largo de las distintas etapas	31
3.5 La necesidad de adoptar un enfoque holístico y crítico	31
3.6 Análisis de viabilidad: consideraciones esenciales para obtener resultados satisfactorios	32
3.7 Adaptación de las oportunidades a los objetivos, los factores impulsores y los elementos de apoyo de la empresa de agua y saneamiento	32

Cuarto paso. Aplicar las medidas: puesta en marcha de los planes	33
4.1 Financiación	33
4.1.1 Descripción del déficit de financiación habitual	33
4.1.2 Presentación de los mecanismos para cubrir el déficit de financiación	34
4.1.3 Características de un proyecto «financiable»	36
4.2 Capacidad de la empresa de agua y saneamiento: empezar por el principio	37
4.3 Políticas en vigor: medidas en curso que facilitan los progresos	37
4.4 Colaboración de las partes interesadas	37
4.5 Ejemplos de proyectos: empresas de agua y saneamiento piloto	38
4.5.1 México	38
4.5.2 Perú	39
4.5.3 Jordania	40
4.5.4 Tailandia	41
Quinto paso. Hacer un seguimiento de la repercusión	42
Parte 3: La empresa de agua y saneamiento urbano del futuro: bajo en emisiones de carbono, holístico y sostenible	43
1. las empresas de agua y saneamiento son los adalides que garantizan el futuro del agua colectiva	43
2. Seguir mejorando	43
3. Planificar activos futuros con bajas emisiones de carbono y adaptados al cambio climático	43
Bibliografía	44
Anexos	45
Anexo I: Descripción del proyecto	47
Anexo II: El marco de gestión de datos en detalle	48
Anexo III: Ejemplo de uso de la hoja de ruta en una empresas de agua y saneamiento	50
Anexo IV: Oportunidades y soluciones de la plataforma de conocimientos	51

Resumen

La Hoja de Ruta Hacia una Empresa de Agua y Saneamiento Urbano con Bajas Emisiones de Carbono ofrece a los gestores de empresas de agua y saneamiento un enfoque para dar respuesta a las dificultades más apremiantes a las que se enfrentan, al tiempo que reducen las emisiones de carbono con medidas que, o bien generan un rendimiento de la inversión mediante el ahorro de energía o agua, o bien se corresponden con inversiones previstas como parte del plan de gestión de activos destinado a mantener o mejorar sus servicios. Las empresas de agua y saneamiento que adoptan este enfoque contribuyen a un futuro neutro en carbono pues promueven un cambio de mentalidad, no solo en la gestión de los recursos hídricos urbanos, sino también inspirando a las demás empresas de las ciudades al compartir los riesgos y la urgencia de actuar para evitar que se agraven los efectos del cambio climático, de los que las empresas de agua y saneamiento son unas de las primeras víctimas: escasez, inundaciones y deterioro de la calidad del agua.

Para convertirse en una empresa de agua y saneamiento urbano con bajas emisiones de carbono y un adalid de la mitigación del cambio climático, hacen falta líderes que impulsen el cambio en sus respectivas empresas de agua y saneamiento urbano y sus ciudades. También consiste en ser conscientes de que la gestión de los recursos hídricos en las ciudades está intrínsecamente relacionada con el consumo y la producción de energía, así como con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y las oportunidades para reducirlos o compensarlos. Las empresas de agua y saneamiento urbano ofrecen un potencial inexplorado para reducir de forma adicional las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Puede que, diluida en el total mundial de emisiones, parezca una contribución pequeña, pero el sector de las aguas urbanas, de convertirse en neutro en carbono, podría aportar el equivalente al 20% de la reducción comprometida por todos los países en el Acuerdo de París (es decir, las contribuciones previstas determinadas a nivel nacional). Por otra parte, debido a que el agua está relacionada con todos los sectores urbanos y numerosas medidas con bajas emisiones de carbono se aplicarían mejor en asociación con otros sectores, las empresas de agua y saneamiento pueden promover una repercusión todavía mayor al catalizar y apoyar un cambio de mentalidad en cuanto a las bajas emisiones de carbono en otros sectores urbanos.

A continuación se destaca el proceso que encabezarán las empresas hacia la consecución de las empresas de agua y saneamiento urbano con bajas emisiones de carbono, a modo de cinco pasos que la empresa de agua y saneamiento aplicará en repetidas ocasiones: cada una de las iteraciones aumentará su capacidad para contribuir a un futuro neutro en carbono.



1

Impulsar la acción

Para empezar, se identifican los factores que establecerán la relación entre los principales objetivos de la empresa de agua y saneamiento y las oportunidades bajas en carbono. Una vez establecida esta relación, puede iniciarse un diálogo con las partes interesadas de la empresa, a fin de despertar conciencia respecto de las bajas emisiones de carbono.

2

Evaluar el sistema

Posteriormente, la relación se ve reforzada mediante la evaluación de los sistemas de aguas urbanas de la empresa. La evaluación permite visualizar el nivel existente de emisiones de carbono y las ineficiencias más importantes en el uso de los recursos hídricos y la energía por medio de un enfoque holístico de las empresas de agua, aguas residuales y de drenaje, al reconocer que todas las «aguas» urbanas están interrelacionadas. También es una forma de indicar que reducir esas ineficiencias puede contribuir a reducir la huella de los gases de efecto invernadero.

3

Identificar las oportunidades

Evaluar las oportunidades de disminuir las emisiones en vista de las mejoras previstas es una forma de facilitar el cambio de mentalidad entre más partes interesadas de la empresa de agua y saneamiento. Todas las medidas de reducción de los gases de efecto invernadero consideradas también deben cumplir los objetivos de la empresa. Uno de los objetivos será reducir con el tiempo las emisiones de carbono, como ya observamos en unas cuantas empresas avanzadas de agua y saneamiento ; sin embargo, hasta entonces, el enfoque consiste en relacionar las mejoras necesarias con las oportunidades para reducir las emisiones.

4

Aplicar las medidas

Las medidas técnicas iniciales aplicadas se refieren normalmente a los planes existentes. En principio, el enfoque es oportunista y establece la relación entre las medidas previstas y la reducción de los gases de efecto invernadero. Es un método para iniciar un proceso de seguimiento de los gases de efecto invernadero. Con frecuencia, la aplicación de medidas técnicas adicionales requiere reforzar o desarrollar ciertos elementos de apoyo mediante medidas alternativas relacionadas con la capacidad, las políticas, la financiación y la colaboración de las partes interesadas.

5

Monitoreo del impacto

Efectuar un seguimiento de la repercusión de la medida sobre la huella de carbono de la empresa de agua y saneamiento, visualizarla mediante la vigilancia de los datos adecuados y hacer uso de herramientas adaptadas a fin de informar a las partes interesadas constituye un paso fundamental. Aportará información a las futuras iteraciones de los cinco pasos básicos de la hoja de ruta hacia una empresa de agua y saneamiento urbano con bajas emisiones de carbono e impulsará las labores de comunicación con la finalidad de aumentar el número de partes interesadas que respaldan la transición hacia una sociedad con menores emisiones de carbono.

A medida que la empresa de agua y saneamiento vaya completando estos pasos iterativos a lo largo de los años y de sus ciclos de planificación, evolucionará hasta convertirse en una empresa de aguas urbanas del futuro: bajo en emisiones de carbono, holístico y sostenible.

Glosario

Nota: en el presente documento se utiliza el término «empresas de agua y saneamiento» para referirse tanto a las empresas de agua potable como de aguas residuales, ya que la mayoría de las directrices son aplicables en ambos casos (véase más abajo).

Neutralidad en carbono: condición de alcanzar un nivel cero neto de emisiones de carbono o de generar emisiones insignificantes durante el desarrollo de las actividades.

Cambio climático: cambios significativos a largo plazo en las pautas climáticas mundiales o regionales.

Financiación destinada a la lucha contra el cambio climático: recursos económicos destinados a financiar proyectos de mitigación del cambio climático en todo el mundo.

ECAM: Herramienta de Evaluación y Monitoreo del Desempeño Energético y las Emisiones de Carbono.

ESCO: clasificación europea de capacidades/competencias, cualificaciones y ocupaciones.

Emisiones de gases de efecto invernadero o emisiones de carbono: gases, como el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano, que hacen que el calor quede retenido en las capas inferiores de la atmósfera de la Tierra.

Holístico: concebir un sistema, incluidas cada una de sus partes individuales, como partes interrelacionadas con relación al conjunto.

Bajo en carbono o con bajas emisiones de carbono: relativo a un método que libera a la atmósfera unas emisiones de carbono bajas o próximas a cero neto.

Alianza público-privada: acuerdo de cooperación entre dos o más agentes públicos y privados, por lo general durante un período prolongado.

Sostenible: condición de mantenerse a un nivel acordado «aceptable» en torno a las repercusiones económicas, ambientales y sociales.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): 17 objetivos mundiales establecidos en 2015 por las Naciones Unidas con metas concretas para cada categoría.

Ciclo urbano del agua: ciclo establecido por el ser humano que comprende varias etapas por las que pasa el agua en el tiempo en un entorno urbano antes de regresar al ciclo natural del agua.

Sector urbano del agua: agentes implicados en el mantenimiento, el suministro y la gestión del agua en las ciudades.

Empresas de agua y saneamiento urbano: entidades públicas o privadas que prestan servicios de abastecimiento de agua potable, recolección y tratamiento de aguas residuales, o drenaje urbano. **En el presente documento se utiliza el término «empresas de agua y saneamiento urbano» o «empresas de agua y saneamiento» para referirse a las empresas de agua potable y a las empresas de aguas residuales.**

WaCCliM: Empresas de Agua y Saneamiento para la Mitigación del Cambio Climático.

Introducción

¿Por qué una hoja de ruta y para quién?

La transición hacia unas empresas de agua y saneamiento urbano con bajas emisiones de carbono es una idea innovadora que en la actualidad únicamente han adoptado unas pocas empresas con visión de futuro. Esta hoja de ruta va dirigida a los gestores de empresas de agua y saneamiento encargados de la planificación de las labores futuras, así como a las partes interesadas que respaldarán los planes de acción de las empresas de agua y saneamiento. Debido a que solamente unas cuantas empresas de agua y saneamiento urbano «pioneras» se han embarcado en una transición hacia un servicio con bajas emisiones de carbono, la hoja de ruta pretende ayudar a otras empresas de agua y saneamiento a comprender y liderar la necesidad de contribuir a un futuro neutro en carbono y orientarlos durante el proceso de cambio. Además, puede aplicarse a las instalaciones y empresas de agua y saneamiento de todo el mundo, pero ha sido específicamente elaborada teniendo en mente las economías emergentes, ya que, con frecuencia, el desempeño del servicio y las dificultades que plantea la gestión de datos ocupan un papel destacado en sus actividades y la planificación futura.

El impulso del sector mundial del agua: los pioneros en la adopción alcanzan la neutralidad en carbono

El cambio climático ha hecho que en todo el mundo se actúe para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, como queda patente en el Acuerdo de París, los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas y también en iniciativas locales, regionales y nacionales que tienen por objeto reducir las emisiones en todos los sectores. El cambio de mentalidad en el sector urbano del agua hacia la neutralidad en carbono ha comenzado recientemente en algunas naciones desarrolladas, empezando por políticas de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y medidas de aplicación. Varias empresas de agua y saneamiento de todo el mundo, como las de Ámsterdam, Copenhague, Hamburgo, Melbourne y Nueva York ya están liderando el sector con objetivos concretos de reducción de los gases de efecto invernadero o neutralidad en carbono, que se conseguirán a través de enfoques que incluyen la eficiencia energética, el uso de energías renovables, la reutilización del agua, la valorización del biogás y la optimización operativa, la cual con frecuencia también contribuye a la reducción del consumo de energía y los gastos de funcionamiento.

Sin embargo, esta forma de pensar todavía se considera innovadora, y numerosas empresas de agua y saneamiento que pueden propiciar una enorme repercusión a escala mundial aún no la han adoptado. Las empresas de agua y saneamiento de economías emergentes, que presentan dificultades con los niveles de servicio y una escasa cobertura del tratamiento de aguas residuales, pueden influir de forma considerable, por lo que se convirtieron en objetivo del proyecto Empresas de Agua y Saneamiento para la Mitigación del Cambio Climático (WaCCliM)¹ (véase el anexo I), de modo que la transición

¹ Más información en www.wacclim.org

² La plataforma de conocimientos puede consultarse en www.ClimateSmartWater.org

hacia un sector de las aguas urbanas con bajas emisiones de carbono se expandiera con creces a todo el mundo. La primera parte de la hoja de ruta pretende respaldar a los gestores de la empresa de agua y saneamiento en su propio cambio de mentalidad y, en segundo lugar, ayudarlos a argumentar ante sus partes interesadas por qué es esencial esta transición. El cambio únicamente puede producirse si las personas están convencidas de que es necesario y se transforman en líderes que predicán con el ejemplo. Las instituciones también respaldan este cambio, pero todo proceso de aplicación de las políticas depende de su aplicación efectiva y de su transformación en acciones.

Establecimiento de un itinerario para la transición de las empresas de agua y saneamiento a un sector con bajas emisiones de carbono

El proyecto WaCCliM brinda apoyo a las empresas de agua potable y aguas residuales – también denominados empresas de agua y saneamiento urbano – en la aplicación de medidas que mejoran el rendimiento de su servicio y reducen sus emisiones de carbono. El proyecto es una iniciativa mundial cuyo propósito es hacer posible la transición a un sector de las aguas urbanas neutro en carbono. El planteamiento que se establece en este documento fue desarrollado específicamente teniendo en mente las empresas de agua y saneamiento de economías emergentes en el contexto del proyecto WaCCliM, pero puede servir a las empresas de agua y saneamiento de otras economías, ya que el cambio climático es un problema mundial.

Su objetivo consiste en reducir las huellas de carbono del agua, energía y carbono de las empresas de agua y saneamiento urbanos a través de un proceso iterativo en cinco pasos que puede ser utilizado por las entidades para encontrar su propia vía hacia un futuro con bajas emisiones de carbono. La hoja de ruta sirve de guía a los gestores de empresas de agua y saneamiento urbano a través de estos pasos y facilita otros recursos que se recogen en la plataforma de conocimientos Climate Smart Water², que sigue la misma estructura que esta hoja de ruta.

Las empresas de agua y saneamiento comienzan a liderar un futuro neutro en carbono

Más allá de la aplicación de medidas en las instalaciones existentes, las empresas de agua y saneamiento tienen un papel que desempeñar de cara al logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 y en el apoyo a sus ciudades con los enfoques y las nuevas infraestructuras que favorecerán la resiliencia climática, la neutralidad en carbono y la consecución de otras metas, como la mejora de la equidad social, el bienestar, la salud y una buena gestión de los recursos. En función de las regiones y de las presiones locales, puede que el sector de las aguas urbanas no se vuelva totalmente neutro en carbono en un principio, pero las entidades pueden prestar servicios públicos bajos en carbono y hacer todo lo posible por cambiar la situación.

En todo caso, las partes interesadas del sector de las aguas urbanas pueden transformarse en los paladines de un futuro neutro en carbono en sus ciudades.

Parte 1:

El cambio climático y la función del sector de aguas urbanas para evitar una crisis inminente

Esta parte pretende servir de apoyo a los gestores las empresas de agua y saneamiento y, de forma más general, a las partes interesadas en las aguas urbanas: en primer lugar, respaldando su propio cambio de mentalidad, y, en segundo lugar, ayudándolos a argumentar ante las demás partes interesadas por qué es esencial esta transición. Los gráficos y los elementos de texto pueden adaptarse o copiarse en los comunicados internos. Los gráficos pueden descargarse en www.ClimateSmartWater.org.

1. 1. Gestión de recursos hídricos urbanos, energía y carbono son inseparables

La captación, el tratamiento y el transporte del agua en las ciudades pueden requerir grandes cantidades de energía, y en ocasiones generarla consume mucha agua. Esta relación fundamental entre recursos se denomina el nexo agua-energía (Olsson, 2015). Este concepto se amplía al nexo agua-energía-carbono aquí introducido, que incorpora a la ecuación los gases de efecto invernadero emitidos por la forma en que se gestiona el agua. Además, hace hincapié en las oportunidades para reducir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero y sus efectos en el cambio climático a través de la disminución del consumo de energía, la producción de energía renovable, la limitación de las emisiones directas asociadas a la gestión de aguas residuales y la compensación de las emisiones mediante la valorización de los productos derivados de las aguas residuales (por ejemplo, la producción de fertilizantes).

- En muchos casos, la energía consumida se obtiene de una fuente de combustible fósil tradicional, como el carbón, el petróleo o el gas natural. La producción de energía a partir de estas fuentes genera gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso. La energía renovable puede producirse a partir del aprovechamiento de la biomasa o el calor de las aguas residuales. También producirse mediante turbinas hidráulicas, turbinas eólicas y paneles solares operados por las empresas de agua y saneamiento.
- La gestión de las aguas residuales como recurso da lugar a la producción de biogás y a la recuperación de nutrientes, lo cual contrarresta las emisiones de carbono. No obstante, una mala gestión de las aguas residuales provoca un aumento de las emisiones de metano y óxido nitroso.

El cambio climático es un motivo directo de preocupación para las empresas de agua y saneamiento urbano, debido a que puede provocar graves sequías e inundaciones, y afectar a la disponibilidad y a la calidad de las aguas subterráneas y superficiales. Las dificultades a las que se enfrentan las empresas de agua y saneamiento para proporcionar agua apta para el consumo y proteger la calidad del agua se suman a los efectos del cambio climático, y, a su vez, las empresas de agua y saneamiento podrían contribuir todavía más al aumento de las emisiones si no se propicia un cambio de mentalidad en favor de soluciones con bajas emisiones de carbono. Mantener la situación actual ya no es una opción viable: las empresas de agua y saneamiento se enfrentan al reto de adaptarse a estos efectos, pero también al de encabezar la transición hacia un futuro neutro en carbono con miras a evitar que se agraven sus problemas.

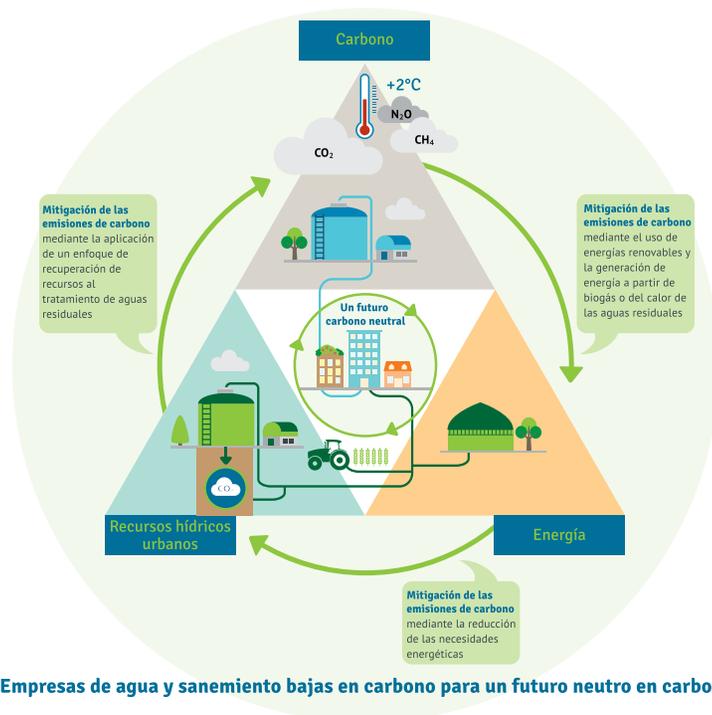
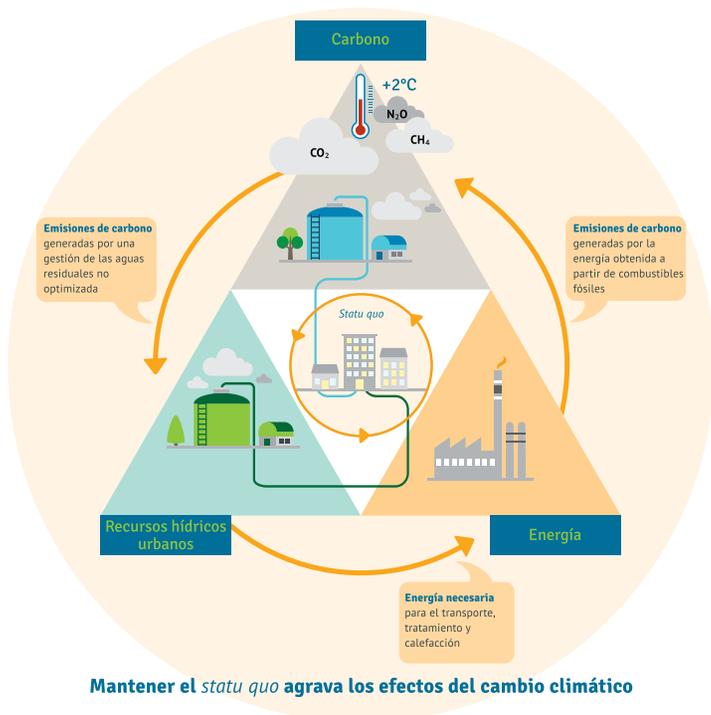


Gráfico 1. El nexo agua-energía-carbono: las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del sector de las aguas urbanas y las oportunidades para reducir las describen los anteriores círculos vicioso y virtuoso.

El nexo agua-energía describe la relación de interdependencia aparente y compleja entre los recursos de agua y energía. Cuanta más agua emplean los consumidores finales, mayor consumo de energía y más agua se destina a la producción de energía, lo que provoca un círculo vicioso y, en última instancia, más emisiones de carbono (gráfico 1). El aumento de las emisiones de carbono contribuye al cambio climático, que afecta de forma negativa a la disponibilidad de agua y energía, y la escasez de un recurso puede afectar directamente a la disponibilidad del otro; de ahí el nexo agua-energía-carbono. Por consiguiente, sin una intervención que genere bajas emisiones de carbono, el círculo vicioso agua-energía-carbono continuará y hará que la gestión de los recursos hídricos urbanos sea insostenible.

El ciclo urbano del agua presenta distintas etapas, y el nexo agua-energía-carbono se produce en cada una de ellas. La hoja de ruta ayuda a las empresas de agua y saneamiento a desplazarse por el nexo agua-energía-carbono durante todo el ciclo urbano del agua, identificar aquellos casos en que las ineficiencias provocan mayores emisiones de carbono y en qué casos las dificultades pueden transformarse en oportunidades para la reducción de los GEI, y determinar cómo pueden aplicarse las medidas al tiempo que se hace un seguimiento del desempeño. Cada sistema de aguas urbanas es distinto en lo que se refiere a configuración, elevaciones, demandas, tipos de fuente de agua, aguas receptoras, etc.; sin embargo, el planteamiento de la hoja de ruta beneficia a todas las empresas de agua y saneamiento. Más adelante, se analiza la interrelación de los efectos del agua y la energía en las distintas etapas del ciclo urbano del agua.

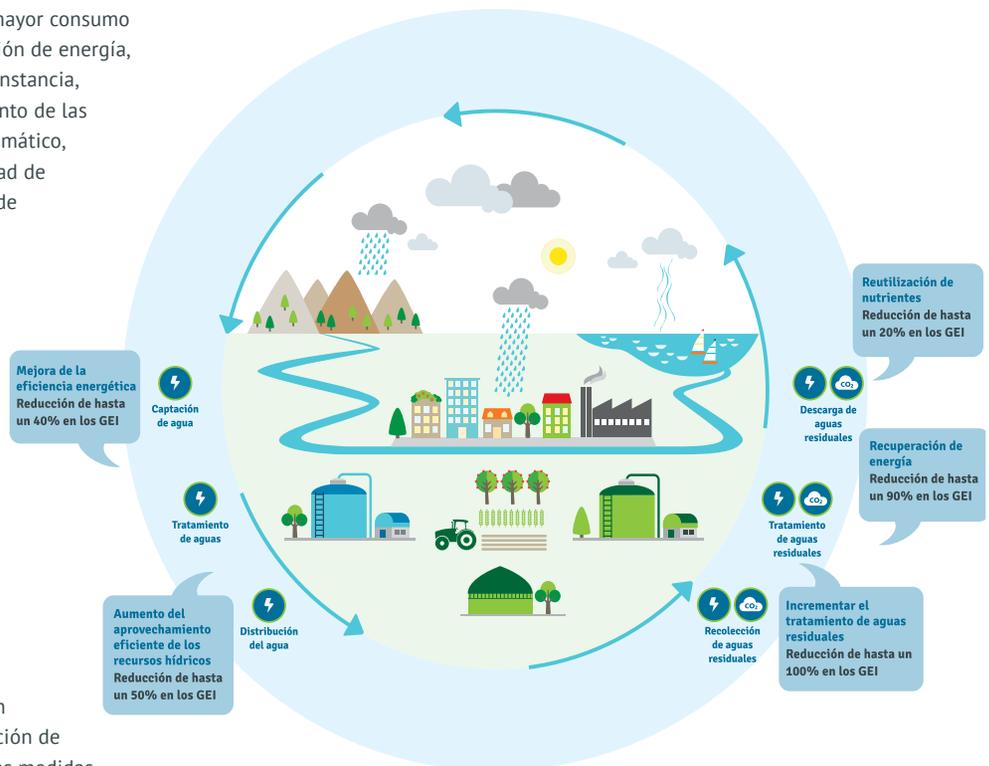


Gráfico 2. El ciclo urbano del agua consume energía en cada una de sus etapas y emite GEI en las etapas correspondientes a las aguas residuales. En cada una de las etapas existen oportunidades para reducir las emisiones de carbono.

2. 2. las empresas de agua y saneamiento tienen un interés particular en hacer frente a la crisis mundial del cambio climático

El cambio climático afecta directamente a la disponibilidad y la calidad del suministro de agua, lo cual plantea una carga cada vez mayor para que las ciudades puedan garantizar su seguridad hídrica. Las empresas de agua y saneamiento son unos de los primeros en enfrentarse a los efectos del cambio climático que provocan problemas de escasez de agua y calidad del agua e inundaciones. No obstante, también contribuyen a las emisiones mundiales derivadas del consumo de energía, así como a las emisiones de óxido nitroso y metano procedentes de la gestión de las aguas residuales. Las empresas de agua y saneamiento influyen colectivamente hasta en un 12% del consumo total de energía primaria por región; y su mayor parte corresponde al consumo de agua caliente. Por lo general, las propias empresas de agua y saneamiento urbano representan entre el 1 y el 2% del consumo total mundial de energía primaria (Sanders y Webber, 2012; Kenway *et al.*, 2015); y en ocasiones hasta el 6% del consumo regional de electricidad (Liu *et al.* 2016). Al mismo tiempo, la distribución de agua es un servicio esencial que depende de las reservas de agua, las cuales están



Gráfico 3. Las empresas de agua y saneamiento pueden aportar su grano de arena a un futuro neutro en carbono. Para obtener más información sobre el consumo energético del sector de las aguas urbanas, véanse Sanders y Webber, 2012; Kenway *et al.*, 2015; y Liu *et al.*, 2016.

sujetas a las condiciones ambientales. Estas reservas —como los ríos, embalses y lagos— son muy sensibles a los sucesos graves provocados por las variaciones del clima. Tales sucesos suelen acaparar titulares en todo el mundo: sequías que producen escasez de agua, aumento del nivel del mar que provoca la intrusión de agua salada e inundaciones que causan daños en las infraestructuras. Todos ellos influyen en la calidad del agua y el desempeño del servicio, y lamentablemente no parece que vayamos a asistir a una disminución de su periodicidad o importancia. Debido a que se encuentran entre las primeras amenazas del cambio climático, las empresas de agua y saneamiento tienen un interés particular en liderar la mitigación y adaptación proactiva al cambio climático.

Por medio de medidas de mejora con bajas emisiones de carbono y energéticamente eficientes, las empresas de agua y saneamiento urbano reducen las emisiones, al tiempo que contribuyen a la adaptación a los efectos del cambio climático, por ejemplo, al disminuir la pérdida de agua. De igual modo, cuando se aplican medidas de adaptación, es fácil que abarquen oportunidades para reducir las emisiones (por ejemplo, soluciones de ahorro de energía o reutilización del agua). Esta preferencia por aplicar medidas bajas en carbono y energéticamente eficientes a la hora de planificar las mejoras necesarias es acorde con un cambio de mentalidad hacia un futuro neutro en carbono. Esta tendencia innovadora ya ha sido adoptada por unos pocos pioneros, aunque para alcanzar la meta mundial de mantener el aumento de la temperatura media por debajo de 2 °C es preciso que siga ganando adeptos.

Las empresas de agua y saneamiento urbano suelen estar sujetas a demandas urgentes para alcanzar los objetivos de desempeño de los servicios primarios y aumentar sus infraestructuras. A la neutralidad en carbono no se le concede la máxima prioridad. Muchas empresas de agua y saneamiento urbano de economías emergentes deben dar cobertura a su demanda de servicios para atender a poblaciones cada vez mayores con presupuestos muy bajos. Esta es ya una dificultad universal, tal como reconocen los ODS de las Naciones Unidas, concretamente el ODS 6³: garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. Los esfuerzos desplegados en aras del cumplimiento de los dos objetivos internacionales que plantean la meta de limitar el calentamiento global a 2 °C y el ODS 6 deben ir de la mano, de acuerdo con sus objetivos comunes de sostenibilidad.

No obstante, se precisan algo más que unos cuantos cambios con respecto al *statu quo*: es necesario modificar la forma en que las empresas de agua y saneamiento abordan su propia planificación estratégica y su función en las comunidades y el sector mundial, a fin de integrar la mentalidad de un futuro neutro en carbono en todas las medidas. En el siguiente apartado se propone una hoja de ruta que incluye orientaciones para que las empresas de agua y saneamiento puedan identificar la forma en que las medidas de mejora del servicio también pueden ayudar a reducir su huella de carbono con el propósito de propiciar un cambio mundial de mentalidad en favor de una gestión de los recursos hídricos urbanos con bajas emisiones de carbono.

- Pérdida de Recursos económicos** 
- Baja eficiencia energética** 
- Altas emisiones de GEI** 
- Menor calidad del agua** 
- Aumento del nivel del mar e inundaciones** 
- Escasez de agua** 



Gráfico 4. Nos estamos quedando sin tiempo para preservar la estabilidad de nuestro planeta y mantener el aumento de temperatura por debajo de 2 °C: adoptar en este momento decisiones firmes hacia un futuro neutro en carbono puede contribuir a evitar riesgos más adelante.

³ Objetivo de Desarrollo Sostenible 6: puede consultar más información en <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg6>.



Gráfico 5. Cambio de mentalidad del sector mundial del agua para transformar las dificultades en oportunidades.

3. Transformar las dificultades en oportunidades

Como ya se ha descrito, en este momento las empresas de agua y saneamiento deben afrontar los desafíos actuales y futuros que se plantean al sector del agua. En general, esta tarea puede resultar abrumadora cuando los encargados de la planificación se reúnen por primera vez a fin de intentar prepararse para un futuro incierto. No obstante, esta misma situación puede observarse desde dos ángulos distintos. Numerosas empresas de agua y saneamiento presentan la necesidad de seguir desarrollando, más allá de sus actuales ámbitos de cobertura, sus capacidades infraestructurales y tecnológicas. Subsanan estas deficiencias en los servicios puede concebirse como una oportunidad de contribuir también a un futuro neutro en carbono. La financiación destinada a la lucha contra el cambio climático en apoyo de la necesidad mundial de mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse a ellos constituye, asimismo, una oportunidad de mejorar el desempeño y las capacidades de las empresas de agua y saneamiento. Esta mentalidad consistente en transformar las dificultades en oportunidades es fundamental para que las empresas de agua y saneamiento urbano contribuyan en gran medida a la mitigación del cambio climático.



Gráfico 6. ¿Cómo pueden reducirse las emisiones de GEI mediante medidas de mejora del funcionamiento? Las empresas de agua y saneamiento piloto del proyecto WaCCliM muestran los primeros ejemplos.

Parte 2:

Hoja de Ruta hacia empresas de agua y saneamiento urbano que propicien la transición hacia un futuro neutro en carbono: cinco pasos iterativos

En esta parte se pretende orientar a los gestores de entidades de aguas urbanas, y en general a todas las partes interesadas en los recursos hídricos de las ciudades, mediante una serie de pasos iterativos dirigidos a hacer efectivo el cambio hacia unas bajas emisiones de carbono. Este proceso se denomina «hoja de ruta».

El proceso de la hoja de ruta: un enfoque iterativo hacia la materialización del cambio

El itinerario hacia un futuro bajo en carbono, holístico y sostenible comienza por identificar aquellos factores que relacionan los principales objetivos de la empresa de agua y saneamiento con las oportunidades de generar bajas emisiones de carbono. Una vez establecida esta relación, puede iniciarse un diálogo con las partes interesadas de la empresa de agua y saneamiento, a fin de despertar conciencia respecto de las bajas emisiones en carbono. Con el propósito de reforzar esta relación, resulta útil evaluar los sistemas de aguas de la empresa de agua y saneamiento urbano e indicar el nivel existente de emisiones de carbono, con el propósito de llamar la atención sobre las principales ineficiencias hídricas y energéticas. Este proceso tiene por objeto demostrar el modo en que la reducción de esas ineficiencias puede contribuir a reducir la huella de los gases de efecto invernadero. Es posible llevar a cabo esta evaluación inicial mediante varias herramientas informáticas, o a través de la Herramienta de Evaluación y Monitoreo del Desempeño Energético y de las Emisiones de Carbono (ECAM) (herramienta gratuita desarrollada por el proyecto WaCCliM), que permite a la empresa de agua y saneamiento comenzar el proceso con datos básicos y le proporciona una primera idea de en dónde pueden localizarse los mayores beneficios. Evaluar las oportunidades para reducir las emisiones a la luz de las mejoras previstas facilita la materialización del cambio de mentalidad en la esfera local. Con frecuencia, la aplicación de medidas requiere reforzar o desarrollar elementos de apoyo tales como la capacidad, los mecanismos de financiación o los modelos de gobernanza de la empresa de agua y saneamiento, los cuales permitirán adoptar un planteamiento bajo en carbono y holístico de las empresas de agua, aguas residuales y drenaje.

En una primera iteración dentro de la hoja de ruta, las empresas de agua y saneamiento suelen implementar medidas sin un objetivo específico de reducción de las emisiones de carbono, pero aun así pueden evaluar la repercusión de la medida sobre su huella de carbono mediante un seguimiento de los datos adecuados.



Gráfico 7. La Hoja de Ruta hacia empresas de agua y saneamiento urbano bajas en carbono: un proceso iterativo y continuo

El enfoque en cinco pasos para que las empresas de agua y saneamiento lideren un futuro neutro en carbono



Primer paso. Impulsar la acción

Este paso trata de identificar los objetivos y los factores que servirán de base a las actividades de seguimiento.



Segundo paso. Evaluar el sistema

Este paso consiste en visualizar el nivel de emisiones y las ineficiencias en el uso de los recursos hídricos y la energía por medio de un enfoque holístico de los sistemas de agua potable, aguas residuales y drenaje. Introduce una evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero con distintos niveles de precisión –en función de los datos–, a partir de herramientas como ECAM. Con vistas a impulsar medidas adicionales es fundamental que los datos y las cifras se presenten de un modo explicativo.

A medida que las empresas de agua y saneamiento adoptan una mentalidad baja en carbono y se transforman en los «paladines» de un futuro neutro en carbono, la idea es que comiencen a seguir estos pasos de forma continua como parte de un programa bajo en carbono hasta que los integren en sus procesos de adopción de decisiones. Cada vez que apliquen este enfoque, mejorarán también las labores de gestión de datos y evaluación, y sus propios resultados y capacidad (véase el gráfico 7).



Tercer paso. Identificar las oportunidades

Este paso consiste en identificar en qué punto resulta más prometedor pasar a la acción para alcanzar los objetivos, al tiempo que se aprovechan las oportunidades de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Uno de los principales objetivos será reducir con el tiempo las emisiones de carbono, como ya observamos en un número de empresas de agua y saneamiento avanzadas; sin embargo, el enfoque consiste en relacionar inicialmente las mejoras necesarias con las oportunidades para reducir las emisiones. En este paso, se ofrece orientación a la empresa de agua y saneamiento para averiguar qué factores influyen en estas emisiones en cada una de las etapas del ciclo urbano del agua. Esta inmersión a fondo en el sistema de aguas urbano pretende informar a las empresas de agua y saneamiento acerca de todas las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero presentes en el ciclo urbano del agua, así como respaldarlas para que puedan identificar constantemente oportunidades de reducción de las emisiones y fusionar los objetivos tras la iteración inicial del proceso de la hoja de ruta.



Cuarto paso. Aplicar las medidas

Este paso se centra en qué se necesita realmente para aplicar las medidas que darán lugar a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Orienta a las empresas de agua y saneamiento en el proceso de identificar los elementos de apoyo que deben reforzar, como la capacidad de las empresas de agua y saneamiento, las políticas en vigor, las estrategias de financiación y la colaboración de las partes interesadas.



Quinto paso. Monitoreo del impacto

En este paso también se trata de visualizar las emisiones, pero en esta ocasión se mide al mismo tiempo la repercusión de las medidas aplicadas. Requiere utilizar datos actuales con las mismas herramientas empleadas en la evaluación. El seguimiento se utiliza para verificar y medir la reducción de las emisiones tras la aplicación de las medidas. Demostrar esta capacidad de seguimiento es fundamental para acceder a la financiación destinada a la lucha contra el cambio climático. Aportará información a la nueva evaluación de referencia que se llevará a cabo en el segundo paso con motivo de futuras iteraciones a lo largo de la hoja de ruta.

A continuación, el documento completa los cinco pasos generales y desarrolla los ejemplos anteriormente planteados. En la plataforma de conocimientos del proyecto WaCCliM pueden consultarse información y recursos adicionales⁴.

Primer paso. Promover medidas en favor de las bajas emisiones de carbono

Este paso trata de identificar los objetivos y los factores que servirán de base a las actividades de seguimiento. Lo pone en marcha un pionero que haya dirigido la empresa de agua y saneamiento con el convencimiento de que las empresas de agua y saneamiento tienen un interés particular en adoptar medidas para un futuro neutro en carbono. Este aspecto es fundamental para establecer la relación entre los objetivos y las oportunidades de cumplirlos, al tiempo que se reducen las emisiones. Aún no se requieren medidas de planificación, pero sí analizar los problemas actuales desde una perspectiva distinta. Pese a que se trata de un ejercicio de reflexión simple, constituye una poderosa herramienta para impulsar el cambio. Es el tipo de definición de estrategias innovador y duradero que se requiere para conseguir un futuro bajo en carbono, holístico y sostenible.

1.1 La relación entre los factores impulsores, los objetivos y las oportunidades en apoyo de unas medidas con bajas emisiones de carbono

Este apartado proporciona orientación a las empresas de agua y saneamiento para conocer la relación entre los objetivos, los factores impulsores y los elementos de apoyo que sustentará el aprovechamiento de las oportunidades para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los objetivos de las empresas de agua y saneamiento se refieren principalmente a los objetivos primarios, que deben alcanzarse por toda empresa de agua y saneamiento urbano. En función de si se trata de un servicio de agua potable o de aguas residuales, estos objetivos primarios incluyen los elementos siguientes:

- satisfacer la demanda de agua potable (producción y distribución);
- proporcionar un servicio adecuado de recolección y tratamiento de aguas residuales;
- cumplir la normativa de calidad del agua;
- cumplir los criterios mínimos de desempeño (presión del agua, flujo de extinción de incendios, velocidades de las tuberías, etc.);
- garantizar un presupuesto equilibrado.

Los objetivos de la empresa de agua y saneamiento se traducen en factores impulsores como la reducción de los costos de funcionamiento, la mejora de las relaciones con los clientes o el aumento de la cobertura, entre otros (remítase al apartado siguiente). Los objetivos y factores impulsores particulares dan pie a que cada empresa de agua y saneamiento requiera unas medidas de mejora específicas a fin de lograr los objetivos. Estas medidas se aplicarán más adelante únicamente si se cuenta con los elementos de apoyo adecuados. Es poco probable que una empresa de agua y saneamiento que se adentra por primera vez en el proceso de la hoja de ruta de la mano de un pionero incluya entre sus principales objetivos la «reducción de las emisiones de carbono». Por consiguiente, el punto de partida para este pionero será relacionar los factores impulsores existentes con las oportunidades para generar bajas emisiones de carbono.

⁴ www.climatesmartwater.org

Objetivos	Factores impulsores	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Atender las actuales demandas del servicio • Minimizar los costos de funcionamiento • Cumplir las normas ambientales/ de salud de las cuencas 	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar la capacidad general del servicio • Maximizar el desempeño del servicio • Reducir el consumo energético y las pérdidas de agua • Aumentar la eficiencia • Prepararse para futuros escenarios climáticos • Atender las demandas futuras de cobertura • Hacer frente a la escasez de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimizar el funcionamiento • Reducir el consumo de agua • Reutilizar el agua • Valorización del biogás • Ampliación de la cobertura del tratamiento de aguas residuales • Energía renovable

Recuadro 1. Algunos factores impulsores, objetivos y oportunidades comunes de las empresas de agua y saneamiento. Durante el proceso surgirán elementos adicionales.

1.2 Los factores impulsores hacen avanzar la agenda

Como ya se indicó en el apartado 1.1, con frecuencia los factores impulsores consisten en motivaciones basadas en una agenda determinada que hacen que las empresas de agua y saneamiento pasen a la acción. El hecho de que la empresa de agua y saneamiento aborde con éxito inicialmente estos factores no repercute directamente en su capacidad para cumplir los objetivos básicos en la actualidad. Los posibles factores varían entre unas empresas de agua y saneamiento y otras, en función de una gran diversidad de aspectos, como el cumplimiento de las políticas públicas, la práctica institucional, los efectos actuales del cambio climático, el avance hacia la economía circular y la mejora del desempeño del servicio. A continuación se describen varios posibles factores impulsores que pueden adaptarse a la reducción de los gases de efecto invernadero, además de las dificultades adicionales que plantean algunos de ellos.

- **Alcanzar un nivel elevado de desempeño del servicio**

Mantener o aumentar los niveles de servicio constituye la principal misión de todas las empresas de agua y saneamiento, de conformidad con normas establecidas principalmente por autoridades reguladoras. Esta misión puede lograrse al tiempo que se reducen las huellas de agua, energía y carbono por cada residente que recibe el servicio. La interacción productiva con los usuarios y su concienciación constituye un importante componente de un servicio satisfactorio.

- **Costos de funcionamiento**

Numerosas empresas de agua y saneamiento buscan activamente nuevas oportunidades para reducir sus costos de funcionamiento. Dado que la energía representa la mayor parte de los costos de una empresa de agua y saneamiento, disminuir su consumo constituye el factor fundamental para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. De igual modo, corregir las pérdidas de aguas en el sistema de agua potable y la infiltración, así como su afluencia a las alcantarillas, constituye otro factor impulsor clave de la reducción de los gases de efecto invernadero, ya que bombear y tratar más agua de la necesaria aumenta el consumo de energía y los costos.

- *El desafío de reducción de los costos de la energía mediante la conservación y la energía renovable:* dado que un promedio de entre el 10% y el 35% de los gastos de funcionamiento de una empresa de agua y saneamiento urbano se destina a la factura energética, la reducción de estos costos mediante la conservación de la energía inicial constituye un importante factor para pasar a la acción. La producción y el uso de energía renovable también pueden proporcionar una solución en este sentido, pues pueden hacer que las empresas de agua y saneamiento alcancen la neutralidad energética y, por tanto, reduzcan drásticamente las emisiones.

- **Eficiencia general de las empresas de agua y saneamiento**

Numerosas empresas de agua y saneamiento tratan de cumplir varios indicadores clave del desempeño en el marco de sus gestiones para maximizar la eficiencia general. En algunos casos, los organismos públicos clasifican las empresas de agua y saneamiento con arreglo a esos indicadores, lo que les proporciona un incentivo adicional para ser más eficientes. Por consiguiente, la eficiencia de las empresas de agua y saneamiento suele constituir un factor impulsor natural de la mitigación de los gases de efecto invernadero, ya que con frecuencia los indicadores analizan la pérdida de agua y de energía, y estas tasas de eficiencia afectan a las emisiones de gases de efecto invernadero de la empresa.

- **Dificultad para aumentar el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos**

Como ya se ha indicado, cuanto menos agua potable pierda el sistema de agua corriente hasta llegar a los clientes y menos agua entre en las alcantarillas, menores serán el consumo de energía y los costos de tratamiento de las empresas de aguas. De igual modo, el cambio en la disponibilidad del suministro de agua natural como consecuencia del cambio climático y las presiones que ejercen unas poblaciones urbanas en aumento obligarán a las empresas de agua y saneamiento a aprovechar al máximo los recursos disponibles mediante la conservación; la reducción de las pérdidas, la infiltración y el flujo de entrada de agua; así como su reutilización.

- **Dificultad para lograr las metas acordadas**

Los Gobiernos, ciudades e industrias de numerosos países se han comprometido a lograr los objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, y el sector del agua tiene un papel importante que desempeñar en el logro de esas metas. Se necesitan inversiones que mejoren la eficiencia de los sistemas existentes y amplíen los servicios de tratamiento de aguas residuales, lo cual es pertinente para hacer frente al crecimiento urbano y cumplir los ODS. Está previsto que el aumento de la presión normativa catalice nuevas inversiones dirigidas a que las empresas de agua y saneamiento mejoren su servicio y trabajen para alcanzar la neutralidad en carbono en un futuro próximo.

- **Aumento de la cobertura**

Las empresas de agua y saneamiento deben esforzarse por proporcionar un acceso fiable al agua y el saneamiento a todos los residentes de sus zonas de servicio, con arreglo al ODS 6. Por consiguiente, siempre es una prioridad ampliar el servicio y aumentar la zona de cobertura de tratamiento de aguas residuales. La ampliación también puede contribuir a la reducción de los gases de efecto invernadero, como consecuencia de una menor descarga de aguas residuales sin tratar en las masas de aguas receptoras. La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero debida a la ampliación de la cobertura y el servicio constituye un beneficio ambiental adicional para los proyectos futuros, y es complementario a la mejora de la salud pública y la biodiversidad. Este aspecto es especialmente importante para obtener ayuda de las entidades financieras internacionales, que esperan obtener múltiples beneficios ambientales con cada proyecto.

- *El desafío de ampliación de la cobertura de la empresa de agua y saneamiento :* su ampliación no solo mejora la salud pública y la biodiversidad, sino que también reduce las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la descarga directa de aguas residuales no tratadas. También representa una oportunidad de crecimiento en una ciudad, ya que las ciudades no pueden prosperar sin unos servicios de agua y saneamiento adecuados.

- **Práctica de los servicios públicos**

Este factor se refiere a la concepción general y el enfoque que adopta un servicio de aguas sobre la prestación del servicio de aguas. Las empresas de agua y saneamiento ya pueden ser progresistas e innovadoras, es decir, adoptar el cambio de mentalidad y abrirse a él, o centrarse únicamente en atender las necesidades básicas y mantener el *statu quo*. Por tanto, la práctica preexistente de las empresas de agua y saneamiento influye en sus prioridades, y puede constituir un factor impulsor indirecto de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Efectos del cambio climático**

Gran parte de las empresas de agua y saneamiento ya padecen los efectos de la escasez de agua y episodios de sequías e inundaciones más frecuentes y de mayor magnitud. Todos estos fenómenos afectan negativamente a la disponibilidad y la calidad del suministro de agua y las aguas receptoras. Por ende, la aplicación de medidas como la reutilización del agua (debida a la escasez) y la construcción de infraestructuras verdes (para inundaciones) se hace principalmente por necesidad, y no para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, encarar estas crisis ofrece la oportunidad inmejorable de relacionar los factores impulsores de la empresa de agua y saneamiento en favor de la reducción de los gases de efecto invernadero, ya que las medidas para luchar contra estas crisis también pueden contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

- *El desafío de garantizar el abastecimiento de agua frente al cambio climático:* las necesidades apremiantes de adaptación para hacer frente a la escasez de agua, los episodios de lluvias intensas y el crecimiento de la población se están intensificando en gran parte del mundo. El uso del enfoque de la hoja de ruta aquí propuesta puede facilitar una adaptación más inteligente a estas limitaciones.

- **Anticipación a los objetivos y regulaciones sobre reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero**

La actual conciencia que tienen las empresas de agua y saneamiento sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero depende en gran medida de si el poder público ha aplicado metas voluntarias u obligatorias de reducción en algún nivel. Por ejemplo, la ciudad de Nueva York dispone de una ley que exige a los organismos municipales que reduzcan sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 80% de aquí a 2050, la denominada iniciativa 80 × 50⁵. Dado que se trata de un organismo municipal, las empresas de agua y saneamiento son muy conscientes de sus emisiones de gases de efecto invernadero y busca constantemente oportunidades para reducirlas. Así pues, las normativas e iniciativas públicas pueden catalizar mejoras de funcionamiento y ser factores impulsores importantes de la obtención de soluciones.

- **Mantener un entorno hídrico saludable**

Ya sea por motivos de salud pública, biodiversidad, turismo, economía local, esparcimiento, mercado inmobiliario o calidad de vida, mantener unas masas de agua saludables en torno a las ciudades constituye un importante objetivo que debería plantearse toda empresa de agua y saneamiento. Se trata de otro factor impulsor clave de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, que se sustenta en la ampliación y la mejora de la cobertura del tratamiento de las aguas residuales.

Estos son tan solo algunos ejemplos de los factores comunes a las empresas de agua y saneamientos de todo el mundo que pueden impulsar la acción en favor de la mejora y adaptarse a los resultados de la mitigación del cambio climático. De acuerdo con esta forma de pensar, es importante que las empresas de agua y saneamiento identifiquen en primer lugar cuáles son sus factores impulsores más importantes y posteriormente analicen cómo pueden adaptarse a medidas que también ofrezcan oportunidades prometedoras para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Como ya se ha dicho antes, también es necesario que se adapten a los elementos de apoyo, lo cual se abordará en mayor profundidad en el cuarto paso sobre la aplicación de las medidas.

⁵ Visite el siguiente enlace para consultar más información sobre la iniciativa: <https://www1.nyc.gov/site/sustainability/codes/80x50.page>

Segundo paso. Evaluar el sistema: ¿en qué punto se hallan las emisiones de gases de efecto invernadero?

Este paso consiste en visualizar el nivel de emisiones y las ineficiencias en el uso de los recursos hídricos y la energía por medio de un enfoque holístico del ciclo urbano del agua en su conjunto. Con vistas a impulsar medidas adicionales es fundamental que los datos y las cifras se presenten de un modo explicativo.

2.1 Fundamentos de una evaluación de referencia útil

El objeto de llevar a cabo una evaluación de referencia de las emisiones de gases de efecto invernadero de una empresa de agua y saneamiento consiste en establecer un punto de referencia de partida con el que se puedan comparar las reducciones asociadas a escenarios futuros y a las medidas aplicadas, con el fin de demostrar el avance hacia el logro de los objetivos. Los resultados de la evaluación de referencia permiten visualizar la situación existente o del año de referencia (en caso de referirse al pasado), a partir de datos y cifras clave relativos a la energía y el tipo y la calidad de funcionamiento. La calidad y la exactitud de la imagen que proporciona dependen de los datos utilizados. Antes de seguir profundizando en la metodología, se abordan de forma general las ventajas de una buena gestión de datos y de la evaluación de referencia.

La gestión de datos es un aspecto clave de la evaluación de los gases de efecto invernadero. Puede que se disponga de una gran cantidad de datos, pero si no se cuenta con una estrategia y una herramienta para producir información de valor, es difícil adoptar decisiones que sean a la vez eficaces y sostenibles. Pese a que la evaluación inicial se lleve a cabo a partir de datos aproximados con la idea de contribuir a la concienciación, es importante afinarla posteriormente a fin de comprender las emisiones de referencia de la empresa de agua y saneamiento concreta, ya que de lo contrario resulta imposible proporcionar información sobre la repercusión. Además de constituir un medio de informar sobre los resultados, esta evaluación más precisa puede propiciar beneficios inmediatos derivados de mejoras básicas, como son la reparación de fugas o la modificación del funcionamiento de las bombas. No obstante, antes de llegar a este punto, la empresa de agua y saneamiento debe estudiar sus propias prácticas de gestión de datos y analizar si existe margen de mejora.

La evaluación de referencia y las evaluaciones futuras dependen de un marco sólido de gestión de datos. De no contar con un marco organizado que facilite la evaluación continua más allá del primer ejercicio llevado a cabo, la aplicación del enfoque del proyecto WaCCliM no tendría lugar, o en última instancia, dejaría de hacerlo debido al esfuerzo que requiere recopilar datos de calidad cada vez que se necesita una evaluación. En este capítulo se presenta la metodología general necesaria para evaluar las emisiones y los pasos para elaborar un marco específico de evaluación periódica de la empresa de agua y saneamiento, incluida la gestión de datos y el uso de herramientas informáticas.

2.2 Introducción a la metodología general

A continuación, se describe la metodología general para iniciar la evaluación, en la que se sustenta el tercer paso sobre la identificación de las oportunidades.

- Análisis de los datos que están actualmente disponibles dentro de la empresa de agua y saneamiento y en qué formato, es decir, frecuencia y cobertura temporal del perfil de datos actual.
- Introducción a la herramienta ECAM (véase el glosario) mediante capacitación.
- Iniciación en el uso de la herramienta:
 1. Recopilar datos de las fuentes identificadas y garantizar su calidad.
 2. Introducir datos en la herramienta seleccionada.
 3. Realizar una evaluación de referencia de la empresa de agua y saneamiento concreto mediante la revisión de los resultados e identificar la principal fuente de emisiones.
- Correlación de los objetivos y factores impulsores más importantes de la empresa de agua y saneamiento, así como de las oportunidades para introducir medidas de mejora y los elementos de apoyo (por ejemplo, oportunidades de financiación o capacitación) ya conocidos por la empresa de agua y saneamiento. Estos elementos resultan esenciales para proporcionar información y orientación de cara a la identificación de medidas que propicien el logro de los objetivos y contribuyan a reducir la huella de carbono. También es probable que estos elementos vayan cambiando a medida que la empresa de agua y saneamiento complete varias iteraciones del proceso de la hoja de ruta.
- Elaboración de un marco de gestión y evaluación de datos basado en la capacidad actual de la empresa de agua y saneamiento y las necesidades de datos futuras.

Esta metodología se explica con más detalle en los próximos apartados. Si desea obtener más información sobre este proceso, visite la plataforma de conocimientos⁶.

2.3 Inicio de la evaluación: componentes fundamentales

Los siguientes son componentes fundamentales necesarios para iniciar la evaluación:

- Capacidad y procesos homogéneos de gestión de datos;
- Herramienta ECAM.

Sin estos componentes no puede llevarse a cabo una evaluación global de las emisiones de gases de efecto invernadero. En la primera evaluación, la empresa de agua y saneamiento debe recopilar los datos con los que cuenta en la actualidad en el formato que utiliza habitualmente. Cualquier ajuste en los procesos de extracción o las necesidades futuras de datos puede preverse a través de la elaboración de marcos adicionales; sin embargo, esto no es necesario para comenzar la evaluación inicial.

⁶ www.climatesmartwater.org

⁷ El manual puede consultarse aquí: <http://climatesmartwater.org/library/introduction-to-ecam/>

⁸ La metodología puede consultarse aquí: <http://climatesmartwater.org/library/ecam-methodology/>

2.3.1 La herramienta ECAM

La herramienta ECAM se elaboró en el marco del proyecto WaCClIM con el propósito de evaluar y hacer un seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero de las empresas de agua y saneamiento. Dado que el cambio climático es un problema mundial, se aspira a que la herramienta sea utilizada por todas las empresas de agua y saneamiento. No obstante, teniendo presente que es posible que los datos disponibles en algunas economías emergentes sean limitados, se proponen algunos valores por defecto en relación con varios aspectos con el propósito de facilitar las evaluaciones. De cara al futuro, esta herramienta incluye también la opción de incorporar más datos a medida que aumente la capacidad de gestión de datos de la empresa de agua y saneamiento mediante un enfoque gradual. La flexibilidad de esta herramienta permite hacer una evaluación más precisa de las fuentes de emisiones y las oportunidades para reducirlas, tal como se describe en el siguiente apartado. La herramienta se basa en la metodología del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), es de código abierto y su uso es gratuito. El primer paso para elaborar y aplicar el marco específico de una empresa de agua y saneamiento sobre la gestión y la evaluación de datos relativos a los gases de efecto invernadero consiste en aprender a utilizar⁷ la herramienta ECAM y la metodología⁸ subyacente. Este paso resultará de gran utilidad para adquirir la capacidad técnica necesaria, comprender qué datos son precisos para el funcionamiento de la herramienta e identificar qué procesos se requieren para transferir datos de las fuentes a la herramienta ECAM. Las aplicaciones específicas de la herramienta incluyen evaluaciones de referencia, actividades de seguimiento y oportunidades de evaluación para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero.



Gráfico 8. Vista de la herramienta informática ECAM en una computadora

2.3.2 Marco de gestión de datos: necesidades de cara al futuro

Si no se dispone de un marco de datos exhaustivo, incluidos los procedimientos de recopilación e introducción de datos precisos en la herramienta, el grado de aplicación del enfoque del proyecto WaCCliM será muy limitado. A continuación se describen algunos de los pasos propuestos para elaborar el marco. Además, en el anexo II y la plataforma de conocimientos puede consultarse información en detalle al respecto. Con vistas a que el uso de la herramienta y la recopilación de datos se lleven a cabo con eficiencia, se recomienda encarecidamente que, una vez que la empresa de agua y saneamiento haya identificado las oportunidades más adecuadas a partir de una evaluación inicial, el marco se centre en la recopilación de datos y el uso de la herramienta con la finalidad de sacar el máximo partido de estas oportunidades. Este aspecto puede ahorrar tiempo y recursos en la planificación de las medidas que pueden reportar los máximos beneficios a la empresa de agua y saneamiento con el tiempo.

- **Examen de la calidad de los datos y del proceso de extracción**

Llevar a cabo un examen de la calidad de los datos y de su proceso de extracción constituye un paso fundamental para realizar la evaluación y establecer un marco de datos. Un ejemplo como la matriz de calidad y del proceso de extracción de datos del proyecto WaCCliM (véase la plataforma de conocimientos⁹) constituye una muestra completa sobre cómo identificar y evaluar los distintos datos disponibles para efectuar una estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Estudio de la prioridad y la calidad de los datos**

El siguiente paso para la elaboración de un marco de datos consiste en analizar la prioridad y la calidad de los datos, con el objetivo de comprobar cualquier carencia de datos acuciente –tal como se identifica en la matriz de calidad y del proceso de extracción de datos– con respecto a las prioridades de funcionamiento cotidianas de las empresas de agua y saneamiento.

- **Datos necesarios para el análisis de reducción de los gases de efecto invernadero**

Los datos que requieren los estudios sobre reducción de los gases de efecto invernadero son, por lo general, más detallados y se recopilan con mayor frecuencia que los de otros estudios, ya que su propósito es el de conocer la dinámica de las empresas de agua y saneamiento urbano que afecta a las emisiones. También es posible que los datos no guarden relación directamente con las variables que se utilizan para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero. En la plataforma de conocimientos se recoge un resumen exhaustivo sobre los datos que pueden emplearse para el análisis de reducción de las emisiones¹⁰.

⁹ Consúltense la matriz de calidad y del proceso de extracción de datos del proyecto WaCCliM (WaCCliM data quality/process matrix) en www.climatesmartwater.org/assess.

¹⁰ Véase un resumen de los datos para el análisis de reducción de los gases de efecto invernadero (Summary of GHG Reduction Analysis Data) en www.climatesmartwater.org/assess

¹¹ Véase el marco recomendado para la mitigación de los gases de efecto invernadero y la gestión de datos (Recommended GHG Data Management and Mitigation Framework) en www.climatesmartwater.org/assess

- **Fondo central de datos**

En general, la línea de actuación recomendada consiste en aprovechar los procesos de obtención de datos existentes e introducir los datos previos guardados en archivos electrónicos u otros medios, como son los archivos de Microsoft Excel, en un fondo central desde el que es posible actualizar y acceder a los datos con frecuencia para una evaluación continua de los gases de efecto invernadero.

- **Elaboración recomendada del marco**

Una vez que se hayan identificado los procesos recomendados para transmitir los datos actuales de las fuentes al fondo central, se aconseja aplicar un marco semejante al descrito en el ejemplo recogido en la plataforma de conocimientos¹¹, el cual permita actualizar frecuentemente los datos y acceder a ellos de forma continua para realizar una evaluación de los gases de efecto invernadero.

El marco presentado tiene carácter general; sin embargo, en su aplicación real, se requerirán procesos específicos de obtención de datos. Los procesos específicos de extracción de datos dependerán de la capacidad general y de gestión de datos de la empresa de agua y saneamiento concreto y de sus recursos.

Con el tiempo será posible perfeccionar, adaptar y mejorar el marco recomendado, junto con los procesos de extracción de datos concretos, a medida que aumente la capacidad de la empresa de agua y saneamiento (es decir, equipos y programas informáticos, conocimientos y experiencia del personal, etc.). Por consiguiente, el marco es flexible y pretende facilitar el uso de programas informáticos como la herramienta ECAM para generar evaluaciones de referencia. Una vez realizada la evaluación de referencia es posible pasar a evaluar las oportunidades.

Tercer paso. Identificar las oportunidades

Este paso consiste en identificar en qué punto resulta más prometedor pasar a la acción para alcanzar los objetivos, al tiempo que se aprovechan las oportunidades de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Las oportunidades de adoptar medidas están relacionadas con la capacidad para cumplir los objetivos de la empresa de agua y saneamiento. Uno de los principales objetivos será reducir con el tiempo las emisiones de carbono, como ya observamos en varias empresas de agua y saneamiento avanzadas; sin embargo, hasta entonces, el enfoque consiste en relacionar las mejoras necesarias con oportunidades para reducir las emisiones. En el apartado 3.3 se ofrece orientación a la empresa de agua y saneamiento para averiguar qué factores influyen en estas emisiones en cada una de las etapas del ciclo urbano del agua. Esta profundización en el sistema de aguas urbano pretende ayudar a las empresas de agua y saneamiento en su segunda o tercera iteración del proceso de la hoja de ruta.

3.1 Afrontar las dificultades que plantean las empresas de agua y saneamiento con soluciones con bajas emisiones de carbono

Para el enfoque del proyecto WaCCliM es esencial analizar las dificultades no solo como obstáculos que deben superarse, sino más bien como oportunidades de crecimiento y de fomento de capacidades, así como para aplicar medidas bajas en carbono Incluso en ausencia del efecto catalizador del cambio climático sobre la innovación industrial, las empresas de agua y saneamiento se enfrentan constantemente a la necesidad de mejorar sus servicios. Esta exigencia los hace progresar en la adopción de avances tecnológicos y nuevas estrategias que antes no se utilizaban. La optimización del funcionamiento comprende una gran variedad de medidas que, por lo general, conducen a una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como al aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos y energéticos.

3.2 Introducción a la metodología general

Después de elaborar un marco de datos en el apartado anterior, este paso trata sobre iniciar el proceso hacia la aplicación y los resultados reales. En primer lugar, el nuevo marco puede aplicarse para generar las evaluaciones de referencia inicial y posteriores, o hacer un seguimiento de los resultados, a fin de visualizar las emisiones de gases de efecto invernadero actuales correspondientes a la empresa de agua y saneamiento para todo el ciclo urbano del agua. Las evaluaciones señalarán también las oportunidades prometedoras que abordan tanto los factores impulsores de la empresa de agua y saneamiento como sus objetivos de reducción de las emisiones. Se propone la siguiente metodología para evaluar las oportunidades a lo largo de este itinerario:

- evaluación técnica por medio de una herramienta;
- examen de los planes actuales de mejora del capital y los planes maestros con ánimo de identificar las oportunidades;
- examen de las oportunidades prometedoras con otras partes interesadas en el sector de las aguas urbanas;
- evaluación de la viabilidad de las medidas y de la relación costo-beneficio en el tiempo.



Gráfico 9. Oportunidades que pueden surgir de las dificultades y la gestión de los factores impulsores iniciales y la gestión de los factores impulsores iniciales.

Dado que esta hoja de ruta es aplicable con carácter universal, al tiempo que también se orienta a las empresas de agua y saneamiento de economías emergentes, en el próximo apartado se parte de la idea de que una empresa de agua y saneamiento utiliza o utilizará una herramienta informática, como ECAM, para la evaluación. A continuación se recogen más detalles sobre el uso de la herramienta ECAM en este paso.

La herramienta ECAM calcula la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero producida por la empresa de agua y saneamiento en cada una de las etapas del ciclo urbano del agua. El resumen que facilita la herramienta identifica rápidamente qué etapa es la que más contribuye y a partir de qué fuente. Sin embargo, cada etapa requiere una revisión individual posterior, ya que puede que no sea viable mitigar las emisiones de todas las fuentes. La empresa de agua y saneamiento debería centrarse en primer lugar en las principales fuentes de emisiones, cuya mitigación también sea viable en una primera ronda de aplicación y que se adapten al logro de los objetivos y los factores impulsores de la entidad. Para consultar más soluciones aplicables en cada una de las etapas, véase la plataforma de conocimientos del WaCCliM¹². Por otra parte, se pueden utilizar otras herramientas para evaluar el desempeño de la empresa de agua y saneamiento, en qué puntos existe margen de mejora y si estas mejoras pueden generar una reducción de los gases de efecto invernadero. Por ejemplo, es posible utilizar un modelo de tratamiento de aguas residuales con miras a identificar mejoras en el proceso, y posteriormente estas mejoras pueden ser evaluadas con la ECAM con el propósito de cuantificar los beneficios de reducción de las emisiones.

Una vez que está claro en qué punto se hallan las oportunidades más prometedoras para obtener mejoras en el funcionamiento, el

¹² Consúltense el anexo de soluciones en www.climatesmartwater.org

mantenimiento y la reducción de las emisiones, han de examinarse las mejoras de capital previstas. Este aspecto es importante, ya que puede que las nuevas oportunidades identificadas mediante la evaluación de referencia se solapen con lo que ya había previsto la entidad. Es positivo que se produzcan estos solapamientos, puesto que pueden significar que se dispone de financiación para un proyecto. De igual modo, resulta útil examinar las medidas que afectan a otras partes interesadas en el sector de las aguas urbanas; es posible que los objetivos comunes deriven en un proyecto combinado, con más probabilidades de cumplir los requisitos para obtener financiación externa, ya sea nacional o internacional.

3.3 Comprender las emisiones: qué factores influyen en cada una de las etapas del ciclo urbano del agua

El ciclo urbano del agua describe el ciclo vital por el que el agua es extraída del entorno natural y completa su circulación por las ciudades creadas por el ser humano para posteriormente ser devuelta a las masas de agua naturales. El ciclo urbano del agua comienza en la fuente de recursos hídricos de una ciudad, cuyo origen pueden ser las aguas superficiales (lagos, embalses o ríos), las aguas subterráneas, las aguas marinas, las aguas pluviales, aguas depuradas o cualquier combinación de las anteriores. El agua se obtiene de la fuente para el abastecimiento de agua potable en la etapa de captación. Posteriormente pasa a la etapa de tratamiento, que, en función de la fuente y de las normas, implicará gran variedad de técnicas de tratamiento del agua potable, que van desde la desinfección o la adición de sustancias químicas hasta el filtrado convencional e incluso la ósmosis inversa. Tras la etapa de tratamiento del agua potable, esta se suministra a los consumidores finales en la etapa de distribución. Una vez utilizada, entra en la etapa de recolección de aguas residuales y posteriormente en la de tratamiento de aguas residuales. Tras el tratamiento de las aguas residuales, el agua pasa a la etapa de descarga o reutilización, en la que, o bien es devuelta a las fuentes de agua y en última instancia al ciclo natural del agua, o bien es reciclada y reutilizada. Dado que el ciclo urbano del agua ha sido creado por el ser humano, su funcionamiento requiere la gestión de varios tipos de equipos electromecánicos, como motores, bombas, turbinas, soplantes, mezcladores y combustible o electricidad. El uso de todos estos equipos contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero durante cada una de las etapas del ciclo. Por otra parte, durante la descomposición de las aguas residuales se producen reacciones químicas y bioquímicas, que también generan emisiones al final del ciclo. En el gráfico 10 se recoge una representación del ciclo urbano del agua y sus fuentes de emisiones asociadas.

En el próximo apartado se presenta cada una de las etapas del ciclo urbano del agua y se analizan las posibles fuentes de emisiones en cada una de ellas, así como los factores que pueden influir en el volumen de emisiones. Este proceso facilitará la visualización de los puntos en los que se hallan las principales fuentes de emisiones y cómo pueden gestionarse posteriormente de forma eficaz. En la plataforma de conocimientos, que puede consultarse en ClimateSmartWater.org se recogen más detalles sobre las soluciones disponibles.

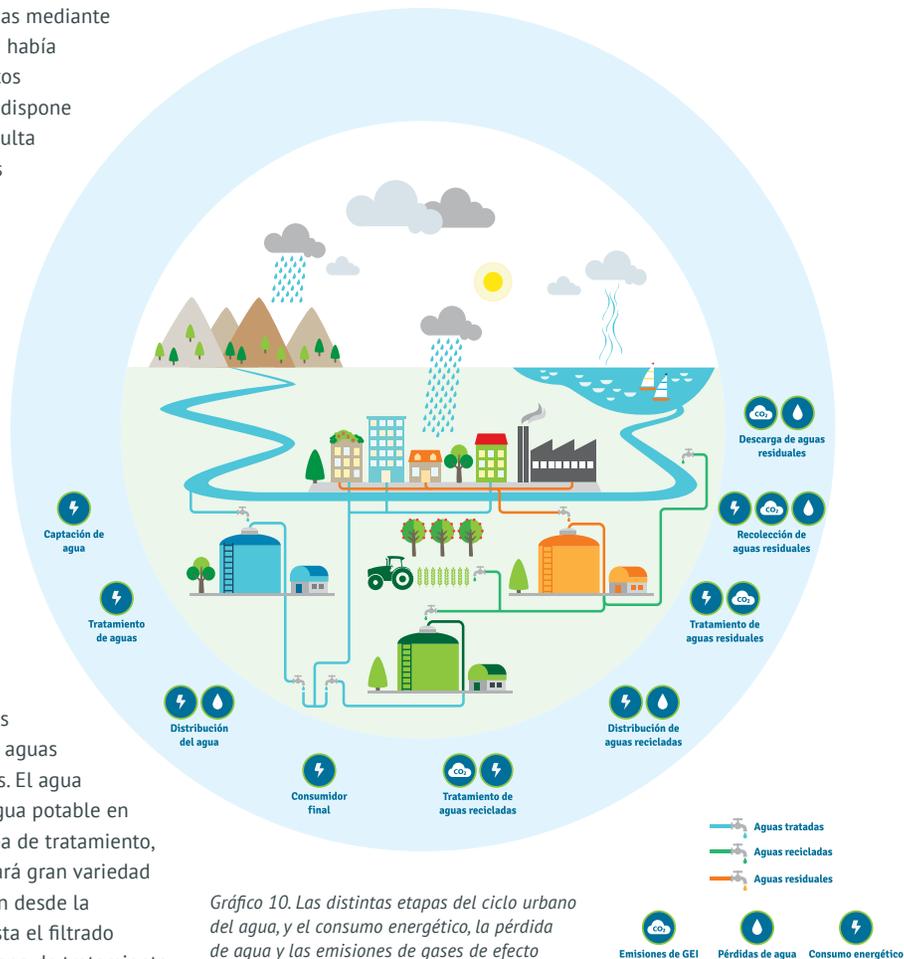


Gráfico 10. Las distintas etapas del ciclo urbano del agua, y el consumo energético, la pérdida de agua y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a cada una de ellas.

Emisiones de GEI Pérdidas de agua Consumo energético

3.3.1 Captación de agua potable

En función del tipo, la distancia y la altitud de las fuentes de agua de una ciudad, normalmente se generan emisiones de gases de efecto invernadero en la etapa de captación del agua potable, las cuales proceden del consumo de energía que supone bombear el agua desde la fuente hasta la instalación de tratamiento. En la mayoría de los casos, las emisiones de gases de efecto invernadero son emisiones indirectas procedentes del consumo de electricidad de la red para poner las bombas en funcionamiento; sin embargo, también pueden registrarse emisiones directas de gases de efecto invernadero (metano, óxido nitroso y dióxido de carbono) derivadas de la utilización de combustible o la combustión para suministrar energía a los motores de la bomba o los equipos a través de los generadores de emergencia. Si la fuente son aguas superficiales que se encuentran a una altitud superior a la de la ciudad, es posible que el agua pueda ser transportada para su tratamiento por la acción de la gravedad y no mediante bombas, en cuyo caso no se producirían emisiones adicionales. Entre los factores principales que afectan a las emisiones en la etapa de captación de agua potable figuran los siguientes:

- **Agua potable demandada por los consumidores finales**

Cuanto mayor sea la demanda de agua potable, mayor necesidad habrá de extraer recursos hídricos. Esto genera un consumo energético potencialmente mayor debido al bombeo y al transporte del agua hasta la instalación de tratamiento de agua potable. La demanda del consumidor final y la forma en que utiliza el agua potable afecta directamente a las emisiones de gases de efecto invernadero. Por consiguiente, cuanto menor sea la demanda de agua potable, menos emisiones se generarán durante la etapa de captación.

- **Pérdidas de agua**

Debido a cómo funcionan los sistemas de agua potable, que deben mantener determinadas presiones o volúmenes en los tanques de almacenamiento, toda pérdida de agua en el sistema requerirá energía adicional para recuperarla y asegurar la presión adecuada. Por consiguiente, cuanto menor sea la pérdida de agua en el conjunto del sistema de agua potable, menos agua habrá de extraerse y menos emisiones se generarán durante la etapa de captación.

- **Eficiencia de bombeo**

Suponiendo que las condiciones de altura de bombeo y el volumen de agua son óptimos, la eficiencia de bombeo condiciona el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema de captación. Por tanto, cuanto mayor sea la eficiencia de bombeo, menos emisiones se generarán en la etapa de captación. El cambio climático y la situación demográfica ejercerán más presión sobre las bombas actuales, ya que será necesario bombear el agua durante más tiempo y posiblemente a mayores distancias. Estos factores darán lugar a que la eficiencia cobre una importancia incluso mayor con el tiempo.

3.3.2 Tratamiento de agua potable

Las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en la etapa de tratamiento del agua potable dependen del tipo de tratamiento y de los equipos electromecánicos empleados en las instalaciones de tratamiento, entre otros, las bombas, turbinas, soplantes, mezcladores y floculadores. En la mayoría de los casos, las emisiones de gases de efecto invernadero de la etapa de tratamiento del agua potable son indirectas y proceden del consumo de electricidad de la red para poner el equipo electromecánico en funcionamiento; sin embargo, al igual que en el caso de la captación de agua potable, también pueden registrarse emisiones directas de gases de efecto invernadero derivadas de la utilización de combustible o de la combustión de los motores que accionan las bombas o para la alimentación de los equipos mediante generadores de emergencia. Por lo general, durante el filtrado convencional, que constituye el tipo de tratamiento más común para el abastecimiento a partir de aguas superficiales, la mayor parte del consumo de energía se debe a las operaciones de bombeo y retrolavado de los filtros. En la ósmosis inversa del agua de mar, la mayor parte del consumo de energía se debe al bombeo a través de membranas de alta presión. Sin embargo, puede que algunos sistemas, por lo general los suministros de aguas subterráneas, únicamente requieran una desinfección, por lo que el consumo de energía durante el tratamiento en sí es mínimo. Entre los factores principales que afectan a las emisiones en la etapa de tratamiento del agua potable figuran los siguientes:

- **Agua potable demandada por los consumidores finales**

Cuanto mayor sea la demanda de agua potable, más agua deberá depurarse. La demanda del consumidor final y la forma en que utiliza el agua potable afecta a las emisiones de gases de efecto invernadero. Por consiguiente, cuanto menor sea la demanda de agua potable, menos emisiones se generarán durante la etapa de tratamiento.

- **Pérdidas de agua**

Debido a cómo funcionan los sistemas de agua potable, que deben mantener determinadas presiones o volúmenes en los tanques de almacenamiento, toda pérdida de agua en el sistema requerirá energía adicional posteriormente a fin de recuperar y tratar el agua que se distribuirá a los consumidores finales. Por consiguiente, cuanto menor sea la pérdida de agua en el sistema, menos agua deberá depurarse y menos emisiones se generarán en la etapa de tratamiento.

- **Eficiencia de bombeo**

Suponiendo que las condiciones de altura de bombeo y el volumen de agua son óptimos, la eficiencia de bombeo de las bombas del sistema de tratamiento puede condicionar el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Por tanto, cuanto mayor sea la eficiencia de bombeo, menos emisiones se generarán en la etapa de tratamiento. El cambio climático y la situación demográfica ejercerán más presión sobre las bombas actuales, ya que será necesario bombear el agua durante más tiempo y posiblemente a mayores distancias. Estos factores darán lugar a que la eficiencia cobre una importancia incluso mayor con el tiempo.

- **Secuencia de retrolavado de los filtros**

La forma en que se inicia la secuencia de retrolavado de los filtros en el proceso de filtrado convencional puede afectar a su frecuencia. Cuantas más veces se efectúe el retrolavado, más energía se consumirá durante el proceso. Así pues, es esencial optimizar la secuencia de retrolavado a fin de evitar que sea excesivo para los filtros. Cuanto más óptima sea la secuencia, menos emisiones se generarán en la etapa de tratamiento.

- **Proceso de membrana**

En la ósmosis inversa de agua de mar, la presión transmembrana normalmente regula la energía necesaria para bombear agua marina a través de la membrana en la desalinización. Dada la naturaleza del proceso, la salinidad del agua sin depurar y la salinidad necesaria de permeado, el consumo de energía de la ósmosis inversa de agua de mar suele ser notablemente superior al tratamiento de agua potable convencional. Sin embargo, la configuración y el control del proceso, así como los tipos de membrana utilizados, pueden optimizarse para minimizar el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Cuanto más óptimo sea el proceso, menos emisiones se generarán en la etapa de tratamiento.

- **Desinfección con luz ultravioleta**

La desinfección con luz ultravioleta y el funcionamiento, el control y el mantenimiento que requiere puede incidir en las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del consumo de energía. En general, cuanto mayor sea el volumen de agua tratada y mayor la dosis de desinfección con luz ultravioleta, más emisiones se generarán a partir de este proceso. No obstante, la dosis (que se ve afectada por la turbidez del agua), el control y el mantenimiento pueden optimizarse para minimizar las emisiones, al tiempo que se respetan los requisitos mínimos de desinfección.

3.3.3 Distribución de agua potable

En función de la distancia y la altitud de los consumidores finales con relación a las instalaciones de tratamiento, las emisiones de gases de efecto invernadero en la etapa de distribución del agua potable dependerán del consumo de energía asociado al transporte del agua potable desde las instalaciones hasta los consumidores finales. Por lo general, esta etapa requiere el uso de un sistema de bombeo en la red del sistema de distribución a fin de llevar el agua hasta los consumidores finales con la presión mínima necesaria. Esta varía en función de la región: en zonas muy urbanizadas con edificios muy altos la presión es mayor. En la mayoría de los casos, las emisiones de gases de efecto invernadero son emisiones indirectas procedentes del consumo de electricidad de la red para poner las bombas en funcionamiento; sin embargo, al igual que en el caso de las etapas de captación y tratamiento de agua potable, también pueden registrarse emisiones directas de gases de efecto invernadero derivadas de la utilización de combustible o de la combustión de los motores o los generadores de emergencia que accionan las bombas. Si el tratamiento del agua potable tiene lugar a una altitud superior a la de la ciudad, es posible transportar el agua a los consumidores finales únicamente gracias a la gravedad, con lo que se evitan emisiones adicionales. Entre los factores principales que afectan a las emisiones en la etapa de distribución del agua potable figuran los siguientes:

- **Agua potable demandada por los consumidores finales**

Al igual que en las dos etapas previas, la cantidad de agua potable demandada afecta a las emisiones de gases de efecto invernadero generadas durante la etapa de distribución del agua potable.

Cuanta mayor sea la demanda de agua potable, más cantidad debe distribuirse y bombearse a los clientes. Los consumidores finales inciden en las emisiones. Por consiguiente, cuanto menor sea la demanda de agua potable, menos emisiones se generarán durante la etapa de distribución.

- **Pérdidas de agua**

Debido a cómo funcionan los sistemas de agua potable, que deben mantener determinadas presiones o volúmenes en los tanques de almacenamiento, toda pérdida de agua del sistema requerirá energía adicional para su recuperación y distribución a los consumidores finales. Por consiguiente, cuanto menor sea la pérdida de agua del sistema, menos emisiones se generarán durante la etapa de distribución.

- **Eficiencia de bombeo**

Suponiendo que las condiciones de altura de bombeo y el volumen de agua son óptimos, la eficiencia de bombeo puede condicionar el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema de distribución. Por tanto, cuanto mayor sea la eficiencia de bombeo, menos emisiones se generarán en la etapa de distribución. El cambio climático y la situación demográfica ejercerán más presión sobre las bombas actuales, ya que será necesario bombear el agua durante más tiempo y posiblemente a mayores distancias. Estos factores darán lugar a que la eficiencia cobre una importancia incluso mayor con el tiempo.

3.3.4 Recolección de aguas residuales

Las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la etapa de recolección de aguas residuales pueden incluir (entre otras) emisiones indirectas de dióxido de carbono procedentes del consumo de electricidad de la red para bombear las aguas residuales mediante motores eléctricos, así como emisiones directas derivadas del consumo de combustible en el caso de las bombas accionadas o alimentadas por motor. El consumo de energía para el bombeo depende de la cantidad de aguas residuales bombeadas, así como de la distancia y la altitud a la que se encuentren los consumidores finales con relación a la planta de tratamiento de aguas residuales. El metano se produce por metanogénesis cuando en los sistemas de alcantarillado se presentan ciertas condiciones anaeróbicas (Guisasola *et al.*, 2008), y se emite en fases posteriores al desprenderse del líquido y pasar al aire. Por lo general, los períodos largos de retención en las alcantarillas aumentan el riesgo de que se produzca metano y se generen emisiones (Foley *et al.*, 2010). Las emisiones de metano presentan un potencial de calentamiento atmosférico notablemente superior a las de dióxido de carbono, por lo que, en la medida de lo posible, debe otorgarse la máxima prioridad a minimizar los tiempos de retención en los sistemas de recolección, independientemente de si funcionan por gravedad o a presión, a fin de reducir las emisiones de este gas. Pese a que algunos estudios han observado que las emisiones de óxido nítrico procedentes de las alcantarillas son significativas (Short *et al.*, 2014), todavía no se comprenden muy bien las condiciones que dan lugar a las emisiones de óxido nítrico en el alcantarillado. Entre los factores principales que afectan a las emisiones en la etapa de recolección de aguas residuales figuran los siguientes:

- **Agua potable demandada por los consumidores finales**

Cuanta más agua potable demanden y utilicen los hogares, más agua se verterá en las alcantarillas y, en algunos casos, deberá ser bombeada posteriormente. Por otra parte, cuantas más aguas residuales afluían al alcantarillado, mayor será la posibilidad de que se produzca y emita metano. La demanda de los consumidores finales incide en las emisiones de gases de efecto invernadero. Por consiguiente, cuanto menor sea la demanda de agua potable, menos emisiones se generarán durante la etapa de recolección de aguas residuales.

- **Eficiencia de bombeo**

Suponiendo que las condiciones de altura de bombeo y el volumen de agua son óptimos, la eficiencia de bombeo puede condicionar el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema de recolección. Por tanto, cuanto mayor sea la eficiencia de bombeo, menos emisiones se generarán en la etapa de recolección de aguas residuales.

- **Infiltración y afluencia**

En el caso de los sistemas de alcantarillado que requieren bombeo, cuanto mayor sea la infiltración y el flujo de entrada de agua en el sistema de recolección, mayor será el consumo de energía necesario para bombear el agua adicional. Por consiguiente, cuanto menor sea la infiltración y la afluencia, menos emisiones se generarán durante la etapa de recolección de las aguas residuales.

- **Descarga directa de aguas residuales**

La descarga directa de aguas residuales sin tratar puede generar emisiones de metano y óxido nítrico en las aguas receptoras. Esto sucede cuando no todas las aguas residuales se recogen y

transportan a la planta de tratamiento de aguas residuales. Por tanto, incrementar el área de cobertura del tratamiento de aguas residuales mediante la recolección y el transporte de un mayor volumen hasta la planta de tratamiento de aguas residuales puede reducir o eliminar estas emisiones de gases de efecto invernadero.

3.3.5 Tratamiento de aguas residuales

En la mayoría de los casos, las emisiones indirectas de dióxido de carbono procedentes del consumo de electricidad de la red para alimentar los equipos electromecánicos —entre otros, las bombas, los aireadores, los mezcladores y los desarenadores— requeridos por varias operaciones de la unidad de tratamiento de aguas residuales representan la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero de una planta de tratamiento de aguas residuales. Normalmente, el proceso de aireación es el que consume más energía. Por consiguiente, deberían analizarse las oportunidades de optimizar el sistema de aireación y el control siempre que sea posible, suponiendo que pueda controlarse la entrada de aire y medirse el oxígeno disuelto en breves intervalos de tiempo a lo largo del día. En algunos casos, el óxido nítrico, que se produce a partir de los procesos de eliminación biológica de nitrógeno, afecta a la huella de carbono de la planta de tratamiento de aguas residuales, en especial debido a su mayor potencial de calentamiento atmosférico (300 veces el del dióxido de carbono). En consecuencia, siempre que sea posible, la reducción de las emisiones de óxido nítrico mediante la optimización de los procesos tiene máxima prioridad. Puede consultarse más información sobre el óxido nítrico y cómo se produce en la metodología de la ECAM, disponible en la plataforma de conocimientos¹³. Existe la posibilidad de que se produzcan emisiones adicionales de metano derivadas de la combustión incompleta del biogás durante la digestión anaeróbica, la gestión inadecuada de los sistemas de lodos activados, fugas en las tuberías de biogás y el almacenamiento de los lodos. También pueden producirse emisiones directas de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico a raíz del consumo de combustible o la combustión de bombas y aireadores a motor. La eliminación externa de lodos genera metano y óxido nítrico, y los volúmenes de emisión dependen del método de eliminación y el tipo de lodo (es decir, digerido o no digerido). Entre los factores principales que afectan a las emisiones en la etapa de tratamiento de las aguas residuales figuran los siguientes:

- **Agua potable demandada por los consumidores finales**

Cuanta más agua se demande y utilice, más cantidad de aguas residuales deberá tratar el sistema. Los consumidores finales repercuten en las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la etapa de tratamiento de aguas residuales a causa de la cantidad de agua potable que consumen y la forma en que lo hacen. Por consiguiente, cuanto menor sea la demanda de agua potable, menos emisiones se generarán durante la etapa de tratamiento de aguas residuales.

- **Eficiencia de bombeo**

Suponiendo que las condiciones de altura de bombeo y el volumen de agua son óptimos, la eficiencia de bombeo condiciona el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero del tratamiento de las aguas residuales. Por tanto, cuanto mayor sea la eficiencia de bombeo, menos emisiones se generarán en la etapa de tratamiento de las aguas residuales.

- **Infiltración y afluencia**

¹³ En el siguiente enlace puede consultarse la metodología de la ECAM: <http://climatesmartwater.org/library/ecam-methodology/>.

Cuanto mayor sean la infiltración y el flujo de entrada de agua en el sistema de recolección y el transporte hasta la planta de tratamiento de aguas residuales, más energía se utilizará para procesar el agua adicional que ha ingresado en el sistema. Por consiguiente, cuanto menor sea la infiltración y el flujo de entrada de agua, menos emisiones se generarán durante la etapa de tratamiento de las aguas residuales.

- **El grado de tratamiento**

Cuanto más estricto sea el tratamiento necesario (que en general se basa en la calidad de las aguas receptoras), más emisiones de gases de efecto invernadero se generarán, principalmente a consecuencia del consumo energético que requiere la aireación. Por el contrario, cuanto más laxo sea el tratamiento necesario, menos emisiones se generarán durante la etapa de tratamiento de las aguas residuales.

- **Carga de amoníaco y control de la aireación**

Las cargas diurnas de amoníaco que llegan a la planta de tratamiento de aguas residuales y cómo se controla la aireación para eliminar el amoníaco (cuando es necesario) pueden repercutir de forma significativa tanto en el consumo de energía como en las emisiones de óxido nítrico. En función de las concentraciones o las cargas de amoníaco, el exceso o la carencia de oxígeno disuelto pueden dar lugar a la producción y la emisión de grandes cantidades de óxido nítrico. El control del oxígeno disuelto en los reactores biológicos es fundamental. Por tanto, una concentración adecuada de oxígeno disuelto puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en la etapa de tratamiento de aguas residuales.

- **Relación demanda química de oxígeno/nitrógeno total (DQO/N)**

La relación DQO/N en las aguas residuales puede influir en las emisiones de óxido nítrico derivadas de la desnitrificación heterótrofa. Una baja relación DQO/N, derivada de aguas residuales con un contenido limitado en carbono, puede inhibir los pasos necesarios para reducir el nitrato a gas nitrógeno durante la desnitrificación. En estos casos, puede acumularse y emitirse óxido nítrico —que en este proceso constituye un producto intermedio—, en lugar de reducirse a gas nitrógeno. La adición externa de carbono puede contribuir simultáneamente al proceso de eliminación del nitrógeno y a minimizar las emisiones de óxido nítrico.

- **Producción y valorización de biogás**

El hecho de si se produce y se valoriza biogás para compensar el consumo eléctrico procedente de la red o el combustible de los motores puede afectar de forma significativa a la huella de carbono de la planta de tratamiento de aguas residuales. Por consiguiente, cuanto más biogás se produzca y se utilice como energía, menos emisiones de gases de efecto invernadero se producirán en la etapa de tratamiento de aguas residuales.

- **Tratamiento *in situ***

Los residentes que no obtienen servicios de tratamiento de aguas residuales de la empresa de agua y saneamiento deben recurrir a su propio tratamiento *in situ*, por ejemplo mediante tanques sépticos, los cuales producirán emisiones de gases de efecto invernadero adicionales. El volumen de emisiones varía en función del tipo de tratamiento y la calidad del mantenimiento y las reparaciones que se hacen en el sistema de tratamiento. En consecuencia, cuanto mejor sea el mantenimiento de los sistemas *in situ*, menos emisiones se producirán en la etapa de tratamiento de aguas residuales.

3.3.6 Descarga o reutilización de aguas residuales

Si el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales se libera al medio ambiente y se descarga en un cuerpo de agua receptor, las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes se deben al bombeo. Este es necesario en función de la altitud y la distancia entre el punto de descarga y la planta de tratamiento de aguas residuales. Por otra parte, el óxido nítrico es emitido por el nitrógeno descargado¹⁴ en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales. Si, en su lugar, el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales se reutiliza, las emisiones resultantes dependerán de los elementos siguientes:

1. el tipo de tratamiento necesario, que se basa en el tipo de reutilización y los equipos electromecánicos necesarios, entre otros, las bombas, las turbinas, los aireadores, los mezcladores y las unidades generadoras de luz ultravioleta;
2. la distancia y el volumen de agua que, o bien se bombea, o bien se transporta en camión a los clientes para su reutilización. Si la reutilización del agua reciclada es de tipo indirecto o directo como agua potable, el consumo será más elevado a causa del proceso de filtración mediante membrana u ósmosis inversa, que requiere gran cantidad de energía.

Entre los factores principales que afectan a las emisiones en la etapa de descarga o reutilización figuran los siguientes:

- **Agua reutilizada demandada por los consumidores finales**

Cuanto mayor sea la demanda de aguas reutilizadas, mayor será el efluente de aguas residuales que deberá ser tratado o suministrado. Los consumidores finales repercuten en las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la etapa de descarga o reutilización por la forma en que utilizan el agua. Por consiguiente, cuanto menor sea la demanda de agua reutilizada, menos emisiones se generarán durante la etapa de descarga o reutilización. Sin embargo, la reutilización del agua en general ofrece ciertas ventajas comparativas desde el punto de vista de la seguridad hídrica o la reducción de las emisiones.

- **Eficiencia de bombeo**

Suponiendo que las condiciones de altura de bombeo y el volumen de agua son óptimos, la eficiencia de bombeo condiciona el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Por tanto, cuanto mayor sea la eficiencia de bombeo, menos emisiones se generarán en la etapa de descarga o reutilización.

- **Infiltración y afluencia**

Cuanto mayor sean la infiltración y el flujo de entrada de agua en el sistema de recolección y el transporte hasta la planta de tratamiento de aguas residuales, más energía se utilizará para descargar el agua adicional si es necesario bombearla. Por consiguiente, cuanto menor sea la infiltración y el flujo de entrada de agua, menos emisiones se generarán durante la etapa de descarga o reutilización.

A fin de sintetizar la información que aquí se detalla, en la tabla sinóptica de emisiones disponible en la plataforma de conocimientos¹⁵ se indican las posibles fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del ciclo urbano del agua generadas por las empresas de agua y saneamiento y los distintos factores que influyen en ellas.

¹⁴ Véase la metodología de la ECAM: <http://climatesmartwater.org/library/ecam-methodology/>.

¹⁵ Consúltense la tabla resumen de emisiones (Emissions Overview Table) en ClimateSmartWater.org.

	Captación de agua	Tratamiento de aguas	Distribución del agua	Recolección de aguas residuales	Tratamiento de aguas residuales	Descarga o reutilización de aguas residuales	
Ámbito 1: emisiones directas							
Emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O procedentes del transporte de agua en camiones (agua potable, aguas residuales, agua reutilizada)			●	○		●	
Emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O procedentes de la combustión estacionaria de combustibles fósiles <i>in situ</i>	●	●	●	●	●	●	
CH ₄ procedente del alcantarillado o del tratamiento de aguas residuales				○	●		
N ₂ O procedente del alcantarillado o del tratamiento de aguas residuales				○	●		
Ámbito 2: emisiones indirectas							
Emisiones indirectas del consumo eléctrico	●	●	●	●	●	●	
Ámbito 3: otras emisiones indirectas							
Emisiones derivadas de la fabricación o el transporte de sustancias químicas		○			○		
Emisiones derivadas de los materiales de construcción empleados	○	○	○	○	○	○	
Emisiones de CH ₄ y N ₂ O procedentes de la descarga de aguas residuales recolección s sin tratar				●			
Emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O procedentes del transporte de los lodos fuera de la instalación mediante camiones					●		
CH ₄ y N ₂ O procedentes de la gestión de lodos					●		
Emisiones de N ₂ O procedentes de la descarga de efluentes en aguas receptoras						●	
	○	Emisiones no cuantificadas en la Herramienta ECAM, pese a su existencia			●	Emisiones cuantificadas en la herramienta ECAM	

Recuadro 2. Emisiones directas e indirectas en cada una de las etapas del ciclo urbano del agua.

3.4 Efectos acumulados a lo largo de las distintas etapas

A medida que el agua va avanzando por cada una de las etapas del ciclo urbano del agua los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero se acumulan, magnifican e interactúan. Las empresas de agua y saneamiento pueden desplazarse mejor por el ciclo mediante la aplicación de diversas soluciones que no solo tienen por objeto minimizar las emisiones en cada una de las etapas, sino también sus efectos acumulados. El factor que más influye con diferencia en las emisiones finales del ciclo urbano del agua es la forma en que los consumidores finales emplean y consumen el agua potable y el volumen total dedicado a distintos fines. Los efectos del agua demandada por los consumidores finales pueden ir surgiendo a lo largo de todo el ciclo desde la captación del agua potable hasta la descarga o reutilización de las aguas residuales. En el caso de la reutilización del agua, se pueden compensar algunas de las emisiones de gases de efecto invernadero, en función de cómo se reutiliza el agua y si sustituye al agua potable en usos que no requieren agua potable, como el riego. En este último caso, es posible evitar las emisiones asociadas con la captación de agua potable, su tratamiento y distribución. Por otra parte, se generarían menos emisiones de óxido nitroso en los cuerpos de agua receptores, a consecuencia de una menor descarga de efluentes procedentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.

¿Qué sucede si una etapa repercute en otras etapas del ciclo urbano del agua y sus efectos se acumulan a las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en etapas previas o posteriores? Como se ha indicado, la pérdida de agua en el sistema de distribución de agua potable puede repercutir en las emisiones derivadas de la captación, el tratamiento y la distribución del agua potable. La infiltración y el flujo de entrada de agua en el sistema de recolección de aguas residuales no solo afecta a dicho sistema, sino también a las etapas de tratamiento y descarga o reutilización de aguas residuales; esto se debe a que cuanto más agua ingrese en el sistema de recolección, más se transportará a la planta de tratamiento de aguas residuales y se descargará.

3.5 La necesidad de adoptar un enfoque holístico y crítico

Si analizamos más detenidamente cada una de las etapas del ciclo urbano del agua, podremos observar que todas ellas están interconectadas y dependen de varios factores. Por tanto, la única forma de abordar con eficacia la gestión del ciclo consiste en analizarlo de forma holística, lo cual implica tener en cuenta a la vez cada una de las partes del todo. La adopción de este planteamiento facilitará la adopción de decisiones precisas a la hora de evaluar las oportunidades de mejora y la solución óptima que reducirá simultáneamente las emisiones de gases de efecto invernadero. El enfoque holístico analiza en primer lugar la forma en que una solución propuesta puede corregir una dificultad prioritaria a la que se enfrenta la empresa de agua y saneamiento, para después examinar la repercusión de esa solución en otras partes del sistema, incluidas las emisiones totales. Además, un enfoque holístico tiene en cuenta las compensaciones de cada solución en su contexto. Por ejemplo, la desalinización, así como la reutilización tanto directa como indirecta de aguas recicladas potables, pueden constituir individualmente soluciones viables para complementar el suministro existente y mitigar la escasez de agua; no obstante, por lo general, la huella de carbono que producen es mayor, ya que sus procesos consumen gran cantidad de energía. Este impacto podría mitigarse con su sustitución por energía renovable. Un proceso de planificación holístico acertado tendrá en cuenta las compensaciones y tratará de minimizar o compensar los inconvenientes a la hora de seleccionar las soluciones que se aplicarán.

La producción de biogás es otro ejemplo. Un enfoque holístico tendrá en cuenta cada uno de los factores siguientes si en la actualidad la planta de tratamiento de aguas residuales no produce biogás y está estudiando la posibilidad de incorporar la digestión anaeróbica para producirlo.

- Incorporar la digestión anaeróbica consume gran cantidad de energía para bombear, mezclar y calentar los lodos. En el caso de la valorización de biogás, la energía recuperada debería compensar la energía necesaria para producir el propio biogás; si esto no se tiene en cuenta, los beneficios podrían ser inferiores de lo previsto.
- La digestión de lodos también reducirá la cantidad que debe eliminarse fuera de la instalación, lo cual reduce las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la eliminación de lodos.
- La incorporación de la digestión anaeróbica puede requerir capacidad de tratamiento adicional como consecuencia del aumento de carga de los flujos de retorno del sobrenadante y el concentrado de los digestores hasta la cabeza del proceso, lo que también requiere un mayor consumo energético.

Estos son tan solo algunos aspectos del contexto que deben tenerse en cuenta, aunque el enfoque holístico proporciona una imagen de conjunto a la hora de gestionar todas las etapas del ciclo urbano del agua. Se trata de una perspectiva fundamental para adoptar un enfoque integrado y hacer efectivo el cambio de mentalidad en el sector de las aguas urbanas en su conjunto.

3.6 Análisis de la viabilidad: consideraciones esenciales para obtener resultados satisfactorios

La aplicación de soluciones en la empresa de agua y saneamiento que a la vez sean medidas eficaces de reducción de los gases de efecto invernadero no puede producirse en un contexto aislado. Si no se dispone de una imagen realista de la trayectoria actual y futura de la empresa de agua y saneamiento, a largo plazo podrían perderse oportunidades o realizarse malas inversiones. Este aspecto también debería tener en cuenta los avances de la tecnología y su sustitución con el tiempo. Por ende, los planes maestros de las empresas de agua y saneamiento (o su planificación a mediano y largo plazo) deben ser revisados junto con la planificación del capital a corto plazo. Este análisis permitiría identificar el plan de financiación adecuado y los plazos de las medidas de aplicación elegidas.

Por ejemplo, un estudio de referencia puede indicar que deben sustituirse las bombas poco eficientes. No obstante, si simplemente son sustituidas por bombas más eficientes de la misma capacidad, existe el riesgo de que unos años más tarde la demanda de agua exija condiciones de funcionamiento distintas y provoque que las bombas dejen de ser eficientes, o lo que es peor, que resulten inadecuadas y deban ser sustituidas de nuevo. En esta hipótesis a largo plazo, en la que inicialmente la sustitución de las bombas tendría un costo de millones de euros, este podría duplicarse con creces en poco tiempo si estas tuvieran que ser sustituidas nuevamente. Esto demuestra que es fundamental adoptar una perspectiva holística y a largo plazo con miras a elegir una solución cuyos beneficios sean duraderos.

Una vez comprendido el ciclo urbano del agua etapa por etapa, identificadas las oportunidades de mejoras y elaborada la planificación completa teniendo en cuenta todos los factores contextuales que influyen en los factores impulsores y las dificultades particulares de la empresa de agua y saneamiento, puede realizarse un estudio de viabilidad con vistas a la preparación para la fase de aplicación. El estudio de viabilidad debe estar estructurado de tal forma que también sea válido para ser revisado por entidades de financiación externa y partes interesadas urbanas. Es preferible preparar unas directrices sobre el contenido del estudio de viabilidad, de forma que pueda resultar convincente para presentarlo ante una entidad de financiación y a las partes interesadas. Estos son algunos de los componentes que podría incluir:

- una descripción detallada de las medidas técnicas y los costos de funcionamiento e inversiones asociadas (es decir, un estudio de viabilidad técnica);

- una descripción detallada de cómo la política y los mecanismos de financiación pueden facilitar la adopción de las medidas (es decir, viabilidad financiera);
- una demostración de cómo el proyecto puede ayudar a la comunidad en su conjunto y vincularse con otros proyectos locales –como la rehabilitación de espacios para el desarrollo de proyectos de ecoturismo y viviendas seguras– y actuar en su beneficio;
- cronograma y medidas subsiguientes que favorezcan el avance del proyecto.

Partiendo de un estudio de viabilidad exhaustivo, el servicio público está listo para poner en marcha sus planes a la acción, y el paso siguiente consiste en la aplicación de medidas viables.

3.7 Adaptación de las oportunidades a los objetivos, los factores impulsores y los elementos de apoyo de la empresa de agua y saneamiento

Son muchos los proyectos que puede llevar a cabo una empresa de agua y saneamiento; sin embargo, resulta útil tener en cuenta cómo pueden relacionarse sus objetivos individuales con las mejores oportunidades disponibles, lo cual también puede abrir las puertas a nuevos métodos de financiación. En los apartados anteriores se han proporcionado ejemplos de cómo los factores impulsores pueden generar reducciones directas o indirectas de las emisiones de gases de efecto invernadero; sin embargo, se recomienda analizar de nuevo los objetivos, los factores impulsores, las oportunidades y los elementos de apoyo mediante un análisis matricial. Crear la matriz única de la empresa de agua y saneamiento puede contribuir a localizar los puntos en los que concentrar las iniciativas de recopilación de datos, evaluar las emisiones y explorar las oportunidades que se adaptan a los objetivos actuales de la empresa de agua y saneamiento. Esta estrategia holística es fundamental para focalizar las actividades de evaluación de los gases de efecto invernadero (segundo paso) y analizar las oportunidades (tercer paso) que son viables para el servicio público desde el punto de vista económico y pueden propiciar, a su vez, beneficios a largo plazo para el desempeño del servicio y la reducción de las emisiones. En el gráfico 11 puede observarse cómo, partiendo de la financiación que pueda estar disponible para determinadas oportunidades de reducción de los gases de efecto invernadero, es posible hacer un seguimiento de la reducción hasta cumplir los objetivos de la empresa de agua y saneamiento.

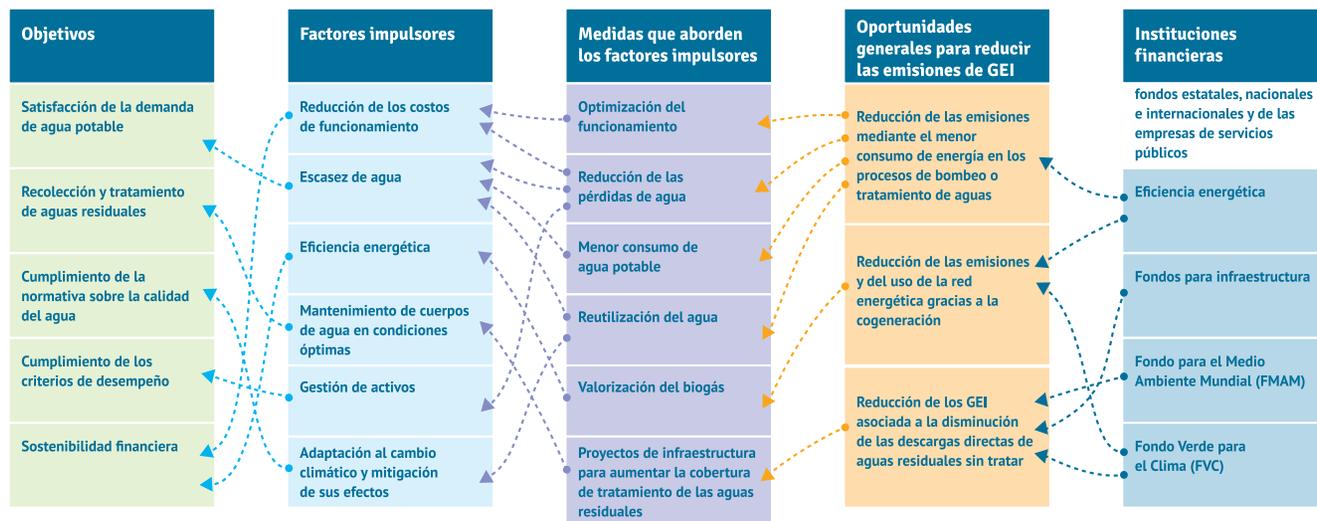


Gráfico 11. Adaptación de las oportunidades de reducir los gases de efecto invernadero a los objetivos, los factores impulsores y los elementos de apoyo únicos de la empresa de agua y saneamiento.

Cuarto paso. Aplicar las medidas: puesta en marcha de los planes

Este paso se centra en qué se necesita realmente para aplicar las medidas que permitirán reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Sirve de orientación a las empresas de agua y saneamiento de cara a la identificación de los elementos de apoyo necesarios para facilitar la aplicación de las medidas futuras, al tiempo que las incita a reflexionar de forma estratégica sobre el ciclo de desarrollo del proyecto a largo plazo. Los principales elementos de apoyo mencionados son las estrategias de financiación, la capacidad de la empresa de agua y saneamiento, las políticas en vigor y la colaboración de las partes interesadas.

El tercer paso se centra en identificar las medidas técnicas que permiten que las empresas se ocupen de sus objetivos y factores impulsores, pero también contribuyan a reducir las emisiones. Las empresas de agua y saneamiento pueden aplicar dos tipos de medidas que dan lugar a una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, a saber:

- 1) medidas técnicas que hacen frente directamente a un problema de actualidad;
- 2) medidas relacionadas con la creación de un entorno propicio y una mayor capacidad para la aplicación futura de las medidas técnicas. Ambas estrategias resultan productivas, y la segunda se considera de gran importancia cuando apenas se inicia el proceso de planificación, ya que puede que el desarrollo del proyecto requiera en primer lugar examinar la orientación de la política en cuestión y el desarrollo del programa –incluso la posibilidad de que se trate de una cartera de proyectos relacionados y una sola medida aislada.

La aplicación de medidas técnicas directas requiere una visión clara, competencia y capacidad para autofinanciarse o acceder a medios de financiación, cuestiones que se abordan en el siguiente apartado. El segundo tipo de medida está relacionado con la mejora del entorno propicio mediante el fomento de la capacidad, políticas y la colaboración de las partes interesadas. Estas «medidas blandas» son esenciales para la obtención de resultados satisfactorios y la duración a largo plazo del ciclo de desarrollo del proyecto de una empresa de agua y saneamiento, y se analizan en los próximos apartados.

4.1 Financiación

4.1.1 Descripción del déficit de financiación habitual

Existen tres tipos de ingresos que contribuyen a equilibrar el presupuesto de una empresa de agua y saneamiento, tal como se indica en el gráfico 12.

- Tarifas: pagos del usuario (incluido el autoabastecimiento).
- Impuestos: subsidios del sector público, ayudas a la inversión y subvenciones para funcionamiento y mantenimiento.
- Transferencias: subsidios de fuentes externas, es decir, asistencia oficial para el desarrollo, organizaciones no gubernamentales y responsabilidad social de las empresas.

En una empresa de agua y saneamiento que goza de buena salud financiera, los presupuestos de funcionamiento se destinan a mejorar las actividades cotidianas y optimizar el sistema, lo cual incluye algunas medidas de reducción de GEI que pueden aplicarse sin requerir apoyo adicional. Cuando son necesarios presupuestos de mejora del capital para financiar los proyectos de infraestructuras, el déficit de financiación puede cubrirse mediante diversos mecanismos, entre los que se incluye la financiación privada. La financiación privada se aplica en especial a las medidas relacionadas con el ahorro de agua y energía o la producción energética que generan un ahorro en el presupuesto de funcionamiento de la empresa de agua y saneamiento. Este se convierte en un ingreso que debe reembolsarse a las organizaciones de financiación privada. Cuando la inversión en infraestructuras genera beneficios asociados para el medio ambiente, el crecimiento económico o el bienestar de la población, el sector público cubre el déficit de financiación.

Toda forma de financiación privada debe reembolsarse, lo cual se garantiza elaborando un presupuesto equilibrado entre los costos, las tarifas, los impuestos y las transferencias, además de la previsión de ahorro de costos. Para ello se requiere presentar una propuesta de proyecto financiable (véase la sección 4.1.2).

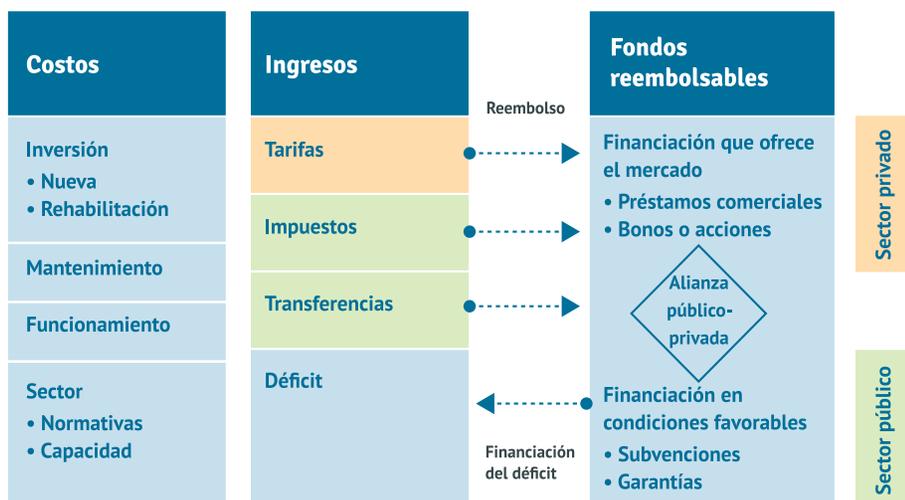


Gráfico 12. Métodos de que disponen los servicios de aguas para cubrir sus déficits de financiación.

4.1.2 Presentación de los mecanismos para cubrir el déficit de financiación

Son varios los instrumentos a los que se puede recurrir en el sector del agua a fin de movilizar y aprovechar más recursos financieros y prestar apoyo a las empresas para que alcancen sus objetivos de cobertura y calidad de servicio. Demostrar que hacer frente a las dificultades de la empresa de agua y saneamiento también contribuye a reducir los gases de efecto invernadero puede dar lugar a que la empresa (o la administración que la financia) solicite nuevos mecanismos de financiación relacionados con las metas mundiales de mitigación del cambio climático. En el recuadro 3 se recoge un resumen muy general de los tipos de mecanismos existentes en el plano nacional e internacional. Es necesario preparar un resumen más concreto para cada uno de los países, por lo que no es posible incluirlo aquí. Cabe señalar que donantes internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Asiático de Desarrollo, el Banco Africano de Desarrollo o el Banco Mundial, que con frecuencia financian proyectos de infraestructura en países en desarrollo, tratan de incluir cada vez más la adaptación al cambio climático y su mitigación en los procedimientos de evaluación de proyectos.

Lo que es importante destacar es que la solidez económica de la empresa de agua y saneamiento constituye un factor clave para acceder a la mayor parte de estos mecanismos de financiación, que se facilitan a modo de préstamos y que en última instancia deben reembolsarse.

En el recuadro 4 se presentan ejemplos de diversos mecanismos de financiación asociados con las medidas de reducción de los gases de efecto invernadero. Se ha de tener presente que no se trata de una lista exhaustiva. Se alienta a las entidades de agua y saneamiento a consultar otros recursos y orientaciones adicionales en la plataforma de conocimientos, así como evaluaciones independientes de los mecanismos de financiación correspondientes.

 Financiación de la infraestructura de aguas Estatal, regional o nacional	 Financiación de la eficiencia energética Estatal, regional o nacional
 Iniciativas de los bancos de desarrollo Grandes bancos internacionales de desarrollo, como el BID, ofrecen fondos para proyectos que se ajusten a sus objetivos	 Financiación de la adaptación al cambio climático Desde grandes fondos internacionales independientes hasta iniciativas gubernamentales como ESCO (Comisión Europea)
 Alianzas entre partes interesadas en zonas urbanas La financiación que provenga de asociados de proyectos conjuntos puede aumentar el presupuesto	 Responsabilidad social de las empresas Financiación de las políticas o estrategias para empresas de agua y saneamiento privadas destinadas a incorporar la responsabilidad social en sus operaciones

Recuadro 3. Entidades generales de financiación para iniciar la búsqueda de fuentes de financiación adecuadas para los proyectos de adaptación. Acrónimos utilizados: clasificación europea de capacidades/competencias, cualificaciones y ocupaciones (ESCO) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Medidas de reducción de los GEI	Posibles medidas	Posible mecanismo de financiación
Mejoras en la eficiencia energética de una estación de bombeo	Optimización del bombeo; dirección y funcionamiento del control de supervisión y adquisición de datos (SCADA); sustitución de bombas, motores o equipos eléctricos; instalación de variadores de frecuencia; mejora de la instrumentación; reparación de la dirección asistida y de fugas o infiltración del sistema para reducir el volumen de bombeo	Presupuesto de la entidad de agua y saneamiento, financiación nacional destinada a la eficiencia energética, clasificación europea de capacidades/competencias, cualificaciones y ocupaciones (ESCO)
Mejoras en la eficiencia energética de una planta de tratamiento de agua potable y una planta de tratamiento de aguas residuales	Optimización del bombeo; sustitución de bomba, aireador, motores o elementos eléctricos; instalación de variadores de frecuencia; mejora de la instrumentación; control automático, limpieza o sustitución de los difusores para aumentar la eficiencia de la transferencia de oxígeno; optimización de la aireación	Presupuesto de la entidad de agua y saneamiento, financiación nacional destinada a la eficiencia energética, ESCO
Aumento de la cobertura de tratamiento de aguas residuales	Aumentar la proporción de aguas residuales que se depuran en la planta de tratamiento de aguas residuales mediante la ampliación del sistema de recolección, y minimizar la descarga directa a cuerpos de agua y las elevadas emisiones conexas indirectas de GEI procedentes de ellas	Presupuesto de la empresa de agua y saneamiento, financiación nacional destinada a infraestructura, Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) ¹⁶
Producción de biogás a partir de aguas residuales procedentes de tanques sépticos o sistemas de tratamiento in situ	Recolección de aguas residuales de residencias y negocios para su digestión o tratamiento anaeróbico y cogeneración en la planta de tratamiento de aguas residuales, uso de biogás para los camiones de transporte de lodos	FMAM, Fondo Verde para el Clima (FVC) ¹⁷
Recolección del agua de lluvia	Recolección del agua de lluvia en hogares y negocios para reducir el flujo de aguas residuales, así como los gastos de funcionamiento y de capital, proporcionar capacidad de reserva, obtener beneficios integrados de la reducción del consumo energético y las emisiones en el agua potable y poner en marcha la adaptación al cambio climático	FMAM, FVC
Reutilización del agua	Reutilización a varias escalas (por ejemplo, tratamiento de aguas residuales grises para riego y retretes o efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales para riego), con el fin de reducir los flujos de agua potable y aguas residuales, así como los costos de funcionamiento y de capital, proporcionar capacidad de reserva, obtener beneficios integrados de la reducción del consumo energético y las emisiones (agua potable y aguas residuales) y poner en marcha la adaptación al cambio climático	FMAM, FVC
Energía renovable (solar)	Instalación de paneles solares en las plantas de tratamiento de agua potable y las plantas de tratamiento de aguas residuales a fin de dotarlas de electricidad	Financiación nacional para la eficiencia energética, ESCO

Recuadro 4. Resumen de las oportunidades de reducción de GEI y de financiación en el sector del agua.

¹⁶ Puede obtenerse más información en el enlace siguiente: www.thegef.org.

¹⁷ Puede obtenerse más información en el enlace siguiente: www.greencimate.fund.

4.1.3 Características de un proyecto «financiable»

Como ya se ha mencionado, colaborar con el sector privado en la financiación de un proyecto requiere preparar un proyecto financiable. A continuación se detallan los principales elementos de un proyecto financiable:

- Viabilidad financiera de los proyectos: ¿se podrá devolver el dinero?, ¿generará rentabilidad?
- Solidez financiera de la empresa de agua y saneamiento: flujo de caja, rentabilidad, balance.
- Gestión y capacidad técnica: gestión de proyectos.
- Fiabilidad de las cifras proporcionadas: ¿se han calculado con precisión?
- Riesgos: ¿han sido identificados?, ¿pueden gestionarse? (p. ej. tarifas, subsidios de funcionamiento).

La viabilidad financiera del proyecto se evalúa mediante el período de amortización, el valor actual neto del proyecto completo, la tasa de rentabilidad interna y, cada vez con más frecuencia, un análisis de la relación costo-beneficio, que no se limita a los elementos exclusivamente financieros, sino que incluye beneficios como la protección del medio ambiente, el crecimiento económico de la ciudad o el bienestar de las personas. En el recuadro 5 se proporciona más información sobre cada uno de estos elementos.

Tras elaborar una estrategia más detallada, es necesario revisar el análisis de la relación costo-beneficio y la actual planificación del capital o maestra, así como las oportunidades derivadas de las iniciativas conjuntas con partes interesadas del sector de las aguas urbanas. Posteriormente puede desarrollarse un proyecto financiable dirigido a lograr mejoras a largo plazo y repercusiones tangibles en la reducción de gases de efecto invernadero. Cuando se desarrolle con estos objetivos comunes en mente, el proyecto debe disponer de datos adecuados para adaptarse a los criterios de las posibles entidades de financiación. La calidad de los datos condiciona los resultados de las propuestas de proyecto, por lo que para completar este proceso son necesarias herramientas informáticas adecuadas como ECAM. Cuando se presenta una nueva propuesta de proyecto, esta debe demostrar objetivos claros y viables con las correspondientes actividades previstas, junto con una estimación lo más aproximada posible de los aspectos siguientes: repercusiones de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, información técnica de los equipos o la infraestructura necesaria para el proyecto (al menos antes de determinar su viabilidad), información financiera (inversión necesaria y costos de funcionamiento y mantenimiento), una contribución de la administración pública o la empresa de agua y saneamiento, fuentes de ingresos y ahorro posible. Además, se recomienda llevar a cabo una evaluación del ciclo de vida de la medición escogida antes de proceder a aplicarla, así como durante las fases de planificación, ya que puede aportar solidez a la propuesta.

Otras repercusiones cuantificables económicamente, por ejemplo, la contribución de un proyecto a los ODS, las contribuciones previstas determinadas a nivel nacional, u otras iniciativas internacionales sobre el clima y de desarrollo sostenible, resultan beneficiosas y permiten acceder a la financiación internacional para el desarrollo y la lucha contra el cambio climático. A continuación, el proyecto puede identificar los mecanismos más adecuados para su situación concreta y adoptar las trayectorias que resulten más prácticas.

Análisis financiero	Período de amortización	Valor actual neto (VAN)	Tasa interna de rentabilidad	Análisis de la relación costo-beneficio
¿Qué significa?	Número de años para recuperar la inversión inicial	Valor total en la divisa a su valor actual	Generación de «intereses» durante la vida del proyecto	Cuantifica todos los beneficios y costos
Ejemplo	1.5 años	800.000 euros	12% TIR	Análisis de la relación costo-beneficio 1,2
Criterios	Período de amortización < x < años (normalmente menos de 5) para la eficiencia energética en empresas de aguas y aguas residuales	De ser positivo, es rentable	TIR > tasa crítica de rentabilidad (p. ej. intereses bancarios)	Análisis de la relación costo-beneficio > 1
Comentario	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil • Puede resultar engañoso • Costos de financiación • Cuanto menos tiempo, menor riesgo 	Es necesario escoger una tasa de descuento	Fácilmente comparable con un tipo de interés	Tiene en cuenta los beneficios intangibles

Recuadro 5. Algunas variables financieras que deben tenerse en cuenta en la planificación a lo largo del período de vida de un proyecto financiable. En este contexto TIR se refiere a la tasa interna de rentabilidad.

4.2 Capacidad de la empresa de agua y saneamiento: empezar por el principio

La capacidad actual de la empresa de agua y saneamiento se refiere a sus recursos, procesos y tecnología previamente existentes, así como a la capacitación del personal al comienzo del proceso de la hoja de ruta. La formación del personal constituye un componente clave para la viabilidad de la estrategia a largo plazo. Independientemente de si la capacidad actual es adecuada para proseguir con las mejoras previstas, o si se necesitan mejoras adicionales, constituye un elemento esencial. La capacidad para organizar internamente, formular las estrategias, evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero, identificar las oportunidades de reducción y aplicar eficazmente las soluciones depende por completo de la capacidad de la empresa de agua y saneamiento. Contar con un equipo multidisciplinar que cuente con las competencias adecuadas constituye un objetivo fundamental. Además de estas competencias, también es preciso desarrollar proyectos financiables, así como identificar y garantizar la financiación para llevarlos a cabo. Cada empresa de agua y saneamiento parte de una capacidad distinta, por lo que uno de los principales objetivos de esta hoja de ruta consiste en ayudar a detectar y cubrir la falta de capacidad a lo largo de la ejecución de este enfoque holístico centrado en reducir las emisiones de carbono y orientado a la sostenibilidad. La hoja de ruta ha sido diseñada de forma que las empresas de agua y saneamientos pueden poner en marcha el proceso con la capacidad mínima necesaria con miras a identificar los ámbitos de mejora de su sistema, qué fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero existen, la magnitud de dichas emisiones, y cómo encontrar y aplicar soluciones adecuadas. Este proceso también hará que las empresas de agua y saneamiento conozcan en qué punto es necesario recibir servicios de consultoría o apoyo especializado para continuar de forma satisfactoria.

4.3 Políticas en vigor: medidas en curso que facilitan los progresos

Puede que estén en vigor varias políticas o estrategias de distintas instancias públicas que se adapten de forma directa o indirecta a la mitigación del cambio climático en el sector de los recursos hídricos. Estas políticas pueden servir de gran ayuda para que la empresa de agua y saneamiento cumpla sus objetivos internos de mejora cuando sus objetivos comunes están armonizados. Remitirse a estas políticas resultará útil para determinar si la empresa de agua y saneamiento está obligada a cumplirlas y, en segundo lugar, si es posible remitirse a ellas como apoyo al estudio de viabilidad para financiar nuevos proyectos. Estas políticas y estrategias pueden encontrarse tanto en el ámbito municipal, como es el caso de la ciudad de Nueva York, como a escala estatal, regional o nacional. Por lo que respecta al Acuerdo de París, se trata de un ejemplo de política elaborada en el contexto internacional y promulgada en la esfera nacional. A continuación se detallan algunas categorías genéricas de políticas o estrategias que pueden contribuir a los objetivos de reducción de los gases de efecto invernadero en el sector de los recursos hídricos.

- Política o estrategias de reducción de las emisiones municipales, estatales, regionales y nacionales adheridas a las iniciativas de lucha contra el cambio climático.

- Política o estrategias municipales, estatales, regionales y nacionales sobre la eficiencia energética.
- Políticas o estrategias sobre la responsabilidad social de las empresas (para servicios públicos prestados por empresas privadas).

Estas políticas evolucionan constantemente, y asumir el liderazgo en la transición hacia un futuro neutro en carbono puede impulsar nuevas políticas o procesos de revisión de las que están en vigor, lo cual ayudará a las empresas de agua y saneamiento a actuar en pro de un futuro neutro en carbono.

Por ejemplo, en el Perú, el equipo del WaCClIM ha trabajado para que la mitigación de las emisiones de carbono se incluya en el plan obligatorio de adaptación al cambio climático que las entidades de agua y saneamiento deben presentar a las autoridades. En el apartado 4.5 se recoge más información sobre el estudio de caso, y en la plataforma de conocimientos está disponible una versión completa¹⁸.

4.4 Colaboración de las partes interesadas

La colaboración de las principales partes interesadas de la comunidad puede facilitar la introducción de mejoras en el sector de las aguas urbanas mediante el establecimiento de asociaciones duraderas y el apoyo a proyectos concretos. Por ejemplo, si un servicio de recolección de aguas residuales necesita ampliar su cobertura, asociarse con el servicio de abastecimiento de agua potable vecino resulta beneficioso para la ampliación de ambos servicios. En este caso, ambos servicios podrían disponer de argumentos más convincentes para solicitar financiación de forma conjunta.

De la colaboración directa de las partes interesadas urbanas se pueden extraer numerosos beneficios y objetivos comunes, lo cual se recomienda encarecidamente en todas las etapas de la hoja de ruta, sobre todo en aquellas en las que se observe falta de capacidad del personal. Todos los miembros de la comunidad participan en la buena marcha y el desarrollo de su empresa de agua y saneamiento.

Gran parte de las medidas derivadas de la planificación holística en favor del aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos y energéticos, además de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, no pueden ser aplicadas aisladamente por las empresas de agua y saneamiento. Con vistas a que la transición hacia las empresas de agua y saneamiento con bajas emisiones en carbono resulte satisfactoria y, en última instancia, a que el sector de las aguas urbanas preste un servicio bajo en carbono, es necesario colaborar con todas las partes interesadas de otros sectores urbanos, así como con los distintos niveles de la administración y las instituciones públicas.

La comunicación activa y el empoderamiento de las personas para que tomen la iniciativa con el objetivo de reducir las emisiones de carbono constituyen dos medidas generales clave que ayudarán a las empresas de agua y saneamiento en la aplicación de medidas técnicas para reducir las emisiones de carbono a largo plazo.

Por ejemplo, empresas de agua y saneamiento como Waternet¹⁹, en Ámsterdam, afirman haber tardado numerosos años en conseguir que las partes interesadas se implicasen hasta el nivel actual, en el que uno de sus objetivos es la neutralidad en carbono.

¹⁸ Consúltese el estudio de caso sobre el Perú en www.climatesmartwater.org.

¹⁹ Puede obtenerse más información en el siguiente enlace: www.waternet.nl.

4.5 Ejemplos de proyectos: empresas de agua y saneamiento piloto

En colaboración con asociados y empresas de agua y saneamiento, el proyecto WaCCliM ha puesto en marcha cuatro proyectos piloto en los siguientes países: el Perú, donde trabaja con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y la empresa de aguas SEDACUSCO en Cuzco; México, con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y las empresas de agua y saneamiento de San Francisco del Rincón; Tailandia, con el Organismo de Gestión de Aguas Residuales y la empresa de aguas residuales de Chiang Mai; y Jordania, con la Autoridad de Recursos Hídricos y la empresa de aguas Miyahuna de Madaba. Además de las empresas de aguas mencionadas, el proyecto asesora a al menos diez entidades asociadas que emplean el mismo enfoque que se aplica a los proyectos piloto, con la finalidad de que adopten medidas que permitan reducir en un 10% las emisiones de carbono dentro del marco temporal del proyecto, que se implementará entre diciembre de 2013 y enero de 2019.

4.5.1 México



Gráfico 13. Posible reducción de GEI gracias a las medidas identificadas.

Las medidas aplicadas han permitido que SISTRATA y SAPAF reduzcan los costos de funcionamiento y mejoren su productividad. La repercusión inmediata del incremento de la cobertura de tratamiento de las aguas residuales es una reducción del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero, que equivale a 2.500 toneladas de dióxido de carbono al año. La financiación para aumentar la cobertura (aproximadamente 500.000 euros) se obtuvo mediante fondos federales, estatales y de las empresas de agua y saneamiento. El resto de las medidas (7.000 euros) se aplicaron recurriendo al ahorro obtenido por las empresas de agua y saneamiento a través de medidas de mejora de la eficiencia.

En ClimateSmartWater.org puede consultarse el estudio de caso completo.

Las empresas de agua y saneamiento piloto ponen de manifiesto las diversas dificultades y oportunidades a las que se enfrentan las empresas de aguas en la actualidad, en especial en los países en desarrollo. Cada uno de ellas inició su participación en el proyecto con unas condiciones de partida distintas. Algunas fueron capaces de planificar y aplicar medidas orientadas a la eficiencia energética y el aumento de la cobertura, mientras que otras avanzaron hacia una mayor sensibilización e influencia en las políticas, tanto interna como externamente. En todos los casos, el objetivo de los cambios puestos en marcha era el de fomentar la capacidad de la empresa de agua y saneamiento con miras a obtener progresos duraderos. Resulta evidente que la colaboración de las partes interesadas del ámbito local, así como de expertos en la materia, constituye un factor clave para la obtención de resultados satisfactorios en todos los casos. El objetivo de convertirse en una empresa de agua y saneamiento «líder» consiste en poner en marcha medidas progresivas independientemente de la forma que adopten, ya se trate de mejoras estructurales, como en el caso de Jordania, México y el Perú, o de actualizaciones esenciales de las políticas y las actividades de capacitación, como en el caso de Tailandia. A continuación se recogen los aspectos principales de cada proyecto piloto.

Medidas aplicadas durante la ejecución del proyecto WaCCliM

- Aumento del volumen de las aguas residuales tratadas
- Optimización energética de las bombas y los procesos de tratamiento
- Mejora de la producción de biogás y energía en la planta

Factores de mejora

- Cooperación entre dos empresas de agua y saneamiento de la misma ciudad
- Colaboración, compromiso, e interés de los equipos directivos durante el proceso
- Financiación interna y asignación de fondos basados en el avance de las medidas (generar más fondos mediante la compensación de costos)
- Cumplimiento de los objetivos nacionales de mitigación del cambio climático

Recuadro 6. Medidas seleccionadas y aplicadas y principales factores de mejora del proyecto piloto de WaCCliM dirigido a la empresas de agua y saneamiento de México.

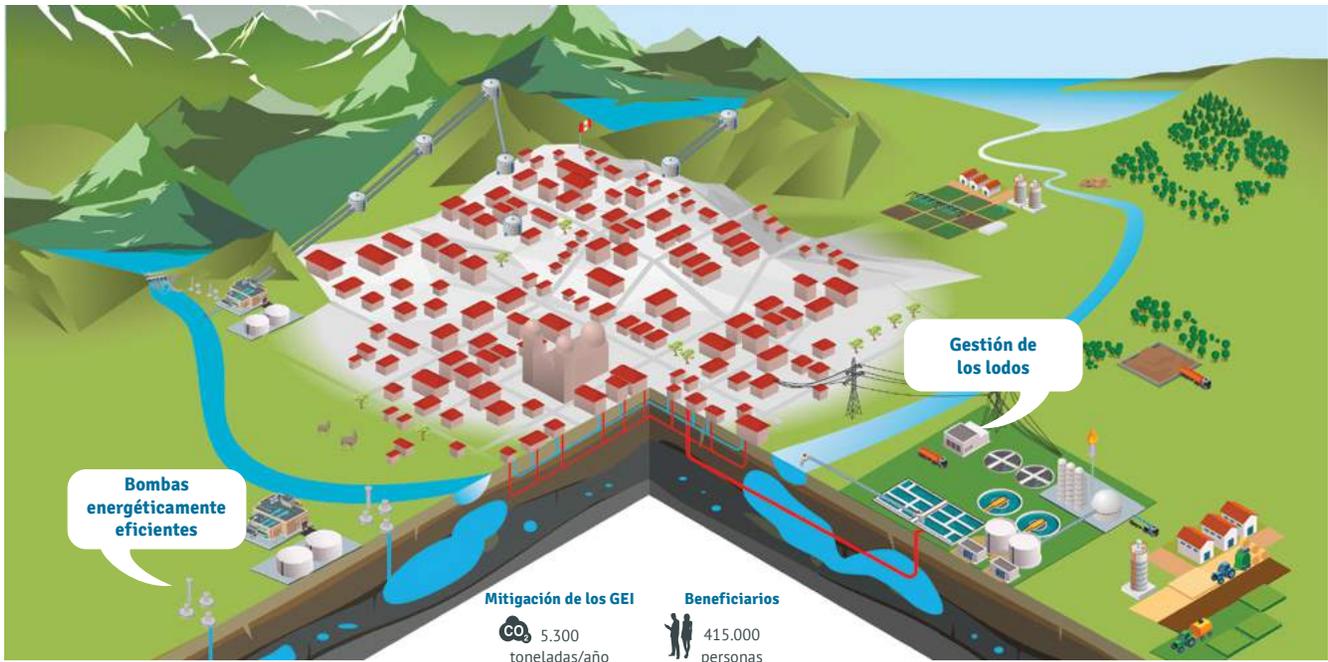


Gráfico 14. Posible reducción de GEI mediante las medidas identificadas.

Con el propósito de mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y contrarrestar las vulnerabilidades y los riesgos relacionados con el cambio climático, las empresas de agua y saneamiento del Perú han elaborado un Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (PMACC), que constituye una importante contribución a la mejora del plan maestro y un instrumento que permite determinar las tarifas asociadas al servicio. Reconociendo su importancia, la legislación vigente para el sector ha impuesto a las empresas de agua y saneamiento la obligatoriedad de elaborar un PMACC.

El PMACC constituye una gran oportunidad para demostrar cómo puede contribuir el sector del agua a cumplir la Agenda 2030 para Desarrollo sostenible y las contribuciones previstas determinadas a nivel nacional. Entre los ejemplos de buenos resultados cabe destacar el de la empresa de aguas de Cuzco (SEDACUSCO), que se enfrentó a la dificultad de reducir los costos de funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, las molestias causadas por los malos olores, así como las emisiones de carbono. La recuperación de lodos y el biogás han resultado ser una opción prometedora para afrontar estas cuestiones: en la actualidad se evitan 5.300 toneladas de emisiones de carbono al año, y la futura generación de electricidad para uso interno permitirá ahorrar aproximadamente 290.000 dólares de los Estados Unidos y 650 toneladas de carbono al año.

En ClimateSmartWater.org puede consultarse el estudio de caso completo.

Medidas aplicadas durante la ejecución del proyecto WaCCliM	Factores de mejora
<ul style="list-style-type: none"> Mejora de la gestión de los lodos Optimización de la producción de biogás 	<ul style="list-style-type: none"> Colaboración del personal de la empresa de agua y saneamiento y de su junta directiva Conseguir resultados tangibles y rápidos para motivar a la empresa de agua y saneamiento, por ejemplo reducción de la factura energética Controlar las molestias causadas por los malos olores

Recuadro 7. Medidas seleccionadas y aplicadas y principales factores de mejora del proyecto piloto de WaCCliM dirigido a la empresa de agua y saneamiento del Perú.

4.5.3 Jordania

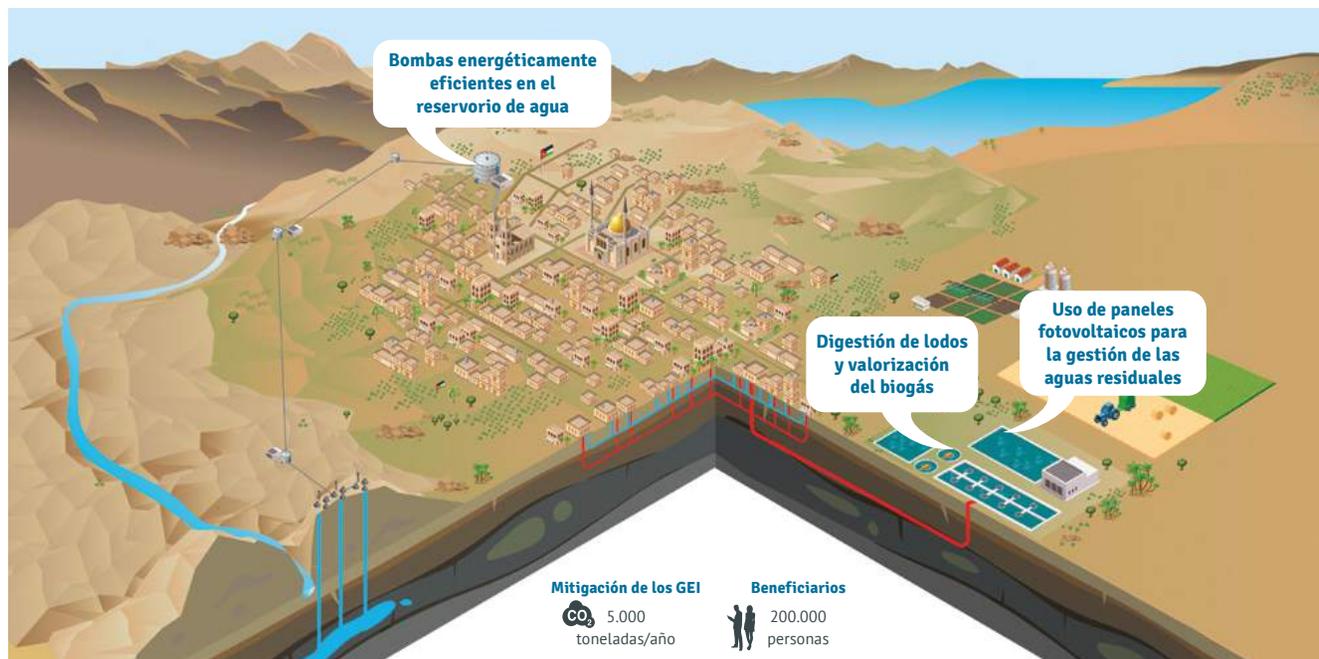


Gráfico 15. Posible reducción de GEI gracias a las medidas identificadas.

De conformidad con las orientaciones de la hoja de ruta del proyecto WaCCliM y con la ayuda de la Universidad de Jordania, la empresa Miyahuna-Madaba llevó a cabo una evaluación de sus emisiones totales de gases de efecto invernadero de referencia a lo largo del ciclo urbano del agua. Esta evaluación básica se completó mediante el uso de la herramienta informática gratuita del proyecto, ECAM. A fin de hacer frente a los costos internos y la escasez de agua en la región, tal como promueve la estrategia nacional, la empresa decidió avanzar con la implantación de bombas energéticamente eficientes, así como con el mantenimiento de la red de abastecimiento de agua y la gestión de la presión. La repercusión exacta de las medidas debe evaluarse a finales de 2018, debido a que este proyecto piloto comenzó más tarde; sin embargo, las estimaciones anticipadas indican que su reducción potencial de emisiones asciende a 1,2 millones de kilogramos de dióxido de carbono equivalente.

En ClimateSmartWater.org puede consultarse el estudio de caso completo.

Medidas aplicadas durante la ejecución del proyecto WaCCliM	Factores de mejora
<ul style="list-style-type: none"> • Bombas de bajo consumo energético • Digestión de lodos y valorización del biogás • Mantenimiento de la red de abastecimiento y gestión de la presión • Paneles fotovoltaicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Inicialmente, llevar a cabo un estudio pormenorizado de las distintas opciones que sirva de base para fundamentar las decisiones • Comunicación continua y coordinación con homólogos • Responsabilidad compartida en las adquisiciones y el seguimiento • Adhesión a la estrategia nacional • Estrategia para continuar la mejora de los servicios y la mitigación del cambio climático

Recuadro 8. Medidas seleccionadas y aplicadas y principales factores de mejora del proyecto piloto de WaCCliM dirigido a la empresa de agua y saneamiento de Jordania.

4.5.4 Tailandia

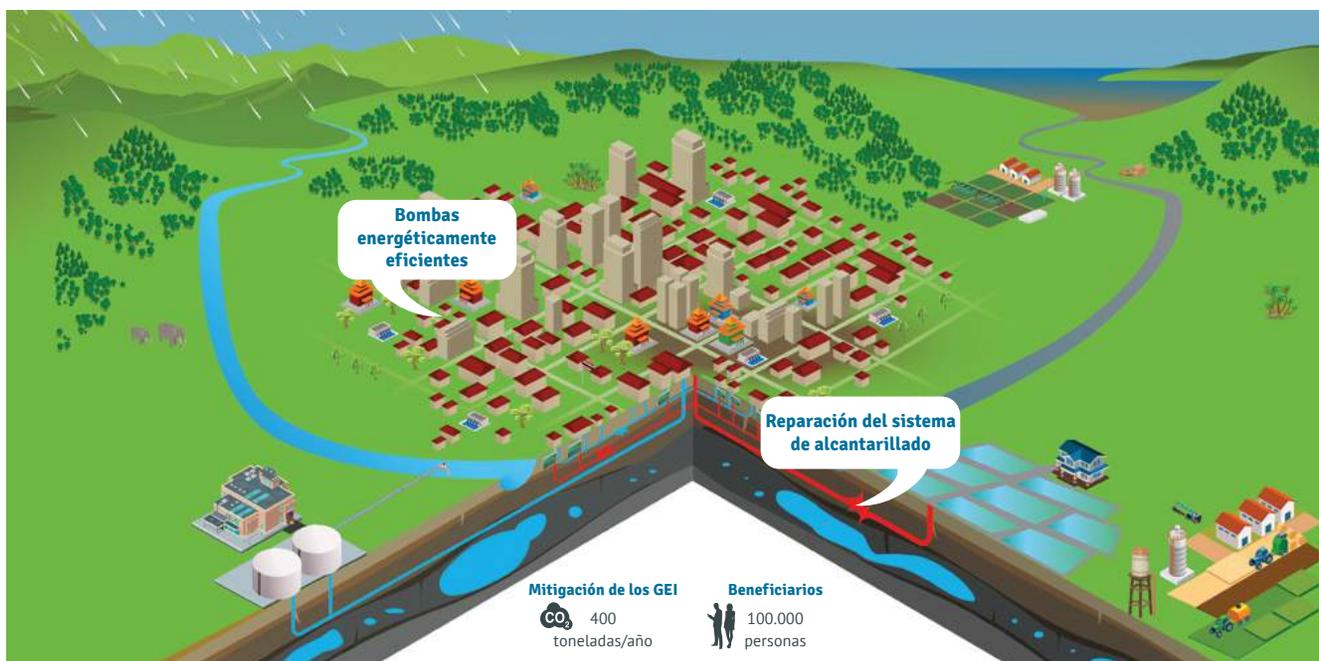


Gráfico 16. Posible reducción de GEI mediante las medidas identificadas.

El proyecto preparó un programa de formación sobre la metodología de evaluación de las emisiones de numerosas empresas de agua y saneamiento, que constituye un paso fundamental con miras a desarrollar la capacidad necesaria para poder aplicar con éxito medidas de reducción de los gases de efecto invernadero en una etapa posterior. En empresa de aguas de Chiang Mai, la reducción inicial de las emisiones se consiguió mediante la reparación de la red de alcantarillado y la optimización del ciclo de bombeo. Las medidas de mayor envergadura requirieron la coordinación con partes interesadas externas a la empresa: la Autoridad de Recursos Hídricos trabaja en estrecha colaboración con el municipio en las labores de planificación, y su ejecución tendrá lugar una vez concluido el marco temporal del proyecto.

La formulación de una política nacional que incluye metas de reducción de los gases de efecto invernadero en todas las empresas de aguas residuales domésticas representa un importante logro del país de cara al cumplimiento de los objetivos climáticos. Actualmente la Autoridad de Recursos Hídricos también elabora informes de sostenibilidad. Estos aspectos demuestran el empeño constante de Tailandia en favor de la mejora de los servicios y su liderazgo regional en materia de mitigación del cambio climático.

En ClimateSmartWater.org puede consultarse el estudio de caso completo.

Medidas aplicadas durante la ejecución del proyecto WaCCliM

- Formulación de políticas: Hoja de ruta de la contribución prevista determinada a nivel nacional para la mitigación 2021-2030
- Elaboración del informe de sostenibilidad de la Autoridad de Recursos Hídricos
- Talleres de formación sobre los principales temas de transferencia de conocimientos al personal de la empresa de agua y saneamiento
- Aumento de los afluentes de aguas residuales mediante la limpieza del sistema de alcantarillado

Factores de mejora

- Sensibilización
- Colaboración con otros servicios públicos
- Mejora de los conocimientos sobre cómo ejecutar proyectos como este en el futuro
- La evaluación concluyó que la realización de reparaciones en el sistema de alcantarillado y la instalación de bombas energéticamente eficientes mejoraría considerablemente el funcionamiento actual

Recuadro 9. Medidas adoptadas en apoyo a la aplicación futura de medidas y principales factores de mejora del proyecto piloto de WaCCliM dirigido a la empresa de agua y saneamiento de Tailandia.

Quinto paso. Hacer un seguimiento de la repercusión

Este paso consiste en visualizar la repercusión de las medidas aplicadas. Requiere la recopilación de datos adecuados empleando las mismas herramientas que se utilizan para la evaluación. El seguimiento se utiliza para verificar y medir la reducción de las emisiones tras la aplicación, lo cual es fundamental para acceder a la financiación destinada a la lucha contra el cambio climático. Este paso determina el éxito de un proyecto con el tiempo.

Tras la aplicación de varias soluciones de manera eficaz, el trayecto hacia una mejor gestión de las aguas urbanas no se detiene aquí. La mejora constituye un camino continuo hacia la adquisición de una capacidad superior. Los agentes más innovadores y adaptables del sector de los recursos hídricos se esfuerzan constantemente por superar los límites que perciben tener en la actualidad. Hacer un seguimiento constante del desempeño de la empresa de agua y saneamiento es esencial para comprender la forma en que decisiones previas contribuyen a la mejora de la capacidad general y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a la larga. Para resultar de utilidad, el seguimiento debe realizarse con regularidad, ya que de lo contrario, la capacidad para detectar problemas y oportunidades se limita a unos momentos concretos. Por otra parte, el objetivo no consiste en aplicar una solución única y abandonar en ese punto el proyecto, sino en reflexionar sobre la perspectiva a largo plazo de la empresa de agua y saneamiento y la sociedad. A medida que la investigación y el desarrollo avanzan en todo el mundo, las tecnologías utilizadas en el sector de los recursos hídricos mejoran y se adaptan; por tanto, de la empresa de agua y saneamiento debería abrirse a las nuevas posibilidades que también pueden traer consigo los avances tecnológicos previstos.

Esto no solo implica aplicar inicialmente el enfoque de cambio de mentalidad, sino también incorporar de forma genuina esta nueva perspectiva en cada uno de los niveles de planificación interna a fin de ampliar la pertinencia de las medidas locales encaminadas a alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible mundiales. Es preciso adoptar una visión más amplia que abarque los servicios continuos y mejorados de las empresas de agua y saneamiento y la preservación de los recursos naturales de la comunidad, así como las reservas mundiales de agua, a fin de que el cambio sea permanente. Hacer de este objetivo una realidad requiere llevar a cabo un seguimiento de forma programática, es decir, de manera repetida y constante con el propósito de comparar resultados. El marco de gestión y evaluación de datos relativos a los gases de efecto invernadero, expuesto en el apartado 2.2, se elabora con esta finalidad en mente, lo cual pone de manifiesto su importancia. El objetivo es, en todo momento, efectuar una evaluación de referencia de calidad y asegurar un seguimiento frecuente. Las distintas etapas del proceso de extracción de datos para el seguimiento se pueden consultar en el marco de gestión y evaluación sugerido²⁰. Para más información sobre cómo llevar a cabo un seguimiento eficaz con la herramienta ECAM, véase la ficha descriptiva sobre el seguimiento (Monitoring Fact Sheet)²¹.

²⁰ Consúltese el marco de gestión y evaluación de datos en www.climatesmartwater.org.

²¹ Véase la ficha «De la gestión de datos al monitoreo de los gases de efecto invernadero» (From Data Management to Greenhouse Gas Monitoring) en <http://climatesmartwater.org/library/from-data-management-to-greenhouse-gas-monitoring/>.

Parte 3:

La empresa de agua y saneamiento urbano del futuro: baja en emisiones de carbono, holística y sostenible

1. Las empresas de agua y saneamiento son los adalides que garantizan el futuro colectivo del agua

La hoja de ruta del proyecto WaCCliM es la primera guía de su clase que ofrece un enfoque claro y práctico hacia una gestión de los recursos hídricos urbanos con bajas emisiones de carbono, integral y sostenible. Formar parte de esta iniciativa supone impulsar un cambio en el sector global del agua en favor de una gestión mejorada de los recursos hídricos urbanos, lo cual asegurará un mejor futuro para las empresas de agua y saneamiento, las comunidades a las que sirven y el mundo. Concebir unas empresas de agua y saneamiento urbano bajas en carbono, holísticas y sostenibles no es una simple fantasía o quimera: es un proyecto que puede hacerse realidad y que ya se ha puesto en marcha en algunas partes del mundo. En este panorama, las empresas de agua y saneamiento no son vulnerables y están preparados para afrontar las presiones ejercidas por la urbanización y el cambio climático; las fuentes renovables de energía neutralizan las emisiones y compensan los costos; la recuperación de recursos favorece la economía circular; y el desempeño de los servicios no sufre las consecuencias de una infraestructura deteriorada, sino que se moderniza y amplía de forma simultánea. Los residentes de las comunidades colaboran con las empresas con miras a que presten servicios de aguas sostenibles y de calidad, y el suministro de agua es seguro y respetuoso con el entorno local. Esta hoja de ruta presenta medidas de gran utilidad que cualquier entidad puede utilizar para formular estrategias y planificar mejoras que aporten un valor duradero, tanto para la empresa de agua y saneamiento como para la agenda mundial de lucha contra el cambio climático. Sin embargo, los beneficios inmediatos para las entidades y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero son únicamente el primer objetivo de la presente hoja de ruta. Su objetivo principal es poner en marcha la transición y orientar a las empresas de agua y saneamiento de todo el mundo hacia un futuro mejor.

2. Seguir mejorando

El cambio de mentalidad que ha transformado el sector del agua podría influir en la forma en que se gestionarán los recursos hídricos urbanos en los próximos decenios. La reutilización de las aguas residuales, la integración de la gestión de recursos hídricos urbanos, el aumento de la cobertura de tratamiento de las aguas residuales, la recuperación de recursos, el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos y energéticos, la colaboración de la población y el tratamiento eficiente son algunas de las tendencias que propulsarán el cambio. El trabajo de un único agente en un mes, o incluso un año, no es suficiente para propiciar un cambio real y duradero. Es necesario forjar alianzas duraderas que abarquen el ciclo de vida de una empresa de agua y saneamiento, o incluso más.

En la hoja de ruta se explica cómo ejecutar un ciclo completo. Sin embargo, las empresas de agua y saneamiento deberán repetirlo. En los ciclos subsiguientes, las empresas de agua y saneamiento reevaluarán nuevos factores impulsores, cambios culturales y prioridades actualizadas, a medida que las capacidades y las circunstancias evolucionen. Repetir el proceso supone tener en cuenta en los nuevos proyectos las experiencias adquiridas, al tiempo que se incrementa la capacidad para tomar mejores decisiones y se hace partícipes a otras partes interesadas. El enfoque general de la hoja de ruta puede mejorar con el tiempo, y los componentes fundamentales —como el marco de gestión y evaluación de datos relativos a los gases de efecto invernadero— deberán actualizarse a medida que se recopilen nuevos datos, se modernicen las herramientas tecnológicas, se mejore la gestión de datos y evolucionen los factores impulsores de las empresas de agua y saneamiento. Cada apartado del marco se desarrollará, será flexible y se adaptará a las circunstancias variadas en las que trabajen las empresas de agua y saneamiento.

3. Planificar activos futuros con bajas emisiones de carbono y adaptados al cambio climático

El éxito definitivo de la transición hacia una empresa con bajas emisiones de carbono va mucho más allá de la optimización de la infraestructura existente. En efecto, se trata de construir los activos futuros teniendo en cuenta todos los aspectos relacionados con los recursos hídricos urbanos y de modo que los sistemas de aguas sean completamente regenerativos, es decir, que utilicen la menor cantidad de recursos posible y únicamente viertan al medio ambiente lo que este pueda absorber, incluida una menor cantidad de emisiones de carbono.

Bibliografía

- Foley, J., de Haas, D., Yuan, Z. & Lant, P. (2010). Nitrous oxide generation in full-scale biological nutrient removal wastewater treatment plants. *Water Research* **44**(3): 831–844.
- Guisasola, A., de Haas, D., Keller, J. & Yuan, Z. (2008). Methane formation in sewer systems. *Water Research* **42**(6–7): 1421–1430.
- Kenway, S.J., *et al.* (2015). A systemic framework and analysis of urban water energy. *Environmental Modelling and Software* **73**: 272–285.
- Liu, Y., *et al.* (2016). Global and regional evaluation of energy for water. *Environmental Science and Technology* **50**(17): 9736–9745.
- Olsson, G. (2015). *Water and Energy: Threats and Opportunities*. Londres: IWA Publishing.
- Sanders, K.T. & Webber, M.E. (2012). Evaluating the energy consumed for water use in the United States. *Environmental Research Letters* **7**(3): 1–11.
- Short, M.D., Daikeler, A., Peters, G.M., Mann, K., Ashbolt, N.J., Stuetz, R.M. & Peirson, W.L. (2014). Municipal gravity sewers: an unrecognised sources of nitrous oxide. *Science of the Total Environment* **468–469**: 211–218.

Hoja de Ruta

Hacia una Empresa de Agua y Saneamiento Urbano con Bajas Emisiones de Carbono

Anexos



Anexo I:

Descripción del proyecto

El proyecto Empresas de Agua y Saneamiento para la Mitigación del Cambio Climático (WaCCliM) es una iniciativa conjunta de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional y la International Water Association (IWA), en representación del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania como parte de la Iniciativa Internacional para el Clima (IKI). El proyecto WaCCliM promueve empresas de agua y saneamiento neutras en carbono mediante la adopción de medidas que mejoran el desempeño y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas medidas son prácticas y contribuyen a solucionar las dificultades comunes a las que se enfrentan las empresas de agua y saneamiento, como el aumento de la eficiencia energética, la reducción de las pérdidas de agua, el incremento de las zonas de cobertura, así como la recuperación del agua, la energía y los nutrientes de las aguas residuales. Con la finalidad de alcanzar la neutralidad en carbono, las medidas de mejora han de ser económicamente viables y eficaces de cara a la reducción de las emisiones. Si bien la hoja de ruta está dirigida a las empresas de agua y saneamiento de países en desarrollo, también puede aplicarse de forma universal en el plano local, nacional o internacional, ya que el cambio climático es un problema mundial.

En colaboración con asociados y las empresas de agua y saneamiento, el proyecto WaCCliM ha puesto en marcha cuatro proyectos piloto en los siguientes países: el Perú, donde trabaja con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y la empresa de aguas SEDACUSCO en Cuzco; México, con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y las empresas de agua y saneamiento de San Francisco del Rincón, SAPAF y SITRATA; Tailandia, con el Organismo de Gestión de Aguas Residuales; y Jordania, con la Autoridad de Recursos Hídricos y la empresa de aguas Miyahuna Madaba.

Además de las empresas de aguas mencionadas, el proyecto asesora a al menos diez entidades asociadas que emplean el mismo enfoque que se aplica a los proyectos piloto, con la finalidad de que adopten medidas que permitan reducir en un 10% las emisiones de carbono dentro del marco temporal del proyecto, que se implementará entre diciembre de 2013 y enero de 2019.

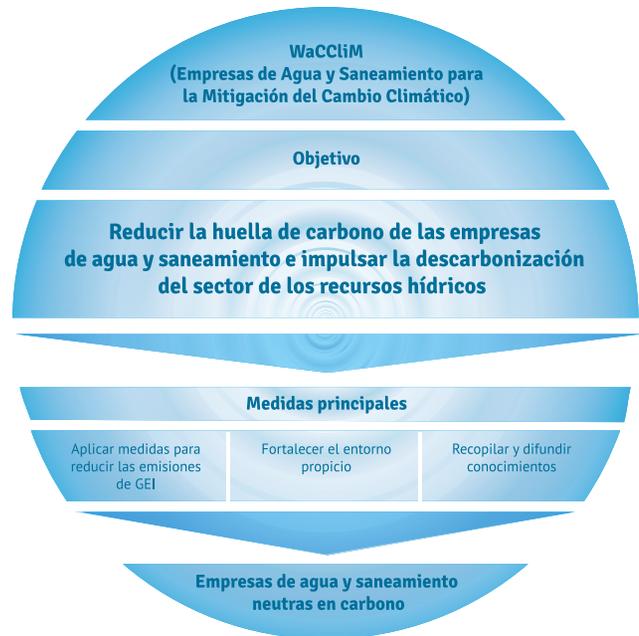


Gráfico A. El objetivo del proyecto WaCCliM



Gráfico B. Los cuatro servicios públicos piloto del proyecto WaCCliM, sus posibilidades de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y su recuperación.

Anexo II:

El marco de gestión de datos en detalle

Los pasos para crear un marco general de gestión de datos, que se presentan a continuación, se aplican a todas las empresas de agua y saneamiento. No obstante, será necesario adaptar los procesos de extracción de datos a la hora de poner en práctica los pasos, a fin de facilitar la ejecución. Los procesos de extracción de datos iniciales dependerán de la gestión de datos, de los recursos y de la capacidad general de cada empresa de agua y saneamiento. El marco de datos final, junto con los procesos ajustados de extracción de datos, podrán perfeccionarse, adaptarse y mejorarse a medida que la capacidad de la empresa de agua y saneamiento aumente (por ejemplo, equipos y programas informáticos, experiencia del personal, etc.). Es decir, si una empresa de agua y saneamiento no cuenta con un sistema SCADA y suele registrar los datos de flujo de forma manual en una hoja de cálculo, es posible comenzar a exportar los datos del sistema SCADA directamente en el fondo central tras la actualización del sistema. Así pues, el marco es flexible y pretende reducir el esfuerzo y facilitar el uso continuo de la herramienta ECAM, entre otras, así como la realización de estudios de reducción de gases de efecto invernadero y, en última instancia, incitar a que se adopten las medidas de reducción correspondientes.

Examen de la calidad de los datos y del proceso de extracción

El primer paso para elaborar el marco es llevar a cabo un examen de la calidad de los datos y de los procesos de extracción de datos. La **matriz de calidad y del proceso de extracción de datos del proyecto WaCCliM** es una plantilla completa que sirve para evaluar las oportunidades para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. También aporta información acerca de los titulares de los datos (en su caso), la categoría de los datos (por ejemplo, para las evaluaciones de referencia y de seguimiento o el análisis de reducción de las emisiones), la calidad general de los datos y los procesos actuales de extracción de datos para varios fines. El propósito es completar la matriz a partir de los datos directos de la actividad de la empresa de agua y saneamiento y el personal de ingeniería, que se pueden facilitar con ocasión de la celebración de un taller de gestión de datos en el que participe el personal competente en este ámbito. Para consultar un ejemplo de matriz de calidad y del proceso de extracción de datos y sus resultados, visite la plataforma de conocimientos¹.

Estudio de la prioridad y la calidad de los datos

El siguiente paso para la elaboración de un marco de gestión y evaluación de datos consiste en analizar la prioridad y la calidad de los datos, con el objetivo de comprobar cualquier carencia de datos acuciante –tal como se identifica en la matriz de calidad y del proceso de extracción de datos– con respecto a las prioridades de funcionamiento cotidianas de las empresas de agua y saneamiento. El estudio indica toda deficiencia en los datos (con un índice de calidad igual a 1) correspondiente a elementos de prioridad elevada (índice de prioridad igual a 3). Estas deficiencias deberán ser atendidas lo antes posible. Además, el estudio tiene por objetivo identificar las lagunas de datos y las mejoras que deberán aplicarse lo antes posible, así como las esferas en las que la empresa de agua y saneamiento debería centrarse para mejorar la gestión de datos a la larga. Véase un ejemplo de este tipo de estudio en la pestaña 5 de la matriz de calidad y del proceso de extracción de datos del proyecto WaCCliM en la plataforma de conocimientos.

Datos necesarios para el análisis de reducción de los gases de efecto invernadero

Los datos que requieren los estudios sobre reducción de los gases de efecto invernadero son, por lo general, más detallados y se recopilan con mayor frecuencia que los de otros estudios, ya que su propósito es el conocer la dinámica del sistema de aguas urbano que afecta a las emisiones. También es posible que los datos no guarden relación directamente con las variables que se utilizan para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, los flujos de las estaciones de bombeo o de las plantas de tratamiento no se corresponden directamente con las emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que el consumo de electricidad es una variable clave a la hora de calcular dichas emisiones –a partir de los kilogramos de dióxido de carbono emitidos por kilovatio hora (kg CO₂ eq/kWh), entre otros—. Sin embargo, las variables relativas a los flujos pueden resultar cruciales a la hora de determinar si las actividades de bombeo o tratamiento pueden modificarse para reducir el consumo de energía. Los datos sobre la calidad de las aguas tratadas también pueden poner de manifiesto un proceso ineficiente, y de ese modo, ayudar a identificar las oportunidades para optimizarlo. Por lo general, la optimización reduce el consumo de energía y mejora el tratamiento, lo cual disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero de las aguas receptoras. Para consultar un resumen exhaustivo sobre los datos que pueden emplearse para el análisis de reducción de las emisiones, véase la plataforma de conocimientos². Puesto que no se espera que las empresas de agua y saneamiento dispongan de todos los datos necesarios al inicio del proyecto, el resumen puede servir de lista de comprobación para identificar las lagunas existentes y los datos de los que se dispone regularmente.

¹ Véase la matriz de calidad y del proceso de extracción de datos (WaCCliM data quality/process matrix) en www.climatesmartwater.org/assess.

² Consulte el resumen sobre los datos necesarios para efectuar el análisis de reducción de las emisiones en www.climatesmartwater.org/assess.

Fondo central de datos

La última columna de la matriz de calidad y del proceso de extracción de datos muestra cómo integrar las fuentes de datos y vincular los datos al fondo central de datos del marco. En general, se recomienda sacar partido de los procesos de extracción de datos existentes y utilizar los datos registrados previamente —ya sea en lugares físicos o en formato electrónico (por ejemplo, en archivos de Microsoft Excel)— e introducirlos en un fondo central de datos o importarlos directamente de las hojas de cálculo de Excel a un fondo central de datos si este se recoge en un archivo central compatible. Además, es aconsejable que, tras importar las hojas de cálculo, estas se actualicen y gestionen desde un fondo central de datos, de modo que se evite la confusión entre las distintas versiones de una misma hoja de cálculo. Con miras a crear un buen fondo central, se recomienda conservar los datos en un archivo principal (llamado «Excel central»), en el cual se compilarán, en formato simplificado, los datos y hojas de Excel, ya sean nuevos o existentes, que sean necesarios para las evaluaciones de referencia y de seguimiento y los análisis de reducción de los gases de efecto invernadero. La empresa de agua y saneamiento deberá evaluar qué datos requeridos para los análisis se añadirán al archivo central y cuáles se guardarán en un archivo distinto hasta que sea necesario extraerlos de la fuente original para el análisis. Los datos pueden extraerse de fuentes originales, por ejemplo, de los datos históricos del sistema SCADA, de los registros de funcionamiento o de los archivos escaneados que contengan gráficos de desempeño. Almacenar los datos en un archivo distinto del Excel central, en especial los que no se utilicen a menudo en las evaluaciones de referencia y de seguimiento o en los análisis de reducción de gases de efecto invernadero, reduce el tamaño del archivo. El fondo central podrá contener más información que el archivo de Excel central dependiendo de los recursos de la empresa de agua y saneamiento.

Elaboración recomendada del marco

Una vez que se identifiquen los procesos de extracción de datos, es recomendable aplicar el marco tal y como se indica y describe en los ejemplos de la plataforma de conocimientos³.

³ Search for Recommended GHG Data Management and Mitigation Framework on www.climatesmartwater.org/assess

Anexo III:

Ejemplo del uso de la hoja de ruta en una empresa de agua y saneamiento

Contexto

Imaginemos una planta de tratamiento de aguas residuales en la Argentina rural que presta servicios a una población en aumento. Debido al rápido desarrollo urbano, la demanda de cobertura de las aguas residuales es cada vez mayor. El turismo también está creciendo en la región, y las autoridades públicas han solicitado a las empresas locales de aguas que incrementen los servicios de saneamiento y el nivel de salubridad del agua con vistas a apoyar a la industria regional del turismo. Además, debido a una temporada de lluvias excepcionalmente intensas, se prevén algunas inundaciones inusuales durante el resto de la temporada. A raíz de esta situación, es evidente que la planta de tratamiento debe tomar cartas en el asunto, pero la pregunta que se plantea es: ¿cuál es la mejor manera de proceder a partir de un presupuesto limitado?

Opciones para hacer frente a la situación

Aumentar la cobertura puede constituir una inversión costosa, dependiendo del tamaño de la zona y de la capacidad de la planta. Podría estudiarse la posibilidad de solicitar fondos adicionales a las partes interesadas locales. Sin embargo, puede que esta opción no resulte viable debido a los recursos disponibles en la zona urbana. Ahora bien, otra opción podría ser evaluar el volumen de emisiones de gases de efecto invernadero que se evitaría mediante el aumento de la cobertura de tratamiento de las aguas residuales y, a partir de ahí, proponer un proyecto que, al mejorar la salud comunitaria, preservar la biodiversidad y mitigar el cambio climático, demostraría claramente su contribución al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y de las contribuciones determinadas a nivel nacional. Presentar el proyecto desde esta perspectiva facilitaría el acceso de la planta a nuevas oportunidades de financiación, ya que se pasaría de una cuestión únicamente local a un aspecto que puede contribuir de forma eficaz a las agendas mundiales. De este modo, la planta tendría más opciones para recibir financiación destinada a la lucha contra el cambio climático y podría colaborar con expertos para colmar las lagunas de conocimiento.

Comenzar con un cambio pequeño

Al centrarse en una cuestión fundamental, como el aumento de la cobertura de tratamiento de las aguas residuales, una empresa de aguas en particular puede comenzar a vincular las medidas que tiene previstas con la reducción de las emisiones y, en consecuencia, establecer dos objetivos para un mismo proyecto, al tiempo que presta servicios a más personas e incrementa su utilidad. La hoja de ruta desempeña una función útil a la hora de desarrollar un proyecto, ya que en ella se exponen las consideraciones y datos necesarios que deben tenerse en cuenta a lo largo del proceso. Por ejemplo, para evaluar en qué medida podrían reducirse o evitarse las emisiones de gases de efecto invernadero mediante una mayor cobertura de tratamiento de las aguas residuales, la empresa de agua y saneamiento necesitará una herramienta que calcule dichas emisiones.

Acceder a los recursos adecuados

Las medidas propuestas en esta hoja de ruta no tienen por objetivo acometer proyectos costosos que sobrepasen la capacidad de las empresas de agua y saneamiento; su objetivo es simplemente facilitar el progreso que las entidades ya tenían previsto, pero con más información y mejores herramientas. De esta forma, el beneficio de adoptar medidas que se ajusten a los objetivos mundiales de reducción de los gases de efecto invernadero queda claro, en especial cuando se tiene acceso a conocimientos, herramientas y recursos adicionales. Conforme a este planteamiento, la planta de tratamiento establecida en el país puede responder al incremento de la demanda de cobertura de aguas residuales, lo cual facilita el rápido desarrollo urbano, a la vez que hace frente a la expansión del turismo y garantiza la seguridad de la población al mantener la calidad del agua y reducir las aguas residuales que podrían desbordarse durante una inundación. Tras demostrar su contribución a la reducción de las emisiones, el proyecto accede a la financiación destinada a mitigar los efectos del cambio climático que ofrece el Banco Internacional de Desarrollo y a expertos de la International Water Association y la Agencia Alemana de Cooperación Internacional que resuelven sus dudas acerca de la implementación. Por otro lado, la empresa ha podido formar al personal en enfoques neutros en carbono y, en el mismo año, pondrá en marcha un nuevo plan estratégico y una serie de informes sobre la sostenibilidad.

¿Cuáles son los próximos pasos?

Después de ejecutar el proyecto de cobertura de forma satisfactoria, la planta de tratamiento se hallaba en condiciones de efectuar un seguimiento y observó que había neutralizado en un 10% sus emisiones generales de carbono tan solo un año después de llevar a cabo la evaluación de referencia, gracias a la reducción de las emisiones producidas por las aguas residuales sin tratar y al menor bombeo asociado a la reutilización de las aguas. Las partes interesadas locales y las autoridades municipales encomiaron el éxito del proyecto, a raíz de la mejora del saneamiento en la zona. Además, las partes interesadas instaron a que la planta continuase desarrollando proyectos similares y poniendo en marcha iniciativas de fomento de la capacidad en el marco del proyecto. Un año después, la planta de tratamiento y la industria del turismo, como parte interesada local, trabajan en un proyecto conjunto que tiene por objeto crear una reserva natural que beneficiará al ecoturismo y mejorará la calidad del abastecimiento local de agua. El proyecto se elabora en colaboración con los asociados internacionales de la planta de tratamiento y obtiene financiación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Poco tiempo después, la planta de tratamiento decidirá incluir el enfoque de la sostenibilidad y las bases emisiones en carbono en su plan maestro estratégico, que prevé medidas de mejora que se implementarán en los años subsiguientes.

Anexo IV:

Resumen de las oportunidades y soluciones para reducir la huella de los gases de efecto invernadero generada por las empresas de agua y saneamiento urbano

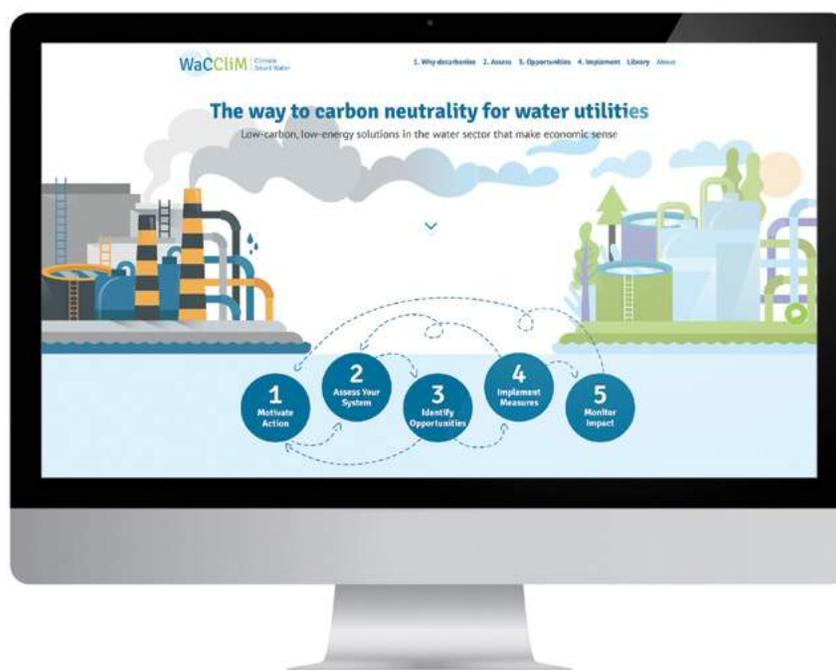
«Climate Smart Water» (www.ClimateSmartWater.org⁴) es una plataforma de conocimientos elaborada en el marco del proyecto WaCCliM. La plataforma ofrece recursos gratuitos, como estudios monográficos, documentos técnicos, soluciones a problemas e historias inspiradoras, entre otros, que brindan asistencia a los servicios de aguas a lo largo de todos los pasos de esta hoja de ruta y los ayuda a aplicar medidas con bajas emisiones de carbono y energéticamente eficientes.

La sección sobre el tercer paso, «Identificar las oportunidades», de la plataforma incluye un catálogo de posibles soluciones encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, las cuales, a su vez, permiten optimizar el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos y energéticos a lo largo de distintas etapas del ciclo urbano del agua. Si bien las oportunidades ya se abordaron en el apartado 3.1 de la segunda parte de este documento, puede consultarse más información en el sitio web, donde se explican las soluciones aplicables a varios ámbitos de mejora. Las soluciones disponibles en el catálogo en línea se actualizan y documentan constantemente. Su estructura pretende destacar la interconexión entre las distintas etapas del ciclo urbano del agua al identificar cómo afecta cada una a las demás y viceversa. En cada etapa del ciclo urbano del agua se identifican varios ámbitos de mejora que

podrían reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero. Además, se ofrecen soluciones concretas para cada ámbito, junto con los aspectos que deberán tenerse en cuenta y los beneficios que se obtendrán una vez que se hayan implementado las soluciones. El objetivo es crear una fuente fiable y un legado duradero para aquellas empresas de agua y saneamiento que deseen elaborar un plan estratégico e implementar las soluciones. El catálogo se apoya en conocimientos técnicos sobre las empresas de agua y saneamiento y en las experiencias adquiridas a lo largo de los proyectos. A medida que se disponga de nuevos conocimientos acerca de los proyectos con emisiones bajas en carbono, se publicarán más soluciones; de este modo, el proyecto WaCCliM aprovecha la oportunidad de crear un catálogo vivo mediante este anexo.

También se puede descargar una versión del catálogo en la que se presentan las soluciones recopiladas en la plataforma de conocimientos hasta agosto de 2018. Puesto que la intención es disponer de un catálogo de soluciones vivo, se recomienda visitar el portal en línea con regularidad y consultar los últimos recursos y soluciones que se añadan. Si desea compartir alguna solución técnica demostrada que pueda incrementar el valor del catálogo para una gran variedad de usuarios de empresas de agua y saneamiento, puede enviar sus sugerencias a info@wacclim.org.

⁴www.climatesmartwater.org





Publicado en colaboración con IWA Publishing
Alliance House, 12 Caxton Street,
Londres SW1H 0QS (Reino Unido)
Tel +44 (0) 20 7654 5500
Fax +44 (0) 20 7654 5555

publications@iwap.co.uk
www.iwapublishing.com

ISBN: 9781789060416 (versión impresa)
ISBN: 9781789060423 (libro electrónico)
DOI: 10.2166/9781780409924

©2018 El/los autor(es)



La presente publicación es de libre acceso y se distribuye en virtud de la licencia de Reconocimiento de Creative Commons (CC BY-NC-SA 4.0), que permite la copia y distribución con fines no comerciales, siempre que se cite debidamente la obra original y que toda adaptación de la obra se ponga a disposición del público en las mismas condiciones (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>). La licencia no afecta los derechos cedidos u otorgados por terceros en esta obra.

ISBN 978-1-78906-041-6



9 781789 060416

Por encargo de:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza
y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

Implementado por:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



www.wacclim.org

Publicado por:

c/o Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Postfach 5180 / 65726 Eschborn / Alemania
T: +49 61 96 79-0
E: info@giz.de
I: www.giz.de

c/o IWA - International Water Association
Alliance House / 12 Caxton Street /
Londres SW1H 0QS / Reino Unido
T: +44 207 654 5500
E: water@iwahq.org
I: www.iwa-network.org

Contacto:
info@wacclim.org
www.wacclim.org

Este proyecto es parte de la Iniciativa Internacional del Clima (IKI):
www.international-climate-initiative.com/en

