



NOTA TÉCNICA N° IDB-TN-02757

# Integración de soluciones innovadoras en los servicios de agua y saneamiento

Lecciones de proyectos piloto de innovación en América Latina y el Caribe

Autor:

Ilan Adler Brzezinski

Editores:

Alejandro Minatta

Hila Cohen-Mizrav

Marcello Basani

Banco Interamericano de Desarrollo  
División de agua y saneamiento

Julio 2023



# Integración de soluciones innovadoras en los servicios de agua y saneamiento

Lecciones de proyectos piloto de innovación en América Latina y el Caribe

Autor:

Ilan Adler Brzezinski

Editores:

Alejandro Minatta

Hila Cohen-Mizrav

Marcello Basani

Banco Interamericano de Desarrollo  
División de agua y saneamiento

Julio 2023

Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo  
Brzezinski, Ilan.

Integración de soluciones innovadoras en los servicios de agua y saneamiento:  
lecciones de proyectos piloto de innovación en América Latina y el Caribe /  
Ilan Adler Brzezinski; Alejandro Minatta, Hila Cohen-Mizrav, Marcello Basani,  
editores.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 2757)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Water-supply-Technological innovations-Latin America. 2. Water-supply-  
Technological innovations-Caribbean Area. 3. Sanitation-Technological  
innovations-Latin America. 4. Sanitation-Technological innovations-Caribbean  
Area. 5. Refuse and refuse disposal-Technological innovations-Latin America.  
6. Refuse and refuse disposal-Technological innovations-Caribbean Area. I.  
Minatta, Alejandro, editor. II. Cohen-Mizrav, Hila, editora. III. Basani, Marcello,  
editor. IV. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Agua y  
Saneamiento. V. Título. VI. Serie.

IDB-TN-2757

**Palabras clave:** agua, saneamiento, innovación, proyectos piloto, aprendizaje,  
servicios públicos

**Código JEL:** L95, N56, O32, O33, Q25

<http://www.iadb.org>

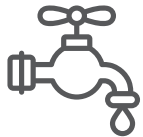
Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una  
licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO  
(<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y  
condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que  
surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la  
OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse  
amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones  
Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al  
reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y  
requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan  
el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.





CON LA COLABORACIÓN DE

# FUENTE DE INNOVACIÓN

El autor y los editores desean agradecer a las personas que revisaron y enriquecieron este documento, Iván Rodríguez Cabanillas, Luanna da Silva de Souza, Gabriela Maldonado, Rodrigo Riquelme, Xoán Fernandez y Alan Hofman. El autor y los editores también desean agradecer al personal y representantes de las empresa de servicios públicos por su disponibilidad y franqueza al compartir sus experiencias, lo que hizo posible este documento.

Esta publicación se enmarca en Fuente de Innovación, una alianza promovida y cofinanciada por la División de Agua y Saneamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y BID Lab en coordinación con socios claves como el gobierno de Suiza, a través de la Secretaría de Estado para Asuntos Económicos (SECO); la Fundación FEMSA; el gobierno de la República de Corea, a través del Ministerio de Ambiente, y el gobierno de Israel.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Swiss Confederation  
Federal Department of Economic Affairs,  
Education and Research EAER  
State Secretariat for Economic Affairs SECO



Fundación  
FEMSA



Ministry of Economy and  
Industry of Israel  
Foreign Trade Administration



Ministry of Environment  
Republic of Korea





# **Integrando soluciones innovadoras en empresas proveedoras de servicio de agua y saneamiento**

Lecciones aprendidas de pilotos de  
innovación en América Latina y el Caribe

**Autor:**  
Ilan Adler Brzezinski

**Editores:**  
Alejandro Minatta, Hila Cohen-Mizrav,  
Marcello Basani

Julio 2023



# Índice

<b>Abreviaturas</b>	<b>8</b>
<b>Listado de Figuras y Tablas</b>	<b>9</b>
<b>Resumen Ejecutivo</b>	<b>10</b>

## 1

### Introducción

**13**

1.1 Objetivo y metodología .....	15
1.2 Antecedentes .....	16
1.2.1 Innovación en el sector de suministro de agua y saneamiento en América Latina y el Caribe .....	16
1.2.2 Marco de evaluación para los pilotos de innovación .....	19

## 2

### Integrando soluciones innovadoras en empresas proveedoras de servicio de agua y saneamiento en América Latina y el Caribe

**22**

2.1 Antecedentes de los pilotos de innovación .....	23
2.2 Estudios de caso - Desafíos, soluciones innovadoras, resultados y evaluación de pilotos.....	26
2.2.1 Detección remota de fugas mediante imágenes satelitales: SADM, Monterrey, México .....	26
2.2.2 Optimización de la eficiencia operativa mediante datos inteligentes: CAJ, Joinville, Brasil.....	28
2.2.3 Gestión de eventos basada en la nube a través de IA: SEDAPAL, Lima, Perú .....	30
2.2.4 Inteligencia en tiempo real aplicada al vertido de aguas residuales: EAAB, Bogotá, Colombia. 32	

## 3

**Contribuciones a proyectos piloto exitosos y al escalamiento de la innovación 36**

3.1 Éxito en el logro de las metas propuestas .....	37
3.2 Cultura interna de innovación en las empresas de servicios públicos.....	39
3.2.1 Promoción de la cultura de la innovación .....	39
3.2.2 Planificando para el piloto de innovación y más allá.....	39
3.2.3 Establecer objetivos claros y alinearlos con objetivos más amplios .....	40
3.3 Factores externos y ecosistema de innovación.....	41
3.3.1 Marco de gobernanza .....	41
3.3.2 Relaciones con los contratistas .....	41
3.3.3 Cooperación internacional .....	42

## 4

**Conclusiones****44****Anexo 1. Preguntas y consideraciones clave para proyectos piloto de innovación exitosos en empresas de AyS .....****48**

Deseabilidad.....48

Factibilidad.....48

Viabilidad.....49

Escalamiento.....49

**Referencias****51**

## Abreviaturas

ALC	América Latina y el Caribe
AyS	Agua y Saneamiento
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BMD	Banco Multilateral de Desarrollo
CAJ	Companhia Águas de Joinville
CT	Cooperación Técnica
DMA	Distritos Hidrométricos (District Metered Area)
EAAB	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
EPS	Empresas prestadoras de servicios públicos
IA	Inteligencia Artificial
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
IT	Tecnología de la Información
KPI	Indicador Clave de Desempeño (Key Performance Indicator)
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ROI	Retorno sobre la inversión (Return on Investment)
SAAEP	Servicio Autónomo de Agua y Saneamiento de Parauapebas
SADM	Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey
SAR	Radar de Apertura Sintética (Synthetic Aperture Radar)
SCADA	Control de Supervisión y Adquisición de Datos (Supervisory Control and Data Acquisition)
SEDAPAL	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SWIT	Infraestructura Hídrica Inteligente (Smart Water Infrastructure)
WSA	División de Agua y Saneamiento del Banco Interamericano de Desarrollo



## Lista de Figuras y Tablas

### Figura 1:

Modelo conceptual para la gestión de la innovación en AyS en ALC

### Figura 2:

Elementos de innovación

### Figura 3:

Marco analítico para el aprendizaje de la innovación

### Tabla 1:

Pilotos de innovación apoyados mediante CT para empresas de AyS en ALC

## Resumen Ejecutivo

La innovación en el sector del suministro de agua y saneamiento (AyS) puede contribuir a alcanzar el objetivo de acceso universal y gestión sostenible del agua y el saneamiento. Sin embargo, las iniciativas de innovación en el sector AyS en la región de América Latina y el Caribe (ALC) enfrentan grandes desafíos. Las empresas prestadoras de servicio (EPS) públicas y los proveedores de servicios de AyS, en particular, han mostrado niveles reducidos de innovación, poca integración de la innovación en sus prácticas comerciales y bajos niveles de adopción de nuevas tecnologías. Esta nota técnica presenta los resultados de un análisis de los pilotos de innovación en empresas de AyS y ofrece conocimientos prácticos que pueden contribuir a facilitar la adopción e integración de soluciones innovadoras para AyS en ALC. Se analizaron cuatro pilotos, que fueron seleccionados con el fin de incluir una variedad de experiencias en términos del tipo de solución elegida, el país y el tamaño de las EPS:

- Detección remota de fugas mediante imágenes satelitales: **SADM**, Monterrey, México
- Optimización de la eficiencia operativa a través de datos inteligentes: **CAJ**, Joinville, Brasil
- Gestión en la nube de eventos a través de inteligencia artificial (IA): **SEDAPAL**, Lima, Perú
- Inteligencia en tiempo real de aguas residuales de descargas industriales: **EAAB**, Bogotá, Colombia

Cada uno de los pilotos se analizó contra un marco de innovación, los objetivos establecidos de cada piloto y la posibilidad de escalar más allá de la etapa piloto. Algunos aspectos clave en la implementación exitosa de los pilotos y en la adopción de la tecnología por parte de las EPS durante la implementación del piloto fueron:

- **Deseabilidad:** Fue importante contar con aceptación de la solución en varios niveles dentro de la EPS: de los responsables de la toma de decisiones y la alta gerencia; de la unidad de implementación; y de otras personas y unidades en la empresa que eran necesarias para implementar y utilizar la nueva tecnología. Esta aceptación se puede lograr mediante la inclusión de todas las partes interesadas desde el principio al definir el desafío, elegir la solución e implementar el piloto. Vincular la implementación piloto a los planes de trabajo e indicadores claves de eficiencia (KPI) del personal puede ayudar a mejorar su participación.
- **Factibilidad:** Para aprovechar al máximo una nueva tecnología, las EPS necesitaban tener capacidad técnica a nivel de hardware, software y capital humano. Sin la telemetría y la administración de datos necesarias, las soluciones que dependen de datos adecuados y oportunos pueden no utilizarse completamente o demora su aporte de resultados. Además, fue esencial contar con personal debidamente capacitado para capitalizar en el uso de la solución innovadora (por ejemplo, gerentes operativos que actuaran sobre los datos arrojados por la tecnología o unidades de reparación de fugas para abordar rápidamente las fugas recién descubiertas).

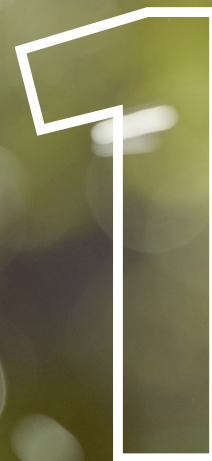
- **Viabilidad:** Fue clave demostrar cómo las soluciones piloteadas contribuyen a los resultados de las EPS para formular el caso a favor de usar la solución más allá de la etapa piloto. En un caso de estudio, se estimó que reparar las fugas halladas tendría un retorno de la inversión (ROI) en un mes. En otro, la solución proporcionó a la empresa las herramientas para hacer cumplir las regulaciones ambientales. El retorno económico es clave para que una EPS busque adoptar nuevas soluciones.

Si bien los pilotos son importantes para probar nuevas soluciones y reducir los riesgos asociados con innovar, llevar la innovación a escala es crucial para mejorar el servicio y el acceso a AyS. Contar con pilotos exitosos, cuyos resultados clave son claramente establecidos, ayuda a reunir argumentos a favor escalar la innovación. La integración del pilotaje y la innovación en los planes de desarrollo y trabajo de una EPS también puede contribuir a llevar nuevas soluciones más allá de la etapa piloto al punto de implementación a escala que sea parte de las operaciones de dicha empresa. Finalmente, para facilitar la innovación a escala es esencial contar con un marco de gobernanza adecuado junto con un entorno propicio en el que las EPS puedan implementar nuevas soluciones.



# Introducción





La innovación en el sector del suministro de AyS puede contribuir a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible del sector (ODS 6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos). En ALC, sin embargo, dicha innovación enfrenta varios desafíos en términos de: **i** esfuerzos de gobernanza; **ii** investigación, desarrollo e innovación (I+D+i); y **iii** el nivel marginal de innovación, la falta de integración de la innovación en sus procesos de gestión, la baja adopción de tecnología y la falta de fuentes de inversión para la innovación entre las empresas de AyS (Minatta y Basani, 2020).

Para mejorar la calidad de vida de las personas en ALC y promover la innovación que fomente soluciones para servicios de AyS universales, asequibles, de calidad, eficientes y sostenibles en el sector, la División de Agua y Saneamiento (WSA) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) desarrolló una hoja de ruta que puede servir de guía. Esta incluye “puntos cardinales” que proporcionan una dirección general y elementos de acción para abordar cada uno de los tres desafíos mencionados anteriormente. En el contexto de la promoción de la gestión de la innovación entre las EPS y los proveedores de servicios, una de las acciones a realizar refiere al desarrollo de productos de conocimiento para facilitar la promoción de la innovación en el sector (Minatta y Basani, 2020).

La hoja de ruta para la innovación de la WSA del BID (Minatta y Basani, 2020) encontró que existen limitadas iniciativas de innovación en el sector AyS en ALC. Algunos de sus hallazgos incluyen:

- Hay un número limitado de informes disponibles sobre innovación en el sector de AyS de la región.
- Existe un nivel marginal de innovación entre los proveedores de servicios de AyS.
- La cultura de innovación entre los proveedores de servicios en ALC es menor que la de los referentes internacionales.
- La mayoría de los operadores no integran la innovación en sus procesos de negocio.
- Los proveedores de servicios de AyS en ALC adoptan tecnología a un nivel que representa menos de la mitad de sus contrapartes internacionales.
- Las empresas de AyS en ALC carecen de fuentes de inversión para la innovación, y solo una de cada cinco invierte una parte de sus ingresos en innovación.

Dados estos hallazgos y la importancia de la innovación para impulsar el desarrollo económico y social, y promover una mejor calidad de vida (OCDE, 2012), fomentar la innovación y la gestión de la innovación es crucial para el sector de AyS en ALC.

Este informe constituye un aporte a la creciente literatura sobre innovación en el sector de AyS de ALC al aumentar la disponibilidad de conocimiento práctico y aplicable que puede contribuir a facilitar la adopción e integración de soluciones innovadoras que resulten en servicios universales de agua y saneamiento gestionados de manera segura. La base para su confección es la evidencia de la implementación de pilotos de innovación en el marco de la Cooperación Técnica (CT) de la Colaboración BID-Israel: Desarrollo de Capacidades en Tecnologías del Agua, llevados a cabo entre 2019 y 2022.

## 1.1 Objetivo y metodología

Este informe busca proporcionar lecciones basadas en evidencia para el sector que puedan contribuir a facilitar el desarrollo y la integración de soluciones innovadoras.

Para ello, plantea dos preguntas clave de investigación: **i** ¿qué lecciones se pueden aprender de la implementación de pilotos de innovación que puedan contribuir a su ejecución exitosa? y **ii** ¿qué conclusiones se pueden extraer de estos pilotos que puedan contribuir a escalar la innovación en los servicios públicos de AyS en ALC? Con ese fin, se desarrolló un marco de evaluación para analizar cuatro estudios de caso (pilotos) en la región y realizar una revisión documental de los términos de referencia e informes. Una serie de entrevistas con las partes interesadas permitió recoger gran parte de la información aquí presentada.

El informe está estructurado en cuatro secciones: la **Sección 1** ofrece a los lectores una breve reseña sobre innovación en el sector AyS en ALC y proporciona el marco teórico a través del cual se evaluaron los pilotos de innovación. En la **Sección 2** se presentan los objetivos de la CT, los cuatro estudios de caso elegidos para la evaluación y sus principales conclusiones (pregunta de investigación i). La **Sección 3** profundiza en los conocimientos obtenidos de los estudios de caso que pueden contribuir a escalar la innovación en el sector AyS en ALC (pregunta de investigación ii). Finalmente, la **Sección 4** presenta las principales conclusiones.

## 1.2 Antecedentes

Esta sección presenta una breve introducción conceptual a la innovación en forma de un rápido pantallazo de los desafíos de innovación que enfrenta el sector de AyS en ALC, y presenta el marco de evaluación utilizado para la evaluación de los pilotos de innovación.

### 1.2.1 Innovación en el sector de suministro de agua y saneamiento en América Latina y el Caribe

La definición de innovación ha variado con el tiempo. La literatura existente ofrece múltiples definiciones aceptadas, que se adaptan al contexto, las prioridades, las características internas y el grado de tolerancia al riesgo de la entidad que participa en la innovación.

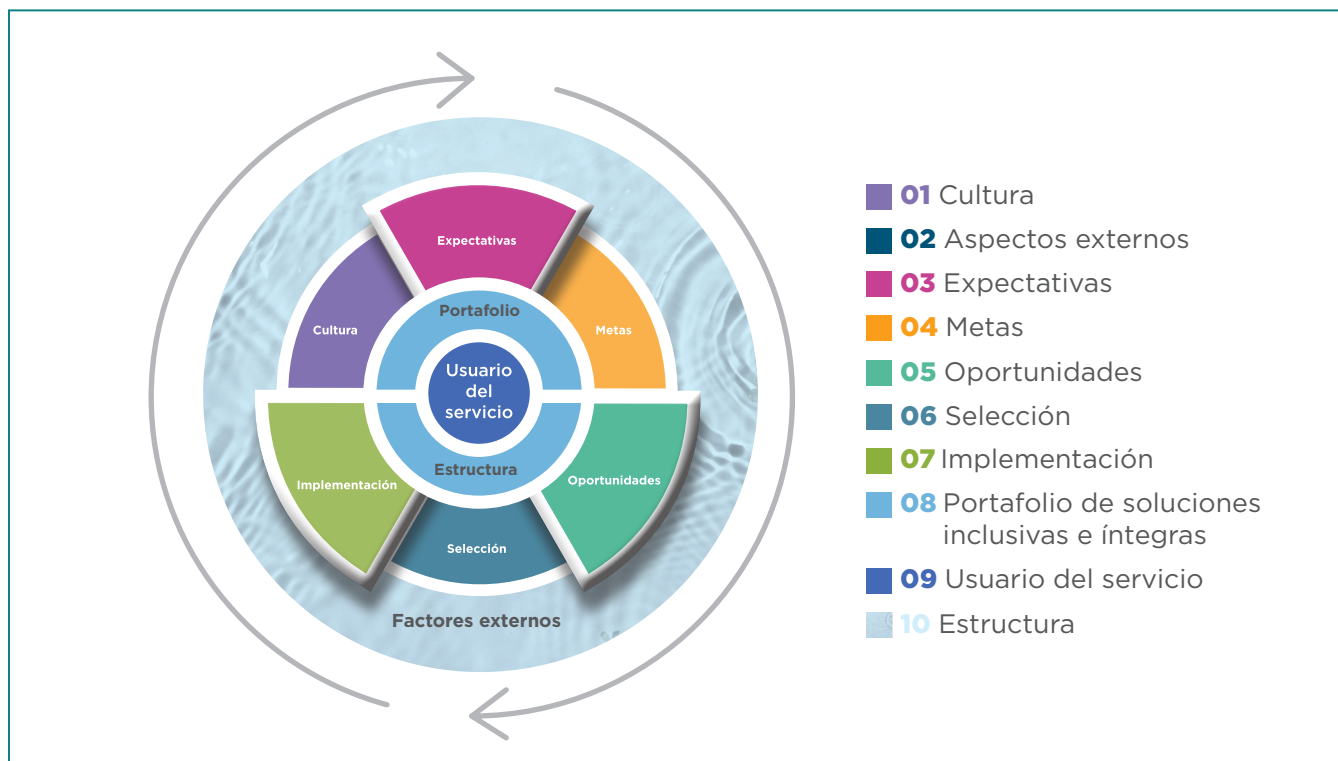
La innovación puede considerarse como: **i** una nueva idea, método o dispositivo; la introducción de algo nuevo (Merriam-Webster, s.f.); **ii** la capacidad de generar y



ejecutar nuevas ideas, [ya sean] incrementales, evolutivas o revolucionarias, comenzando con creatividad (IDEO U., s.f. b); o **iii** un producto o proceso nuevo o mejorado (o combinación de ambos) que difiera significativamente de productos y procesos anteriores, y esté disponible para usuarios potenciales (en el caso de productos) o esté en uso por una organización (en el caso de procesos) (OCDE y Eurostat, 2018). El concepto de innovación está asociado a cualquier cosa de naturaleza novedosa, previamente ausente entre los proveedores de servicios de AyS en su territorio o internacionalmente. Además, se asocia fundamentalmente con la creación de una propuesta, la provisión de un beneficio o satisfacción del cliente o usuarios finales (Minatta y Basani, 2022).

Los principales desafíos que enfrenta la innovación en el sector AyS en ALC se pueden dividir en tres categorías: i) esfuerzos de gobernanza; ii) investigación, desarrollo e innovación (I+D+i); y iii) el nivel marginal de innovación, la falta de integración de la innovación en sus procesos de gestión, la baja adopción de tecnologías y la falta de fuentes de inversión para la innovación entre las EPS de AyS (Minatta y Basani, 2020).

Para ayudar a reducir la brecha de innovación en las empresas de servicios de AyS antes mencionadas, la gestión de la innovación requiere abordar e integrar una serie de aspectos fundamentales que pueden generar valor adicional. Estos aspectos se describen dentro de un modelo conceptual de gestión de la innovación propuesto por Minatta, Basani y Shaki (2022) e incluyen factores internos y externos: a) internos (cultura de innovación, expectativas de innovación, objetivos y oportunidades, selección, implementación, evaluación y estructura de la innovación), y b) externos (gobernanza sectorial, ecosistema de innovación (I+D+i), la sociedad y el medio ambiente).

**Figura 1: Modelo conceptual para la gestión de la innovación en AyS en ALC**

Fuente: adaptado de Minatta, Basani y Shaki (2022)

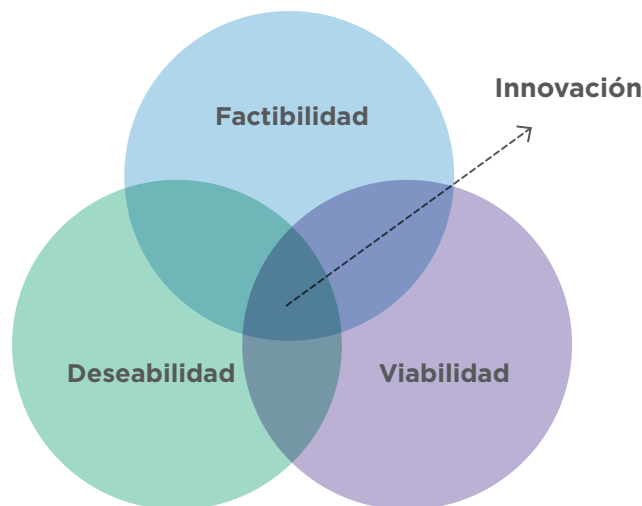
A partir de las características de cada proveedor de servicios de AyS, las circunstancias imperantes en el momento de la toma de decisiones y su perspectiva estratégica general de cara al futuro, estos factores fundamentales pueden activarse y articularse de manera sistemática y sistémica mediante un circuito práctico que incluye 10 pasos distintos:

- Paso 1: La gerencia general inicia el circuito promoviendo una cultura de innovación (Minatta y Basani, 2021)
- Paso 2: Se consideran los factores externos (sociedad, gobernanza sectorial, ecosistema de innovación (I+D+i) y medio ambiente) (Minatta, Basani y Shaki, 2022)
- Paso 3: Se establecen expectativas claras para la innovación
- Paso 4: Se fijan objetivos específicos
- Paso 5: Se generan oportunidades de innovación
- Paso 6: Se seleccionan oportunidades específicas de innovación
- Paso 7: Se implementan proyectos de innovación como prototipos y pilotos
- Paso 8: Se evalúa el portafolio de soluciones
- Paso 9: Se evalúa el impacto del portafolio de soluciones en los usuarios del servicio
- Paso 10: Se considera la estructura interna que impulsa la innovación en el proveedor de servicios de AyS (Minatta, Basani y Shaki, 2022)

## 1.2.2 Marco de evaluación para los pilotos de innovación

Con el fin de analizar y evaluar los pilotos correspondientes al Paso 7 del modelo de gestión de la innovación (ver 1.2.1), se desarrolló un marco analítico para la innovación en las empresas de AyS que se basa en el pensamiento de diseño y la experiencia en el trabajo con las empresas públicas de AyS. Un marco de pensamiento de diseño ayuda a comprender si la innovación puede estar ocurriendo y dónde. Innovación significa que un producto o servicio es “deseable desde un punto de vista humano [y] es tecnológicamente factible y económicamente viable” (IDEO U., s.f.a).

**Figura 2: Elementos de innovación**



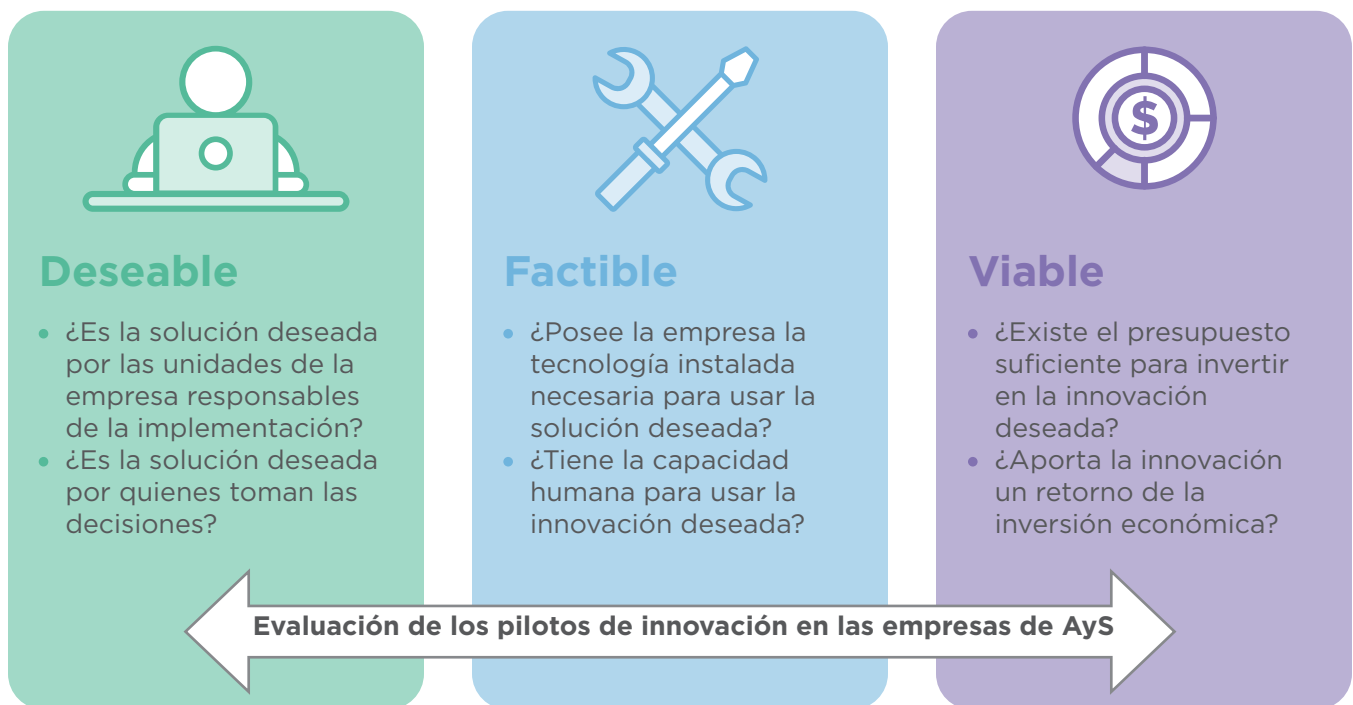
Fuente: IDEO U. (s.f. a)

En cuanto a las empresas de AyS, la toma de decisiones y la implementación de tecnologías o procesos innovadores ocurren en diferentes niveles. Desde el punto de vista de la **deseabilidad**, los usuarios finales, que en este contexto son las unidades, equipos o personas que utilizan una solución tecnológica específica (generalmente una unidad operativa que la implementará), así como los responsables de la toma de decisiones (gerentes senior, gerencia general, o el directorio) deben desear la nueva solución. Una solución **factible** requiere capacidad humana para implementarla, además de los requisitos tecnológicos. Finalmente, la **viabilidad** está determinada por la capacidad de la EPS para invertir en una solución y obtener rendimientos

económicos de ella. Se debe tener en cuenta que, si bien el retorno de la inversión (ROI) es un elemento importante de los rendimientos económicos en relación con la sostenibilidad financiera, las EPS de AyS en ALC también pueden beneficiarse de las innovaciones en términos de sostenibilidad ambiental, mejores indicadores sociales (menores tasas de mortalidad, mejoras en la salud) y mejor cumplimiento con las responsabilidades regulatorias (gestión de recursos, disminución de la contaminación, recopilación de información).

Sobre la base de las consideraciones mencionadas, se desarrolló el siguiente marco analítico para capturar los procesos y lecciones de innovación en la implementación de los pilotos desarrollados en esta CT.

**Figura 3. Marco analítico para el aprendizaje de la innovación**



Fuente: Autor.

Además de evaluar los diversos aspectos de la innovación, este informe analizó el éxito de cada uno de los pilotos a lo largo de dos dimensiones: **i** el grado en que el piloto logró los resultados previstos; y **ii** su potencial escalamiento futuro.



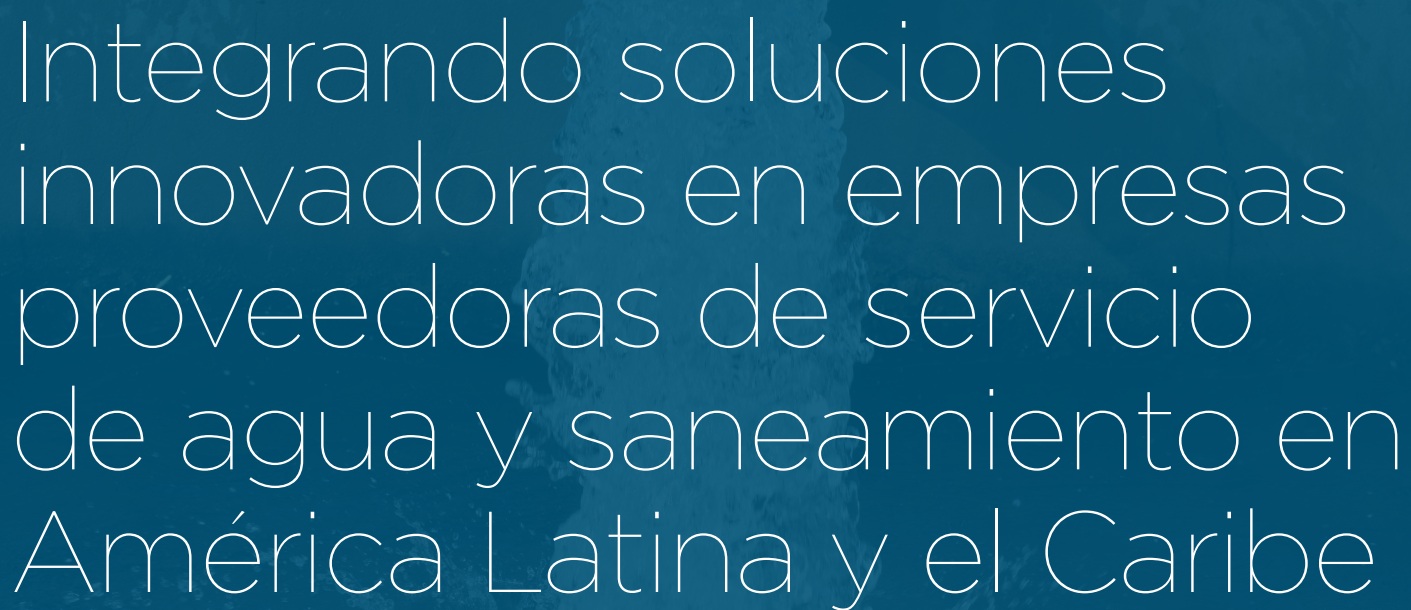

**DEFINIENDO EL ÉXITO:** Este informe intenta capturar dos factores de éxito a través del proceso piloto de innovación:

1. El grado en que cada uno de los pilotos logró los resultados que se propuso: reducir el agua no contabilizada, aumentar la capacidad de tratamiento, implementar sistemas de monitoreo, etc.
2. El escalamiento del piloto en el futuro, que se puede apreciar a través de conocer si es deseado por la empresa de AyS, si es económicamente viable y si es técnicamente factible.

Finalmente, las empresas de AyS no operan aisladas, sino que su capacidad para innovar está relacionada con sus procesos internos (cultura de innovación, expectativas y objetivos) y atada a su contexto externo (sociedad, gobernanza sectorial, ecosistema de innovación y medio ambiente). Los procesos internos pueden determinar la facilidad con la que una EPS puede adquirir y adoptar nuevas tecnologías, mientras que su ecosistema determina si existe voluntad política o un marco normativo adecuado para que una EPS pueda innovar.

A photograph of a water treatment facility. A large, dark metal pipe with a flange is the central focus, with water gushing out of its end. The pipe is set against a background of dry, yellowish-brown straw or hay. In the upper right corner, a large, white, outlined number '2' is superimposed on the image.

2



Integrando soluciones  
innovadoras en empresas  
proveedoras de servicio  
de agua y saneamiento en  
América Latina y el Caribe





# 2

En esta sección se propone responder la primera pregunta de investigación: **i** ¿qué lecciones se pueden aprender de la implementación de pilotos de innovación que puedan facilitar su ejecución exitosa? Se comienza presentando los antecedentes de los pilotos de innovación y se continúa analizando con mayor profundidad los cuatro pilotos específicos, incluidos sus desafíos, soluciones innovadoras y resultados, así como las lecciones aprendidas relacionadas con la innovación.

## 2.1 Antecedentes de los pilotos de innovación

En 2018 el BID y el Gobierno de Israel iniciaron una colaboración técnica para compartir y difundir el conocimiento, las tecnologías y los sistemas de gestión israelíes entre los países miembros del BID y las partes interesadas responsables de abordar los desafíos del agua y el saneamiento. El objetivo principal de la Cooperación Técnica CT RG-T3298 (Colaboración BID-Israel: Fortalecimiento de Capacidades en Tecnologías del Agua) es ayudar a los países miembros prestatarios del BID a mejorar sus conocimientos y fortalecer su capacidad para el desarrollo y la adopción de tecnologías innovadoras y sistemas de gestión en los sectores de tratamiento de agua y aguas residuales, y en su reúso. La operación comprende tres componentes principales: a) intercambio de conocimientos, b) capacitación y c) diseño de proyectos piloto.

El objetivo de la CT fue ayudar a los clientes del BID a mejorar el conocimiento y fortalecer las capacidades a través de tecnologías innovadoras de agua y sistemas de gestión para abordar los desafíos de seguridad hídrica. Los pilotos se centraron en la infraestructura hídrica inteligente (SWIT), la reutilización, la desalinización y la reforma de las políticas sectoriales. Las EPS se seleccionaron mediante un proceso iterativo impulsado por la demanda. A través de Ideas en Acción del BID, se realizó una convocatoria abierta a desafíos, invitando a las EPS a presentar las dificultades actuales que enfrentan, que podrían abordarse mediante el uso de nuevas tecnologías. La caracterización de los desafíos de dichas empresas se refinó en colaboración con el BID y la Autoridad de Innovación de Israel, que realizó una convocatoria abierta para proveedores de servicios privados con soluciones en las áreas específicas. La Autoridad de Innovación de Israel creó una lista de empresas con experiencia demostrada en el sector, la que fue presentada a las EPS para que pudieran seleccionar la solución más adecuada a abordar su desafío. Este proceso culminó con una serie de pilotos según muestra en la Tabla 1:

**Tabla 1: Pilotos de innovación apoyados mediante la CT para empresas de AyS en ALC**

Nombre del proyecto	País	Socio	Principal objetivo/descripción
Detección de fugas de agua en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Cañada de Gómez	Argentina	Santa Fe	Este piloto implementó la detección remota de pérdidas basada en la inspección satelital en la ciudad, con el fin de lograr la detección primaria de fugas no visibles para la reducción del agua no contabilizada en Cañada de Gómez.
Optimización de la operación del sistema de abastecimiento de agua de Águas de Joinville	Brazil	Joinville	El piloto implementó una solución de optimización integral para el sistema de Companhia Águas de Joinville (CAJ), que incluyó la recopilación y el análisis de datos. Esto permitió a la empresa procesar datos en tiempo real e identificar patrones recurrentes de pérdida de agua, y cambios en la presión y calidad del agua. El piloto estableció un panel de gestión y comunicación de datos para apoyar el proceso de toma de decisiones.
Detección de fugas en la red de distribución de agua potable del Servicio Autónomo de Agua y Saneamiento de Parauapebas (SAAEP)	Brasil	Parauapebas	El piloto implementó la detección de fugas mediante el uso de un sistema de inspección satelital en una sección de la red de agua potable operada por la empresa SAAEP en Parauapebas, Brasil.



Nombre del proyecto	País	Socio	Principal objetivo/descripción
Evaluación de efluentes industriales en un área piloto del sistema de alcantarillado de Bogotá	Colombia	EAAB	Este piloto evaluó la aplicabilidad de un sistema inteligente predictivo que incluye el monitoreo continuo de la calidad de las aguas residuales y el análisis inteligente de datos para identificar descargas irregulares a la red de alcantarillado en un área piloto de Bogotá. El objetivo fue ayudar a las autoridades de la empresa y a los operadores de la red a tomar medidas correctivas y, de ese modo, mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de las operaciones a largo plazo.
Piloto SWIT para Port Mourant y Sheet Anchor	Guyana	GWI	El piloto implementó una tecnología para mejorar el análisis, la identificación y la gestión de anomalías en la operación de sistemas de distribución de agua seleccionados, mediante la introducción de un producto patentado de gestión de eventos basado en la nube, durante un período definido.
Detección de pérdidas en la red de distribución del Servicio de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), Nuevo León	Mexico	Monterrey	El piloto implementó un sistema de detección remota de fugas basado en la inspección satelital de una parte de la red de distribución de agua potable operada por SADM en Monterrey, Nuevo León, México.
Servicio de Gestión de Eventos Hídricos para SEDAPAL	Peru	SEDAPAL	El proyecto piloto implementó un producto de gestión de eventos basado en la nube en SEDAPAL para el análisis, identificación y gestión de anomalías en la operación del sistema de distribución de agua con el objetivo de mejorar su eficiencia.
Detección de fugas en redes de distribución de agua potable en localidades del interior de Uruguay operadas por OSE	Uruguay	OSE	Este piloto implementó un estudio de detección remota de pérdidas basado en inspección satelital de los servicios de distribución de agua potable en ciudades del interior de Uruguay, operado por la empresa OSE, con el fin de apoyar los trabajos de detección y reparación de fugas en campo.

Este proceso impulsado por la demanda garantizó la atención de las necesidades de las empresas de servicios, al alentarlas a pensar en lo que necesitaban y asignar recursos financieros y humanos para impulsar el compromiso con el proyecto.

## 2.2 Estudios de caso - Desafíos, soluciones innovadoras, resultados y evaluación de pilotos

De los proyectos piloto descritos en la Tabla 1, cuatro fueron seleccionados para un análisis más profundo con base en la disponibilidad de información sobre innovación. Cada caso presenta sus propios desafíos, soluciones innovadoras y resultados, y una evaluación específica siguiendo el marco propuesto en la Sección 1.2.2.

### 2.2.1 Detección remota de fugas mediante imágenes satelitales: SADM, Monterrey, México

Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey I.P.D. (SADM) es una empresa de agua y saneamiento pública y descentralizada que provee servicios en todo el estado de Nuevo León, México.

**a. Desafío.** SADM es responsable de proporcionar servicios de suministro de agua en una de las cuencas más secas de México, que en 2021 y 2022 sufrió a una severa sequía. Si bien la empresa cuenta con datos históricos y metodologías para detectar agua no contabilizada, errores de medición y conexiones clandestinas generan niveles significativos de pérdidas físicas en su red de suministro de agua. La detección de fugas generalmente se lleva a cabo manualmente o se identifica mediante avisos de usuarios. Aunque SADM tiene un buen historial de reparación de fugas, la necesidad apremiante de reducir las pérdidas y administrar el agua de manera más eficiente impulsó la búsqueda de una solución que le permitiera reducir el tiempo en el que las fugas son detectadas.

**b. Solución innovadora.** Para abordar el desafío de una detección de fugas más rápida, SADM eligió probar la detección satelital de pérdidas en un área que abarca 2.500 km de tuberías. El socio de la solución fue Asterra, que utiliza imágenes satelitales tomadas con un radar de apertura sintética (SAR) mediante emisión de microondas y su retrodispersión para detectar humedad en el suelo. Combinado con su algoritmo patentado, que analiza las imágenes junto con otros datos proporcionados por la empresa de agua, Asterra ayudó a reducir el área de búsqueda en más del 90% con el beneficio de ser un método no invasivo, en comparación con otros métodos.

**c. Resultados.** Asterra detectó 190 puntos de interés en el área piloto, 113 de los cuales fueron confirmados por SADM mediante el uso de equipos acústicos. Estos 190 puntos se encontraron en solo el 6% de los 2.500 km de red, reduciendo significativamente el área de búsqueda y el tiempo necesario para detectar y reparar las fugas. Se estima que el rendimiento aumentó un 59% por cuadrilla directamente involucrada en la detección de fugas, y un 28% en el departamento de detección de pérdidas en general. El volumen total recuperado por la reparación de estas fugas promedió 4,750 m<sup>3</sup>/día (55 L/s).



#### d. Evaluación del piloto de innovación

**Deseabilidad.** En el caso de SADM, el responsable de la toma de decisiones y el usuario final de la herramienta fue la misma empresa. Esto permitió que el equipo operativo estuviera estrechamente involucrado en la elección de las tecnologías deseadas para resolver el desafío. Sin embargo, la participación de otros actores de la empresa (personal de reparación de fugas, personal operativo y de tecnología de la información (IT), por ejemplo) fue clave para garantizar una implementación exitosa.

**Factibilidad.** En Monterrey ya se tenían las condiciones técnicas de base para utilizar el sistema de detección de fugas por satélite de Asterra. SADM posee un modelo GIS de sus redes y zonas con baja presión e insuficiente agua, y pudo proporcionar a Asterra esta información. Fue en base a estas imágenes que se detectaron los 190 puntos de interés. La tecnología de Asterra permitió reducir el área de búsqueda al 10% de la red total estudiada, y SADM pudo capitalizar esta información al contar con los métodos auditivos necesarios para confirmar los puntos exactos de fuga y una alta capacidad preexistente para detectarlas manualmente. Esto produjo una mayor y mejor eficiencia en la búsqueda y reparación de fugas. La implementación del piloto fue sencilla porque SADM está bien organizada, bien administrada y tiene buena capacidad de planificación. La transferencia de conocimientos se identificó como una necesidad clave para fortalecer la capacidad de SADM para utilizar esta nueva tecnología, especialmente para garantizar que las capacidades de análisis de datos del software que se está implementando se transfieran a la empresa.

**Viabilidad.** La empresa calculó que el ahorro producto de la aplicación de la tecnología satelital para la detección de fugas darían como resultado un retorno de la inversión (ROI) en un mes, basado en la reducción de 55 L/s en las fugas. Además, estos ahorros contribuyen a la sostenibilidad ambiental de la operación de la empresa.

## 2.2.2 Optimización de la eficiencia operativa mediante datos inteligentes: *CAJ*, Joinville, Brasil

Companhia Águas de Joinville (CAJ), de Brasil, suministra agua potable a 228.342 clientes, (una población de alrededor de 600.000 personas), tratando cerca de 2.100 L/s en dos plantas de tratamiento de aguas.

**a. Desafío.** Si bien la empresa ha estado invirtiendo en la reducción de pérdidas físicas de agua para ayudar a preservar las fuentes del sistema, aún no ha logrado su objetivo de pérdidas físicas no superiores a 500 L/conexión/día. Aunque CAJ es una compañía muy bien estructurada, su metodología interna de detección manual de fugas no le ha permitido alcanzar sus objetivos de reducción de pérdidas físicas.

**b. Solución Innovadora.** Para abordar el desafío de una detección de fugas más rápida y proactiva, CAJ eligió implementar el análisis inteligente de datos en cuatro distritos hidrométricos (DMA). Su socio en la solución fue IOSight, que utiliza los datos de telemetría y medición de CAJ con sus propios algoritmos y paneles de control para generar otros paneles de control e informes en tiempo real (1 hora de demora). Este análisis de datos proporciona información sobre balances hídricos, caudales máximos y mínimos, eventos en la red (fugas), calidad del agua y estado de los equipos (bomba, válvula y reservorio).

**c. Resultados.** Utilizando los datos proporcionados por la empresa de servicios, IOSight creó paneles de control con indicadores para cada DMA. CAJ mejoró su acceso a la información, pasando de informes anuales a información mensual sobre los DMA y reservorios en el área piloto. El análisis inteligente de datos ayudó a predecir posibles fugas, que requirieron confirmación a través de SCADA y confirmación con equipos de campo. Un análisis de los flujos nocturnos reveló una reducción de la presión durante cinco horas por noche, lo que resultó en una disminución significativa de las fugas (alrededor del 15%). Por último, el piloto mostró el potencial de la gestión proactiva de fugas, integrando información de la red y ofreciendo un panel de control que proporciona alertas de eventos de red.



#### d. Evaluación del piloto de innovación

**Deseabilidad.** Aunque la demanda inicial de la solución provino del equipo operativo, todas las partes interesadas de la empresa participaron en discusiones preliminares que condujeron al diseño y selección del piloto. El equipo operativo deseaba un tipo de solución de datos inteligentes, en tiempo real y en línea para integrar datos GIS, comerciales y de fugas, que les permitiera analizar y mejorar la eficiencia operativa. El departamento de innovación, el equipo de hidráulica y control, el gerente del centro de control, el ingeniero de datos y el gerente del laboratorio participaron en la implementación del piloto, lo que ayudó a resolver desafíos sobre la marcha (como la integración de datos) y lograr los resultados deseados.

**Factibilidad.** El sistema de datos inteligentes de IOSight se puso a prueba en cuatro DMA que ya tenían un nivel suficiente de medición de distrito y micromedición. Se validaron otros 26 DMA para su posterior análisis, los que requerirían un mayor nivel de micromedición para proporcionar suficientes datos del sistema. Un esfuerzo tuvo que ser realizado para tener disponibilidad, calidad, formato apropiado y compatibilidad de datos con el software de IOSight. Con respecto a la capacidad humana, durante la implementación surgió la necesidad de involucrar aún más a los equipos de IT para encontrar soluciones para enviar correctamente los datos al proveedor de soluciones y garantizar así una gestión interna adecuada de ellos.

**Viabilidad.** Al momento de la confección de este informe aún se están evaluando los beneficios de integrar las diferentes fuentes de datos y tener una gestión proactiva de fugas, y se está redactando una propuesta económica para la alta gerencia.

### 2.2.3 Gestión de eventos basada en la nube a través de IA: *SEDAPAL, Lima, Perú*

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) es una empresa estatal de agua y saneamiento que sirve a la mayor parte del Área Metropolitana de Lima, que cuenta con una población de alrededor de 10 millones de personas en un área de 279.860 hectáreas.

**a. Desafío.** SEDAPAL tiene como objetivo lograr una cobertura del 100% durante las 24 horas del servicio de agua potable y alcantarillado para el área urbana de Lima y Callao, para lo cual ha iniciado proyectos que han ampliado la cobertura en la última década. Con bajas precipitaciones y una población de rápido crecimiento en el área, se espera que la demanda de agua aumente significativamente en las próximas décadas. Lima enfrenta un déficit hídrico, lo que hace que la gestión de pérdidas físicas sea aún más importante, junto con el desafío de detectar rápidamente fugas y anomalías en el sistema.

**b. Solución innovadora.** Para mejorar la gestión de pérdidas físicas y realizar una operación más eficiente, SEDAPAL optó por probar un software que ayuda a las empresas de servicios a monitorear la red y le permitió detectar fallas en 67 sectores de ella (40%). El socio de la solución fue Takadu, que utiliza software basado en la nube e IA para detectar eventos relacionados con activos defectuosos, fallas de telemetría y eventos de fuga dentro de los límites geográficos de los DMA. Su software también permite gestionar patrones de consumo y uso, fugas en el DMA y problemas de presión mediante el aprendizaje del comportamiento del sistema de suministro de agua potable y la gestión de múltiples eventos en la red de distribución y el sistema comercial, utilizando algoritmos de IA.

**c. Resultados.** Al usar Takadu, la detección temprana y el análisis y la identificación del área afectada redujeron el tiempo y recursos necesarios para reparar las fugas. La tecnología de Takadu, como centro de gestión de eventos para SEDAPAL, permitió la detección de más de 7.000 eventos, incluyendo pérdidas de agua, aumento de flujo en los sectores, falla de telemetría, medidores rotos o defectuosos, y aumento o disminución de la presión. El sistema también permitió realizar un seguimiento en línea del indicador de flujo mínimo nocturno, así como comparar el estado actual e histórico de los sectores hidráulicos y su evolución. Finalmente, SEDAPAL recibió una estimación precisa de sus pérdidas totales de agua en la red, lo que le permitió estimar adecuadamente sus necesidades operativas y físicas de reducción de pérdidas.



#### d. Evaluación del piloto de innovación

**Deseabilidad.** El departamento de innovación, que fue el responsable de la toma de decisiones en este caso, estaba 100% comprometido con la aplicación del nuevo sistema de gestión de eventos de IA. Sin embargo, demoras en el avance del proyecto ocurrieron debido a que el equipo de innovación no tenía una línea directa de comunicación con los equipos de reparación en campo, por lo que no había un traspaso eficiente de la información sobre los eventos de fuga que se iban detectando. Fue en etapas posteriores de implementación que los usuarios de la herramienta se involucraron más, lo que llevó a una mayor participación de los equipos operativos y de los gerentes, con comunicación directa con los equipos a cargo de las reparaciones. A medida que avanzaba el piloto, uno de los gerentes operativos vio la utilidad de la innovación para reducir proactivamente las fugas y se involucró fuertemente con su implementación.

**Factibilidad.** SEDAPAL pudo probar el sistema de gestión de eventos de IA de Takadu en el 40% de su red, donde contaba con suficiente hardware para alimentar datos en el software del proveedor de soluciones. Tomó algún tiempo generar conocimiento en la empresa sobre cómo usar la herramienta e identificar la información requerida para que funcione. En términos de capacidad, si bien la empresa tenía los conocimientos sobre como reparar fugas, al principio el piloto no contaba con suficientes equipos operativos dedicados a esa tarea. Esto se abordó durante la implementación y, a medida que se dedicó más capacidad operativa al piloto, la implementación mejoró. Varios equipos participaron, cada uno con funciones específicas: comprender el software, recopilar y armonizar datos, y confirmar y reparar fugas.

**Viabilidad.** En el caso de SEDAPAL, el piloto de innovación brindó una oportunidad para que la empresa de servicios probara la tecnología, demostrara su uso y evaluara su valor en ahorros. Esta evaluación aún está en curso, sin embargo, Takadu estimó que la detección temprana de eventos de fuga permitió a SEDAPAL ahorrar más de USD 800.000, considerando que habría tomado más de un año identificar esas fugas.

## 2.2.4 Inteligencia en tiempo real aplicada al vertido de aguas residuales: *EAAB, Bogotá, Colombia*

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) provee servicios de AyS a la capital de Colombia. Su red de alcantarillado recibe vertidos de 158.000 usuarios no residenciales a los que EAAB tiene la responsabilidad de monitorear. Estas descargas a menudo contienen elementos que causan daños al sistema de alcantarillado.

**a. Desafío.** Las regulaciones para el control de la contaminación en Colombia requieren que las empresas de servicios den cumplimiento y reporten parámetros clave de calidad de agua. Como parte de esto, EAAB necesita monitorear los efluentes industriales y su impacto en el deterioro de la infraestructura de recolección y tratamiento de aguas residuales, así como los costos incrementales de operación y mantenimiento de dicha infraestructura. Las industrias deben presentar autoevaluaciones anuales, y EAAB realiza monitoreos y visitas técnicas, pero estos esfuerzos no son suficientes para monitorear adecuadamente las descargas industriales. Además, las medidas sanitarias de COVID-19 dificultaron aún más las visitas a planta.

**b. Solución innovadora.** Para abordar el desafío del monitoreo continuo de la descarga de efluentes, EAAB eligió evaluar la aplicabilidad de Kando, una solución de análisis estadístico con un sistema predictivo inteligente que incluye monitoreo continuo de la calidad de las aguas residuales y análisis inteligente de datos para identificar descargas irregulares en un área piloto de la red de alcantarillado. El uso de esta tecnología inteligente ayudaría a mejorar el control de los vertidos, permitiría el monitoreo continuo con aprendizaje automático que también podría proporcionar predicciones de eventos, y proporcionaría a los administradores de servicios públicos y operadores de la red una mayor capacidad para tomar acciones correctivas que mejoren la eficiencia y la sostenibilidad de las operaciones a largo plazo.

**c. Resultados.** Al momento de la confección de este informe, EAAB estaba en el proceso de finalizar el piloto con Kando. Algunos de los logros del proyecto incluyeron un índice de contaminación proporcionado por Kando, comparando las ocho subáreas en el piloto y priorizando las acciones correctivas que tendrían el mayor impacto. En dos subáreas se hallaron y confirmaron cinco posibles fuentes de contaminación. Esta herramienta también permite identificar y tomar acciones sobre las empresas que realicen vertidos irregulares, gracias al reporte continuo del índice de contaminación, las muestras tomadas en el momento en el que se identificó el evento contaminante y los resultados de laboratorio que confirman que los usuarios no cumplieron con las regulaciones. Además, EAAB adquirió la capacidad de monitorear la calidad de agua dentro de su red y detectar eventos no registrados anteriormente, así como la demostración de cómo es posible lograr un mayor control sobre las descargas industriales utilizando ciertos tipos de tecnología.





#### d. Evaluación del piloto de innovación

**Deseabilidad.** Al igual que en el caso de SADM, quien debía tomar las decisiones y el usuario final de la herramienta en EAAB eran la misma entidad, lo que permitió que el departamento de saneamiento participara directamente en la selección de la solución deseada para el piloto de innovación. Una vez más, la participación de otras partes interesadas en la empresa (personal operativo, de IT y de laboratorio, por ejemplo) fue clave para garantizar la implementación exitosa de la tecnología y hacer uso de la información que proporcionaba.

**Factibilidad.** Este caso resultó ser bastante único, dado que el modelo de servicio de Kando implicó la instalación de hardware y software para proporcionar todo el servicio de inteligencia en tiempo real asociado a las aguas residuales. Los pocos ajustes que fueron necesarios, relativos a que los datos del Sistema de Información Geográfico (SIG) no coincidían con la topografía real del sistema, se hicieron fácilmente. Por el lado de EAAB, se desplegaron equipos operativos dedicados al área de implementación, y los equipos de laboratorio estuvieron disponibles para muestrear y caracterizar eventos de contaminación según fuera necesario.

**Viabilidad.** Al momento de confección de este informe, el piloto se estaba finalizando y aún se contaba con información sobre el ahorro o el retorno de la inversión.

## Cuadro 1. Lecciones para la Implementación de tecnologías digitales

Si bien esta nota técnica se centra en la innovación, se debe hacer una mención especial de las lecciones clave en la implementación de la tecnología digital. Las tecnologías digitales en el sector de AyS tienen múltiples aplicaciones, que van desde la observación de cuencas hidrográficas hasta permitir la toma de decisiones informadas, seguimiento del impacto del proyecto, alerta temprana de inundaciones, monitoreo de la calidad y cantidad del agua, y uso y restauración del suelo. A nivel mundial, un número creciente de empresas de agua utilizan software de detección remota, sensores inteligentes, modelado y detección de eventos para identificar fugas de agua o problemas relacionados con la presión, y monitoreo del estado de sus sistemas en tiempo real.<sup>a</sup>

A pesar de que las empresas de agua de todo el mundo están recopilando una gran cantidad de datos, la mayoría no los está aprovechando de manera efectiva para la transformación digital y aún no se ha alcanzado todo el potencial de este uso de datos.<sup>b</sup> Si bien esto es cierto a nivel global, en ALC el potencial de recopilación y uso de datos está aún más lejos de ser utilizado de manera efectiva para mejorar los servicios de agua.

Todos los pilotos presentados en este estudio incluyen elementos de digitalización, desde telemetría hasta gestión de datos, IA e inteligencia en tiempo real. Además, durante el período de implementación de esta Cooperación Técnica, la restricción global de viajes debido a la COVID-19 llevó al BID y a las EPS a centrarse en la implementación de tecnologías digitales. El uso de estas tecnologías permitió a los equipos, tanto de las empresas de agua como de las empresas de tecnología, implementar estas nuevas soluciones sin la necesidad de estar en el sitio.

a Sarni (2021).

b Stillman et al. (2020).

Los aportes más destacados de los pilotos con respecto a la digitalización son los siguientes:

- **Prepararse para la transferencia de datos:** A menudo, las tecnologías digitales requieren que los datos se transfieran a la nube de la empresa de tecnología para analizarlos a través de algoritmos, IA u otras formas de análisis avanzado. En algunos de los proyectos piloto presentados, las empresas de agua enfrentaron problemas técnicos como la incapacidad de extraer y recibir datos, la falta de datos en tiempo real y las dificultades para cargarlos en la nube. Por lo tanto, las EPS deben prepararse para la transferencia de datos, abordar los problemas tecnológicos e involucrar a su departamento de IT en las etapas iniciales del proceso.
- **Operacionalizar la tecnología:** En un esfuerzo por implementar nuevas tecnologías, algunas EPS intentan adoptar tecnologías sin la aceptación de sus equipos operativos. Si los equipos operativos no se involucran desde el principio, es posible que no prioricen la tecnología o no faciliten la implementación. Por lo tanto, un ejecutivo de alto nivel a cargo de la operación debe ser designado para supervisar la ejecución, y este ejecutivo debe comprender las ventajas de la tecnología, ver su potencial y fomentar la adopción a nivel operativo.
- **Desarrollar soporte de capacidad:** La capacidad del equipo operativo para adoptar la tecnología requiere un desarrollo continuo de capacidades a lo largo de su implementación. Crear un cambio de comportamiento en el lugar de trabajo no es fácil, y requiere fuerza de voluntad y esfuerzo. Por lo tanto, debe implementarse durante todo el proyecto piloto.

3

Contribuciones a proyectos piloto exitosos y al escalamiento de la innovación



# 3

Esta sección busca responder a la segunda pregunta de la investigación: **ii** ¿Qué ideas se pueden extraer de estos pilotos que puedan contribuir a escalar la innovador en los servicios públicos de AyS en ALC? Se examina el éxito de los estudios de caso en lo que respecta al logro de los resultados previstos y el potencial de escalarlos (ya sea que el proveedor de servicios públicos adopte la tecnología o el modelo de servicio utilizando sus propios fondos, o el potencial para aplicar la misma solución en todo el país o región). Estas contribuciones al éxito de los proyectos piloto y a la capacidad de escalar la innovación en cada país y en el resto de la región se basan en las lecciones aprendidas mediante la evaluación de los pilotos de innovación (Sección 2.2) a través de la óptica del modelo de gestión de la innovación en AyS (Sección 1.2.1).

## 3.1 Éxito en el logro de las metas propuestas

Todos los casos revisados aquí tuvieron éxito, logrando los resultados deseados. En lo que respecta al marco de evaluación, contar con la participación de la unidad operativa o de ejecución y el responsable de la toma de decisiones resultó clave no sólo para probar nuevas

soluciones en los servicios públicos, sino también para que esas soluciones logren los resultados deseados (**deseabilidad**). Las EPS requirieron no solo las condiciones tecnológicas previas para que los pilotos tuvieran lugar, sino también la capacidad humana (en capacitación, conocimiento y dedicación) para implementar los pilotos (**factibilidad**). Finalmente, si bien estos pilotos se financiaron mediante acuerdos de cooperación internacional, la viabilidad no dependía necesariamente de la rentabilidad, sino más bien del retorno económico o el ROI financiero y del presupuesto de una EPS o la capacidad de acceder a los fondos (**viabilidad**).

El éxito de los casos analizados varió, desde estar claramente delineados al principio a través de KPI, hasta ser simplemente declarados como una prueba de concepto. Aquellos que establecieron KPI claros al principio incorporaron rápidamente a los equipos operativos y avanzaron en la presentación de sus resultados a la alta gerencia, defendiendo la solución (aumentando la deseabilidad). CAJ, por ejemplo, usó como KPI los indicadores del Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de Brasil, y pasó de tener datos mensuales para cada DMA a un sistema integrado en línea con capacidad de datos y análisis para toda la red. El piloto mostró el potencial para la gestión proactiva de fugas, para la integración de la información de la red, y para contar con un panel de control que proporcione alertas de eventos que ocurran en la red. En el caso de SADM, los indicadores relativos a los niveles de fuga y los esfuerzos de reducción se establecieron junto con Asterra y permitieron una comparación antes y después. Gracias a la información, SADM pudo estimar un ROI de un mes en el uso de esta tecnología para detectar y reparar pérdidas de manera proactiva (ahorrando 55 L/s en el proceso). En el caso de EAAB y SEDAPAL, los pilotos tuvieron éxito como prueba de concepto. Para EAAB, Kando detectó eventos de contaminación, logró el monitoreo en tiempo real de parámetros seleccionados en la red de alcantarillado y permitió conseguir la evidencia necesaria contra industrias que volcaban efluentes contaminantes. En SEDAPAL, los gerentes operativos pudieron usar el sistema durante varios meses y ver los beneficios de detectar eventos que ocurrían en la red. En ambos casos se está trabajando para expandir el piloto.

En todos los casos, la prueba de concepto arrojó resultados satisfactorios que hicieron que la solución fuera deseable y describieron los pasos necesarios para hacerlos técnicamente viables, ya sea aumentando la telemetría, mejorando la gestión de datos, involucrando a más equipos operativos y de IT, o incrementando la micromedición y la medición del distrito. Al momento de confección de este informe no se pudo confirmar si las EPS poseen el presupuesto o los mecanismos para hacer viables estas soluciones, sin embargo, los resultados, los ahorros y los beneficios potenciales son alentadores.

## 3.2 Cultura interna de innovación en las empresas de servicios públicos

Las operaciones internas cotidianas de las EPS a menudo impiden que los gerentes, las juntas directivas y los equipos operativos dediquen tiempo a pensar en la innovación. Los cambios en el liderazgo y en la gerencia general dificultan la continuidad de la innovación. Además, la estructura interna y la burocracia pueden afectar la facilidad con la que el personal y los equipos de una EPS pueden innovar.

### 3.2.1 Promoción de la cultura de la innovación

En algunos de los casos analizados, las EPS tenían departamentos de innovación dedicados que estuvieron muy involucrados en el proceso de diseño, selección e implementación. En un caso en particular, la empresa contaba con su propio proceso para evaluar nuevas tecnologías. Una vez que la nueva tecnología comenzó a mostrar resultados, la empresa solicitó al proveedor de la solución que evaluara la capacidad para continuar con la implementación. En cada caso, el departamento o proceso dedicado a la innovación contribuyó a facilitar el desarrollo del piloto de innovación.

Además de un departamento o proceso dedicado para integrar nuevas soluciones

en la operación de las EPS, fue clave involucrar a todos los participantes internos en el diseño y la implementación. Hacerlo desde la etapa de planificación del piloto ayudó a garantizar que la solución innovadora utilizada por la empresa posea las capacidades que necesita. En algunos casos, unidades adicionales de la empresa (es decir, no el principal usuario final) se unieron a los pilotos en etapas posteriores del proceso de implementación, que de haberlo hecho desde la etapa de planificación hubiera facilitado la implementación. Vincular el trabajo realizado en el piloto por los distintos equipos con su plan de trabajo y los indicadores asociados a él también habría garantizado una mayor aceptación por parte de estas unidades, que ya no verían la innovación o el proyecto piloto como un trabajo adicional que debían encarar.

### 3.2.2 Planificando para el piloto de innovación y más allá

Tener claridad sobre los desafíos de la empresa de servicios ayudará a diseñar y seleccionar una solución adecuada, dado que permitirá dedicar recursos adecuados tanto desde la empresa como desde el proveedor de soluciones. Esto incluye disponer de una evaluación del tamaño y la naturaleza del desafío, un análisis de las diferentes opciones disponibles, y una mirada honesta sobre la capacidad técnica y humana de la EPS para implementar la solución. Para esto

último, por ejemplo, la existencia de DMA, micromedición, telemetría y sistemas de IT jugó un papel clave en los pilotos analizados. En el caso de EAAB, la topología de la red se validó durante la implementación. Si se hubiera validado durante la etapa de planificación, se habría necesitado menos trabajo durante la implementación. Además, se agregó un equipo de mantenimiento más tarde durante el desarrollo del piloto, incorporación que habría ahorrado tiempo si ese equipo hubiera sido parte del proyecto desde el inicio. El caso de CAJ, por ejemplo, puso de manifiesto la importancia de contar con datos disponibles. A pesar de disponer de varios años de datos, requirió un esfuerzo significativo que estos estuvieran disponibles en el formato necesario para la aplicación del piloto.

La planificación ayuda a garantizar que las capacidades técnicas necesarias estén disponibles. En el caso de SADM y EAAB, esas empresas estaban bien desarrolladas y contaban con una alta capacidad técnica y humana para recibir la nueva tecnología. Esto facilitó la implementación y la capacidad de responder a las necesidades del piloto, lo que permitió a los equipos operativos apropiarse de la solución y ver claramente su aplicación y utilidad. En estas dos empresas, la fuerte alineación de los objetivos de los pilotos con las prioridades actuales de las empresas también contribuyó a la probabilidad de que estos pilotos continúen luego de superada la fase inicial.

La planificación más allá del piloto aumenta la probabilidad de adopción de la nueva solución más allá de la fase inicial. Tener una estrategia y objetivos claros que se alineen con el plan a largo plazo de la EPS, así como con el plan de trabajo de la unidad, contribuye a la capacidad de vincular los logros de una nueva solución con el resultado final de la empresa de servicios y mejorar la demanda de los equipos de implementación. En el caso de SADM y CAJ, por ejemplo, durante la implementación quedó claro que los pilotos estaban en línea con una estrategia a largo plazo para la reducción de fugas.

### 3.2.3 Establecer objetivos claros y alinearlos con objetivos más amplios

Los objetivos claros ayudan a crear determinantes para el éxito y para la posibilidad de escalamiento, especialmente porque pueden proporcionar una determinación clara de la implementación exitosa del piloto (Sección 3.1). En los casos de SADM y CAJ, esas empresas tenían KPI claros y medibles que debían lograrse mediante el piloto, lo que ayudó a presentar el caso de negocio a la alta gerencia. En SADM, los equipos operativos vieron el beneficio de reducir el área de búsqueda para la detección de fugas, mientras que un retorno de la inversión de un mes y reducciones significativas



de pérdidas físicas permitieron presentar un caso claro a la gerencia. En CAJ, el presidente vio los resultados como alentadores y expresó interés en el sistema, permitiendo a la empresa tener un sistema de gestión integrado, operar mejor la red y recibir alertas tempranas sobre eventos en la red.

### 3.3 Factores externos y ecosistema de innovación

Las EPS operan en un entorno complejo, sujeto a marcos y demandas de gobernanza, relaciones con contratistas y colaboración con donantes internacionales. Este ecosistema puede tanto ayudar como dificultar su capacidad de implementar nuevas soluciones para sus desafíos cotidianos y de suministro del servicio.

#### 3.3.1 Marco de gobernanza

En todos los casos presentados aquí hubo que considerar los procesos nacionales, con una declaración de no objeción y de aprobación del gobierno nacional, la que fue requerida por el BID para que se implementara el piloto. Además, la implementación de estos pilotos mediante los mecanismos de adquisiciones del BID también permitió facilitar las adquisiciones. En uno de los países, la contratación pública es bastante compleja y hace casi imposible la contratación de nuevos proveedores

de soluciones. Para la selección de un solo proveedor hay muchos criterios que deben cumplirse y muchas instituciones gubernamentales adicionales participan en el proceso con roles del contralor y auditoría. En todos los casos en que se hizo necesario importar hardware y equipos, hubo desafíos para ingresar objetos al país que generaron demoras. Finalmente, en uno de los casos, se facilitó la implementación del piloto debido a que organismos reguladores y de control, así como otras entidades públicas, habían participado en esfuerzos similares a los abordados a través de este piloto.

Las presiones externas también ayudan a determinar el nivel de demanda de una solución en particular. Para SADM, reducir las pérdidas físicas frente a la sequía y los recursos escasos sigue siendo de suma importancia, mientras que para EAAB, el monitoreo y control de la descarga de contaminantes se alineó con las prioridades de la empresa de servicios y sus agencias reguladoras. En ambos casos, estas presiones externas demostraron ser importantes para implementar los pilotos de innovación y encontrar formas de escalarlos.

#### 3.3.2 Relaciones con los contratistas

Los cuatro proyectos experimentaron desafíos en la implementación debido a diferencias de idioma y zona horaria. Para Kando (EAAB) y Asterra (SADM), tener un consultor local como enlace ayudó a

abordar estas diferencias y proporcionó al proveedor de soluciones una comprensión del contexto local.

A las empresas de servicios les resulta difícil confiar en agentes externos con nueva tecnología y entregarles datos operativos confidenciales. Uno de los beneficios de tener un benefactor como el BID y la CT para este tipo de pruebas es que reduce el riesgo asumido por la empresa de ensayar con una tecnología que no se ha probado. En el caso de SADM, por ejemplo, la tecnología fue aceptada como un concepto desde el principio, y ella estaba dispuesta a adoptar y cambiar para recibirla. En otros casos, hubo preocupaciones sobre la confidencialidad de los datos que se compartirían con el proveedor de soluciones que se resolvieron a través de la mediación con el BID y estrictos acuerdos de confidencialidad. Las estrictas reglas del BID también permitieron que los pilotos quedaran bajo monitoreo constante.

La confianza y la comunicación también se pueden construir a través de interacciones en persona. Los pilotos incluidos en este documento se implementaron mientras todavía había restricciones sanitarias significativas debido a la COVID-19. Debido a ello, las reuniones en persona y las visitas de las empresas israelíes fueron limitadas. Más interacciones personales entre el donante, la EPS y el proveedor de soluciones habrían sido beneficiosas. Como dijo una de las partes interesadas, “al final, haces negocios con personas”, por lo que hay un límite a lo que se puede lograr sin interacciones personales -la capacidad de reunirse, compartir y discutir- para crear confianza entre las diferentes partes y tener expectativas claras. Las interacciones en persona, y específicamente tener una contraparte que esté familiarizada con las políticas locales y el contexto comercial, ayudan a identificar claramente los puntos débiles de las EPS y cómo abordarlos.

### 3.3.3 Cooperación internacional

Los donantes pueden contribuir a reducir el riesgo proporcionando una fuente inicial de fondos para la viabilidad y, en general, mejorar el ecosistema de innovación para las EPS.

El uso de fondos de donantes para proyectos piloto puede reducir tanto el costo económico como el riesgo de innovación para las EPS. Si una solución innovadora muestra resultados, y particularmente si estos representan ahorros significativos en tiempo o pérdidas físicas (como fue el caso en todos los pilotos presentados aquí),

estos ahorros pueden usarse para que la empresa de servicios busque escalar esta solución por su cuenta.

Mediante el uso de los procesos de adquisición de los donantes, las empresas de servicios pueden realizar análisis de mercado sobre las diferentes soluciones y buscar lo que consideren más adecuado en lugar de pasar por los mecanismos de contratación pública, los que generalmente no están diseñados para la innovación y abordan procesos de selección tradicionales de relación costo-calidad. Al mismo tiempo, los donantes pueden extraer las lecciones aprendidas de estos procesos y colaborar con otros países para fomentar un entorno más propicio para alentar a las empresas de servicios a innovar.

Los donantes pueden ayudar a fomentar el conocimiento sobre soluciones innovadoras en el sector y defender la innovación. Los intercambios de conocimiento y los eventos de aprendizaje de los pilotos de innovación pueden generar conocimiento entre las empresas de servicios y las organizaciones del sector. La detección y reducción de fugas, por ejemplo, es algo con lo que todas las empresas de servicios de AyS deben lidiar. Sin embargo, es difícil para esas empresas determinar cuál es una nueva tecnología apropiada sin comprender

primero el contexto en el que puede ser útil: el nivel de SCADA y medición que se requiere, el nivel de información que una herramienta necesita para funcionar (como IOSight) o el perfil de pérdida para que la tecnología satelital (como Asterra) funcione. Las empresas del sector privado también deben comprender el contexto local y las necesidades de los servicios públicos. Las empresas privadas, especialmente las que no proceden de la región, a menudo carecen de una comprensión de la cultura empresarial local, el funcionamiento y las necesidades de los servicios públicos y los procesos de contratación pública.

Los bancos multilaterales de desarrollo (BMD) como el BID pueden desempeñar un papel vital en la gobernanza del sector para fomentar la innovación. En Colombia, por ejemplo, todas las empresas de servicios enfrentan las mismas regulaciones que EAAB, y podrían beneficiarse de una solución que les permita cumplir con las reglamentaciones. No obstante, cada empresa posee su propio proceso de innovación. Los BMD pueden aportar la experiencia de otros países para aplicar la innovación en términos generales; por ejemplo, en Israel, la inteligencia de aguas residuales se utiliza en todo el país para la vigilancia epidemiológica.



# Conclusiones





Varios factores afectan la capacidad de las empresas de servicios para implementar nuevas soluciones, probarlas con éxito y pasar de proyectos piloto al uso a gran escala de la innovación. Estos factores están relacionados con la cantidad de demanda de la solución que existe de las unidades de usuario final y la alta gerencia (deseabilidad), la capacidad técnica y humana de las empresas de servicios para utilizar estas nuevas soluciones (factibilidad), y las limitaciones presupuestarias y de ecosistema que enfrenta la empresa de servicios (viabilidad). El marco de gobernanza también puede ser propicio para la capacidad de escalar las soluciones que tengan las empresas de servicios.

Las lecciones aprendidas de la implementación de pilotos de innovación ofrecen información valiosa sobre cómo las empresas de AyS de ALC pueden implementar nuevas soluciones de una manera que garantice el éxito de un piloto, así como ofrecer la posibilidad de escalar.

A partir de las experiencias de las empresas de servicios presentadas aquí, está claro que un elemento clave para mejorar la adopción de nuevas soluciones es la participación temprana de la unidad

de implementación, los responsables de la toma de decisiones y las unidades complementarias de los servicios públicos en la definición del desafío que enfrenta la empresa de servicios y en la selección de la solución y la planificación de su implementación (incluidos los KPI e indicadores relevantes para el plan de trabajo de las unidades involucradas en la implementación). Casos como el de Monterrey y Bogotá, donde el tomador de decisiones y la unidad ejecutora eran el mismo, ilustran la importancia de esta alineación. Mientras tanto, los pilotos de CAJ y SEDAPAL fortalecen el concepto de la participación temprana de todos los usuarios, ya que la incorporación de otras unidades durante el proceso de implementación presentó desafíos adicionales.

Garantizar que la empresa de servicios cuente con las condiciones de capacidad técnica y humana necesarias también es clave, e involucrar a todas las unidades necesarias desde el principio garantizará una implementación sin problemas. Esto se evidenció en los casos de CAJ y SEDAPAL, que

necesitaban asegurarse de que sus datos se almacenaran y compartieran adecuadamente con el proveedor de la solución. En el caso de EAAB, ciertos equipos de telemetría se identificaron como defectuosos y debieron ser reemplazados. En el caso de SEDAPAL y SADM, tener unidades de reparación de fugas dedicadas para actuar sobre la información proporcionada a través del proveedor de soluciones fue esencial para capitalizar la nueva información.

Por último, ya sea utilizando recursos propios o externos, el ROI de la innovación es clave para garantizar el escalamiento y el uso de una innovación más allá de la etapa de piloto. Para SADM, el retorno financiero de un área de búsqueda reducida y la disminución de fugas fue fácil de visualizar. Para SEDAPAL, los ahorros potenciales también se evidenciaron. En todos los casos, alinear el piloto con el resultado final y los objetivos a largo plazo de la empresa de servicios puede ayudar a garantizar que haya un retorno de la inversión, así como contribuir a la posibilidad de escalar la operación.



## Anexos

### Preguntas y consideraciones clave para proyectos piloto de innovación exitosos en empresas de AyS

Con base en los estudios de casos piloto de innovación analizados, el siguiente conjunto de preguntas puede ayudar a las empresas de AyS y a las partes interesadas que trabajan con ellas a planificar pilotos exitosos y escalables:

#### **Deseabilidad**

Es recomendable involucrar a la unidad de implementación, las unidades adicionales necesarias en la implementación y los tomadores de decisiones en la definición del desafío, la selección de la solución y la planificación del piloto. Idealmente, todas las partes interesadas deberían ser consultadas al definir el desafío, seleccionar la solución y determinar los objetivos del piloto. Las siguientes preguntas pueden ayudar a guiar el proceso:

- ¿La unidad de implementación (el usuario final de la nueva solución) tiene claro el desafío al que se enfrenta la EPS?
  - ¿Y el tomador de decisiones?
- ¿La unidad implementadora desea implementar la nueva solución?
  - ¿Lo desea el tomador de decisiones?
  - ¿Han sido incluidas las unidades complementarias (otras unidades necesarias para implementar la nueva solución)?
- ¿Se han alineado e incorporado los objetivos del proyecto piloto en los planes de trabajo de las unidades de ejecución y unidades complementarias?
- ¿Los objetivos del piloto se alinean con los objetivos a largo plazo de la empresa (gerencia general, directorio, etc.)?



## Factibilidad

Es necesario que se den tanto las precondiciones técnicas como la capacidad humana para que un proyecto piloto de innovación se lleve a cabo con éxito. Con ese fin, las siguientes preguntas pueden ayudar a guiar el proceso:

- ¿Cuenta la empresa con el equipo de telemetría necesario para implementar una nueva solución (SCADA, DMAs, macromedición, micromedición, pruebas)?
  - ¿Se puede implementar durante el piloto?
- ¿Tiene la empresa las capacidades de administración de datos necesarias? (¿Cómo/en qué formato se almacenan los datos? ¿Se pueden compartir?)
  - ¿Se pueden mejorar estos procesos de gestión de datos durante el piloto? ¿Como parte del piloto?
- ¿Tiene la unidad ejecutora la capacidad suficiente para implementar el piloto?
  - ¿Hay alguna actividad de creación de capacidades que deba llevarse a cabo?
- ¿La empresa tiene otras unidades que deben participar en el piloto?
  - ¿Tienen la capacidad de apoyar la implementación?
  - ¿Se han considerado sus esfuerzos y tiempo en el piloto?
  - ¿Se necesita alguna actividad de creación de capacidades?

## Viabilidad

La viabilidad económica de una solución es clave. Aunque las empresas de servicios pueden no tener inicialmente los fondos necesarios para probar una nueva solución, pueden buscar fondos de acuerdos de cooperación internacional o de entidades nacionales. En cualquier caso, se deben considerar las soluciones para la viabilidad futura:

- ¿Cuenta la empresa con fondos suficientes para implementar la solución que aborde su desafío particular?
  - ¿Puede obtener fondos externos para probar la solución?
- ¿La solución, a priori, presenta la posibilidad de retorno de la inversión?
  - ¿Se pueden utilizar los ahorros o retornos de la solución para continuar su implementación después del piloto?
- ¿Se han implementado KPI para que se pueda medir el éxito del piloto, ya que se relaciona con el resultado final de la empresa?
  - ¿Se puede calcular un ROI para el piloto de innovación y proyectarlo si se escala?

## Escalamiento

Garantizar la deseabilidad, factibilidad y viabilidad de un piloto de innovación contribuye a su implementación exitosa, lo que puede ayudar a garantizar su escalamiento. Sin embargo, algunas consideraciones adicionales pueden ayudar:

- ¿Es el piloto de innovación parte de un plan de gestión o desarrollo a largo plazo?
- ¿Las metas, objetivos y KPI del piloto están alineados con los planes a largo plazo de la empresa?
- ¿Puede la empresa asegurar sus propios fondos para escalar la solución innovadora después de la fase piloto?
- ¿Están disponibles los arreglos de gobernanza adecuados para que la empresa proceda con la innovación después del piloto?
  - ¿Puede obtener fondos además de los propios?
  - ¿Están disponibles los mecanismos de adquisiciones adecuados para que la empresa continúe después de la fase piloto?
  - ¿Puede ésta asumir el riesgo de escalar la innovación, o hay procedimientos regulatorios que deben considerarse primero?

## Referencias:

- IDEO U. s.f.a *Design Thinking*. Consultado el 15 de mayo de 2022, <https://www.ideo.com/pages/design-thinking>.
- IDEO U. s.f.b *Innovation*. Consultado el 15 de mayo de 2022, en <https://www.ideo.com/pages/innovation>.
- Banco Interamericano de Desarrollo. 2022. *Creating an innovative ecosystem in the water sector* en <https://vimeo.com/686441164>.
- Banco Interamericano de Desarrollo. 2022. *Digital Water: Lessons from Technological Pilots in Latin America and the Caribbean* en <https://www.youtube.com/watch?v=H2KfPlnFXRI>.
- Merriam-Webster. s.f. Innovation. In *Merriam-Webster.com dictionary*. Consultado el 17 de mayo de 2022, en <https://www.merriam-webster.com/dictionary/innovation>.
- Minatta, A., & M. Basani. 2020. *Innovation in Water, Sanitation, and Solid Waste: Assessment, perspectives, and opportunities for Latin America and the Caribbean* (IDB-TN-1974). Inter-American Development Bank, en <http://dx.doi.org/10.18235/0003793>.
- Minatta, A., & M. Basani. 2021. *Innovación en el sector de agua, saneamiento y residuos sólidos en América Latina y el Caribe: Cómo catalizar la cultura de innovación empresarial*. Nota técnica BID-TN-2344. Washington, D.C.: BID, at <http://dx.doi.org/10.18235/0003793>.
- Minatta, A., M. Basani, & G. Shaki. 2022. *Gestión de innovación del prestador de servicios de agua, saneamiento y residuos sólidos en América Latina y el Caribe: Laboratorio de innovación*. (IDB-TN-2513), en <http://dx.doi.org/10.18235/0004382>.
- Minatta, A., & M. Basani. 2022. *Ecosistema de innovación en el sector agua, saneamiento y residuos sólidos de América Latina y el Caribe: relevamiento y modelo de vinculación*. (IDB-TN-2565). Inter-American Development Bank. BID: Washington, DC, en <http://dx.doi.org/10.18235/0004507>

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2012. The OECD Innovation Strategy. Scientific and Technological Advisory Forum, AC.

OCDE y Eurostat. 2018, Oslo Manual 2018: *Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition*, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.

Ospina, M. J., C. García, D. Moñux, & A. Juganaru. 2021. Compra pública de innovación en Brasil: El sector de agua y saneamiento (A. Minatta & M. Basani, Eds.). Banco Interamericano de Desarrollo en <http://dx.doi.org/10.18235/0003006>.

Sarni, William. 2021. Digital Water: Enabling a More Resilient, Secure and Equitable Water Future. Routledge Publishers.

Stillman, J., J. Buxton, A. Chastain-Howley, J. Strayer. Octubre de 2020. "Digital" Water Utilities Rely on Data Analytics and Sharing en <https://awwa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/opfl.1436>.

