



**Cuencas y Aguas
Urbanas**

EXPERIENCIA DE ÉXITO AUTOMATIZACIÓN DE LOS SERVICIOS MUNICIPALES DE AGUA

DICIEMBRE 2,024



Euroclima



Financiado por
la Unión Europea



aecid
Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Implementado por: Ejecutado por:



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



HELNETAS



Esta sistematización fue realizada en el marco y ejecución del Proyecto Cuencas y Aguas Urbanas.

Para la reproducción total y parcial de este documento, debe contar con el aval de su autor.

El proyecto Cuencas y Aguas Urbanas, forma parte del programa Euroclima de Unión Europea y Global Gateway, a través de la agencia implementadora AECID y ejecutado por el MARN y Helvetas.

ÍNDICE

01	EL PROBLEMA	4 – 5
-----------	-------------	-------

02	EL CONTEXTO	6 – 8
-----------	-------------	-------

03	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA	9 – 13
-----------	------------------------------	--------

04	RESULTADOS	15– 16
-----------	------------	--------

05	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	17
-----------	-------------------------	----

06	LECCIONES APRENDIDAS	18
-----------	----------------------	----

AUTOMATIZACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

1. EL PROBLEMA

El Código Municipal de Guatemala indica en su Artículo 68 Competencias propias del municipio, que las municipalidades son las encargadas de prestar el servicio de agua potable y tácitamente indica en el inciso a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; limpieza y ornato; formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final. Desde el año 2002 las municipalidades han creado dependencias municipales en agua y saneamiento, quienes son las encargadas de administrar, mantener y operar el servicio de agua potable y saneamiento a nivel urbano, estas oficinas a nivel rural brindan acompañamiento y seguimiento en la gestión de los servicios de agua y saneamiento.

Para entender la gestión de los servicios de agua, es fundamental comprender que los prestadores de los servicios a nivel urbano generalmente las municipalidades a través de las dependencias vinculadas y a nivel rural figuras como los COCODES, comités o asociaciones responsabilizan sus acciones en beneficio de dotar de agua en calidad, cantidad y continuidad a los usuarios (familias beneficiarias), siendo importante trazar un horizonte de sostenibilidad es decir la satisfacción de las demandas presentes sin comprometer las futuras, para ello en esta óptica la tecnificación, modernidad y eficiencia son eslabones importantes.

1.1 Una gestión tradicional del agua

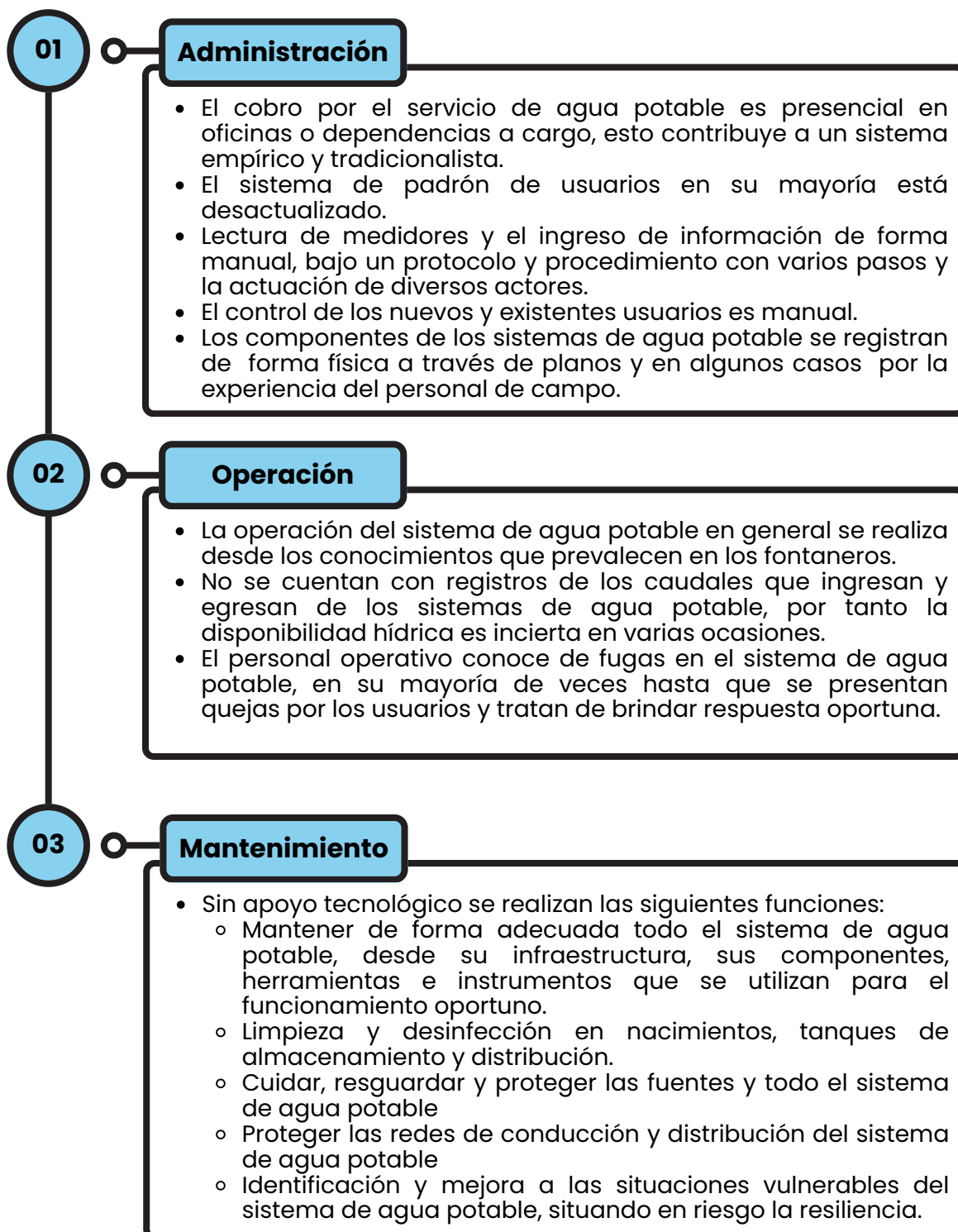
La gestión del servicio de agua potable a nivel municipal, en la mayoría de casos se ha desarrollado de forma tradicional y empírica, pues sus procesos y procedimientos administrativos a nivel interno y externo se basan en acciones determinadas y escalonadas, así como en documentos físicos, en algunos casos no se tiene el control correspondiente, lo que limita y hace que la administración sea deficiente; por consiguiente el manejo y operación técnica del servicio de agua potable, también tiene una gestión tradicional, donde tampoco se



tiene el control del caudal de agua que ingresa a los tanques de captación y mucho menos en los tanques de distribución, es decir se desconoce si existe capacidad o no para brindar un adecuado servicio de agua potable a sus usuarios y por ende se complica la toma de decisiones con eficiencia y eficacia en la gestión de los servicios de agua a nivel municipal.

Las unidades técnicas municipales, encargadas de la administración, operación y mantenimiento para la prestación de servicios de agua potable realizan y cumplen con sus funciones y roles establecidos según su manual de funciones, procedimientos y reglamento interno, de acuerdo a las condiciones y capacidades financieras, al interés y voluntad política de los tomadores de decisión; sin embargo, esto en su mayoría no les permite agilizar dichas acciones o llevarlas a cabo de manera eficiente, para una mejor interpretación se describen los procesos a continuación:

Diagrama 1: La administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable bajo el sistema tradicional.



Elaboración propia, administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua 2,024

2. EL CONTEXTO



2.1 ¿Quién presta el servicio de agua potable?

Es la municipalidad a través de una figura creada para desarrollar procesos y acciones a nivel interno y externo, con la finalidad de brindar un servicio eficiente y efectivo a sus usuarios, considerando que se tienen diferentes modalidades de dependencias municipales que dan seguimiento a todo lo relacionado al servicio de agua potable, muchas de ellas son definidas por el número de usuarios y la cobertura del servicio que se debe brindar a nivel del área Urbana de cada municipio. Para el territorio del Proyecto Cuencas y Aguas Urbanas, se identifica en cada municipalidad las siguientes figuras municipales:

Diagrama 2: Figuras municipales para la gestión de agua y saneamiento



Las Oficinas Municipales de Agua y Saneamiento -OMAS-, la Dirección Municipal de Aguas y Saneamiento -DIMAS-, Departamento de Agua y Saneamiento -DEAGUAS- y Empresa Municipal de Agua -EMAP-, son las responsables directas, para prestar el servicio de agua potable a nivel de las áreas urbanas de los 7 municipios donde interviene el Proyecto Cuencas y Aguas Urbanas; es importante considerar que dichas dependencias municipales deben fortalecer su gestión de manera integral y constante, desde su administración, hasta su operación y mantenimiento, incluyendo a su personal gerencial/estratégico, técnico y operativo.



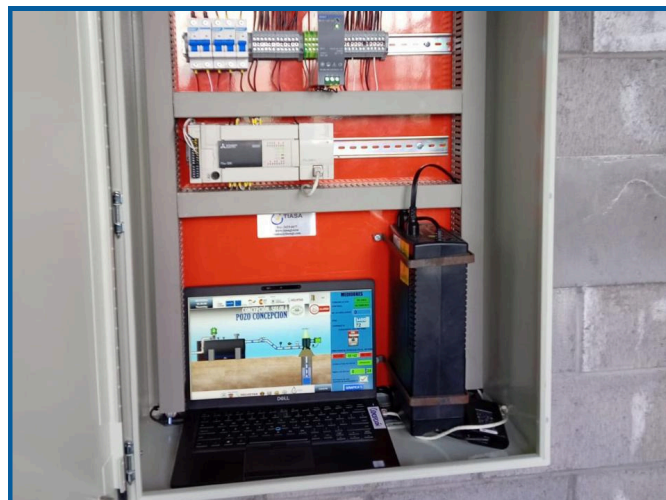
Existen retos importantes en la gestión de los servicios de agua, hay que considerar a la tecnología como un aliado estratégico en la transición e innovación de procedimientos y servicio, el optimizar recursos de diversa índole contribuirá a la eficiencia y retos a nivel municipal,

Eberson Manuel Barrios Sandoval, Proyecto Cuencas y Aguas Urbanas

En este contexto, el Proyecto Cuencas y Aguas Urbanas asesoró, acompañó y fortaleció al personal técnico municipal para la implementación de procesos de automatización, viabilizando con equipos, procedimientos y conocimientos para gestar con eficiencia las acciones municipales por el servicio de agua; cabe destacar que las mismas deben ser continuas, sin duda, las municipalidades aún tienen desafíos por seguir fortaleciendo a sus dependencias que contribuyen a la salud y calidad de vida de la población en general.

2.2 Tecnificación e innovación, dos elementos clave para la prestación del servicio de agua.

Dotar de herramientas, conocimientos y procedimientos con enfoque tecnológico y de innovación a los actores clave en la prestación del servicio, siendo congruente con la realidad de los sistemas sin perder de vista la sostenibilidad, una administración, operación y mantenimiento con apoyo tecnológico y formación de sus actores es lo que en primera plana se requiere para llegar a la eficiencia a nivel municipal.



Las dependencias municipales en agua y saneamiento, tienen el desafío de realizar acciones que estén alineadas a sus objetivos y resultados, considerando también que existen Indicadores de Desarrollo Humano -IDH- armonizados a los Objetivos de Desarrollo Agenda 2030, que específicamente en el indicador 6 señala que es importante garantizar la calidad del agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos; específicamente en el apartado 6.2.1 manifiesta que a) los servicios de saneamiento gestionados de manera segura, deben ser adoptados por la legislación nacional en este sector, aludiendo a las oficinas municipales de agua en su sistema de planificación a nivel local para materializar y operativizar acciones concretas, reales y congruentes.

En relación con lo anterior, a continuación, se desglosan las acciones que cada personal gerencial o estratégico, técnico y operativo realizan en las figuras municipales de agua y saneamiento:



Tecnología, aliado en la prestación de los servicios municipales de agua.

Diagrama 3: Pirámide de la implementación de la automatización en las figuras municipales en agua y saneamiento.

Gerencial/Coordinación

- Sistema de planificación y ejecución en agua y saneamiento con enfoque automatizado.
- Implementación de controles y modernización en la actualización del padrón de usuarios.
- Sistema modernizado de pago de la tarifa justa por el servicio.
- Toma de decisiones en base a datos recabados con la automatización de los sistemas de agua para mejora la prestación del servicio a la población usuaria.

Técnico

- Acciona en base al análisis de los datos recabados y las decisiones a nivel gerencial para eficientar la prestación del servicio.
- Monitorea los niveles de caudales dentro de los pozos del sistema para garantizar la cantidad y continuidad a la población.
- Mantiene una visión clara del funcionamiento de los sistemas para impulsar acciones operativas.

Operativo

- Optimiza los recursos en la operación y mantenimiento de los sistemas a través del enfoque automatizado, luego de la detección temprana de fallas.
- Se constituye en un enlace fundamental para brindar información y análisis en el funcionamiento del sistema.
- Es un ente estratégico de coordinación para desarrollar acciones prontas que garanticen agua en calidad, cantidad y continuidad.

3. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA



3.1 Automatizar, sinónimo de innovar, efficientar y optimizar

Es importante definir que para la -IBM-, por sus siglas en inglés International Business Machines, indica que automatización es la aplicación de la tecnología, programas, robótica o procesos para lograr resultados con intervención humana. Esta corporación indica también que las organizaciones emplean la automatización para aumentar la productividad y la rentabilidad, mejorar el servicio y la satisfacción del cliente, reducir costos y errores operativos, cumplir las normas, optimizar la eficacia operativa y mucho más. La automatización es un componente clave de la transformación digital y es invaluable para ayudar a las empresas a escalar y en la gestión de los servicios de agua no es la excepción.

En el Proyecto Cuencas y Aguas Urbanas con la intervención de diferentes actores especialmente municipales a nivel político y técnico, la automatización fue determinada con los objetivos de efficientar la prestación de los servicios municipales optimizando recursos y tomando decisiones con prontitud para garantizar la calidad, cantidad y continuidad en la población usuaria, siendo destacable dos líneas de automatización que se enmarcan a continuación:

1. Automatización de los sistemas para el monitoreo eficiente de caudales y detección de fallas

Implementados en los siguientes sistemas de agua urbanos:

Tabla 1. Sistemas Urbanos con Monitoreo Automatizado

No.	Nombre del Sistema/Municipio
1	Sistema la Asunción, San Marcos.
2	Pozo No. 3 San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.
3	Sistema El Centro, San José Chacayá, Sololá.
4	Chiquisis, Concepción, Sololá.
5	Pozo Las Delicias, Panajachel, Sololá.
6	3 chorros, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.

2. Automatización para la gestión de sistemas de cobros y pago por el servicio

Beneficiando a las siguientes figuras municipales:

Tabla 2. Municipios con Cobro y Pago Automatizado

Figura Municipal para la prestación del servicio	Municipio
Empresa Municipal de Agua Potable	San Marcos, San Marcos
Departamento de Agua y Saneamiento	San Pedro Sacatepéquez, San Marcos
Departamento de Agua y Saneamiento	Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

3.2 Objetivos de la automatización

En forma general dentro del contexto de actuación del Proyecto Cuencas y Aguas Urbanas, los objetivos de implementar la automatización en los sistemas de agua para la prestación del servicio se evidencian en la siguiente gráfica.

Diagrama 4: Objetivos del proyecto de automatización del sistema de agua potable



3.3 Sistemas de Automatización para el monitoreo del caudal

En el ámbito de intervención del Proyecto Cuencas y Aguas Urbanas, 6 sistemas urbanos de 3 municipios fueron beneficiados, con la finalidad de monitorear el caudal de agua de cada uno de los pozos que abastecen a la población usuaria, llevando así un control minucioso, el establecimiento de cuadros comparativos en las diferentes épocas del año de la disponibilidad hídrica y por ende la toma de decisiones para garantizar la cantidad, calidad y continuidad en el servicio, otro de los grandes objetivos es la detección temprana de fallas para contrarrestarlas con eficiencia y eficacia, denotando así mejoras en la prestación del servicio.

Para ilustrar el camino de la automatización en los sistemas de agua -Haciendo hincapié en sistemas urbanos por bombeo que permiten el abastecimiento a las familias beneficiadas-, los componentes de automatización que conllevan son los siguientes:

- **SCADA** (Supervisory Control and Data Acquisition): Sistema centralizado para supervisión y control en tiempo real.
- **PLC** (Programmable Logic Controller): Controladores programables que gestionan procesos específicos en estaciones de bombeo y plantas de tratamiento.
- **Sensores y Actuadores:** Dispositivos instalados en puntos críticos de la red para monitorear parámetros como flujo, presión y calidad del agua.
- **Comunicaciones:** Redes de comunicación que conectan los diferentes componentes del sistema de automatización. Punto de Internet en el Pozo mencionado.

3.3.1 Diseño del Sistema de Automatización

Es fundamental señalar que, para los efectos y objetivos descritos, el diseño del sistema fue concebido por su arquitectura para un funcionamiento óptimo y congruente, detallándose a continuación:

Arquitectura del Sistema

- **Nivel de Campo:** Sensores y actuadores distribuidos en la red.
- **Nivel de Control:** PLCs ubicados en estaciones de bombeo y plantas de tratamiento.
- **Nivel de Supervisión:** Sistema SCADA centralizado en la oficina de control.
- **Nivel de Gestión:** Software de análisis y reporte para la toma de decisiones estratégicas.

Integración de Componentes

- **Integración de Sensores:** Instalación de sensores de flujo, presión y calidad del agua en puntos clave de la red.
- **Automatización de Estaciones de Bombeo:** Implementación de PLCs para controlar el funcionamiento de las bombas según la demanda y niveles de almacenamiento.
- **Gestión de Tanques de Almacenamiento:** Uso de sensores de nivel y control automático de válvulas para mantener niveles óptimos de agua.

3.3.2 Implementación del Proyecto

Uno de los grandes objetivos del Proyecto Cuencas y Aguas Urbanas fue la contribución con la automatización de los servicios de agua, presentando acciones en los municipios de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, Esquipulas Palo Gordo y San Antonio Sacatepéquez del departamento de San Marcos, así como Concepción, San José Chacayá y Panajachel del departamento de Sololá.

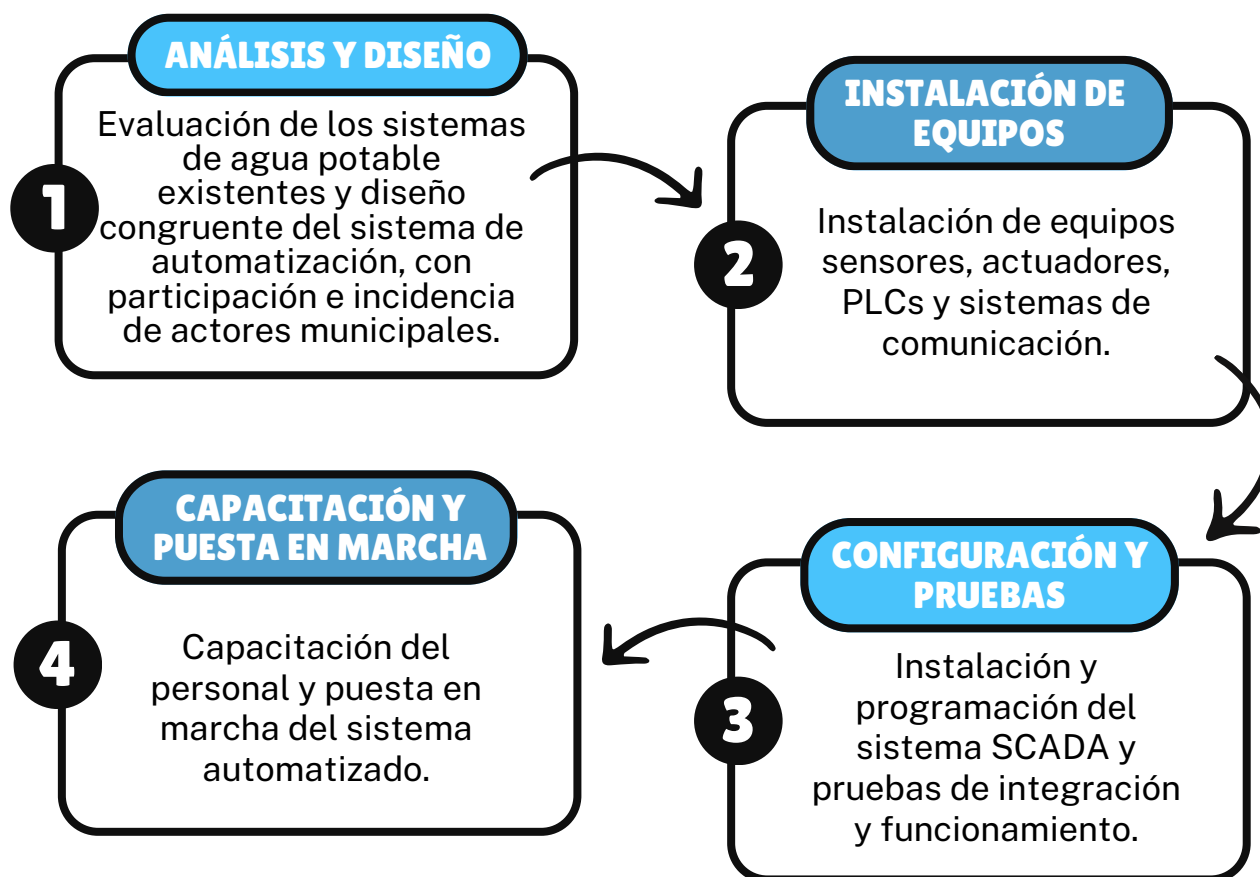
Para su implementación se requirió de la voluntad política, que se reflejó en el apoyo financiero de las municipalidades beneficiadas.

El cuadro metodológico de implementación de la automatización para el monitoreo de caudales contempló las siguientes fases:



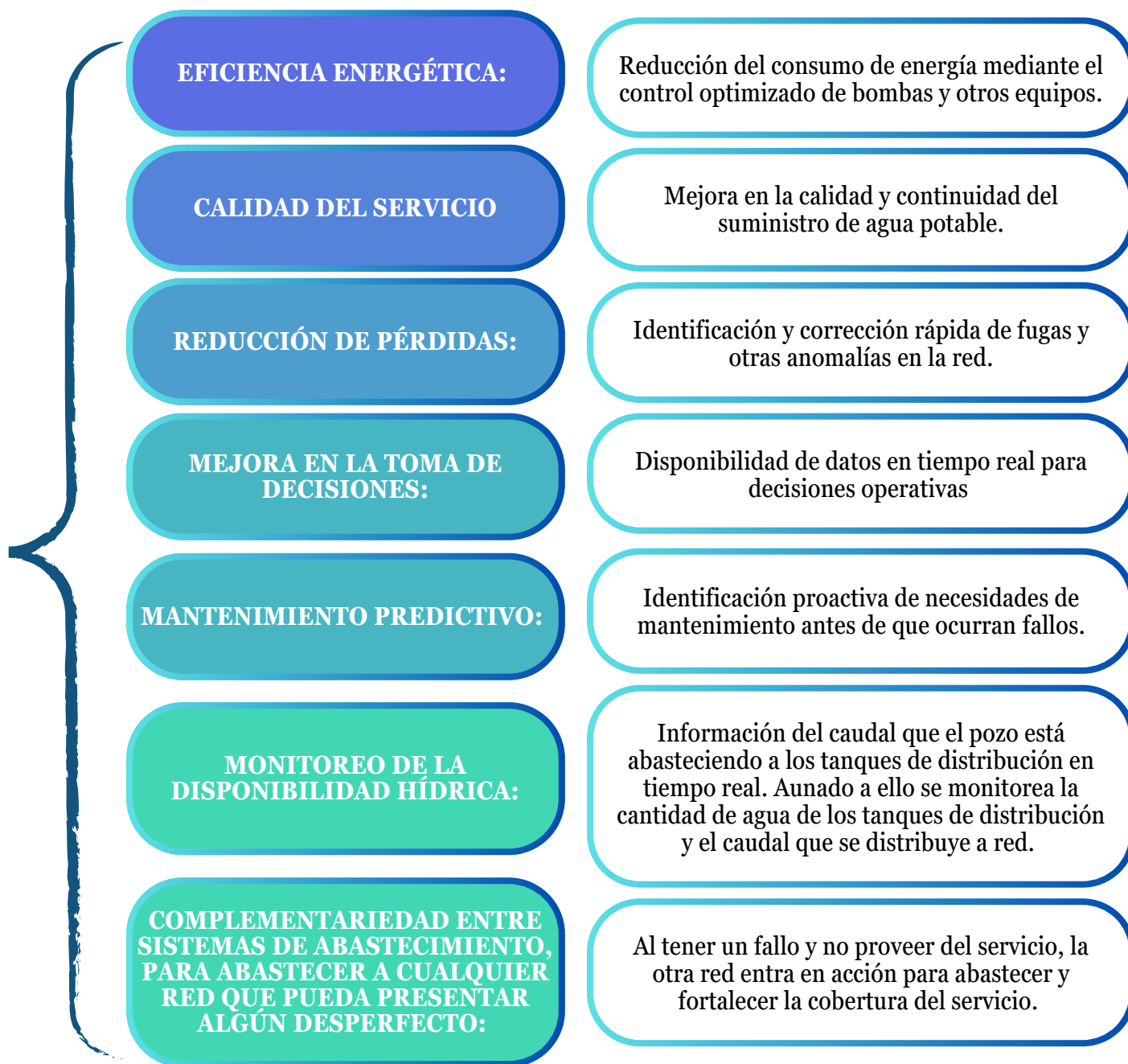
3.3.2.1 Fases del Proyecto

Diagrama 5: Fases del Proyecto



Con la puesta en marcha de la automatización para el monitoreo de caudales y detección de fallas, se perciben los siguientes beneficios y ventajas:

Diagrama 6: Beneficios y ventajas de la automatización



Ha sido una experiencia muy interesante que complementa y fortalece nuestras acciones en la administración, operación y mantenimiento de los sistemas, sin duda hemos dado un paso crucial para mejorar la calidad del servicio, como prestadores debemos innovar”,
José Domingo de León, Coordinador Empresa Municipal de Agua Potable, San Marcos.

3.4 Automatización para la lectura de micromedidores

Otra de las grandes acciones a resaltar es la dotación, implementación y gestión del conocimiento de equipo informático moderno, robusto y escalable para la lectura de micromedidores y notificación de consumo de agua potable, siendo fundamental que las figuras responsables de la prestación del servicio de agua cuenten con esta capacidad para eficientar los procesos, acotando que en este mismo marco de actuación del proyecto 7 sistemas informáticos de cada uno de los municipios fueron fortalecidos en las Direcciones de Administración Financiera Municipal para el seguimiento de la morosidad por el pago por el servicio, de tal manera que esto permite viabilizar decisiones correctas en la gestión de los servicios.

La entrega del equipo y sus acciones complementarias se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3. Automatización y Modernización en la Lectura de Micromedidores

Equipo	Municipio
5 Impresoras y computadoras móviles (Handheld)	San Pedro Sacatepéquez, San Marcos
4 Impresoras y computadoras móviles (Handheld)	San Marcos, San Marcos
1 impresora y computadora móvil (Handheld)	Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

Estos procesos de automatización vienen a contribuir con la gestión municipal de los servicios de agua, se fortalecen y vienen a dejar un precedente para que las municipalidades continuemos el camino”,

Days Ivonne Orozco, Concejal Municipalidad San Pedro Sacatepéquez.

4. RESULTADOS

Los resultados cuantitativos y cualitativos se resumen de la siguiente manera:

01

6 Sistemas de agua automatizados en 4 municipios de San Marcos

Dentro de los que destaca 3 sistemas nuevos automatizados y 3 sistemas automatizados complementados para la eficiente administración, operación y mantenimiento, basados en la medición de caudal, detección temprana de fallas, que inciden en la reducción de costos y mejora la gestión de los servicios municipales de agua, bajo los siguientes estándares.

- Automatización para determinar los niveles de agua en tanques de distribución
- Automatización para determinar los niveles de agua en tanques de distribución
- Automatización en tableros de mando y control para los sistemas de bombeo
- Automatización en tableros de mando y control para los sistemas de bombeo

02

2 Departamentos de Agua y Saneamiento y 1 Empresa municipal de Agua Potable Cuentan con equipo informático moderno, robusto y escalable para la lectura de micromedidores y notificación de consumo de agua potable, bajo los siguientes estándares.

- Automatización y mejoras al sistema de cobros
 - Centro de Datos Municipales
 - Tecnificación en el equipo de lectura
 - Lectura de micromedidores
 - Implementación digital de notas de cobro

03

7 sistemas informáticos para el seguimiento de morosidad implementados en las Direcciones de Administración Financiera Municipal

Tabla 4. Cuadro comparativo del antes y después de la automatización del servicio de agua potable

Servicio de agua potable no automatizado	Servicio de agua potable no automatizado
Alto consumo de energía eléctrica, por no tener control en el sistema de agua potable	Reducción del consumo de energía mediante el control optimizado de bombas y otros equipos.
Reducción del consumo de energía mediante el control optimizado de bombas y otros equipos.	Mejora en la continuidad del suministro de agua potable.
Ausencia de datos de forma eficiente acerca de ingreso del caudal de agua a los tanques de almacenamiento y distribución, así como del consumo por usuarios.	Disponibilidad de datos en tiempo real para decisiones operativas y estratégicas.
Disponibilidad de datos en tiempo real para decisiones operativas y estratégicas.	Pronta respuesta a inconvenientes que se presentan en el sistema.
Pronta respuesta a inconvenientes que se presentan en el sistema	Eficiencia en la gestión de cobros por el servicio y determinación de morosidad.

5. ELEMENTOS DE INFLUENCIA

En este proceso destacan varios elementos importantes, siendo los siguientes:

01

Se contó con la incidencia financiera de los Concejos Municipales para complementar el proceso de adquisición de equipo, insumos y herramientas liderado a través del proyecto Cuencas y Aguas Urbanas.

02

La participación de los actores de las figuras responsables de la administración, operación y mantenimiento fue protagónica, en ello existió la inclusión desde la coordinación, dirección técnica y operativa para el empoderamiento y el desarrollo del proceso.

03

La investigación, formulación, planificación, incidencia y ejecución de los procesos de automatización permitió posicionar a los municipios como referentes en estos temas.

6. LECCIONES APRENDIDAS

01

La planificación operativa anual y multianual de las unidades técnicas municipales encargadas de la prestación de los servicios, debe reflejar la inversión para continuar avanzando con procesos de automatización y la operación de los equipos ya existentes.

02

El pago justo y puntual de los servicios municipales están ligados a la capacidad de inversión municipal y sostenibilidad de los servicios

03

Los procesos de comunicación que se implementan coadyuvan a la responsabilidad de los usuarios.

04

La gestión del conocimiento, a través de la sistematización de procesos, intercambio de experiencias fomentan la escalabilidad de la automatización en otros territorios y en servicios de agua y saneamiento.



Cuencas y Aguas Urbanas

Euroclima



Financiado por
la Unión Europea

Implementado por:



aecid

Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Ejecutado por:



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



HELVETAS

EUROCLIMA+

Website: **www.euroclima.org**

Facebook: **EuroclimaLAC**

Twitter: **@EUROCLIMA_UE_AL**

HELVETAS Swiss Intercooperation

Website: **www.helvetas.org/es/guatemala**

Facebook: **Helvetas Guatemala**

Twitter: **@HelvetasGuate**