

# Automatización de los Procesos de Cobro de Agua Potable en los Sectores Rurales de la Provincia de Chimborazo-Ecuador, utilizando Software Libre

The automation process for drinking water collection in the rural sectors of the province of Chimborazo-Ecuador using free software

—

Ángel Polivio Huilca Loyola<sup>1</sup>  
ahuilca@sangabrielriobamba.edu.ec  
ORCID: 0000-0003-4689-6757

Luis Fredy Sauce Tene<sup>2</sup>  
lsauce@sangabrielriobamba.edu.ec  
ORCID: 0009-0008-6514-1783

1 INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR SAN GABRIEL RIOBAMBA, ECUADOR.

2 TECNÓLOGO, LS TECHNOLOGY-SOLUCIONES INFORMÁTICAS,  
CHUNCHI, ECUADOR.



Para citar este artículo:

Huilca Loyola, Ángel P., & Sauce Tene, L. F. . Automatización de los procesos de cobro de agua potable en los sectores rurales de la Provincia de Chimborazo-Ecuador, utilizando Software Libre. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 13(37). <https://doi.org/10.31644/IMASD.37.2024.a01>

## RESUMEN

La automatización de los procesos de cobro de agua potable en los sectores rurales de la provincia de Chimborazo, Ecuador, surge como respuesta a la necesidad de mejorar la eficiencia y transparencia en la gestión de los recursos hídricos en estas zonas. El objetivo de la investigación fue reemplazar los procesos manuales por un sistema automatizado que empleara software libre, específicamente creando un sitio web para el cobro de agua potable. Los principales resultados obtenidos fueron una gestión más eficiente y transparente de los recursos hídricos, así como una mejora significativa en el acceso y la calidad de los servicios básicos de agua potable en las zonas rurales. Además, la inclusión de los habitantes del pueblo en la gestión del proyecto permitió una gestión más justa y equitativa de los recursos.

### Palabras clave:

*Agua potable; automatización; software libre; sectores rurales.*

— *Abstract*—

The automation of drinking water collection processes in the rural sectors of the province of Chimborazo, Ecuador, arises in response to the need of improving the efficiency and transparency of management of water resources in these areas. The objectives of the research were to replace manual processes with an automated system using open-source software, specifically by creating a website for water billing. The scope of the project involved developing the application, providing training to users, and establishing a water resources management that was managed in a democratic and participatory manner by a board made up of the community members of the area. The main results obtained were efficient and transparent management of water resources, as well as a significant improvement in access and quality of basic drinking water services in rural areas. Furthermore, the inclusion of villagers in project management allowed more fair and equitable management of resources.

**Keywords:**

*drinking water; automation; free software; rural sectors.*

**E**l agua, como recurso vital y limitado en la última década, ha conducido que todos los actores de la sociedad, políticos, organizaciones sociales y población en general cooperen para mantener este recurso para las siguientes generaciones (Torres, 2019). Como señala Cheza (2014), en la provincia de Chimborazo, Ecuador, los sectores rurales se enfrentan a desafíos en la gestión y cobro del agua potable, lo que ha resultado en problemas como la falta de transparencia, errores en la medición del consumo y demoras en la atención al usuario. La falta de automatización de estos procesos ha llevado a una gestión ineficiente y propensa a errores.

Según Gómez et al., (2021), en América Latina se observan desafíos en el acceso y administración de los servicios de agua potable en los sectores rurales, algunos lugares no tienen acceso, mientras que en otros se presentan deficiencias como la continuidad. A pesar de estas deficiencias, la población muestra elevados niveles de satisfacción por los servicios recibidos, lo que plantea interrogantes sobre los servicios de agua potable y su administración. Por otro lado, Moreno (2020) afirma que, en Colombia, para mejorar la gestión del agua potable en zonas rurales se deben establecer indicadores, asociados a la administración, medición y continuidad del servicio. Además, se busca fortalecer la gestión comunitaria y la participación de todos los niveles del Estado para garantizar, de manera sostenible, la cobertura y calidad de estos servicios en todo el país. Soto et al., (2016) manifiestan que la administración del agua potable en zonas rurales de Costa Rica presenta retos debido a las condiciones del terreno, la distancia entre las casas y la baja rentabilidad del servicio. En estas áreas, las Asociaciones Administradoras de Acueductos han surgido como una respuesta a las dificultades que enfrenta el estado para brindar el servicio. Aunque estas han funcionado gracias al esfuerzo de campesinos, el aumento poblacional y de actividades productivas causa riesgos de contaminación y deterioro del agua, el cambio climático y los usos inadecuados del suelo afectan la distribución del líquido, provocando racionamientos. Desde el punto de vista de Vásconez (2018), la gestión del agua potable en zonas rurales, a través de las Juntas de Agua Potable Rurales en Ecuador, se basa en el aprovechamiento del capital social existente. Estas organizaciones surgieron para suplir la necesidad del agua en hogares rurales debido a limitaciones gubernamentales. La Ley Orgánica de Recursos Hídricos en Ecuador establece que la administración del agua puede ser pública, siendo responsabilidad de los gobiernos locales a través de empresas públicas de agua. Para Quindi et al., (2018) el acceso al agua en los sectores rurales para el consumo humano requiere una infraestructura técnica sostenible y sólida, la información recolectada por los diagnósticos y seguimientos de los sistemas de agua potable deben estar en bases de datos de referencia que permita catalogar y manejar la gestión pública del agua dentro de la comunidad.

Aunque los estudios anteriores son relevantes y aportan a la investigación, es crucial señalar algunas deficiencias y áreas de mejora que podrían optimizar la comprensión y el abordaje de los desafíos de la gestión del agua potable en zonas rurales de América Latina. Los niveles de satisfacción de la población deben tener una evaluación más detallada de la calidad de los servicios de agua, pero sobre todo la administración. En el caso de Colombia, la propuesta de establecer indicadores es positiva. Sin embargo, se necesita una mayor especificidad sobre cómo estos se implementarían y administrarían los indicadores. La gestión del agua potable en zonas rurales de Costa Rica presenta desafíos, como la rentabilidad del servicio y la geografía, por lo que se necesita una mayor exploración de soluciones, sobre todo para la administración. Ninguno de los estudios examinados abordó los procesos de automatización para la administración o el cobro del agua en áreas rurales, ninguno de ellos se enfoca en el uso de tecnologías de automatización para mejorar la eficiencia y transparencia de los procesos de gestión y cobro.

Este estudio se centra en la automatización de los procesos de cobro de agua potable en las áreas rurales de la Provincia de Chimborazo, Ecuador, utilizando software libre. Esta investigación colabora al campo de estudio de la gestión del agua potable en áreas rurales, además propone una solución práctica y tecnológica para mejorar la gestión del recurso vital en zonas rurales. La implementación de un sistema automatizado de cobro de agua potable utilizando software libre puede servir como un modelo replicable y escalable para resolver problemas específicos de administración y facturación en comunidades rurales de América Latina.

El artículo está estructurado de la siguiente manera: en la introducción se presenta una revisión de la literatura existente sobre la gestión del agua potable en zonas rurales, destacando los problemas y soluciones que se han encontrado en investigaciones anteriores. Posteriormente, el marco metodológico utilizado para desarrollar e implementar el sistema de automatización. Después, los resultados y discusión de la implementación del sistema que incluyen mejoras en la eficiencia y transparencia de los procesos de cobro. Por último, las conclusiones donde se dan sugerencias para investigaciones futuras y aplicaciones prácticas de la gestión del agua potable en áreas rurales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Localización del área de estudio*

La investigación se desarrolló en la comunidad Tolte de la Parroquia Pistishi, perteneciente al cantón Alausí, provincia de Chimborazo, Ecuador.

## Metodología

Para desarrollar el sistema se procesaron dos propuestas: una preliminar, en la cual se realizó un proceso de levantamiento de información, que partió desde un nivel teórico, conceptual y legal, con una revisión de fuentes bibliográficas en e Scielo, Scopus y Latindex se destacan autores como Gil et al., (2014) y Moreno (2020), quienes especifican, desde el punto de vista judicial, la legislación específica sobre el cobro de agua potable en sectores rurales que puede variar según la región. Sin embargo, en términos generales, es probable que existan leyes y regulaciones que establezcan el marco legal para la prestación de servicios de agua potable en áreas rurales, incluyendo cuestiones como la automatización tecnológica, gestión de recursos hídricos, la propiedad y el uso de tierras, los derechos de los usuarios, la fijación de tarifas y la resolución de conflictos. Además, es posible que se requiera la creación de entidades públicas o privadas encargadas de la prestación de estos servicios y de garantizar el cumplimiento de las normativas establecidas. Según Cabrera y Mardones (2015), la automatización de los procesos de cobro de agua potable puede mejorar la eficiencia, la transparencia y la accesibilidad de los servicios del agua en zonas rurales. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los resultados pueden variar dependiendo de la región y de las circunstancias específicas de cada comunidad. Para Cano y Flores (2021) el diseño de sistemas para automatización y control para sistemas de potabilización de agua se presenta como una solución para mejorar la eficiencia y la calidad de la distribución de agua en áreas rurales. Estos sistemas pueden instalarse en una variedad de infraestructuras a un precio razonable. Por otro lado, Escuintla y Domínguez (2020) mencionan que la automatización de los procesos administrativos de las asociaciones de agua potable en El Salvador ha sido fundamental para mejorar la eficiencia y reducir costos. La automatización ha reducido los errores humanos, aumentado la velocidad de ejecución de tareas y proporcionada información oportuna para una gestión del recurso hídrico más eficiente. De acuerdo con estas experiencias exitosas descritas anteriormente, donde la automatización de los procesos administrativos de las asociaciones de agua potable ha resultado en una mayor eficiencia y reducción de costos, respaldan la importancia de la automatización en la gestión del recurso hídrico en entornos rurales. Por tanto, con base en las investigaciones previas, se consideraron dos variables principales en este estudio: automatización de los procesos y accesibilidad de los servicios. La automatización de los procesos se refiere a la implementación de sistemas y tecnologías que permitan realizar de manera automática tareas relacionadas con el cobro y gestión de los servicios de agua potable. Por otro lado, la accesibilidad de los servicios se refiere a la facilidad con la que

los usuarios pueden acceder y utilizar la página web, incluyendo aspectos como la disponibilidad, la asequibilidad y la calidad del servicio. En cuanto a la metodología, se utilizará el Proceso Unificado, propuesta por García y García (2019) para el desarrollo del sistema web. El Proceso Unificado es un enfoque iterativo e incremental que se adapta bien a proyectos donde los requisitos no están completamente definidos al principio y pueden evolucionar a lo largo del tiempo, en la cual la base de la investigación se inicia en la fase de Concepción, donde se evalúa el manejo actual y la obtención de información operacional básica, para luego iniciar con la Elaboración del sistema de cobros, su construcción y transición. De acuerdo con Zumba y León (2018) estos procesos permiten desarrollar sistemas de forma rápida. Para la programación se utilizó el lenguaje PHP a través de Laravel como Framework y MySQL como gestor de base de datos, tanto la metodología como las herramientas permitirán una mayor flexibilidad para adaptar el sistema a las necesidades específicas de los usuarios y del contexto de la Provincia de Chimborazo, Ecuador.

Para complementar la investigación se aplicaron encuestas a 70 usuarios, que tienen una acometida de agua potable y que forman parte de la organización “Junta de agua de consumo humano”, que es una asociación no legalizada que depende de SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua) empresa estatal de la Administración del Recurso Hídrico en Ecuador. El objetivo de la encuesta fue conocer cómo es el proceso de pago por el consumo, en función de que se incrementa o decrementa el valor, si se entregan recibos de pago o no y cómo se lleva el registro de sus pagos. Ya que el cálculo de la tarifa del servicio de agua es acorde a un valor aprobado por la junta y depende directamente de las lecturas de los medidores instalados en la vivienda de cada socio que haya solicitado previamente el servicio de agua potable, los datos obtenidos fueron los siguientes:

**Tabla 1**  
*Datos de la encuesta*

Pregunta	Respuesta
¿Con qué frecuencia recibe el servicio de agua potable en su hogar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diariamente (60 %)</li> <li>• Semanalmente (15 %)</li> <li>• Mensualmente (5 %)</li> <li>• Ocasionalmente (20 %)</li> </ul>
¿Cómo calificaría la calidad del servicio de agua potable que recibe?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente (15 %)</li> <li>• Bueno (45 %)</li> <li>• Regular (30 %)</li> <li>• Malo (10 %)</li> </ul>
¿Recibe un recibo de pago por el servicio de agua potable?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí (70 %)</li> <li>• No (30 %)</li> </ul>
¿Cómo se realiza el cálculo de la factura de agua potable? ¿Se basa en el consumo registrado por un medidor instalado en su vivienda?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se basa en el consumo registrado por el medidor (85 %)</li> <li>• No se basa en el consumo registrado por el medidor (15 %)</li> </ul>
¿Considera que el proceso de pago por el consumo de agua potable es transparente?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí (50 %)</li> <li>• No (30 %)</li> <li>• No estoy seguro/a (20%)</li> </ul>
¿Cómo lleva el registro de sus pagos por el servicio de agua potable?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por medio de recibos de pago (80 %)</li> <li>• Por medio de otra forma de registro (20 %)</li> </ul>
¿Ha experimentado algún incremento o decremento inesperado en el valor de su factura de agua potable?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí (40 %)</li> <li>• No (60 %)</li> </ul>
¿Cómo evalúa la comunicación y coordinación con la Junta de agua de consumo humano en relación al cobro por el servicio de agua potable?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente (10 %)</li> <li>• Buena (50 %)</li> <li>• Regular (30 %)</li> <li>• Mala (10 %)</li> </ul>
¿Considera que la Junta de agua debería implementar un sistema automatizado para el cobro del servicio de agua potable?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí (60 %)</li> <li>• No (30 %)</li> <li>• No estoy seguro/a (10 %)</li> </ul>

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el desarrollo e implementación del sitio web para cobros de agua potable de la comunidad Tolte se establecieron las etapas de Inicio, Elaboración, Construcción y Transición.

### *Etapas de Inicio*

Para esta etapa se recopiló información sobre el proceso actual de cobros de agua potable, incluyendo el número de usuarios, la cantidad de agua suministrada, los costos operativos y otros detalles relevantes. Una vez que se tuvieron los datos se identificaron los problemas en el cobro de agua potable. ¿Existen usuarios que no están pagando sus facturas de agua?, ¿existe un bajo nivel de recaudación de fondos?, ¿el sistema de cobros manual es difícil para los recaudadores?, ¿cómo se maneja la información de cada socio?, ¿se

pueden implementar sanciones para los usuarios que no pagan?, las tarifas fueron evaluadas para asegurar que sean justas y razonables. Se consideró la capacidad de pago de los usuarios. Esta etapa entregó como resultado una descripción general y lista de casos de uso como: Autenticación del sistema, Gestión de clientes, Gestión de medidores, Gestión de pagos, Gestión de usuarios, Generador de reportes y Toma de lecturas.

### *Etapa de Elaboración*

El diseño de interfaces permite tener una idea de cómo se pretende que sea la navegación dentro de la página del sitio informativo, esta puede estar estructurada con contenido multimedia que aportan a la presentación estética del sitio, de esta manera se tiene una idea general de cómo va estar compuesta el sitio web de la Junta Administradora de agua potable. Los elementos a considerar son:

- **Logo.** En este espacio se colocó la imagen o nombre de la Junta Administradora, espacio que sirve como identificación y exposición de la empresa en la web.
- **Menú.** Es una herramienta importante de navegación que permite a los usuarios encontrar y acceder rápidamente a las diferentes secciones de la página web, un buen menú también puede mejorar la usabilidad y la experiencia de usuario al hacer que la información sea más fácil de encontrar y accesible.
- **Contenido Informativo.** Dentro de esta sección están dispuestos todos los elementos del sitio; módulos, contenidos e imágenes. Esta sección es adaptable a todos los navegadores y dispositivos que controlen el sistema de cobros de la junta administradora.
- **Contenido.** El contenido de la página de cobros de la Junta de agua potable es significativo porque contiene lo que los usuarios están buscando cuando visitan la página. Ya sea que estén buscando información o la posibilidad de realizar una acción específica (como hacer un registro o registrarse para recibir actualizaciones), el contenido de la página web fue diseñado para satisfacer esas necesidades.
- **Pie de página.** El pie de página también conocido como footer es la sección de la página web que se encuentra en la parte inferior. Es una sección importante que contiene información valiosa y de interés para la Junta Administradora como: Información de contacto, Enlaces importantes, Atribución de derechos de autor, Avisos legales, Redes sociales e Información adicional.

Con base en lo anterior, la página principal está establecida de acuerdo con la Figura 1.

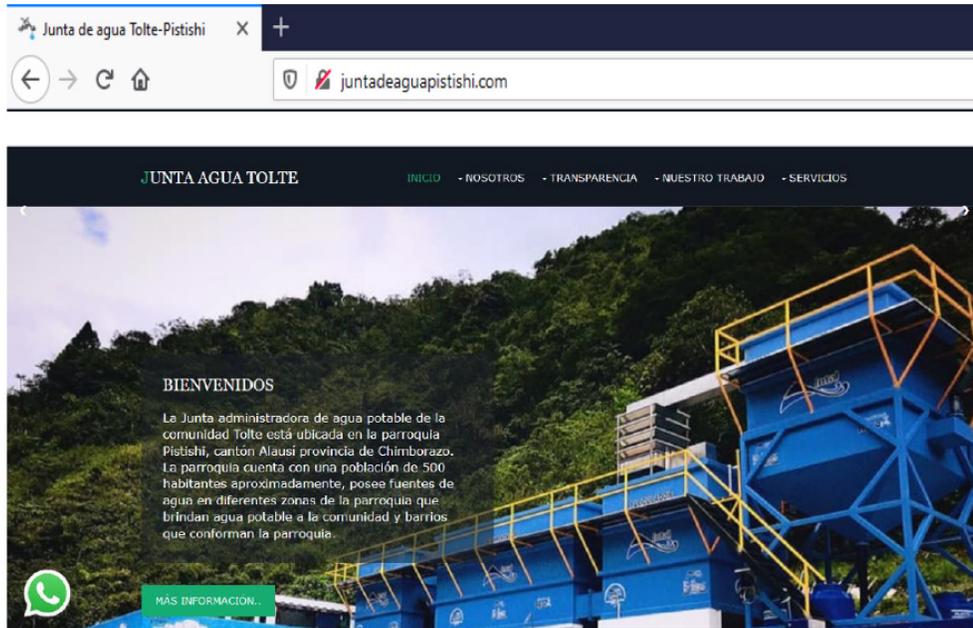


Figura 1. Página principal Junta de agua potable Pistishi

### *Etapa de Construcción*

Una vez que se completaron las etapas de inicio y elaboración, se comenzó con el desarrollo del sistema. Esto incluyó:

- **Selección de herramientas.** PHP y MySQL son herramientas poderosas que se utilizaron para el desarrollo de este sitio. Durante esta etapa se aseguró de que las versiones de PHP y MySQL estén actualizadas y sean compatibles con las herramientas de desarrollo utilizadas, como IDE y Framework Laravel.
- **Diseño de la arquitectura:** durante esta etapa de desarrollo, se diseñó la arquitectura del sistema, lo que incluye cómo se estructuran los datos en la base de datos MySQL, cómo se comunica la aplicación PHP con la base de datos y cómo se manejan las solicitudes de los usuarios.
- **Codificación:** una vez que se completó el diseño de la arquitectura, se inició a codificar el sistema. Se emplearon buenas prácticas de programación, como escribir código limpio, modular y escalable, y utilizar patrones de diseño de software para mejorar la calidad y la eficiencia del código.

- **Seguridad:** durante la etapa de desarrollo se tomó en cuenta la seguridad del sistema. Esto incluyó la implementación de medidas de seguridad, como el uso de contraseñas seguras, la validación de datos de entrada y la protección contra ataques de inyección SQL y de cross-site scripting (XSS).
- **Pruebas y depuración:** después de completar la codificación, se realizaron pruebas y depuración exhaustivas para asegurarse de que el sistema funcione correctamente. Esto incluyó pruebas de unidad, pruebas de integración y pruebas de aceptación para garantizar que todas las funcionalidades del sistema marchen de acuerdo con las especificaciones.

### *Etapa de Transición*

Esta etapa fue crucial para asegurar que el sistema web de cobros de agua potable en PHP con framework Laravel y base de datos MySQL se implemente de manera efectiva y sin interrupciones en la Junta. Se consideró lo siguiente:

- **Entrega del sistema:** después de que se completó el desarrollo y las pruebas del sistema, es importante entregar el sistema a los usuarios finales (ver Tabla 1), y al equipo de soporte de la Junta. Se realizó una reunión de entrega para asegurar de que todos los involucrados estén al tanto de los detalles del sistema, incluyendo cómo se usa, cómo se realiza el mantenimiento y cómo se solucionan los problemas.
- **Capacitación de usuarios:** es importante capacitar a los usuarios finales para que puedan utilizar el sistema de manera efectiva. Esto incluyó proporcionar documentación detallada, realizar sesiones de capacitación personal o en línea, y brindar soporte continuo para ayudar a los usuarios a resolver problemas y a aprender a utilizar el sistema de manera efectiva.
- **Migración de datos:** esto implicó la transferencia de datos de diferentes formatos a la base de datos MySQL, asegurando que la información esté completa y que no se pierda durante el proceso.
- **Configuración de servidores:** se aseguró de que el sistema esté configurado correctamente en los servidores que se utilizarán para su implementación. Esto incluyó la instalación de software adicional necesario, la configuración de permisos de usuario y la configuración de redes y protocolos de seguridad.
- **Pruebas de aceptación:** antes de implementar el sistema en un entorno de producción, se realizaron pruebas de aceptación para asegurarnos de que el sistema funcione correctamente en el en-

torno de producción. Esto incluyeron pruebas de rendimiento, pruebas de carga y pruebas de seguridad.

- **Implementación y monitoreo:** después de las pruebas de aceptación, el sistema se implementó en un entorno de producción. Se realizaron monitoreos al sistema de manera regular para asegurarnos de que esté funcionando correctamente y para solucionar cualquier problema que podrían surgir. Además, se establecieron procedimientos de respaldo y de recuperación de datos para garantizar que la información crítica esté protegida en caso de una interrupción del sistema.

A continuación, se presentan los resultados de la validación del sitio web de cobros de agua potable tomando en cuenta encuestas de satisfacción del usuario (Tabla 2). Se realizaron encuestas a usuarios finales (Tester) para evaluar su satisfacción con el sitio web y para obtener comentarios sobre cómo mejorar la funcionalidad. De acuerdo con Redrován et al., (2020), se realizaron preguntas específicas sobre la usabilidad del sistema, la eficacia y eficiencia, la facilidad de uso, la capacidad de respuesta y la calidad general del sitio. En el cual se manejaron 10 preguntas, los criterios de evaluación en esta métrica va desde el 1 al 3 respectivamente. En la Tabla 2 se exponen las evaluaciones obtenidas al personal Tester de la Junta de Agua Potable, con el objetivo de analizar las preguntas.

**Tabla 2**  
*Administradores, Tester y Desarrollador*

Organización	Administrativos	Usuarios Tester	Desarrollador	Total
Junta Administradora de la Comunidad Tolte	2	3	1	3

**Tabla 3**  
*Evaluación del personal Tester*

PREGUNTA	Calificación del 1 al 3 (3=excelente, 2=bueno, 1=malo)		
	1	2	Promedio
1. ¿Consideras que el sitio web es fácil de navegar?	3	3	3,00
2. ¿Te resultó sencillo encontrar la información que buscabas en el sitio web?	3	2	2,50
3. ¿Los menús y la estructura del sitio web te parecen claros y organizados?	3	2	2,50
4. ¿La velocidad de carga del sitio web es adecuada para ti?	3	3	3,00
5. ¿Encuentras que la búsqueda interna del sitio web es efectiva?	3	2	2,50
6. ¿Te resultó fácil acceder a las diferentes secciones del sitio web?	3	2	2,50
7. ¿Consideras que el diseño del sitio web facilita la navegación?	3	3	3,00
8. ¿Te resultó fácil realizar acciones como registrarte e iniciar sesión como administrador en el sitio web?	1	3	2,00
9. ¿Te resultó fácil realizar acciones como realizar un cobro y emitir un comprobante al abonado en el sitio web?	2	2	2,00
10. ¿Te resultó fácil crear reportes sobre pagos, abonados, recaudación por fechas, recaudación por abonados en el sitio web?	2	2	2,00
<b>Promedio Total</b>		<b>2.50</b>	

Nota. Adaptado (Redrován et al., 2020; López et al., 2016).

De acuerdo con los puntajes obtenidos de la evaluación medida a través de la usabilidad, la eficacia y eficiencia, la facilidad de uso, la capacidad de respuesta y la calidad en general del sitio, utilidad e interfaz, se obtuvo una evaluación 2.50 aproximándonos a lo excelente, lo que se notó en esta encuesta que se obtuvieron datos un tanto bajos en secciones estratégicas como registro, cobros y reportes, que permitirá en una siguiente versión mejorar dichos parámetros.

## CONCLUSIONES

Las Juntas Administradoras de Agua Potable tienen un papel fundamental en la gestión del agua potable en las zonas rurales de nuestro país, porque son las encargadas de administrar, mantener y operar los sistemas de agua potable en sus comunidades. Es importante que se brinden capacitaciones y asesoramiento técnico a las Juntas para fortalecer sus capacidades en la gestión de los sistemas de agua potable y en la toma de decisiones. De esta forma, se garantiza una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos en las zonas rurales.

La automatización de los procesos de cobro de agua potable en los sectores rurales de nuestro país permite realizar tareas de forma más rápida y precisa,

lo que reduce tiempo y recursos necesarios en contra de tareas cuando se las realiza de forma manual, en un proceso manual la posibilidad de errores humanos al ingresar datos y realizar cálculos es muy factible, la automatización disminuye la cantidad de estos errores sobre todo al momento de emitir facturas y mejorar la precisión de los registros.

El uso de software libre puede hacer que la automatización de los procesos del cobro de agua potable sea más accesible para las comunidades rurales de nuestra provincia que no poseen recursos para adquirir software propietario, ya que no es necesario pagar licencias ni realizar inversiones importantes en hardware. Esto puede permitir una gestión más eficiente de los recursos económicos, democratizar el acceso a la tecnología y mejorar la eficacia y sostenibilidad del agua potable a través de las juntas Administradoras en estas zonas.

La presente investigación contribuye a hacer énfasis en el uso de software libre con metodologías adaptables cuando se desarrollan sitios web con requerimientos organizacionales específicos para apoyo a organizacionales rurales campesinas, lo que significa que pueden acceder a una comunidad de desarrolladores y usuarios para colaborar en el desarrollo de herramientas y soluciones específicas.

## REFERENCIAS

- Arcos, J.**, y Chicaiza, D. (2016). *Análisis comparativo de los Frameworks Laravel y Codeigniter para la implementación del sistema de gestión de concursos de méritos y oposición en la Universidad Nacional de Chimborazo*. 190. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/2943>
- Cabrera, M.**, y Mardones, C. (2015). *Sistema de Administración de Comités de Aguas Potables de Zonas Rurales [Título de Ingeniero Civil en Infomática]*, Repositorio Digital - Sistema de Bibliotecas Universidad del Bio-Bio. 16–21. <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/666>
- Cano, D.**, y Flores, D. (2021). *Diseño de un controlador para una planta de tratamiento de agua potable dirigida a comunidades rurales*. 1–69.
- Cheza, F.** (2014). *Sistema Web de Gestión de Procesos para una Junta de Agua Potable utilizando las tecnologías de software libre, JSF*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2609>
- Escuintla, J.**, y Domínguez, M. (2020). *La automatización de los procesos administrativos en las asociaciones de agua potable en El Salvador ha sido fundamental para mejorar la eficiencia y reducir costos. Esta automatización ha permitido minimizar errores humanos, aumentar la velocidad de ejec.*
- García, F.**, y García, A. (2019). *Ingeniería de Software*.
- Gil, M.**, Reyes, H., Márquez, L., y Cardona, A. (2014). Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales. *Investigación y Ciencia de La Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 63, 67–73. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2014633612>
- Gómez, A.**, Machado, F., y Datshkovsky, D. (2021). Servicios de agua y saneamiento en America Latina panorama de acceso y calidad. *Nota Técnica BID-TN 2177*. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Servicios-de-agua-y-saneamiento-en-America-Latina-panorama-de-acceso-y-calidad.pdf>
- López, A. V.**, Sánchez, A., y Montejano, G. A. (2016). Definición de Métricas de Calidad para Productos de Software. *XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2016, Entre Ríos, Argentina)*, 4700, 483–488. <http://www.unsl.edu.ar>
- Moreno, J.** (2020). Los retos del acceso a agua potable y saneamiento básico de las zonas rurales en colombia. *Revista de Ingeniería*, 49, 28–37. <https://doi.org/10.16924/revinge.49.5>
- Quindi, R.**, Ortíz, P., y Crespo-Martínez, E. (2018). SIGAP: Sistema Informático para la gestión de Agua Potable. *Memorias Universidad Del Azuay*, 141–165. <http://revistas.uazuay.edu.ec/index.php/memorias/article/view/184>

- Redrován, F., Loja, N., Correa, K., y Piña, J. (2020).** *Comparación de métricas de calidad para el desarrollo de aplicaciones web.* 21(1), 1–9. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Soto, S., Gaviria, L., y Pino, M. (2016).** Situación de la gestión del agua potable en las zonas rurales de la provincia de Cartago, Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(8), 67. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i8.2986>
- Torres, A. (2019).** *El agua, un recurso finito. Análisis del informe de las Naciones Unidas: “No Dejar a Nadie Atrás”.* 39–41. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/103401/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/103401/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Vásconez, R. (2018).** El Capital Social en las Juntas de Agua Potable Rurales. *Augusto Guzzo*, v. 1, 13–26. <https://doi.org/10.22287/ag.v1i122.825>
- Zumba, J., y León, C. (2018).** Evolución de las Metodologías y Modelos utilizados en el Desarrollo de Software. *INNOVA Research Journal*, 3(10), 20–33. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n10.2018.651>