



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN PÚBLICA

Proyecto de Investigación previo la
obtención del Grado Académico de
Magíster en Gestión Pública.

TEMA:

PROPUESTA SOCIOECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES
DIGITALES DE MONITOREO DEL AGUA Y SU IMPACTO EN LA SOSTENIBILIDAD
DEL RECURSO HÍDRICO EN QUEVEDO 2024

AUTOR:

ECON. NADIA CAROLINA GUATO RAMÍREZ

DIRECTOR:

ING. ÁNGEL IVÁN TORRES QUIJIJE, MSC

QUEVEDO – ECUADOR
AÑO 2025

CERTIFICACIÓN

Ing. Ángel Iván Torres Quijije M.Sc. director del Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Gestión Pública.

CERTIFICA:

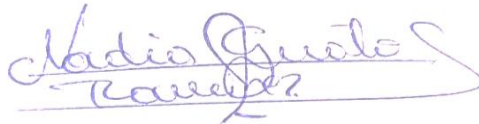
Que la Econ. Nadia Carolina Guato Ramírez, ha cumplido con la elaboración del Proyecto de Investigación titulado: **Propuesta socioeconómica para la implementación de sensores digitales de monitoreo del agua y su impacto en la sostenibilidad del recurso hídrico en Quevedo 2024**, el mismo que se encuentra apto para la presentación y sustentación respectiva.

Quevedo, 24 de agosto del 2024.

ING. ÁNGEL IVÁN TORRES QUIJIJE, MSC
DIRECTOR

AUTORÍA

Yo, **Econ. Nadia Carolina Guato Ramírez**, declaro que el presente Proyecto de Investigación y Desarrollo titulado **Propuesta socioeconómica para la implementación de sensores digitales de monitoreo del agua y su impacto en la sostenibilidad del recurso hídrico en Quevedo 2024**, este documento es de mi completa autoría y otorgo los derechos a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo para utilizarlo como material académico y de referencia.



Econ. Nadia Carolina Guato Ramírez

C.C # 1205437856

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo está dedicado a Dios, quien me ha otorgado la inteligencia y la sabiduría necesarias para alcanzar este nuevo logro en mi formación profesional. Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional, a mis hijos, y mi esposo, quienes me han motivado a completar esta meta como Máster en Gestión Pública.

Econ. Nadia Carolina Guato Ramírez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme las fuerzas para avanzar en mi tesis, a mis hijos que con amor comprendían que mamá no podía estar los fines de semana con ellos, a mi esposo por cuidar de los niños cuando yo no estaba, mis padres mi hermana y mi tutor Ing. Ángel Torres quien fue una guía importante para llegar al final, me agradezco a mí misma por darme la oportunidad de crecer como profesional y escuchar la voz en mi interior decirme si puedes falta poco, estoy infinitamente agradecida por los designios de Dios en mi camino.

Econ. Nadia Carolina Guato Ramírez

PRÓLOGO

Presentar este trabajo de investigación titulado **“Propuesta Socioeconómica para la Implementación de Sensores Digitales de Monitoreo del Agua y su Impacto en la Sostenibilidad del Recurso Hídrico en Quevedo 2024”**, elaborado por la autora, Econ. Nadia Carolina Guato Ramírez, enfocado en una propuesta socioeconómica para el monitoreo del agua mediante sensores.

La disponibilidad de agua es un derecho esencial y un soporte indispensable para el progreso sostenible de cualquier comunidad. No obstante, la demanda en aumento, el cambio climático y la degradación del medio ambiente han amenazado este recurso vital en numerosas regiones del planeta. En Ecuador, el cantón Quevedo también enfrenta esta problemática.

El propósito principal de esta investigación es elaborar un modelo de gestión de agua haciendo uso de los avances tecnológicos e innovaciones digitales para el monitoreo en tiempo real del agua, que permitan abordar las necesidades de los ciudadanos y facilite la distribución, uso y calidad del agua en Quevedo. Los hallazgos de este estudio funcionarían como guía para la toma de decisiones fundamentadas y para la implementación de políticas públicas que promuevan la sostenibilidad hídrica en el cantón.

ING. EMILIO ZHUMA MERA, MSC

RESUMEN

El presente estudio analizó la viabilidad de la implementación de sensores digitales para el monitoreo del recurso hídrico en el Cantón Quevedo, con el propósito de abordar los desafíos relacionados con la calidad y distribución del agua. Se evaluó la percepción de la ciudadanía respecto a la tecnología propuesta, así como la factibilidad socioeconómica de su implementación para el desarrollo local.

Actualmente, la tarifa de agua en Quevedo es de \$4.00 mensuales, sin embargo, la calidad del servicio es deficiente. La implementación de sensores digitales permitiría ofrecer un servicio de mayor calidad con una tarifa plana de \$8.00 mensuales que los ciudadanos están dispuestos a pagar. Esta tecnología representa una herramienta estratégica para mitigar los efectos del constante cambio climático y promover el uso eficiente del agua.

El problema consiste en la urgencia de optimizar el uso del agua y garantizar su disponibilidad a largo plazo ante el aumento demográfico frente al cambio climático. A través de la instalación de sensores digitales para el monitoreo del agua, se pretende obtener información detallada sobre el uso y las condiciones del recurso hídrico.

El objetivo general es analizar cómo estas tecnologías pueden influir en la sostenibilidad hídrica y en la economía local ofreciendo sugerencias que fortalezcan la gobernanza del agua. Esta propuesta investigativa se desarrolló en el año 2024, con un enfoque teórico que pueda ser utilizado para crear políticas públicas en el Cantón Quevedo, impulsando una mejor gestión del agua ante los desafíos ambientales presentes.

Palabras Clave: Administración Pública, Desarrollo local, Cambio Climático

ABSTRACT

This study analyzed the feasibility of implementing digital sensors for water resource monitoring in the Quevedo Canton, with the goal of addressing challenges related to water quality and distribution. The study evaluated public perceptions of the proposed technology, as well as the socioeconomic feasibility of its implementation for local Development.

Currently, the water rate in Quevedo is \$4.00 per month, however, the quality of service is poor. The implementation of digital sensors would allow for higher-quality service with a flat rate of \$8.00 per month that citizens are willing to pay. This technology represents a strategic tool to mitigate the effects of ongoing climate change and promote efficient water use.

The challenge lies in the urgency of optimizing water use and ensuring its longterm availability in the face of population growth and climate change. By installing digital water monitoring sensors, the goal is to obtain detailed information on the use and conditions of water resources, enabling fair and equitable management.

The general objective is to analyze how these technologies can influence water sustainability and the local economy by offering suggestions that strengthen water governance. This research proposal will be developed in 2024, with a theoretical approach that can be used to create public policies in the Quevedo Canton, promoting better water management in the face of current environmental challenges.

Key Words: Public Administration, Local Development, Climate Change

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
PRÓLOGO.....	VI
ABSTRACT.....	VIII
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I.....	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	3
1.3 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1 Problema General.....	3
1.3.2. Problemas Derivados	3

1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.5 OBJETIVOS.....	4
1.5.1 Objetivo General	4
1.5.2 Objetivos Específicos	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
CAPÍTULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1 FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL	8
2.1.1 Sensores Digitales	8
2.1.2 Monitoreo	8
2.1.3 Impacto.....	8
2.1.4 Cambio Climático	9
2.1.5 Económica Local.....	9
2.1.6 Recurso Hídrico	9
2.1.8 Tecnología Internet de las cosas (IoT)	9
2.1.9 Redes LoRaWan.....	10
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	12
2.2.1 Concepto de Sostenibilidad del Recurso Hídrico.....	12
2.2.2 Tecnología de Sensores Digitales en la Gestión del Agua.....	13

2.2.3 Las TIC y el acceso a la información	13
2.2.4 Parámetros de Calidad de Agua	13
2.2.5 Sensores de Ph.....	14
2.2.6 Sensores de Temperatura	14
2.2.7 Indicadores de Evaluación del Impacto	14
2.3.1 Normativa Nacional	15
2.3.2 Constitución de la República del Ecuador	15
2.3.3 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua.....	16
2.3.4 Reglamento General a la Ley Orgánica para la transformación digital y audiovisual	21
CAPÍTULO III	22
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN	23
3.1.1 Investigación Exploratoria	23
3.1.2 Investigación Descriptiva.....	23
3.2 MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN	23
3.2.1 Métodos Mixtos	23
3.2.2 Método de Observación	24
3.2.3 Método Inductivo y Deductivo	24
3.3 CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN	

.....	24
3.3.1 Población y muestra	24
3.3.2 Técnicas de investigación	25
3.3.3 Instrumentos de Investigación.....	26
3.4 ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.....	26
3.4.1 Fuentes Secundarias	26
3.5 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	27
3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	27
CAPÍTULO IV.....	28
RESULTADO Y DISCUSIÓN	28
4.2 PROPUESTA SOCIOECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS SENSORES DIGITALE.....	35
INTRODUCCIÓN	35
OBJETIVO.....	36
GENERAL.....	36
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
JUSTIFICACIÓN.....	38

PROPUESTA DE SOLUCIÓN	39
COMPONENTES DEL PROYECTO	39
VIABILIDAD TÉCNICA.....	43
VIABILIDAD FINANCIERA	45
ANÁLISIS FINANCIERO	48
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIÓN	55
CAPÍTULO V	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
5.1 CONCLUSIONES	57
5.2 RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXO	64
Anexo 1 Certificado del Reporte Plagio Académico.....	65

.....¡Error! Marcador no definido.

.....¡Error! Marcador no definido.

Anexo 2 Encuestas.....**66**

Anexo 3 Especificación Técnica del Medidor de Agua**67**

Anexo 3 Imagen del modelo LoRaWAN y sus conectores**68**

Anexo 4 Encuestas en Drive.....**70**

Anexo 5 Fotografía durante el proceso de Investigación**70**

Anexo 6 Planos de la Planta**71**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultado del nivel de conocimiento de las tecnologías digitales como sensores para el monitoreo del agua	29
Tabla 2 Resultado sobre la implementación de tecnologías digitales y su aporte en la sostenibilidad hídrica.	30
Tabla 3 Calidad de agua de Quevedo	31
Tabla 4 Implementación de sensores digitales y su impacto en la economía.....	33
Tabla 5 Gobierno local y la EMPAPAQ están preparados para manejar adecuadamente la tecnología de sensores en la gestión del agua.....	34
Tabla 6 Características y diferencias de red	43
Tabla 7 Costo de Implementación de la Propuesta.....	50
Tabla 8 Posibles recaudaciones mensuales y anuales en dólares	51
Tabla 9 Beneficios económicos en posibles ahorros	52
Tabla 10 Flujo de caja proyectado para el análisis económico y recuperación de la inversión	53
Tabla 11 Indicadores de Rentabilidad.....	54

INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad del recurso hídrico es un desafío global que afecta a familias en todo el mundo, motivo por el que se realizó una investigación en el Cantón Quevedo, ubicado en la provincia de Los Ríos Ecuador, misma que se centró en el control del uso de agua, su calidad y métodos que garanticen la sostenibilidad del líquido vital a largo plazo, sin duda en el trayecto de la investigación se pudo evidenciar que existe vacíos de como preservar el recurso hídrico ante una sequía o escasez de agua.

El clima tropical lluvioso combinado con el crecimiento poblacional constante ha generado una creciente demanda de agua potable, sin embargo, la calidad del recurso hídrico se ha deteriorado significativamente con problemas de abastecimiento en muchas zonas.

La propuesta busca evaluar el impacto en la implementación de sensores digitales para el monitoreo del agua y mejorar su gestión, con el objetivo de garantizar un suministro de agua segura y sostenible para la población de Quevedo 2024. La adopción de esta tecnología es importante para contrarrestar la creciente demanda y los efectos del cambio climático presentados en el agua.

Para (Jorge Peralta Arias, 2020) los sensores digitales para el monitoreo de agua permitirían la adquisición de información de parámetros específicos como turbidez y temperatura, así como los niveles de potencial de óxido reducción (ORP), y de potencial de hidrógeno (Ph), esta tecnología mejoraría la eficiencia en la gestión del agua pudiendo detectar en tiempo real fugas, contaminación o usos inadecuados del agua, la propuesta podría ser un pilar fundamental para el crecimiento económico local y un desarrollo

sostenible.

Estudios realizados y ejecutados como el de Singapur evidenciaron que los sensores digitales para el monitoreo de agua ayudan notablemente a reducir la pérdida de agua manteniendo control en la calidad y detectando oportunamente problemas de fuga en tiempo real, generando beneficios económicos y sociales (Johanna et al., 2021).

Para Quevedo realizar esta propuesta sería un reto por los desafíos y cambios que esto implica en la infraestructura y la gestión económica de la ciudad, representando una oportunidad para transformar la forma en que se gestiona y conservar el recurso hídrico.

CAPÍTULO I. Presenta el Marco Contextual que se desarrolló durante la investigación, en el mismo se sitúan los siguientes apartados: ubicación y contextualización de la problemática, situación actual de la problemática, problema de investigación, delimitación del problema, objetivos y justificación.

CAPÍTULO II. Presenta la Fundamentación teóricas de la investigación, situado por el desarrollo conceptual, teórico y legal.

CAPÍTULO III. Se expone la metodología empleada en la investigación, la cual incluye el tipo de estudio, métodos utilizados, construcción metodológica, población y muestra, las técnicas de recolección, Instrumentos de la investigación, construcción del marco teórico, así como los procesamientos de análisis.

CAPÍTULO IV. Presentan los resultados y discusión de la investigación.

CAPÍTULO V. Presenta las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

La ciencia de hoy es la tecnología
de mañana.

Eduardo Teller

1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En la Provincia de Los Ríos, Ecuador se encuentra situado el Cantón Quevedo, con un clima lluvioso tropical, y temperaturas promedio de 25.2°C, y elevadas precipitaciones lo que repercute un impacto en la gestión de los recursos hídricos. De acuerdo con los datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC (2022), Quevedo tiene una población 177.792 habitantes, enfrenta dificultades en la gestión y distribución del agua debido a la expansión poblacional y el cambio climático han provocado tensiones en la infraestructura.

El cambio climático incrementa la escasez de agua y la contaminación de las fuentes generadoras de este recurso convirtiéndose en una creciente preocupación, se propone como alternativa viable la implementación de tecnologías avanzadas en sensores digitales para monitorear y gestión el agua mejorando así la eficiencia en su uso. Sin embargo, esta adaptación presenta algunos desafíos como la necesidad de una infraestructura adecuada, ajustes en la estructura gubernamental local y capacitación de los ciudadanos en nuevos enfoques para el manejo y control del agua.

Es importante realizar un análisis de los efectos socioeconómicos de la implementación de sensores digitales en Quevedo, con el objetivo de identificar las ventajas potenciales, limitaciones y cambios necesarios para lograr una gestión hídrica sostenible hídrica. Este análisis permitirá identificar los problemas importantes como la eficiencia en el consumo, la equidad en la distribución y el impacto en los sectores productivos que dependen del agua.

El propósito de este análisis es ofrecer recomendaciones para mejorar la gobernanza del agua facilitando así la capacidad de enfrentar desafíos actuales y futuros relacionados con la sostenibilidad del recurso hídrico.

1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

El Cantón Quevedo situado en la provincia de los Ríos, enfrenta un desafío específico en la gestión del agua debido a la ineficiencia en su administración, uso y distribución. Esta problemática se agrava por las limitaciones de las infraestructuras existentes, que resultan insuficientes para garantizar un suministro de agua de calidad para toda la población.

1.3 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Problema General

¿Cuál será el impacto socioeconómico de la implementación de sensores digitales para el monitoreo del agua y la sostenibilidad hídrica del Cantón Quevedo, considerando los cambios climáticos, la gobernanza y participación de los ciudadanos en el año 2024?

1.3.2. Problemas Derivados

¿Cómo se sentirían los ciudadanos con la implementación de sensores digitales para el monitoreo del recurso hídrico?

¿Cuál es el estado de la distribución y equidad del agua en diferentes comunidades del Cantón?

¿En qué áreas sería el impacto socioeconómico más representativo al implementar sensores digitales para controlar el recurso hídrico?

1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Esta investigación se llevará a cabo teniendo en cuenta las siguientes limitaciones:

CAMPO: Ciencias Administrativas

ÁREA: Gestión Pública

LÍNEA: Desarrollo Económico, administración pública,

LUGAR: Cantón Quevedo

TIEMPO: Año 2024

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta socioeconómica para la implementación de sensores digitales de monitoreo del agua en Quevedo, mediante el análisis de su impacto en la sostenibilidad del recurso hídrico.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el uso y la gestión del agua en la ciudad de Quevedo, para determinar los principales problemas y oportunidades para la implementación de sensores digitales.
- Analizar cómo los sensores digitales de agua pueden mejorar la calidad de vida de la población y contribuir al desarrollo económico local, en función de la eficiencia en el uso del agua y la reducción de costos.

- Evaluar el impacto económico a partir de las encuestas, con el fin de recomendar estrategias de sostenibilidad hídrica que impulsen el desarrollo local en Quevedo.

JUSTIFICACIÓN

La investigación se realiza por los desafíos que enfrenta el Ecuador según lo señalado por (Cartuche et al., 2021) quienes indican que el problema no es la ausencia de agua sino una crisis de gobernabilidad. Por tal motivo, el estudio se enfoca en la situación actual del Cantón Quevedo en la calidad y uso del recurso hídrico. Se considera que la sostenibilidad a largo plazo está fuertemente influenciada por la gestión el agua, siendo este un recurso vital para la supervivencia humana y el desarrollo económico local.

En base a este contexto se presenta una propuesta de implementación de sensores digitales para el monitoreo del agua que pueda dar soluciones a estos desafíos que se exhiben en la equidad y calidad del agua en la ciudad, que permita garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico frente a los cambios ambientales y socioeconómicos actuales.

La investigación propuesta busca recolectar datos relevantes mediante una encuesta con el objetivo de evaluar la viabilidad que tendría la implementación de sensores digitales para el monitoreo de agua, estos sensores pueden contribuir significativamente al control del uso y distribución equitativa del agua, promoviendo un desarrollo más sostenible.

Este análisis pretende abordar la problemática del cambio climático especialmente la escasez del agua que se presentará con el paso del tiempo, y concientizar a los habitantes de la grave situación futura. A través de la investigación se buscaría adaptar medidas preventivas

que beneficien a los hogares, mejoren la gestión de los recursos hídricos y reduzcan el mal uso del agua. Estos sensores no solo detectarán las fugas, también medirán parámetros como el pH, turbidez, temperatura y la presencia de contaminantes en el agua.

Actualmente, Quevedo no tiene agua de calidad lo cual es evidente por el color y sabor del agua en muchos hogares. Los sensores digitales permiten medir todos los parámetros mencionados, el ahorro del agua sería de relevante para extender la red de agua pública y llegar a todos los sectores que aún no cuentan con este beneficio, además permitirán un control de pago mensualizado, inyectando liquidez directamente en la economía local.

Según datos del (CENSO ECUADOR - INEC, 2022), Quevedo proporciona agua al 81.2% de sus habitantes. Esto significa que la implementación de sensores digitales tendrá un impacto positivo en el consumo de agua para uso doméstico considerando la expansión poblacional y el medio ambiente, así como mejorar la eficiencia energética y reducir los costos asociados con el agua, para (Veneros et al., 2020). Con los sensores se busca obtener el monitoreo en tiempo real.

Además de ser vital para la supervivencia, el agua es esencial para la economía ya que forma parte de procesos de industrialización, producción de alimentos y bebidas, generación de energías, actividades turísticas, mineras, agricultura entre otros. Por lo tanto, el agua debe ser vista como un recurso económico de oferta limitada y demanda creciente según lo dice (Sánchez Rodríguez et al., 2021).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

La naturaleza siempre viste de
colores espíritu.

Ralph Waldo Emerson

2.1 FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

La fundamentación conceptual, es donde se describen las ideas relacionadas con la investigación.

2.1.1 Sensores Digitales

Los sensores digitales proporcionan señales interpretables, que permiten obtener información relevante sobre el sistema hídrico. Funcionan continuamente sin importar las condiciones meteorológicas, proporciona datos en situaciones de emergencia (Guevara, 2023). La facilidad del uso de estos sensores ha aumentado debido a su precisión y rentabilidad, la función principal de un sensor digital es evaluar los contaminantes fisicoquímicos en el agua (Franco et al., 2023).

2.1.2 Monitoreo

El monitoreo del agua implica la observación y análisis continuo de las características del agua tanto en calidad como cantidad, mediante el uso de tecnologías avanzadas como sensores digitales. Este proceso permite identificar y gestionar cualquier cambio o contaminación en el recurso hídrico, asegurando su adecuado uso y distribución. El monitoreo de agua es importante para garantizar la sostenibilidad y seguridad del suministro de agua para diversas actividades humanas y ecológicas (Sánchez Rodríguez et al., 2021)

2.1.3 Impacto

El impacto es una acción o evento de un fenómeno dependiendo de la naturaleza o el contexto en el que se emplee, a menudo el impacto incluye la identificación de beneficios así como la propuesta de medidas para mitigar los efectos negativo y potenciar los positivos

según (G. Ortiz & Aledo, 2022)(Bonilla, 2007)

2.1.4 Cambio Climático

El cambio climático relacionado con el calentamiento global, su impacto incluye fenómenos como calor, sequías, inundaciones y tormentas más intensas, se ha vuelto de interés científico y social por todas las modificaciones que presenta en los patrones de clima globales y regionales lo que ha causado en el sistema natural un factor de riesgo constante a nivel mundial lo dice (Ortiz-Hernández, 2020).

2.1.5 Económica Local

La economía local se basa en utilizar todos los recursos sustentables disponibles para fomentar el desarrollo y satisfacer las necesidades de la población, por lo general una economía local fuerte tiende a promover la sostenibilidad convirtiéndose en el pilar fundamental para la estabilidad de las comunidades, su buen funcionamiento contribuye al crecimiento económico, empleo y desarrollo social (Jadán, 2021)(Benavides Vindas, 2019)

2.1.6 Recurso Hídrico

Los recursos hídricos son todas las vertientes disponibles en un área que proporciona agua como ríos, lagos, acuíferos subterráneos, océanos etc. Es limitada por naturaleza por lo que surge la necesidad de vigilar este suministro. Se anticipa que en el futuro este recurso enfrentará una mayor presión (Lozano-Parra, 2018)(Sánchez Rodríguez et al., 2021).

2.1.8 Tecnología Internet de las cosas (IoT)

Según (Cano, 2015) los dispositivos que se desarrollan en IoT, formados por sensores pueden habilitar el acceso a ubicación a través de GPS, así como a la temperatura, presión,

sonido etc. Los datos una vez analizados pueden ser transmitidos por una red de comunicación.

Según criterio de (Véliz Karina, 2022) el método IoT es innovador y permite transformar cualquier objeto en inteligente, permitiendo que estos se conecten a una red. Está equipado con sensores, software y otra tecnología lo que permite el intercambio continuo de datos.

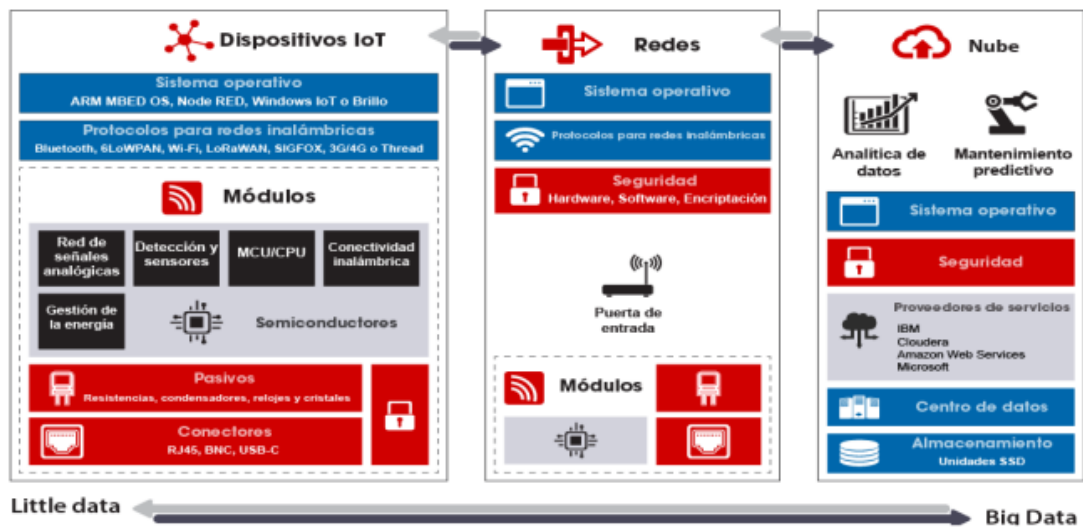


Figura 1 Arquitectura de red IoT. Fuente (rs-online, 2019)

2.1.9 Redes LoRaWan

Según (Manrique et al., 2019) Red de área extensa de bajo consumo (LoRaWAN), es un estándar que facilita la conexión de numerosos dispositivos de bajo consumo energético, con un gran alcance además de flexibilidad y sencillez en su implementación, no es la única pero posee ciertas cualidades que la hacen interesante.

LoRaWan concebido para conectar inalámbricamente dispositivos operados por baterías a internet en redes regionales, nacionales o globales que funciona en la capa de enlace

y para su comunicación de los diferentes dispositivos, compuesto por dos partes esenciales las cuales son los Gateway y los nodos.

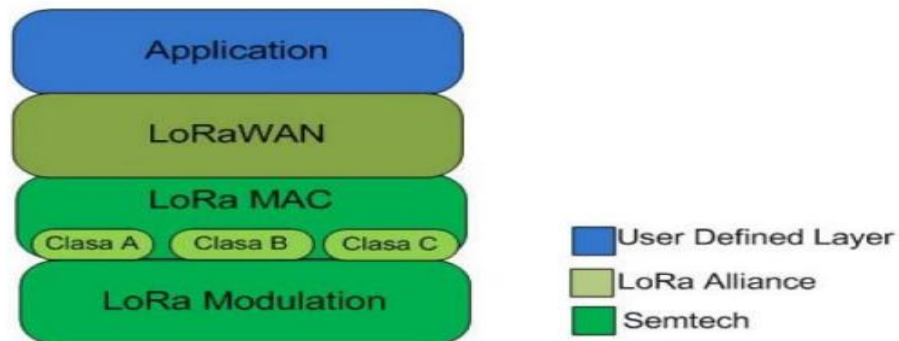


Figura 2 Aplicación LoRaWan. Fuente Manrique et a..(2019)

2.1.9.1 Topología LoRaWAN

Para (Coello & Silva, 2020), una topología de red es un mapa físico de la red en la cual se mostraran el esquema y su forma de intercambio de datos generalmente LoRaWan implementa la topología estrella debido a su forma de conexión otro tipo de topología para una red LoRaWan no será tan efectiva y se generarían más recursos, los Gateway funcionan como enlace entre los nodos finales y la red central.

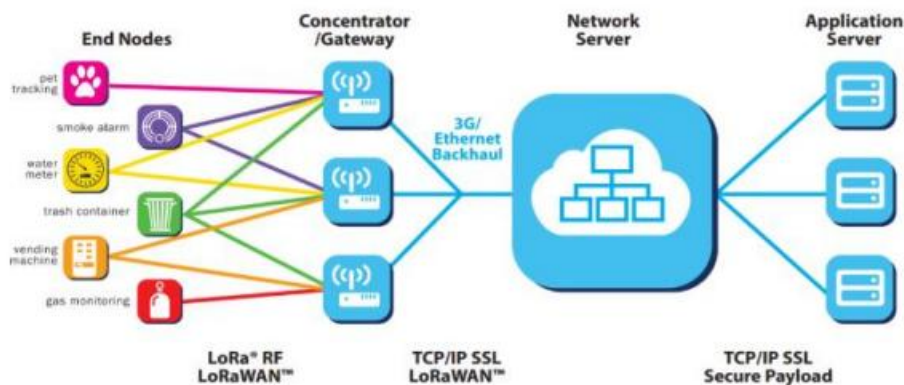


Figura 3 Arquitectura LoRaWan. Fuente (Perez,2018)

Para (Ana Alcantara, Alejandro Arenas, 2019), La red Zigbee es un estándar de comunicación inalámbrica que fue desarrollado como un estándar global abierto , opera en las bandas 2.4 GHz, 915 MHz y 868 MHz con una velocidad máxima de transmisión de 250 Kbps, lo suficiente para satisfacer las necesidades de un sensor.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La fundamentación teórica es una investigación que tiene como propósito ofrecer una base sólida de conceptos.

2.2.1 Concepto de Sostenibilidad del Recurso Hídrico

Describe cómo garantizar un uso responsable y eficiente de los recursos hídricos mientras se mantiene un equilibrio. El concepto de sostenibilidad fue mencionado por primera vez en la reunión de la Comisión Mundial del Ambiente y el Desarrollo (World Commission on Environment and Development), en Tokio, Japón (1987).

Abordar la problemática de los recursos hídricos y el desequilibrio territorial en términos de cantidad y calidad es una prioridad destacada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). El agua se considera fundamental para el desarrollo socioeconómico está en el centro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico y está en el centro del desarrollo sostenible, ha pasado de ser vista como un recurso natural “inagotable” a uno “limitado” en los últimos siglos (Melgarejo Moreno et al., 2018).

2.2.2 Tecnología de Sensores Digitales en la Gestión del Agua

Dispositivos que permiten recolectar datos en tiempo real de la calidad y flujo del agua. Información que es utilizada para optimizar la gestión de los recursos hídricos, mejorar la eficiencia de conservación y distribución mediante sensores digitales (M. Ortiz, 2020).

2.2.3 Las TIC y el acceso a la información

Para (Güiza-Suarez et al., 2020), las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) han transformado la disponibilidad, el almacenamiento y el acceso a la información, incluyendo en los modelos de gestión del agua y en el fortalecimiento de las prácticas democráticas al permitir acceder y compartir información de manera amplia y relativa, no sólo resultan útiles para la adopción de decisiones y la difusión de la conciencia sobre la conservación del recurso también aporta al mejoramiento de la transparencia, rendición de cuentas y el compromiso ciudadano.

2.2.4 Parámetros de Calidad de Agua

Los parámetros de calidad del agua proporcionan indicadores sobre el estado del agua los cuales pueden variar en respuesta a cambios ambiental y la actividad humanas lo manifiesta (Regino, 2021), para (Conejeros Molina et al., 2021) la norma de calidad de agua NCH 409/1-NCH 409/2, define los estándares de calidad que debe cumplir el agua potable en todo el territorio Nacional, se identifican los parámetros microbiológicos (presencia de bacterias), los parámetros químicos (rangos de sustancias químicas como amoníaco, cloruros, sulfatos, entre otras así como el pH y sólidos disueltos) y los parámetros físicos (sabor, olor, color, turbidez, conductividad eléctrica, entre otros).

2.2.5 Sensores de Ph

La medición de la acidez de un material es extremadamente útil para comprender sus propiedades y características químicas. Esto permite controlar y prevenir reacciones químicas no deseadas y optimizar las que sean beneficiosas según (Jiménez-álvarez et al., 2023), uno de los métodos más comunes para la detección de acidez (Ph), es el uso papel tornasol, que está compuesto por papel de madera y tinte extraído de líquenes. Este papel cambia de color al entrar en contacto con una base o ácido.

2.2.6 Sensores de Temperatura

Para (López et al., 2024) la temperatura es la intensidad de calor de un objetivo, los sensores usados para medir la temperatura se basan en diferentes fenómenos que ocurren cuando son sometidos a energía térmica, como la radiación; el voltaje generado por la unión de dos metales y el cambio de valor en la resistencia de un material.

2.2.7 Indicadores de Evaluación del Impacto

Indicadores Económicos: Para evaluar el impacto económico de los sensores digitales es importante considerar el análisis costo-beneficio. Los indicadores pertinentes incluyen el PIB, la balanza de pagos, la inflación y la política cambiaria, todos los cuales reflejan el crecimiento económico del país según (Barrientos-Felipa, 2021).

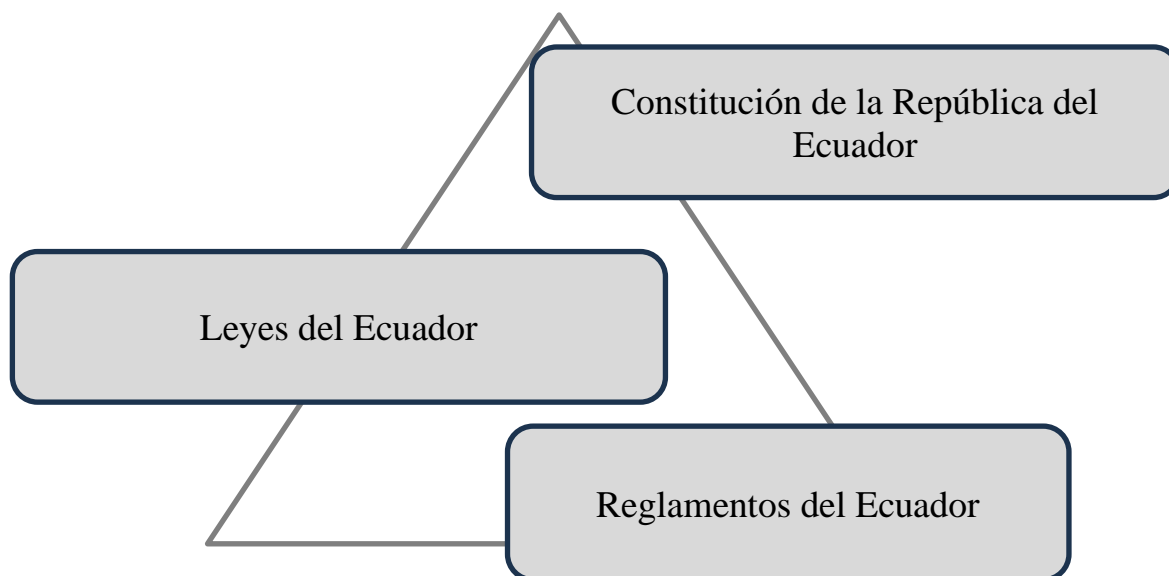
Indicadores Sociales: Estos depende de factores como el acceso al agua potable, la equidad en la distribución de recursos y la mejorar en la calidad de vida y procesos (Oyarzún Vargas & Falabella Ambrosio, 2022)

Indicadores Ambientales: La evaluación del éxito en términos de sostenibilidad está

basada en indicadores como calidad del agua, reducción de la contaminación y eficiencia en el uso del agua.(Ruiz & Preciado, 2022).

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.3.1 Normativa Nacional



Elaboración: Autora

2.3.2 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución es la norma suprema que establece el marco jurídico y político del país, promulgada en 2008, reconoce y garantiza derechos fundamentales, organiza el Estado, define sus instituciones y regula las relaciones entre el gobierno y los ciudadanos.

Capítulo II: Derecho del Buen Vivir

Art.12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible y

esencial para la vida.

Art.14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación del ecosistema, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales desgastados (Martínez et al., 2011).

2.3.3 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua

Título I- Disposiciones Preliminares

Capítulo I - De los Principios

Art. 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley. El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria.

Art. 3.- Objeto de la Ley. El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la

Constitución.

Art. 4.- Principios de la Ley. Esta Ley se fundamenta en los siguientes principios:

a) La integración de todas las aguas, sean estas, superficiales, subterráneas o atmosféricas, en el ciclo hidrológico con los ecosistemas;

b) El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad;

c) El agua, como bien de dominio público, es inalienable, imprescriptible e inembargable;

d) El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia, está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua;

e) El acceso al agua es un derecho humano;

f) El Estado garantiza el acceso equitativo al agua;

g) El Estado garantiza la gestión integral, integrada y participativa del agua; y,

h) La gestión del agua es pública o comunitaria.

Art. 5.- Sector estratégico. El agua constituye patrimonio nacional, sector estratégico de decisión y de control exclusivo del Estado a través de la Autoridad Única del Agua. Su gestión se orientará al pleno ejercicio de los derechos y al interés público, en atención a su decisiva influencia social, comunitaria, cultural, política, ambiental y económica.

Art. 7.- Actividades en el sector estratégico del agua. La prestación del servicio público del agua es exclusivamente pública o comunitaria. Excepcionalmente podrán participar la iniciativa privada y la economía popular y solidaria, en los siguientes casos:

a) Declaratoria de emergencia adoptada por la autoridad competente, de conformidad con el ordenamiento jurídico; o,

b) Desarrollo de subprocesos de la administración del servicio público cuando la autoridad competente no tenga las condiciones técnicas o financieras para hacerlo. El plazo máximo será de diez años, previa auditoría.

Título II - Recursos Hídricos

Capítulo I - Definición, infraestructura y clasificación de los recursos hídricos

Art. 15.- Sistema nacional estratégico del agua. Créase el sistema nacional estratégico del agua, que constituye el conjunto de procesos, entidades e instrumentos que permiten la interacción de los diferentes actores, sociales e institucionales para organizar y coordinar la gestión integral e integrada de los recursos hídricos.

El sistema nacional estratégico del agua estará conformado por:

1. La Autoridad Única del Agua quien la dirige;
2. El Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua;
3. Las instituciones de la Función Ejecutiva que cumplan competencias vinculadas a la gestión integral de los recursos hídricos;
4. La Agencia de Regulación y Control del Agua, adscrita a la Autoridad Única del

Agua;

5. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados; y,

6. Los Consejos de cuenca.

Art. 16.- Objetivos del sistema nacional estratégico del agua. Son objetivos del sistema nacional estratégico del agua:

1. Articular a los actores que forman parte del sistema nacional estratégico del agua para la gestión integral e integrada de los recursos hídricos; y,

2. Generar mecanismos e instancias para coordinar la planificación y aplicación de la política pública de los recursos hídricos con los actores sociales vinculados con el agua y los diferentes niveles del gobierno, para garantizar el buen vivir.

Capítulo III - Derechos de la Naturaleza

Art. 65.- Gestión integrada del agua. Los recursos hídricos serán gestionados de forma integrada e integral, con enfoque ecosistémico que garantice la biodiversidad, la sustentabilidad y su preservación conforme con lo que establezca el Reglamento de esta Ley.

Art. 66.- Restauración y recuperación del agua. La restauración del agua será independiente de la obligación del Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependen de los ecosistemas alterados.

La indemnización económica deberá ser invertida en la recuperación de la naturaleza y del daño ecológico causado; sin perjuicio de la sanción y la acción de repetición que

corresponda. Si el daño es causado por alguna institución del Estado, la indemnización se concretará en obras.

Capítulo IV- Derechos de los usuarios, consumidores y de participación ciudadana

Art. 67.- Derecho de los usuarios y consumidores. Los usuarios del agua son personas naturales, jurídicas, Gobiernos Autónomos Descentralizados, entidades públicas o comunitarias que cuenten con una autorización para el uso y aprovechamiento del agua. Los consumidores son personas naturales, jurídicas, organizaciones comunitarias que demandan bienes o servicios relacionados con el agua proporcionados por los usuarios. Los usuarios y los consumidores tienen derecho a acceder de forma equitativa a la distribución y redistribución del agua y a ejercer los derechos de participación ciudadana previstos en la ley. Los derechos de los usuarios se ejercerán sin perjuicio de los derechos de los consumidores de servicios públicos relacionados con el agua. Los derechos de los consumidores de servicios públicos relacionados con el agua se ejercerán sin perjuicio de los derechos de los usuarios.

Art. 68.- Consulta y obligaciones de los usuarios. La Autoridad Única del Agua, a través de los consejos de cuenca hidrográfica, consultará de manera previa, libre, informada, obligatoria y en un plazo razonable a las organizaciones de los usuarios, en todos los asuntos relevantes relacionados con la gestión integrada de los recursos hídricos que les puedan afectar de conformidad con esta Ley y su Reglamento. Sin perjuicio de las obligaciones del Estado, los usuarios del agua contribuirán económicamente, en forma proporcional a la cantidad de agua que utilizan para la preservación, conservación y manejo sustentable de los

recursos hídricos en la cuenca hidrográfica y serán parte en el manejo de esta. En el caso de usuarios comunitarios, que a la vez sean consumidores de agua, contribuirán económicamente o mediante trabajos comunitarios (Secretaría Nacional del Agua, 2015)

2.3.4 Reglamento General a la Ley Orgánica para la transformación digital y audiovisual

Título I - Generalidades

Capítulo I- Objeto, principios y definiciones

Art. 3.- Términos y definiciones. - Para efectos de la aplicación del presente Reglamento y en línea con la ley sustantiva, se observarán las siguientes definiciones complementarias a la ley:

8) Tecnologías emergentes para el desarrollo sostenible: Son las tecnologías digitales capaces de generar soluciones innovadoras tales como la rebotica, la analítica, la inteligencia artificial, las tecnologías cognitivas, la nanotecnología y el Internet de las cosas (IoT), entre otras, que combinan técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnología, generando un impacto en el ecosistema digital, las personas y las organizaciones.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El progreso no consiste en mejorar lo que es, sino en avanzar hacia lo que será.

Khalil Gibrán

3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación está en su fase inicial y busca evaluar los efectos socioeconómicos de la implementación de sensores digitales en el manejo del recurso hídrico en el Cantón Quevedo, por lo que se ha utilizado un enfoque exploratorio y descriptivo.

3.1.1 Investigación Exploratoria

La investigación exploratoria permite identificar variables claves, descubrir aspectos desconocidos o poco estudiados.

3.1.2 Investigación Descriptiva

Esta investigación descriptiva nos permite analizar los cambios de manera detallada, mediante la recolección de datos empíricos que reflejan realidades observadas.

3.2 MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Para este trabajo investigativo se utilizó varios métodos de investigación mismo que proporcionaron un marco estructurado y sistemático para recopilar, analizar e interpretar los datos permitiendo obtener conclusiones sólidas.

3.2.1 Métodos Mixtos

Este enfoque de investigación mixta permite analizar elementos cuantificables del impacto socioeconómico como el ahorro en costos, el uso eficiente del agua y como mejorar la sostenibilidad, mientras que en forma cualitativa permite analizar la opinión de los ciudadanos, buscando una comprensión detallada de sus percepciones al implementar un sistema digital que controle el uso de los recursos hídricos.

3.2.2 Método de Observación

Este método de observación permitirá obtener evidencia directa y objetiva de los efectos que tendría la implementación de sensores digitales en el consumo del agua, al igual que las costumbres y hábitos de los usuarios en el manejo del recurso hídrico.

3.2.3 Método Inductivo y Deductivo

El método inductivo y deductivo son importantes en la investigación utilizados a manera complementaria para ofrecer una comprensión completa del tema. Con el método inductivo podemos obtener conclusiones a través de los datos concretos, mientras que el método deductivo parte de una teoría general para probar su validez con los datos específicos.

3.3 CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en el Cantón Quevedo, esta surge por la necesidad de conservar y mantener la sostenibilidad del recurso hídrico.

Debido al uso inadecuado, la contaminación y cambios climáticos que representa una amenaza constante para la reserva del agua, de llevarse a cabo esta investigación se podría plantear estrategias alternativas como serían los sensores digitales que permita mantener y regular la contaminación y conservación del recurso hídrico.

3.3.1 Población y muestra

3.3.1.1 Población

La población de esta investigación se centra en la ciudad de Quevedo y sus parroquias urbanas misma que nos dan un valor aproximado 67.920 viviendas en el área urbana

información obtenida en la página del CENSO Ecuador (CENSO ECUADOR - INEC, 2022)

3.3.1.2 Muestra

La siguiente investigación tiene una población considerada amplia por lo que se aplica la fórmula de la muestra a 383 viviendas.

$$\eta = \frac{z^2 \times P \times Q \times N}{E^2 (n-1) Z^2 \times P \times Q} \quad \text{ecu 1}$$

Reemplazamos valores

n = ?

N = 67.920

P/Q=0,5

Z=1.96 (95% de confianza)

he = 0,05

n = **383**

3.3.2 Técnicas de investigación

Las técnicas utilizadas para llevar a cabo esta investigación misma que tiene como tema “Impacto socioeconómico en la Implementación de Sensor Digital para la Sostenibilidad del Recurso Hídrico en Quevedo 2024”, son diversas que pueden adaptarse a sus objetivos de estudio. Se detallan algunas técnicas que podrían ser relevantes para esta investigación.

3.3.2.1 Encuestas

Diseñar preguntas cerradas a los ciudadanos, autoridades locales, operadores de agua y agricultores para conocer la satisfacción en calidad, equidad y gestión que tienen con el recurso hídrico de la ciudad, y saber la capacidad de conocimiento en sensores digitales para el monitoreo de agua.

3.3.3 Instrumentos de Investigación

Mediante esta técnica se pueden realizar entrevistas con un enfoque cualitativo y cuantitativo.

3.3.31 Guía de encuesta donde se encuentran las preguntas que van dirigidas a la ciudadanía, gobierno local.

3.4 ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

Para la realización del marco teórico de acorde al tema Propuesta socioeconómica para la implementación de sensores digitales de agua y la sostenibilidad del recurso hídrico en Quevedo 2024, se realizó una revisión bibliográfica como fuente secundaria, también se buscó información en diversas fuentes como Scopus, latindex, scielo, redalyc, tesis de posgrados y doctorados, libros y páginas web con temas relacionados a sensores digitales y sostenibilidad del recurso hídrico.

3.4.1 Fuentes Secundarias

Como fuente secundaria y para el desarrollo del marco teórico se realizó consultas conceptuales de diferentes fuentes bibliográficas y se tomó en cuenta como la fundamentación conceptual que está basada en la definición, de diferentes autores, artículos,

tesis relacionadas páginas web de impacto socioeconómico y sensores digitales.

3.5 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para obtener un buen desarrollo en la investigación se utilizaron varios instrumentos para recopilar datos e información necesaria.

Entrevista dirigida a las Autoridades locales

Encuesta dirigida a los ciudadanos

Mediante estos instrumentos se obtuvieron una variedad de información misma que servirá para desarrollar el análisis pertinente.

3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Una vez identificados los puntos de mayor relevancia en la información, se comienza a realizar un proceso de análisis e interpretación de los datos. Siguiendo un procedimiento mediante el cual se pueda procesar la información obtenida de manera efectiva.

Se realizó este proceso utilizando el programa Microsoft Excel, lo que facilitó el diseño de cuadros y gráficos para el análisis e interpretación de los resultados.

CAPÍTULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN

La tecnología es mejor cuando une
a la gente.

Matt Mullenweg

4.1 RESULTADO Y DISCUSIÓN

El análisis comenzará por segmentar los resultados de las encuestas seguido por el estudio de los tres objetivos específicos de la pregunta de investigación.

La encuesta se realizó a 383 viviendas del cantón Quevedo, durante los primeros días de diciembre del año 2023, donde se pudo evidenciar un consumo promedio de agua de 200 litros por persona al día. Al considerar una estructura familiar de 4 a 5 miembros, el consumo aproximado diario por vivienda sería 800 a 1000 litros, lo que equivale a un alarmante rango 12 a 30 metros cúbicos.

Este análisis está enfocado en determinar el nivel de aceptación y conocimiento sobre sensores digitales para el monitoreo del agua, revela que solo 116 viviendas encuestadas tienen un nivel medio de conocimiento es decir un 30.29% del total de la muestra.

Tabla 1: _

Resultado del nivel de conocimiento de las tecnologías digitales como sensores para el monitoreo del agua.

<u>Opción de respuesta</u>	<u>Viviendas</u>	<u>Porcentaje</u>
Alto	66	17.13%
Medio	116	30.29%
Bajo	103	26.89%
Ninguno	98	25.59%
Total	383	100%

Nota. Datos obtenidos en la encuesta

Por otra parte, tenemos un porcentaje de 26.89% bajo de conocimiento lo que representa 103 viviendas encuestadas que aún no está familiarizada con aplicaciones digitales, mientras que el 17.23% y 25.59% son resultados menores que hacen referencia a la cantidad de encuestados con conocimiento normalizados ante las tecnologías, para (Franco et al., 2023) es fundamental llevar a cabo una revisión narrativa de la literatura sobre los sensores de calidad de agua con el fin de evaluar y monitorear eficazmente la calidad del agua y tomar decisiones para su gestión.

4.1.1 Diagnosticar el uso y la gestión del agua en la ciudad de Quevedo, para determinar los principales problemas y oportunidades para la implementación de sensores digitales.

4.1.1.1 Aplicación de la encuesta

El conocimiento sobre tecnología, la creciente urbanización y el cambio climático son claves para determinar la importancia de una gestión eficiente y sostenible del agua en la ciudad, a medida que el tiempo pasa los recursos hídricos se vuelven más escasos y es complicado conocer a fondo los estándares de consumo del agua por la infraestructura existentes y los desafíos diarios. Para la interpretación de los resultados se dan 2 opciones en preguntas dicotómicas lo que nos permitió obtener respuestas claras y rápidas.

Tabla 2 Resultado sobre la implementación de tecnologías digitales y su aporte en la sostenibilidad hídrica.

<u>Opción</u>	<u>Viviendas</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	300	78.33%

No	83	21.67%
Total	383	100%

Nota. Datos obtenidos en la encuesta

La tabla 2, presenta los resultados de una encuesta realizada a 383 viviendas del cantón Quevedo, con el objetivo de conocer la opinión sobre la implementación de tecnologías digitales y su aporte en la sostenibilidad hídrica. Obteniendo un alto grado de aceptación por parte de las viviendas, con un 78.33% que considera favorable la implementación de estas tecnologías como una estrategia para mitigar los problemas presentes en el uso del agua.

Sin embargo, un 21.67% de las viviendas encuestadas se niega a este cambio por desconocimiento como se muestra la tabla 1, donde solo el 17.23% de las viviendas tiene un alto nivel de conocimiento sobre tecnologías digitales, mientras que un 25.59% admite desconocer por completo estas tecnologías digitales.

En la siguiente interpretación de los resultados las 5 opciones de la escala de Likert se agruparon en 3 rangos. Donde (1) “en desacuerdo” (2) “totalmente en desacuerdo” (3) ni de acuerdo ni en desacuerdo”

Tabla 3 *Resultado de la calidad de agua en Quevedo*

<u>Opción de respuesta</u>	<u>Viviendas</u>	<u>Porcentaje</u>
Malo (1)	126	32.92%
Muy malo (2)	109	28.49%
Regular (3)	148	38.59%
Total	383	100%

Nota. Datos obtenidos en la encuesta

En la tabla 3, se puede apreciar que el 32.92% y 28.49% de las viviendas encuestadas consideran que el agua es mala o muy mala, lo que muestra una insatisfacción en la calidad del suministro de agua en la ciudad, mientras que el 38.59% siente que el agua es regular lo que indica que la calidad del agua no cumple con los estándares deseables para su consumo.

4.1.1.2 Discusión

El 78.33% está consciente que la implementación de tecnología digitales para el monitoreo de la calidad del agua sería una oportunidad para mitigar el uso inadecuado del agua y poder prevenir la sostenibilidad del recurso hídrico, permitiendo que la gestión en la distribución y calidad sea relevante y satisfactoria para los ciudadanos esto concuerda con lo que indica (Moreno et al., 2023), quienes en su investigación “Seguridad hídrica” manifiestan la importancia de la tecnología digitales como sensores para tomar decisiones oportunas y formular políticas públicas de seguridad y sostenibilidad hídrica especialmente si contemplan tecnologías de bajo costo que permitan la detección y seguimiento de agua.

4.1.2 Analizar cómo la implementación de sensores digitales puede mejorar la calidad de vida de la población y contribuir al desarrollo económico local, en función de la eficiencia en el uso del agua y la reducción de costos.

4.1.2.1 Aplicación de la encuesta

Con la encuesta se puede despejar muchas interrogantes que parecen sencillas, pero son de relevancia para lograr la implementación de sensores digitales para el monitoreo del

agua, pudiendo diferenciar el tipo de necesidades que tienen los ciudadanos y su inconformidad con la calidad de agua al mismo tiempo conocer si creen que esta propuesta traería un desarrollo económico local.

La tabla 4, se evidencia una aceptación significativa de un 48.09% de las viviendas encuestadas hacia la implementación de estos dispositivos, visualizando un impacto positivo para el crecimiento económico local, por otro lado, un 31.02% sienten incertidumbre ante estas tecnologías que por desconocimiento no están seguros de los beneficios que tendría la ciudadanía.

Tabla 4 *Resultado de la implementación de sensores digitales y su impacto en la economía local.*

<u>Opciones</u>	<u>Viviendas</u>	<u>Porcentaje</u>
No	80	20.89%
No estoy seguro(a)	119	31.02%
Si	184	48.09%
Total	383	100%

Nota. Datos obtenidos en la encuesta

4.1.2.2 Discusión

Con un 48.09% de viviendas encuestadas se puede percibir lo importante que sería contar con tecnologías digitales para el correcto uso y aprovechamiento del agua así como la equidad de costos lo que significa un aporte económico, esto tiene mucha concordancia con lo que manifiesta (Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, 2020), donde define el agua como un elemento central en la configuración territorial subrayando la necesidad de adoptar enfoques innovadores y

sostenibles para garantizar la disponibilidad a largo plazo.

Por lo tanto, el desconocimiento y el miedo al cambio puede ser la parte opuesta al crecimiento económico local con un 20.89% de confusión y negación ante la evolución tecnológico, por otra parte, el 31.02% está inseguro por la falta de participación y capacitación en procesos de innovación digital.

4.1.3 Evaluar el impacto económico mediante encuestas, con el fin de recomendar estrategias de sostenibilidad hídrica que impulsen el desarrollo local en Quevedo.

4.1.3.1 Aplicación de la encuesta

La encuesta realizada a 383 viviendas revela que el impacto económico es positivo lo que da paso a hacer recomendaciones estratégicas que permitan la conservación y sostenibilidad hídrica incentivando al desarrollo local con las opiniones de los ciudadanos.

Tabla 5 El Gobierno local y la EPMAPAQ están preparados para manejar adecuadamente los sensores digitales.

<u>Opciones de respuestas</u>	<u>Viviendas</u>	<u>Porcentaje</u>
No	161	42%
No estoy seguro	167	44%
Si	55	14%
Total	383	100%

Nota. Datos obtenidos en la encuesta

La tabla 5, muestra un porcentaje del 44%, considerable ante el nivel de conocimiento de las instituciones para manejar estas tecnologías, por otra parte, el 42% coincide con la incapacidad de poder responder ante una emergencia, este resultado es la muestra de falta de

inversión en capacitación e infraestructura tecnología que puedan facilitar la adopción de nuevas innovaciones, se observa que el 14% de los encuestados expresa confianza en la capacidad de las instituciones para manejar sensores digitales un porcentaje mínimo que crea desconfianza ante la sostenibilidad hídrica.

4.1.3.2 Discusión

Sin duda para que la tecnología digital tenga una aceptación general se deben usar estrategias de capacitación y concientización a los ciudadanos y a las instituciones de lo importante que es hacer uso de las innovaciones para la sostenibilidad del recurso hídrico como lo manifiesta (Asiva Noor Rachmayani, 2015), la valoración de las estrategias que se implementen para mejorar el manejo de estos elementos deben ser evaluadas y comprendidas en sus contextos y es fundamental incluir a la comunidad en este tipo de valoraciones para tener la mayor certeza de comportamientos respecto a la sostenibilidad de las estrategias.

4.2 PROPUESTA SOCIECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS SENSORES DIGITALES.

INTRODUCCIÓN

Esta propuesta tiene como objetivo tratar el problema en la gestión, calidad y distribución del agua en el Cantón Quevedo mediante la aplicación de sensores digitales para el monitoreo en tiempo real del líquido vital, este proyecto se basa en la importancia de asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico y mejorar el nivel de vida de los habitantes, se expone una propuesta socioeconómica que incorpora los resultados de la investigación y busca generar un efecto beneficioso en la comunidad.

OBJETIVO

GENERAL

Proponer un sistema de monitoreo digital del agua basado en sensores inteligentes que promueva la sostenibilidad del recurso hídrico en Quevedo, optimizando su gestión y garantizando beneficios sociales, económicos y ambientales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Fortalecer la capacidad institucional

Fortalecer la capacidad institucional es un componente clave para garantizar el desarrollo sostenible y la implementación efectiva de políticas públicas. Este proceso implica mejorar la estructura organizativa, los recursos humanos, y los sistemas de gestión para optimizar la toma de decisiones, la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta a las necesidades de la sociedad. Al fortalecer las instituciones, se promueve la transparencia, la innovación y la colaboración, factores esenciales para enfrentar los retos del desarrollo local y global. Para esto se plantea las siguientes actividades:

- Realizar seminarios y capacitaciones especializadas a empleados municipales, técnicos y líderes de la comunidad acerca del funcionamiento, mantenimiento y estudios de datos de los sensores digitales.
- Contratar a expertos en tecnologías de sensores para proporcionar asesoría técnica constante y solucionar cualquier problema técnico.
- Crear una unidad municipal responsable de la administración y monitoreo de

los datos recogidos por los sensores.

Participación ciudadana y educación ambiental

La participación ciudadana y la educación ambiental son pilares fundamentales para la gestión sostenible de los recursos naturales y el desarrollo comunitario. Fomentar la implicación activa de la ciudadanía en la toma de decisiones promueve la corresponsabilidad y fortalece la gobernanza ambiental, mientras que la educación ambiental contribuye a generar conciencia, conocimientos y actitudes favorables hacia la preservación del entorno. Juntas, estas estrategias impulsan una cultura de sostenibilidad, donde el compromiso colectivo permite enfrentar los desafíos ambientales con soluciones inclusivas y duraderas.

Para lo cual se plantean las siguientes actividades:

- Realiza campañas de sensibilización y comunicación a los ciudadanos para socializar los beneficios e importancia que significaría la implementación de los sensores digitales para cuidar el recurso hídrico.
- Organizar talleres de enseñanza en las comunidades para fomentar la cultura y cuidado del agua.
- Desarrollar una plataforma digital en la que los ciudadanos tengan la posibilidad de obtener información de los sensores digitales y denunciar cualquier irregularidad.

Implementación de una red de sensores

La implementación de una red de sensores representa una estrategia innovadora para el

monitoreo inteligente y eficiente de recursos críticos, como el agua, la energía y la calidad ambiental. Esta tecnología permite la recolección continua de datos en tiempo real, facilitando la detección temprana de problemas, la optimización de procesos y la toma de decisiones basadas en evidencia. Al integrar sistemas de sensores conectados con plataformas de análisis de datos, se impulsa la sostenibilidad, se reduce el desperdicio de recursos y se mejora la calidad de vida de las comunidades, fortaleciendo la capacidad de gestión urbana y ambiental en un entorno cada vez más interconectado. Para la óptima implementación se la debe realizar en las siguientes fases:

- Identificar los puntos estratégicos de la red de suministro de agua y las fuentes hídricas para la instalación de los sensores.
- Adquirir sensores de excelente calidad y confiabilidad para cuantificar parámetros como el pH, la conductividad, la temperatura, la turbidez y los niveles de agua.
- Implementar instrumentos de análisis de datos para detectar tendencias, patrones y alertas anticipadas de potenciales dificultades.

JUSTIFICACIÓN

La propuesta se justifica por la necesidad de proporcionar información en tiempo real para el correcto monitoreo del agua esto se lo puede conseguir con la implementación de sensores digitales que permita tomar decisiones fundamentadas en evidencias para mejorar la administración del recurso hídrico, estos dispositivos incrementan la eficiencia al detectar fugas, optimizar procesos de tratamiento e identificar contaminantes, garantizando la

salvaguardia de la salud de los ciudadanos al cumplir con los estándares de potabilización y evitar enfermedades.

Esta propuesta beneficiará a la población de Quevedo, también servirá como un ejemplo a seguir para otras ciudades del Ecuador y la región además la aplicación de estos sensores impulsa el progreso sostenible en actividades económicas como el turismo y estimular la economía local aumentando la confianza en instituciones mediante la gestión del agua más inclusiva y sostenible.

Al combinar tecnología, participación ciudadana y gobernanza se busca garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico y mejorar la calidad de vida de la población ofreciendo una visión estratégica ante los desafíos relacionados con la gestión del agua en Quevedo.

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

La implementación de un sistema de sensores digitales ofrece una solución tecnológica para el monitoreo continuo de parámetros clave del agua, tales como:

Cantidad: Nivel de flujo y volumen de agua disponible en tiempo real.

Calidad: pH, turbidez, y presencia de contaminantes.

Eficiencia: Identificación de fugas o desperdicios.

Los sensores serán integrados a una plataforma digital que centralice los datos, facilite el análisis en tiempo real y permita la toma de decisiones informada.

COMPONENTES DEL PROYECTO

Infraestructura Tecnológica

Son un conjunto de componentes físicos y digitales mismos que permiten el funcionamiento de sistemas informáticos y de comunicación de donde parten los procesos facilitando la toma de decisiones basadas en datos.

- **Adquisición de sensores:** Sensores IoT con capacidad para medir calidad y flujo de agua.
- **Desarrollo de una plataforma:** Software de gestión de datos en tiempo real accesible a usuarios y autoridades.

Capacitación y Sensibilización

Permite adquirir nuevas habilidades y fomentar el desarrollo personal para adaptarse a cambios tecnológicos y generar cambios en actitudes aceptando las innovaciones esto se lo puede lograr con:

- Programas de formación para técnicos locales en el uso y mantenimiento de la tecnología.
- Campañas de sensibilización para fomentar el uso sostenible del recurso hídrico.

Modelo de Gobernanza y Participación Ciudadana

Incluir a los ciudadanos en las tomas de decisiones si de desarrollo y evolución se trata mediante reglas, normas que establezcan los derechos y obligaciones de los ciudadanos se puede dar seguimiento del cumplimiento mediante:

- Creación de comités de vigilancia comunitaria.

- Inclusión de actores locales en la toma de decisiones.

Monitoreo y Evaluación

Busca medir el desempeño de los procesos para garantizar la viabilidad y mejora de la calidad de agua mediante:

- Indicadores de impacto: Reducción de fugas, mejora en la calidad del agua y optimización de costos.
- Informes periódicos de desempeño
- Impacto Socioeconómico

Impacto Social

Con la propuesta de sensores digitales se puede tener acceso equitativo al agua de calidad para toda la población, mejorar las condiciones de salud mediante el acceso a agua limpia y fortalecimiento de la cohesión comunitaria mediante la participación activa.

Impacto Económico

El impacto económico puede ser significativo en diversos factores como en la reducción de costos asociados a pérdidas y desperdicio de agua, incremento de la productividad agrícola gracias al uso eficiente del recurso y generación de empleos directos e indirectos (instalación, mantenimiento, capacitación).

Impacto Ambiental

Presenta un balance entre beneficio y desafíos ambientales los sensores digitales

contribuyen a la conservación y ahorro del recurso hídrico para generaciones futuras y a la disminución de contaminación al identificar y mitigar fuentes de polución en tiempo real, pero también se debe considerar los impactos ambientales en su fabricación para tomar medidas oportunas y evitar un contaminante ambiental.

Análisis de Viabilidad

Con un análisis de viabilidad se busca determinar si la propuesta es factible y rentable realizando comparaciones obtenidas en diferentes aspectos que permita conocer y despejar interrogantes de riesgo y dudas mediante estrategias como:

- **Técnica:** Disponibilidad de tecnologías IoT accesibles y adaptables al contexto local.
- **Económica:** Reducción de costos operativos a largo plazo gracias a la optimización del recurso hídrico.
- **Política:** Alianzas con autoridades locales y nacionales para garantizar el apoyo institucional.

Financiamiento

El proyecto se financiará mediante:

- Fondos públicos locales y nacionales.
- Cooperación internacional para el desarrollo sostenible.
- Alianzas con el sector privado y Organizaciones No Gubernamentales (ONG)

enfocadas en sostenibilidad hídrica.

VIABILIDAD TÉCNICA

La propuesta de implementar sensores digitales es técnicamente viable debido a la disponibilidad de tecnologías avanzadas en el mercado que permiten un monitoreo eficiente y en tiempo real de parámetros hídricos como pH, turbidez, temperatura y contaminantes. Los sensores IoT (Internet de las Cosas) son fáciles de integrar con plataformas de análisis de datos, lo que facilita la generación de reportes automáticos y alertas para la toma de decisiones oportunas. Adicionalmente, su instalación requiere una infraestructura básica, como redes de transmisión inalámbrica (Wi-Fi o LoRaWan, Zigbee) y sistemas de alimentación de bajo consumo energético, que es compatible con las capacidades tecnológicas actuales de Quevedo. La experiencia de otros proyectos similares, tanto a nivel nacional como internacional, demuestra que la tecnología necesaria está ampliamente probada y puede ser adaptada al contexto local.

Tabla 6 Características y diferencias de red

Características	LoRaWan	Zigbee	Wi-Fi
Alcance	Largo (varios Km)	Medio (hasta 100 metros)	Corto (100 metros en interiores)
Tasa de datos	Baja(kilobits)	Moderado (hasta 500 kbps)	Alta (varios Gbps)
Consumo de energía	Muy bajo	Bajo	Alto
Topología de red	Estrella	Estrella o mall	Infraestructura
Aplicaciones o	IoT industrial, agricultura, ciudades	Hogares inteligentes,	Redes domésticas, oficinas, internet

uso	inteligentes, monitorización ambiental	sistemas de iluminación control de acceso	móvil
Ventajas	Largo alcance, bajo consumo, bajo costo por nodo	Bajo consumo, bajo costo, malla autoorganizada	Alta velocidad, amplia disponibilidad
Desventajas	Baja tasa de datos, latencia alta	Menor alcance que LoRaWan, menor velocidad que Wi-Fi	Alto consumo, interferencias posibles, menor seguridad
Seguridad	Buena (cifrado AES)	Buena (cifrado AES)	Variable (WEP, WPA, WPA2)
Estandarización	LoRa Alliance	Zigbee Alliance	IEEE 802.11
Medición de pH Y Turbidez	Muy adecuado	Menos adecuado por alcance	Adecuado para aplicaciones de menor alcance


Nota. Datos obtenidos en la investigación

Las tecnologías presentadas tienen sus fortalezas y debilidades sin embargo para la propuesta presentada la opción conveniente es la de LoRaWAN por su capacidad de largo alcance para monitorear cuerpos en áreas remotas donde la infraestructura es limitada, su bajo consumo de energía lo que permite una larga vida útil en su batería pudiendo detectar el Ph y turbidez del agua para mantener su calidad.

Ficha Técnica de LoRaWAN

En la ficha técnica se describen las características detalladas de LoRaWAN, para mejor comprensión de su capacidad.

LoRaWAN	Parámetros Técnicos	
	Estándar	ISO4064

	Medidor de agua con válvula	Cuerpo de material	Latón
	Tipo de conexión	Roscado	
	Material del conector	latón	
	Tasas de flujo	R(Q3/Q1)100	
	Exactitud	Clase B	
	Protección en agua	IP68	
	Duración de batería	≥ 6 años	
	Fuente de alimentación	3.6 V	
	Frecuencia de trabajo	EU868/433MHzAS923 etc.	
	Modo de modulación	LoRa	
	Presión de trabajo	PN10(10Bar)	
	Pérdida de presión	≤0.63Bar	

Nota. Datos obtenidos en la investigación

VIABILIDAD FINANCIERA

La inversión inicial incluye la adquisición de sensores digitales, infraestructura de comunicación y software de análisis. Estos costos se compensan con ahorros significativos a largo plazo derivados de la detección temprana de fugas, la reducción de pérdidas de agua y la mejora en la eficiencia operativa. El proyecto puede ser financiado mediante alianzas público-privadas, recursos municipales, y programas de cooperación internacional enfocados en sostenibilidad hídrica. También es posible establecer un modelo de recuperación de inversión a través de tarifas ajustadas al uso eficiente del agua, promoviendo un consumo responsable. Los costos de operación y mantenimiento son relativamente bajos, ya que los sensores tienen una vida útil prolongada y requieren mantenimiento periódico estándar.

Para una ciudad de 177.792 habitantes, la viabilidad técnica de este proyecto se

sustenta en los siguientes aspectos:

Infraestructura Existente

Existe una infraestructura en estado operable, pero es necesario intervenir para mejorar la calidad de agua, y mantener la sostenibilidad del recurso hídrico, se lo puede hacer de la siguiente manera:

- La red de distribución de agua actual puede ser equipada con sensores digitales en puntos clave, como estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento y principales líneas de conducción.



Figura 4 Planta superficial de agua

- Uso de tecnologías IoT ampliamente disponibles y compatibles con sistemas de comunicación existentes (Wi-fi, LTE o redes LoRaWAN).

Escalabilidad del sistema

Es la capacidad de un sistema para supervisar los sensores digitales de agua y adaptarse a posibles cambios o expansiones, sin comprometer su eficiencia proporcionando

soluciones a largo plazo en la gestión del recurso hídrico.

- La tecnología permite la instalación progresiva de sensores, comenzando con un piloto en sectores estratégicos y escalando hasta cubrir toda la ciudad.
- Integración modular con plataformas de gestión de datos que permitan adaptarse al crecimiento poblacional y a nuevas necesidades.

Mantenimiento y Soporte

Se debe estar preparado ante un episodio no esperado y contar con la disponibilidad de repuestos y personal capacitado para realizar mantenimiento preventivo y correctivo, tener a la mano sensores diseñados para entornos urbanos con protección contra condiciones climáticas adversas y vandalismo.

Interoperabilidad Tecnológica

Estas interoperabilidades permitirán integrar nuevas tecnologías sin dificultades y duplicación de datos este sistema de monitoreo compatible con otras iniciativas municipales, como gestión de residuos y energía tiene la capacidad de integrarse con aplicaciones móviles para usuarios finales y dashboard para autoridades locales.

Capacitación Técnica

Las capacitaciones juegan un papel de mucha importancia para el desarrollo de proyectos es la forma de involucrar a la ciudadanía en los avances tecnológicos y romper la brecha del desconocimiento para conseguir el cambio se lo puede realizar mediante:

- Programas de formación para personal municipal y operadores técnicos, asegurando un

uso eficiente y sostenible del sistema.

- Generación de manuales y guías de procedimiento adaptadas al contexto local.

Pruebas y Ajustes

Mediante pruebas se pueden determinar factores que se deben considerar antes de poner en marcha un proyecto se lo puede realizar con pruebas pilotos para validar la tecnología en entornos reales antes de su implementación total, con monitoreo continuo durante los primeros de operación para realizar ajustes necesarios.

Este enfoque garantiza que el sistema sea eficiente, funcional y adaptable a las necesidades específicas de Quevedo, con capacidad para gestionar el agua de manera sostenible en una ciudad de 177.792 habitantes con 67,920 viviendas información obtenida del (INEC, 2022)

ANÁLISIS FINANCIERO

El análisis financiero es una herramienta esencial para evaluar la viabilidad económica de un proyecto, permitiendo estimar costos, ingresos y beneficios a lo largo del tiempo. Este proceso proporciona una base sólida para tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos, considerando aspectos como el flujo de efectivo, la rentabilidad, y los tiempos de recuperación de la inversión. Un enfoque financiero bien estructurado garantiza la sostenibilidad del proyecto, minimiza riesgos y maximiza el impacto económico, social y ambiental, facilitando el cumplimiento de los objetivos estratégicos con un uso eficiente de los recursos disponibles. Un análisis financiero contempla elementos como:

- **Inversión inicial**

La inversión inicial representa los recursos económicos necesarios para poner en marcha un proyecto, cubriendo los costos asociados a la adquisición de tecnología, infraestructura, capacitación y otros activos fundamentales para su implementación. Esta fase es crucial, ya que determina la capacidad operativa y la calidad de los servicios a ofrecer. Una adecuada planificación de la inversión inicial asegura la disponibilidad de los recursos necesarios para lograr los objetivos del proyecto, minimizando sobrecostos y garantizando un retorno financiero y social sostenible a largo plazo.

- **Costo de equipos:** (sensores digitales, estaciones base, y software de monitoreo).
- **Infraestructura complementaria:** (instalaciones, redes de comunicación)
- **Capacitación y puesta en marcha:** (entrenamiento a personal técnico y sensibilización comunitaria).

- **Costos Operativos Anuales**

Los costos operativos anuales comprenden los gastos recurrentes necesarios para mantener la funcionalidad y eficiencia del proyecto a lo largo del tiempo. Estos incluyen costos de mantenimiento, soporte técnico, reposición de equipos, energía, y formación continua del personal. Una gestión adecuada de los costos operativos permite optimizar los recursos, garantizar la sostenibilidad financiera y prolongar la vida útil de la infraestructura implementada, asegurando que los beneficios del proyecto se mantengan de manera constante y rentable para la comunidad y los actores involucrados.

- Mantenimiento de sensores
- Actualización de software
- Personal técnico
- Gastos administrativos y contingencia

Viabilidad Económica y Financiera

La viabilidad económica y financiera es un aspecto clave en la evaluación integral de un proyecto, ya que permite determinar su capacidad para generar beneficios que superen los costos asociados a su implementación y operación. Este análisis considera variables como la inversión inicial, los costos operativos, los ingresos proyectados y los tiempos de recuperación de la inversión, proporcionando una perspectiva clara sobre la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Una sólida viabilidad económica garantiza que los recursos sean utilizados de manera eficiente, minimizando riesgos financieros y maximizando el impacto positivo en la sociedad y el entorno.

Costo del proyecto – Infraestructura

Tabla 7 Costo de Implementación de la Propuesta

<u>Categoría</u>	<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo unitario</u>	<u>Parcial (\$)</u>	<u>Notas</u>
Adquisición de equipo	Sensores digitales LoRaWan cifrado AES, 128 bits, tamaño DN15	67.920	200	13.584.000	Incluye módulo de comunicación

Desarrollo de software	Puerta de enlace	68	500	34.000	Asumiendo 1 por cada 1000 viviendas
Instalación y Configuración	Plataforma de Gestión (licencia inicial)	1	50,000	50.000	Incluye instalación y configuración
Operación y mantenimiento	Capacitación y soporte técnico	67.920	50	3.396.000	Incluye mano de obra y materiales
Total, Costo Inicial				17.064.000	

Fuente: (CENSO ECUADOR - INEC, 2022), Tomado de consultas de precios sitios web

Ingresos Estimados

Se propone una tarifa de \$8 plana mensuales por familia, con una población estimada de 54.873 familias (177.792 habitantes, suponiendo un promedio de 4 a 5 personas por hogar), de acuerdo a las encuestas los ciudadanos están dispuestos a pagar un poco más por tener un suministro de calidad, teniendo en consideración el consumo promedio de agua por persona es de 200litros al día.

Tabla 8 Posibles recaudaciones mensuales y anuales en dólares

<u>Mes</u>	<u>Año</u>	<u>Número de familia</u>	<u>Tarifa mensual</u>	<u>Ingreso mensual</u>	<u>Ingresos Acumulados anual (USD)</u>
Enero - Diciembre	1	54.873	8	438.984	5.267.808

Nota. Datos obtenidos en la encuesta

Beneficio Económico en ahorros

El beneficio económico en ahorros se refiere a la reducción de costos operativos y de desperdicio lograda mediante la implementación de soluciones tecnológicas y prácticas

eficientes. Estos ahorros representan una optimización en el uso de recursos como agua, energía o mano de obra, contribuyendo a mejorar la rentabilidad del proyecto y su sostenibilidad financiera. Identificar y cuantificar los beneficios económicos permite justificar la inversión inicial, fortalecer la toma de decisiones y maximizar el impacto económico y ambiental a largo plazo, beneficiando tanto a las instituciones involucradas como a la comunidad. A continuación, se detallan posibles ahorros económicos que se obtendrían con la implementación de sensores digitales para el monitoreo de agua.

Tabla 9 Beneficios económicos en posibles ahorros

<u>Categoría</u>	<u>Subcategoría</u>	<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Frecuencia</u> <u>anual</u>	<u>Costo</u> <u>Unitario</u>	<u>Costo</u> <u>mensual</u> <u>estimado</u> <u>(USD)</u>	<u>Costo</u> <u>anual</u>
Reducción De perdidas por fuga	Tuberías	Ahorro por reparación de tuberías,				16.666,66	200.000
	Conexiones	conexiones	1	2		12.500	150.000
	Otros	y otras causas				4.166,66	50.000
Optimización de Costos de Tratamiento	Mantenimiento mano de obra	Ahorro en químicos, energía etc.	1	2		25.000	300.000
		Mano de obra	48 horas	2	18,33	1.759,68	21.116,16
Incremento de Eficiencia Agrícola	Volumen consumo de agua	Aumento en ingresos por mayor producción		2		16.666,66	200.000
Total							921.116,16

Nota. Datos obtenidos mediante la investigación

Flujo de Caja

El flujo de caja es la herramienta en la gestión financiera que muestra la entrada y salida de dinero de un proyecto durante un período de cinco años. Este indicador permite evaluar la liquidez, identificar posibles déficits y planificar las necesidades de financiamiento para mantener la operatividad del proyecto. Un flujo de caja positivo garantiza la capacidad para cubrir costos operativos y devolver la inversión inicial, mientras que su análisis continuo ayuda a tomar decisiones estratégicas para optimizar los recursos, reducir riesgos financieros y asegurar la sostenibilidad a largo plazo.

Tabla 10 Flujo de caja proyectado para el análisis económico y recuperación de la inversión

<u>Año</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Ingreso						
Por consumo de agua		5.267.808	10.535.616	15.803.424	21.071.232	26.339.040
Ahorro por mantenimiento y mano de obra		300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
Total, de ingreso		5.567.808	10.835.616	16.103.424	21.371.232	26.639.040
Inversión	-17.064.000					
Egresos						
Servicio internet/telefonía		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Consumo de energía		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Mano de obra		21.116,16	21.116,16	21.116,16	21.116,16	21.116,16
Total, de egreso		24.316,16	24.316,16	24.316,16	24.316,16	24.316,16
Flujo caja	-17.064.000	5.543.491,84	10.811.299,84	16.079.107,84	21.346.915,84	26.614.723,84

Nota. Datos obtenidos en la investigación

Indicadores de rentabilidad del proyecto

Tabla 11 *Indicadores de Rentabilidad*

<u>Indicador</u>	<u>Valor</u>
COK	10%
VAN	40.096.848,58
TIR	61%

Nota. Datos obtenidos mediante análisis

Los indicadores analizados sirvieron como base fundamental para evaluar la rentabilidad y viabilidad de la propuesta, con un Costo of Capital (**COK**) del 10% de lo que se debe cancelar por los fondos a utilizar para financiar el proyecto por cada dólar que invierte, el Valor Actual Neto (**VAN**) este permite medir los valores presentes del flujo descontando la tasa determina COK, esta propuesta tiene un VAN representativo de \$40.096.848,58 financieramente atractivo, una Tasa Interna de Retorno (**TIR**) es la tasa de descuento que se aplica al VAN para que sea igual a 0, con un TIR del 61% en este proyecto indica que su retorno al alto superior a lo invertido.

Retorno de la inversión

El tiempo estimado de recuperación de la inversión es de aproximadamente 37 meses lo que demuestra la alta viabilidad económica del proyecto.

CONCLUSIONES

Evidentemente la propuesta tiene una viabilidad positiva ante la inversión inicial de \$17.064.000 con una recuperación en 37 meses, con un VAN de \$40.096.848.58 y un TIR del 61%

- Se concluye que el fortalecimiento de capacidad institucional es fundamental para llevar a cabo la propuesta, el conocimiento de sensores digitales juega un papel importante para afrontar dificultades diarias el costo de inversión amerita un personal capacitado y apto para brindar soluciones rápidas.
- Se concluye que la participación ciudadana y la educación ambiental sin duda es el progreso del éxito a largo plazo, la actualización en lo que respecta a tecnología y concientización del cambio a beneficio poblacional sobre la importancia de conservar el líquido vital.
- Se concluye que la implementación de una red de sensores hace que se mantenga en constante monitoreo la calidad, uso y distribución del agua.

RECOMENDACIÓN

- Se recomienda realizar una retroalimentación en base a los avances tecnológicos al personal contratado para estar preparados ante cambios futuros.
- El gobierno local debe hacer partícipe a los ciudadanos antes de implementar alguna estrategia tecnológica que sea de total desconocimiento para salvaguardar la credibilidad y compromiso a largo plazo.
- Se recomienda adaptar un sistema actualizado de alto alcance para que el funcionamiento de los sensores digitales tenga los resultados esperados en el lapso de 37 meses.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No podemos resolver nuestros problemas con el mismo pensamiento que usamos cuando los creamos.

Albert Einstein

5.1 CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación arrojan un índice alto y medio de desconocimiento en sensores digitales para el monitoreo del agua, sin embargo, ante la amenaza latente de la escasez del recurso hídrico por factores como cambio climático y concientización el 78.33% de los ciudadanos opinan que la implementación de estas tecnologías puede lograr y mantener la sostenibilidad de este líquido vital para la vida.

- La ciudadanía muestra una disposición positiva ante la implementación de sensores digitales para optimizar y mejorar la gestión del agua, sin embargo existe un notable desconocimiento acerca de estas tecnologías y sus beneficios.
- El 48.09% de viviendas encuestadas manifiesta lo importante que sería contar con tecnologías digitales para el correcto uso y aprovechamiento del agua, así como la equidad de costo de \$8,00 mensuales por tener agua de calidad, esto sería un aporte directo al desarrollo económico local por las recaudaciones.
- Se evidencia una falta de preparación por parte del Gobierno local y la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quevedo (EPMAPAQ), no están preparados para controlar algún desperfecto que se presente en los sensores digitales de agua, afectando la economía y el desarrollo local.

5.2 RECOMENDACIONES

Pese a una aceptación positiva ante estas tecnologías innovadoras se evidencian falencias de conocimiento digitales en los ciudadanos, con las siguientes recomendaciones se busca potenciar la credibilidad y participación ciudadana ante constantes cambios tecnológicos mediante estrategias que reemplazaran el desconocimiento por conocimiento.

- Se recomienda llevar a cabo un programa integral de educación y comunicación donde se incluya campañas de sensibilización y se expongan las ventajas de estas tecnologías, al empoderar a la ciudadanía de conocimiento acerca de gestión del agua y las alternativas tecnológicas disponibles se promueve la participación y aceptación de estas innovaciones.
- Se recomienda ofrecer incentivos a la ciudadanía para que sean partícipes en programas de autoconocimiento, como talleres prácticos donde muestren los beneficios de sensores digitales para la ciudadanía,
- Se recomienda al gobierno local invertir en capacitaciones al personal de planta con actualizaciones tecnologías para que puedan estar preparados ante una emergencia que implique sensores digitales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ana Alcantara, Alejandro Arenas, C. H. (2019). sistema de confort para una habitación inteligente de hospital, mediante la tecnología zigbee. In *Instituto Politécnico nacional*. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/27839/SISTEMAS DE CONFORT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asiva Noor Rachmayani. (2015). *Sostenibilidad hídrica en la relación comunidad - Parque Nacional Natural Chingaza*. 6.
- Barrientos-Felipa, P. (2021). Perú y los indicadores económico-sociales y su relación con la marca país. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 89, 91–112. <https://doi.org/10.21158/01208160.n89.2020.2820>
- Benavides Vindas, S. (2019). El aporte del turismo a la economía costarricense: más de una década después. *Economía y Sociedad*, 25(57), 1–29. <https://doi.org/10.15359/eyes.25-57.1>
- Bonilla, B. E. L. (2007). Impacto, impacto social y evaluación del impacto. *Acimed*, 15(3).
- Cano, J. L. (2015). La revolución del ‘Internet of Things’ (IoT). *Harvard Deusto Business Review*, 36–43.
- Cartuche, V., Cartuche, D., Neira, C., & González, L. (2021). La gobernanza y la gestión integrada de los recursos hídricos: un desafío para las comunidades indígenas. *Cedamaz*, 11(2), 107–114. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v11i2.1178>
- CENSO ECUADOR - INEC. (2022). *PRINCIPALES RESULTADOS*.

<https://censoecuador.ecudatanalytics.com/>

Coello, J. I., & Silva, D. A. (2020). Diseño E Implementación De Un Sistema De Monitoreo En Tiempo Real De Sensores De Temperatura, Turbidez, Tds Y Ph Para La Calidad Del Agua Utilizando La Tecnología Lorawan. *Universidad Salesiana*, 1(1), 1–88. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7986/1/UPS-CT004855.pdf>

Conejeros Molina, A., Pichunman, H., Martinez-Jimenez, B. L., & Remior, A. P. (2021). Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural. *Rielac*, 42, 1815–5928.

Franco, E. F., Ramos, R., Ovando-Javier, A., Montero-Espaillet, E., Bonilla, S., & Veda, A. (2023). Sensores de calidad de agua para el control de la contaminación fisicoquímica en los acuíferos de Latinoamérica: una revisión. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 6(1), 45–70. <https://doi.org/10.22206/cac.2023.v6i1.pp45-70>

Guevara, P. R. (2023). *Digitalizando el agua urbana*.

Güiza-Suarez, L., Rojas Moreno, Y. C., & Morales Rozo, D. (2020). Tecnologías de la información y las comunicaciones aplicadas a la gestión del agua: El caso del río Bogotá. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 76–94. <https://doi.org/10.15359/rca.54-1.5>

INEC. (2022). *No Title*. <https://censoecuador.ecudatanalytics.com/>

Jadán, M. (2021). Desarrollo económico local y microfinanzas como estrategias de atención a las necesidades sociales, parroquia Quingeo. *Dominio de Las Ciencias*, 7(6), 828–847.

Jiménez-álvarez, R. L., Católica, U., Salvador, D. El, & Salvador, E. (2023).

Caracterización de los tipos de sensores y su interacción con la realidad física

Characterization of sensor types and their interaction with physical reality El proceso de cuantificación ha sido una tarea tanto , los mecanismos que permiten pasar de reali. 131–156.

Johanna, J., Rojas, C., Gerencia, E., Patricia, M., Especialización, A., Proyectos, G. De,

Darwin, J., Mesa, D., Gerencia, E., Paola, T., Cubillos, L., Gerencia, E., Fabio, J.,

Cadena, M., & Gerencia, E. (2021). *Especialización en Gerencia de Proyectos Tabla de contenido.*

<https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/11361/ÁlvarezMónica2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jorge Peralta Arias, J. (2020). Sostenibilidad y desarrollo: Un viejo argumento para un nuevo escenario. Quito 2030. *Cuestiones Urbanas*, 6(2).

López, M. A., Rivera, D. G., & Ortiz, I. C. S. W. Y. (2024). *Comparative Analysis of Temperature , Humidity and Light Sensors for Use in Vermicompost Production Systems. 18(35), 32–40.*

Lozano-Parra, J. (2018). Recursos hídricos. disponibilidad, variabilidad y gestión. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2018(71), 5–8. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022018000300005>

Manrique, A., Buitrago, L., & Hernández, J. (2019). Redes LoRaWAN. Revision de componentes funcionales en aplicaciones IoT. *Universidad Distrital Francisco José de*

Caldas, 32.

Martínez, I., Reyes, D., & Rosero, F. (2011). La Constituyente. *Alteridad*, 2(2), 74.

<https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04>

Melgarejo Moreno, J., Abadía Sánchez, R., Orihuela Ayuntamiento, & Universidad de Alicante. (2018). *Agroalimentación, agua y sostenibilidad*.

<https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/83951>

Moreno, M., Ortiz, P. E. Z., Fern, P., & Aracil, N. (2023). *Seguridad hídrica*.

Ortiz-Hernández, L. (2020). La educación para el cambio climático. *El Correo de La UNESCO*, 2019(3), 31–31. <https://doi.org/10.18356/331e5a14-es>

Ortiz, G., & Aledo, A. (2022). *Impacto social y desarrollo Contribuciones y retos desde la experiencia iberoamericana*.

Ortiz, M. (2020). Desarrollo de una red de sensores inalámbricos Utilizando tecnología lora para el monitoreo de un sistema. *Tesis*, 30.

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>

Oyarzún Vargas, G., & Falabella Ambrosio, A. (2022). Indicadores de Desarrollo Personal y Social: La ilusión de la evaluación integral de la calidad. *Psicoperspectivas*.

Individuo y Sociedad, 21(1). <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol21-issue1-fulltext-2194>

Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri

Wahyuni Sitepu, T. (2020). 濟無No Title No Title No Title. *Journal GEEJ*, 7(2).

- Regino, Y. P. C. (2021). Sistema de monitoreo de la calidad del agua basado en iot, utilizando técnicas de analítica de datos para la detección de anomalías, en los acueductos ejecutados por el plan departamental de aguas (PDA) de Córdoba. *Pharmacognosy Magazine*, 75(17), 399–405.
- Ruiz, L., & Preciado, F. (2022). Environmental indicators in a public university of Ecuador. *Revista Varela*, 22(61), 49–56. <http://revistavarela.uclv.edu.cu>
- Sánchez Rodríguez, A. N., Carriel Bustamante, V. V., & Castillo Ortega, Y. (2021). Modelo de gestión sostenible de los recursos hídricos de la microcuenca alta del río Santa Rosa. *Ciencia Digital*, 5(1), 182–196.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v5i1.1532>
- Secretaría Nacional del Agua. (2015). Reglamento de la Ley Organica de Recursos Hidricos, Uso y Aprovechamiento del Agua. *Registro Oficial* 483, 740, 1–45.
https://issuu.com/helios_comunicacion/docs/h2o_10_finok
- Véliz Karina, C. O. (2022). *Dialnet- EstadoDelArteDeUnSistemaIoTParaLaInteraccionConLos-8590689*. 15(3), 124–138.
- Veneros, J., García, L., Morales, E., Gómez, V., Torres, M., & López-Morales, F. (2020). Aplicación de sensores remotos para el análisis de cobertura vegetal y cuerpos de agua
Application of remote sensors for the analysis of vegetation cover and water bodies. *Idesia (Arica)*, 38, 100–103. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v38n4/0718-3429-idesia-38-04-99.pdf>

ANEXO

Anexo 1 Certificado del Reporte Plagio Académico



Anexo 1 - Certificado de Plagio – COMPILATIO

Para: Ing. Byron Oviedo Bayas, Ph.D – Decano Facultad de Posgrado

De: Ing. Angel Torres Quijije, M.Sc.

Asunto: Informe Proyecto de Investigación

Fecha: 05 de mayo del 2025

Adjunto al presente sírvase encontrar el documento final del proyecto de investigación titulado: *“Propuesta socioeconómica para la implementación de sensores digitales de monitoreo del agua y su impacto en la sostenibilidad del recurso hídrico en Quevedo 2024”* de la posgradista Econ. Nadia Carolina Guato Ramirez de la Maestría en Gestión Pública cuyo Proyecto de investigación estuvo bajo mi dirección, el mismo que cumple el informe de la herramienta COMPILATIO, el cual avala los niveles de originalidad, en un 92 % del trabajo investigativo.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
registro

TESIS NADIA GUATO RAMIREZ
073054-4_081409-8

8% Textos sospechosos

0% No. Similitudes de similitudes entre copias (grupos)
0% entre las fuentes mencionadas ignoradas
0% de palabras no reconocidas

Nombre del documento: TESIS NADIA GUATO RAMIREZ 273054-4_081409-8.docx	Depositar: ANGELOVA TORRES QUIJJE	Número de palabras: 12.624
ID del documento: 28d50ee705e2d6418cd8e01961e0d8ac029714	Fecha de depósito: 3/5/2025	Número de caracteres: 93.542
Tamaño del documento original: 4.10 MB	Tipo de carga: Interfaz	Fecha de fin de análisis: 3/5/2025

Ubicación de las similitudes en el documento:

Atentamente,

Ing. Ing. Angel Torres Quijije, M.Sc.
Director

Anexo 2 Encuestas para los hogares



¿Cómo calificaría la calidad de agua que tiene Quevedo?

- Excelente
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy malo

¿Cómo califica su nivel de conocimiento sobre la tecnología de sensores digitales para el monitoreo del agua?

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Ninguno

¿Considera usted que la implementación de sensores digitales aportaría en la sostenibilidad del recurso hídrico?

- Si
- No

¿Qué aspectos considera que mejoraría con el uso de sensores digitales en la gestión del agua? (Opción múltiple)

- Control en el uso del agua
- Prevención de fugas
- Monitoreo de calidad del agua
- Mejor planificación de riego
- Reducción del uso inadecuado

¿Considera que la implementación de sensores digitales tendría un impacto positivo en la economía local?

- Si
- No
- No estoy seguro

¿Considera que la implementación de sensores digitales para el control del agua afectaría en su hogar?

- Aumentaría el costo del agua
- Reduciría los costos y mejoraría la eficiencia
- No estoy seguro

¿Estaría dispuesto a pagar un poco más por el agua, si eso significa una mejor gestión y sostenibilidad a largo plazo del recurso?

- Si
- No
- Tal vez

¿Considera que la implementación de sensores digital fomentaría un uso más responsable del agua por parte de la población?

- Si
- No
- Tal vez

¿Cree que el gobierno local y las instituciones encargadas de la gestión del agua están preparados para manejar adecuadamente la tecnología de sensores digitales?

- No
- Si
- No estoy seguro

¿En caso de problemas técnicos con los sensores, (¿confía en que las autoridades locales lo solucionarán rápidamente?

- Si
- No
- No estoy seguro

Anexo 3 Especificación Técnica del Medidor de Agua

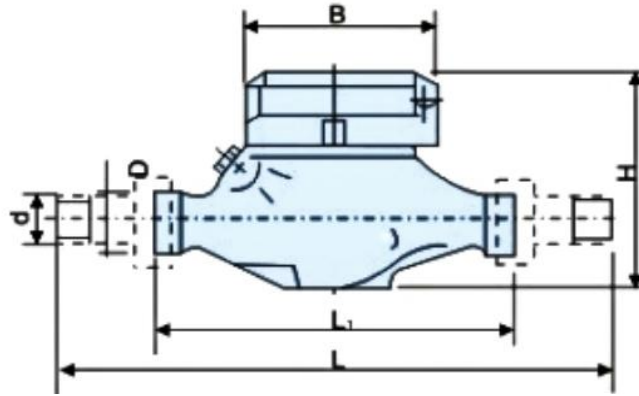
Parámetros Técnicos		Imagen de referencia
LoRaWAN Medidor de agua con válvula	Estandar	ISO4064
	Cuerpo de material	Latón
	Tipo de conexión	Roscado
	Material del conector	Latón
	Tasas de flujo	R(Q3/Q1)100
	Exactitud	Clase B
	Protección en agua	IP68
	Duración de batería	≥6 años
	Fuente de alimentación	3.6 V
	Frecuencia de trabajo	EU868/433MHz AS923 etc.
	Modo de modulación	LoRa
	Presión de trabajo	PN10 (10 Bar)
	Pérdida de presión	≤0.63 Bar



Anexo 3 Imagen del modelo LoRaWAN y sus conectores



Model	Unit weight (kg)	Net Weight (kg)	Gross Weight (kg)	Quantity per carton	Dimension (mm)
LXSY-15E	1.2	1.43	1.6	10	165*100*104
LXSY-20E	1.4	1.53	1.8	10	195*100*118
LXSY-25E	1.5	1.64	2.0	10	225*104*112



Anexo 4 Encuestas en Drive

PROPUESTA SOCIOECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES DIGITALES DE MONITOREO DEL AGUA Y SU IMPACTO EN LA SOSTENIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO EN QUEVEDO 2024

B I U ↻ ✕

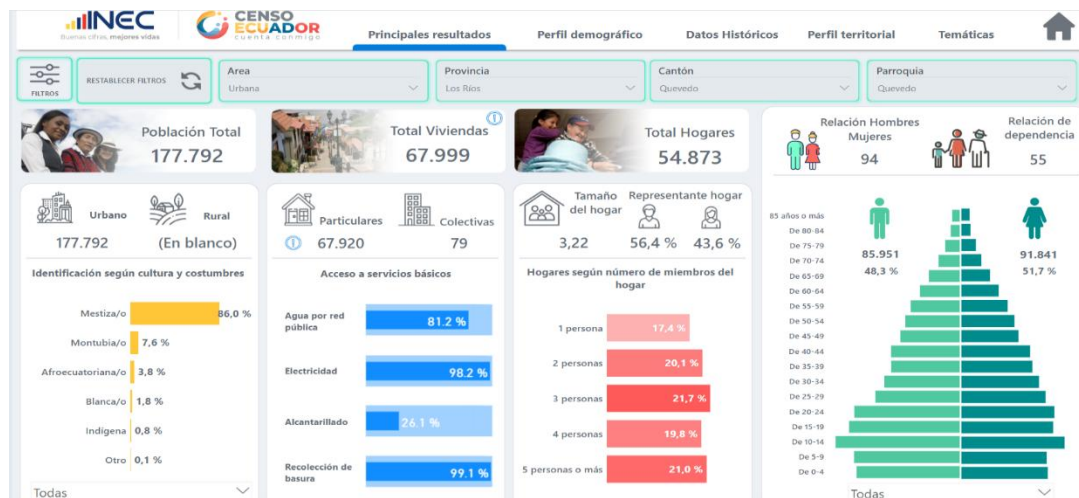
Descripción del formulario

¿Cómo calificaría la calidad de agua que tiene Quevedo? *

- Excelente
- Bueno
- Regular
-

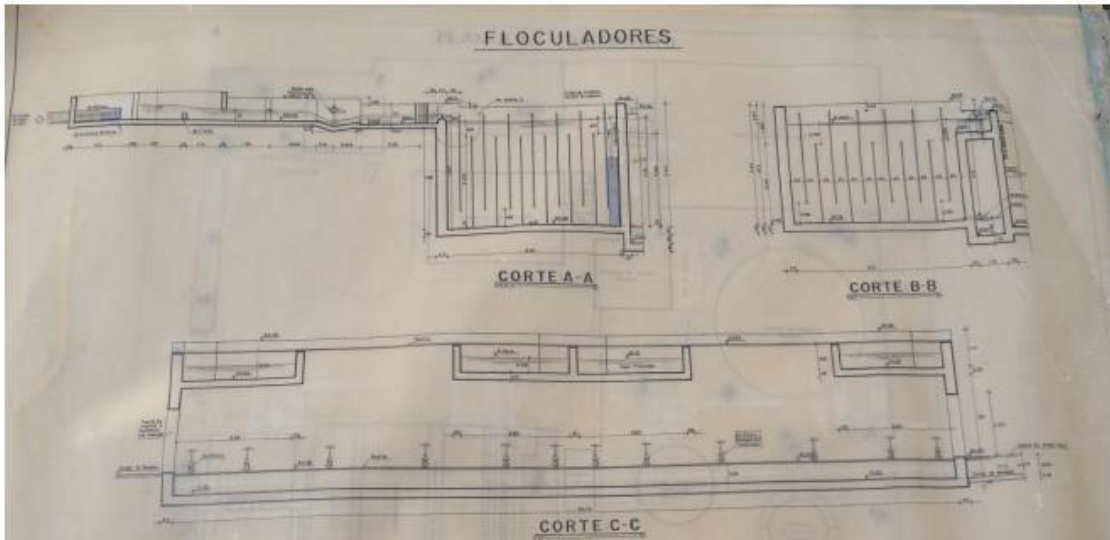
<https://forms.gle/QYYAkMT5sVzAvV8y6>

Anexo 5 Fotografía durante el proceso de Investigación

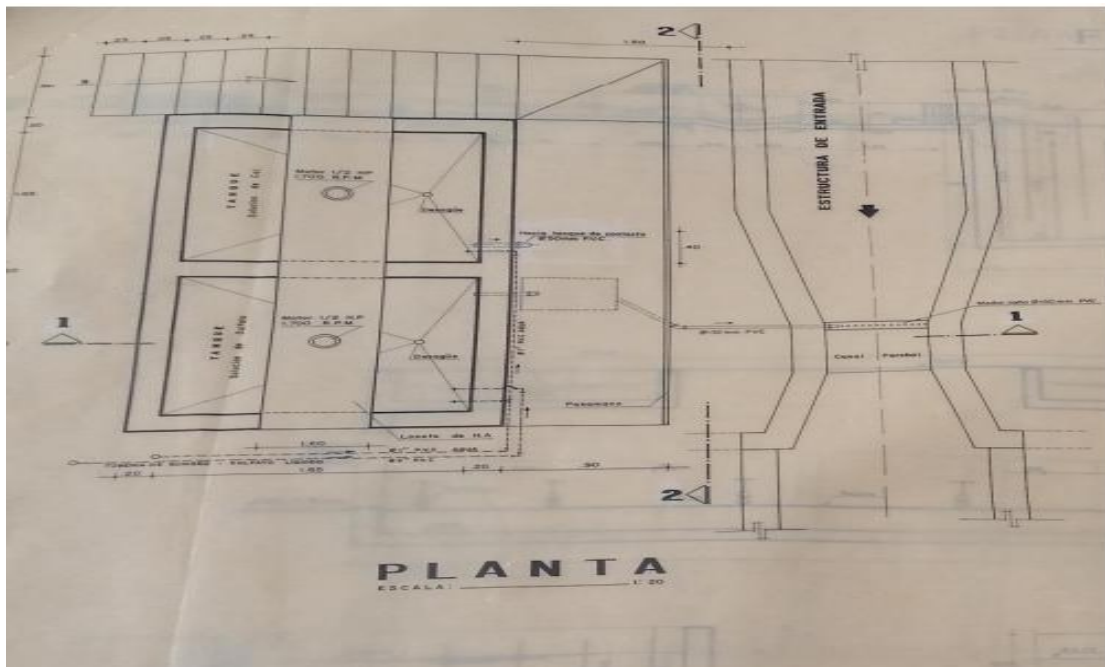


Anexo 6 Planos de la Planta

Sedimentadores



Canal Parshall



Control de Tablero

