



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TECNOLOGÍAS PARA CONTROL DE PÉRDIDAS DE AGUA, EN REDES
DE DISTRIBUCIÓN DE LA PARROQUIA LA AVANZADA, CANTÓN
SANTA ROSA

FIGUEROA VITE JENNITH NINOSKA
INGENIERA CIVIL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TECNOLOGÍAS PARA CONTROL DE PÉRDIDAS DE AGUA, EN
REDES DE DISTRIBUCIÓN DE LA PARROQUIA LA AVANZADA,
CANTÓN SANTA ROSA

FIGUEROA VITE JENNITH NINOSKA
INGENIERA CIVIL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

TECNOLOGÍAS PARA CONTROL DE PÉRDIDAS DE AGUA, EN REDES DE
DISTRIBUCIÓN DE LA PARROQUIA LA AVANZADA, CANTÓN SANTA ROSA

FIGUEROA VITE JENNITH NINOSKA
INGENIERA CIVIL

AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO

MACHALA, 20 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
20 de septiembre de 2021

TP

por Ninoska Figueroa Vite

Fecha de entrega: 04-ago-2021 12:13p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1627731492

Nombre del archivo: T-FIGUEROA_VITE_JENNITH_NINOSKA_-_TITULACION_1.docx (1.33M)

Total de palabras: 4718

Total de caracteres: 23998

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, FIGUEROA VITE JENNITH NINOSKA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado TECNOLOGÍAS PARA CONTROL DE PÉRDIDAS DE AGUA, EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE LA PARROQUIA LA AVANZADA, CANTÓN SANTA ROSA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 20 de septiembre de 2021



FIGUEROA VITE JENNITH NINOSKA
1724056815

TP

INFORME DE ORIGINALIDAD

5% INDICE DE SIMILITUD	5% FUENTES DE INTERNET	0% PUBLICACIONES	0% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	5%
----------	---	-----------

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 5%

DEDICATORIA

A DIOS, Por permitirme estar hoy con vida, gozar de buena salud, y darme la capacidad intelectual de poder concluir mi carrera universitaria.

A mis padres: Guillermo y Jennith; quienes me dieron la educación e hicieron posible que lograré este sueño brindándome su apoyo, amor y comprensión durante esta larga y hermosa carrera, Ingeniería Civil.

A mis hermanos, Que fueron parte de mi motivación, me incentivaron a seguir adelante y me brindaron palabras de aliento y compañía.

Con amor y cariño,
JENNITH NINOSKA

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento en primer lugar es para Dios, por darme la sabiduría para poder adquirir los conocimientos y alcances durante toda la carrera universitaria para poder realizar este proyecto, y hacerme llegar a lograr cumplir una etapa muy importante en mi vida; gracias a mis padres: Guillermo y Jennith, quienes han sido mis guías para poder ir por el camino del bien con su apoyo incondicional en mi toma de decisiones y quienes me alentaron a seguir adelante en mis momentos difíciles para lograr mis sueños, a mis hermanos: Polett y Jesús, quienes han sido los que me han motivado para superarme y poder lograr uno de mis metas.

Gracias a Franklin Vite y Teodoro Vite, quien en vida fueron los que me motivaron y apoyaron a seguir este sueño.

Gracias a mis compañeros y amigos, en especial: Brigitte, Andrea, Yamile y Kassandra, quienes me apoyaron compartiéndome y enseñándome sus conocimientos, estuvieron en las buenas y en las malas dándome su apoyo moral y amistad incondicional, y quienes también fueron mi soporte y compañía durante toda mi carrera universitaria.

Agradezco a mis docentes por impartir sus conocimientos día a día a través de sus clases y así mismo a la Universidad Técnica de Machala, que nos abrió sus puertas y nos prestó sus aulas donde adquirimos los conocimientos brindados por los profesores, permitiéndonos lograr esta meta y que hoy se ven reflejados por el logro del presente trabajo y culminación de mis estudios universitarios.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer las tecnologías que existen a nivel mundial y cuál de ellas se puede aplicar en el cantón Santa Rosa, considerando factores económicos, sociales y políticos, por ello es importante determinar la más óptima.

En la actualidad el porcentaje que presenta el cantón Santa Rosa según los estudios realizados por EMAPASR-EP desde enero del 2020 hasta mayo 2021 es del 61,04%, la pérdida de agua en el día es de 1728 m³/día desde que sale de la planta de tratamiento, lo cual indica que su porcentaje de pérdida es alto.

Teniendo en cuenta que el valor de pérdida de agua potable es alto en el cantón Santa Rosa, se aborda en el presente trabajo proponer una tecnología en la parroquia La Avanzada mediante la ejecución de un plan piloto de micro y macro medición para obtener resultados apegados a la realidad y con ello aplicar una solución óptima para toda la red de agua potable del cantón Santa Rosa que ayude a disminuir el índice de pérdida de agua potable.

Por lo tanto, con el presente trabajo se concluye que al realizar un estudio en el sistema de abastecimiento de agua potable en un área piloto en la parroquia La Avanzada, sería más viable para tomar decisiones más acertadas de la implementación de la tecnología que sea para todo el cantón Santa Rosa en función de costos y beneficios para los usuarios.

PALABRAS CLAVES: Agua Potable, Pérdida de agua y Tecnologías.

ABSTRACT

The present work aims to present the technologies that exist worldwide and which of them can be applied in the Santa Rosa canton, considering economic, social and political factors, therefore it is important to determine the most optimal.

Currently, the percentage presented by the Santa Rosa canton according to the studies carried out by EMAPASR-EP from January 2020 to May 2021 is 61.04%, the loss of water in the day is 1728 m³ / day since it leaves the treatment plant, which indicates that its loss percentage is high.

Taking into account that the value of loss of drinking water is high in the Santa Rosa canton, the present work is approached to propose a technology in the La Avanzada parish by executing a pilot plan of micro and macro measurement to obtain results attached to reality and thus apply an optimal solution for the entire drinking water network of the Santa Rosa canton that helps reduce the rate of loss of drinking water.

Therefore, with the present work it is concluded that when carrying out a study in the drinking water supply system in a pilot area in the La Avanzada parish, it would be more viable to make more accurate decisions about the implementation of the technology that is for the entire Santa Rosa canton based on costs and benefits for users.

KEYWORDS: Drinking Water, Water Loss and Technologies.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE DE CONTENIDO	6
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE ILUSTRACIONES	7
INTRODUCCIÓN	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
OBJETIVOS DEL PROYECTO	9
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
DESARROLLO	10
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10
2.2 TIPO DE PÉRDIDAS	12
2.2.1 Reales	12
2.2.2 Aparentes	12
2.3 TASA POR EL SERVICIO DE AGUA POTABLE	13
2.4 TECNOLOGÍA PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDA DE AGUA POTABLE	13
2.4.1 Sistema de Gestión de Presiones	13
2.4.2 Uso de Bombas utilizadas como Turbinas (BUTU)	14
2.4.3 Estimación y localización de fugas usando algoritmos genéticos	14
2.4.4 Sectorización, Micro medición y Macro medición	14
2.5 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA APROBADA PARA REDUCIR LA PÉRDIDA DE AGUA POTABLE APLICADA EN LA PARROQUIA LA AVANZADA, CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO.	15
2.5.1 Ubicación	15
2.5.2 Ubicación Investigación de Campo	17
2.5.3 Procedimiento para aplicar la tecnología de Reducción de la Pérdida de Agua Potable	

de la Parroquia La Avanzada.....	18
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	21
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS _____	22
ANEXOS _____	24
Anexo A: Plano de la red de Distribución de la Parroquia “La Avanzada”	24
Anexo B: Pérdidas de Agua Potable.....	25

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Pérdidas de agua	11
Tabla 2 Volumen suministrado de agua potable	12
Tabla 3 Tasa por el servicio de agua potable	13
Tabla 4 Contexto General	17
Tabla 5 Desarrollo Territorial	17

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación de la Provincia	16
Ilustración 2 Ubicación del Cantón	16
Ilustración 3 Ubicación de la parroquia	16
Ilustración 4 Distribución de la red de agua potable	18

INTRODUCCIÓN

La gran cantidad de pérdida de agua potable o agua no facturada es uno de los problemas a nivel mundial. Actualmente, el mundo tiene un déficit de escasez de agua a más del 40% de la población total, porcentaje estimado que se enfrentará hasta el agua disponible del 2030 según el Banco Mundial.

En Ecuador el porcentaje de la pérdida de agua es muy elevada, donde según los datos proporcionados por la Agencia de Regulación y Control del Agua en el Boletín estadístico del 2018, se determinó que la pérdida promedio a nivel nacional asciende a un porcentaje del 48%, este valor es según la relación entre los parámetros de volumen de agua distribuida a la red y el volumen total facturado, desde que sale a la red de distribución del sistema hasta que llega a los consumidores del servicio, dicho porcentaje nos indica que se encuentra en la categoría C, por lo tanto su desempeño es bajo, de acuerdo a la Regulación 003. [1]

Estas pérdidas las encuentran presentes en todos los sistemas de distribución de agua potable, trayendo consigo impactos negativos económicos, sociales y ambientales, por ello para lograr disminuir el porcentaje de la pérdida de agua potable, es necesario implementar nuevas acciones que ayuden a reducir dichas pérdidas.

Para disminuir el porcentaje de las pérdidas de agua potable en las redes de distribución, también es importante contar con políticas institucionales referentes a la gestión de los recursos hídricos, que ayuden a determinar las pérdidas ya sean estas reales y aparentes, contando con una buena planificación, evaluación y medidas para la disminución de aguas no facturadas.[2]

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer la importancia de las tecnologías apropiadas que permiten la reducción de pérdidas de agua potable y determinar la más apropiada para aplicarse en las provincias de Ecuador, las cuales son de mucha ayuda para tener un mejor control de la red de distribución, evitando dichas pérdidas y el aprovechamiento de las fuentes disponibles sean óptimas y eficientes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las pérdidas de agua potable entre el volumen de agua distribuida a la red y volumen total facturado en Ecuador promedio asciende a un 48% según los valores dados por la Agencia de Control y Regulación de Agua potable, y en Santa Rosa representa un valor de 61,04% según EMAPASR-EP, desde que sale a la red de distribución hasta que llega a los consumidores del servicio, lo que genera que se desperdicie recursos económicos y que la calidad del servicio no sea la más beneficiosa para la población. Es por esto que conocer algunas de las tecnologías es de suma importancia para poder analizar cómo se encuentra el sistema de abastecimiento de agua potable y poder aplicar una metodología que ayude a tener un mejor control de la red de agua potable, el aprovechamiento eficiente de las fuentes disponibles y así mismo evitar dichas pérdidas.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

Investigar las tecnologías que se usan a nivel mundial sobre pérdidas de Agua en las redes de distribución que se puedan aplicar en el cantón de Santa Rosa para evitar el desperdicio de agua potable y recursos económicos que son escasos en el país.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer las tecnologías sobre las pérdidas de agua que se usan actualmente a nivel mundial
- Comprender la importancia de las tecnologías apropiadas que permiten la reducción de pérdidas de agua potable
- Determinar una tecnología que podría aplicarse en la parroquia La Avanzada del Cantón Santa Rosa, provincia de El Oro.

DESARROLLO

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El agua es un recurso muy esencial para el ser humano y vital para cualquier actividad, por lo que se convierte en un derecho humano, que los encargados de proveerla y administrarla, garantice el uso y accesibilidad para toda la población, por ello existe una gama de tratados internacionales con normativas y leyes que rigen el derecho a agua potable.[3]

La diferencia que existe entre el volumen de agua considerado como base para la facturación (Volumen facturado) y la cantidad medida del agua suministrada a la red de distribución (Volumen producido), es lo que se llama agua no factura o agua no contabilizada.[4]

El impacto ambiental negativo debido a las pérdidas de agua potable, probablemente fue lo que conllevó al incremento de tarifas por brindar el servicio, por cubrir los costos administrativos con elevadas inversiones financieras.[5]

El control de pérdidas y la conservación del agua, deberían poner en práctica todas las empresas que brindan este servicio de agua potable a la población, muy independiente de quienes sean los beneficiarios, del tamaño de su sistema, etc. El nivel de esfuerzo que se está aplicando para tener una buena gestión de la pérdida de agua de los beneficiarios, varía ampliamente.

Este problema se sigue presentando porque se espera la reclamación del cliente para que por medio de ella se le haga saber al proveedor que debe reparar el problema de fuga que presenta, cuando se debería hacer una buena auditoría, prácticas y control para la reducción de fugas.[6]

Para proponer un diseño de un sistema de abastecimiento, intervienen varios factores que son considerados necesarios como la topografía en el área donde se piensa ejecutar dicho proyecto, la cantidad de población que va a adquirir el servicio de agua potable, la normativa y legislación vigente, el tipo de la red, los caudales y puntos de consumos, entre otros.[7]

El promedio de pérdida de agua en Santa Rosa desde enero del 2020 hasta mayo 2021 es del 61,04%, la pérdida de agua en el día es de 1728 m³/día desde que sale de la planta de tratamiento, según la empresa de agua potable del cantón en mención: EMAPASR-EP.

Tabla 1: Pérdidas de agua

Pérdida de agua día		1728
MES	PÉRDIDA (m3)	% DE PÉRDIDA
Enero	418763	59.36%
Febrero	377988	55.79%
Marzo	461491	62.83%
Abril	479194	63.83%
Mayo	511798	66.41%
Junio	419957	56.87%
Julio	426066	58.76%
Agosto	442380	60.54%
Septiembre	463031	63.28%
Octubre	449264	60.29%
Noviembre	433845	59.71%
Diciembre	500097	66.31%
Enero	473411	61.91%
Febrero	362608	56.17%
Marzo	463556	63.57%
Abril	456144	60.03%
Mayo	474344	62.00%

Fuente: EMAPASR-EP.

En la actualidad el instrumento que se usa en Santa Rosa para detectar las fugas de agua es el geófono y otro equipo adicional que es para detectar clandestinaje ya que esas son las principales causas de pérdidas de agua.

Santa Rosa cuenta con un macro medidor en San Agustín, otro macro medidor en San Antonio de 200 mm y un caudalímetro ultrasónico a la salida de Santa Rosa.

Por la diferencia de altura la presión en algunos puntos la red supera los 18 m. La presión de agua en la Red de Agua Potable en el casco Urbano debe ser 10 m, como presión mínima que establece la norma, o no exceder de los 70 m de columna de agua, existen sectores con presiones más elevadas por ello es necesario hacer un control de presiones en el cantón para que exista una buena distribución.

El control de las pérdidas en redes de distribución de agua potable ha marcado la importancia a nivel nacional y trascendencia mundial, teniendo la necesidad de determinar una tecnología que se pueda aplicar en el Cantón Santa Rosa, pero primero se propone desarrollar un plan piloto en la parroquia de La Avanzada, que dará resultados apegados a la realidad y ayudará a tomar buenas decisiones con respetos a costos y

futuros beneficios para la población.

Se escogió esta parroquia para un plan piloto de sectorización, micro y macro medición, debido a que cuenta con 426 medidores, según la información de EMAPASR-EP, que servirían para el estudio en mención.

Al realizar la investigación de algunas tecnologías para la solución del problema en el cantón Santa Rosa, se han considerado varios modelos de los cuales se han escogido la que más factible es.

2.2 TIPO DE PÉRDIDAS

2.2.1 Reales

Las pérdidas reales o también pérdidas físicas, son aquellas que se presentan desde que van del sistema hasta que llega a los usuarios, es decir, el volumen que se pierde mediante un escape físico de agua como fugas, roturas, etc.[8]

2.2.2 Aparentes

Las pérdidas aparentes, son aquellas que su consumo no es autorizado o es correctamente medido, se presenta mediante fraudes, errores de medición, etc., esta agua llega a los usuarios pero no es facturada..[8]

Estas pérdidas aparentes dependen de la empresa que brinda el servicio, ya que está relacionado con la gestión de que quienes lo manejan o administran los datos y tienen errores de valores de inexactitudes de medición o de robo.[9]

Tabla 2: Volumen suministrado de agua potable

.Volumen suministrado al sistema de distribución	Consumo autorizado	Consumo Autorizado Facturado	Consumo medido facturado	Agua contabilizada	
			Consumo no medido facturado		
		Consumo Autorizado No Facturado	Consumo medido no facturado	Agua no contabilizada	
			Consumo no medido no facturado		
	Pérdidas de agua potable	Pérdidas Aparentes	Consumo no autorizado		
			Inexactitudes de medición		
		Pérdidas Reales	Fugas en tanques de almacenamiento		
			Fugas en redes y acometidas		

Fuente: (Internacional Water Association, 2003)

2.3 TASA POR EL SERVICIO DE AGUA POTABLE

Por la prestación del servicio de agua potable, los usuarios deben pagar los siguientes valores, según el pliego tarifario de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Santa Rosa (EMAPASR-EP), valores que aplica para la parroquia de La Avanzada.

Tabla 3: Tasa por el servicio de agua potable

Rango de Consumo	CATEGORÍA					
	RESIDENCIAL			COMERCIAL	INDUSTRIAL	OFICIAL
M3	RESIDENCIA L DÓLARES USA	DOMÉSTICA DÓLARES USA	ESPECIAL DÓLARES USA	DÓLARES USA	DÓLARES USA	DÓLARES USA
0 – 15 m3. Consumo Básico	0.30	0.24	0.15	0.40	0.55	0.25
16 – 30 m3.	0.35	0.26	0.17	0.45	0.60	0.30
31 – 50 m3.	0.40	0.28	0.19	0.50	0.70	0.35
51 m3 en adelante.	0.45	0.30	0.21	0.55	0.75	0.40

Fuente: EMAPASR-EP.

2.4 TECNOLOGÍA PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDA DE AGUA POTABLE

Con la finalidad de proponer una estrategia que sea la más favorable y óptima para nuestro país, se describirán diferentes maneras de lograr minimizar las pérdidas de agua potable.

2.4.1 Sistema de Gestión de Presiones

Este es un método más eficiente para la reducción de fugas que se ha demostrado, debido a que existe una relación entre la presión en los nudos de la red de distribución y los caudales de fuga.[10]

Para la instalación de un sistema de gestión de la presión se realizan los siguientes procedimientos: Primero seleccionar un área adecuada y separarla en las zonas vecinas, luego instalar una válvula reductora presión, un sensor de presión y un medidor de flujo en el punto de admisión al área de gestión de la presión.[11]

2.4.2 Uso de Bombas utilizadas como Turbinas (BUTU)

Las Butus hacen la función de turbinas, y éstas son bombas centrífugas usadas en sentido contrario, la aplicación de esta tecnología a nivel mundial es muy poco usada, su aplicación requiere un análisis preciso que garantice su óptima elección, presenta variaciones en los patrones de demanda, que pueden ser afectados por los cambios climáticos durante el día o temporadas, afectando su funcionamiento de las bombas, generando contraflujo y un servicio inadecuado.[12]

La selección adecuada de la butu debe ser muy acertada según las condiciones que se presenten en la red de distribución, debido a que el nivel de funcionamiento de las butus es menor a la de una turbina convencional. El desempeño y funcionamiento, se determina mediante las curvas de desempeño, y a partir de ello poder determinar la eficiencia de la BUTU.

Estás bombas como turbinas, ayudan a minimizar las pérdidas de agua potable en las redes de distribución y maximizan los beneficios económicos, debido a que utilizar turbinas es mucho más costoso.[10]

2.4.3 Estimación y localización de fugas usando algoritmos genéticos

Este método se utiliza como una teoría computacional evolutiva, que se basa en las mediciones de la presión en la unión de las tuberías, en sus características y estimaciones del caudal que demanda, el cual emplea como búsqueda de la solución óptima, un algoritmo genético simple, con un proceso iterativo que disminuye el error entre cargas medidas y calculadas.[13]

Las mediciones de presión son menos difíciles y económicas que las mediciones de gasto en las redes de distribución de agua potable y por ello se aplica este método.

2.4.4 Sectorización, Micro medición y Macro medición

La sectorización se basa en buscar las medidas y rentabilidad máxima más convenientes en los sectores más necesitados que se aplicará para su mejora en el tiempo, lo que lo hace un método más eficiente y óptimo, que emite diagnósticos más precisos mediante la realización de balances.[14]

La sectorización es una buena opción para el Control Activo de Fugas, que así mismo puede lograr detectar algunos problemas en el sistema y favorecer el tratamiento.[15]

Para no permitir que la presión interna de la conducción principal decaiga, se sugiere que se realice la división de la red en primaria y sugerencia. Las redes secundarias convencionales han sido reemplazadas por la construcción de redes en bloques.[16]

La sugerencia se basa en la separación de la red primaria y la secundaria, de modo que no decaiga la presión interna de la conducción principal. De este modo se ha dado paso a la construcción de redes en bloques que van sustituyendo las redes secundarias convencionales, tal y como se ilustra en las figuras 1 y 2.

La micro medición son las distintas variedades que se emplean para medir el consumo domiciliario de agua potable, a través de medidores que tenemos en las casas, que permiten establecer una serie de variantes con las cuales se tendrá conocimiento de lo que realmente sucede en el sistema de distribución de agua potable.

La macro medición se aplica para medir volúmenes más grandes en diferentes puntos en tuberías que tienen diámetros mayores o igual a 2" de diámetro como la entrada y salida en una planta de tratamiento de agua potable y residual, etc., a través de diferentes modelos de macro medidores, las cuales son medidas con: Turbina, electromagnéticos, ultrasónicos, másico, ruedas ovaladas, turbinas.

2.5 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA APROBADA PARA REDUCIR LA PÉRDIDA DE AGUA POTABLE APLICADA EN LA PARROQUIA LA AVANZADA, CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO.

2.5.1 Ubicación

El cantón de Santa Rosa, se encuentra en la provincia de El Oro, ubicado a pocos kilómetros de la ciudad de Machala. “Cuenta una superficie de 944.41 km² que representa el 16.27% de la superficie total de la provincia de El Oro (5804.61 km²). Este cantón lo conforman 8 parroquias que son: Santa Rosa, Bellavista, La Avanzada, La Victoria, San Antonio, Torata, Bellamaría y Jambelí”. [17]

La parroquia La Avanzada se encuentra en el centro de la provincia de El Oro, es considerada una de las parroquias con una zona estratégica de comercio para los viajeros de Ecuador, tiene producción agrícola, minera y ganadera.[18].

Esta parroquia se abastece de agua potable de la planta de tratamiento “Los Jardines” y tanque elevado.

Ilustración 1: Ubicación de la Provincia



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico parroquial “La Avanzada”

Ilustración 2: Ubicación del cantón



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico parroquial “La Avanzada”

Ilustración 3: Ubicación de la parroquia



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico parroquial “La Avanzada”

Tabla 4: Contexto General

Extensión	93.6 km ²
Población	2.068
Creación	1952
División política	El Vado, Pereira, Palma, Limón Playa y Remolino
Altitud	8 – 500 msnm

Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico parroquial “La Avanzada”

Tabla 5: Desarrollo Territorial

Servicio eléctrico	95%
Servicio telefónico	65% disponen
Toma de agua potable	80% familias
Red de alcantarillado	70%
Vías de acceso a la Parroquia	Asfalto panamericana y tierra a sitios
Manejo de residuos sólidos	Recolecta el municipio de Santa Rosa-irregular

Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico parroquial “La Avanzada”

2.5.2 Ubicación Investigación de Campo

La Planta de Tratamiento de agua Potable “Los Jardines” potabiliza el agua proveniente de la cuenca del río Santa, abastece la parte baja de la parroquia La Avanzada con un caudal de 1.352 l/s y también dota agua por gravedad al cantón Santa Rosa.[9]

También se abastece por un tanque elevado de 201,6 m³, de 3 m de altura y 9.25 m de diámetro, dota un caudal de 1.481 l/s para la parte alta de la parroquia, el cual se encuentra ubicado a una altura de 48.81 m de la estación de bombeo, este abastecimiento es por medio de un sistema de bombeo, con una bomba de 25 HP, la cual de manera automática e instantánea se apaga al detectar el llenado del tanque.[9]

2.5.3 Procedimiento para aplicar la tecnología de Reducción de la Pérdida de Agua Potable de la Parroquia La Avanzada

2.5.3.1. Evaluación de la Red de Agua Potable mediante un catastro de sus instalaciones para la actualización del plano de la red de distribución con información confiable del Cantón Santa Rosa.

Lo primero que se hizo es conseguir la información completa y actualizada del sistema de distribución (catastro) que nos facilitó la empresa EMAPASR-EP, debido a que con estos datos se realiza simulación del funcionamiento del sistema de red de distribución de agua potable, una vez obtenido un modelo se realizará la calibración mediante la verificación algunas mediciones estratégicas.

Ilustración 4: Distribución de la red de agua potable



Fuente: Autocad facilitado por la EMAPASR-EP.

2.5.3.2. Sectorización por parroquias de la Red de Distribución de Agua Potable y escoger un sector.

Para el Control Activo de Fugas, la sectorización es una opción favorable, para detectarlas se trabaja mediante la definición y delimitación de sectores, con ella podemos aplicar una estrategia óptima con un buen grado de éxito, y que su aplicación en su gestión logre obtener resultados satisfactorios y eficientes para el sistema de abastecimiento de agua potable.[19]

La sectorización requiere el uso de un modelo computacional para poder desarrollar y diagnosticar algunas alternativas para soluciones hidráulicas, con una simulación lo más posible real del sistema de abastecimiento. Para poder llevar a cabo el análisis de la sectorización, se hace uso de modelos hidráulicos como Epanet, SARA, WaterCad, entre otros, y con estos modelos se obtiene la distribución de presiones o gastos según los sectores. [20]

Al sectorizar podremos hacer un balance hídrico de cada uno de los sectores, y detectar donde presenta el mayor volumen fugado y así mismo identificar fugas o anomalías en un menor tiempo.

Se escogió el sector de La Avanzada como modelo para que se realice un estudio pertinente de las pérdidas de agua potable, ya que es una parroquia pequeña que cuenta con acceso a las lecturas de medidores que se encuentran registradas del agua consumida total y macro medidores con lecturas del volumen que sale de la planta.

2.5.3.3. Se propone que se realice pruebas de Macro y Micro medición en la parroquia La Avanzada.

El área piloto fue en la parroquia de La Avanzada ya que se contó con información necesaria para realizar los procedimientos y sistematización del control de fugas, la que permitió tomar decisiones para poder desarrollar una metodología que sea aplicada al control de pérdidas de toda la Red de Distribución del cantón Santa Rosa.

Área piloto representativo para la Macro medición.

En el área piloto se encuentra la planta de tratamiento de agua potable “Los Jardines” con un macro medidor, a la salida de la misma, que mide grandes flujos de agua que dota está planta para la parroquia La Avanzada, valor que nos servirá para la totalización de volúmenes.

Área piloto representativo para la Micro medición.

Los micro-medidores que se encuentran en la entrada de los predios para la medición del agua entregada a los usuarios del volumen consumido, que se cuenta con 426 medidores instalados actualmente. Es una de las formas más fiables de una contabilización de agua facturada justa.

2.5.3.4. Implementación de una tecnología para el control de pérdidas de agua para toda la población del Cantón de Santa Rosa.

Con la realización de lo que propone como un plan piloto en la parroquia La Avanzada, para tomar decisiones más seguras cuando se identifiquen la problemática de las pérdidas de agua potable y determinar la metodología adecuada según los resultados que se obtengan, se podrá tener una buena aproximación de los costos y beneficios a futuro para el cantón, ya que actualmente la información que se pudo conseguir no alcanza para lograr reducir las pérdidas de agua potable.

Actualmente, hay un proyecto en Santa Rosa, “GESTIÓN DEL PARQUE DE MEDIDORES Y ACOMETIDAS EN LA CIUDAD DE SANTA ROSA.”, que se basa en el control de pérdidas a través de la micro medición, pero que no se ha podido ejecutar por temas económicos.

Este proyecto tiene como objetivo realizar la micro medición y la implantación de medidores para aumentar la eficiencia hidráulica y disminuir las pérdidas comerciales por agua no registrada con el mínimo coste asociado, buscando siempre el punto óptimo coste-retorno de inversión.

El plazo de ejecución es de 6 meses con un presupuesto referencial de 599.370,35 dólares más IVA.

Pero realizar este proyecto demanda de mucho dinero, ya que es a nivel cantonal y requiere la instalación de nuevos medidores, considerando que lo más viable sería primero realizar el estudio la parroquia La Avanzada como un área piloto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se logró conocer algunas de las tecnologías sobre las pérdidas de agua que se usan actualmente a nivel mundial, y se determinó que realizar un estudio en un área piloto a la parroquia La Avanzada, sería más viable para tomar decisiones más acertadas de la implementación de la tecnología que sea ya para todo el cantón Santa Rosa en función de costos.
- Las tecnologías son de mucha importancia ya que permiten el control y la reducción de pérdidas de agua potable en la red de distribución, tener una buena gestión para reducir el porcentaje del agua no contabilizada, es un beneficio colectivo, tanto como económico, ambiental y político.
- La tecnología que se determinó como la más viable según el análisis de la poca información que se pudo obtener de los datos del levantamiento de la red de agua potable de todo el cantón Santa Rosa y algunos datos adicionales e importantes de la parroquia La Avanzada, es la sectorización, micro y macro medición.
- Los resultados obtenidos en un área piloto en la parroquia La Avanzada, con información confiable y actualizada, nos dará resultados apegados a la realidad para la toma de decisiones a nivel cantonal.
- La empresa EMAPASR-EP actualmente cuenta con un proyecto de micro medición, el cual no he podido ejecutar por temas económicos, por eso se recomienda que se aplique primero un plan piloto en la parroquia de La Avanza y con estos resultados generar una metodología que sea aplicable para todo el cantón Santa Rosa con la finalidad de minimizar pérdidas de agua potable.
- Dado a que el desempeño de la pérdida de agua potable en nuestro país es bajo, se recomienda necesario investigar, estudiar y proponer una tecnología para implementar métodos orientados a controlar y reducir las pérdidas de Agua Potable a nivel nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Agencia de Regulación y Control del Agua, “Boletín Estadístico 2018.,” 2018.
- [2] C. Cedeño Farfán, X. Molina Arce, and M. Perero Intriago, “Plan Estratégico para la reducción de pérdidas de agua potable en Portoviejo.,” pp. 1–29, 2021.
- [3] O. Márquez Fernández and M. Ortega Márquez, “Percepción social del servicio de agua potable en el municipio de Xalapa, Veracruz,” pp. 41–59, 2017.
- [4] J. C. García Flores, “Diseño de una metodología para control de pérdidas de agua potable para la zona alta del cantón Azogues,” vol. 6, pp. 452–470, 2020.
- [5] D. Bueno-herrera, E. Monroy-Ávila, and C. Zafra-Mejía, “Análisis de agua no contabilizada en el sistema de abastecimiento urbano del municipio de Facatativá, Colombia.,” vol. 24, no. 63, pp. 84–98, 2020.
- [6] J. Thornton, R. Sturm, and G. Kunkel., “Water Loss Control,” *McGraw-Hill*, 2008.
- [7] D. Sánchez Tapiero and V. Milanyeli Mendoza, “SIG aplicado a la optimización del tiempo de diseño en redes de distribución de agua potable.,” vol. XLII, no. 1, pp. 68–80, 2021.
- [8] J. A. Cabrera-béjar, “Modelación de Redes de Distribución de Agua con Suministro Intermitente,” vol. III, pp. 5–25, 2012.
- [9] M. Kumar Tiwari, “Water Loss Detection and Control,” 2017.
- [10] J. García and C. Salcedo, “Reducción de Pérdidas de Agua en Redes de Distribución de Agua Potable mediante la localización óptima de Válvulas y Turbinas.,” 2018.
- [11] D. Ziegler *et al.*, “Guía para la Reducción de las pérdidas de agua. Un enfoque en la Gestión de Presión.,” *Eschborn, Alem.*, p. 12, 2011.
- [12] J. García and C. Salcedo, “Reducción de Pérdida de Agua en una Red de Distribución de Agua Potable mediante la localización óptima de Bombas utilizadas como Turbinas (BUTU),” 2018.
- [13] O. Fuentes-Mariles, A. Palma-Nava, and K. Rodríguez-Vazquez, “Estimación y localización de fugas en una red de tuberías de agua potable usando algoritmos genéticos.,” vol. 2, pp. 235–242, 2011.
- [14] A. Vela, F. Martínez, J. García-serra, and R. Pérez, “Estrategias óptimas para la reducción de pérdidas de agua en sistemas de abastecimiento,” vol. I, 1994.
- [15] C. Avalos, W. Flores, and J. Silva, “Control de Presiones y Reducción de Pérdidas en el Sistema de Distribución de Agua Potable del Sector VI - Augusto B. Leguía

de Tacna,” vol. 3, 2021.

- [16] L. Fragoso Sandoval, J. Ruiz y Zurvia, and G. Toxy López, “La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica.,” vol. XXXVII, no. 2, pp. 29–43, 2016.
- [17] J. Marambio, “Análisis Situacional sobre la Percepción del Uso y Consumo de Drogas en el Cantón Santa Rosa,” 2009.
- [18] J. Barragán Ramírez, “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia La Avanzada.,” 2015.
- [19] F. . Salguero, R. Cobacho, and M. . Pardo, “Sectorización de Redes de Distribución de Agua según criterios de eficiencia energética,” pp. 1–13, 2017.
- [20] V. G. Tzatchkov and V. Alcocer-Yamanaka, “Implementación de Algoritmos basados en la Teoría de Grafos en Proyectos de Sectorización de Redes de Agua Potable,” vol. II, pp. 97–114, 2011.

ANEXOS

Anexo A: Plano de la red de Distribución de la Parroquia “La Avanzada”



Anexo B: Pérdidas de Agua Potable

Perdida de agua día				1728 m3/día			
MES	PLANTA #1 m3	PLANTA #2 m3	TOTAL m3	CONSUMO REGISTRADO (m3)	% DE AGUA CONTABILIZADA	PERDIDA (m3)	% DE PERDIDA
Enero	309139	449885	705456	286693	40.64%	418763	59.36%
Febrero	290131	437443	677462	299474	44.21%	377988	55.79%
Marzo	314064	474014	734510	273019	37.17%	461491	62.83%
Abril	307498	495072	750730	271536	36.17%	479194	63.83%
Mayo	318902	505354	770688	258890	33.59%	511798	66.41%
Junio	312336	477965	738461	318504	43.13%	419957	56.87%
Julio	302227	476410	725069	299003	41.24%	426066	58.76%
Agosto	315619	468720	730771	288391	39.46%	442380	60.54%
Septiembre	314410	469152	731722	268691	36.72%	463031	63.28%
Octubre	335318	463450	745200	295936	39.71%	449264	60.29%
Noviembre	325382	452995	726537	292692	40.29%	433845	59.71%
Diciembre	339293	468461	754186	254089	33.69%	500097	66.31%
Enero	330048	488246	764726	291315	38.09%	473411	61.91%
Febrero	275789	418176	645581	282973	43.83%	362608	56.17%
Marzo	303005	479779	729216	265660	36.43%	463556	63.57%
Abril	295488	516164	759812	303668	39.97%	456144	60.03%
Mayo	305165	513475	765072	290728	38.00%	474344	62.00%
TOTAL 2021	1509495	2415840	3925335	1434344	36.54%	2230063	61.04%
TOTAL 2020	3784319	5638921	8790792	3406918	38.76%	5383874	61.17%