



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable
del cantón Mocha y Pallatanga

Trabajo de titulación para optar el título de Ingeniero Civil

Autor:

Ramos Flores Lenin Xavier
Tapia Reino Katherin Mishell

Tutor:

Mgs. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

Riobamba, Ecuador. 2024

DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, **Lenin Xavier Ramos Flores** con cédula de ciudadanía **060598794-0**, y **Katherin Mishell Tapia Reino** con cédula de ciudadanía **060432327-9**, autores del trabajo de investigación titulado: “**Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones Mocha y Pallatanga**”, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedemos a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de nuestra entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 31 de Mayo del 2024

Lenin Xavier Ramos Flores

C.I: 060598794-0

Katherin Mishell Tapia Reino

C.I: 060432327-9

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones Mocha y Pallatanga**”, presentado por **Lenin Xavier Ramos Flores** con cédula de ciudadanía **060598794-0**, y **Katherin Mishell Tapia Reino** con cédula de ciudadanía **060432327-9**, bajo la tutoría de Msc. María Gabriela Zúñiga Rodríguez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 31 de mayo del 2024.

Ing. Jesica Brito

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma

Mgs. Nelson Estuardo Patiño Vaca

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma

MSc. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

TUTOR/A

Firma

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones Mocha y Pallatanga**”, presentado **Lenin Xavier Ramos Flores** con cédula de ciudadanía **060598794-0**, y **Katherin Mishell Tapia Reino** con cédula de ciudadanía **060432327-9**, bajo la tutoría de Msc. María Gabriela Zúñiga Rodríguez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 31 de mayo del 2024.

Ing. Jesica Brito

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma

Mgs. Nelson Estuardo Patiño Vaca

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **TAPIA REINO KATHERIN MISHELL** con **CC: 0604323279** y **LENIN XAVIER RAMOS FLORES** con **CC:060598794-0**, estudiantes de la Carrera de ingeniería civil, **NO VIGENTE**, Facultad de **ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado” **Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable del cantón Mocha y Pallatanga**”, cumple con el 9 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **turnitng** porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 30 de mayo del 2024.

Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez, Mgs.
TUTOR(A) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Dedico este logro principalmente a Dios y a mis ángeles del cielo, por su bendición constante a lo largo de toda mi vida, por darme la fuerza y sabiduría necesaria para alcanzar este logro. Donde quiera que estén, deseo que se sientan orgullosos de mí.

A mi madre, el pilar fundamental de mi vida, quien fue y sigue siendo mi mayor inspiración para esforzarme cada día y ser una mejor persona, le expreso mi eterna gratitud por su apoyo, sacrificio y amor incondicional. Gracias por tenderme su mano en cada tropiezo, por nunca dejar de creer en mí y por enseñarme que los sueños son posibles si se lucha por ellos.

A mi hermano, por ser mi amigo y la persona que me impulsa a seguir adelante, a superarme y a ser mejor cada día.

Tapia Reino Katherin Mishell

DEDICATORIA

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiarme en cada paso de este camino académico y por darme la paciencia y el coraje necesario para culminar esta etapa.

A mis padres, cuyo amor incondicional y sacrificios constantes han sido la base de mi educación y crecimiento. Gracias por su apoyo inquebrantable, por creer en mis sueños y por ser siempre mi refugio y mi inspiración.

A mis hermanas y hermano, por su constante ánimo y por recordarme siempre la importancia de la perseverancia y el esfuerzo.

A mi familia, mis amigos, compañeros de estudio y profesores, por su compañía, colaboración y valiosos aportes durante todos estos años. Su presencia ha enriquecido mi vida personal y académica de maneras innumerables.

A mi asesor de tesis, por su orientación, paciencia y sabiduría, que han sido fundamentales en la realización de este trabajo. Gracias por compartir su conocimiento y por su dedicación para ayudarme a alcanzar mis metas.

A todos aquellos que de alguna forma contribuyeron a la culminación de esta tesis, mi más sincero agradecimiento. Sus palabras de aliento y su fe en mí han sido una fuente constante de motivación.

Ramos Flores Lenin Xavier

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por todas sus bendiciones, a mi Víctor Tapia, quien siempre me demostró su amor y ahora desde el cielo cuida y guía mi camino. Te extraño y me hubiese encantado poder compartir contigo este gran logro, pero sé que donde quiera que estes, estas muy orgulloso de mí.

A mi madre, Pilar Tapia, por todo el sacrificio que ha hecho para que hoy cumpla mi sueño de ser profesional, por su apoyo durante toda mi vida y por ser la luz que ilumina mi vida en los momentos más oscuros. A mi hermano, David Silva por alentarme y motivarme para alcanzar este logro tan importante en mi vida.

A mis tíos, por su comprensión y estímulo constante, por confiar siempre en mí y darme su apoyo incondicional.

A mis bebés de 4 patitas, Kira y Chiquita, por ser mis compañeras en las frías madrugadas de desvelo y nunca hacerme sentir sola.

Agradezco a mis amigos, quienes me brindaron su amistad sincera, con quienes compartimos risas, llantos, viajes y muchas anécdotas que las llevare siempre en mi corazón.

A cada uno de los docentes de la carrera de Ing. Civil, por compartir sus conocimientos con paciencia y dedicación, especialmente a mi tutora de tesis Mgs. Gabriela Zúñiga, por ser una guía esencial para la culminación de mis estudios.

Con gratitud y cariño,

Tapia Reino Katherin Mishell

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por ser mi fuente inagotable de amor, apoyo y sabiduría. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis profesores y mentores, por guiarme y compartir sus conocimientos, encendiendo en mí la llama de la curiosidad y el deseo de aprender.

A mis amigos, por ser mi refugio y mi sustento en los días más difíciles. Su compañía y ánimo han sido fundamentales para llegar hasta aquí.

A tutora de tesis Ing. María Gabriela Zuñiga Rodríguez, Msc, por su guía y dedicación. Su paciencia, consejos y compromiso han sido fundamentales para la realización de este estudio. Gracias por creer en mi proyecto y ayudarme a convertirlo en una realidad.

Y finalmente, a todas aquellas personas que, de una forma u otra, han contribuido a mi crecimiento personal y académico. Esta tesis es también el fruto de su apoyo y generosidad.

Con gratitud y cariño,

Ramos Flores Lenin Xavier

INDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICACION ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT	
CAPITULO I. INTRODUCCION	17
1.1 Antecedentes	17
1.2 Zona de estudio.....	18
1.2.1 Población de estudio y tamaño de la muestra	20
1.2.1.1 Características de sistema de abastecimiento del cantón Pallatanga	20
1.2.1.2 Características del sistema de abastecimiento del cantón Mocha	22
1.3 Planteamiento del problema.....	24
1.4 Justificación.....	25
1.5 Objetivos	26
1.5.1 General	26
1.5.2 Específicos.....	26
CAPITULO II. MARCO TEORICO	27
2.1 Estado del arte	27
2.2 Marco teórico.....	27
2.3 Diagnóstico del balance hídrico	29
CAPITULO III. METODOLOGIA	30
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	30
3.2 Técnicas de recolección de Datos.....	31
3.3 Procesamiento y análisis de datos	31
3.3.1 Elaboración del balance hídrico	31
3.3.2 Rendimientos hídricos porcentuales	33
3.3.3 Índice de agua no registrada.....	34
3.3.4 Recopilación de información cantón Pallatanga	35
3.3.5 Recopilación de información cantón Mocha.....	38

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION	42
4.1 Resultados	42
4.1.1 Cantón Pallatanga	42
4.1.1.1 Balance hídrico Anual.....	42
4.1.1.2 Rendimiento de la red	47
4.1.1.3 Cálculo de las pérdidas económicas producidas y estimación del incremento de cobertura en el sistema de abastecimiento.....	48
4.1.2 Cantón Mocha	50
4.1.2.1 Balance hídrico anual.....	50
4.1.2.2 Caudal anual fugado – Porcentaje	54
4.1.2.3 Rendimiento de la red	55
4.1.2.4 Cálculo de las pérdidas económicas producidas y estimación del incremento de cobertura en el sistema de abastecimiento.....	56
4.1.3 Zonas de estudio afectadas.....	58
4.1.4 Operación y mantenimiento	61
4.1.5 Plan de mejora.....	62
4.2 Discusión.....	63
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
5.1 Conclusiones	67
5.2 Recomendaciones	68
BIBLIOGRAFIA	69
ANEXOS.....	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caudales inyectados por captación, cantón Pallatanga.....	21
Tabla 2. Redes de distribución, cantón Pallatanga.....	21
Tabla 3: Tanques de almacenamiento	21
Tabla 4: Categorización de usuarios	22
Tabla 5. Captaciones subterráneas, cantón Mocha	23
Tabla 6. Captaciones cantón Mocha	23
Tabla 7. Redes de distribución, cantón Mocha.....	23
Tabla 8: Tanques de almacenamiento	23
Tabla 9: Categorización de usuarios	24
Tabla 10. Estructura arbórea para el balance hídrico.....	32
Tabla 11: Cualificación de eficiencia del sistema en función a su desempeño.....	34
Tabla 12: Rango de desempeño del agua no contabilizada.....	34
Tabla 13: Caudal inyectado entre enero 2018 a diciembre 2022.....	35
Tabla 14. Caudal registrado entre enero 2018 a diciembre 2022	36
Tabla 15. Áreas bajo dependencia del GAD municipal del cantón Pallatanga.	36
Tabla 16. Áreas recreativas bajo dependencia del GAD municipal del cantón Pallatanga....	37
Tabla 17. Instituciones educativas del cantón Pallatanga.	37
Tabla 18. Instituciones particulares del cantón Pallatanga.....	37
Tabla 19. Resumen del caudal no controlado del cantón Pallatanga.	38
Tabla 20. Caudales inyectados del cantón Mocha.....	38
Tabla 21. Caudales registrados del cantón Mocha.....	39
Tabla 22. Espacios bajo competencias municipales	39
Tabla 23. Áreas recreativas y deportivas.....	40
Tabla 24. Instituciones educativas	40
Tabla 25. Instituciones particulares.....	41
Tabla 26. Resumen del Qic (Caudal incontrolado) cantón Mocha.....	41
Tabla 27: Balance hídrico del cantón Pallatanga año 2018 - 2020.....	42
Tabla 28: Balance hídrico del cantón Pallatanga año 2021 - 2022.....	43
Tabla 29. Resumen total del balance hídrico técnico general	44
Tabla 30. Balance hídrico del año 2018.....	45
Tabla 31: Balance hídrico del año 2019.....	45
Tabla 32: Balance hídrico del año 2020.....	46
Tabla 33: Balance hídrico del año 2021.....	46
Tabla 34: Balance hídrico del año 2022.....	47
Tabla 35: Rendimiento volumétrico en el periodo 2018-2022.....	47
Tabla 36: Rendimiento por redes en el periodo 2018-2022	48
Tabla 37: Tarifa básica establecida según la ordenanza N°002-2018	49
Tabla 38: Costos anuales producto del volumen incontrolado y fugado del cantón Pallatanga.	49
Tabla 39: Costos relacionaos con la tarifa propuesta por el ARCA	49
Tabla 40: Proyección de nuevos usuarios beneficiados por el IANC.....	50
Tabla 41. Balance hídrico anual 2018, cantón Mocha provincia de Tungurahua.....	51

Tabla 42. Balance hídrico anual 2019, cantón Mocha provincia de Tungurahua.....	51
Tabla 43. Balance hídrico anual 2020, cantón Mocha provincia de Tungurahua.....	51
Tabla 44. Balance hídrico anual 2021, cantón Mocha provincia de Tungurahua.....	52
Tabla 45. Balance hídrico anual 2022, cantón Mocha provincia de Tungurahua.....	52
Tabla 46. Caudal incontrolado fugado general	54
Tabla 47. Rendimientos anuales de la red "La Matriz", cantón Mocha	55
Tabla 48. Pérdidas económicas por fugas en la red "La Matriz"	56
Tabla 49. Pérdidas económicas con la tarifa recomendada por el ARCA.....	57
Tabla 50. Proyección de habitantes en función del caudal fugado	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona de estudio.....	19
Figura 2. Zona de estudio.....	20
Figura 3. Tanques de almacenamiento, cantón Pallatanga.....	22
Figura 4: Tanques de almacenamiento, cantón Mocha.....	24
Figura 5. Esquema del procedimiento de la investigación.....	31
Figura 6. Balance hídrico para un sistema de distribución de agua potable.	33
Figura 7: Indicador de agua no contabilizada	35
Figura 8: Balance hídrico del cantón Pallatanga	45
Figura 9: Rendimiento global de las redes del sistema del cantón Pallatanga.....	47
Figura 10: Rendimiento de redes durante 2018-2019.....	48
Figura 11. Balance de tarifas del cantón Pallatanga	50
Figura 12. Comparación de los caudales anuales inyectados, registrados e incontrolados del cantón Mocha.....	53
Figura 13. Porcentaje de agua fugada e incontrolada, cantón Mocha	55
Figura 14. Rendimiento anual global de la red "La Matriz"	56
Figura 15. Comparación de los costos de volúmenes incontrolados fugados	57
Figura 16: Rendimientos de las redes del cantón Pallatanga año 2018-2022.....	58
Figura 17: Ubicación de fugas, cantón Pallatanga	59
Figura 18: Rendimiento de la red del cantón Mocha año 2018-2022.....	60
Figura 19: Ubicación de fugas, cantón Mocha.....	61
Figura 20. Plan de acción para la reparación de fugas.....	62
Figura 21. Plan para la reducción de fugas de agua.....	63
Figura 22. Índice de agua no contabilizada, cantones Mocha y Pallatanga	65
Figura 23. Rendimientos globales de las redes, cantones Mocha y Pallatanga.....	65
Figura 24. Pérdidas económicas, cantones Mocha y Pallatanga	66
Figura 25. Incremento poblacional calculado, cantones Mocha y Pallatanga.....	66

RESUMEN

El suministro de agua potable es de gran importancia para el desarrollo de la sociedad y para garantizar una buena calidad de vida; por lo tanto, es importante contar con un eficiente sistema de distribución y principalmente un buen desempeño de las empresas encargadas, en este caso los municipios. Estas pérdidas o fugas de agua pueden producirse por que las infraestructuras son obsoletas, no se les da el mantenimiento necesario a las redes, falta de tecnología para la detección de fugas, entre otras, tomando en cuenta todos estos factores se puede determinar que actualmente en el Ecuador se presenta un valor de 320 millones de dólares en pérdidas de agua no contabilizada, lo que equivale a un aproximado de 696.2 millones de metros cúbicos de agua al año. Para esta investigación se planteó el estudio de dos zonas Mocha y Pallatanga con la finalidad de determinar el porcentaje de caudal fugado y el rendimiento que tiene cada una de las redes de distribución de agua. Para este trabajo de investigación se aplicó una metodología mixta basada en la recolección de datos y el método cualitativo para la elaboración de reportes de mantenimiento, fichas de evaluación, etc. En base a los resultados obtenidos en el balance hídrico propuesto por Cabrera et al. (1999), se obtuvo que la red del cantón Mocha denominada “La Matriz” se encuentra en un estado “Regular”, mientras que el cantón Pallatanga el cual cuenta con 4 redes de distribución se clasifican en un estado “Inaceptable”. Tomando en cuenta los resultados obtenidos se plantean recomendaciones para mejorar los sistemas de distribución para reducir las pérdidas de suministro y también pérdidas económicas que genera este problema.

Palabras claves: Agua potable, fugas, Mocha, Pallatanga, mantenimiento, sistema de distribución.

ABSTRACT

The drinkable water supply is of such great importance for the development of society and to ensure a good quality of life; therefore, it's important to count on an efficient distribution system and mostly the good performance of the companies in charge, in this case municipalities. These losses or leaks can be produced because of the obsolete infrastructures; they don't provide the necessary maintenance to the networks; there is a lack of technology for leak detection; and others. Considering all these facts, we can determine that nowadays in Ecuador there is a value of 320 million dollars in unaccounted for water losses, which means an approximate 696.2 million cubic meters of water per year. For this research, the study of two areas, Mocha and Pallatanga, was proposed in order to determine the percentage of leakage flow and the performance of each of the water distribution networks. For this research work, a mixed methodology based on the collected data and a qualitative method were applied, including the elaboration of maintenance reports, evaluation sheets, etc. Based on the obtained results in the hydric balance proposed by Cabrera et al. (1999), it was found that the network of canton Mocha named "La Matriz" is found in a "regular" state, while canton Pallatanga, which has four networks of distribution, classified as "unacceptable.". Taking into consideration the findings, present recommendations to improve the distribution systems to reduce the loss of provision and also the economic losses generated by this problem.

Keywords: drinkable water, leaks, Mocha, Pallatanga, maintenance, distribution system.

Revisado por: Andrea Paola Goyes Robalino

Fecha: 28-05-2024

Firma:



CAPITULO I. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

Los sistemas de agua potable tienen como finalidad mejorar la calidad de vida, salud y desarrollo de la población de un sector determinado, por lo que todo sistema debe regirse a las normas que estén vigentes; hay que tomar en cuenta que con el paso del tiempo y debido al mal uso de los sistemas estos con el tiempo generan fugas de agua lo que conlleva también a una pérdida económica. (Cárdenas D & Patiño F, 2010)

Para detectar las fugas no visibles es necesario realizar mediciones en campo para obtener datos de presión y caudal. Este proceso es más rápido y sencillo cuando el área monitoreada es pequeña y cuando las áreas son demasiado extensas se dividen en distritos hidromecánicos, para facilitar el monitoreo y control de las fugas que se generan en la red de distribución. (Hemery M & Weimer M, 2011)

Un sistema de agua al presentar fugas genera reducción de presión, lo cual para compensar dicha pérdida es necesario incrementar la dotación, por lo tanto, genera también una pérdida económica. Es normal que en todo sistema exista un porcentaje mínimo de fuga o de agua no contabilizada esto puede variar entre un 10 % o 20 %, si las fugas exceden ese porcentaje es necesario buscar soluciones o alternativas para solucionar dicho problema. (Zacharia M. & Lynchburg W, 2017)

Tomando en cuenta el Boletín Estadístico 2022 de la Agencia de Regulación y Control del agua (ARCA) a nivel nacional se tiene una cobertura promedio de agua potable de 80.99 %, relacionando los parámetros de agua distribuida y el volumen total facturado se obtiene un porcentaje de 47.23 % de agua no facturada. (ARCA, 2022)

Según el ARCA (2022), presenta que el total de la cobertura del servicio de agua potable en el cantón Pallatanga es de 59.72 % y el porcentaje de agua no contabilizada es de 73.66 %, este índice se encuentra por encima de la media que es 47.23 % lo cual podemos determinar que el desempeño es “Bajo”.

Con respecto al cantón Mocha nos indica que el porcentaje de cobertura es del 100 % y el porcentaje de agua no contabilizada es de 38.60 % que se encuentra por debajo de la media que es de 47.23 %, lo cual se determina que el desempeño del sistema de abastecimiento de agua potable se encuentra en una categoría “Media”. (ARCA, 2022)

El estudio de la incidencia de fugas en la red de distribución de agua potable es necesario para que los municipios encargados conozcan el estado de la misma con la finalidad de brindar un servicio eficiente. Esto se realizará mediante procesos técnicos y el análisis de los datos de los cantones Mocha y Pallatanga desde el año 2018 hasta el año 2022, con el objetivo de cuantificar la cantidad de agua no controlada en los sistemas, proporcionando soluciones y mejoras para aprovechar la dotación del líquido vital.

1.2 Zona de estudio

La investigación se centra en dos lugares ubicados en la región sierra del Ecuador.

Mocha es un cantón perteneciente a la provincia de Tungurahua situado a una altura de 3 272 m.s.n.m; tiene una superficie de 82.30 km^2 , limita al norte con el cantón Cevallos y Tisaleo, al sur con Quero y al oeste con el cantón Ambato. Mocha cuenta con 7 260 habitantes el cual cuenta con una red de distribución que sirve para el beneficio del 70 % de la población, el 30 % restante se cubrirá en un futuro ya que los estudios que se han realizado determinan que la ubicación donde se encuentran es de difícil acceso para ser trabajado. (GAD Mocha, 2023). **Ver Figura 1.**

La Unidad de Agua Potable y Alcantarillado del cantón Mocha es la empresa encargada del manejo y distribución de agua; este cantón cuenta con una sola red de agua denominada “La Matriz”.

Según el ARCA (2022) en este cantón se presenta un porcentaje de agua no contabilizada de 38.6 %, el cual está por debajo del dato nacional que es de 47.23 % y actualmente el cantón se encuentra en una “Categoría A”

A pesar de que esta red se encuentra en una buena categorización es importante recalcar que existen varios sectores donde se han registrado instalaciones clandestinas, lo cual genera pérdidas para el municipio. Por tal motivo se recomienda a la ciudadanía que al presenciar dichas instalaciones se reporte al municipio.

La principal problemática que se da en este cantón es que al momento de realizar los mantenimientos en la red, todos los usuarios se quedan sin este servicio, por lo que se debe realizar en ocasiones donde no afecte tanto a la población; actualmente el alcalde Danilo Ortiz informo en el Boletín de Prensa del GAD Mocha (2024) que para algunos sectores se implementaran los servicios básicos como son nuevas redes de agua potable y alcantarillado así como también apertura de vías y alumbrado público; pero todas estas mejoras se realizaran a lo largo de este año.

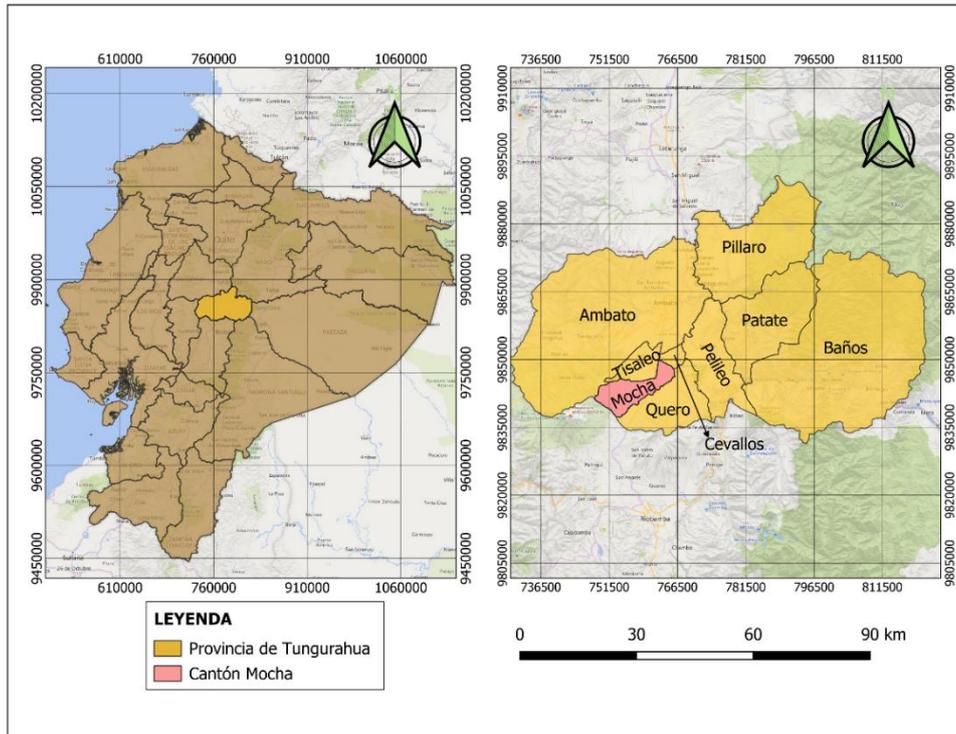


Figura 1. Zona de estudio

Pallatanga es un cantón que pertenece a la provincia de Chimborazo se encuentra a una altura de 1 285 m.s.n.m; tiene una superficie de 377 km^2 , limita al norte con el cantón Colta, al sur con Alausí, al este con Guamote y al oeste con el Río Chimbo (GAD Pallatanga, 2017). **Ver Figura 2.**

Cuenta con 11 796 habitantes aproximadamente. Para la dotación de agua potable en el cantón Pallatanga, únicamente están disponibles 11 fuentes de abastecimiento de tipo subterráneas y para la conducción cuenta con cuatro redes de distribución que permite el abastecimiento de agua potable con una cobertura a nivel cantonal del 59.72 % según el (ARCA, 2022b), además, en el cantón no cuenta con tanques de sedimentación y filtración de partículas.

Por otra parte, según el (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pallatanga, 2020a) estima que para la zona poblada el porcentaje de cobertura de abastecimiento de agua potable de la red pública es de un 81 % cuenta con un 18 % de abastecimiento de agua de vertiente y 1 % de agua de pozo para la población. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pallatanga, 2020a)

La entidad encargada del servicio es la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del cantón Pallatanga (EMAPAP), la cual, posee un sistema de distribución de agua potable que funciona desde el año 2004.

Por otro lado, según el (ARCA, 2022b), en el cantón Pallatanga cuenta con un 73.66 % de agua no contabilizada, en efecto, los daños encontrados generalmente para tener un alto caudal fugado son causados por la cristalización en las uniones de la tubería y en los accesorios, de esto se desprende que, su desempeño es “Bajo”.

Según el (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pallatanga, 2020a) otro problema importante detectado es el deslizamiento de masa por fuertes lluvias, teniendo como un evento de gran magnitud en el año 2008 un deslizamiento de masas que tuvo como resultado la destrucción del sistema de agua potable afectando a la quebrada Milliguayco, la cual, es una de las vertientes más grandes que tiene el cantón.

Actualmente la entidad encargada debe mejorar el Plan Maestro de agua potable, puesto que, el índice de agua no contabilizada en comparación con el año 2019 y el año 2022 se tiene un incremento del 69.66 % al 73.66 % según el (ARCA, 2022b).

De la misma manera el (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pallatanga, 2020a) ha detectado un problema frecuente para el incremento del caudal fugado no contabilizado es el asentamiento irregular y las tomas clandestinas para la agricultura que se realizan constantemente, puesto que, el cantón en su mayoría se dedica al cultivo de tomate, pimiento y frejol.

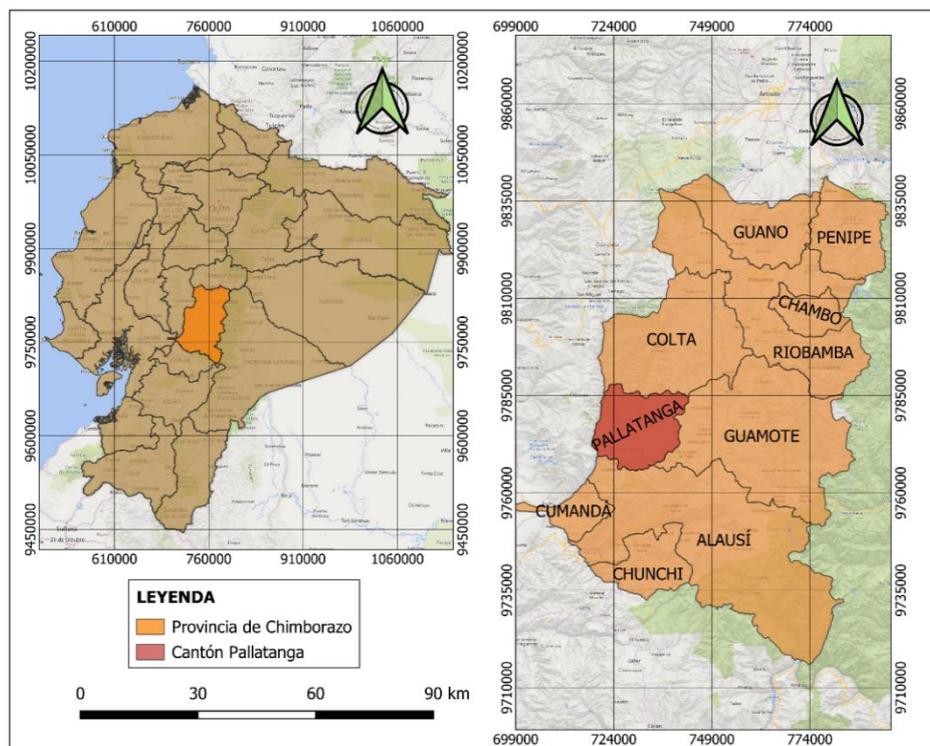


Figura 2. Zona de estudio

1.2.1 Población de estudio y tamaño de la muestra

1.2.1.1 Características de sistema de abastecimiento del cantón Pallatanga

El cantón Pallatanga cuenta con 1 472 usuarios los cuales se benefician del sistema de abastecimiento de agua potable. Para satisfacer esta demanda el cantón cuenta con 11 fuentes de abastecimiento subterráneas, las cuales se detallan en la **Tabla 1**. Para la distribución del servicio se tiene cuatro redes de distribución que abastece a la población, se detallan en la **Tabla 2**. Para la presente investigación se analizaron los datos desde el año 2018 hasta el año 2022.

Tabla 1. Caudales inyectados por captación, cantón Pallatanga

Vertiente	Captaciones subterráneas		Caudal [l/s]
	Coordenada UTM		
El Sagrario 1	729 312.80	9782 958.30	2.92
El Sagrario 2	729 071.50	9782 829.50	1.35
El Sagrario 3	729 035.00	9782 760.50	3.95
Milliguayco 1	728 606.50	9782 487.20	3.50
Milliguayco 2	728 620.70	9782 486.60	4.80
Las palmas 1	727 997.50	9780 958.30	1.10
Las palmas 2	727 744.00	9781 208.40	1.28
Lugmapata	727 493.20	9780 328.50	4.00
La Morera	726 682.80	9779 874.80	2.90
Guaro 1	730 176.40	9778 718.90	8.67
Guaro 2	730 213.90	9778 492.10	6.42
Total			40.89

Nota: el caudal corresponde a las mediciones realizadas en las fuentes de captaciones en el año 2022 por el personal del EMAPAP

Fuente: (EMAPAP, 2022)

Tabla 2. Redes de distribución, cantón Pallatanga.

Red de distribución	Redes de distribución de agua potables	
	Longitud [km]	Beneficiarios [Barrio]
Lugmapata	7.08	Jiménez, Cochapamba, María de Lourdes, La Morera, Los Nogales
La Morera	1.83	San Vicente, Cochapamba, La Florida
La Florida 1	4.57	Lindo, San Pedro, Cornelio Dávalos, San Francisco, Trece, 3 de Mayo, Orquídeas
Florida 2	12.65	La Unión, Central, Bellavista, La Merced, El Progreso, Soledad Naranjo, Santa Ana Sur, El Ingenio, Los Llanos

Fuente: (EMAPAP, 2022)

Los tanques de almacenamiento que posee Pallatanga son de diferente forma y capacidad de almacenamiento. **Ver Tabla 3 y Figura 3.**

Tabla 3: Tanques de almacenamiento

	Tanques	Forma de tanques	Capacidad de almacenamiento [m ³]
1	Lugmapata	Cilíndrico	130.00
2	La Moreira 1	Rectangular	45.00
3	La Moreira 2	Rectangular	4.00
4	La Florida	Cilíndrico	90.00
	Total		269.00

Fuente: (EMAPAP, 2022)

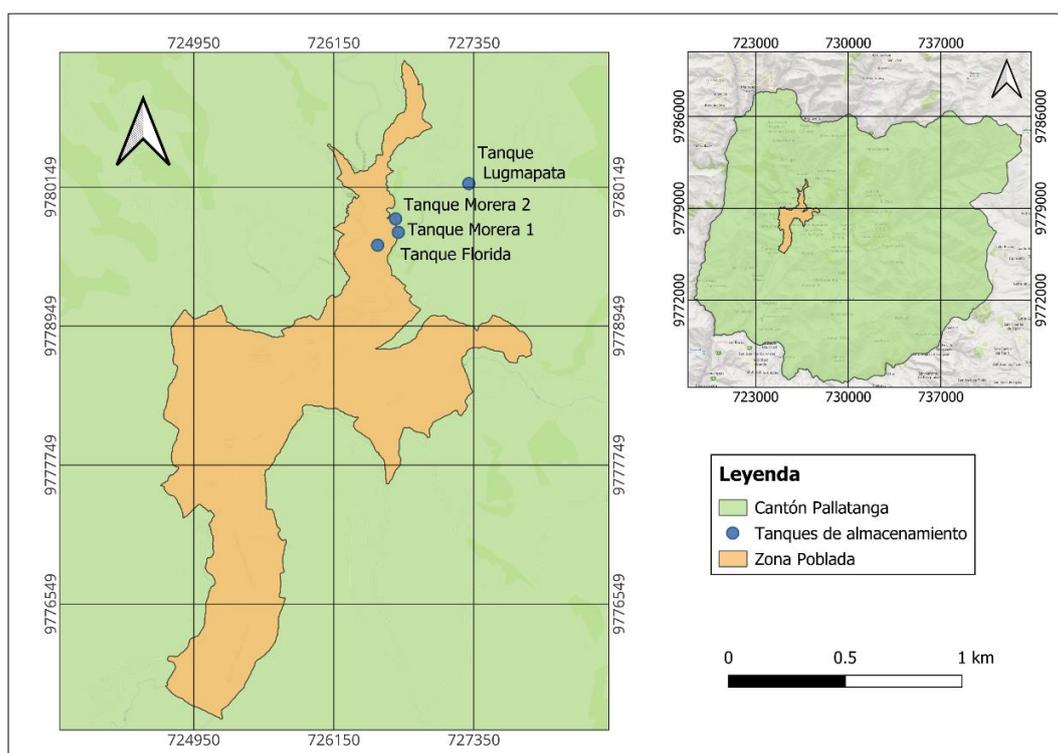


Figura 3. *Tanques de almacenamiento, cantón Pallatanga*

En la **Tabla 4** se detalla la cantidad de usuarios que están en la base de datos de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del cantón Pallatanga (EMAPAP).

Tabla 4: *Categorización de usuarios*

Categoría	Cantidad de usuarios	Porcentaje
Doméstico	822	55.84 %
Comercial	337	22.89 %
Industrial	7	0.48 %
Institucional	26	1.77 %
Discapacidad	2	0.14 %
Tercera edad domestico	245	16.64 %
Tercera edad comercial	33	2.24 %
Total	1 472	100 %

Fuente: (EMAPAP, 2022)

1.2.1.2 Características del sistema de abastecimiento del cantón Mocha

El cantón Mocha cuenta con 1 623 usuarios que tienen acceso a agua potable, este cantón dispone de una red denominada “La Matriz” destinada a la distribución en los sectores Centro, La Estación, La Matriz, Olalla, Capulispamba, Diez de Agosto, El Rey, Cacaguango, La Y, Chilcapamba, El Calvario, Cochalata, El Rey, San Juan, Cruz de Mayo, El Paraíso, cuenta con un volumen de distribución de 1.5 l/s. En este cantón también existen juntas parroquiales que se encargan de la distribución del agua, pero esto es independiente del GAD.

Los datos mostrados van desde el año 2018 hasta el 2022, proporcionados por el GAD Municipal de Mocha.

En la **Tabla 5 y 6** se detallan las fuentes de captación que posee el cantón Mocha con sus coordenadas y los caudales que se inyectan a la red de abastecimiento.

Tabla 5. *Captaciones subterráneas, cantón Mocha*

Captaciones subterráneas		
Vertiente	Coordenada UTM	Caudal (l/s)
El Chochal	752 092 9844 742	10.65
Total		10.65

Tabla 6. *Captaciones cantón Mocha*

Captaciones		
Vertiente	Coordenada UTM	Caudal [l/s]
Quillоторo – La Vaquería	755 026 9842 434	1.43
La Ratonera	759 537 9842 615	3.95
Total		5.38

Para la distribución en el cantón se tiene 1 redes de distribución la cual se detalla en la **Tabla 7**.

Tabla 7. *Redes de distribución, cantón Mocha*

Redes de distribución de agua potables		
Red de distribución	Longitud [km]	Beneficiarios [Barrio]
Mocha La Matriz	35.19	Centro, La Estación, La matriz, Olalla, Capulispamba, Diez de Agosto, El Rey, Cacaguango, La Y, Chilcapamba, El Calvario, Cochallata, El Rey, San Juan, Cruz de Mayo, El Paraíso

En la **Tabla 8 y Figura 4** se detallan los tanques de almacenamiento que posee el cantón Mocha.

Tabla 8: *Tanques de almacenamiento*

Tanques	Forma de tanques	Capacidad de almacenamiento [m³]
Chilcapamba	Cilíndrico	400.00
2 Sector la Y1	Cilíndrico	100.00
3 Sector la Y 2	Cilíndrico	50.00
4 Sector la Y 3	Cilíndrico	25.00
5 La estación	Cilíndrico	50.00
Total		625.00

Fuente: (GAD Mocha, 2022)

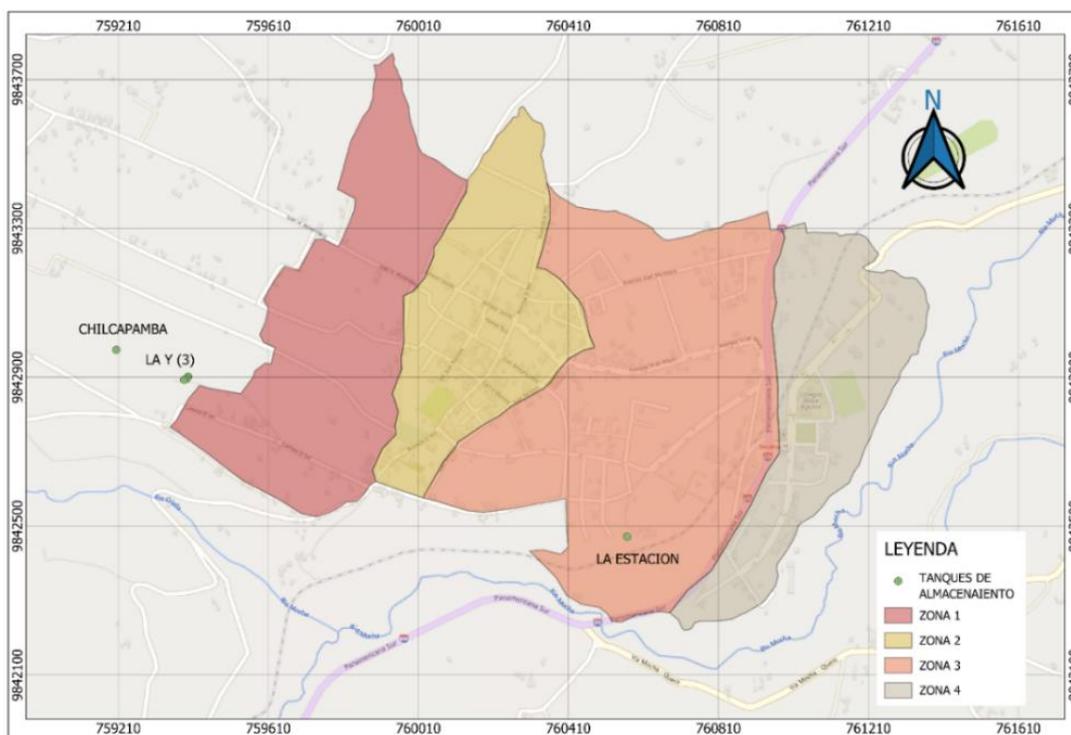


Figura 4: *Tanques de almacenamiento, cantón Mocha*

En la **Tabla 9** se detalla los usuarios que están en la base de datos del municipio y los cuales tiene el servicio de agua potable en el cantón.

Tabla 9: *Categorización de usuarios*

Categoría	Cantidad de usuarios	Porcentaje
Doméstico	1 170	72.08 %
Comercial	59	3.63 %
Industrial	7	0.43 %
Institucional	8	0.49 %
Discapacidad	8	0.49 %
Tercera edad domestico	265	16.32 %
Tercera edad comercial	36	2.21 %
Total	1 623	100 %

Fuente: (GAD Mocha, 2022)

1.3 Planteamiento del problema

En la distribución del agua potable es necesario contar con todos los elementos en óptimas condiciones, es por eso por lo que se debe controlar y verificar que no existan fugas de agua en la red.

En el cantón Mocha se presenta una red de distribución de agua, la cual tienen un caudal medido de 14 l/s diario. Uno de los problemas presentes en el cantón es que no cuentan con distribución de agua las 24 horas del día y por otra parte al no contar con la instalación de macromedidores no se puede medir constantemente los valores del caudal

aforado por lo que se tiene un valor referencial para todos los días y meses del año. El dato referencial del caudal medido proporcionado es del jueves 1 de diciembre del año 2022.

En el cantón Pallatanga al tener una red de distribución instalada hace más de 18 años, la tubería está por cumplir su vida útil; teniendo en cuenta que es un factor importante, ya que, por el estado de la tubería se tiende a una mayor posibilidad de presentar fugas de agua en su trayectoria.

Agregando a lo anterior, en el cantón no existen tanques de sedimentación y filtración de agua, por lo que, en algunos sectores los usuarios reciben el agua con sedimentos para su uso cotidiano. Estos tipos de sedimentos son partículas de tierra, piedras diminutas, contaminantes, entre otros, estas partículas al ser trasladadas en la red de distribución de agua podrían causar taponamientos, pérdidas de presión, rotura de la red, problemas en las válvulas, inconvenientes de los medidores y problemas en el interior de la vivienda. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pallatanga, 2020)

Por lo tanto, esta investigación tiene la siguiente interrogante ¿En qué zona existe la mayor cantidad de agua no contabilizada y que alternativas existen para reducir esta problemática? Para ello es necesario contar con información actualizada de volúmenes de agua que se suministra a las redes de distribución, planos para visualizar la trayectoria de la red, volúmenes de consumo mensual medidos y facturados en el transcurso de los últimos años, valores de recaudaciones, expedientes de operación y mantenimiento, que se realizan para dar soluciones y lograr tener un sistema eficiente que garantice la dotación a sus usuarios.

1.4 Justificación

En toda red de distribución se presentan fugas por lo que es necesario que los municipios organicen controles y mantenimientos constantes en las redes para que el índice de agua incontrolada disminuya.

Durante los años de estudio comprendidos entre el 2018 y 2022 se presentaron varios resultados, en los cuales para el cantón Pallatanga el año donde se presentó una mayor pérdida fue en el 2020 con un porcentaje de 71.71 %, esto debido a que en ese año se presentó la pandemia que afectó a nivel mundial con un confinamiento obligatorio, de tal manera que al permanecer en los hogares constantemente se consumió más agua y por lo tanto se generó más fugas de agua.

Para el cantón Mocha se presente un porcentaje de agua fugada de 28 % en el año 2022, esto debido a que la red no tiene un mantenimiento y control constante, tomando en cuenta también que existen instalaciones clandestinas que detectó el municipio.

Estos problemas es importante que se estudien el estado de las redes, ya que no solo son pérdidas de agua sino también se genera pérdidas económicas para la entidad encargada de este servicio.

Con esta investigación se quiere brindar información sobre el estado de las redes para que los municipios como entidad encargada pueda brindar un mejor servicio a los usuarios,

planteando estrategias que ayuden a la disminución de fugas en la red, así como también plantear sistemas de control y mantenimiento de las mismas.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

- Identificar la cantidad de agua fugada en la red de distribución de agua potable en los cantones Mocha y Pallatanga.

1.5.2 Específicos

- Obtener los factores importantes que inciden en las fugas de agua dentro de la red de agua potable en los cantones Mocha y Pallatanga.
- Obtener la relación entre la tarifación y la cantidad de agua fugada para determinar las pérdidas económicas.
- Realizar mapas donde se identifique las zonas con más incidencia de fugas, identificando las causas y problemas en cada zona estudiada.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 Estado del arte

A nivel mundial se presenta la problemática sobre fugas de agua, el porcentaje mundial que se estima es de un 34 % de agua no contabilizada, este porcentaje no es el mismo en todas las regiones; en Estados Unidos se presenta un porcentaje entre el 10 % y 30 %, en Europa se estima una pérdida del 12 % y en América Latina un 42 %. (Corp, 2019)

Dentro del Ecuador se realizaron varios programas que ayudan a la disminución de la cantidad de agua fugada, uno de estos se realizó en la ciudad de Cuenca en el año 2020 ya que se contabilizó un porcentaje elevado de fugas de agua, inicialmente se obtuvo un índice de 53 % y tras realizar dicho programa este disminuyó a un 29 %, esto se basó en el mejoramiento de macromedidores en las plantas, capacitaciones a los operadores que realizan los mantenimientos, asistencia técnica, etc. (Cordero, 2006)

Según Cuyo (2022) en la ciudad de Quito se realizó un estudio en el cual se determinó que los sistemas de abastecimiento que cuentan con más de 7 piezas tiene mayor probabilidad de presentar fugas, caso contrario que los tramos en los que se tienen únicamente hasta 2 piezas; otro aspecto que se tomó en cuenta es referente al diámetro de las tuberías, los diámetros entre 100 mm a 150 mm son menos propensos a presentar fugas, caso contrario a las tuberías que tienen un diámetro de 12 mm a 75 mm, el material también tiene mucho que ver con las fugas, es por esto, que las tuberías con materiales de policloruro, vinilo y acero son mejores para evitar las fugas.

En la ciudad de Riobamba, tomando en cuenta publicaciones recientes se presenta un porcentaje de 31 % de agua fugada, esto económicamente representa una pérdida de \$3 295.959 anuales para la institución encargada de la distribución del agua; todos estos problemas se presentan debido a la falta de macromedidores en la salida de los tanques, también presentaron instalaciones antiguas y nuevas en el mismo sistema, el mantenimiento y la operación que se le da en esta ciudad es bastante deficiente, lo que se requiere que la entidad responsable proponga planificaciones adecuada, y en el caso de ser posible implementar maquinaria y herramientas para dicho mantenimiento. (Achache & Gómez, 2022).

2.2 Marco teórico

Un sistema de agua potable consiste en un conjunto de obras encargadas de captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales (subterráneas o superficiales) hasta los habitantes de una localidad determinada, esta debe tener una buena calidad para poder satisfacer las necesidades humanas debido a que es un líquido vital. (Jiménez, 2013)

Partes de las redes de abastecimiento de agua potable.

Captación: La parte principal del sistema de abastecimiento es la captación, que puede ser una o varias, dependiendo de la extensión del lugar a estudiar, es necesario conocer algunas características como son la disponibilidad de agua para considerar que tipo de

captación se va a emplear, estas pueden ser superficiales como ríos, arroyos, lagos, entre otros, o subterráneas como pozos profundos o galerías filtrantes. (SIAPA, 2014)

Para las captaciones se tienen los siguientes tipos de aguas tomando en cuenta la forma en la que se encuentra.

Superficiales: son las que están visible y se pueden utilizar fácilmente, estas pueden ser ríos, lagos o lagunas; la ventaja que presentan este tipo de captaciones es que si se encuentran contaminada estas pueden ser tratadas con facilidad y el costo no es tan elevado, por lo contrario, la desventaja que presenta es que al estar expuesto al aire libre tienden a contaminarse fácilmente y presentar turbiedad con más facilidad.

Subterráneas: aquellas que como su nombre lo indica se encuentran en el subsuelo lo que su extracción es más difícil y costosa, estas pueden ser pozos o galerías filtrantes, una ventaja que presentan es que están más protegidas por lo que no están tan expuestas a contaminaciones. (Jiménez, 2013)

Conducción: Parte del sistema que se encarga de trasladar el agua de la captación hasta un tanque de regulación, el transporte de puede dar por bombeo o por gravedad; estas líneas de conducción deben ser paralelas a un camino para que su inspección sea más fácil y en el caso de existir fugas o desperfectos pueden detectarse y corregirse con facilidad.

En esta parte se debe tomar en cuenta que si las líneas de conducción están sometidas a altas presiones se debe colocar válvulas reductoras de presión.

Potabilización: Este proceso se realiza solamente si el sistema lo requiere, es decir, cuando el agua que es conducida por la red no cumple con uno o varios de los parámetros físico, químicos o bacteriológicos que determina la norma. (SIAPA, 2014)

Red de distribución: El sistema está compuesto por una red de tuberías encargados de entregar el agua desde la captación hasta los domicilios de los usuarios, en esta red de distribución se tiene dos tipos de instalaciones, los del servicio público que son las líneas de alimentación, redes primarias, secundarias y tomas domiciliarias; y las instalaciones particulares que son las que se realizan en las edificaciones y esta es responsabilidad de los usuarios.

Tomas y medidores domiciliarias: Estas tomas pueden ser de abastecimiento habitacional unifamiliar, multifamiliar, comercial e industrial. (SIAPA, 2014)

Fugas en la red de distribución

La diferencia que se produce entre el agua inyectada en la red de distribución y el consumo de los usuarios se lo conoce como pérdidas o fugas de agua. El estudio de las fugas de agua en una red de distribución se está realizando con más frecuencia, con la finalidad de tener un sistema eficiente evitando los sobrecostos a las empresas encargadas, para poder beneficiar a más usuarios y poblaciones que la necesitan.

El problema principal son los factores que influyen como lo recalca Montoya L. & Montoya R. (2012) puede ser el estado de la tubería, la mala lectura de los medidores,

conexiones de contrabando, agua no contabilizada, tuberías antiguas (HG) que tengan problema de corrosión, conexiones de mala calidad, accesorios y tuberías que no cumplan con la normativa NTE INEN 1744, fisuras en las uniones de accesorios por asentamiento del suelo o tráfico vehicular, variaciones de presiones, entre otras.

Estas fugas pueden atribuirse a los siguientes problemas: daños en las edificaciones, específicamente en los cimientos, el ingreso de aire que puede influir en la mala lectura de los medidores, presencia de salitre en las paredes de las viviendas, enfermedades por humedad a los habitantes, colapso en el sistema de alcantarillado, agua contaminada, pérdidas de presión en la red.

Tipos de fugas

Según García J & Pérez F (2020) las fugas se clasifican en tres grupos:

Roturas: Son las que se presentan cuando las tuberías se rompen, en este tipo de fugas se pierde gran cantidad de agua en un lapso corto de tiempo, la ventaja de estas es que son fáciles de detectar y se pueden reparar fácilmente. Estas se pueden detectar fácilmente por que se genera ruido al fugarse el agua.

Fugas ocultas de mediano o gran caudal: Estas se presentan en terrenos donde se genera filtración de agua, estas pueden detectarse ya que al fugarse el agua la presión varía. Éstas al no presentar ruido es necesario utilizar un equipo especializado para detectar la fuga.

Fugas de pequeño caudal: Se presentan en las válvulas de regulación, su detección es más difícil porque no genera cambios de presiones, pero al no presentarse este cambio se genera gran pérdida de agua, y por lo general estas se dan cuenta en el tema económico ya que el costo en la factura aumenta.

2.3 Diagnóstico del balance hídrico

Para el diagnóstico de pérdidas o fugas en una red de abastecimiento de agua potable el balance hídrico es el primer paso que se debe realizar con la finalidad de tasar el agua no contabilizada o no facturada. Según Thornton et al., (2008), el cálculo del balance hídrico tiene la finalidad identificar las pérdidas de toda el agua que se suministra a la red de distribución; para ello se estima que los componentes para el balance hídrico deben estar regulados por las recomendaciones del IWA (International Water Association).

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación la metodología que se aplica es mixta, teniendo el método cuantitativo ya que se hace el uso de la recolección de datos de consumo, mediciones, cantidad de caudal inyectado en la red, contabilización de fugas y balances hídricos con la finalidad de determinar la cuantía de agua que se pierde en la red; y como método cualitativo se emplea fichas de reparaciones, reportes de averías, con la finalidad de contar con un registro de los trabajos realizado en cada zona de estudio.

Esta investigación es correlacional ya que se busca encontrar la explicación de las variables que producen un evento y las causas, en este caso las pérdidas de agua en la red que repercute al consumo y costos, tanto a los usuarios como a las empresas encargadas de su manejo.

Para iniciar con este trabajo es necesario contar con una búsqueda bibliográfica relacionada el tema de tesis, esta se realiza mediante bibliotecas virtuales y repositorios universitarios que nos proporcionan información verídica y tener un enfoque más claro acerca de las fugas que se presentan en el Ecuador.

Posterior a la búsqueda bibliográfica se procede a la obtención de información y datos de los municipios destinados a la distribución del agua potable del cantón Mocha y Pallatanga; los datos obtenidos son procesados y analizados mediante softwares para facilitar su análisis, en este caso se usa el software de Microsoft Excel.

Una vez que se procesan los datos, se realiza el análisis para obtener los resultados necesarios que sean capaces de responder la hipótesis planteada, se hace la comparación de los datos de los dos lugares de estudio y finalmente se realiza las conclusiones y recomendaciones sobre el tema.

Se debe tomar en cuenta que los valores presentados son de los años comprendidos entre el 2018 al 2022, es importante realizar este tipo de estudios constantemente para conocer el estado de los sistemas en los diferentes cantones para poder identificar y analizar el problema para finalmente encontrar una solución y que el sistema se encuentre en óptimas condiciones para su funcionamiento.

Todo lo mencionado anteriormente se puede visualizar de manera más resumida en la **Figura 5**.

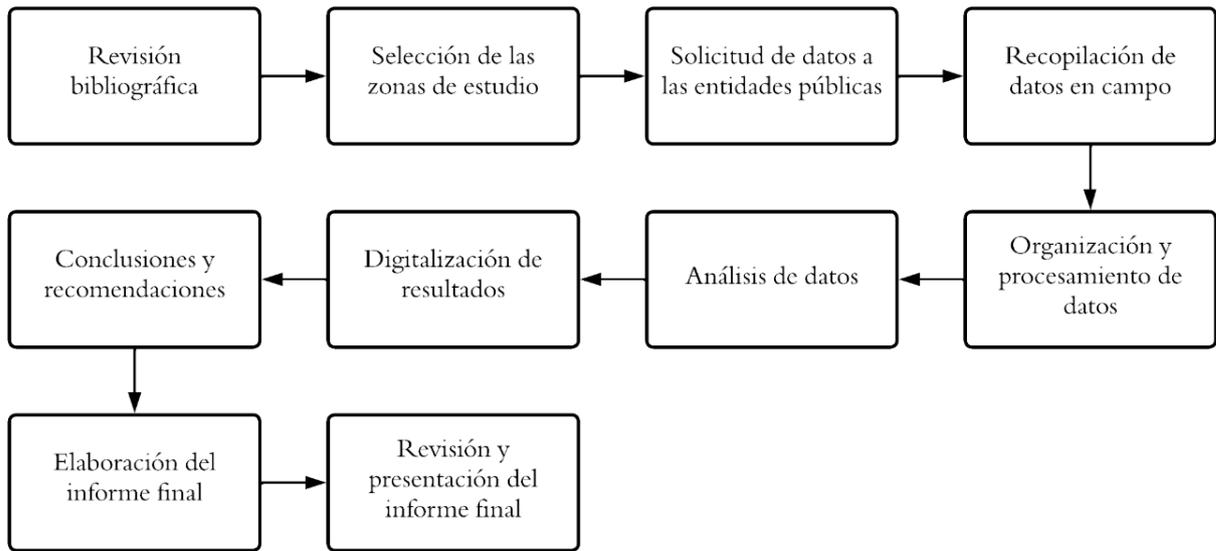


Figura 5. *Esquema del procedimiento de la investigación*

3.2 Técnicas de recolección de Datos

Para la recolección de datos partimos de la siguiente información proporcionada por los GADS de los cantones propuestos como zonas de estudio:

- Planos del sistema de agua potable
- Datos de volúmenes inyectados al sistema general y a cada red de distribución
- Reporte mensual de volúmenes facturados por usuario
- Estadísticas de agua no contabilizada
- Reglamentos, manuales, informes y documentos con información relevante al tema

La información fue entregada de manera física posterior a la autorización de la entidad competente de cada zona de estudio de los cantones propuestos.

3.3 Procesamiento y análisis de datos

Una vez recolectada la información necesaria se realiza el análisis y procesamiento de los datos mediante herramientas informáticas de Microsoft como son: Word y Excel. Se utilizan los softwares como AutoCad, QGIS y Google Earth para identificar las zonas de estudio y la problemática plantada, que es la identificación de fugas en los cantones de Mocha y Pallatanga. Además, se realiza visitas de campo para corroborar los trabajos de reparación de las redes que presentan daños y para la toma de datos necesarios para los cálculos realizados.

3.3.1 Elaboración del balance hídrico

El balance hídrico o también denominado auditoría volumétrica del abastecimiento urbano tiene la finalidad de determinar el rendimiento y estado de la red, por esta razón Cabrera et al. (1999) propone realizar el balance hídrico con la estructura arbórea que se muestra en la **Tabla 10**. Esto se lo realiza con el objetivo de determinar los eventos que

afectan al rendimiento de la distribución de agua en la red, además identificar las posibles fugas que se presentan en su trayectoria.

Tabla 10. Estructura arbórea para el balance hídrico

Nivel 0 – Caudal total del sistema	Q: Caudal inyectado	Se lo realiza mediante contadores que están instalados en la red.
Nivel 1 – Eficiencia de la gestión	Qr: Caudal registrado	Medidores instalados
	Qi: Caudal incontrolado	Sin conocimiento de uso
Nivel 2 – Estado de la red y sus acometidas	Qic: Caudal incontrolado consumido	Consumido por los usuarios
	Qif: Caudal incontrolado perdido.	Pérdidas por fugas en la red
Nivel 3 – Eficiencia de la medida	Qica: Caudal incontrolado no medido	Ausencia de medidores de agua
	Qice: Caudal incontrolado no registrado	Error en la lectura de los medidores
Nivel 4 – Control de acometidas	Qical: Caudal incontrolado por ausencia de medidores	Ausencia de medidores, pero autorizado el consumo por la entidad competente
	Qicai: Caudal incontrolado por acometidas ilegales	Presencia de acometidas subrepticia ilegal

Para definir los términos y las ecuaciones que hace referencia Cabrera et al. (1999) en su estudio para el balance hídrico menciona lo siguiente:

- **Caudal inyectado Q**

Para medir este parámetro se lo realiza mediante micromedidores que son instalados en la salida de cada tanque de reserva o usar un caudalímetro en la misma salida.

- **Caudal registrado Qr**

Demanda del suministro instalado y registrado en cada domicilio del usuario.

- **Caudal incontrolado Qi**

Cantidad de agua que no es contabilizada por la entidad competente, cuyo destino es desconocido. Para ello se lo calcula de la siguiente manera:

$$Q_i = Q - Q_r \quad (1)$$

- **Caudal incontrolado consumido Qic**

Consumo de agua que no tiene registro la entidad autorizada de la distribución de agua potable.

- **Caudal incontrolado perdido Qif**

Cantidad de agua que no es contabilizado por fugas presentes en la red de distribución, por ende, la entidad desconoce dicha cantidad. Se presenta la siguiente ecuación para determinar su cantidad.

$$Q_{if} = Q - (Q_r + Q_{ic}) \quad (2)$$

- **Caudal suministrado a los usuarios Q_s**

Es la cantidad de agua que se proporciona a los abonados, por lo tanto, para su cálculo se debe cumplir con la siguiente ecuación:

$$Q_s = Q_r + Q_{ic} = Q - Q_{if} \quad (3)$$

Todo lo mencionado se lo resume en la **Figura 6**.

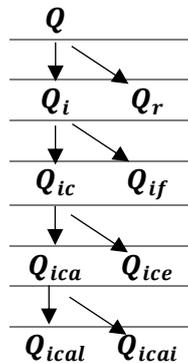


Figura 6. Balance hídrico para un sistema de distribución de agua potable.

Fuente:(Cabrera et al., 1999)

3.3.2 Rendimientos hídricos porcentuales

Para determinar los rendimientos porcentuales de una red de abastecimiento de agua potable y a su vez la eficiencia que tiene, Cabrera et al. (1999) propone lo siguiente:

- **Rendimiento global del sistema η_s**

Para su cálculo se emplea la siguiente ecuación, la cual debe cumplir la relación del caudal total inyectado en el sistema (Q) y el caudal registrado por la entidad competente (Q_r).

$$\eta_s = \frac{Q_r}{Q} \quad (4)$$

- **Rendimiento de la red η_r**

Hace referencia al cociente entre el volumen suministrado (Q_s) a todos los usuarios de la red y el volumen total inyectado (Q) desde los tanques de abastecimiento.

$$\eta_r = \frac{Q_s}{Q} \quad (5)$$

- **Rendimiento de la gestión η_g**

Es determinado entre el volumen suministrado (Q_r) y el volumen total inyectado a la red (Q_s).

$$\eta_g = \frac{Q_r}{Q_s} \quad (6)$$

En la **Tabla 11** se indica la escala que Cabrera et al. (1999) propone basándose en la investigación realizada por AWWA (American Water Works Association) titulado detención de fugas y agua registrada. Esta propuesta es una cualificación de la gestión que tiene el sistema de distribución de agua potable en función a su desempeño.

Tabla 11: *Cualificación de eficiencia del sistema en función a su desempeño*

Calificación	Rango
Excelente	$\eta_s > 0.90$
Muy bueno	$0.80 < \eta_s < 0.90$
Bueno	$0.70 < \eta_s < 0.80$
Regular	$0.60 < \eta_s < 0.70$
Malo	$0.50 < \eta_s < 0.60$
Inaceptable	$0.50 < \eta_s$

Fuente (Cabrera et al., 1999)

3.3.3 Índice de agua no registrada

Según el ARCA (2022), el promedio de agua no contabilizada en el país asciende a un 47.23 %, por consecuencia, este parámetro indica que el desempeño de la distribución de agua en el país debe ser mejor gestionado. Es decir, mientras menor sea el porcentaje el desempeño de la red será mejor. Por lo cual la Agencia de Regulación y Control del Agua, establece los siguientes rangos para cualificar el desempeño de la distribución de agua. **Ver Tabla 12.**

Tabla 12: *Rango de desempeño del agua no contabilizada*

Categoría	Rango
Rango I → Alto	$4.80 \leq IANC \leq 30$
Rango II → Medio	$30 \leq IANC \leq 45$
Rango III → Bajo	$IANC > 45$

Fuente: (ARCA, 2021)

Agregando a lo anterior para el cálculo de Índice de agua no contabilizada (IANC) el ARCA (2021) propone la siguiente ecuación.

$$\%IANC = \frac{V_s - V_r}{V_s} * 100 \quad (7)$$

Donde:

V_r (m^3) : Volumen registrado y facturado

V_s (m^3) : Volumen suministrado a la población

Además de ello también se presenta en la **Figura 7** los indicadores de agua no contabilizada y el porcentaje que pertenece a cada categoría, los cuales el (ARCA, 2022b) establece que mientras menor sea el porcentaje mejor desempeño tendrá las redes de distribución. Para esto las categorías establecidas son “A” con un porcentaje de 27 % y “B” con un 46 % que indica un desempeño “Medio”. Por otro lado, la categoría “C” con un 51 % y “D” con un 62 % se encuentran en un desempeño “Bajo”.

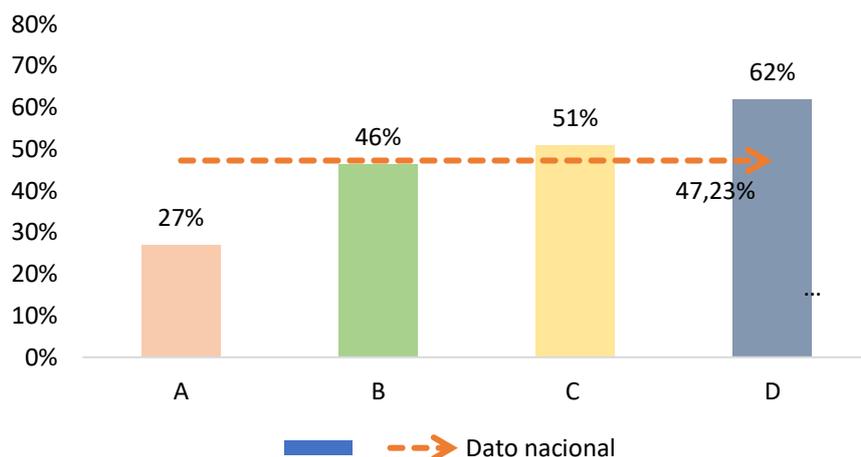


Figura 7: Indicador de agua no contabilizada

Fuente: (ARCA, 2022)

La provincia de Chimborazo consta de 10 cantones los cuales solo 2 se encuentran en la categoría B que son Chunchi y Riobamba, puesto que, tienden a estar por debajo del dato promedio nacional. Los 8 cantones restantes se encuentran en la categoría C tendiendo a estar por encima del dato nacional, por esta razón el ARCA (2022) determina un desempeño “Bajo”.

3.3.4 Recopilación de información cantón Pallatanga

Caudales inyectados (Q_i)

Para el cantón Pallatanga los caudales inyectados fueron proporcionados por el GAD, los datos se detallan en la **Tabla 13** donde se presentan los caudales de cada una de las redes en el periodo de análisis que va desde el año 2018 hasta el año 2022.

Tabla 13: Caudal inyectado entre enero 2018 a diciembre 2022

Red	2018	2019	2020	2021	2022
	[m ³ /año]				
Lugmapata	91 953.80	116 042.30	146 470.69	125 514.24	108 073.68
Morera	72 981.20	107 900.85	133 352.01	118 715.60	115 243.72
Florida 1	134 546.10	179 441.87	208 334.63	194 083.63	183 653.81
Florida 2	239 470.70	260 301.79	312 475.69	288 051.76	268 602.29
Total	538 951.80	663 686.81	800 633.02	726 365.23	675 573.50
Promedio	134 738.00	165 921.70	200 158.26	181 591.31	168 893.38

Caudales registrados (Q_r)

En la **Tabla 14** se presentan los valores correspondientes a los caudales registrados por la entidad competente del cantón Pallatanga desde enero del año 2018 hasta diciembre del año 2022.

Tabla 14. Caudal registrado entre enero 2018 a diciembre 2022

Red	2018	2019	2020	2021	2022
	[m ³ /año]				
Lugmapata	48 343.30	42 589.40	41 391.80	47 498.60	40 587.00
Morera	36 925.80	39 831.50	38 711.50	44 422.90	37 958.80
Florida 1	59 661.60	62 124.00	60 377.10	69 285.00	59 203.20
Florida 2	100 478.40	88 519.20	86 030.20	98 722.80	84 357.40
Total	245 409.10	233 064.10	226 510.60	259 929.30	222 106.40
Promedio	61 352.30	58 266.00	56 627.70	64 982.30	55 526.60

Fuente. (EPMAPAP Cantón Pallatanga, 2022).

Caudal incontrolado (Qic)

Para el cálculo del Qic se establece que en el cantón existe conexiones que no están cuantificadas por la empresa EMAPAP. Para ello se verifica con el catastro proporcionado por la misma, con la finalidad de asignar una dotación según el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pallatanga (2020). Ver **Anexo 1**

Agregando a lo anterior, se tiene los datos para las **tablas 15, 16, 17 y 18**, la estimación de los caudales incontrolados en las diferentes áreas del cantón Pallatanga y las dotaciones correspondientes según la norma NEC-11 en el capítulo 16, en el apartado de “Dotaciones para edificaciones de uso específico”. (MIDUVI, 2011a)

Áreas bajo dependencia del GAD Pallatanga

En la **Tabla 15** se detalla las áreas que están bajo la dependencia del GAD municipal de Pallatanga.

Tabla 15. Áreas bajo dependencia del GAD municipal del cantón Pallatanga.

Nombre	Cantidad	Unidad	Dotación	Dotación [l/s]	Caudal mensual [m ³ /mes]
Cementerio Municipal	50	L/visitantes/día	3	0.002	4.50
Coliseo Municipal	2500	L/m ² /día	5	0.145	375.00
Mercado Municipal	75	L/puesto/día	100	0.087	225.00
Gobierno autónomo descentralizado	50	L/personas/día	50	0.029	75.00
Total					679.50

Áreas recreativas

El cantón posee áreas recreativas las cuales no poseen micro medición para la cuantificación del consumo de agua por los cual se detalla en la **Tabla 16** las dotaciones y los consumos correspondientes.

Tabla 16. *Áreas recreativas bajo dependencia del GAD municipal del cantón Pallatanga.*

Nombre	Área [m ²]	Unidad	Dotación	Dotación [l/s]	Caudal mensual [m ³ /mes]
Parque Acuático Pallatanga	1 120	L/m ² /día	15	0.194	504.00
Parque Central	2 520	L/m ² /día	2	0.058	151.20
Parque de la Familia	750	L/m ² /día	2	0.017	45.00
Parque del Buen Vivir	1 200	L/m ² /día	2	0.028	72.00
Total					772.20

Instituciones educativas

En la **Tabla 17** se detallan los consumos que realizan las instituciones educativas que tiene el cantón.

Tabla 17. *Instituciones educativas del cantón Pallatanga.*

Nombre	Visitantes	Unidad	Dotación	Dotación [l/s]	Caudal mensual [m ³ /mes]
UE. Carlos María de la Condamine	1 215	L/estudiante/día	20	0.281	729.00
UE. Policarpa Salavarrieta	738	L/estudiante/día	20	0.171	442.80
UE. Provincia de Chimborazo	331	L/estudiante/día	20	0.077	198.60
UE Especializada de Pallatanga	37	L/estudiante/día	20	0.009	22.20
Total					1392.60

Particulares

En la **Tabla 18** se detalla los consumos realizados por conexiones particulares que tiene la zona de estudio.

Tabla 18. *Instituciones particulares del cantón Pallatanga.*

Nombre	Visitantes	Unidad	Dotación	Dotación [l/s]	Caudal mensual [m ³ /mes]
Gobernación de Chimborazo	20	L/personas/día	50	0.012	30.00
Diócesis de Riobamba	30	L/personas/día	5	0.002	4.50
Corporación de Beneficencia Tabernáculo	153	L/ocupante/día	200	0.354	918.00
Asociación de productores pecuarios del cantón Pallatanga	10	L/personas/día	50	0.006	15.00
Fiscalía Provincial cantón Pallatanga	20	L/personas/día	50	0.012	30.00

Judicatura	20	L/personas/día	50	0.012	30.00
Iglesia católica central de Pallatanga	60	L/concurrentes/día	5	0.003	9.00
Cnt Pallatanga	5	L/trabajador/jornada	80	0.005	12.00
Subcentro de Salud Pallatanga	30	L/ocupantes/día	500	0.174	450.00
Centro de revisión técnica vehicular	20	L/trabajador/jornada	80	0.019	48.00
Total					1546.50

Recopilación del Qic

En la **Tabla 19** se realiza el resumen de los valores obtenidos anteriormente, resultado de este, los que se usan para el balance hídrico de la zona de estudio.

Tabla 19. *Resumen del caudal no controlado del cantón Pallatanga.*

Nombre	Caudal mensual [m ³ /mes]
Área bajo dependencia del GAD	679.50
Áreas recreativas	772.20
Instituciones Educativas	1 392.60
Particulares	1 546.50
Total	4 390.80

3.3.5 Recopilación de información cantón Mocha

Caudales inyectados (Qi)

En la **Tabla 20** se presentan los valores de los caudales inyectados, los datos obtenidos pertenecen a la red “La Matriz” los cuales fueron proporcionados por la entidad encargada y para los meses Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre del último año se utilizó un caudalímetro ultrasónico; estos datos van desde el 2018 hasta el año 2022. Ver **Anexo 2**.

Tabla 20. *Caudales inyectados del cantón Mocha*

Mes	2018	2019	2020	2021	2022
	[m ³ /mes]				
Enero	31 352.00	23 471.00	31 929.00	22 303.00	24 645.00
Febrero	28 381.00	23 190.00	25 849.00	21 648.00	27 643.00
Marzo	21 710.00	30 324.00	23 181.00	24 330.00	25 590.00
Abril	29 225.00	22 579.00	51 987.00	24 757.00	33 902.00
Mayo	24 801.00	30 428.00	25 521.00	25 136.00	22 665.00
Junio	25 346.00	21 118.00	23 030.00	22 665.00	23 716.00
Julio	23 337.00	23 448.00	30 795.00	23 148.00	31 557.00
Agosto	23 230.00	26 187.00	19 298.00	25 839.00	25 760.00
Septiembre	30 917.00	22 820.00	22 566.00	29 328.00	23 605.00
Octubre	22 134.00	27 812.00	23 525.00	26 969.00	28 874.00
Noviembre	26 990.00	24 841.80	25 074.00	25 331.00	24 923.00

Diciembre	26 678.00	26 679.40	25 483.00	23 317.00	23 746.00
Total	314 101.00	302 898.20	328 238.00	294 771.00	316 626.00
Promedio	26 175.08	25 241.52	273 53.17	24 564.25	26 385.50

Caudales registrados (Qr)

En la **Tabla 21** se presentan los valores de los caudales registrados desde enero del 2018 hasta diciembre del 2022, estos datos fueron proporcionados por el GAD Municipal del Cantón Mocha.

Tabla 21. Caudales registrados del cantón Mocha

Mes	2018	2019	2020	2021	2022
	[m ³ /mes]				
Enero	21 522.47	15 589.06	24 022.82	15 960.25	16 400.69
Febrero	20 340.37	15 634.86	19 976.68	14 284.78	18 167.52
Marzo	17 510.50	18 143.83	17 741.97	17 133.33	15 421.79
Abril	20 455.10	15 431.91	34 979.00	17 917.55	21 629.10
Mayo	18 681.20	18 100.51	16 498.24	17 800.43	15 670.62
Junio	18 884.80	14 804.89	17 685.13	16 532.00	14 556.57
Julio	17 999.57	15 613.94	22 491.45	16 861.45	21 098.81
Agosto	18 013.30	16 620.89	14 661.42	18 365.83	17 028.93
Septiembre	21 427.93	15 357.89	16 612.39	20 883.25	16 448.29
Octubre	17 544.00	17 240.60	16 738.89	18 773.93	19 369.90
Noviembre	19 408.07	19 159.20	17 989.16	18 156.20	17 167.79
Diciembre	19 436.33	18 583.09	13 925.61	16 899.33	15 658.21
Total	231 223.63	200 280.66	233 322.76	209 568.30	208 618.21
Promedio	19 268.64	16 690.05	19 443.56	17 464.03	17 384.85

Caudal incontrolado (Qic)

Dentro del cantón Mocha se encuentran varias instituciones de las cuales no se tiene un registro de su consumo, es por esto que en las **Tablas 22, 23, 24 y 25** se detallan las instituciones tomando en cuenta la clasificación del uso u ocupación que tiene cada institución, para ello se establece una dotación específica proporcionada por la normativa NEC – 11 Capítulo 16 (MIDUVI, 2011) mediante el cual se obtiene el valor del caudal incontrolado,

Espacio bajo competencias municipales

Tabla 22. Espacios bajo competencias municipales

Nombre	Visitantes	Unidad	Dotación	Dotación [l/s]	Caudal mensual [m ³ /mes]
Cementerio general de Mocha	15	L/visitante/día	3	0.01	1.35
Mercado de comidas de Mocha	40	L/puesto/día	100	0.05	120.00

Coliseo de los deportes	20	L/visitante/día	5	0.01	3.00
Estadio de Mocha	30	L/concurrente/día	5	0.01	4.50
Plaza de Toros Vista Alegre	20	L/visitante/día	5	0.01	3.00
GAD Municipal	50	L/personas/día	50	0.03	75.00
Planta de tratamiento El Rosal	10	L/personas/día	50	0.01	15.00
Infocentro	15	L/visitante/día	5	0.01	2.25
Cuerpo de bomberos	10	L/persona/día	50	0.01	15.00
Estadio Las Lajas	20	L/concurrente/día	5	0.01	3.00
Estadio El Calvario	20	L/concurrente/día	5	0.01	3.00
Minimercado central	20	L/puesto/día	100	0.02	60.00
Total					305.10

Áreas recreativas y deportivas

Tabla 23. *Áreas recreativas y deportivas*

Nombre	Área [m ²]	Unidad	Dotación	Dotación [l/s]	Caudal mensual [m ³ /mes]
Parque central Padre Gonzalo Lozada	3 421.25	L/m2/día	2	0.079	205.28
Parque central	93.60	L/m2/día	2	0.002	5.62
Total					210.90

Instituciones educativas

Tabla 24. *Instituciones educativas*

Nombre	Visitantes	Unidad	Dotación	Dotación [l/s]	Caudal mensual [m ³ /mes]
Escuela Vicente Anda Aguirre	150	L/estudiante/día	20	0.035	90.00
Unidad Educativa Vicente Anda Aguirre	1 174	L/estudiante/día	20	0.272	704.40
Escuela Costa Rica	80	L/estudiante/día	20	0.019	48.00
Total					842.40

Particulares

Tabla 25. *Instituciones particulares*

Nombre	Visitantes	Unidad	Dotación	Dotación [l/s]	Caudal mensual [m ³ /mes]
Fundación de ayuda social San Juan Bautista	20	L/persona/día	50	0.012	30.00
Centro de salud N°3	10	L/ocupantes/día	500	0.058	150.00
Dispensario IESS	10	L/ocupantes/día	500	0.058	150.00
Total					330.00

Recopilación Qic

Con los datos que se obtuvo anteriormente, se presenta el resumen de los valores mensuales utilizados en el balance hídrico. Ver **Tabla 26**.

Tabla 26. *Resumen del Qic (Caudal incontrolado) cantón Mocha*

Nombre	Caudal [m ³ /mes]
Espacios bajo competencias municipales	305.10
Áreas recreativas y deportivas	210.89
Instituciones educativas	842.40
Particulares	330.00
TOTAL	1 688.39

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados

4.1.1 Cantón Pallatanga

4.1.1.1 Balance hídrico Anual

En la **Tabla 27** y **Tabla 28** se detalla el “Q” que representa al caudal inyectado, “Qr” el caudal registrado por la entidad encargada EMAPAP y “Qi” el caudal incontrolado que tiene el cantón.

Tabla 27: *Balance hídrico del cantón Pallatanga año 2018 - 2020.*

Año	2018			2019			2020		
	Mes	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]
Enero	41 014.45	18 632.11	22 382.34	50 660.71	17 779.20	32 881.51	61 079.71	17 279.27	43 800.44
Febrero	42 054.79	19 174.08	22 880.70	51 423.35	18 041.91	33 381.44	61 972.74	17 534.60	44 438.15
Marzo	40 036.43	18 250.82	21 785.61	51 669.16	18 127.66	33 541.49	62 272.30	17 617.93	44 654.37
Abril	41 246.46	18 784.03	22 462.43	52 078.01	18 270.48	33 807.54	62 767.36	17 756.73	45 010.63
Mayo	42 768.99	19 467.64	23 301.36	53 983.12	18 958.49	35 024.63	65 101.64	18 425.40	46 676.24
Junio	44 512.53	20 273.85	24 238.68	54 727.25	19 210.15	35 517.10	65 983.69	18 669.98	47 313.70
Julio	43 369.62	19 638.17	23 731.45	55 137.69	19 351.27	35 786.42	66 469.39	18 807.13	47 662.26
Agosto	45 461.39	20 665.97	24 795.42	57 357.78	20 153.59	37 204.19	69 227.28	19 586.90	49 640.38
Septiembre	48 579.08	22 208.37	26 370.71	59 291.24	20 857.93	38 433.32	71 650.47	20 271.43	51 379.05
Octubre	48 080.50	21 864.42	26 216.08	57 929.24	20 351.90	37 577.34	69 923.43	19 779.63	50 143.80
Noviembre	50 460.53	23 043.42	27 417.12	60 175.16	21 155.60	39 019.56	72 692.50	20 560.73	52 131.77
Diciembre	51 367.06	23 406.25	27 960.81	59 254.09	20 805.95	38 448.14	71 492.50	20 220.91	51 271.59
Total	538 951.84	245 409.11	293 542.72	663 686.81	233 064.13	430 622.68	800 633.02	226 510.64	574 122.37
Promedio	44 912.65	20 450.76	24 461.89	55 307.23	19 422.01	35 885.22	66 719.42	18 875.89	47 843.53

Tabla 28: Balance hídrico del cantón Pallatanga año 2021 - 2022.

Año	2021			2022		
	Mes	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]
Enero	55 441.50	19 828.59	35 612.91	51 566.35	16 943.29	34 623.06
Febrero	56 272.37	20 121.59	36 150.78	52 352.94	17 193.65	35 159.29
Marzo	56 542.53	20 217.22	36 325.31	52 600.05	17 275.37	35 324.68
Abril	56 990.42	20 376.50	36 613.92	53 011.33	17 411.47	35 599.86
Mayo	59 088.28	21 143.82	37 944.47	55 023.46	18 067.13	36 956.32
Junio	59 910.45	21 424.49	38 485.96	55 800.07	18 306.97	37 493.10
Julio	60 362.99	21 581.87	38 781.11	56 235.99	18 441.45	37 794.54
Agosto	62 773.83	22 476.68	40 297.15	58 370.06	19 206.05	39 164.01
Septiembre	64 870.10	23 262.20	41 607.90	60 200.23	19 877.27	40 322.96
Octubre	63 405.64	22 697.85	40 707.79	58 956.33	19 395.03	39 561.29
Noviembre	65 848.12	23 594.19	42 253.93	61 133.57	20 160.95	40 972.62
Diciembre	64 858.99	23 204.23	41 654.76	60 323.12	19 827.73	40 495.38
Total	726 365.23	259 929.25	466 435.98	675 573.50	222 106.37	453 467.13
Promedio	60530.44	21 660.77	38 869.67	56 297.79	18 508.86	37 788.93

En la **Figura 8** se identifica la tendencia de los resultados obtenidos en el balance hídrico técnico general, es así como en la **Tabla 29** se representan los resultados en base a los datos proporcionados por el EMPAP.

En el periodo de análisis de los datos se muestran que en el año 2020 se encontró mayor cantidad de caudal incontrolado teniendo como porcentaje un 71.71% del volumen total inyectado en el cantón Pallatanga.

Tabla 29. *Resumen total del balance hídrico técnico general*

Detalle	Simb	Año [m ³ /año]					Promedio
		2018	2019	2020	2021	2022	
Caudal inyectado	Q	53 8951.84	663 686.81	800 633.02	726 365.23	675 573.50	681 042.08
Caudal registrado	Qr	24 5409.11	233 064.13	226 510.64	259 929.25	222 106.37	237 403.90
Caudal incontrolado	Qi	29 3542.72	430 622.68	574 122.37	466 435.98	453 467.13	443 638.18
Caudal incontrolado calculado	Qic	52 689.60	52 689.60	52 689.60	52 689.60	52 689.60	52 689.60
Caudal incontrolado fugado	Qif	240 853.12	377 933.08	521 432.77	413 746.38	400 777.53	390 948.58
Porcentaje del índice de agua incontrolada	% ai	44.69%	56.94%	65.13%	56.96%	59.32%	56.61%
Porcentaje de agua fugada	% if	54.47%	64.88%	71.71%	64.22%	67.12%	64.48%

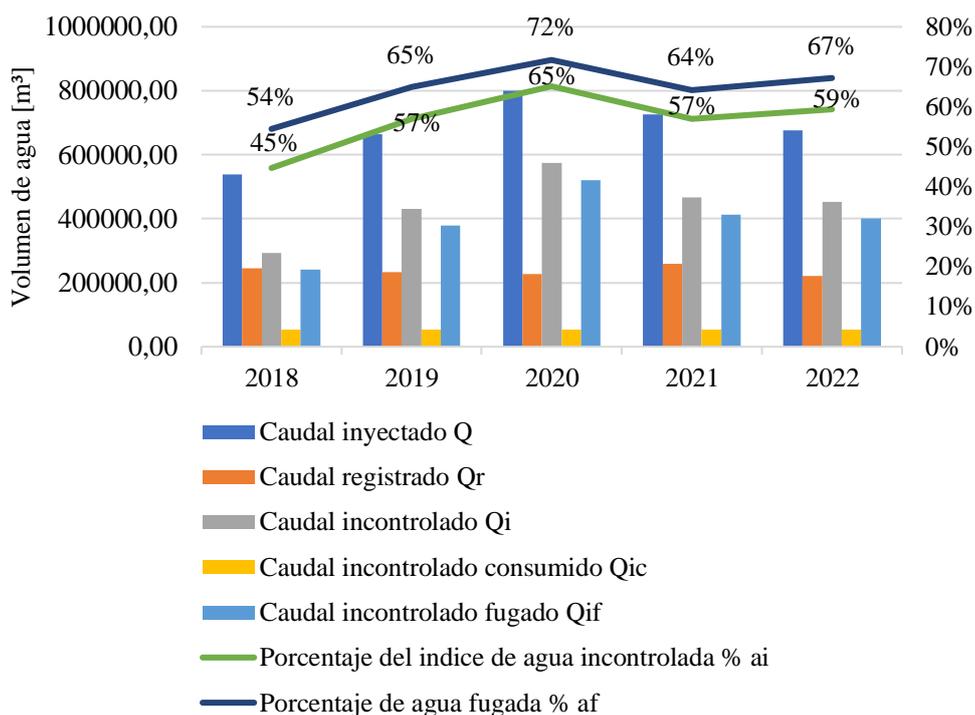


Figura 8: Balance hídrico del cantón Pallatanga

En la **Tabla 30** se detalla el resultado del cálculo del balance hídrico del año 2018, en el cual, se encontró que la red “Florida 2” tiende a tener mayor caudal fugado correspondiente a un porcentaje del 58.04 %.

Tabla 30. Balance hídrico del año 2018

Red	Q [m³/mes]	Qr [m³/mes]	Qi [m³/mes]	Qic [m³/mes]	Qs [m³/mes]	Qif [m³/mes]	Qif [%]	Qi [%]
Lugmapata	91 953.78	48 343.29	43 610.49	10 537.92	58 881.21	33 072.57	35.97%	47.43%
Morera	72 981.21	36 925.81	36 055.41	52 68.96	42 194.77	30 786.45	42.18%	49.40%
Florida 1	134 546.13	59 661.63	74 884.49	15 806.88	75 468.51	59 077.61	43.91%	55.66%
Florida 2	239 470.72	100 478.38	138 992.34	21 075.84	121 554.22	117 916.50	49.24%	58.04%
Total	538 951.84	245 409.11	293 542.72	52 689.60	298 098.71	240 853.12	171.00%	211.00%
Promedio	134 737.96	61 352.28	73 385.68	13 172.40	74 524.68	60 213.28	43.00%	53.00%

En la **Tabla 31** se identifica que en el año 2019 se tiene el aumento de un 11% promedio en relación con el año 2018. Se tiene en cuenta que la red que mayor porcentaje de agua fugada reporta sigue siendo la red “Florida 2”, con un incremento del 7.95 %. Agregando a lo anterior se establece que el manejo y control de fugas en estos dos años, 2018-2019 no se llevaron a cabo, puesto que, el porcentaje debería disminuir y no ascender.

Tabla 31: Balance hídrico del año 2019

Red	Q [m³/mes]	Qr [m³/mes]	Qi [m³/mes]	Qic [m³/mes]	Qs [m³/mes]	Qif [m³/mes]	Qif [%]	Qi [%]
Lugmapata	116 042.30	42 589.36	73 452.94	10 537.92	53 127.28	62 915.02	54.22%	63.30%
Morera	107 900.85	39 831.54	68 069.31	5 268.96	45 100.50	62 800.35	58.20%	63.09%

Florida 1	179 441.87	62 124.00	117 317.87	15 806.88	77 930.88	101 510.99	56.57%	65.38%
Florida 2	260 301.79	88 519.23	171 782.56	21 075.84	109 595.07	150 706.72	57.90%	65.99%
Total	663 686.81	233 064.13	430 622.68	52 689.60	285 753.73	377 933.08	227.00%	258.00%
Promedio	165 921.70	58 266.03	107 655.67	13 172.40	71 438.43	94 483.27	57.00%	64.00%

En la **Tabla 32** con los cálculos realizados se determinó que el año 2020 es el que más caudal incontrolado fugado presentó. La principal causa de dicho evento fue la pandemia del Covid 19, ya que debido a este evento todo el país fue confinado en sus hogares durante un largo tiempo. Para este año se tiene un 65 % de promedio de agua fugada clasificándolo en una categoría “III-Bajo”. En efecto, por el confinamiento y restricción del trabajo presencial, las fugas y problemas presentados en este periodo no fueron atendidas a tiempo.

Tabla 32: Balance hídrico del año 2020

Red	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Qic [m ³ /mes]	Qs [m ³ /mes]	Qif [m ³ /mes]	Qif [%]	Qi [%]
Lugmapata	146 470.69	41 391.80	105 078.89	10 537.92	51 929.72	94 540.97	64.55%	71.74%
Morera	133 352.01	38 711.53	94 640.48	52 68.96	43 980.49	89 371.52	67.02%	70.97%
Florida 1	208 334.63	60 377.15	147 957.48	15 806.88	76 184.03	132 150.60	63.43%	71.02%
Florida 2	312 475.69	86 030.17	226 445.52	21 075.84	107 106.01	205 369.68	65.72%	72.47%
Total	800 633.02	226 510.64	574 122.37	52 689.60	279 200.24	521 432.77	261.00%	286.00%
Promedio	200 158.25	56 627.66	143 530.59	13 172.40	69 800.06	130 358.19	65.00%	72.00%

En la **Tabla 33** representa el resultado del balance hídrico en el año 2021, puesto que, el caudal fugado disminuyó en un 8 % en relación con el año 2022, teniendo en cuenta que, las actividades de servicios de reparación fueron atendidas progresivamente según lo establecido por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del cantón Pallatanga. Sin embargo, el desempeño de las redes se mantiene en un rango “III-Bajo”.

Tabla 33: Balance hídrico del año 2021

Red	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Qic [m ³ /mes]	Qs [m ³ /mes]	Qif [m ³ /mes]	Qif [%]	Qi [%]
Lugmapata	12 5514.24	47 498.61	78 015.63	10 537.92	58 036.53	67 477.71	53.76%	62.16%
Morera	11 8715.60	44 422.89	74 292.71	5 268.96	49 691.85	69 023.75	58.14%	62.58%
Florida 1	19 4083.63	69 284.98	124 798.64	15 806.88	85 091.86	108 991.76	56.16%	64.30%
Florida 2	28 8051.76	98 722.77	189 329.00	21 075.84	119 798.61	168 253.16	58.41%	65.73%
Total	726 365.23	259 929.25	466 435.98	52 689.60	312 618.85	413 746.38	226.00%	255.00%
Promedio	181 591.31	64 982.31	116 609.00	13 172.40	78 154.71	103 436.60	57.00%	64.00%

En la **Tabla 34** del balance hídrico realizado del año 2022 se detectó que fue el segundo año que hubo mayor pérdida de caudal, se hace necesario resaltar que el incremento de caudal fugado en este año se presentó por el aumento de conexiones clandestinas, destinadas a la agricultura. Por ello, el un aumento fue del 2 % en el caudal incontrolado y situándole a todas las redes en una categoría “III-Bajo” según el ARCA (2022).

Tabla 34: Balance hídrico del año 2022

Red	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Qic [m ³ /mes]	Qs [m ³ /mes]	Qif [m ³ /mes]	Qif [%]	Qi [%]
Lugmapata	108 073.68	40 586.98	67 486.70	10 537.92	51 124.90	56 948.78	52.69%	62.45%
Morera	115 243.72	37 958.82	77 284.90	5 268.96	43 227.78	72 015.94	62.49%	67.06%
Florida 1	183 653.81	59 203.17	124 450.64	15 806.88	75 010.05	108 643.76	59.16%	67.76%
Florida 2	268 602.29	84 357.40	184 244.89	21 075.84	105 433.24	163 169.05	60.75%	68.59%
Total	675 573.50	222 106.37	453 467.13	52 689.60	274 795.97	400 777.53	235.00%	266.00%
Promedio	168 893.37	55 526.59	113 366.78	13 172.40	68 698.99	100 194.38	59.00%	66.00%

4.1.1.2 Rendimiento de la red

Después de realizar el cálculo del balance hídrico, se procede a realizar los rendimientos globales de las redes de estudio como se muestra en la **Tabla 35**.

Tabla 35: Rendimiento volumétrico en el periodo 2018-2022

Año	Rendimiento de				Calificación
	Caudal suministrado	Rendimiento de la red	la gestión técnico-administrativa efectuada	Rendimiento global	
	Qs	η_r	η_g	η_s	
2018	298 098.71	55%	82%	46%	Inaceptable
2019	285 753.73	43%	82%	35%	Inaceptable
2020	279 200.24	35%	81%	28%	Inaceptable
2021	312 618.85	43%	83%	36%	Inaceptable
2022	274 795.97	41%	81%	33%	Inaceptable

A continuación, se observa en la **Figura 9** la eficiencia del sistema en función a su desempeño en el transcurso del periodo de estudio que fue del año 2018 al 2022. Se obtuvo que en los años 2018 y 2021 se encontraron los datos más desfavorables tendiendo a categorizarse como un rendimiento “Malo”.

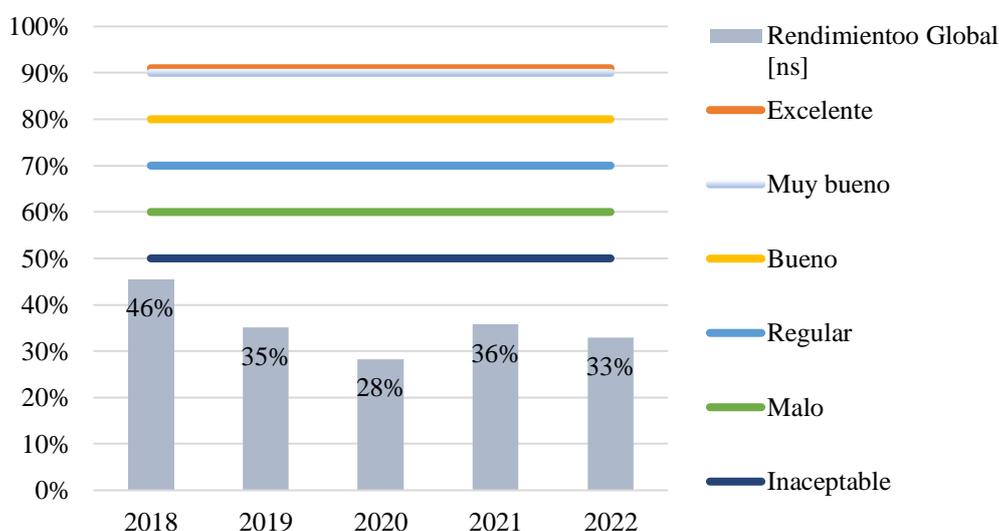


Figura 9: Rendimiento global de las redes del sistema del cantón Pallatanga

En **Tabla 36** se observa el cálculo de la eficiencia de cada red de distribución de la zona de estudio en el periodo planteado 2018 - 2022, donde se determina que todas las redes de abastecimiento del cantón se encuentran en un estado “Inaceptable” como lo establece Cabrera et al. (1999). Sin embargo, la red que se detecta menor eficiencia es la red “Florida 2” con un 34 % promedio durante el periodo de estudio.

Tabla 36: Rendimiento por redes en el periodo 2018-2022

Red	Año					Promedio
	2018	2019	2020	2021	2022	
	η_s	η_s	η_s	η_s	η_s	
Lugmapata	53%	37%	28%	38%	38%	39%
Morera	51%	37%	29%	37%	33%	37%
Florida 1	44%	35%	29%	36%	32%	35%
Florida 2	42%	34%	28%	34%	31%	34%

En la **Figura 10** se establece la cualificación de la eficiencia del sistema de redes en función a su rendimiento, en promedio al periodo de estudio. Como resultado se tiene en la categoría más baja a la red “Florida 2”.

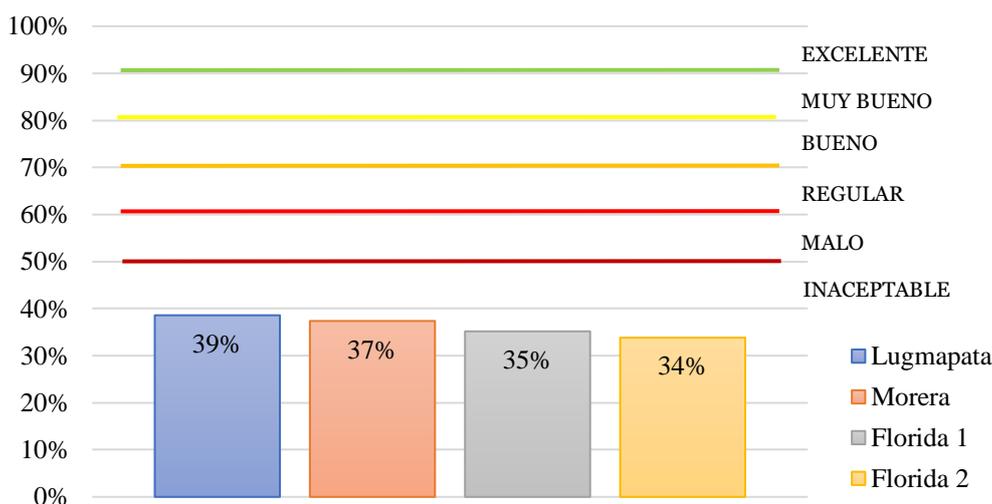


Figura 10: Rendimiento de redes durante 2018-2019

4.1.1.3 Cálculo de las pérdidas económicas producidas y estimación del incremento de cobertura en el sistema de abastecimiento.

Según la ordenanza del cantón Pallatanga N°002-2018 que establece la regulación del cobro y pliego tarifario en la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y recolección de desechos sólidos, en el cantón Pallatanga y las comunidades beneficiadas. La ordenanza dispone de las tarifas que se muestran en la **Tabla 37**.

Tabla 37: *Tarifa básica establecida según la ordenanza N°002-2018*

Categoría	Tarifa básica [USD]	Consumo [m³]
Residencial o Doméstica	3.70	0-20
Comercial	4.50	0-20
Industrial	5.60	>20
Oficial, público, de asistencia social e institucional	3.70	\$0.18 por cada m³ adicional

En la **Tabla 38** se observan las pérdidas económicas que tiene el cantón Pallatanga por volumen incontrolado y fugado, lo cual, con ese presupuesto podrían beneficiar de mejor manera la distribución del agua.

Tabla 38: *Costos anuales producto del volumen incontrolado y fugado del cantón Pallatanga.*

Año	Registro		Tarifa [\$/m³]	Costos	
	Volumen incontrolado	Volumen incontrolado fugado		Volumen incontrolado	Volumen incontrolado fugado
2018	293 542.72	240 853.12	0.30	88 062.82	72 255.94
2019	430 622.68	377 933.08	0.30	12 9186.8	113 379.92
2020	574 122.37	521 432.77	0.30	172 236.71	156 429.83
2021	466 435.98	413 746.38	0.30	139 930.79	124 123.91
2022	453 467.13	400 777.53	0.30	136 040.14	120 233.26
Total	2 218 190.88	1 954 742.89		\$ 665 457.26	\$ 586 422.86

En la **Tabla 39** se muestran los valores de los costos del volumen incontrolado y fugado con el costo unitario por metro cúbico de agua potable que el ARCA propone para cada año.

Tabla 39: *Costos relacionaos con la tarifa propuesta por el ARCA*

Año	Registro		Tarifa [\$/m³]	Costos	
	Volumen incontrolado	Volumen incontrolado fugado		Volumen incontrolado	Volumen incontrolado fugado
2018	293 542.72	240 853.12	0.53	155 577.64	127 652.16
2019	430 622.68	377 933.08	1.07	460 766.27	404 388.39
2020	574 122.37	521 432.77	1.02	585 604.82	531 861.43
2021	466 435.98	413 746.38	0.94	438 449.82	388 921.60
2022	453 467.13	400 777.53	1.28	580 437.93	512 995.24
Total	2 218 190.88	1 954 742.89		\$ 2 220 836.48	\$ 1 965 818.82

En la **Figura 11** se verifica el balance de las tarifas propuestas tanto por la entidad de control EMPAP del cantón de estudio y la Agencia de Regulación y Control del Agua

teniendo como resultado que en el año 2020 se tiene mayor pérdida con un total de \$156 429.83 y tomando en cuenta la tarifa propuesta por el ARCA (2020) se tiene una pérdida de \$531 861.43.

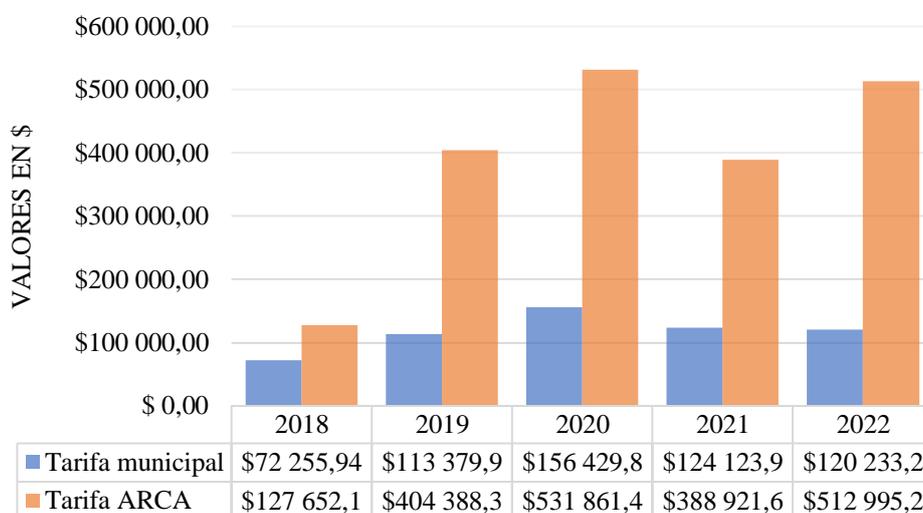


Figura 11. Balance de tarifas del cantón Pallatanga

En la **Tabla 40** se muestra la proyección del resultado del análisis del cantón Pallatanga teniendo como resultado la cantidad de 6 376 usuarios nuevos que se tendría aprovechando el caudal incontrolado y fugado durante el tiempo de estudio.

Tabla 40: Proyección de nuevos usuarios beneficiados por el IANC.

Año	Volumen fugado anual	Dotación	Habitantes	Usuarios nuevos
	[m ³ /año]	[l/hab/día]	[U]	[U]
2018	240 853.12	200	3 299	786
2019	377 933.08	200	5 177	1 233
2020	521 432.77	200	7 143	1 701
2021	413 746.38	200	5 668	1 349
2022	400 777.53	200	5 490	1 307
Total			26 777	6 376

4.1.2 Cantón Mocha

4.1.2.1 Balance hídrico anual

En las **Tablas 41, 42, 43, 44 y 45** se muestran los datos del balance hídrico por años, desde el 2018 al 2022 del cantón Mocha, por cada año se presenta el caudal inyectado (Q), el caudal registrado (Q_r), el caudal incontrolado (Q_i), caudal incontrolado calculado (Q_{ic}), Caudal incontrolado fugado (Q_{if}) y sus porcentajes tomando en cuenta los datos obtenidos del balance hídrico se puede evidenciar que no existen problemas en los valores facturados por el municipio.

Tabla 41. Balance hídrico anual 2018, cantón Mocha provincia de Tungurahua

Mes	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Qic [m ³ /mes]	Qs [m ³ /mes]	Qif [m ³ /mes]	Qif [%]	Qi [%]
Ene	31 352.00	21 522.47	9 829.53	1 688.39	23 210.86	8 141.14	25.97%	31.35%
Feb	28 381.00	20 340.37	8 040.63	1 688.39	22 028.76	6 352.24	22.38%	28.33%
Mar	21 710.00	17 510.50	4 199.50	1 688.39	19 198.89	2 511.11	11.57%	19.34%
eeAbr	29 225.00	20 455.10	8 769.90	1 688.39	22 143.49	7 081.51	24.23%	30.01%
May	24 801.00	18 681.20	6 119.80	1 688.39	20 369.59	4 431.41	17.87%	24.68%
Jun	25 346.00	18 884.80	6 461.20	1 688.39	20 573.19	4 772.81	18.83%	25.49%
Jul	23 337.00	17 999.57	5 337.43	1 688.39	19 687.96	3 649.04	15.64%	22.87%
Ago	23 230.00	18 013.30	5 216.70	1 688.39	19 701.69	3 528.31	15.19%	22.46%
Sep	30 917.00	21 427.93	9 489.07	1 688.39	23 116.32	7 800.68	25.23%	30.69%
Oct	22 134.00	17 544.00	4 590.00	1 688.39	19 232.39	2 901.61	13.11%	20.74%
Nov	26 990.00	19 408.07	7 581.93	1 688.39	21 096.46	5 893.54	21.84%	28.09%
Dic	26 678.00	19 436.33	7 241.67	1 688.39	21 124.72	5 553.28	20.82%	27.14%
Total	314 101.00	231 223.63	82 877.37	20 260.69	251 484.33	62 616.67	232.66%	311.20%
Promedio	26 175.08	19 268.64	6 906.45	1 688.39	20 957.03	5 218.06	19.39%	25.93%

Tabla 42. Balance hídrico anual 2019, cantón Mocha provincia de Tungurahua

Mes	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Qic [m ³ /mes]	Qs [m ³ /mes]	Qif [m ³ /mes]	Qif [%]	Qi [%]
Ene	23 471.00	15 589.06	7 881.94	1 688.39	17 277.45	6 193.55	26.39%	33.58%
Feb	23 190.00	15 634.86	7 555.14	1 688.39	17 323.25	5 866.75	25.30%	32.58%
Mar	30 324.00	18 143.83	12 180.17	1 688.39	19 832.22	10 491.78	34.60%	40.17%
Abr	22 579.00	15 431.91	7 147.09	1 688.39	17 120.31	5 458.69	24.18%	31.65%
May	30 428.00	18 100.51	12 327.49	1 688.39	19 788.91	10 639.09	34.96%	40.51%
Jun	21 118.00	14 804.89	6 313.11	1 688.39	16 493.28	4 624.72	21.90%	29.89%
Jul	23 448.00	15 613.94	7 834.06	1 688.39	17 302.33	6 145.67	26.21%	33.41%
Ago	26 187.00	16 620.89	9 566.11	1 688.39	18 309.28	7 877.72	30.08%	36.53%
Sep	22 820.00	15 357.89	7 462.11	1 688.39	17 046.28	5 773.72	25.30%	32.70%
Oct	27 812.00	17 240.60	10 571.40	1 688.39	18 928.99	8 883.01	31.94%	38.01%
Nov	24 841.80	19 159.20	5 682.60	1 688.39	20 847.59	3 994.21	16.08%	22.88%
Dic	26 679.40	18 583.09	8 096.31	1 688.39	20 271.48	6 407.92	24.02%	30.35%
Total	302 898.20	200 280.66	102 617.54	20 260.69	220 541.35	82 356.85	320.96%	402.26%
Prom	25 241.52	16 690.05	8 551.46	1 688.39	18 378.45	6 863.07	26.75%	33.52%

Tabla 43. Balance hídrico anual 2020, cantón Mocha provincia de Tungurahua

Mes	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Qic [m ³ /mes]	Qs [m ³ /mes]	Qif [m ³ /mes]	Qif [%]	Qi [%]
Ene	31 929.00	24 022.82	7 906.18	1 688.391	25 711.21	6 217.79	19.47%	24.76%
Feb	25 849.00	19 976.68	5 872.32	1 688.391	21 665.08	4 183.92	16.19%	22.72%
Mar	23 181.00	17 741.97	5 439.03	1 688.391	19 430.36	3 750.64	16.18%	23.46%
Abr	51 987.00	34 979.00	17 008.00	1 688.391	36 667.39	15 319.61	29.47%	32.72%
May	25 521.00	16 498.24	9 022.76	1 688.391	18 186.63	7 334.37	28.74%	35.35%
Jun	23 030.00	17 685.13	5 344.87	1 688.391	19 373.52	3 656.48	15.88%	23.21%

Jul	30 795.00	22 491.45	8 303.55	1 688.391	24 179.84	6 615.16	21.48%	26.96%
Ago	19 298.00	14 661.42	4 636.58	1 688.391	16 349.81	2 948.19	15.28%	24.03%
Sep	22 566.00	16 612.39	5 953.61	1 688.391	18 300.79	4 265.21	18.90%	26.38%
Oct	23 525.00	16 738.89	6 786.11	1 688.391	18 427.29	5 097.71	21.67%	28.85%
Nov	25 074.00	17 989.16	7 084.84	1 688.391	19 677.55	5 396.45	21.52%	28.26%
Dic	25 483.00	13 925.61	11 557.39	1 688.391	15 614.00	9 869.00	38.73%	45.35%
Total	328 238.00	233 322.76	94 915.24	20 260.69	253 583.46	74 654.54	263.50%	342.05%
Prom	27 353.17	19 443.56	7 909.60	1 688.39	21 131.95	6 221.21	21.96%	28.50%

Tabla 44. Balance hídrico anual 2021, cantón Mocha provincia de Tungurahua

Mes	Q	Qr	Qi	Qic	Qs	Qif	Qif	Qi
	[m ³ /mes]	[%]	[%]					
Ene	22 303.00	15 960.25	6 342.75	1 688.391	17 648.64	4 654.36	20.87%	28.44%
Feb	21 648.00	14 284.78	7 363.23	1 688.391	15 973.17	5 674.83	26.21%	34.01%
Mar	24 330.00	17 133.33	7 196.68	1 688.391	18 821.72	5 508.28	22.64%	29.58%
Abr	24 757.00	17 917.55	6 839.45	1 688.391	19 605.94	5 151.06	20.81%	27.63%
May	25 136.00	17 800.43	7 335.58	1 688.391	19 488.82	5 647.18	22.47%	29.18%
Jun	22 665.00	16 532.00	6 133.00	1 688.391	18 220.39	4 444.61	19.61%	27.06%
Jul	23 148.00	16 861.45	6 286.55	1 688.391	18 549.84	4 598.16	19.86%	27.16%
Ago	25 839.00	18 365.83	7 473.18	1 688.391	20 054.22	5 784.78	22.39%	28.92%
Sep	29 328.00	20 883.25	8 444.75	1 688.391	22 571.64	6 756.36	23.04%	28.79%
Oct	26 969.00	18 773.93	8 195.08	1 688.391	20 462.32	6 506.68	24.13%	30.39%
Nov	25 331.00	18 156.20	7 174.80	1 688.391	19 844.59	5 486.41	21.66%	28.32%
Dic	23 317.00	16 899.33	6 417.68	1 688.391	18 587.72	4 729.28	20.28%	27.52%
Total	294 771.00	209 568.30	85 202.70	20 260.69	229 828.99	64 942.01	263.96%	347.01%
Prom	24 564.25	17 464.03	7 100.23	1 688.39	19 152.42	5 411.83	22.00%	28.92%

Tabla 45. Balance hídrico anual 2022, cantón Mocha provincia de Tungurahua

Mes	Q	Qr	Qi	Qic	Qs	Qif	Qif	Qi
	[m ³ /mes]	[%]	[%]					
Ene	24 645.00	16 400.69	8 244.31	1 688.391	18 089.08	6 555.92	26.60%	33.45%
Feb	27 643.00	18 167.52	9 475.48	1 688.391	19 855.91	7 787.09	28.17%	34.28%
Mar	25 590.00	15 421.79	10 168.21	1 688.391	17 110.18	8 479.82	33.14%	39.74%
Abr	33 902.00	21 629.10	12 272.90	1 688.391	23 317.49	10 584.51	31.22%	36.20%
May	22 665.00	15 670.62	6 994.38	1 688.391	17 359.01	5 305.99	23.41%	30.86%
Jun	23 716.00	14 556.57	9 159.43	1 688.391	16 244.96	7 471.04	31.50%	38.62%
Jul	31 557.00	21 098.81	10 458.19	1 688.391	22 787.20	8 769.80	27.79%	33.14%
Ago	25 760.00	17 028.93	8 731.07	1 688.391	18 717.32	7 042.68	27.34%	33.89%
Sep	23 605.00	16 448.29	7 156.71	1 688.391	18 136.68	5 468.32	23.17%	30.32%
Oct	28 874.00	19 369.90	9 504.10	1 688.391	21 058.30	7 815.70	27.07%	32.92%
Nov	24 923.00	17 167.79	7 755.21	1 688.391	18 856.18	6 066.82	24.34%	31.12%
Dic	23 746.00	15 658.21	8 087.79	1 688.391	17 346.61	6 399.39	26.95%	34.06%
Tot	316 626.00	208 618.21	108 007.79	20 260.69	228 878.91	87 747.09	330.70%	408.59%
Prom	26 385.50	17 384.85	9 000.65	1 688.39	19 073.24	7 312.26	27.56%	34.05%

En la **Figura 12** se evidencia la diferencia entre los caudales que se registran en el periodo de estudio entre los años 2018 – 2022.

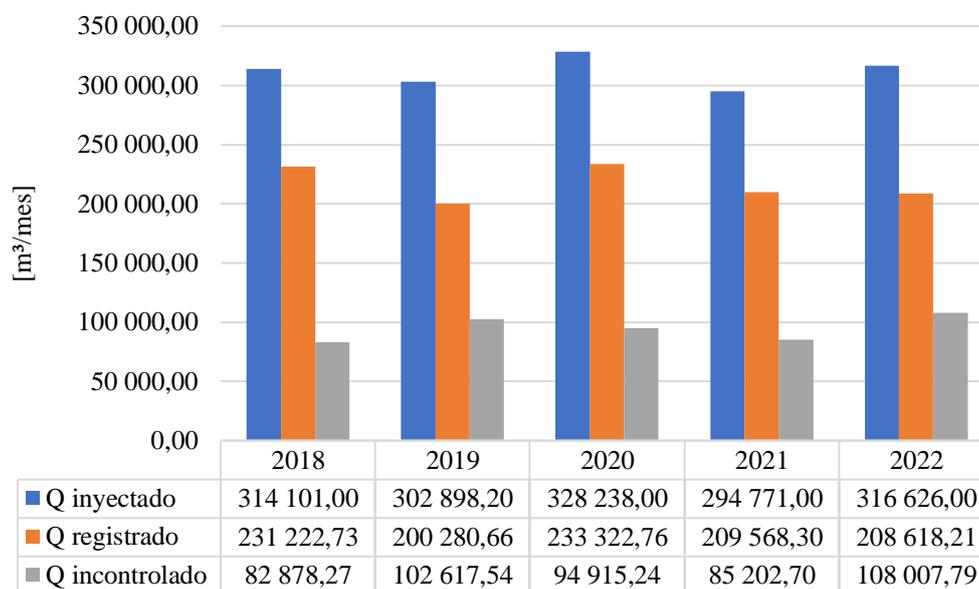


Figura 12. Comparación de los caudales anuales inyectados, registrados e incontrolados del cantón Mocha

4.1.2.2 Caudal anual fugado – Porcentaje

Tabla 46. *Caudal incontrolado fugado general*

AÑOS m³/año	Caudal inyectado	Caudal registrado	Caudal incontrolado	Caudal incontrolado consumido	Caudal incontrolado fugado	Porcentaje del índice de agua incontrolada	Porcentaje de agua fugada
	Q	Qr	Qi	Qic	Qif	% ai	% af
2018	31 4101.00	231 223.63	82 877.37	20 260.69	62 616.67	26.39%	19.00%
2019	302 898.20	200 280.66	102 617.54	20 260.69	82 356.85	33.88%	27.19%
2020	328 238.00	233 322.76	94 915.24	20 260.69	74 654.54	28.92%	22.00%
2021	294 771.00	209 568.30	85 202.70	20 260.69	64 942.008	28.90%	22.03%
2022	316 626.00	208 618.21	108 007.79	20 260.69	87 747.06	34.11%	27.71%

En la **Tabla 46** y **Figura 13** se representa gráficamente un resumen de los caudales y los porcentajes de agua incontrolada y fugada anual que se obtuvo en los diferentes años en el cantón Mocha.

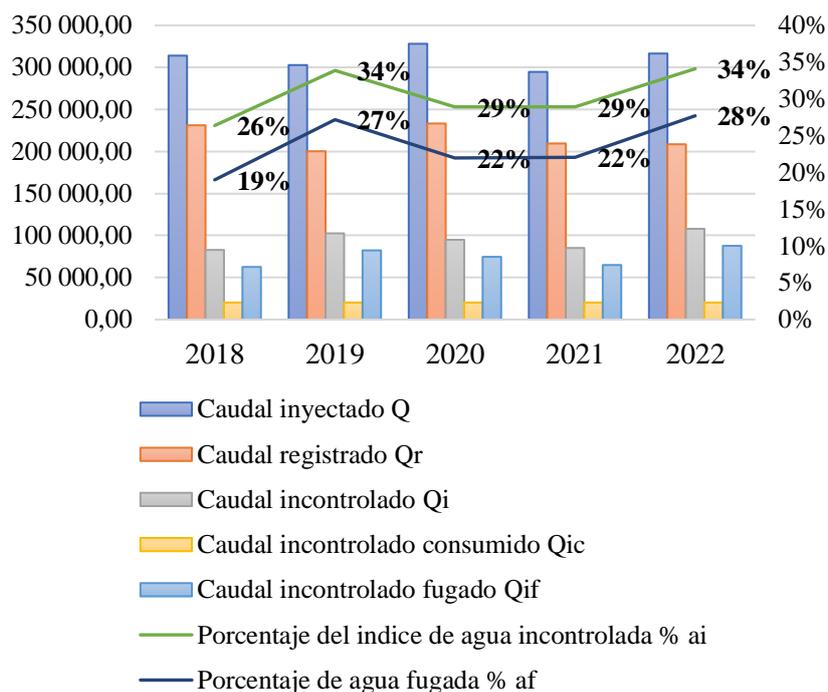


Figura 13. Porcentaje de agua fugada e incontrolada, cantón Mocha

4.1.2.3 Rendimiento de la red

Una vez realizado el balance hídrico se determina el rendimiento y la eficiencia de la red de abastecimiento de agua potable tomando en cuenta los datos obtenidos del municipio, las mediciones y los cálculos realizados.

En la **Tabla 47** se puede identificar los rendimientos por años de la red con su respectiva calificación.

Tabla 47. Rendimientos anuales de la red "La Matriz", cantón Mocha

Año	Caudal suministrado	Rendimiento de la red	Rendimiento de la gestión técnico-administrativa efectuada	Rendimiento global	Calificación
	Q_s	η_r	η_g	η_s	
2018	251 484.33	80 %	92 %	74 %	Bueno
2019	220 541.35	73 %	91 %	66 %	Regular
2020	253 583.46	77 %	92 %	71 %	Bueno
2021	229 828.99	78 %	91 %	71 %	Bueno
2022	228 878.91	72 %	91 %	66 %	Regular

En la **Figura 14** se representa gráficamente el rendimiento global que posee la red de abastecimiento “La Matriz” tomando en cuenta la clasificación propuesta por Cabrera et al. (1999). De esta manera se determina que la red está en una calificación “Regular”.

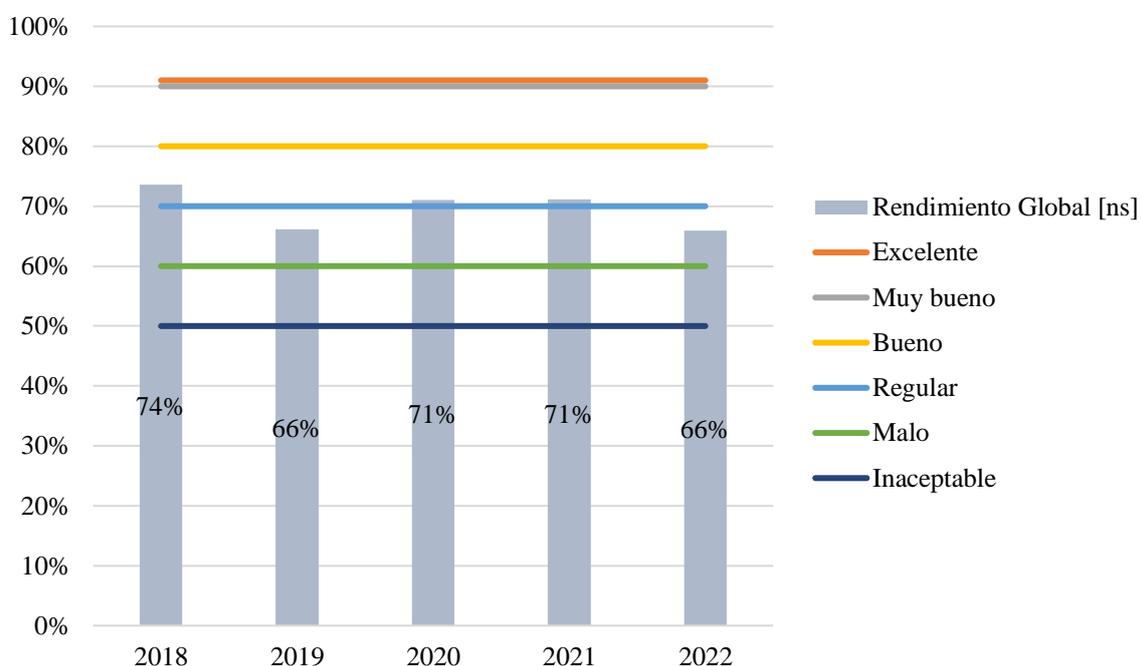


Figura 14. Rendimiento anual global de la red "La Matriz"

4.1.2.4 Cálculo de las pérdidas económicas producidas y estimación del incremento de cobertura en el sistema de abastecimiento

En todo sistema de abastecimiento se presentan fugas de agua, lo que conlleva a que también se generen pérdidas económicas para el municipio, para ello se realizó un análisis económico como se presenta en la **Tabla 48**, para este cálculo se tomó como referencia la tarifa impuesta por el GAD que es de \$0.31.

Tabla 48. Pérdidas económicas por fugas en la red "La Matriz"

Año	Registro		Tarifa	Costos	
	Volumen incontrolado	Volumen incontrolado fugado	[\$/m ³]	Volumen incontrolado	Volumen incontrolado fugado
2018	82 877.37	62 616.67	0.31	\$ 25 692.26	\$ 19 411.45
2019	102 617.54	82 356.85	0.31	\$ 31 811.44	\$ 25 530.62
2020	94 915.24	74 654.54	0.31	\$ 29 423.72	\$ 23 142.91
2021	85 202.70	64 942.01	0.31	\$ 26 412.84	\$ 20 132.02
2022	108 007.79	87 747.09	0.31	\$ 33 482.41	\$ 27 201.60
TOTAL	473 620.63	372 317.17		\$ 146 822.67	\$ 115 418.60

Los valores de las tarifas por metro cubico propuestas por el ARCA para los años de estudio se detallan en la **Tabla 49**, se presentan los valores de los costos del volumen incontrolado y fugado.

Tabla 49. Pérdidas económicas con la tarifa recomendada por el ARCA

Año	Registro		Tarifa	Costos	
	Volumen incontrolado	Volumen incontrolado fugado	[\$/m ³]	Volumen incontrolado	Volumen incontrolado fugado
2018	82 877.37	62 616.67	0.53	\$ 43 925.48	\$ 33 187.31
2019	102 617.54	82 356.85	1.07	\$ 109 800.77	\$ 88 121.83
2020	94 915.24	74 654.54	1.02	\$ 96 813.54	\$ 76 147.64
2021	85 202.70	64 942.01	0.94	\$ 80 090.54	\$ 61 045.49
2022	108 007.79	87 747.09	1.28	\$ 138 249.97	\$ 112 316.28
TOTAL	473 620.63	372 317.17		\$ 468 880.30	\$ 370 818.55

En la **Figura 15** se presenta de manera gráfica los valores obtenidos de los costos que se tienen con la tarifa municipal y la tarifa establecida por el ARCA.

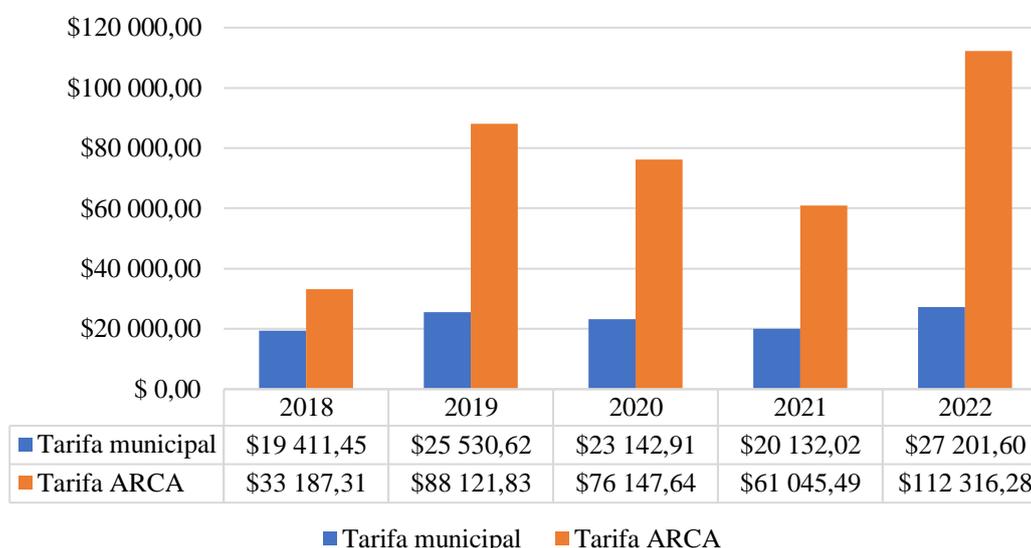


Figura 15. Comparación de los costos de volúmenes incontrolados fugados

Tomando en cuenta la cantidad de volumen de agua fugado que se calculó, es necesario determinar el número de usuarios que se beneficiarían de este servicio, en la **Tabla 50** se muestra los resultados de la proyección para el periodo 2018 – 2022. Dando como resultado que el total de usuarios que se podrían beneficiar de este servicio son 1 214 más de los que ya están abastecidos.

En relación con la ubicación del lugar de estudio se estimó una dotación media futura de 200 l/hab/día.

Tabla 50. Proyección de habitantes en función del caudal fugado

Año	Volumen fugado anual [m ³ /año]	Dotación [l/hab/día]	Habitantes abastecidos [U]	Usuarios nuevos [U]
2018	62 616.67		858	204
2019	82 356.85		1 128	269
2020	74 654.54	200	1 023	243
2021	64 942.01		890	212
2022	87 747.09		1 202	286
Total	372 317.17		5 100	1 214

4.1.3 Zonas de estudio afectadas.

En la **Figura 16** se identifican las redes de distribución del cantón Pallatanga durante el periodo de estudio que se estable desde el año 2018 al año 2022. Como también el resultado de la cuantificación del índice de agua no contabilizada, en el balance hídrico realizado se encontró que todas las redes de dicho cantón se encuentran en estado “Inaceptable” y en una clasificación del IANC en un estado “III-Bajo”.

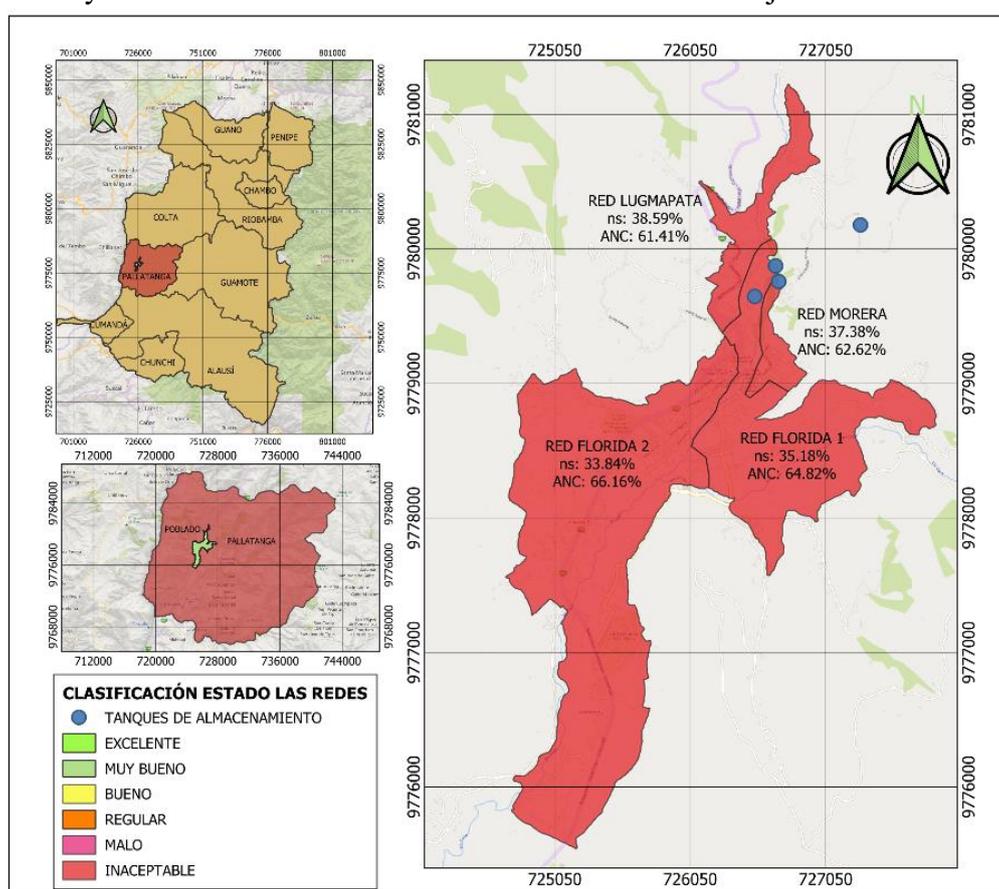


Figura 16: Rendimientos de las redes del cantón Pallatanga año 2018-2022

EMAPAP detectó fugas principales y domiciliarias, teniendo en cuenta que las tuberías entraron en funcionamiento en el año 2004 y se realizó una ampliación en los años 2006 - 2007. Las fugas encontradas frecuentes fueron producidas por roturas de uniones,

sobrecarga de tráfico vehicular y uniones mal realizadas. En la **Figura 17** se detalla las fugas registradas y atendidas en el cantón Pallatanga.

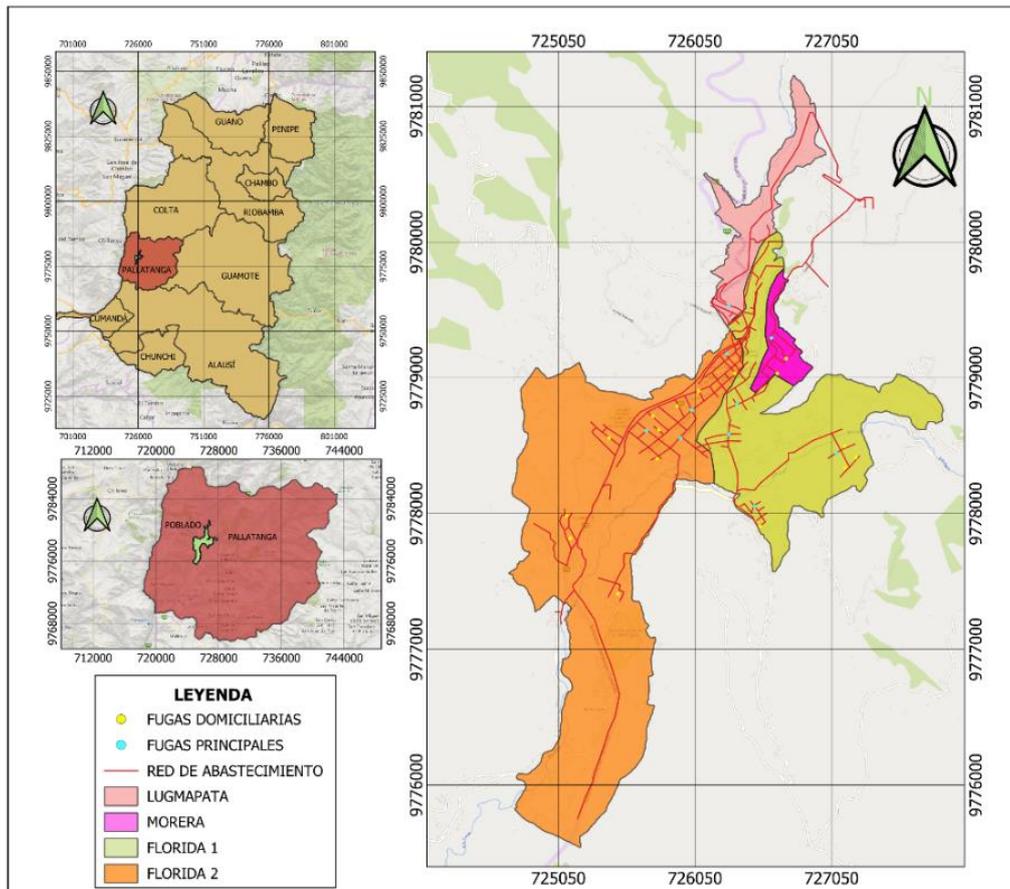


Figura 17: Ubicación de fugas, cantón Pallatanga

Mientras que en la **Figura 18** se muestra el rendimiento de la red del cantón Mocha, el cual es mejor en comparación del cantón Pallatanga. El resultado encontrado del rendimiento de la red de distribución arroja un 69.56 %, lo cual lo ubica en una categoría “Regular” y en un rango “II-Medio” según la cuantificación del IANC propuesta por el ARCA (2022).

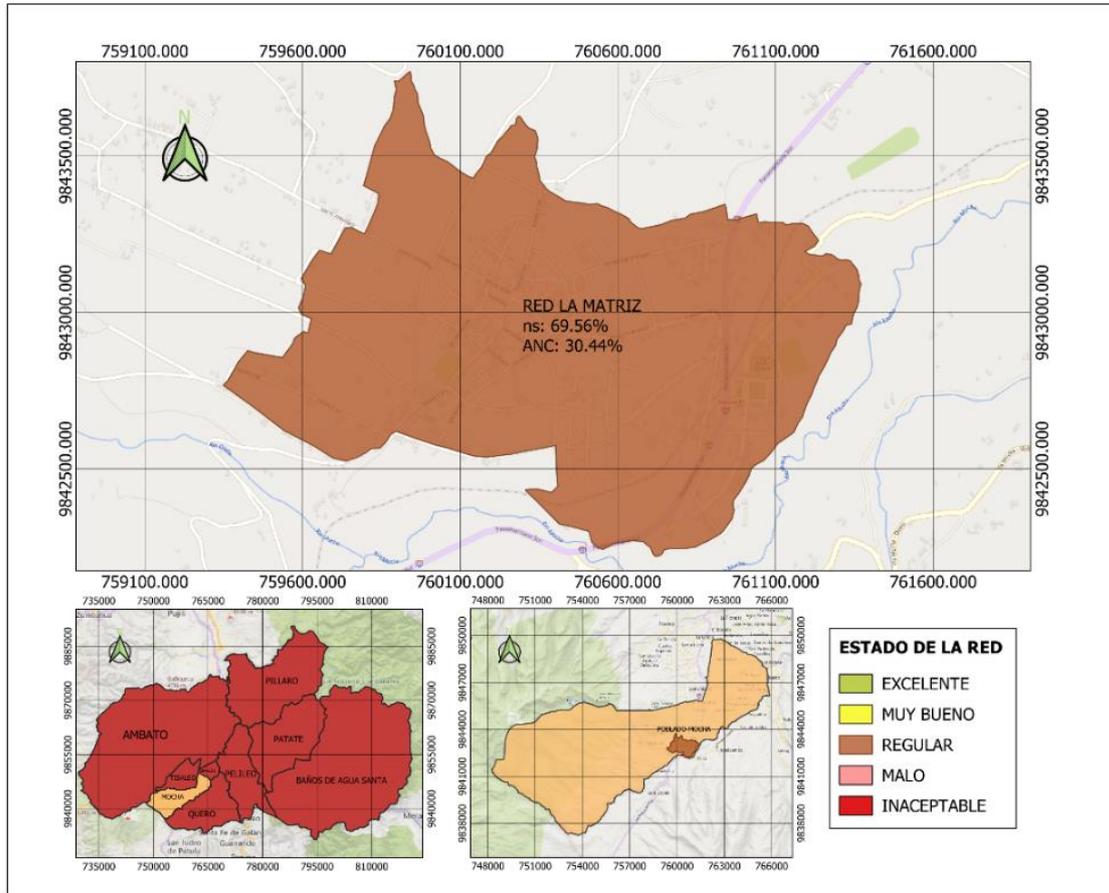


Figura 18: Rendimiento de la red del cantón Mocha año 2018-2022

En la **Figura 19** se muestran las fugas encontradas y reportadas en el cantón Mocha que se registraron durante el año 2022 por la entidad competente, ya que su registro es único tanto como de fugas principales como domiciliarias. Estas fugas son producidas por accesorios rotos, uniones realizadas de manera incorrecta, degradación del material de las redes y por presencia de tomas clandestinas.

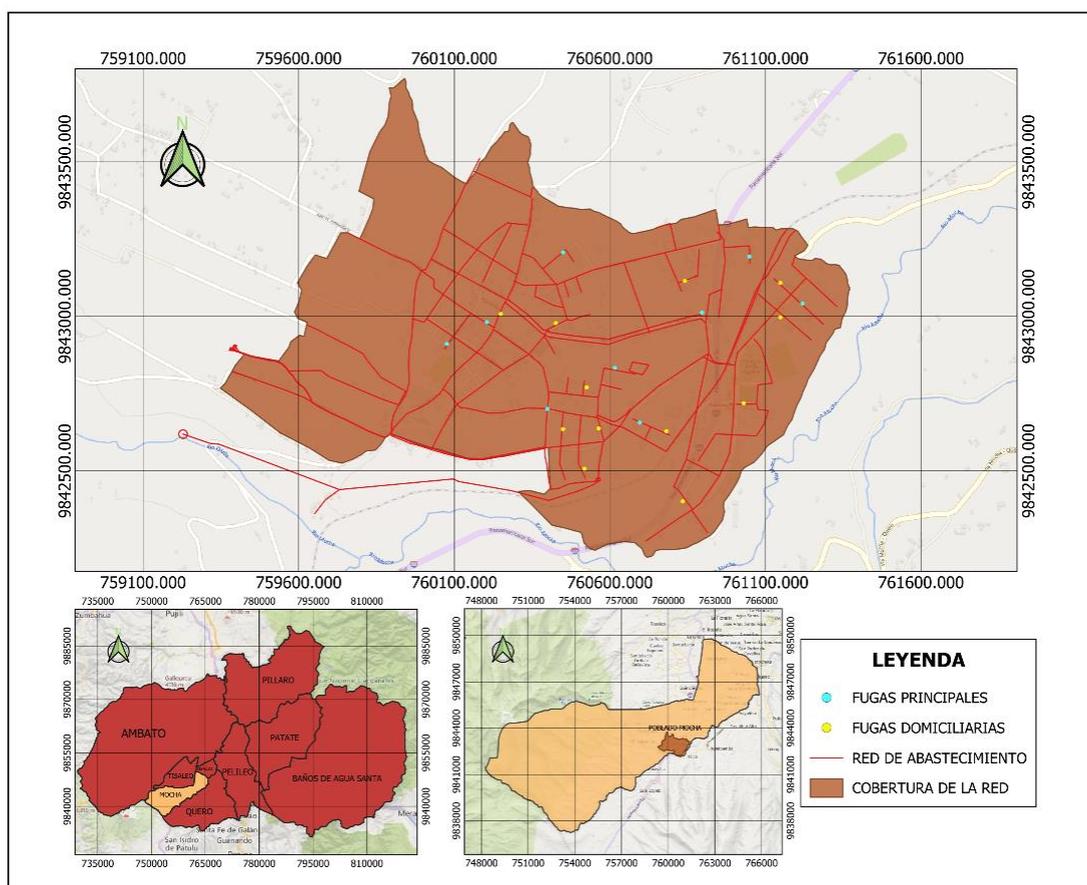


Figura 19: Ubicación de fugas, cantón Mocha

4.1.4 Operación y mantenimiento

Para realizar el mantenimiento de la red de distribución tanto para el GAD Municipal de Pallatanga y Mocha es necesario que el personal encargado tenga un registro de todos los trabajos efectuados, de esta manera se tendrá una buena programación y evaluación de los mantenimientos.

Para un correcto mantenimiento la cuadrilla de operadores debe estar capacitada y equipada correctamente con pantalón y chompas impermeables. Adicional a esto deben contar con las herramientas y equipos adecuados para una correcta reparación en un tiempo adecuado. Sin embargo, para cualquier emergencia suscitada en cualquier evento el equipo debe portar un botiquín de primeros auxilios.

Para el mantenimiento de la red por fugas se debe llevar los siguientes pasos:

1. Avisar a los usuarios sobre la suspensión del servicio, tomando en cuenta que los cortes del servicio deben ser en horas de bajo consumo.
2. Conseguir el personal especializado para la realización del mantenimiento.
3. Tener listo el equipo de trabajo con las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento.
4. Cerrar las válvulas de salida de conducción.

En la **Figura 20** se detalla el proceso que se debe llevar a cabo para el mantenimiento de una fuga de agua.



Figura 20. Plan de acción para la reparación de fugas

4.1.5 Plan de mejora

En la **Figura 21** se hace referencia a un plan de mejora para las instituciones con la finalidad de mejorar la gestión de respuesta a un evento presentado como fuga de agua.

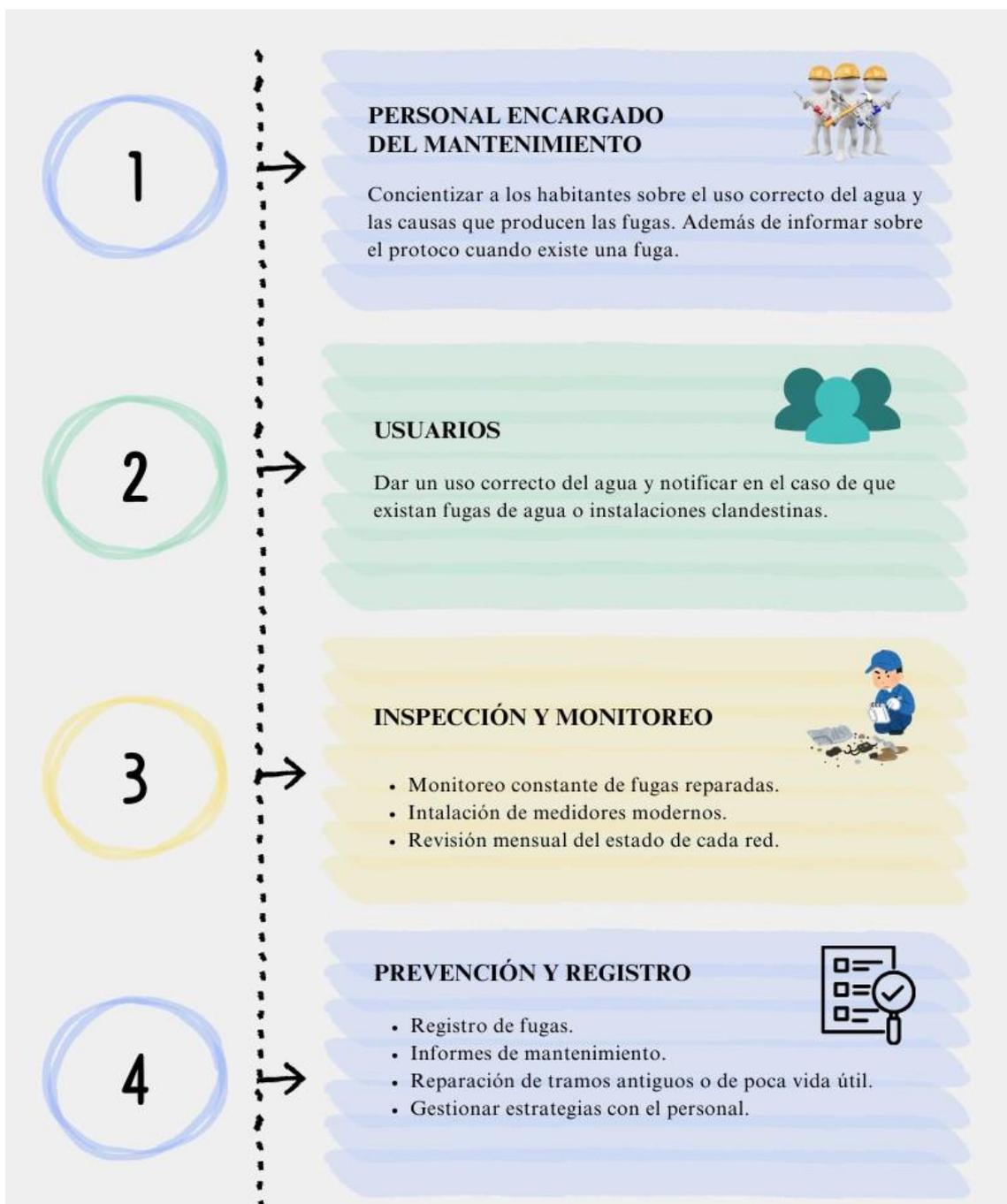


Figura 21. Plan para la reducción de fugas de agua

4.2 Discusión

Según la Agencia de Regulación y Control del Agua (2023) en su informe indica que el promedio nacional de ANC en el año 2022 se redujo del 48.35 % a un 47.23 %, esto quiere decir que casi la mitad de agua captada y distribuida a través de las redes se pierde ya sea mediante fugas visibles y no visibles, desbordes en reservorios, conexiones clandestinas o problemas en las mediciones de los consumos de los usuarios.

Para lo cual, se tiene una comparación del IANC de los dos cantones de estudio donde se muestra que el cantón Pallatanga supera en promedio un 34.04 % al cantón Mocha. En la **Figura 22** se detallan los valores de los dos cantones.

Al realizar la comparación con los resultados hallados en el estudio de los dos cantones se tiene una similitud, sin embargo, para el año 2018 el ARCA (2018) no tiene valores del IANC para ninguno de ellos.

El ARCA (2019) muestra valores del IANC teniendo como resultado en el cantón Mocha en un 17.15 %, mientras que en los cálculos arroja un valor del 33.88 %. Del mismo modo en el cantón Pallatanga en el mismo año nos da un IANC del 68.30 % teniendo un porcentaje cercano con el resultado del balance hídrico realizado, lo cual, se tiene un valor del 64.88 %.

En el año 2020 en el cantón Mocha se obtuvo un descenso del 4.96 % teniendo un valor del 28.92 % de IANC. Mientras que en el cantón Pallatanga el resultado que dio el balance hídrico es del 71.71 % en comparación a los valores del ARCA (2020) que da un 82.24 % siendo el año en que más IANC se encontró, de tal manera que se categoriza en un rango “Bajo”.

Para el año 2021 el IANC del cantón Mocha encontrado es del 1.06 % por encima del valor dado por el ARCA (2021) y por debajo del promedio nacional, de tal manera se categoriza en un rango “Medio” en el desempeño de agua no contabilizada. Comparando los caudales incontrolados fugados se tiene un máximo en el año 2022 con un valor de 87 747.09 m³/año y un mínimo en el año 2018 con un valor de 62 616.67 m³/año, el cual corresponde al 27.84 % mientras que el calculado es de 28.90 %. En el cantón Pallatanga su porcentaje es del 64.22 % a comparación del 72.07 %.

Para el último año de estudio, en el cantón Mocha se obtuvo un porcentaje del 34.11 % y en el cantón Pallatanga un 67.12 %, mientras que los porcentajes dados por el ARCA (2022) para el cantón Mocha es de un 38.60 % y para el cantón Pallatanga es del 73.66 %.

De tal manera se detalla en la **Figura 22** los porcentajes de cada año encontrados en el tiempo establecido en las zonas de estudio.

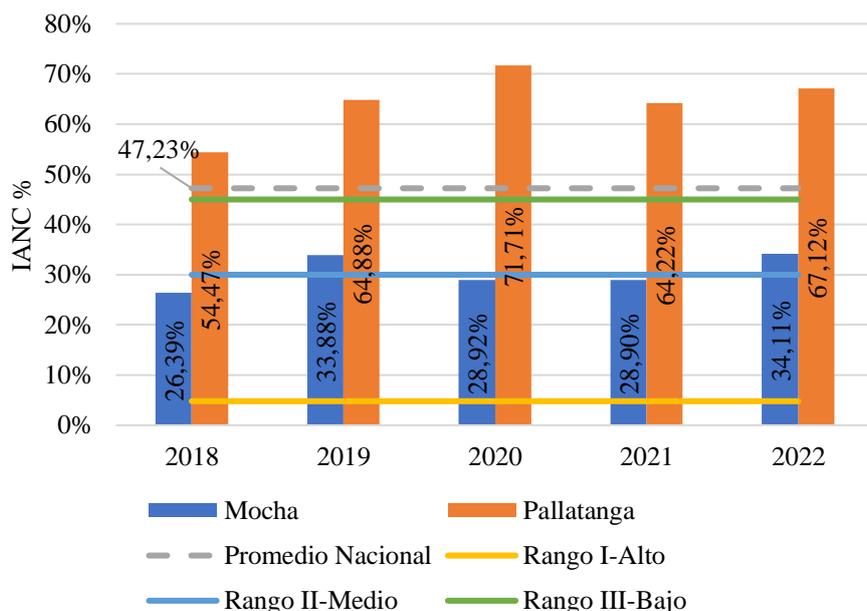


Figura 22. Índice de agua no contabilizada, cantones Mocha y Pallatanga

En la **Figura 23** se muestran los rendimientos de cada año, tanto del cantón Mocha como de Pallatanga. Según los resultados del análisis de estudio se obtuvo que en el cantón Mocha los rendimientos de las redes de distribución están con un promedio de 33.32 % más alto en comparación con las redes del cantón Pallatanga.

Durante el estudio se tiene que en el último año los dos cantones muestran un descenso en sus valores. En el cantón Mocha se aprecia que los indicadores se mantienen en el rango de “Regular” y “Bueno”, sin embargo, en el cantón Pallatanga su rendimiento en el lapso de estudio no alcanza a igualar al cantón Mocha.

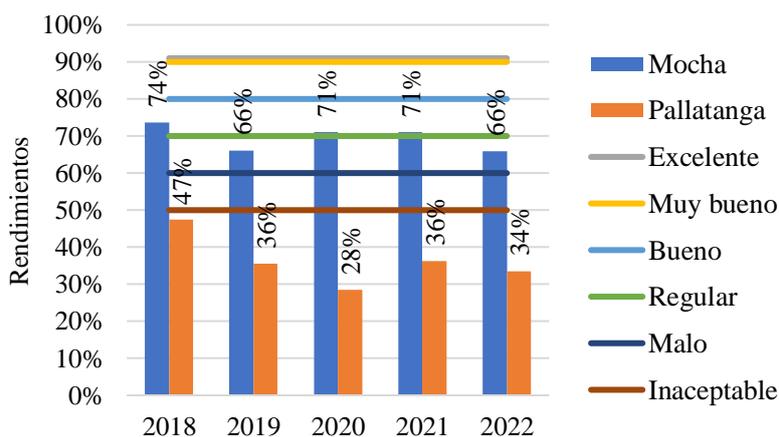


Figura 23. Rendimientos globales de las redes, cantones Mocha y Pallatanga

Así mismo se muestran los valores de las pérdidas económicas del agua incontrolada y fugada en los dos cantones, en la **Figura 24** se verifican los resultados del análisis. En el cantón Mocha en el año 2022 se presentó la mayor pérdida económica con un valor de \$ 27 201.60, teniendo en cuenta que el cálculo realizado es con la tarifa de \$ 0.31 puesta por

la entidad competente. Por otro lado, se tiene que en el cantón Pallatanga la mayor pérdida económica se dio en el año 2020 con un valor de \$ 156 429.83, calculado con la tarifa básica propuesta por el Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del cantón Pallatanga es de \$ 0.30.

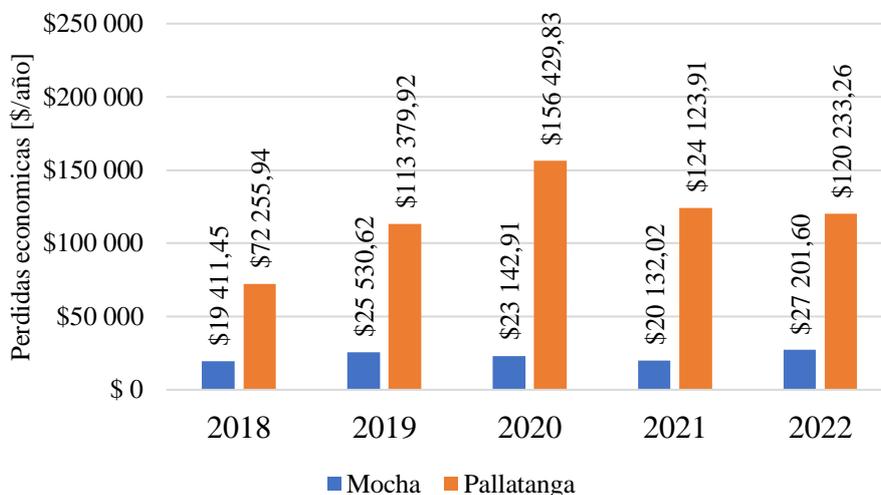


Figura 24. Pérdidas económicas, cantones Mocha y Pallatanga

De la misma forma se tiene los valores del incremento poblacional de los dos cantones, para el cantón Mocha el mayor incremento se presentó en el año 2022 con un valor de 16.56 %; mientras que para el cantón de Pallatanga se encontró un incremento poblacional mayor en el año 2020 con un valor de 60.55 %. Estos valores se muestran en la **Figura 25**.

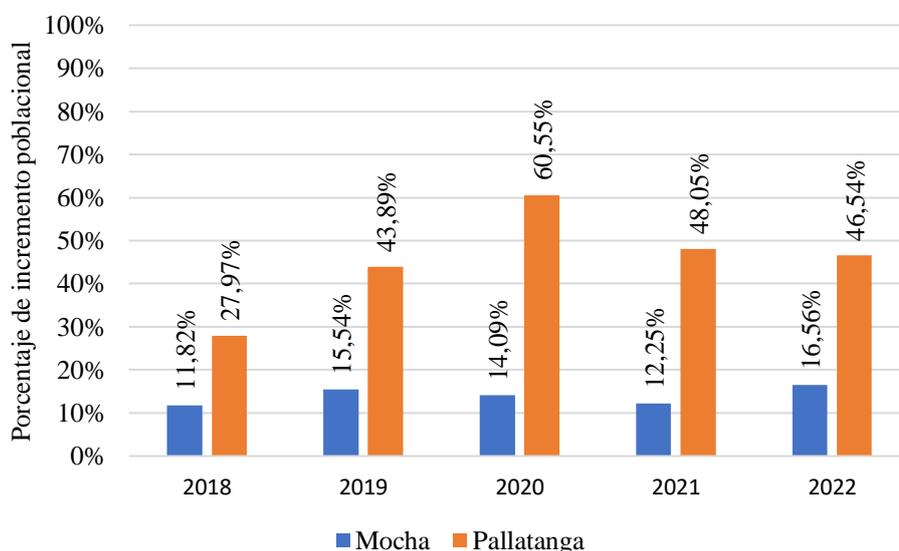


Figura 25. Incremento poblacional calculado, cantones Mocha y Pallatanga.

Con los resultados planteados se tiene que en el periodo de estudio los valores encontrados tienen relación con los datos propuestos por el ARCA (2022), y los valores obtenidos del IANC están similares como los diferentes cantones donde se realizaron este mismo estudio.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En los cantones Mocha y Pallatanga según el balance hídrico técnico realizado, en el presente estudio se encontró que el porcentaje promedio de agua incontrolada para el cantón Mocha es de 30.44 % y 64.48 % para el cantón Pallatanga. Estos cantones cuentan con un promedio del rendimiento global de 69.56 % en el cantón Mocha categorizándose en una calificación “Regular”; mientras que el cantón Pallatanga con un promedio de 36.24 % obtuvo una calificación “Inaceptable” durante el periodo de análisis 2018 – 2022.

Haciendo referencia a los factores que inciden en las fugas, uno de los más importantes es el mantenimiento frecuente de la red ya que no hay registros ni planificaciones de los mantenimientos realizados, por otra parte, el municipio tampoco cuenta con planos, documentos ni datos actualizados, por lo que esto dificultó el estudio. Otro factor que se detecto fue la falta de comunicación entre los usuarios y la entidad competente al no reportar una fuga visible a su alrededor.

En relación al tema económico, en el cantón Mocha se obtuvo el valor más elevado en el año 2022 con un caudal incontrolado fugado de 87 747.09 m³/año generando una pérdida económica de \$ 27 201.60 tomando como tarifa aplicada por el municipio que es de \$0.31, mientras que con la tarifa recomendada por el ARCA de \$0.48 para el mismo año se obtiene una pérdida económica de \$ 112 316.28. En Pallatanga el año donde se tuvo más pérdidas fue en el año 2020 con un caudal incontrolado de 521 432.77 m³/año generando una pérdida económica de \$156 429.83 con la tarifa aplicada por el municipio de \$0.30 y con la tarifa recomendada por el ARCA de \$1.28 se tiene un valor de \$ 531 861.43.

5.2 Recomendaciones

Una vez concluida la investigación se recomienda que las instituciones encargadas de realizar los controles del agua potable cuenten con información actualizada de cada zona, así como son datos, planos, informes, controles de mantenimiento. También se recomienda a cada Empresa Municipal de Agua Potable planificar un recorrido semanal o quincenal con la finalidad de detectar fugas visibles en los cantones.

Por otra parte, es necesario la implementación de macromedidores en las salidas de los tanques, ya que al no contar con los datos reales de suministro de agua a la población se hace complicado tener un adecuado control de la dotación de agua potable. A cada entidad correspondiente se recomienda la adquisición de un geófono, ya que este aparato emplea un método no invasivo en la detección de fugas subterráneas en una red.

Así mismo se recomienda emplear un plan maestro, con el objetivo de reducir las fugas presentes y mejorar la optimización del trabajo de las cuadrillas encargadas del mantenimiento de la red, como también la capacitación constante a cada uno de ellos.

También se debe hacer un llamado a la comunidad para concientizar lo que producen las fugas de agua ya que el principal problema detectado son las instalaciones clandestinas que afectan al desarrollo de la institución encargada de la distribución de dicho servicio, para ello se recomienda que las inspecciones se realicen frecuentemente para evitar este tipo de problemas.

BIBLIOGRAFIA

- Achache, N., & Gómez, S. (2022). *Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable del cantón Riobamba*.
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/511000/10205/1/Achache%20%26%20G%C3%B3mez%202022-Incidencia%20de%20fugas%20en%20la%20red%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20potable%20del%20cant%C3%B3n%20Riobamba.pdf>
- Agencia de Regulación y Control del Agua. (2023). Informe Express 2023 - Aquaintel. *Aquaintel*.
https://www.aquaintel.com.ec/public/reports/20231220_Informe_Express_Perdidas_de_Agua_potable_alcanzan_el_47_por_ciento_del_agua_tratada.pdf
- ARCA. (2018). Benchmarking De Prestadores Públicos De Los Servicios De Agua Potable Y Saneamiento En El Ecuador. *Boletín Estadístico*, 325–351.
- ARCA. (2019). Agua potable y saneamiento. *Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento*, 1, 325–351.
- ARCA. (2020). Agua potable y saneamiento en el Ecuador Agencia de Regulación y Control del Agua *BOLETÍN ESTADÍSTICO*. 12–15. http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/12/Boletin-Estadistico-APS_dic21_v02.pdf
- ARCA. (2021). *Boletín Estadístico 2021*.
- ARCA. (2022). *Benmarking de prestadores públicos de los servicios de agua potable y saneamiento en el Ecuador*.
- Cabrera, E., Almandoz, J., Arregui, F., & García-Serra, J. (1999). Auditoría de redes de distribución de agua. *Ingeniería Del Agua*, 6(4), 387.
<https://doi.org/10.4995/ia.1999.2794>
- Cárdenas D, & Patiño F. (2010). *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua, potable de la comunidad de Tutucán, canton Paute, Provincia del Azuay*.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/725>
- Cuyo, J. (2022). *Estudio de la probabilidad de fugas/fallos en las redes de agua potable en el sistema de distribución de la empresa pública metropolitana de agua potable y saneamiento (EPMAPS) de Quito*.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/27959/1/UCE-FCE-CPO-CUYO%20JENNY.pdf>
- GAD Mocha. (2024). Boletín de prensa Mocha. *Boletín de Prensa N°*.
- García J, & Pérez F. (2020). *Abastecimiento de aguas. Control y mantenimiento de redes*.
https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/10065/mod_resource/content/1/Tema%2020%20CONTROL%20Y%20MANTEN%20REDES.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pallatanga. (2020). *Pdyot Pallatanga*.

- Hemery M, & Weimer M. (2011). *Fugas y medidores*.
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/48220/LksnMtrS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jiménez, J. (2013). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>
- MIDUVI. (2011). NEC-11, Norma Hidrosanitaria NHE Agua. *Norma Ecuatoriana De La Construcción*, 38.
- Montoya, L., & Montoya, R. (2012). *Efecto de la presión sobre las fugas de agua en un sistema de tubería simple*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242012000100007#:~:text=Entre%20los%20principales%20se%20puede,el%20caudal%20de%20la%20misma.
- SIAPA. (2014). *Lineamientos Técnicos para Factibilidades - Sistemas de Agua Potable 2A*.
https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf
- Thornton, J., Sturm, R., & Kunkel, G. (2008). Water Loss Control, Second Edition. *Water Loss Control*, 247–258.
- Zacharia M., & Lynchburg W. (2017). *Detección de fugas y control de pérdidas de agua*.
<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Deteccion-de-fugas.pdf>

ANEXOS

Anexo 1

Catastro del cantón Pallatanga

C	D	E	F	G
MEDIDOR	CI	NOMBRES	DIR	LECTURA
306713	0660829540001	FISCALIA DE CHIMBORAZO	VELASCO IBARRA - CORNELIO DAVALOS	8900
430650	0660840350001	DIRECCIÓN DISTRITAL 06D03-CUMANDA-PALLATANGA-EDUCACIÓN	VELASCO IABARRA - SANTA ANA	5899
435014	0660840350001	DIRECCIÓN DISTRITAL 06D03-CUMANDA-PALLATANGA-EDUCACIÓN	PADRE RODOLFO ROMERO - CDH	2627
299838	0660840350001	DIRECCIÓN DISTRITAL 06D03-CUMANDA-PALLATANGA-EDUCACIÓN	CDH. - PADRE RODOLFO ROMERO	8652
421510	0660840350001	DIRECCIÓN DISTRITAL 06D03-CUMANDA-PALLATANGA-EDUCACIÓN	CARLOS MUÑOZ - LA MORERA	4994
434171	0660840350001	DIRECCIÓN DISTRITAL 06D03-CUMANDA-PALLATANGA-EDUCACIÓN	CARLOS MUÑOZ - LA MORERA	2025
419412	0602748592	ASITIMBAY ALVAREZ LUIS ALBERTO	SAN FRANCISCO 2 - GARCIA MORENO	3406
243211	0602907156	SILVA TENEMASA CARLOS VICENTE	COREVIP - SAN FRANCISCO	147
303880	0604248013	GARCIA ROJAS CHRISTIAN FRANCISCO	RODOLFO TORRES - VELASCO IBARRA	7898
419249	0660840350001	DIRECCIÓN DISTRITAL 06D03-CUMANDA-PALLATANGA-EDUCACIÓN	RODOLFO TORRES - VELASCO IBARRA	6300
434611	0690067978001	DIOCESIS DE RIOBAMBA	13 DE MAYO - MARISCAL SUCRE	3843
434813	0660829700001	GOBERNACION DE CHIMBORAZO	13 DE MAYO - GARCIA MORENO	5199
434495	0604153908	LOZA CUENCA JOSE JOB	10 DE AGOSTO - SEGUNDO CARRASCO BRITO	2052
427231	1790127613001	CORPORACION DE LA ASOCIACION DE LOS ADVENTISTAS DEL SEPTIMO DIA DEL ECUADOR	JOSE SALTOS - 10 DE AGOSTO	3750
434238	0591700308001	CORPORACION DE BENEFICENCIA EL TABERNACULO	24 DE MAYO - CARLOS REYES	1435
305663	1768152560001	CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES - CNT EP	13 DE MAYO - VELASCO IBARRA	4960
418757	0690074397001	COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO SAN MIGUEL DE PALLATANGA	24 DE MAYO - GARCIA MORENO	1780
309391	0690067978001	DIOCESIS DE RIOBAMBA	13 DE MAYO - GARCIA MORENO	5779
301744	0660001090001	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE PALLATANGA	13 DE MAYO - ELOY ALFARO	3498
434789	0660001090001	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE PALLATANGA	24 DE MAYO - GARCIA MORENO	7099
428461	0660841160001	DIRECCION DISTRITAL 06D02-ALASI-CHUNCHI-SALUD	AV. VELASCO IBARRA - JOSE SALTOS	1561
433827	0660840350001	DIRECCIÓN DISTRITAL 06D03-CUMANDA-PALLATANGA-EDUCACIÓN	JOSE SALTOS - LA CIENEGA	5815
307896	0660840350001	DIRECCIÓN DISTRITAL 06D03-CUMANDA-PALLATANGA-EDUCACIÓN	SEGUNDO CARRASCP BRITO - 10 DE AGOSTO	4280

Anexo 2

Reporte del cantón Mocha. (Noviembre, 2018)

TOTAL REPOR DE EMISIÓN MENSUAL:			
		Consumo(m3)	26,990.00
Año:	2018	Agua	\$ 5,822.42
Mes:	11	Rec. Desechos S.	\$ 0.00
		Alcantarillado	\$ 1,674.69
		Administración	\$ 887.50
		Recursos Hidricos	\$ 0.00
		TOTAL EMISIÓN:	\$ 8,384.61
		Subtotal sin subsidio	\$ 0.00
		Total Clientes:	1775

Anexo 3

Tanque de Chilcapamba, cantón Mocha



Anexo 4.

Tanque La estación, cantón Mocha



Anexo 5.

Tanque sector La Y, cantón Mocha



Anexo 6.

Toma de datos





Anexo 7.

Mantenimiento de la red en Pallatanga

