



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de
los cantones de Alausí y Colta**

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autores:

Heidy Karolina Saigua Yambay
Jefferson David Vimos Ortiz

Tutor:

Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez MSc.

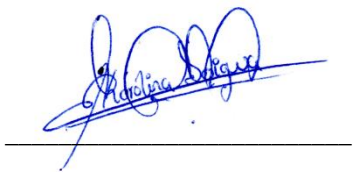
Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, Heidy Karolina Saigua Yambay con CC: 0605328756 y Jefferson David Vimos Ortiz con CC: 0605154962, autores del trabajo de investigación titulado: Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones de Alausí y Colta, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí 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 mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 09 de marzo de 2023



Heidy Karolina Saigua Yambay

C.I: 0605328756



Jefferson David Vimos Ortiz

C.I: 0605154962

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y 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 de Alausí y Colta, presentado por Heidy Karolina Saigua Yambay con CC: 0605328756 y Jefferson David Vimos Ortiz con CC: 0605154962, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 09 de marzo de 2023.

Mgs. Andrea Natalí Zarate Villacrés
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



Firma

DEDICATORIA

Esta tesis es el resultado de un esfuerzo conjunto, un largo proceso lleno de altibajos y desafíos, pero también de aprendizaje y satisfacciones.

Quiero dedicar este trabajo a mi padre, mi abuelo y mi abuela los únicos que me pueden llamar hijo. Su amor incondicional, sabiduría y apoyo constante me ha impulsado en este camino. Gracias por su paciencia, su comprensión y por enseñarme el valor del trabajo duro y la perseverancia.

También a quien llamare Emsia, agradezco profundamente el apoyo que me brindó en los momentos difíciles. Siempre llevaré conmigo su voz dándome ánimo.

A mi Bonny, mi fiel amiga y compañera. Gracias por estar siempre ahí, por escucharme y brindarme amor incondicional. Tu presencia ha sido una fuente de tranquilidad en momentos de estrés.

A todos los que han sido importantes en este proceso, les agradezco de todo corazón. Espero que esta tesis les traiga tanto orgullo y satisfacción como a mí.

Jefferson David Vimos Ortiz

DEDICATORIA

En primer lugar, el presente trabajo está dedicado a Dios, la virgen y el niño Jesús, quienes han sido un apoyo espiritual en este camino lleno de obstáculos, con su bendición me han guiado para obtener este título profesional.

En segundo lugar, a mis padres Lupe y Marco que los amo con todo mi corazón quienes han estado conmigo siempre y han sabido inculcar los mejores valores, han puesto su apoyo incondicional en mí y es lo más importante para llegar a este momento de mi vida de alcanzar un logro más.

A mis hermanos, a quienes adoro con todas mis fuerzas, me han dado ánimos de nunca rendirme y han sido una parte fundamental en todo este proceso.

A mis abuelos, tíos/as, primos que han aportando con un granito de arena en toda esta travesía, que con palabras de aliento me han dado la perseverancia y constancia necesaria.

Heidy Karolina Saigua Yambay

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por su amor, guía y protección durante todo el proceso. Sin su ayuda, nada de esto habría sido posible.

A mi padre Silvio, mi guía e inspiración, le doy las gracias por su incondicional apoyo, por creer en mí. Tus consejos sabios y tus palabras de aliento me han llevado hasta aquí y nunca podré agradecerte lo suficiente.

A mi mami Isaurita y mi papi Segundito, quienes me han enseñado los valores de la perseverancia y la humildad. Gracias por todo lo que han hecho por mí, por sacrificar tanto para que yo pudiera tener una mejor vida y por darme todo su amor, aunque a veces las circunstancias hayan sido difíciles.

A mi mejor amiga Deisy, ha sido una constante fuente de apoyo. Tu amistad es un tesoro para mí.

A mi tutora de tesis, agradezco su dedicación, su paciencia y su experiencia en guiarme durante todo el proceso de investigación y escritura.

A mi compañera de tesis, por compartir conmigo este camino lleno de desafíos. Tu apoyo y trabajo duro han sido fundamentales para alcanzar nuestros objetivos.

Y finalmente, pero no menos importante, me agradezco a mí mismo por mi perseverancia, dedicación y compromiso durante toda la carrera. Ha sido un camino lleno de desafíos, pero gracias a mi esfuerzo, he logrado alcanzar esta meta.

Jefferson David Vimos Ortiz

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme siempre su bendición, sin él nada de esto sería posible, es un pilar fundamental en mi vida.

A mis padres, por su esfuerzo a diario, por darme todo en la vida, estoy muy agradecida con ellos por su paciencia día a día. No ha sido nada fácil, pero gracias por cada segundo que han sabido brindarme para escucharme y darme los mejores consejos, poder seguir adelante y más que todo enseñar a nunca dar por hecho las cosas. A mi familia en general, gracias por estar en los momentos más duros de esta vida

A mi tutora, le agradezco por acogerme y que con sus conocimientos ha sido una guía fundamental en el proceso de elaboración de este proyecto de investigación.

A mi compañero de tesis, gracias por compartir la labor de realizar este proyecto de investigación.

A todas las personas, que han formado parte de esta travesía universitaria que en cualquier momento me han brindado su apoyo desinteresado. A mis amigos por acompañarme en todo este transcurso adquiriendo experiencia y han sido parte del proceso de superación como personas y profesionales.

Heidy Karolina Saigua Yambay

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Descripción zona de estudio	15
1.1.1 Red de abastecimiento de agua potable cantón Alausí.....	16
1.1.2 Red de abastecimiento de agua potable cantón Colta	18
1.2 Antecedentes.....	20
1.3 Justificación.....	21
1.4 Planteamiento del problema	21
1.5 Objetivos.....	22
1.5.1 General	22
1.5.2 Específicos.....	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Fundamentación teórica.....	22
2.1.1 Red de abastecimiento de agua potable.....	22
2.1.2 Tipos de fallas en tuberías de distribución	24
2.1.3 Diagnóstico en redes de abastecimiento para fugas de agua potable	25
2.2 Estado del arte	25
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	27
3.1 Descripción de la metodología	27
3.2 Tipo y diseño de investigación	28
3.3 Recopilación y registro de la información.....	28
3.4 Procesamiento y validación de información.....	29
3.5 Elaboración del balance hídrico, rendimientos porcentuales y determinación de índice de agua no contabilizada.....	29
3.5.1 Caudales inyectados a las redes de abastecimiento.....	31
3.5.2 Caudales registrados	32
3.5.3 Caudales incontrolados consumidos.....	34
3.6 Rastreo e identificación de sectores críticos con presencia de fugas en la red de distribución de agua potable	38
3.7 Inspecciones in situ para el control, reparación de fugas	38

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 Resultados.....	39
4.1.1 Balance hídrico técnico	39
4.1.2 Índice de agua no contabilizada (IANC)	49
4.1.3 Rendimientos hídricos porcentuales.....	50
4.1.4 Afectación económica	54
4.1.5 Rastreo e identificación de sectores críticos con presencia de fugas en la red de distribución de agua potable	57
4.1.6 Monitoreo y reparación de fugas	58
4.1.7 Implementación de plan para la adecuada gestión de fugas en los cantones de Alausí y Colta	59
4.2 Discusión	61
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1 Conclusiones.....	62
5.2 Recomendaciones.....	63
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Número de usuarios del servicio de agua potable al mes julio 2022.....	15
Tabla 2. Captaciones del cantón Alausí (Promedio del 2020)	16
Tabla 3. Características de los tanques de almacenamiento del cantón Alausí.....	17
Tabla 4. Captaciones del cantón Colta (Promedio del 2021)	19
Tabla 5. Características de los tanques de almacenamiento del cantón Colta.....	19
Tabla 6. Terminología de caudales utilizados en el balance hídrico.	29
Tabla 7. Rangos de eficiencia del sistema en función del rendimiento.....	31
Tabla 8. Caudal inyectado enero 2018 - julio 2022 - Alausí.....	32
Tabla 9. Caudal inyectado enero 2018 - julio 2022 - Colta.....	32
Tabla 10. Caudales registrados enero 2018 a julio 2022 - Alausí.....	33
Tabla 11. Caudales registrados enero 2018 a julio 2022 - Colta.....	33
Tabla 12. Caudal incontrolado consumido para instituciones municipales - Alausí.....	34
Tabla 13. Caudal incontrolado consumido para instituciones educativas - Alausí.....	34
Tabla 14. Caudal incontrolado consumido para instituciones religiosas - Alausí.....	35
Tabla 15. Caudal incontrolado consumido para áreas de recreación - Alausí.....	35
Tabla 16. Total Caudal Incontrolado Consumido - Alausí.....	35
Tabla 17. Caudal incontrolado consumido para instituciones municipales - Colta.....	36
Tabla 18. Caudal incontrolado consumido para instituciones educativas - Colta.....	36
Tabla 19. Caudal incontrolado consumido para instituciones religiosas - Colta.....	37
Tabla 20. Caudal incontrolado consumido para áreas de recreación - Colta	37
Tabla 21. Total caudal incontrolado consumido - Colta	37
Tabla 22. Balance hídrico técnico mensual del año 2018 - Alausí.....	39
Tabla 23. Balance hídrico técnico mensual del año 2019 - Alausí.....	40
Tabla 24. Balance hídrico técnico mensual del año 2020 - Alausí.....	40
Tabla 25. Balance hídrico técnico mensual del año 2021 - Alausí.....	41
Tabla 26. Balance hídrico técnico mensual del año 2022 – Alausí.....	41
Tabla 27. Balance hídrico técnico mensual del año 2018 - Colta	44
Tabla 28. Balance hídrico técnico mensual del año 2019 – Colta.....	45

Tabla 29. Balance hídrico técnico mensual del año 2020 – Colta.....	45
Tabla 30. Balance hídrico técnico mensual del año 2021 - Colta	46
Tabla 31. Balance hídrico técnico mensual del año 2022 - Colta	46
Tabla 32. Rendimientos hídricos porcentuales por año - Alausí.....	51
Tabla 33. Rendimientos hídricos porcentuales por año – Colta	52
Tabla 34. Tarifas básicas para consumo residencial.....	54
Tabla 35. Valores anuales de pérdida por volumen incontrolado en la red de abastecimiento de agua potable - Alausí	55
Tabla 36. Valores anuales de pérdida por volumen incontrolado en la red de abastecimiento de agua potable - Colta	55
Tabla 37. Dotación de consumo de agua potable	56
Tabla 38. Proyección número de habitantes a los que se beneficiaría en base al volumen de caudal fugado.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de los Cantones Alausí y Colta	15
Figura 2. Redes de abastecimiento de agua potable Alausí.....	16
Figura 3. Mapa de ubicación de tanques de almacenamiento Alausí.....	17
Figura 4. Redes de abastecimiento de agua potable Colta	18
Figura 5 Mapa de ubicación de tanques de almacenamiento Colta.....	19
Figura 6. Ciclo urbano del agua	23
Figura 7. Pérdidas reales y aparentes dentro del volumen distribuido al sistema	24
Figura 8 . Esquema metodológico	27
Figura 9. Ficha de registro de fugas	38
Figura 10. Porcentaje caudal fugado mensualmente - Alausí	42
Figura 11. Balance hídrico técnico por año acorde al volumen mensual – Alausí.....	43
Figura 12. Porcentaje de caudal fugado por año - Alausí.....	43
Figura 13. Porcentaje caudal fugado mensualmente – Colta.....	47
Figura 14. Balance hídrico técnico por año acorde al volumen mensual – Colta	48

Figura 15. Porcentaje de caudal fugado por año – Colta.....	49
Figura 16. Índice de agua no contabilizada por año – Alausí.....	49
Figura 17. Índice de agua no contabilizada por año – Colta	50
Figura 18. Rendimiento global de la red de abastecimiento de agua potable - Alausí.....	51
Figura 19. Rendimiento global por año de la red de abastecimiento de agua potable - Alausí	52
Figura 20. Rendimiento global de la red de abastecimiento de agua potable – Colta.....	53
Figura 21. Rendimiento global por año de la red de abastecimiento de agua potable – Colta	54
Figura 22. Comparación costes anuales por volumen fugado en Alausí y Colta	56
Figura 23. Sectores con mayor reporte de fugas en la red de abastecimiento de agua potable - Alausí	57
Figura 24. Sectores con mayor reporte de fugas en la red de abastecimiento de agua potable - Colta	58
Figura 25. Procedimiento del departamento de agua potable y alcantarillado Alausí para la reparación de fugas.....	59
Figura 26. Plan de acción para el control mantenimiento y seguimiento de fugas en los cantones Alausí y Colta	60

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Registro de fugas – Alausí.....	67
Anexo 2. Registro de fugas – Colta.....	68
Anexo 3. Inspecciones in situ para reparación y mantenimiento	69
Anexo 4. Consumos registrados – Alausí.....	70
Anexo 5. Consumos registrados - Colta	71
Anexo 6. Balance hídrico general – Alausí	72
Anexo 7. Balance hídrico general – Colta.....	73

RESUMEN

Las empresas que brindan servicios de agua potable en Ecuador frecuentemente tienen problemas con las fugas en su sistema de distribución. En los cantones de Alausí y Colta, la frecuencia de fugas, debido a diferentes causas, resulta en un gasto económico para las entidades encargadas de su control. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es analizar la incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones Alausí y Colta, y cuantificarlas a través de un balance hídrico. También se busca identificar el sector con la mayor cantidad de fugas en los cantones de estudio mediante los datos proporcionados por los organismos reguladores del recurso. La investigación utiliza datos cuantitativos y cualitativos para analizar y explicar los resultados. Los datos cuantitativos se utilizaron para procesar los volúmenes de agua inyectados y facturados, mientras que los datos cualitativos se obtuvieron a través de inspecciones in situ para entender las características y el proceso de reparación de las fugas. Los resultados indicaron que el sistema de abastecimiento de agua potable en el cantón de Alausí tiene un porcentaje de caudal fugado del 28,06%, un rendimiento global del 60,71%, y una calificación de "regular", siendo los sectores más afectados "Aypan Chico" y "El Bosque". En el sistema de abastecimiento de agua potable del cantón de Colta, el porcentaje de fugas es del 50,73%, un rendimiento global del 35,73%, y una calificación de "inaceptable", siendo el sector más afectado "2 de Agosto".

Palabras claves: sistema de distribución, incidencia de fugas, volúmenes de agua, gasto económico, caudal fugado.

ABSTRACT

In Ecuador, businesses that offer drinking water frequently experience issues with distribution system leaks. In the cantons of Alausí and Colta, the frequency of leaks, due to different causes, results in an economical expense for the entities in charge of their control. Therefore, this study aims to analyze the incidence of leaks in the drinking water supply network of the Alausí and Colta cantons and to quantify them through a water balance. It also seeks to identify the sector with the highest number of leaks in the study cantons through data provided by the water regulatory agencies. The research uses quantitative and qualitative data to analyze and explain the results. Quantitative data were used to process the volumes of water injected and billed. In contrast, qualitative data were obtained through on-site inspections to understand the characteristics and repair process of the leaks. The results indicated that the drinking water supply system in the canton of Alausi has a percentage of the leaked flow of 28.06%, an overall performance of 60.71%, and a rating of "regular," with the most affected sectors being "Aypan Chico" and "El Bosque." In the drinking water supply system of the canton of Colta, the percentage of leaks is 50.73%, an overall yield of 35.73%, and a rating of "unacceptable," the most affected sector being "2 de Agosto".

Keywords: Distribution system, the incidence of leaks, volumes of water, economic cost, leaked flow.



Firmado electrónicamente por:
DARIO JAVIER
CUTIOPALA LEON

Reviewed by:
Lic. Dario Javier Cutiopala Leon
ENGLISH PROFESSOR
c.c. 0604581066

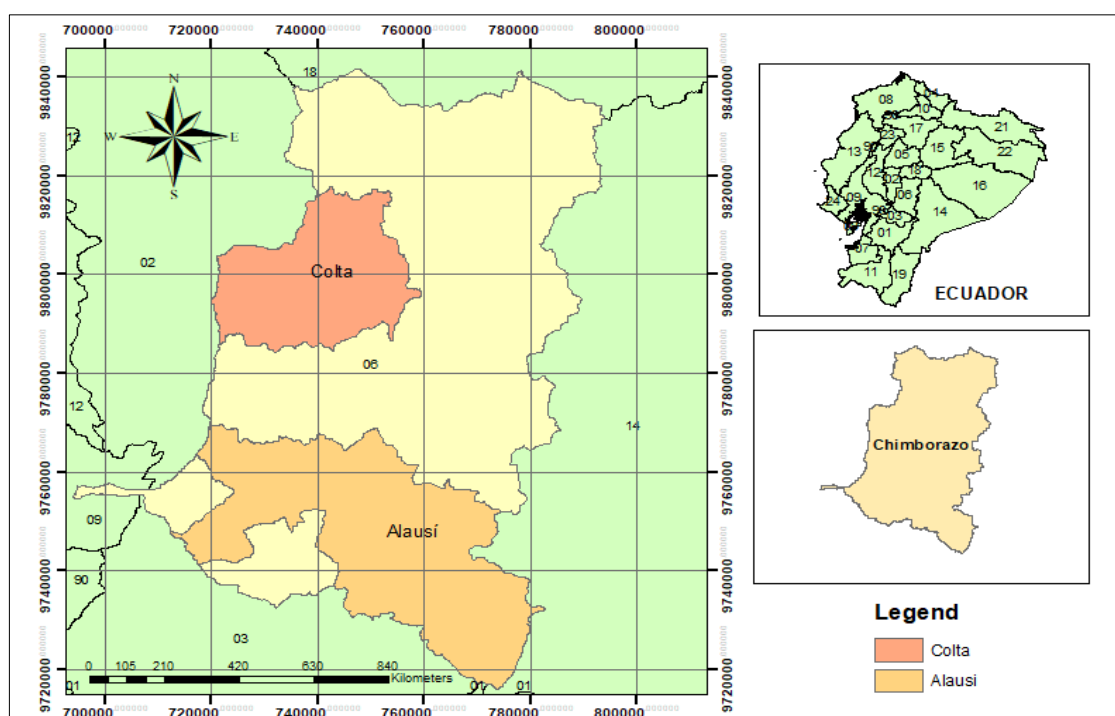
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1 Descripción zona de estudio

El cantón Alausí cuenta con 44 089 habitantes, de los cuales se aprecia que la zona urbana es el 14.36% y la zona rural el 85.64% de la población; mientras que el cantón Colta presenta una población de 44 971 pobladores, distribuidos en 42 658 en el área rural y tan solo 2313 en el área urbana (INEC,2010). A continuación, en la Figura 1 se evidencia la ubicación geográfica de los cantones en análisis.

Figura 1.

Ubicación Geográfica de los Cantones Alausí y Colta



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

En los cantones de estudio, no existen empresas privadas encargadas del suministro del agua, directamente los entes reguladores del mismo son los departamentos de agua potable de cada GAD municipal. Según información suministrada se obtuvo que al mes de julio del año 2022 se han contabilizado los siguientes usuarios tal y como se evidencia en la Tabla 1.

Tabla 1.

Número de usuarios del servicio de agua potable al mes julio 2022

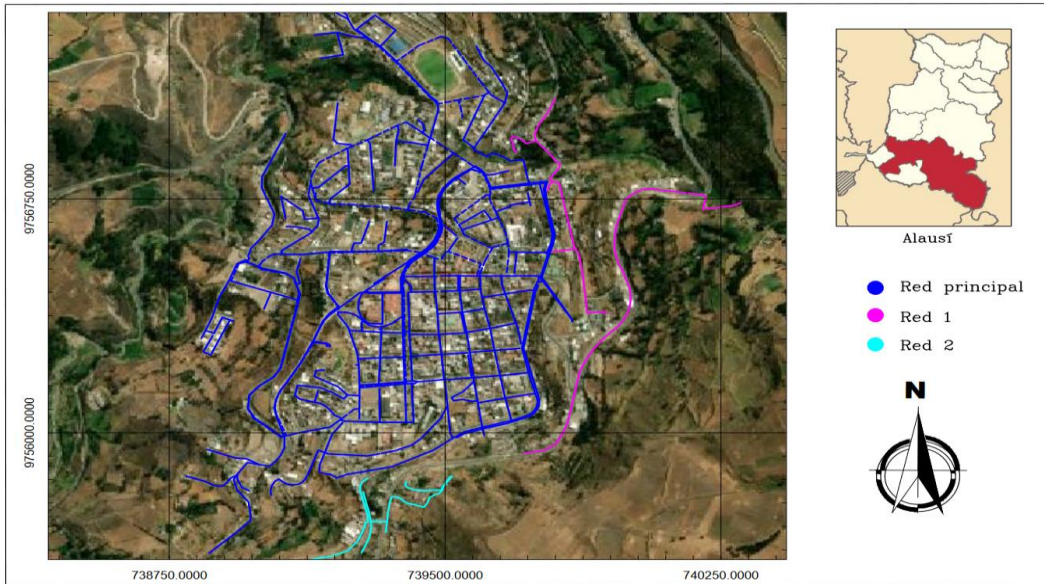
Cantón	Colta	Alausí
Número de usuarios	1019	2060

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

1.1.1 Red de abastecimiento de agua potable cantón Alausí

La red de distribución de agua potable del cantón Alausí está conformada por tres redes independientes denominadas red principal, red 1 y red 2 como se puede observar en la Figura 2.

Figura 2.
Redes de abastecimiento de agua potable Alausí



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

1.1.1.1 Captaciones, tanques de almacenamiento y plantas de tratamiento

En el cantón de Alausí a través de las sentencias adjudicadas de agua potable al GADM, se identifica que existen 5 vertientes o fuentes que proveen en la actualidad de este recurso hídrico a la población urbana, cabe recalcar que el tipo de captación es superficial. En la tabla 2 se observa las sentencias junto con su nombre, caudal y coordenadas al año 2020 proporcionadas por el GADM Alausí.

Tabla 2.

Captaciones del cantón Alausí (Promedio del 2020)

N°	Vertiente o fuente de agua	Caudal [l/s]	Coordenadas		Altitud [msnm]
			Norte [m]	Este [m]	
1	Aipud- Güitig	11.11	9756768.66	740247.99	2553.00
2	Shucos	10.71	9761018.49	742202.67	2737.00
3	Atalay o Atalaya 1,2,3	7.00	9762057.95	743645.63	2833.00
4	Caguña	5.50	9762877.53	744091.70	2836.00
5	Gampala	1.45	9756491.30	740095.81	2501.00
	Total	34.32			

Fuente. (GADM Alausí, 2020)

Dicho cantón presenta un problema en una de sus captaciones, cuya conducción atraviesa una falla activa denominada Bola de Oro, la misma que ha producido cortes de agua en todo el cantón, la misma es una amenaza potencial para la correcta distribución de agua potable en la cabecera.

La tabla 3 identifica los tanques de almacenamiento dispuestos en la cabecera cantonal, siendo los más importantes los reservorios 1,2 y 3 localizados al ingreso norte del cantón; además la Figura 3 muestra un mapa de ubicación.

Tabla 3.

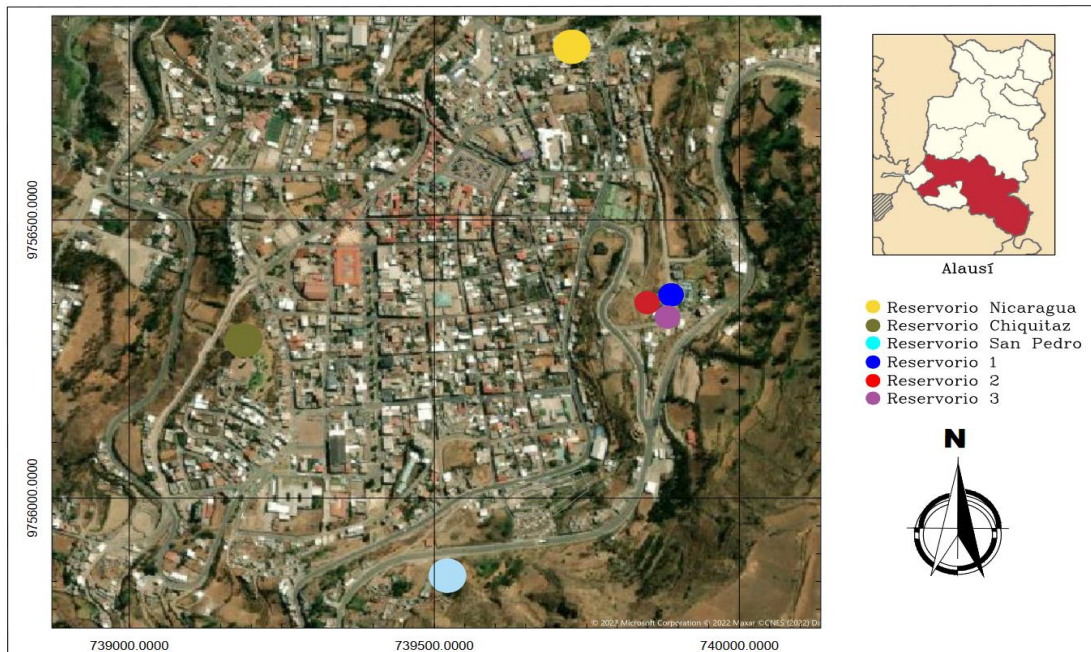
Características de los tanques de almacenamiento del cantón Alausí

Tanques	Capacidad [m3]	Coordenadas		Cota [m]	Geometría
		Norte [m]	Este [m]		
Reservorio Nicaragua	50.00	9756811.20	739725.46	2383.25	Rectangular
Reservorio Chiquitaz	50.00	9755860.64	739521.58	2454.24	Rectangular
Reservorio San Pedro	50.00	9756283.62	739187.98	2364.72	Rectangular
Reservorio 1	600.00	9756349.14	739875.64	2425.51	Circular
Reservorio 2	500.00	9756329.78	739878.35	2425.49	Circular
Reservorio 3	350.00	9756344.58	739857.42	2422.94	Circular
Total	1250.00				

Fuente. (GADM Alausí, 2020)

Figura 3.

Mapa de ubicación de tanques de almacenamiento Alausí



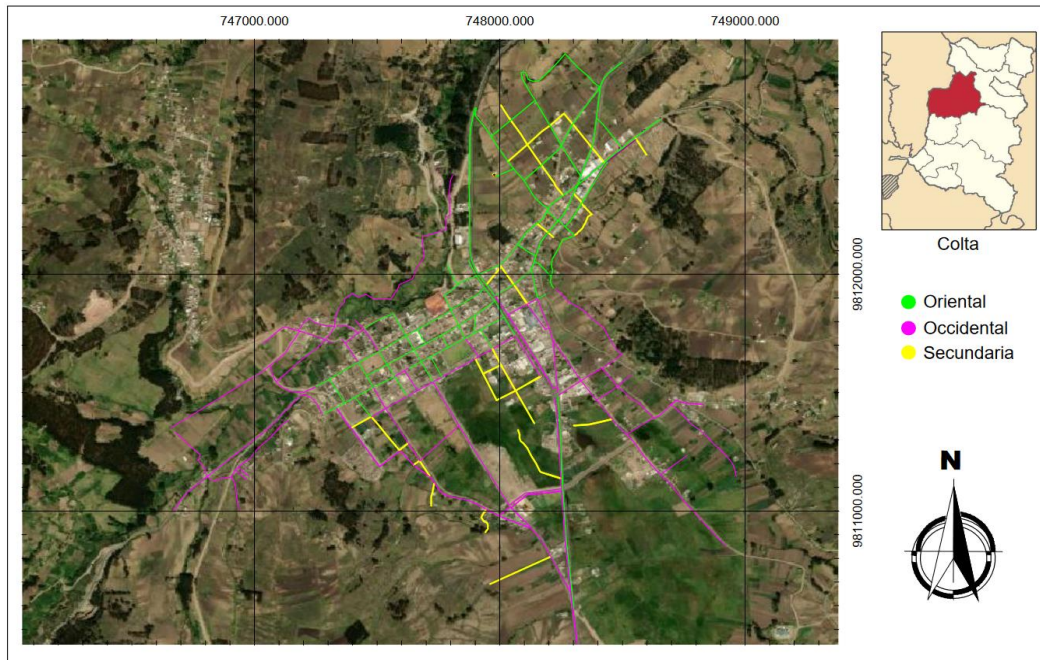
Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

En lo que corresponde a las plantas de tratamiento, el cantón Alausí cuenta con dos; la primera data del año 1983 y es de tipo convencional, mientras que la segunda fue construida en el año 2010 y pertenece a un tipo compacta, ambas encargadas de la distribución de agua potable apta para el consumo humano. Las mismas reciben mantenimiento adecuado por parte de las autoridades pertenecientes al departamento de agua potable, realizando un baldeo general para una precloración.

1.1.2 Red de abastecimiento de agua potable cantón Colta

La Figura 4 evidencia la georreferenciación junto con la red de distribución del cantón Colta, en donde se puede visualizar que existen 3 redes independientes llamadas oriental, occidental y secundaria.

Figura 4.
Redes de abastecimiento de agua potable Colta



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

1.1.2.1 Captaciones, tanques de almacenamiento y planta de tratamiento

En la Tabla 4 se puede ver las captaciones pertenecientes al GADM Colta, siendo estas 4 denominadas Guacona, Compañía, Dique, Pozo profundo; aquellas abastecen a la zona urbana según el GADM Colta al año 2021. A fin de confinar a cada una de las fuentes se ha construido paredes de hormigón armado, debido a que son vertientes de tipo superficial.

Tabla 4.*Captaciones del cantón Colta (Promedio del 2021)*

N°	Vertiente fuente de agua	Caudal [l/s]	Coordenadas		Altitud [msnm]
			Norte [m]	Este [m]	
1	Guacona	1.80	9809320.00	745947.00	3403.00
2	Compañía	2.68	9810293.00	744748.00	3483.00
3	Dique	8.67	9809212.00	745537.00	3357.00
4	Pozo Profundo	5.60	9810917.00	747586.00	3257.00
Total		18.75			

Fuente. (GADM Colta, 2021)

La Tabla 5 presenta los tanques de reserva o almacenamiento de Alausí y cuenta con dos tanques, uno de 100 m³ y otro de 500 m³.

Tabla 5.*Características de los tanques de almacenamiento del cantón Colta*

N°	Tanques	Capacidad [m ³]	Coordenadas		Cota [m]	Geometría
			Norte [m]	Este [m]		
1	Reservorio 1	100.00	9811280.00	747130.00	3257.00	Circular
2	Reservorio 2	500.00	9811276.00	747141.00	3257.00	Circular
Total		600.00				

Fuente. (GADM Colta, 2014)

En la Figura 5, se aprecia un mapa de localización de los tanques en el cantón Colta, sector urbano llamado Villa la Unión. Ahora bien, Colta no cuenta con una planta de tratamiento.

Figura 5*Mapa de ubicación de tanques de almacenamiento Colta***Fuente.** (Saigua & Vimos, 2023)

1.2 Antecedentes

Es de conocimiento público que en el Ecuador cada gobierno autónomo descentralizado es el ente encargado del agua potable; sin embargo, pese a la distinta forma de gestión, es evidente recalcar que toda red de distribución por más eficiente que sea está propensa a problemáticas como el agua no contabilizada. Según Al-Washali et al., (2018) las fugas se producen más en infraestructuras deterioradas que en redes de nueva construcción, a menos que existan políticas activas de gestión de fugas y sustitución de activos.

Toda buena gestión municipal en cuanto al servicio de agua potable, cumple el principio de eliminación de pérdidas de agua o también denominadas fugas (Rojek & Studzinski, 2019). Además, para tener un estudio favorable sobre el porcentaje de agua no contabilizada, es necesario contar con políticas institucionales que engloben la determinación de las pérdidas reales y aparentes; así también con un diagnóstico del sistema de redes de distribución actual (Cedeño et al., 2021). Si se conoce los volúmenes de agua fugada y el valor de ciertos indicadores empleados en la gestión de fugas se puede inferir si el sistema es excelente o gravemente deficiente (García & Benavides, 2019).

El boletín estadístico emitido en el año 2020 por La Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) evidencia una tasa de agua no contabilizada a nivel nacional de 47.69%, sin embargo, para los valores correspondientes a Colta y Alausí se encuentran fuera de rango, por tanto, a simple vista existe deficiencias en el servicio de agua potable ofrecido a los usuarios en los diferentes puntos del país; resulta importante destacar que el costo por el servicio de agua a nivel nacional es de 1.02 USD/m³ (ARCA, 2020a).

En cuanto a la cobertura del servicio de agua potable, el cantón Alausí tiene un 99.94% (ARCA, 2020a). Con respecto a la tarifa básica actual por cada m³ de agua potable en el cantón Alausí en el área residencial de 0 -20 m³ es de \$5.20 incluyendo costos como alcantarillado, aseo público, recolección de basura, mantenimiento de catastro y servicios administrativos (GADM Alausí, 2018). Por otro lado, el cantón Colta cuenta con un porcentaje de 88.75% de cobertura en cuanto al servicio de agua potable y tiene un costo en la categoría residencial de 0-20 m³ de \$2.50 abarcando el valor por la prestación del servicio de alcantarillado (GADM Colta, 2019).

Uno de los inconvenientes para una adecuada dotación a las poblaciones de los cantones de Alausí y Colta tiene que ver con el estado del sistema de agua potable (captaciones, reservorios y tuberías), pues existen daños a distintas escalas en la infraestructura del sistema, generando dificultades en la distribución del recurso. Uno de estos inconvenientes es la presencia de fugas en distintos puntos de la red entre los tanques de almacenamiento y los abonados de ambos cantones; la mayor parte de fugas atendidas por las entidades municipales son de tipo visibles, pues son de fácil apreciación por las entidades pues se observan en el adoquinado, pavimento y aceras; sin embargo, en lo que se refiere a fugas no visibles, pues los departamentos no cuentan con equipos avanzados para la localización de ellas. A la vez es importante mencionar que los municipios no han

ejecutado labores de mantenimiento periódicos en cuanto a las tuberías que conforman la red de abastecimiento de agua potable, provocando rupturas y corte del servicio a la población.

El presente proyecto de investigación plantea, identificar la incidencia de fugas en las redes que abastecen de agua potable a los cantones de Alausí y Colta pertenecientes a la provincia de Chimborazo, ubicados al sur de la región sierra del Ecuador; a unos 62.70 y 18 km de la ciudad de Riobamba respectivamente. La finalidad del estudio es analizar las causas que generan este tipo de problemas, y poder establecer alternativas de mejora en las redes de distribución que cumplan los parámetros de diseño y que funcione de manera eficiente a manera de fortalecer la calidad de vida de sus pobladores.

1.3 Justificación

El proyecto de investigación presentado favorecerá a la identificación de problemas suscitados en las redes de distribución de los cantones Alausí y Colta, analizando las fugas a través de los datos proporcionados por las entidades municipales que regulan el recurso en dichos cantones. El propósito principal del proyecto de investigación es percatarse sobre el funcionamiento del sistema, conjuntamente con las fugas reales y aparentes. Con esto se puede saber el gasto económico que produce el volumen de agua perdido por la ciudad, ya que la misma pasa por un proceso de potabilización para el consumo humano.

El cumplimiento de los objetivos planteados en conjunto con los resultados causará un beneficio a los cantones y a sus entidades encargadas del control de las redes en estudio, permitiendo mejorar la calidad del abastecimiento de agua potable; además, reducirá costos de operación y mantenimiento de sus redes de distribución.

1.4 Planteamiento del problema

El suministro de agua potable es uno de los servicios básicos más importantes para la población. Sin embargo, en los cantones de Alausí y Colta, ubicados en la provincia de Chimborazo, a pesar de tener un alto porcentaje de cobertura de agua potable, existe un alto nivel de agua no contabilizada y presentan un problema recurrente de fugas en la red de abastecimiento. La falta de políticas adecuadas de gestión y mantenimiento de la infraestructura de la red de distribución, así como la ausencia de equipos avanzados para la localización de fugas, son algunas de las causas de esta problemática.

Es fundamental resolver la siguiente interrogante: ¿Cuál es la incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones de Alausí y Colta, y cuáles son las principales causas que generan este tipo de problemas? Asimismo, se busca identificar posibles soluciones que permitan mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sistema de distribución de agua en la zona. A través de esta investigación, se pretende contribuir al desarrollo de estrategias efectivas, con el fin de garantizar el acceso a un suministro de agua potable de calidad y en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de la población de manera sostenible.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Analizar la incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones Alausí y Colta.

1.5.2 Específicos

- Reconocer el sector con mayor cantidad de fugas en los cantones de Alausí y Colta a través de datos emitidos por los organismos controladores del recurso.
- Emplear los planos de red de distribución de agua potable de los cantones Alausí y Colta con el fin de establecer cuantitativamente las zonas afectadas por el problema de análisis.
- Identificar el protocolo a seguir para el control de fugas en las redes de abastecimiento de los cantones mediante expedientes técnicos en caso de existir.
- Determinar la importancia del problema planteado en base a resultados obtenidos y a la vez examinar las causas atribuidas al mismo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1 Red de abastecimiento de agua potable

2.1.1.1 Definición

Se puede definir a un sistema de agua potable como un grupo de tuberías, accesorios y demás que cumplen con la finalidad de captar, conducir, tratar, almacenar, distribuir o llevar el agua, desde los distintos puntos de captación hasta las acometidas domiciliarias o fuentes públicas, en condiciones favorables para cumplir las necesidades del mismo (Moliá, 2007).

2.1.1.2 Estructura

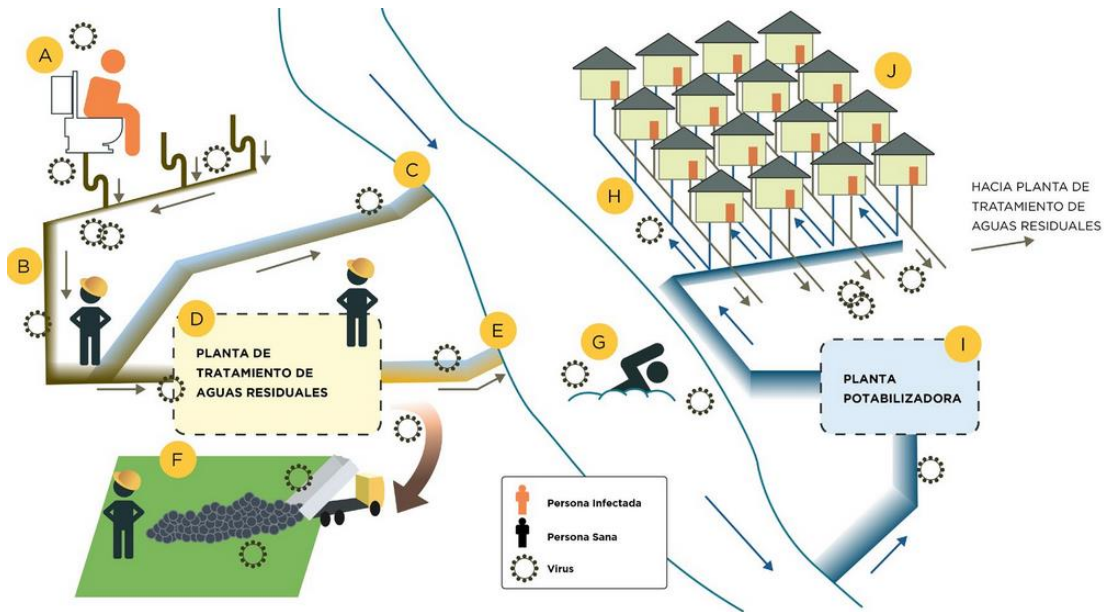
Un sistema de distribución de agua potable está compuesto de varios elementos como: válvulas, tuberías, tanques de distribución, válvulas reductoras de presión, etc. Estos numerosos elementos permiten la captación desde la fuente hídrica, seguido de su almacenamiento, potabilización y distribución (Alvarado, 2016).

2.1.1.3 Funcionamiento

La principal función de una red de abastecimiento es la de proporcionar agua a todos los usuarios para los distintos tipos de consumo tales como: doméstico, público, comercial, industrial y para casos externos. Es necesario mencionar que esta red tiene la finalidad de proveer este servicio público a fin de llevar al mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de la población. En la Figura 6 se puede observar el ciclo urbano del agua potable.

Figura 6.

Ciclo urbano del agua



Fuente. (Orta Ledesma, 2020)

2.1.1.4 Pérdidas de agua

La pérdida de agua es uno de los mayores problemas a los que se enfrentan los organismos que controlan la distribución del agua porque son inevitables y causan pérdidas económicas. Este tipo de problema afecta directamente al medio ambiente. Por esta razón, es importante determinar su tipo (Peñañiel Valla, 2018).

Las pérdidas de agua se pueden reducir a las siguientes:

Pérdidas de agua reales. - Corresponde a la cantidad de agua perdida en la red, con el sistema a presión hasta llegar al medidor.

Pérdidas de agua aparentes. - Corresponde a varias imprecisiones relacionadas con el volumen de agua producida y consumida, así como el agua consumida y no autorizada por robo o uso ilegal.

Figura 7.

Pérdidas reales y aparentes dentro del volumen distribuido al sistema

Volumen distribuido al sistema	Consumos autorizados	Consumos autorizados facturados	Consumos facturados medidos	Consumos medidos o estimados
			Consumos facturados no medidos	
		Consumos autorizados no facturados	Consumos no facturados medidos	
			Consumos no facturados no medidos	
	Perdidas de agua	Perdidas aparentes	Consumos no autorizados	Agua no contabilizada
			Errores de medicion en micro medidores	
		Perdidas reales	Fugas en lineas de transmision o lineas principales	
			Fugas y desborde en tanques de almacenamiento	
	Perdidas en conexiones antes del micro medidor			

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Durante el desarrollo del presente proyecto de investigación se enfocará en las pérdidas ocasionadas por las fugas en tuberías, ubicadas las redes de distribución de los cantones Alausí y Colta.

2.1.2 Tipos de fallas en tuberías de distribución

Las diferentes causas que pueden producir fallas en las tuberías se encuentran relacionadas con el entorno donde se ubican, características de las tuberías y factores de operación, estos se relacionan al funcionamiento de cada red.

Para las tuberías, la corrosión, sobrepresiones o maniobras no habituales son las principales causas de fallo. La corrosión provoca agujeros a diferencia de las fallas por presión que resultan en roturas longitudinales y de tipo explosivas.

2.1.2.1 Definición de fuga

Una fuga es la salida del agua de manera no controlada en los elementos que conforman la red de distribución, según Cervantes (2012) se conoce como pérdida de agua (fugas) a la diferencia que existe entre la cantidad de agua que se registra en la salida de la planta de tratamiento y la cantidad de agua que registran los sistemas de medición en los domicilios. Las fugas se producen por rotura de las tuberías y válvulas (Huancahuari & Montero, 2018), provocando perdida de carga hidráulica, se pueden producir debido a utilizar materiales de poca calidad, tuberías viejas, conexiones mal hechas en las tuberías, fuerte presión del agua, hundimientos, etc.

2.1.2.2 Tipos de fugas

Las fugas en redes de distribución se pueden clasificar de la siguiente manera:

Fugas visibles: Son todas aquellas que pueden ser identificadas en la superficie y pueden ser observadas en los andenes, calzada, presentarse como infiltración en los sótanos o presentarse en formas de manchas de humedad en muros de contención en sótanos (Jiménez, 2002).

Fugas semivisibles: Se pueden identificar cuando aparece agua en la calzada o andenes, infiltración en los sótanos, aparición de agua en las cámaras de electricidad o teléfonos, entre otros (Jiménez, 2002).

Fugas no visibles: No presentan efectos que puedan ser apreciados fácilmente, se determina la presencia de fugas no visibles mediante balances de agua (Jiménez, 2002).

Fugas en conducciones: Ocurren en redes principales y secundarias, debido a la corrosión, mala instalación, tipo de material y el golpe de ariete debido a la alteración del sistema de operación provocando fugas (Huacahuari & Montero, 2018).

2.1.3 Diagnóstico en redes de abastecimiento para fugas de agua potable

Cuando se carece de una correcta gestión en las presiones en un sistema, se genera un problema en el abastecimiento, esto contribuye en gran medida al aumento de pérdidas económicas a los organismos que controlan su distribución, debido a que el agua que se está inyectando al sistema no se está facturando (Zúñiga, 2019).

Existen varios métodos para estimar las fugas en redes de abastecimiento, pero el presente estudio se concentra en el diagnóstico mediante balance hídrico.

2.1.3.1 Balance hídrico

El empleo del balance hídrico permite conocer los diversos niveles y los destinos del agua inyectada, y se evalúa la eficiencia del sistema a través de rendimientos hídricos porcentuales. Además, el balance determina la relación entre la cantidad total de agua introducida en el sistema y la cantidad de recursos consumidos por la población en un determinado período de tiempo (Zúñiga, 2019).

Se puede calcular el rendimiento de la red conociendo los datos de agua consumida y agua fugada del sistema, estos datos se obtienen de las entidades a cargo de las ciudades en estudio.

2.2 Estado del arte

Una red de abastecimiento de agua potable permite llevar el agua hasta cada uno de los usuarios, además son infraestructuras precisas que avalan la cantidad y calidad correcta de provisión. En todo sistema de agua potable existe la presencia de pérdidas de agua de todo tipo de nivel, esta problemática conlleva a pérdidas económicas, problemas sociales y ambientales en las instituciones a cargo, como es el caso de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales en el Ecuador.

En el presente estudio se especifican escritos a nivel internacional y nacional sobre el tema de fugas en las redes de abastecimiento de agua potable, igualmente se evidencia publicaciones acordes a la gestión sobre el agua no contabilizada.

A nivel internacional, existen muchos países que tienen problemas con el tema de fugas en las redes de abastecimiento de agua potable. En el mundo un 34% del agua total es agua no contabilizada (ANC), Taiwán parte del continente asiático ha evidencia un porcentaje de ANC de 27% en el año 2013 lo que le implicó pérdidas de alrededor de \$76 000 USD por cada día (Ress & Roberson, 2016). En España anualmente se desperdicia un porcentaje alrededor del 15% al 16% del agua consumida en problemáticas como fugas, deterioros de la red de distribución (Vargas, 2022). En los países de Portugal e Italia hay una ocurrencia de pérdidas de agua de un 36%, mientras que en Reino Unido se ha evidencia un valor del 20%-30% del volumen inyectado a todo el sistema (Karadirek, 2016).

En Latinoamérica el porcentaje de caudal fugado rodea entre los 55% y 65%; sin embargo, el índice de agua no contabilizada (IANC) presenta déficits en sus cálculos por su complejidad. El Ecuador cuenta con una tasa que varía desde el 30% -60% en el año del 2015, significando pérdidas económicas que bordean los \$100 millones de dólares (García, 2020). Según ARCA (2020) en su boletín estadístico del año 2020 menciona que, de los 221 gobiernos municipales del Ecuador tan solo 18 evidencian un porcentaje 36.65% y 46 un 39.53% en ANC, estos valores se encuentran por debajo del referencial a nivel nacional obteniendo un control adecuado y alto en el tema.

A escala nacional, en el año 2020 la ciudad de Quito una de las más importantes en el Ecuador presenta un IANC del 28.07% valor por debajo de la media registrada en todo el país y categorizándola como una población con un adecuado manejo en el tema de pérdidas de agua (GADM Colta, 2022). En la provincia de Chimborazo, para los cantones de Riobamba, Chambo, Chunchi, Pallatanga y Penipe se evidencia valores para los IANC de 43.07%, 53.8%, 42.27%, 82,24%, 57.81% respectivamente, para los demás cantones los datos se encuentran fuera del rango o tan solo no están registrados (ARCA, 2020)

En cuanto al tema de gestión de esta problemática de las pérdidas de agua, el GADM de Quito mediante su personal especializado en la detección de fugas ha podido recorrer los sectores hidráulicos permitiéndoles reconocer que el 80% de las fugas están en las conexiones domiciliarias y tan solo 20% a la tubería principal, haciendo posible la identificación y posterior reparación adecuada (GADM Colta, 2022). Por otro lado, tenemos que la empresa a cargo del servicio de agua potable en Portoviejo ha desarrollado una técnica para la disminución de fugas basada en las metodologías expuestas por la IWA, donde gracias a ellos se pudo obtener una reducción del 52.3% al 12.3% (Cedeño et al., 2021).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

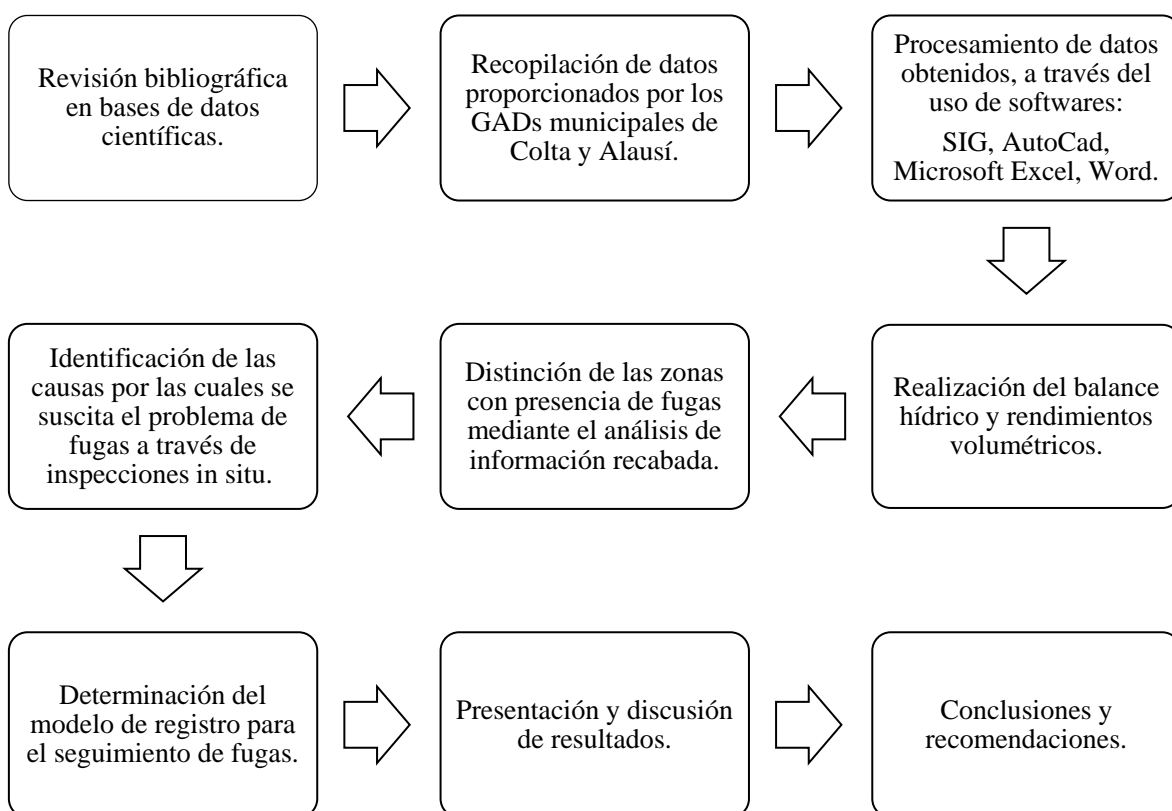
3.1 Descripción de la metodología

La presente investigación evidencia un diseño no experimental, pues según Ato et al., (2013) menciona que este tipo de diseño muestra que no existe manipulación de variables y control mediante una asignación aleatoria. Además, se empleó una metodología exploratoria que permitió analizar y explicar lo estudiado, dando alta prioridad a las fugas encontradas en las redes de abastecimiento de agua potable en los cantones de Alausí y Colta.

El tipo de alcance aplicado en la investigación es exploratorio con el propósito de identificar las causas que provocan el origen de fugas en las redes de abastecimiento. No obstante, la Figura 8 constata un mapa resumen del proceso metodológico en el desarrollo en la investigación denominada "Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones de Alausí y Colta".

Figura 8 .

Esquema metodológico



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

3.2 Tipo y diseño de investigación

El trabajo realizado en la investigación cuenta con un enfoque cuantitativo y cualitativo basado en el análisis de los volúmenes de agua suministrado a las redes de distribución, consumo mensual y facturado de manera numérica, volúmenes no facturados; cabe recalcar que dicha información fue proporcionada por las entidades públicas de los cantones, correspondientes a la cabecera cantonal de cada cantón, esto resulta vital para satisfacer el problema de investigación suscitado utilizando datos desde el año 2018 hasta el 2022.

El enfoque cualitativo se llevó a cabo mediante inspecciones realizadas en los cantones, identificando el estado de las tuberías para determinar posibles causas naturales o artificiales que generan las fugas en las redes de distribución. Resulta importante aclarar que el objetivo principal de este trabajo de grado es analizar la incidencia de fugas en las redes de agua potable, definiendo como unidad de análisis el sector urbano de los cantones Alausí y Colta.

3.3 Recopilación y registro de la información

La presente investigación obtuvo como primera fase una revisión bibliográfica utilizando medios fidedignos, por ejemplo: Scopus, Proquest, Reserch Gate, repositorios de universidades nacionales e internacionales, referente a temas relacionados con las fugas, pérdidas de agua, IANC. En los repositorios digitales se obtiene información relevante y aprobada por instituciones internacionales lo cual garantiza la fiabilidad de la misma, con ello se logra obtener distintos puntos de vista de los autores en cuestión, de esta manera tenemos una guía detallada al momento de realizar la investigación, a fin de comprender ampliamente la incidencia de fugas en los cantones de Colta y Alausí. Posteriormente, se acudió a los GADMs de los cantones anteriormente mencionados con el objetivo de recabar la información pertinente y oportuna a fin de resolver los objetivos planteados.

Para la recolección de datos se realizó un oficio a la máxima autoridad de los cantones, igualmente, se entrevistó a los directores del departamento encargado del agua potable para conocer el estado de las redes, y pedir aprobación para las inspecciones in situ. También, se optó por recopilar avisos, comunicados de las empresas encargadas del suministro de agua potable a través de las páginas oficiales de cada entidad municipal, en donde se obtuvo información relacionada al método para la detección de fugas. Conforme a la recopilación de información, hace referencia a la adquisición de datos tales como: planos del sistema de redes de agua potable, volúmenes de agua inyectada, volúmenes de consumos mensuales facturados, y estadísticas de agua no facturada; suministrada por las entidades gubernamentales de los cantones de Colta y Alausí.

3.4 Procesamiento y validación de información

Una vez obtenidas todas las referencias posibles y validación de las mismas, se recurre al procesamiento de los datos mediante la aplicación de softwares informáticos tales como SIG, AutoCad y Microsoft office seguido de la identificación de las zonas con mayor incidencia de fugas en sus redes de abastecimiento. También resulta fundamental la inspección in situ para la identificación y manejo de las fugas.

3.5 Elaboración del balance hídrico, rendimientos porcentuales y determinación de índice de agua no contabilizada

Se realiza un balance hídrico, pues por medio de ello se puede hallar el porcentaje de agua fugada en las redes de abastecimiento de agua potable de cada cantón, se utiliza el método propuesto por Cabrera et al., (1999) en su estudio denominado “Auditoría de redes de distribución de agua”. A continuación, se da una breve definición de los términos a utilizar durante la ejecución del balance hídrico mediante la Tabla 6, todos los datos se expresan en $m^3/año$.

Tabla 6.

Terminología de caudales utilizados en el balance hídrico.

Q	Caudal inyectado
Qr	Caudal registrado
Qi	Caudal incontrolado
Qic	Caudal incontrolado consumido
Qif	Caudal incontrolado fugado

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Se utilizan periodos de un año para realizar el balance hídrico, con esto se espera obtener una apreciación de como fluctúan estos valores a lo largo de feriados, periodos de sequías y otros factores que incrementen o disminuyan el consumo.

En base a la información mencionada, se describe cada terminología junto con la forma útil empleada en todo el proceso metodológico del balance hídrico, así como las fórmulas y criterios utilizados para calcular el rendimiento de la red. Esos caudales, componentes y ecuaciones son los utilizados para elaborar el balance hídrico propuesto por Cabrera et al.(1999).

Caudal inyectado (Q), obtenido mediante caudalímetros o macromedidores que se ubican en los puntos de descarga de los tanques de almacenamiento de cada red.

Caudal registrado (Qr), es la cantidad de agua determinada por un medidor instalado en la conexión de agua potable de cada consumidor.

Caudal incontrolado (Qi), son cantidades que no están cuantificadas y cuyo destino se desconoce, por lo tanto, no son recolectadas por las autoridades regulatorias.

$$Q_i = Q - Q_r \quad [1]$$

Caudal incontrolado consumido (Qic), es la cantidad que consumen los usuarios, que no está registrada en el departamento de agua potable.

Caudal incontrolado fugado (Qif), cantidad descontrolada de agua perdida debido a fugas en el sistema.

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

Caudal suministrado (Qs), se conoce como el caudal proporcionado a los usuarios de cada red.

$$Q_s = Q - Q_{if} = Q_r + Q_{ic} \quad [3]$$

Rendimientos hídricos porcentuales

Es indispensable el cálculo de rendimientos hídricos porcentuales propuestos Cabrera et al. (1999) en donde para el rendimiento de la red se toma en cuenta los siguientes componentes y ecuaciones, y la vez obtener la eficiencia hídrica de la red de un sistema de agua potable.

Rendimiento global del sistema (η_s), es la relación del volumen registrado con el volumen total inyectado:

$$\eta_s = \frac{Q_r}{Q} \quad [4]$$

Rendimiento de la red (η_r), es la relación del caudal suministrado a los usuarios con el volumen total inyectado:

$$\eta_r = \frac{Q_s}{Q} \quad [5]$$

Rendimiento de la medición (η_g), es la relación del caudal suministrado a los usuarios con el volumen total inyectado:

$$\eta_g = \frac{Q_r}{Q_s} \quad [6]$$

Donde:

η_g = Rendimiento global del sistema

Q_r = Caudal registrado

Q = Caudal inyectado

η_r = Rendimiento de la red

Q_s = Caudal suministrado [$Q_r + Q_{ic}$]

La calidad de la gestión se puede definir de acuerdo con el rendimiento global del sistema definida por Cabrera et al. (1999) con los rangos establecidos como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7.

Rangos de eficiencia del sistema en función del rendimiento

Rango	Calificación
$\eta_g > 0.9$	Excelente
$0.8 < \eta_g < 0.9$	Muy bueno
$0.7 < \eta_g < 0.8$	Bueno
$0.6 < \eta_g < 0.7$	Regular
$0.5 < \eta_g < 0.6$	Malo
$0.5 < \eta_g$	Inaceptable

Fuente. (Cabrera et al., 1999)

Índice de agua no contabilizada

El indicador de índice de agua no contabilizada expresa en porcentaje el volumen de agua que representa pérdidas desde que sale a la red de abastecimiento hasta que llega a los abonados (ARCA, 2020) y se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$\%IANC = \frac{V_s - V_r}{V_s} * 100 \quad [5]$$

Donde:

V_s = Volumen inyectado o suministrado a la red de abastecimiento. (m³)

V_r = Volumen registrado o facturado por los abonados. (m³)

3.5.1 Caudales inyectados a las redes de abastecimiento

En los siguientes apartados se da a conocer el caudal inyectado a cada uno de los cantones, dicha información suministrada por cada uno de los departamentos de agua potable.

3.5.1.1 Caudal inyectado Alausí

El GADM de Alausí ejecuta la medición del caudal suministrado o inyectado a diario, gracias a que cuentan con un sistema de macromedición a la salida de los tanques de reserva, lo que permite tener un registro ordenado y certero; por otro lado, personal del departamento manifestaron que el caudal rodea los valores de entre 35 l/s a 40 l/s. Sin embargo, con mayor certeza la información se observa en la Tabla 8, datos que van desde enero-2018 hasta julio-2022.

Tabla 8.*Caudal inyectado enero 2018 - julio 2022 - Alausí*

Caudales inyectados [Q]					
Volumen mensual [enero 2018 - julio 2022]					
m3/mes					
Mes/año	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	107 760.64	109 708.99	109 708.99	109 708.99	108 463.48
Febrero	94 462.74	97 332.19	100 808.34	97 332.19	101 116.19
Marzo	109 407.91	104 583.74	104 583.74	104 583.74	107 162.78
Abril	100 775.29	105 878.62	105 878.62	105 878.62	98 288.64
Mayo	111 566.97	104 134.46	104 134.46	104 134.46	102 612.05
Junio	108 891.59	107 968.03	107 968.03	107 968.03	97 413.53
Julio	102 085.06	112 521.31	112 521.31	112 521.31	105 680.56
Agosto	107 431.52	102 085.06	102 085.06	102 085.06	
Septiembre	104 920.82	103 965.98	103 965.98	103 965.98	
Octubre	110 180.45	108 418.18	108 418.18	108 418.18	
Noviembre	107 650.78	106 626.24	106 626.24	106 626.24	
Diciembre	111 239.14	111 239.14	111 239.14	111 239.14	

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

3.5.1.2 Caudal inyectado Colta

La sección de agua potable que forma parte del departamento de servicios públicos del cantón Colta, cuenta con un estudio del caudal inyectado en el año 2022; es por ello que se asumió en los anteriores años el valor del caudal inyectado fue constante como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9.*Caudal inyectado enero 2018 - julio 2022 - Colta*

	Caudales Inyectados [Q]		
	l/s	l/mes	m3/mes
2018-2022	18.75	50220000.00	50220.00

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

3.5.2 Caudales registrados

3.5.2.1 Caudal registrado Alausí

Los caudales registrados son aquellos que tiene registro la entidad encargada mediante lecturas de los medidores ubicados en cada domicilio de los abonados mensualmente, en la Tabla 10 se muestran los registrados en Alausí.(GADM Alausí, 2022).

Tabla 10.*Caudales registrados enero 2018 a julio 2022 - Alausí*

Caudales registrados [Qr]					
Volumen mensual [enero 2018 - julio 2022]					
m3/mes					
Mes/año	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	64 265.00	64 306.00	65 949.00	67 893.10	66 035.70
Febrero	73 788.00	75 241.00	75 467.00	59 267.60	68 640.10
Marzo	59 998.00	68 212.00	66 923.84	62 127.10	63 408.43
Abril	59 860.00	59 244.00	68 567.99	53 293.00	56 093.62
Mayo	62 376.00	79 603.00	78 600.06	59 505.53	62 642.69
Junio	68 787.00	77 788.00	71 878.00	72 817.67	72 817.67
Julio	63 144.00	62 190.00	48 466.00	57 933.33	57 933.33
Agosto	64 525.00	74 820.00	57 032.00	65 459.00	
Septiembre	74 025.00	49 299.00	64 134.00	62 486.00	
Octubre	59 065.00	51 171.00	67 996.00	59 410.67	
Noviembre	64 397.00	56 507.00	72 163.00	64 355.67	
Diciembre	55 100.00	50 610.00	54 767.00	53 492.33	

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)**3.5.2.2 Caudal registrado Colta**

La Tabla 11 expone los caudales registrados en el cantón Colta.

Tabla 11.*Caudales registrados enero 2018 a julio 2022 - Colta*

Caudales registrados [Qr]					
Volumen mensual [enero 2018 - julio 2022]					
m3/mes					
Mes/año	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	14238.00	14944.00	28889.00	19797.00	21661.00
Febrero	13843.00	14747.00	18660.00	15269.00	15335.00
Marzo	13701.00	15284.00	13555.00	16641.00	19175.00
Abril	16384.00	17215.00	14813.00	17657.00	14495.00
Mayo	15739.00	17616.00	17124.00	15036.00	19634.00
Junio	15360.00	16873.00	16982.00	16347.00	16801.00
Julio	13947.00	25891.00	39177.00	11972.00	11699.00
Agosto	17259.00	23002.00	20554.00	15131.00	
Septiembre	13088.00	8665.00	20631.00	17433.00	
Octubre	17573.00	20715.00	36482.00	11531.00	
Noviembre	15686.00	16915.00	32471.00	12359.00	
Diciembre	9363.00	21307.00	21846.00	12911.00	

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

3.5.3 Caudales incontrolados consumidos

Para el desarrollo del balance hídrico es indispensable el cálculo del agua consumida no registrada para la estimación del porcentaje de caudal fugado. Este valor proviene del consumo por parte de instituciones públicas, parques, iglesias, baños públicos, instituciones educativas, estadios, cementerios municipales. Para establecer este dato, se emplea las dotaciones para edificaciones de uso específico propuestos por la NEC-11 en el manual de instalaciones hidrosanitarias.

3.5.3.1 Caudal Alausí

Los valores correspondientes al caudal incontrolado consumido de las instituciones que forman parte de las redes de abastecimiento de agua potable de la cabecera cantonal de Alausí se detallan en la Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15.

Tabla 12.

Caudal incontrolado consumido para instituciones municipales - Alausí

Tipo de Edificaciones	Cantidad	Unidad	Dotación NEC 11 CAP16.pag (16-17)	Qmedio	Volumen
				diario	mensual
				<i>l/s</i>	<i>m3/mes</i>
GADM del cantón Alausí	265	l/persona/día	70	0.215	556.50
Oficina de agua potable y alcantarillado	5	l/persona/día	70	0.004	10.50
Mercado municipal	122	l/puesto/día	300	0.424	1 098.00
Cementerio municipal	130	l/visitante/día	4	0.006	15.60
Estadio municipal de Alausí	15890	l/m2/día	8	1.471	3 813.68
Subtotal				2.120	5 494.28

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Tabla 13.

Caudal incontrolado consumido para instituciones educativas - Alausí

Tipo de Edificaciones	Cantidad	Unidad	Dotación NEC 11 CAP16.pag (16-17)	Qmedio	Volumen
				diario	mensual
				<i>l/s</i>	<i>m3/mes</i>
U.E. Federico Gonzalo Suarez	1400	l/estudiante/día	35	0.57	1 176.00
U.E. San Francisco de Sales	361	l/estudiante/día	35	0.15	303.24
ITS Manuel Galecio	387	l/estudiante/día	35	0.16	325.08
U.E. fiscomisional PCEI Chimborazo Alausí	1500	l/estudiante/día	35	0.61	1 260.00
U.E. Ciudad de Alausí	1345	l/estudiante/día	35	0.54	1 129.80
Subtotal				2.023	4 194.12

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Tabla 14.*Caudal incontrolado consumido para instituciones religiosas - Alausí*

Tipo de Edificaciones	Cantidad	Unidad	Dotación NEC 11 CAP16.pag (16-17)	Qmedio	Volumen
				diario	mensual
				<i>l/s</i>	<i>m3/mes</i>
Iglesia Católica Matriz San Pedro de Alausí	60	l/visitante/día	7	0.005	12.60
Iglesia del Nazareno Alausí	45	l/visitante/día	7	0.004	9.45
Iglesia Cristiana El Barro en Manos de Alfarero	25	l/visitante/día	7	0.002	5.25
Subtotal				0.011	27.300

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)**Tabla 15.***Caudal incontrolado consumido para áreas de recreación - Alausí*

Tipo de Edificaciones	Cantidad	Unidad	Dotación	Qmedio	Volumen
			NEC 11 CAP16.pag (16-17)	diario	mensual
				<i>l/s</i>	<i>m3/mes</i>
Parque del niño	535.00	l/m2/día	5	0.03	80.25
Parque Eloy Alfaro	1627.00	l/m2/día	5	0.09	244.05
Parque de la Madre	723.85	l/m2/día	5	0.04	108.58
Parque 13 de Noviembre	3297.56	l/m2/día	5	0.19	494.63
Subtotal				0.358	927.51

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

A manera de resumen se presenta la Tabla 16, en donde se puede evidenciar en síntesis los valores correspondientes a cada institución.

Tabla 16.*Total Caudal Incontrolado Consumido - Alausí*

Instituciones	Qmedio diario		Volumen mensual
	<i>l/día</i>	<i>l/s</i>	<i>m3/mes</i>
Instituciones municipales	183 142.79	2.12	5 494.28
Instituciones educativas	174 755.00	2.02	4 194.12
Instituciones religiosas	910.00	0.01	27.30
Áreas de recreación	205 672.07	0.36	927.51
Total Qic	564 479.87	4.51	10 643.22

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

3.5.3.2 Caudal Colta

En las Tabla 17, Tabla 18, Tabla 19, Tabla 20 se evidencia el cálculo del caudal incontrolado consumido para cada institución perteneciente al cantón Colta y que no se encuentran registrados.

Tabla 17.

Caudal incontrolado consumido para instituciones municipales - Colta

Tipo de Edificaciones	Cantidad	Unidad	Dotación NEC 11 CAP16.pag (16-17)	Qmedio	Volumen
				diario	mensual
				<i>l/s</i>	<i>m3/mes</i>
GADM del cantón Colta	188	l/persona/día	70	0.15	263.20
Mercado municipal	45	l/puesto/día	300	0.16	405.00
Mini terminal intercantonal de Colta	42	l/puesto/día	300	0.15	378.00
Feria de la Avenida Unidad Nacional	27	l/puesto/día	300	0.09	243.00
Cementerio municipal	125	l/visitante/día	5	0.01	18.75
Museo histórico Cajabamba	254	l/m2/día	5	0.01	38.10
Estadio cantonal	9750	l/m2/día	8	0.90	2 340.00
Subtotal				1.47	3686.05

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Tabla 18.

Caudal incontrolado consumido para instituciones educativas - Colta

Tipo de Edificaciones	Cantidad	Unidad	Dotación NEC 11 CAP16.pag (16-17)	Qmedio	Volumen
				diario	mensual
				<i>l/s</i>	<i>m3/mes</i>
Colegio Tomas B. Oleas	1400	l/estudiante/día	35	0.57	1 176.00
Escuela Santa Mariana de Jesús	457	l/estudiante/día	35	0.19	383.88
Subtotal				0.75	1 559.88

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Tabla 19.*Caudal incontrolado consumido para instituciones religiosas - Colta*

Tipo de Edificaciones	Cantidad	Unidad	Dotación NEC 11 CAP16.pag (16-17)	Qmedio	Volumen
				diario	mensual
				<i>l/s</i>	<i>m3/mes</i>
Iglesia colonial Santo Cristo	60	l/visitante/día	7	0.005	12.60
Iglesia católica San Sebastián de Cajabamba	55	l/visitante/día	7	0.004	11.55
Iglesia católica San Lorenzo de Sicalpa	25	l/visitante/día	7	0.002	5.25
Subtotal				0.011	29.400

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)**Tabla 20.***Caudal incontrolado consumido para áreas de recreación - Colta*

Tipo de Edificaciones	Cantidad	Unidad	Dotación NEC 11 CAP16.pag (16-17)	Qmedio	Volumen
				diario	mensual
				<i>l/s</i>	<i>m3/mes</i>
Parque Pedro Vicente Maldonado	2304	l/m2/día	2	0.05	138.24
Parque central de Cajabamba	3584	l/m2/día	2	0.08	215.04
Parque José de Orozco	3149	l/m2/día	2	0.07	188.94
Subtotal				0.209	542.22

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

En la Tabla 21 se visualiza un resumen todas las instituciones antes mencionadas, junto con el valor total del caudal incontrolado consumido.

Tabla 21.*Total caudal incontrolado consumido - Colta*

Instituciones	Qmedio diario		Volumen
	<i>l/día</i>	<i>l/s</i>	<i>m3/mes</i>
Instituciones municipales	78 000.00	1.47	3 686.05
Instituciones educativas	64 995.00	0.75	1 559.88
Instituciones religiosas	980.00	0.01	29.40
Áreas de recreación	18 074.00	0.21	542.22
Total Qic	162 049.00	2.45	5 817.55

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

3.6 Rastreo e identificación de sectores críticos con presencia de fugas en la red de distribución de agua potable


Al no contar con información clasificada por redes de cada cantón, se opta por recaudar información mediante medios digitales para tratar de ubicar las zonas donde se producen mayores cortes de agua por reparaciones y por tanto que tienen presencia de fugas. Se elaboró una matriz en Microsoft Excel con los siguientes datos: fecha, dirección, motivo del corte, tiempo del corte; gracias a ello, se realiza un filtro de la información por sectores a fin de encontrar el motivo y el sector más afectado.

3.7 Inspecciones in situ para el control, reparación de fugas

Es necesario indicar que ambos cantones no cuentan con un registro oficial de las reparaciones de fugas. Por ende, gracias a la autorización de la entidad gestora del abastecimiento de agua potable se permite asistir al lugar in situ del problema reportado por trabajadores del municipio o vía telefónica por los usuarios; además, como parte del cumplimiento de uno de los objetivos es que en cada visita se pueda determinar las causas que lo originan. Para establecer un registro propio se procedió a la elaboración de una ficha que ayudó a determinar el lugar, la fecha y hora de la fuga; el modelo de la misma se observa en la Figura 9.

Figura 9.

Ficha de registro de fugas

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	INGENIERÍA CIVIL	
	TRABAJO DE TITULACIÓN	
Ficha N°		
Anexo Fotográfico	Fecha:	
	Hora:	
	Dirección:	
	Sector:	
	Personal Encargado:	
	Observaciones:	

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

El presente capítulo evidencia los resultados obtenidos luego de haber realizado el balance hídrico de manera global, es decir por la red de abastecimiento general de agua potable de cada cantón tomando como análisis desde el año 2018 a julio del 2022.

El cantón Alausí desde el año 2019 se encuentra desarrollando el plan maestro de agua potable a fin de asegurar la calidad y eficiencia de la misma a toda la cabecera cantonal; por otra parte, el cantón Colta ha ejecutado su plan maestro desde el año 2015 y ha sido culminado en el año 2017.

4.1.1 Balance hídrico técnico

Alausí

Debido al análisis que corresponden al periodo comprendido entre enero 2018 y julio 2022, se muestra una tabulación por cada año, en la Tabla 22, se presentan los valores de caudal inyectado, registrado, incontrolado, incontrolado consumido y fugado mensualmente.

Tabla 22.

Balance hídrico técnico mensual del año 2018 - Alausí

Fecha	Caudal inyectado [Q]	Caudal registrado [Qr]	Caudal incontrolado [Qi]	Caudal incontrolado consumido [Qic]	Caudal fugado [Qf]	% Porcentaje caudal fugado
	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	
Enero	107 760.64	64 265.00	43 495.64	12 081.47	31 414.17	29.15%
Febrero	94 462.74	73 788.00	20 674.74	10 912.30	9 762.44	10.33%
Marzo	109 407.91	59 998.00	49 409.91	12 081.47	37 328.44	34.12%
Abril	100 775.29	59 860.00	40 915.29	11 691.75	29 223.54	29.00%
Mayo	111 566.97	62 376.00	49 190.97	12 081.47	37 109.50	33.26%
Junio	108 891.59	68 787.00	40 104.59	11 691.75	28 412.85	26.09%
Julio	102 085.06	63 144.00	38 941.06	12 081.47	26 859.59	26.31%
Agosto	107 431.52	64 525.00	42 906.52	12 081.47	30 825.05	28.69%
Septiembre	104 920.82	74 025.00	30 895.82	11 691.75	19 204.07	18.30%
Octubre	110 180.45	59 065.00	51 115.45	12 081.47	39 033.98	35.43%
Noviembre	107 650.78	64 397.00	43 253.78	11 691.75	31 562.03	29.32%
Diciembre	111 239.14	55 100.00	56 139.14	12 081.47	44 057.67	39.61%
Total/año	1 276 372.88	64 110.83	42 253.57	11 854.13	30 399.44	28.30%

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Para el año 2018 según la Tabla 22, se registra un volumen inyectado total de 1 276 372.88 m3/año con un porcentaje de caudal fugado de 28.30%, además se tiene picos de caudal fugado en diciembre con 39.61% y febrero con 10.33%.

Tabla 23.*Balance hídrico técnico mensual del año 2019 - Alausí*

Fecha	Caudal Inyectado [Q]	Caudal Registrado [Qr]	Caudal Incontrolado [Qi]	Caudal Incontrolado Consumido [Qic]	Caudal Fugado [Qf]	% Porcentaje caudal fugado
	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	
Enero	109 708.99	64 306.00	45 402.99	12 081.47	33 321.52	30.37%
Febrero	97 332.19	75 241.00	22 091.19	10 912.30	11 178.90	11.49%
Marzo	104 583.74	68 212.00	36 371.74	12 081.47	24 290.27	23.23%
Abril	105 878.62	59 244.00	46 634.62	11 691.75	34 942.87	33.00%
Mayo	104 134.46	79 603.00	24 531.46	12 081.47	12 449.99	11.96%
Junio	107 968.03	77 788.00	30 180.03	11 691.75	18 488.29	17.12%
Julio	112 521.31	62 190.00	50 331.31	12 081.47	38 249.84	33.99%
Agosto	102 085.06	74 820.00	27 265.06	12 081.47	15 183.59	14.87%
Septiembre	103 965.98	49 299.00	54 666.98	11 691.75	42 975.24	41.34%
Octubre	108 418.18	51 171.00	57 247.18	12 081.47	45 165.71	41.66%
Noviembre	106 626.24	56 507.00	50 119.24	11 691.75	38 427.49	36.04%
Diciembre	111 239.14	50 610.00	60 629.14	12 081.47	48 547.67	43.64%
Total/año	1 274 461.95	768 991.00	505 470.95	142 249.58	363 221.37	28.23%

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Según la tabla 23, en el año 2019 se inyecta un caudal de 1 274 461.95m³/año con 28.23% de caudal fugado, también se repiten los picos en los meses de febrero y diciembre con 11.49% y 43.6% respectivamente.

Tabla 24.*Balance hídrico técnico mensual del año 2020 - Alausí*

Fecha	Caudal Inyectado [Q]	Caudal Registrado [Qr]	Caudal Incontrolado [Qi]	Caudal Incontrolado Consumido [Qic]	Caudal Fugado [Qf]	% Porcentaje caudal fugado
	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	
Enero	109 708.99	65 949.00	43 759.99	12 081.47	31 678.52	28.88%
Febrero	100 808.34	75 467.00	25 341.34	11 302.02	14 039.32	13.93%
Marzo	104 583.74	66 923.84	37 659.90	12 081.47	25 578.43	24.46%
Abril	105 878.62	68 567.99	37 310.63	11 691.75	25 618.88	24.20%
Mayo	104 134.46	78 600.06	25 534.41	12 081.47	13 452.93	12.92%
Junio	107 968.03	71 878.00	36 090.03	11 691.75	24 398.29	22.60%
Julio	112 521.31	48 466.00	64 055.31	12 081.47	51 973.84	46.19%
Agosto	102 085.06	57 032.00	45 053.06	12 081.47	32 971.59	32.30%
Septiembre	103 965.98	64 134.00	39 831.98	11 691.75	28 140.24	27.07%
Octubre	108 418.18	67 996.00	40 422.18	12 081.47	28 340.71	26.14%
Noviembre	106 626.24	72 163.00	34 463.24	11 691.75	22 771.49	21.36%
Diciembre	111 239.14	54 767.00	56 472.14	12 081.47	44 390.67	39.91%
Total/año	1 277 938.10	791 943.89	485 994.21	142 639.30	343 354.91	26.66%

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

En la tabla 24, se evidencia que en el año 2020 se tiene un caudal inyectado de 1 277 938.10 m³/año además presenta un caudal fugado del 26.66%, el mes con el mayor porcentaje de fugas es julio con 46.19% y el menor es mayo con 12.92%.

Tabla 25.

Balance hídrico técnico mensual del año 2021 - Alausí

Fecha	Caudal inyectado [Q]	Caudal registrado [Qr]	Caudal incontrolado [Qi]	Caudal incontrolado consumido [Qic]	Caudal fugado [Qf]	% Porcentaje caudal fugado
	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	
Enero	109 708.99	67 893.10	41 815.89	12 081.47	29 734.42	27.10%
Febrero	97 332.19	59 267.60	38 064.59	10 912.30	27 152.30	27.90%
Marzo	104 583.74	62 127.10	42 456.64	12 081.47	30 375.17	29.04%
Abril	105 878.62	53 293.00	52 585.62	11 691.75	40 893.87	38.62%
Mayo	104 134.46	59 505.53	44 628.93	12 081.47	32 547.46	31.26%
Junio	107 968.03	72 817.67	35 150.37	11 691.75	23 458.62	21.73%
Julio	112 521.31	57 933.33	54 587.98	12 081.47	42 506.51	37.78%
Agosto	102 085.06	65 459.00	36 626.06	12 081.47	24 544.59	24.04%
Septiembre	103 965.98	62 486.00	41 479.98	11 691.75	29 788.24	28.65%
Octubre	108 418.18	59 410.67	49 007.51	12 081.47	36 926.04	34.06%
Noviembre	106 626.24	64 355.67	42 270.57	11 691.75	30 578.83	28.68%
Diciembre	111 239.14	53 492.33	57 746.80	12 081.47	45 665.33	41.05%
Total/año	1 274 461.95	738 041.00	536 420.95	142 249.58	394 171.37	30.83%

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

En la Tabla 25 se identifica que para el año 2021 se tiene un caudal inyectado de 1 274 461.95 m³/año con un caudal fugado promedio de 30.83% de caudal fugado, este año el mayor porcentaje promedio de fugas se encuentra en enero con 27.10%, mientras que el mayor es diciembre con 41.05%.

Tabla 26.

Balance hídrico técnico mensual del año 2022 – Alausí

Fecha	Caudal inyectado [Q]	Caudal registrado [Qr]	Caudal incontrolado [Qi]	Caudal incontrolado consumido [Qic]	Caudal fugado [Qf]	% Porcentaje caudal fugado
	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	
Enero	108 463.48	66 035.70	42 427.78	12 081.47	30 346.31	27.98%
Febrero	101 116.19	68 640.10	32 476.10	10 912.30	21 563.80	21.33%
Marzo	107 162.78	63 408.43	43 754.35	12 081.47	31 672.88	29.56%
Abril	98 288.64	56 093.62	42 195.02	11 691.75	30 503.27	31.03%
Mayo	102 612.05	62 642.69	39 969.37	12 081.47	27 887.90	27.18%
Junio	97 413.53	72 817.67	24 595.86	11 691.75	12 904.12	13.25%
Julio	105 680.56	57 933.33	47 747.22	12 081.47	35 665.75	33.75%
Total/año	720 737.24	447 571.53	273 165.71	82 621.67	190 544.04	26.30%

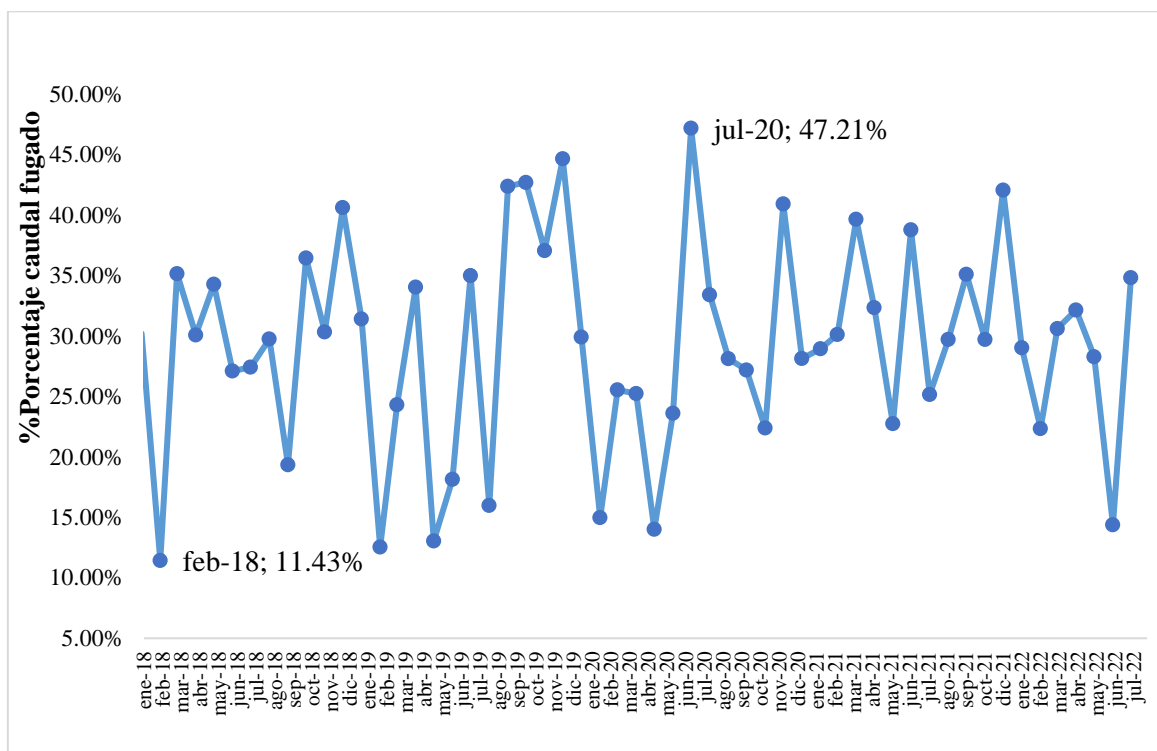
Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Según la Tabla 26 hasta el mes de julio se tiene un total de 720 737.24 m³/año de caudal inyectado con un valor medio de caudal fugado de 26.30%, el mes con el índice menor de fugas es junio con 13.25% y el mes más alto es julio con 33.75%.

La Figura 10 evidencia de manera general el caudal fugado desde enero-2018 hasta julio-2022, donde se observa que julio-20 presenta el mayor valor en todo el análisis de 47.21%, mientras que febrero-18 tiene el menor valor con 11.43%.

Figura 10.

Porcentaje caudal fugado mensualmente - Alausí

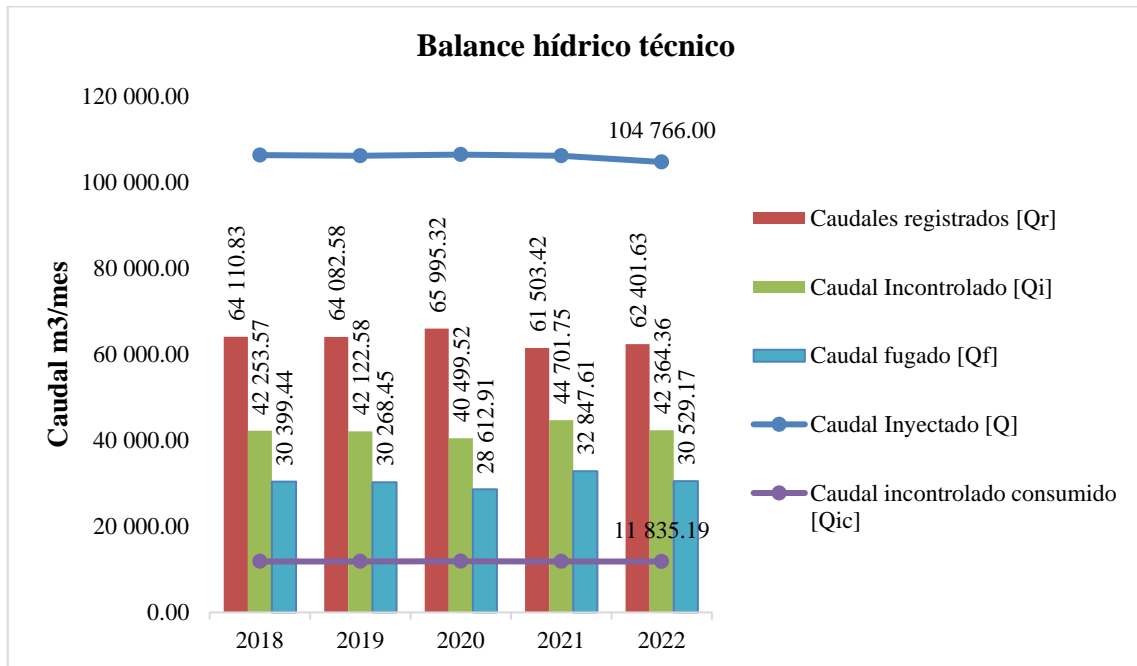


Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

En la Figura 11 se presenta un análisis de los volúmenes mensuales promedios con respecto a cada uno de los años de estudio en el cantón Alausí; donde se visualiza que el 2020 tiene un mayor volumen registrado de 65 995.32 m³. Además, se identifica un mayor volumen incontrolado de 44 701.75 m³ en el año 2021 y por ende en ese año existe un alto volumen fugado de 32 847.61 m³.

Figura 11.

Balance hídrico técnico por año acorde al volumen mensual – Alausí

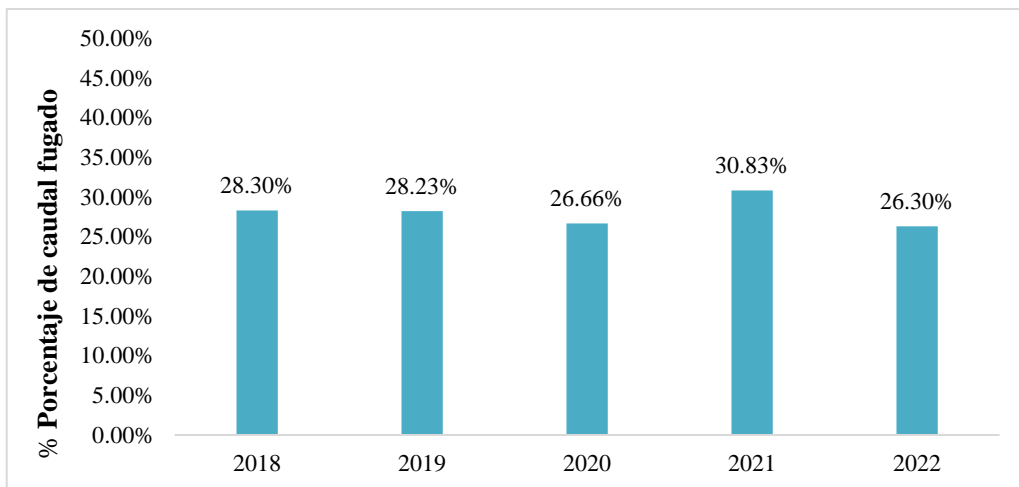


Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Se presenta en porcentaje el caudal fugado en el sistema de abastecimiento de agua potable como se visualiza en la Figura 12, donde a simple vista se observa que el porcentaje en todos los años se encuentra por debajo del 50%, siendo el menor obtenido en el año 2020 con 26.66% y el mayor en 2021 con 30.83%.

Figura 12.

Porcentaje de caudal fugado por año - Alausí



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Colta

En las Tabla 27, Tabla 28, Tabla 29, Tabla 30, Tabla 31, se identifican los volúmenes inyectados, registrados, incontrolados, incontrolados consumidos y fugados de cada mes por cada uno de los años estudiados del cantón Colta.

La Tabla 27 expone que durante el año 2018 a la red del cantón Colta se inyectó un volumen de 591 300 m³/año con un 56.75% de caudal fugado, además para los meses de agosto y diciembre se tienen porcentajes de 51.44% y 67.69% respectivamente.

Tabla 27.

Balance hídrico técnico mensual del año 2018 - Colta

Fecha	Caudal Inyectado [Q]	Caudal Registrado [Qr]	Caudal Incontrolado [Qi]	Caudal Incontrolado Consumido [Qic]	Caudal Fugado [Qf]	% Porcentaje caudal fugado
	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	
Enero	50 220.00	14 238.00	35 507.40	6 550.42	28 956.98	57.66%
Febrero	45 360.00	13 843.00	32 439.87	5 916.51	26 523.35	58.47%
Marzo	50 220.00	13 701.00	36 062.30	6 550.42	29 511.88	58.77%
Abril	48 600.00	16 384.00	32 216.00	6 339.12	25 876.88	53.24%
Mayo	50 220.00	15 739.00	33 956.37	6 550.42	27 405.94	54.57%
Junio	48 600.00	15 360.00	33 240.00	6 339.12	26 900.88	55.35%
Julio	50 220.00	13 947.00	35 808.10	6 550.42	29 257.68	58.26%
Agosto	50 220.00	17 259.00	32 385.70	6 550.42	25 835.28	51.44%
Septiembre	48 600.00	13 088.00	35 512.00	6 339.12	29 172.88	60.03%
Octubre	50 220.00	17 573.00	32 061.23	6 550.42	25 510.81	50.80%
Noviembre	48 600.00	15 686.00	32 914.00	6 339.12	26 574.88	54.68%
Diciembre	50 220.00	9 363.00	40 544.90	6 550.42	33 994.48	67.69%
Total/año	591 300.00	176 181.00	412 647.87	77 125.96	335 521.91	56.75%

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Tabla 28.*Balance hídrico técnico mensual del año 2019 – Colta*

Fecha	Caudal Inyectado [Q]	Caudal Registrado [Qr]	Caudal Incontrolado [Qi]	Caudal Incontrolado Consumido [Qic]	Caudal Fugado [Qf]	% Porcentaje caudal fugado
	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	
Enero	50 220.00	14 944.00	34 777.87	6 550.42	28 227.44	56.21%
Febrero	45 360.00	14 747.00	31 596.13	5 916.51	25 679.62	56.61%
Marzo	50 220.00	15 284.00	34 426.53	6 550.42	27 876.11	55.51%
Abril	48 600.00	17 215.00	31 385.00	6 339.12	25 045.88	51.53%
Mayo	50 220.00	17 616.00	32 016.80	6 550.42	25 466.38	50.71%
Junio	48 600.00	16 873.00	31 727.00	6 339.12	25 387.88	52.24%
Julio	50 220.00	25 891.00	23 465.97	6 550.42	16 915.54	33.68%
Agosto	50 220.00	23 002.00	26 451.27	6 550.42	19 900.84	39.63%
Septiembre	48 600.00	8 665.00	39 935.00	6 339.12	33 595.88	69.13%
Octubre	50 220.00	20 715.00	28 814.50	6 550.42	22 264.08	44.33%
Noviembre	48 600.00	16 915.00	31 685.00	6 339.12	25 345.88	52.15%
Diciembre	50 220.00	21 307.00	28 202.77	6 550.42	21 652.34	43.11%
Total/año	591 300.00	213 174.00	374 483.83	77 125.96	297 357.87	50.40%

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Para el año 2019 en Colta según la Tabla 28 se tiene un volumen inyectado de 591 300 m3/año, con un 50.40% de caudal fugado, en los meses julio y septiembre se identifican los porcentajes de caudal fugado más relevantes con 33.68% y 69.13%.

Tabla 29.*Balance hídrico técnico mensual del año 2020 – Colta*

Fecha	Caudal Inyectado [Q]	Caudal Registrado [Qr]	Caudal Incontrolado [Qi]	Caudal Incontrolado Consumido [Qic]	Caudal Fugado [Qf]	% Porcentaje caudal fugado
	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	
Enero	50 220.00	28 889.00	20 368.03	6 550.42	13 817.61	27.51%
Febrero	45 360.00	18 660.00	28 942.00	5 916.51	22 027.49	48.56%
Marzo	50 220.00	13 555.00	36 213.17	6 550.42	29 662.74	59.07%
Abril	48 600.00	14 813.00	33 787.00	6 339.12	27 447.88	56.48%
Mayo	50 220.00	17 124.00	32 525.20	6 550.42	25 974.78	51.72%
Junio	48 600.00	16 982.00	31 618.00	6 339.12	25 278.88	52.01%
Julio	50 220.00	39 177.00	9 737.10	6 550.42	3 186.68	6.35%
Agosto	50 220.00	20 554.00	28 980.87	6 550.42	22 430.44	44.66%
Septiembre	48 600.00	20 631.00	27 969.00	6 339.12	21 629.88	44.51%
Octubre	50 220.00	36 482.00	12 521.93	6 550.42	5 971.51	11.89%
Noviembre	48 600.00	32 471.00	16 129.00	6 339.12	9 789.88	20.14%
Diciembre	50 220.00	21 846.00	27 645.80	6 550.42	21 095.38	42.01%
Total/año	591 300.00	281 184.00	306 437.10	77 125.96	228 313.14	38.74%

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

El año 2020 tiene un volumen total inyectado de 591 300 m³/año con un 38.74% de caudal fugado como se muestra en la Tabla 29, se incluye también los meses con mayor y menor caudal fugado como son julio y abril con 56.48% y 6.35%.

Tabla 30.
Balance hídrico técnico mensual del año 2021 - Colta

Fecha	Caudal Inyectado [Q]	Caudal Registrado [Qr]	Caudal Incontrolado [Qi]	Caudal Incontrolado Consumido [Qic]	Caudal Fugado [Qf]	% Porcentaje caudal fugado
	m ³ /mes	m ³ /mes	m ³ /mes	m ³ /mes	m ³ /mes	
Enero	50 220.00	19 797.00	29 763.10	6 550.42	23 212.68	46.22%
Febrero	45 360.00	15 269.00	31 108.93	5 916.51	25 192.42	55.54%
Marzo	50 220.00	16 641.00	33 024.30	6 550.42	26 473.88	52.72%
Abril	48 600.00	17 657.00	30 943.00	6 339.12	24 603.88	50.63%
Mayo	50 220.00	15 036.00	34 682.80	6 550.42	28 132.38	56.02%
Junio	48 600.00	16 347.00	32 253.00	6 339.12	25 913.88	53.32%
Julio	50 220.00	11 972.00	37 848.93	6 550.42	31 298.51	62.32%
Agosto	50 220.00	15 131.00	34 584.63	6 550.42	28 034.21	55.82%
Septiembre	48 600.00	17 433.00	31 167.00	6 339.12	24 827.88	51.09%
Octubre	50 220.00	11 531.00	38 304.63	6 550.42	31 754.21	63.23%
Noviembre	48 600.00	12 359.00	36 241.00	6 339.12	29 901.88	61.53%
Diciembre	50 220.00	12 911.00	36 878.63	6 550.42	30 328.21	60.39%
Total/año	591 300.00	182 084.00	406 799.97	77 125.96	329 674.01	55.74%

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

En la Tabla 30 se identifica que para el año 2021 el volumen inyectado es de 591 300 m³/año con un 55.74% de caudal fugado, las más relevantes se encuentran en los meses de enero y octubre con 46.22% y 63.23%.

Tabla 31.
Balance hídrico técnico mensual del año 2022 - Colta

Fecha	Caudal Inyectado [Q]	Caudal Registrado [Qr]	Caudal Incontrolado [Qi]	Caudal Incontrolado Consumido [Qic]	Caudal Fugado [Qf]	% Porcentaje caudal fugado
	m ³ /mes	m ³ /mes	m ³ /mes	m ³ /mes	m ³ /mes	
Enero	50 220.00	21 661.00	27 836.97	6 550.42	21 286.54	42.39%
Febrero	45 360.00	15 335.00	31 047.33	5 916.51	25 130.82	55.40%
Marzo	50 220.00	19 175.00	30 405.83	6 550.42	23 855.41	47.50%
Abril	48 600.00	14 495.00	34 105.00	6 339.12	27 765.88	57.13%
Mayo	50 220.00	19 634.00	29 931.53	6 550.42	23 381.11	46.56%
Junio	48 600.00	16 801.00	31 799.00	6 339.12	25 459.88	52.39%
Julio	50 220.00	11 699.00	38 131.03	6 550.42	31 580.61	62.88%
Total/año	343 440.00	118 800.00	223 256.70	44 796.45	178 460.25	52.04%

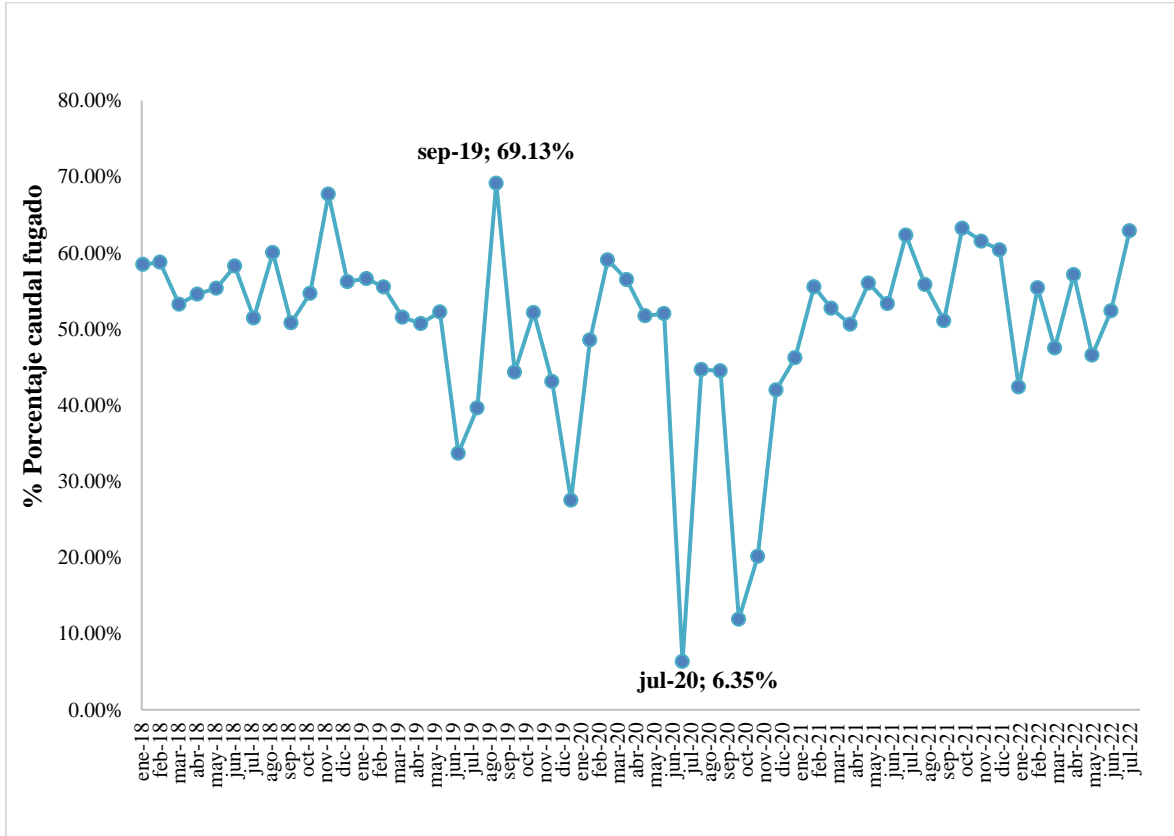
Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Durante el año 2022 hasta julio se identifica un volumen inyectado de 343 440 m³/año con un 52.04% de caudal fugado, en los meses de enero y julio tienen valores a resaltar que son 42.39% y 62.88% respectivamente.

Se observa en la Figura 13 los valores correspondientes al caudal fugado con respecto al tiempo de estudio, en la cual se puede ver que en septiembre-19 se da el máximo caudal fugado de 69.13%, al contrario que en julio-20 tiene el mínimo valor con 6.35%.

Figura 13.

Porcentaje caudal fugado mensualmente – Colta

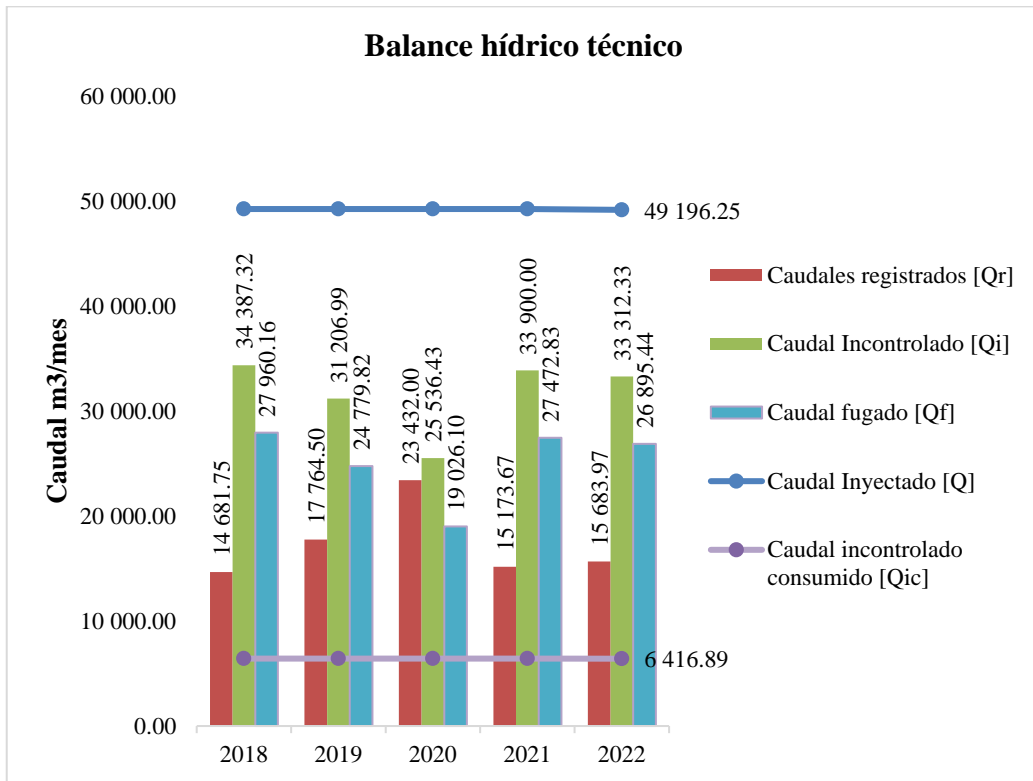


Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

La Figura 14 realiza una comparación entre los años de estudio con los volúmenes promedios de consumo mensual, de esta manera se identifica cada uno de los caudales que intervienen en el balance hídrico técnico.

Figura 14.

Balance hídrico técnico por año acorde al volumen mensual – Colta



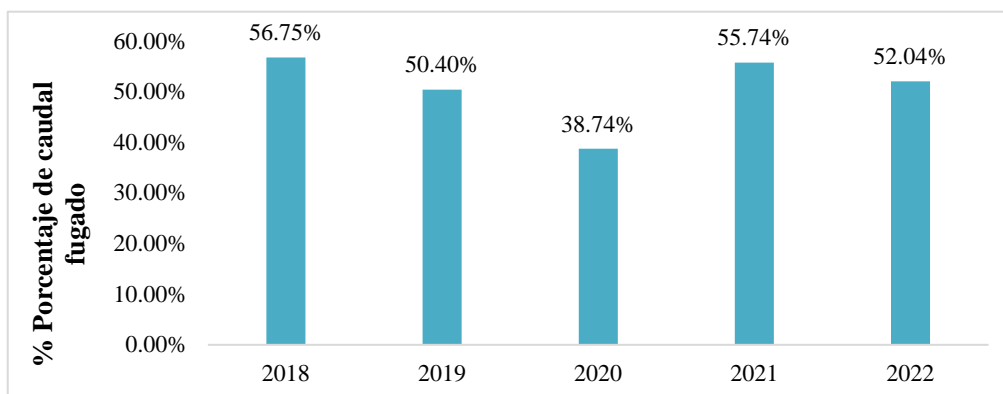
Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Existe un caudal inyectado constante de 49275 m³/mes valor suministrado por las autoridades competentes. Por otro parte, se tiene que el caudal registrado máximo se da en el año 2020 con un valor de 23 432 m³/mes y por tanto el año que presenta un mayor registro de caudal incontrolado es el 2018 con 34 387.32 m³/mes y a la vez tiene un caudal fugado de 27 960.16 m³/mes siendo el más alto a nivel de los 5 años de estudio.

En cuanto al porcentaje de caudal fugado anualmente la Figura 15, resalta el año que presenta un alto valor es el año 2018 con 56.75%; caso contrario sucede en el año 2020 que existe un valor bajo de 38.74%. Además, se visualiza que en la mayoría de años a excepción del 2020 se sobrepasa un porcentaje del 50%.

Figura 15.

Porcentaje de caudal fugado por año – Colta



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

4.1.2 Índice de agua no contabilizada (IANC)

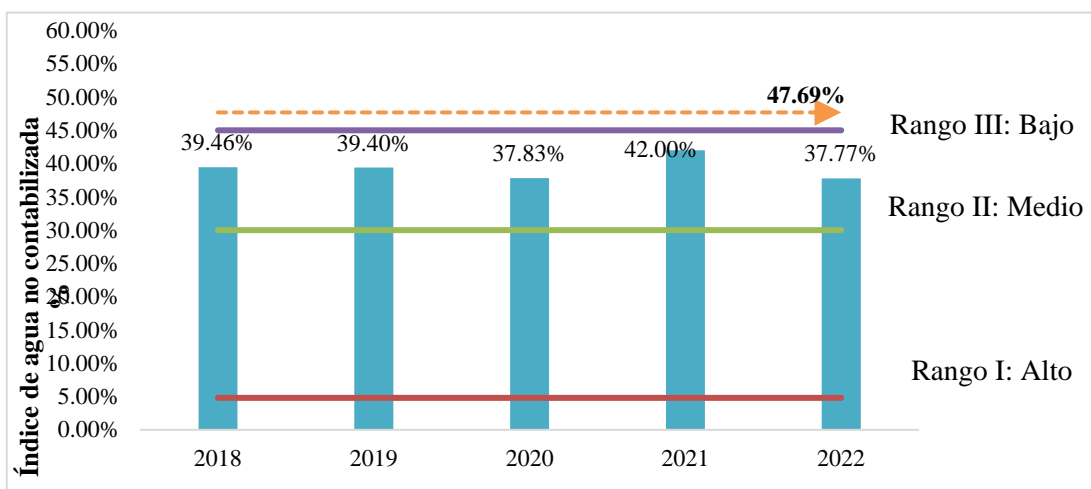
Resulta de gran importancia el cálculo del índice de agua no contabilizada, ya que con los valores obtenidos se puede categorizarlos en función de su desempeño, este análisis se realiza anualmente para los cantones de Alausí y Colta.

Alausí

En la Figura 16 se identifica el indicador de agua no contabilizada desde el año 2018 hasta julio 2022, en la misma se observa que en todos los años existen valores por debajo del 47.69% promedio a nivel nacional y que se encuentran dentro del rango II, por ende, tienen un desempeño medio acorde a lo establecido por el ARCA; además se nota que el máximo valor es obtenido en el año 2021 con 42.00%.

Figura 16.

Índice de agua no contabilizada por año – Alausí



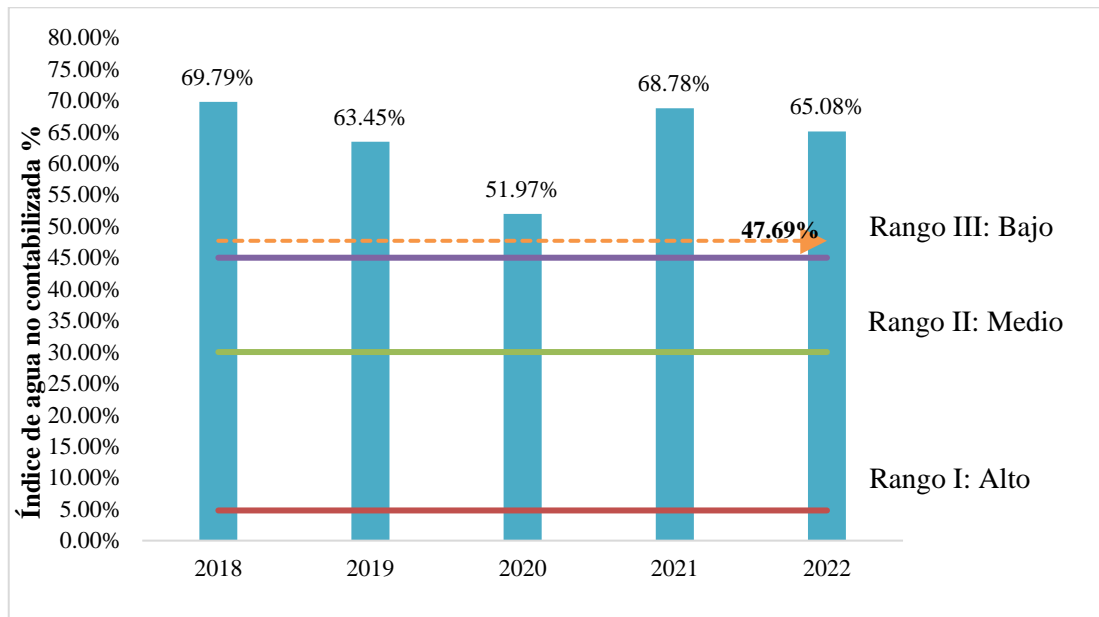
Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Colta

Como se evidencia en la Figura 17 todos los años de análisis, el indicador de agua no contabilizada excede el valor promedio de 47.69% propuesto por el ARCA; de igual manera se examina que los datos obtenidos caen dentro del rango III lo que quiere decir que presentan un desempeño bajo. El mayor valor recae en el año 2018 con 69.79% y el menor con 51.97% en el 2020.

Figura 17.

Índice de agua no contabilizada por año – Colta



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

4.1.3 Rendimientos hídricos porcentuales

Los rendimientos hídricos porcentuales de una red de abastecimiento de agua potable ayudan a conocer o determinar la eficiencia hídrica de las mismas y que tan buena es la gestión de las entidades a cargo.

Cantón Alausí

En la Tabla 32 se evidencian los rendimientos hídricos porcentuales desde el año 2018 hasta julio 2022; en la misma se identifica que en el caso del rendimiento de la red el menor valor registrado es en el año 2021 con 69.17%; mientras que los demás años oscilan valores entre el 71 y 73%. Por otro lado, en el rendimiento de la medición todos los valores son superiores al 80% siendo el mayor en el año 2020 con 84.53%.

Tabla 32.

Rendimientos hídricos porcentuales por año - Alausí

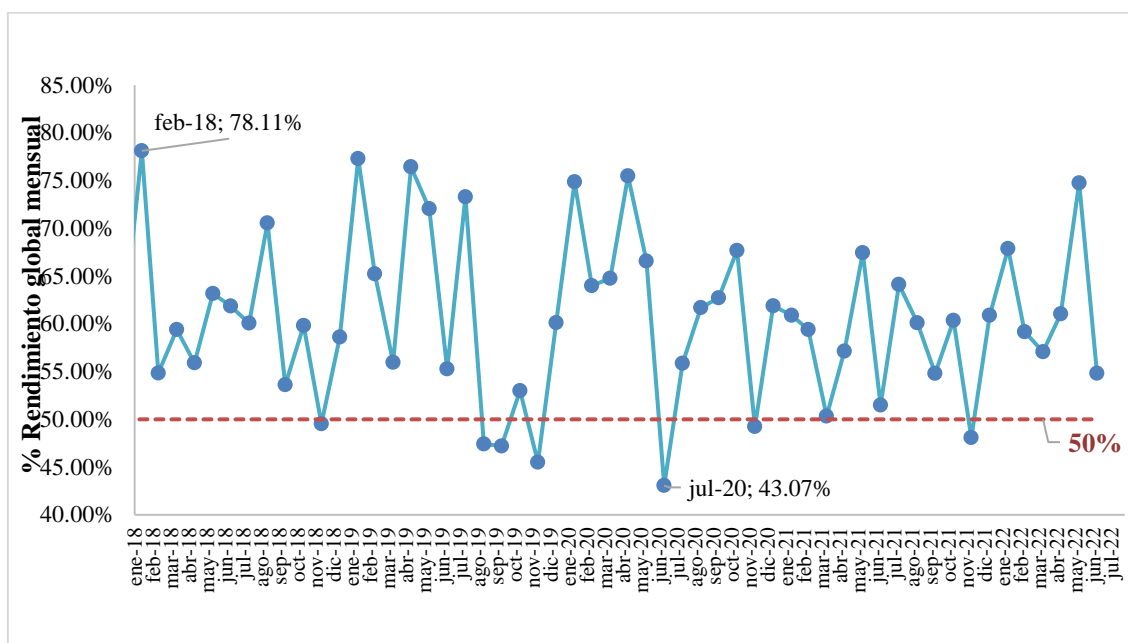
Rendimientos hídricos porcentuales			
Año	Rendimiento Global (η_s)	Rendimiento de la Red (η_r)	Rendimiento de la medición (η_g)
2018	60.54%	71.70%	84.30%
2019	60.60%	71.77%	84.07%
2020	62.17%	73.34%	84.53%
2021	58.00%	69.17%	83.76%
2022	62.23%	73.70%	84.33%

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Además, la Figura 18 expone los datos concernientes al rendimiento global analizado por cada mes en el periodo de años estudiados, donde se presenta que la mayoría de valores sobrepasan el 50% y que febrero-2018 tiene 78.11% siendo el mayor de todos; en tanto que, julio-2020 tiene un valor menor de 43.07%.

Figura 18.

Rendimiento global de la red de abastecimiento de agua potable - Alausí

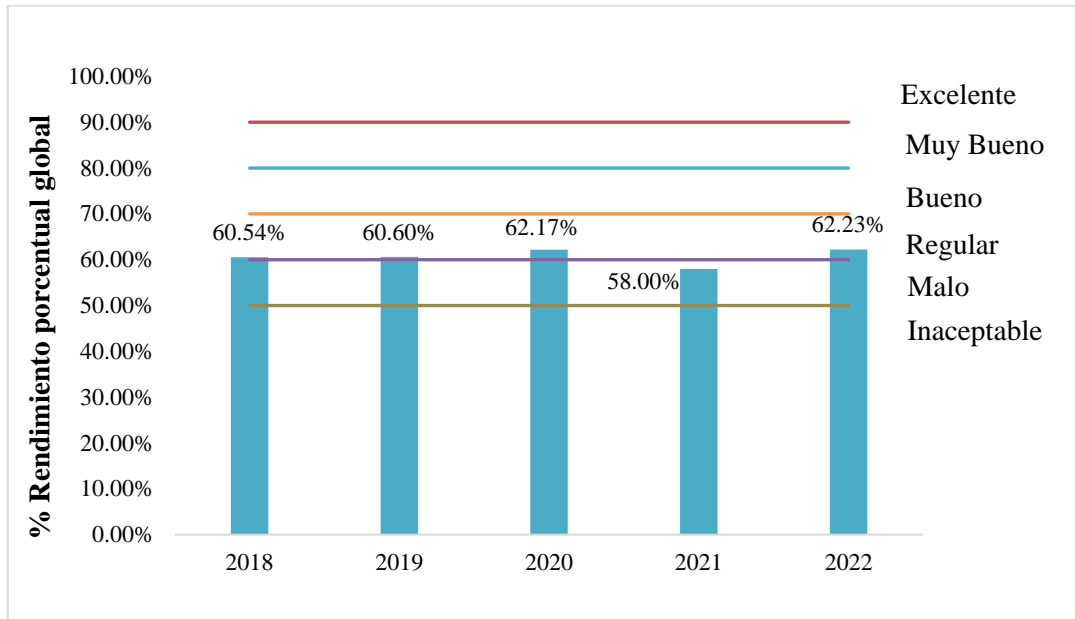


Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

En la Figura 19 se analiza el rendimiento global de manera anual, mostrando que en 4 años se ha obtenido una gestión “regular” y una sola “mala”. El año 2021 tiene un porcentaje de 58 % calificado como el más bajo en dicho cantón.

Figura 19.

Rendimiento global por año de la red de abastecimiento de agua potable - Alausí



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

La Figura 19 utiliza los criterios propuestos por Cabrera et., (1999) para calificar el rendimiento global de una red de abastecimiento de agua potable.

Cantón Colta

La Tabla 33 muestra los rendimientos globales, por red y medición por cada uno de los años de estudio; en donde se visualiza que en todos los años el rendimiento global es menor al 50%, en cuanto al rendimiento de la red solo en los años 2019 y 2020 se alcanza superar el 50 % con 50.47% y 62.35% respectivamente y por último en el rendimiento por medición se puede mencionar que todos los valores sobrepasan el 50%, siendo el más alto el obtenido en el año 2020 con 74.68% y el más bajo en el 2021 con 67.88%.

Tabla 33.

Rendimientos hídricos porcentuales por año – Colta

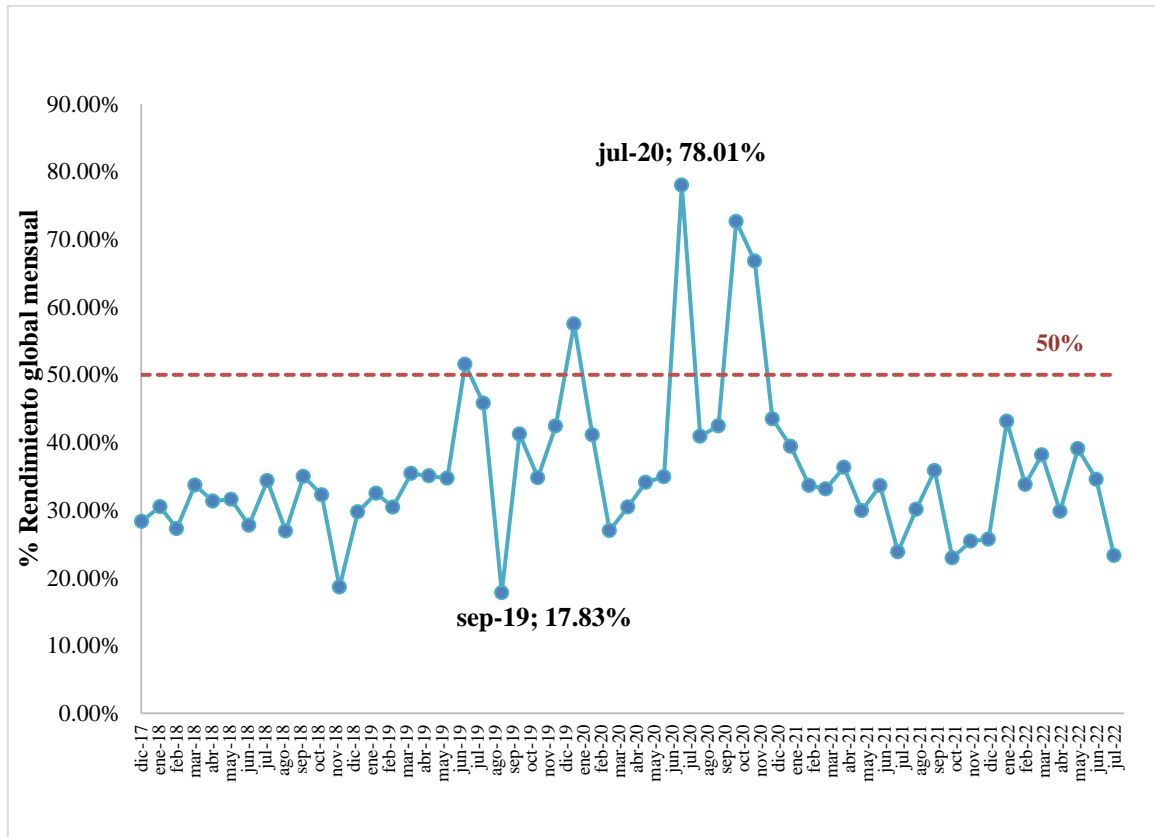
Año	Rendimientos hídricos porcentuales		
	Rendimiento Global (η_s)	Rendimiento de la Red (η_r)	Rendimiento de la medición (η_g)
2018	29.82%	43.63%	68.03%
2019	35.97%	50.47%	70.40%
2020	47.46%	62.35%	74.68%
2021	30.84%	45.17%	67.88%
2022	34.56%	49.08%	69.94%

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

La Figura 20 muestra el rendimiento global (η_s) de un sistema de abastecimiento por cada uno de los meses desde enero 2018 hasta julio 2022; donde se observa que el valor máximo se presenta en julio-20 con 78.01% lo que significa que la gestión es buena; mientras que en la mayoría de meses se da un valor inferior al 50% lo que resulta que hay una gestión inaceptable y se evidencia un valor mínimo de 17.83% en septiembre-2019.

Figura 20.

Rendimiento global de la red de abastecimiento de agua potable – Colta

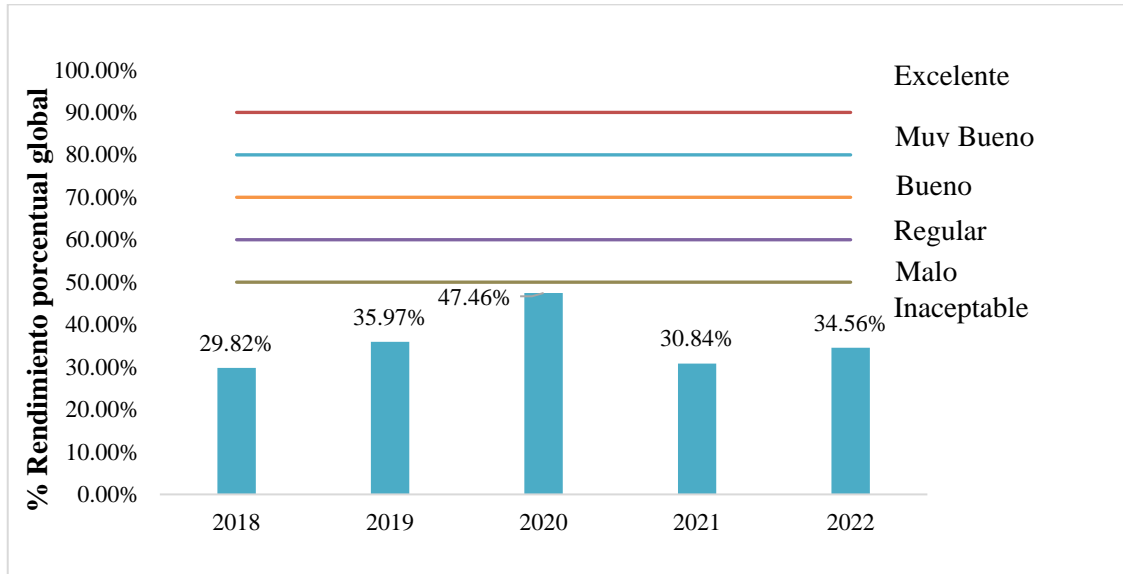


Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

No obstante, en la Figura 21 se ejecuta un análisis del rendimiento global por cada año en donde se puede visualizar que en todos los años se obtiene una calificación “inaceptable”, ya que contiene porcentajes menores al 50%, obteniendo el más crítico en el año 2018 con 29.82%.

Figura 21.

Rendimiento global por año de la red de abastecimiento de agua potable – Colta



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

La Figura 21 utiliza los criterios propuestos por Cabrera et., (1999) para calificar el rendimiento global de una red de abastecimiento de agua potable.

4.1.4 Afectación económica

La Tabla 34, muestra las tarifas básicas residenciales por cada m³ de agua de los cantones de Alausí y Colta empleadas para el cálculo de costos económicos.

Tabla 34.

Tarifas básicas para consumo residencial

Cantón	Tarifa básica	USD/m ³
Alausí	\$ 5.20	\$ 0.26
Colta	\$ 2.50	\$ 0.13

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

En el caso del cantón Alausí el valor de pérdidas anuales se cuantifica a través de la multiplicación del volumen encontrado y la tarifa por cada m³ de agua. La Tabla 35 presenta que el 2021 ha sido el año con mayor pérdida con un total de \$102 484.54; mientras que el menor valor se registra en el año 2020 con \$89 272.28.

Tabla 35.

Valores anuales de pérdida por volumen incontrolado en la red de abastecimiento de agua potable - Alausí

Año	Volumen fugado [Qf]	Tarifa básica	Pérdida anual
	m3/año	USD/m3	USD
2018	364 793.28	\$0.26	\$94 846.25
2019	363 221.40	\$0.26	\$94 437.56
2020	343 354.92	\$0.26	\$89 272.28
2021	394 171.32	\$0.26	\$102 484.54
2022	366 350.04	\$0.26	\$95 251.01

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Por otra parte, el cantón Colta en la Tabla 36 evidencia que valor máximo de pérdidas por volumen fugado se da en el año 2018 con \$87 235.70 y mínimo está en el año 2020 con un valor de \$59 361.43.

Tabla 36.

Valores anuales de pérdida por volumen incontrolado en la red de abastecimiento de agua potable - Colta

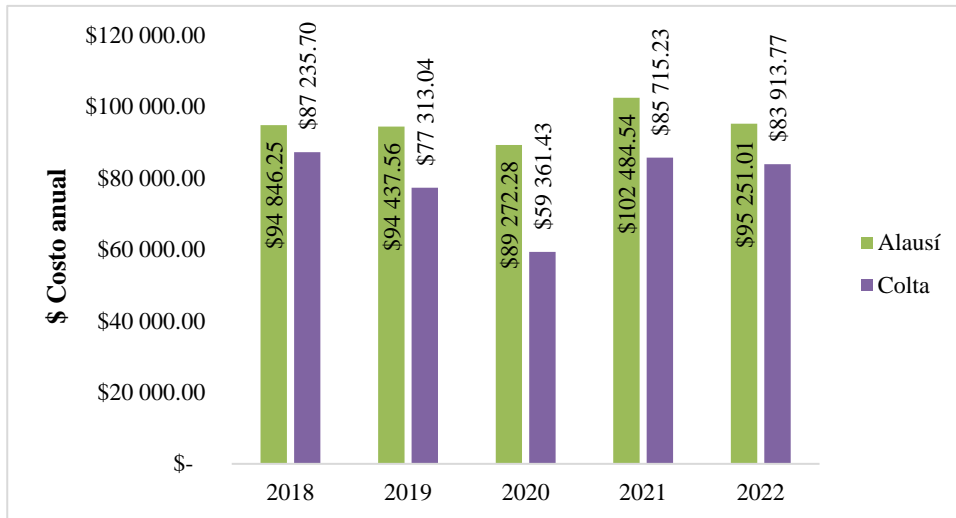
Año	Volumen fugado [Qf]	Tarifa básica	Pérdida anual
	m3/año	USD/m3	USD
2018	335 521.92	\$0.13	\$87 235.70
2019	297 357.84	\$0.13	\$77 313.04
2020	228 313.20	\$0.13	\$59 361.43
2021	329 673.96	\$0.13	\$85 715.23
2022	322 745.28	\$0.13	\$83 913.77

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

La Figura 22 indica una comparación de pérdidas económicas por volúmenes incontrolados de agua en ambos cantones, donde se exhibe que Alausí tiene una mayor afectación económica debido a que cuenta con una tarifa básica del doble de Colta.

Figura 22.

Comparación costes anuales por volumen fugado en Alausí y Colta



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Por otra parte, con el valor obtenido del volumen de caudal fugado por día, se realiza una proyección de cuantas personas podrían beneficiarse del servicio de agua potable si se aprovechara en cada uno de los cantones. Aumentando así, la cobertura del servicio, este valor se calcula a través de la dotación con la que cuentan cada uno de los cantones en estudio como se visualiza en la Tabla 37.

Tabla 37.

Dotación de consumo de agua potable

Cantón	Dotación
Alausí	180 lt/hab/día
Colta	125 lt/hab/día

Fuente. (Arellano et al., 2018)

Para el cálculo se toma en cuenta el volumen de caudal fugado por día al mes de julio del 2022, además en el estudio se considera un 30% de ANC debido a que cualquier sistema por más eficiente que sea va a tener la presencia de fugas; es por ellos que del volumen de caudal fugado con el que se va a trabajar se visualiza en la Tabla 38, y en cuando a la proyección del número de habitantes a los que se podría dotar de agua potable se obtiene de la relación entre el volumen de caudal fugado y la dotación.

Tabla 38.

Proyección número de habitantes a los que se beneficiaría en base al volumen de caudal fugado

Cantón	Volumen caudal fugado [A]	Dotación [B]	Habitantes [A/B]
	lt/día	lt/hab*día	hab
Alausí	858 909.99	180.00	4 771.72
Colta	736 880.88	125.00	5 895.05

Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Para el cantón Alausí con un volumen de caudal fugado de 858 909.99 lt/día se beneficiarán alrededor de 4 771.72 habitantes, mientras que el cantón Colta que tiene un volumen de caudal fugado de 736 880.88 lt/día, se puede abastecer a 5 895.05 habitantes.

4.1.5 Rastreo e identificación de sectores críticos con presencia de fugas en la red de distribución de agua potable

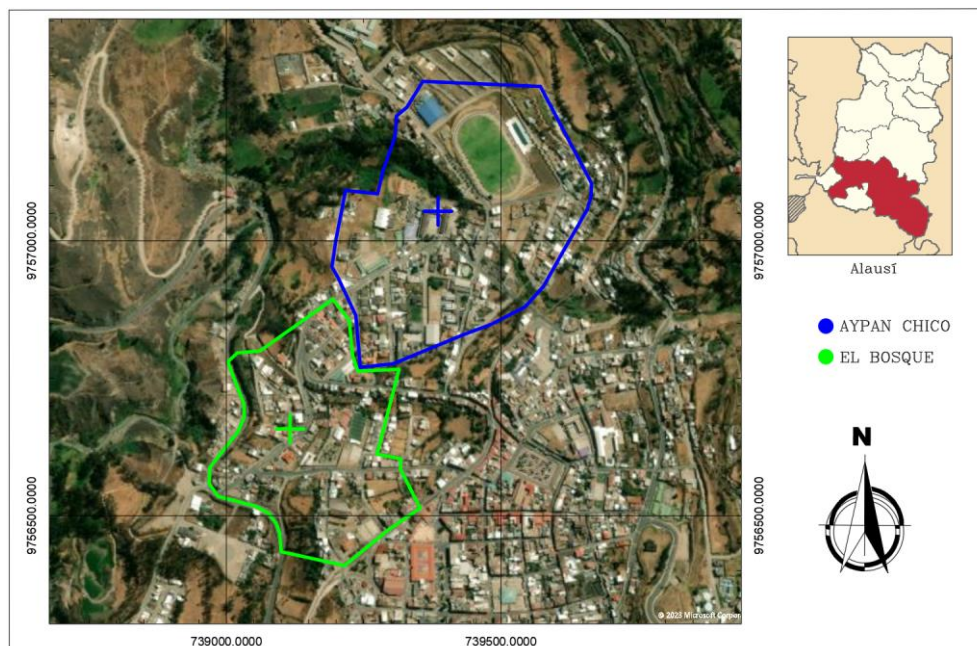
El presente apartado, expresa de forma cuantitativa los sectores con presencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable.

Alausí

En la Figura 23 se representan los barrios con mayor incidencia de fugas desde el año 2018 hasta julio del 2022, según reportes del GAD municipal de Alausí se identifica a los barrios Aypan Chico con un 28.30% y el barrio El Bosque con 26.42% de fugas.

Figura 23.

Sectores con mayor reporte de fugas en la red de abastecimiento de agua potable - Alausí



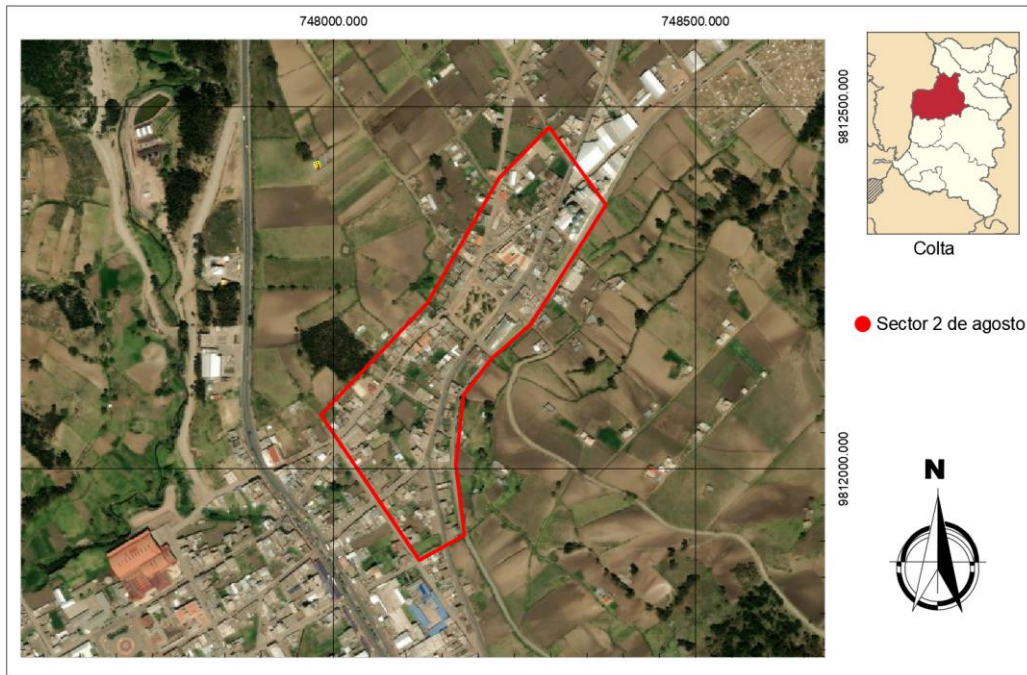
Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

Colta

El cantón Colta presenta un mayor porcentaje de fugas a nivel de los dos cantones, por ello resulta indispensable encontrar el sector con un gran valor en fugas desde el año 2018 hasta julio del 2022, según reportes del GAD municipal de Colta se identifica al sector de la calle 2 de Agosto con un 31.94% de caudal fugado.

Figura 24.

Sectores con mayor reporte de fugas en la red de abastecimiento de agua potable - Colta



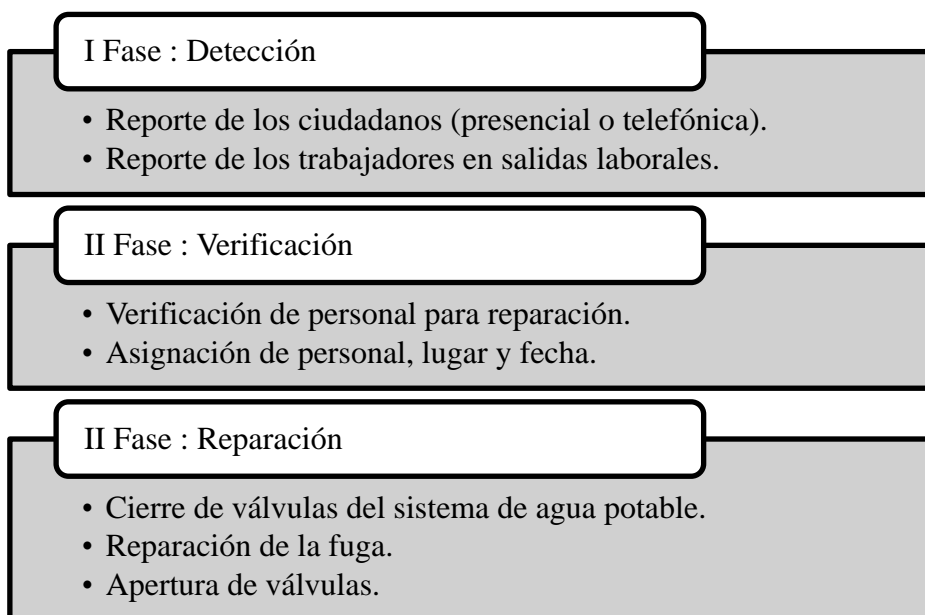
Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

4.1.6 Monitoreo y reparación de fugas

En la Figura 25 se muestra el proceso sencillo que siguen las autoridades competentes de cada cantón, en cuanto al tema de atención de fugas. Es importante mencionar que uno de los principales motivos por los cuales surgen este tipo de problemas son por la ruptura de tuberías debido al desgaste de las mismas y al no contar con planes de mantenimiento; en otros pocos casos se da por trabajos externos al departamento. Cabe destacar, que la institución a cargo no lleva registro alguno de las reparaciones ejecutadas, ya que, una vez notificado el problema, se designa un personal que acuda a la reparación oportuna.

Figura 25.

Procedimiento del departamento de agua potable y alcantarillado Alausí para la reparación de fugas



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

4.1.7 Implementación de plan para la adecuada gestión de fugas en los cantones de Alausí y Colta

Los cantones de Alausí y Colta cuentan con un manejo similar de fugas, por lo que, se propone un plan de manejo, control y seguimiento, enfocados en reparar y revisar las tuberías intervenidas por el mismo. Además, el cantón Colta no cuenta con macromedidores por lo que se debería implementarse en el sistema a la salida de los tanques de almacenamiento, por otro lado, en Alausí a la fecha se está ejecutando un plan maestro el cual espera solucionar el problema de fugas en el sistema, se debería contar con un correcto mantenimiento preventivo para las redes de agua potable y así evitar la aparición de las fugas. La falla geológica Bola de Oro al ser una de las principales causas de la falta de agua en el cantón se debería contemplar un cambio en la conducción evitando pasar por la misma, esto se contempla en el actual plan maestro del sistema de agua potable del cantón.

Al personal encargado de reparar, detectar y dar seguimiento a las fugas se les debe dar una capacitación para que resuelvan los problemas en el menor tiempo posible, así como de la manera más eficiente y acorde a la normativa en vigencia.

A los habitantes de cada cabecera cantonal se les debe dar charlas y socializaciones sobre el cuidado del agua y el reporte de las fugas, con esto la participación ciudadana se vuelve importante y una fuente de reportes rápida para la reparación.

Figura 26.

Plan de acción para el control mantenimiento y seguimiento de fugas en los cantones Alausí y Colta



Fuente. (Saigua & Vimos, 2023)

4.2 Discusión

En términos de agua no contabilizada, Ress & Roberson (2016) en su trabajo mencionan que a nivel mundial existe un porcentaje de ANC alrededor del 34%, a la par que Taiwán un país extranjero contempla un porcentaje de 27%; mientras que según el ARCA (2020) en su boletín estadístico alude que en el territorio ecuatoriano el porcentaje promedio haciendo a un 47.69%, y en la provincia de Chimborazo esta cifra incrementa a un 55.84% lo que implica pérdidas económicas significativas. En otras investigaciones alrededor de la provincia, Jaramillo & Oleas (2022) exponen que los cantones de Guano y Chambo presentan porcentajes de 50.79% y 75.75% de IANC, además Achache & Gómez (2022) en su investigación muestran que el cantón Riobamba tiene 45.31% en el mes de marzo del 2021.

Por otra parte, este estudio con respecto al índice de agua no contabilizada muestra que el cantón Alausí tiene un 37.77%, valor menor al establecido por ARCA (2020); mientras que el cantón Colta presenta un 65.08% superando el valor de la media nacional, cabe recalcar que el análisis está enfocado en las cabeceras cantonales. El ARCA (2020) establece niveles de desempeño para las redes de distribución; en base a esto, el cantón Alausí evidencia un nivel “medio” y el cantón Colta un nivel “bajo”. Una vez conocido el volumen de caudal fugado, se planteó una proyección de cuantos habitantes se beneficiarían de este, con esto las coberturas de servicio de agua potable de los cantones en estudio alcanzarían un 100% considerando una calificación “alta” en la gestión de la red de abastecimiento como dictamina el ARCA.

Los métodos de detección de fugas basados en el balance hídrico pueden ser efectivos, pero también pueden tener limitaciones, como la dependencia de la precisión de los datos de entrada y la necesidad de una vigilancia constante. Según García (2020), Latinoamérica expone un porcentaje de caudal fugado que varía entre los 55% y 65%; por otro lado, Cedeño et al., (2021) en su estudio aclara que el año 2019 se obtuvo pérdidas de agua de un 71.24% teniendo una baja eficiencia en su red de distribución. Relacionando con los porcentajes obtenidos, Alausí para el año 2021 cuenta con 30.83% de caudal fugado y Colta con 56.75% para el 2018 año con mayor incidencia de fugas dentro del tiempo de estudio.

El volumen de agua fugada y el rendimiento hídrico son indicadores importantes que muestran la necesidad de mejorar la eficiencia de la red de distribución de agua potable en ambos cantones. Gracias al empleo del método propuesto por (Cabrera et al., 1999) se han logrado resultados como para Alausí un rendimiento global categorizado como “regular” y en el caso de Colta una calificación de “inaceptable”. En comparación con Riobamba este obtiene una calificación “regular” (Achache & Gómez, 2022) al igual que Alausí; no obstante, para los cantones de Guano y Chambo se alcanzó una calificación “inaceptable” (Jaramillo & Oleas, 2022) al igual que Colta. Estos resultados indican la necesidad de implementar medidas para mejorar la eficiencia de la red de distribución de agua potable de los cantones mencionados de la provincia de Chimborazo.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Para los cantones en estudio Alausí y Colta, se tiene distintos valores de porcentaje de caudal fugado obtenido luego de realizar el balance hídrico técnico. Es así que el cantón Alausí presenta un valor promedio en los años de estudio de 28.06%; mientras que el cantón Colta evidencia un valor de 50.73%. Además, el rendimiento global de la red de Alausí es de 60.71% con una calificación de la gestión “regular”; en tanto, Colta tiene un porcentaje de 35.73% logrando así una gestión “inaceptable”; encontrando que la gestión en cuanto a las fugas del cantón Alausí es mejor que la del cantón Colta.

A nivel nacional, es importante categorizar en función del desempeño de la red en base a el indicador de agua no contabilizada propuesto por el ARCA; en donde Alausí presenta un 39.29% de IANC es decir cuenta con desempeño medio, a diferencia de Colta que tiene un 63.81% obteniendo un nivel de desempeño bajo y supera con gran discrepancia el valor promedio de 47.69% en todo el Ecuador.

En el cantón Alausí a través de los reportes de agua fugada, cuantitativamente los sectores con mayor cantidad de fugas son Aypan Chico con 28.30% de caudal fugado que representa un volumen de 8 640.42 m³/mes y el barrio El Bosque 26.42% de fugas esto en volumen son 8 066.43 m³/mes. Por otra parte, en el cantón Colta el sector con una mayor incidencia de fugas es el sector 2 de Agosto con un porcentaje de caudal fugado de 31.94% que significa 8 057.46 m³/mes.

Tras un análisis económico por volumen incontrolado de agua, el cantón Alausí registra mayores pérdidas anuales que el cantón Colta con una tarifa básica de \$ 0.26; mostrando su valor máximo en el 2021 con \$ 139 469.46. En cambio, Colta con una tarifa básica de \$ 0.13 indica su máximo valor de pérdidas en el año 2018 con \$ 107 288.44; si bien la cifra no es muy distante a la del otro cantón en estudio.

En cuanto al tema de control de fugas en las redes de abastecimiento, es relevante aclarar que ambos cantones no cuentan con registros oficiales de las reparaciones, ni tampoco registro de las denuncias por parte de los usuarios y mucho menos existe algún tipo de expediente técnico sobre el tema. Sin embargo, a través de inspecciones in situ y la accesibilidad al departamento encargado se constató, que las quejas o reportes son por parte de los usuarios, trabajadores o redes sociales de la municipalidad y solo atienden la fuga si están a la vista.

El cantón Colta tiene mayor incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable; con la aplicación del plan propuesto durante el trabajo se espera reducir las fugas visibles en los cantones, además involucrar a los moradores en el reporte y seguimiento de las fugas; implementando macromedidores a la salida de los tanques en Colta se puede tener un mejor control del caudal inyectado y llevar un mantenimiento reducirá en gran medida las fugas y consecuentemente los costos.

5.2 Recomendaciones.

Se recomienda tomar los indicadores del ARCA como una referencia, más no una verdad absoluta, porque son muy permisibles a la cantidad de agua fugada que toman en cuenta para considerar un nivel de desempeño de la red; sin embargo, no se puede aceptar que se pierda más del 25% de agua inyectada en un sistema al ser de vital importancia para los consumidores.

Se sugiere que las entidades a cargo de las redes de distribución de agua potable, no enfoquen su atención en fugas de tipo visibles; sino más bien poner énfasis en nuevas técnicas para detectar fugas profundas o que no estén a la vista, logrando de esta manera reducir el impacto que están repercuten.

Analizar el costo y beneficios de nuevas herramientas necesarias para la implementación de métodos para detección de fugas en diferentes entornos y condiciones; incluyendo factores como topografía, material de tuberías, movimientos telúricos, etc.

BIBLIOGRAFÍA


- Achache, N., & Gómez, S. (2022). *Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable del cantón Riobamba* (Universidad Nacional de Chimborazo). Universidad Nacional de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10205>
- Alvarado, C. (2016). *Propuesta metodológica para localizar tuberías de distribución de agua potable con mayor probabilidad de presentar fugas no visibles* (Universidad de los Andes). Universidad de los Andes. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1992/18205>
- Al-Washali, T., Sharma, S., Al-Nozaily, F., Haidera, M., & Kennedy, M. (2018). *Modelling the Leakage Rate and Reduction Using Minimum Night Flow Analysis in an Intermittent Supply System*. <https://doi.org/10.3390/w11010048>
- ARCA. (2020). *Boletín Estadístico 2020*. 70. Retrieved from http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/12/Boletin-Estadistico-APS_dic21_v02.pdf
- Ato, López, & Benavente. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038–1059.
- 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>
- Cedeño, C., Molina, X., & Perero, M. (2021). Plan estratégico para la reducción de pérdidas de agua potable en Portoviejo. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 26(2), 173–180. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2736>
- Cervantes, H. (2012). *Detección de fugas en la tubería de la red principal del sistema de agua potable de la junta administradora de agua potable Sumak Yaku – Araque – Otavalo* (Universidad Técnica del Norte). Universidad Técnica del Norte. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1061>
- GADM Alausí. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Alausí*. 21(1), 1–9. Retrieved from <https://www.alausi.gob.ec/index.php/transparencialotaip/dctos-respaldo-art-7/literal-k/2021-2/3129-pdot-canton-alausi-proceso-de-actualizacion-2020/file>
- GADM Alausí. (2022). Departamento de agua potable y alcantarillado del cantón Alausí.
- GADM Colta. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Colta*. 7(2), 107–115. Retrieved from http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660000520001_P DOT_COLTA_2014_15-03-2015_19-11-32.pdf
- GADM Colta. (2022). Departamento de Servicios Públicos del cantón Colta. Retrieved from <https://gadcolta.gob.ec/gadcolta/>

- García, J. C. (2020). Diseño de una metodología para control de pérdidas de agua potable para la zona alta del cantón Azogues. *Dominio de Las Ciencias*, 6, 452–470. Retrieved from <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1478/2711>
- García, J. C., & Benavides, H. (2019). Adjustment value of water leakage index in infrastructure. *DYNA (Colombia)*, 86(208), 316–320. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.67230>
- Huacahuari, R. D., & Montero, M. M. (2018). *Análisis de fugas en redes secundarias para mejorar la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018* (Universidad César Vallejo). Universidad César Vallejo. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12692/41846>
- Jaramillo, J., & Oleas, F. (2022). *Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones Chambo y Guano* (Universidad Nacional de Chimborazo). Universidad Nacional de Chimborazo. Retrieved from <https://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10118>
- Jiménez, M. (2002). *La sectorización hidráulica como estrategia de control de pérdidas en sistemas de acueducto* (2002 Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá, Ed.). Retrieved from <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/>
- Karadirek, İ. E. (2016). URBAN WATER LOSSES MANAGEMENT IN TURKEY: THE LEGISLATION AND CHALLENGES. *Mühendislik Anadolu University Journal of Science and Technology A-Applied Sciences and Engineering*, 3. <https://doi.org/10.18038/btda.67184>
- Moliá, R. (2007). *Redes de distribución*. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1061>
- Orta Ledesma, M. T. (2020). Medidas a adoptar para el Abastecimiento y Saneamiento de agua libre de transmisión de Coronavirus SARS-CoV-2. Retrieved December 11, 2022, from UNAM website: http://www.ii.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/Gaceta/Gaceta_Noviembre_Diciembre_2020/Paginas/medidas-abastecimiento-y-saneamiento-agua-sars-cov2.aspx
- Peñafiel Valla, L. (2018). Análisis de las pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento: Caso de estudio EP-EMAPA-A. *Secretaria Nacional de Educacion Superior, Ciencia y Tecnologia*, 171.
- Ramírez Cardona, D. (2014). IANC Análisis de las pérdidas de agua en los sistemas de abastecimiento. Retrieved December 11, 2022, from <http://www.dinamica-de-sistemas.com/revista/1214g.htm>
- Ress, E., & Roberson, J. A. (2016). The Financial and Policy Implications of Water Loss. *Journal - American Water Works Association*, 108(2), E77–E86. <https://doi.org/10.5942/JAWWA.2016.108.0026>

- Rojek, I., & Studzinski, J. (2019). Detection and Localization of Water Leaks in Water Nets Supported by an ICT System with Artificial Intelligence Methods as a Way Forward for Smart Cities. *Sustainability* 2019, Vol. 11, Page 518, 11(2), 518. <https://doi.org/10.3390/SU11020518>
- Vargas, R. (2022). Sequía: España pierde el equivalente al 16% de su consumo por averías y fugas mientras las inversiones escasean. Retrieved December 6, 2022, from La Razón website: <https://www.larazon.es/economia/20220828/obshyxz5v5e3fd5tzccqevvrby.html>
- Zúñiga, M. (2019). *Análisis y diagnóstico de la red del sistema de agua potable de la cabecera cantonal del cantón Guano, Provincia de Chimborazo, Ecuador*. 135. Retrieved from <https://riunet.upv.es/handle/10251/118836>

ANEXOS

Anexo 1. Registro de fugas – Alausí

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
		FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL	
		TRABAJO DE TITULACIÓN	
REGISTRO DE FUGAS -ALAUŚÍ-2021/2022			
Fecha	Sector	Motivo	Tiempo
3/12/2021	Barrios la Palma, aypan chico, el bosque, Av. Los Lausies	Reparación de la tubería matriz en las calles García moreno y Ricaurte	13:00-15:00
5/12/2021	La matriz	Reparación fuga visible en las calles esteban Orozco y Villalba	9:00-11:30
30/12/2021	La matriz	Ruptura de la tubería de conducción en el sector San Vicente	9:00-11:30
25/2/2021	Barrios el bosque, Aipan Chico, Nuevo Alausi, Bua, Av. Los Lausies	Reparación de acometidas domiciliarias en la calle José Antonio Pontón	9:20-11:30
15/3/2021	La matriz	Reparación por ruptura de la tubería principal de conducción en el sector de la Bola de Oro y San Vicente	10:30-15:00
26/1/2021	Barrio el Bosque	Reparación de acometida domiciliaria.	9:00-11:30
26/1/2021	EL bosque	Reparación de fuga por ruptura de la tubería de la red de abastecimiento de agua potable calle mariano Muñoz de Ayala, José Antonio Pontón.	13:45-15:45
20/5/2021	Barrios Aypan Chico, El Bosque, La Palma, Av. los Lausies	Por problemas con la válvula de ingreso al tanque de distribución de agua potable en el sector de la Loma de Lluglli	9:00-12:00
22/2/2021	La matriz	Ruptura de la tubería de conducción en el sector San Vicente	9:00-11:30
20/1/2021	Barrio el Calvario y calle Venezuela	Trabajos de reparación de válvulas del sistema de agua potable	9:00-11:30
8/6/2021	calles: Antonio Mora, Esteban Orozco , Pablo J. Dávila y Av. 5 de Junio	Por reparación de la red principal de agua potable en la calle Esteban Orozco	9:00-12:00
23/2/2021	La matriz	Ruptura de la tubería principal en la calle Colombia y Villalba	9:00-11:30
7/1/2021	La matriz	Reparación de acometida domiciliaria	
7/1/2021	Barrio Nuevo alausi, Bua y sector de la subestación de la empresa eléctrica	Reparación de acometida domiciliaria	9:00-11:30
28/5/2021	Barrios Vicentina, Mullinquiz, Camal, Shamanga, calles García Moreno	Reparación de la red de agua potable en la calle Nicaragua	8:45-10:30
12/4/2021	Barrios: Aypan Chico, El Bosque, calle Bolivia y Av. Los Lausies	Reparación de acometida domiciliaria en el barrio Aypan Chico	13:00-15:00
8/1/2021	La matriz	Reparación de acometida domiciliaria en la calle Colombia	14:15-15:30
16/6/2022	Barrio el Calvario	Reparación de la línea de distribución en la calle Venezuela	9:00-11:30
7/6/2022	La matriz	Daño de la tubería principal de conducción en el sector de san Vicente	12:00-14:00
17/3/2022	San Vicente	Reparaciones de la tubería de conducción de agua potable en el sector de San Vicente	9:00-11:30
9/5/2022	Barrios Mullinquiz, Shamanga, Camal y vía a Sibambe	Una fuga de agua en los tanques de la loma de Lluglli	9:00-11:30
25/7/2022	Barrios Aypan Chico, El Bosque, Av Los Lausies, Las Palmas y Parte de la calle Bolivia	Reparación de una acometida en la calle panamá	9:30-11:00
31/5/2022	La matriz	Reparación de la línea de distribución en la calle Colombia	12:00-14:00
27/5/2022	Parte alta y el centro del cantón	Ruptura en la tubería de la calle Colombia sector Cementerio	11:00-13:00

Anexo 2.
Registro de fugas – Colta



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

REGISTRO DE FUGAS – COLTA – 2021/2022

Fecha	Motivo	Tiempo
3/12/2020	Reparación de fugas por la ruptura de tubería principal en el sector 2 de Agosto y García Moreno	8:10
5/12/2020	Reparación fuga visible en las calles Almagro y Juan Bernardo de León	10:30
30/1/2021	Ruptura de la tubería de conducción calle Riobamba	8:10
25/2/2021	Reparación de acometidas domiciliarias en el sector 2 de Agosto y Juan Montalvo	9:30
15/3/2021	Reparación por ruptura de la tubería principal en las calles Magdalena Dávalos y Riobamba	11:00
26/1/2022	Reparación de fugas por la ruptura de tubería principal en el sector 2 de agosto	13:00
26/3/2022	Reparación de fuga por ruptura de la tubería de la red de abastecimiento de agua potable avenida del Maestro	15:00
20/4/2022	Reparación de fugas por la ruptura de tubería principal de la red de abastecimiento de agua potable en el sector 2 de agosto	12:00
22/4/2022	Ruptura de la tubería principal en las calles 4 de Febrero y Almagro	9:30
20/5/2022	Trabajos de reparación de válvulas del sistema de agua potable	9:00-11:30

Anexo 3.
Inspecciones in situ para reparación y mantenimiento



Anexo 4.

Consumos registrados – Alausí

AN	M	NROME	CONTRIBUYENTE	TARIF	DIRECCION	CON	VALOR_C	FCREACIO
2 021	1	28-0345	AGUILA GARCIA VICTORIA	Domestica	ALAUSSI, PABLO J. DAVILA Y CICERON MERCHAN	0	22	06/10/2021 12:33:47
2 021	1	28-0345	AGUILA GARCIA VICTORIA	Domestica	ALAUSSI, PABLO J. DAVILA Y CICERON MERCHAN	193	22	02/12/2021 10:45:07
2 021	1	06-1418	AGUILA VICTOR MANUEL	Comercial	ALAUSSI, PANAMERICANA SUR KM. 69 Y ACCESO CENTRAL	79	11	02/12/2021 10:44:52
2 021	1	06-0308	AGUILA VICTOR MANUEL	Domestica	ALAUSSI, PANAMERICANA SUR KM. 69 Y ACCESO CENTRAL	311	35	02/12/2021 10:45:37
2 021	1	06-0916	AGUILA VICTOR MANUEL	Domestica	ALAUSSI, PANAMERICANA SUR KM. 69 Y ACCESO CENTRAL	124	15	02/12/2021 10:44:51
2 021	1	40-0358	MOLINA VILLACRES MAYRA DEL ROCIO Y P	Domestica	ALAUSSI, PABLO JOSE DAVILA Y VIA A SIBAMBE	1	1	02/12/2021 10:45:12
2 021	1	10-0185	ALULEMA QUITAQUIS MARTHA ELIZABETH	Domestica	ALAUSSI, BOLIVAR Y 9 DE OCTUBRE	1	1	02/12/2021 10:44:55
2 021	1	12-0677	ALVAREZ MERY SANDRA Y OTROS	Domestica	ALAUSSI, ANTONIO CAICEDO Y QUIROGA	64	5	02/12/2021 10:44:57
2 021	1	18-0393	ALVAREZ ZOILA BEATRIZ	Domestica	ALAUSSI, ESTEBAN OROZCO Y SIMON BOLIVAR	17	1	02/12/2021 10:45:41
2 021	1	04-0819	CORPORACION NACIONAL TELECOMUNIC	Oficial	ALAUSSI, ANTONIO MORIA Y GUATEMALA	508	30	02/12/2021 10:44:50
2 021	1	33-0624	ANDRADE FERNANDEZ MARIA BELGICA H	Domestica	ALAUSSI, RICAURTE ENTRE AVE. 5 DE JUNIO Y GARCIA MORENO	75	7	02/12/2021 10:45:10
2 021	1	28-0323	RUIZ DE ARBOLEDA ROSAURA HDROS	Domestica	ALAUSSI, PABLO JOSE DAVILA	9	1	02/12/2021 10:45:07
2 021	1	03-0969	ORTEGA ANDRADE ALONSO SALOMON	Domestica	ALAUSSI, PABLO J. DAVILA Y PEDRO DE LOZA	0	1	02/12/2021 10:45:49
2 021	1	28-0324	ORTEGA ANDRADE ALONSO SALOMON	Domestica	ALAUSSI, PABLO J. DAVILA Y PEDRO DE LOZA	26	2	02/12/2021 10:45:07
2 021	1	33-1160	ARELLANO BRITO ANGEL TEODORO	Domestica	ALAUSSI, RICAURTE Y GARCIA MORENO	18	1	02/12/2021 10:45:10
2 021	1	30-0654	ARELLANO LUPERO MANUEL SEGUNDO	Domestica	ALAUSSI, PEDRO DE LOZA ENTRE GARCIA MORENO Y VILLALVA	24	1	02/12/2021 10:45:08
2 021	1	18-1232	ARIAS MERCHAN MARIA ORFELINA	Domestica	ALAUSSI, ESTEBAN OROZCO ENTRE VILLALVA Y MEXICO	4	1	02/12/2021 10:45:01
2 021	1	25-1229	ARMAS ABEL HDROS.	Domestica	ALAUSSI, MEXICO	39	2	02/12/2021 10:45:05
2 021	1	02-0513	TOCACHI DUTAN SEGUNDO JULIAN	Domestica	ALAUSSI, VILLALBA Y 9 DE OCTUBRE	0	1	02/12/2021 10:44:48
2 021	1	16-1153	ARQUI MIGUEL ANGEL	Domestica	ALAUSSI, CHITAGUIS	0	1	02/12/2021 10:44:59
2 021	1	16-1153	ARQUI MIGUEL ANGEL	Domestica	ALAUSSI, CHITAGUIS	0	7	05/18/2021 14:57:07
2 021	1	43-44	ARQUI JOSE MANUEL	Domestica	ALAUSSI, PUENTE NEGRO	7	1	02/12/2021 10:45:04
2 021	1	14-1218	ARRIETA CAZORLA LAURA ROSA	Domestica	ALAUSSI, VILLALBA Y MEXICO	0	1	02/12/2021 10:44:58
2 021	1	41-0708	ARRIETA CAZORLA LAURA ROSA	Domestica	ALAUSSI, VILLALBA Y MEXICO	19	1	02/12/2021 10:45:23
2 021	1	07-0079	JUNTA DE BENEFICENCIA DE GUAYAQUIL	Oficial	ALAUSSI, AV. JOSE A. PONTON Y MAGTAYAN	65	2	02/12/2021 10:45:15
2 021	1	06-1238	AUCACAMA ROTO ANGEL VICENTE	Domestica	ALAUSSI, PANAMERICANA SUR KM. 69 Y ACCESO CENTRAL	1	1	02/12/2021 10:44:51
2 021	1	06-0275	AUCACAMA ROTO ANGEL VICENTE	Domestica	ALAUSSI, PANAMERICANA SUR KM. 69 Y ACCESO CENTRAL	0	1	02/12/2021 10:45:27
2 021	1	17-0473	AUQUI VILLA ANGEL VINICIO	Domestica	ALAUSSI, ELOY ALFARO	4	1	02/12/2021 10:45:00
2 021	1	17-0827	AUQUI VILLA EDWIN FERNANDO	Domestica	ALAUSSI, ELOY ALFARO -VIA MULLINQUIS	14	1	02/12/2021 10:45:00
2 021	1	28-0350	TAPIA SANTANDER ENCARNACION MARIA	Domestica	ALAUSSI, PABLO J. DAVILA 152	18	1	02/12/2021 10:45:07
2 021	1	43-25	AZOGUE GUARACA TOMAS HDROS.	Domestica	ALAUSSI, PUENTE NEGRO	7	1	02/12/2021 10:45:03
2 021	1	18-0372	BANEQUADOR B.P.	Oficial	ALAUSSI, ESTEBAN OROZCO	95	4	02/12/2021 10:45:01
2 021	1	41-0718	BARAHONA ASTUDILLO MESIAS ABRAHAN	Domestica	ALAUSSI, VILLALVA 184 ENTRE VICENTE MORENO Y AV. COLOMBIA	63	5	02/12/2021 10:45:14
2 021	1	10-0212	BARRAGAN CARRERA LUIS ENRIQUE F.H.I	Domestica	ALAUSSI, AV. 5 DE JUNIO Y 9 DE OCTUBRE	28	2	02/12/2021 10:45:43

AÑO	MES	CONTRIBUYENTE	TARIFA	ROUTA	CONS	VALOR_CON	ESTADO
2 018	11	AGUILA GARCIA VICTORIA	Domestica	ROUTA 01	64.00	4.75	RECAUDADO
2 018	11	AGUILA VICTOR MANUEL	Comercial	ROUTA 01	93.00	12.56	RECAUDADO
2 018	11	AGUILA VICTOR MANUEL	Domestica	ROUTA 01	64.00	4.75	RECAUDADO
2 018	11	AGUILA VICTOR MANUEL	Domestica	RE-00600	356.00	40.09	RECAUDADO
2 018	11	MOLINA VILLACRES MAYRA DEL ROCIO Y MARCATOMA MOLINA ERICK GEOVANNY	Domestica	ROUTA 01	0.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	ALVAREZ MERY SANDRA Y OTROS	Domestica	ROUTA 01	21.00	1.30	RECAUDADO
2 018	11	ALVAREZ ZOILA BEATRIZ	Domestica	RE-00600	24.00	1.39	RECAUDADO
2 018	11	CORPORACION NACIONAL TELECOMUNICACIONES (CNT- EP)	Oficial	ROUTA 01	110.00	6.57	RECAUDADO
2 018	11	ANDRADE FERNANDEZ MARIA BELGICA HDROS	Domestica	ROUTA 01	40.00	2.39	RECAUDADO
2 018	11	RUIZ DE ARBOLEDA ROSAURA HDROS	Domestica	ROUTA 01	6.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	ORTEGA ANDRADE ALONSO SALOMON	Domestica	ROUTA 01	2.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	ORTEGA ANDRADE ALONSO SALOMON	Domestica	ROUTA 01	15.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	ARELLANO BRITO ANGEL TEODORO	Domestica	ROUTA 01	16.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	ARELLANO LUPERO MANUEL SEGUNDO	Domestica	ROUTA 01	12.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	ARIAS MERCHAN MARIA ORFELINA	Domestica	ROUTA 01	14.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	ARMAS ABEL HDROS.	Domestica	ROUTA 01	17.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	TOCACHI DUTAN SEGUNDO JULIAN	Domestica	ROUTA 01	0.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	ARQUI MIGUEL ANGEL	Domestica	ROUTA 01	100.00	8.80	RECAUDADO
2 018	11	ARQUI JOSE MANUEL	Domestica	ROUTA 01	0.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	ARRIETA CAZORLA LAURA ROSA	Domestica	ROUTA 01	60.00	4.51	RECAUDADO
2 018	11	ARRIETA CAZORLA LAURA ROSA	Domestica	ROUTA 01	36.00	2.23	RECAUDADO
2 018	11	JUNTA DE BENEFICENCIA DE GUAYAQUIL	Oficial	ROUTA 01	52.00	2.02	RECAUDADO
2 018	11	AUCACAMA ROTO ANGEL VICENTE	Domestica	ROUTA 01	10.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	AUCACAMA ROTO ANGEL VICENTE	Domestica	ROUTA 01	14.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	AUQUI VILLA ANGEL VINICIO	Domestica	ROUTA 01	4.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	AUQUI VILLA EDWIN FERNANDO	Domestica	ROUTA 01	7.00	1.20	RECAUDADO
2 018	11	TAPIA SANTANDER ENCARNACION MARIA	Domestica	ROUTA 01	25.00	1.42	RECAUDADO
2 018	11	AZOGUE GUARACA TOMAS HDROS.	Domestica	ROUTA 01	39.00	2.35	RECAUDADO
2 018	11	BANEQUADOR B.P.	Oficial	ROUTA 01	17.00	0.60	RECAUDADO
2 018	11	BARAHONA ASTUDILLO MESIAS ABRAHAN	Domestica	ROUTA 01	32.00	2.07	RECAUDADO

Anexo 5.

Consumos registrados - Colta

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE COLTA
REPORTE DE LECTURAS**

Fecha:	08/08/2022	Usuario:	RBALLA		
Año:	2022	Mes:	7		
Cuenta	Cédula/RUC	Contribuyente	Dirección	Valor Lectura	Consumo
0060030500010010012 84001001	0602077729	ASQUI GUAMAN MIRIAN BLANCA	2 DE AGOSTO - PICHINCHA	1378	12,00
0060030500010010010 37001001	0601331135	ASQUI GUAMAN SEGUNDA PAULA	2 DE AGOSTO - Y PICHINCHA	856	8,00
0060030500010010012 52001001	0602376923	ASQUI GUARACA DELIA CARMITA	GARCIA MORENO - CAMAÑO	860	8,00
0060030500010010015 19001001	0605506708	ASQUI LUCIO JENIFER MISHEL	CAAMAÑO Y JUAN BERNARDO DE LEON	2499	33,00
0060030500010010010 31001001	0600061667	ASQUI PATARON LUIS ENRIQUE	GARCIA MORENO - ELOY ALFARO	558	6,00
0060030500010010010 32001001	0600061667	ASQUI PATARON LUIS ENRIQUE	2 DE AGOSTO - ATAHUALPA	348	4,00
000036	0905192944	ASQUI PATARON SEGUNDO HUBERTO	2 DE AGOSTO - ATAHUALPA	16	0,00
0060030500010010019 36001001	0602936072	ASQUI PILAMUNGA DOLORES PATRICIA	GARCIA MORENO Y JUAN BERNARDO DE LEON	1476	8,00
0060030500010010019 43001001	0603505603	ASQUI PILAMUNGA MARTHA CECILIA	JUAN BERNARDO DE LEON - CAMAÑO	1209	10,00
0060030500010010010 38001001	0600111579	ASQUI REA JUAN TOMAS	GARCIA MORENO - JUAN BERNARDO DE LEON	259	2,00

Anexo 6.
Balance hídrico general – Alausí

BALANCE HÍDRICO GENERAL - ALAUSÍ											
Fecha	Caudal Inyectado [Q]	Caudal Registrado [Qr]	Caudal Incontrolado [Qi]	Caudal Incontrolado Consumido	Caudal Fugado [Qf]	% Porcentaje caudal fugado	Caudal Suministrado [Qs]	Rendimientos porcentuales			
	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes		m3/mes	Rendimiento Global	Rendimiento de la Red	Rendimiento de la medición	
AÑO 2018	ene-18	107 760.64	64 265.00	43 495.64	10 936.80	32 558.85	30.21%	75201.796	59.64%	69.79%	85.46%
	feb-18	94 462.74	73 788.00	20 674.74	9 878.40	10 796.34	11.43%	83666.396	78.11%	88.57%	88.19%
	mar-18	109 407.91	59 998.00	49 409.91	10 936.80	38 473.11	35.16%	70934.796	54.84%	64.84%	84.58%
	abr-18	100 775.29	59 860.00	40 915.29	10 584.00	30 331.29	30.10%	70443.996	59.40%	69.90%	84.98%
	may-18	111 566.97	62 376.00	49 190.97	10 936.80	38 254.17	34.29%	73312.796	55.91%	65.71%	85.08%
	jun-18	108 891.59	68 787.00	40 104.59	10 584.00	29 520.60	27.11%	79370.996	63.17%	72.89%	86.67%
	jul-18	102 085.06	63 144.00	38 941.06	10 936.80	28 004.26	27.43%	74080.796	61.85%	72.57%	85.24%
	ago-18	107 431.52	64 525.00	42 906.52	10 936.80	31 969.72	29.76%	75461.796	60.06%	70.24%	85.51%
	sep-18	104 920.82	74 025.00	30 895.82	10 584.00	20 311.82	19.36%	84608.996	70.55%	80.64%	87.49%
	oct-18	110 180.45	59 065.00	51 115.45	10 936.80	40 178.65	36.47%	70001.796	53.61%	63.53%	84.38%
	nov-18	107 650.78	64 397.00	43 253.78	10 584.00	32 669.78	30.35%	74980.996	59.82%	69.65%	85.88%
	dic-18	111 239.14	55 100.00	56 139.14	10 936.80	45 202.34	40.64%	66036.796	49.53%	59.36%	83.44%
AÑO 2019	ene-19	109 708.99	64 306.00	45 402.99	10 936.80	34 466.20	31.42%	75242.796	58.62%	68.58%	85.46%
	feb-19	97 332.19	75 241.00	22 091.19	9 878.40	12 212.80	12.55%	85119.396	77.30%	87.45%	88.39%
	mar-19	104 583.74	68 212.00	36 371.74	10 936.80	25 434.95	24.32%	79148.796	65.22%	75.68%	86.18%
	abr-19	105 878.62	59 244.00	46 634.62	10 584.00	36 050.62	34.05%	69827.996	55.95%	65.95%	84.84%
	may-19	104 134.46	79 603.00	24 531.46	10 936.80	13 594.67	13.05%	90539.796	76.44%	86.95%	87.92%
	jun-19	107 968.03	77 788.00	30 180.03	10 584.00	19 596.04	18.15%	88371.996	72.05%	81.85%	88.02%
	jul-19	112 521.31	62 190.00	50 331.31	10 936.80	39 394.52	35.01%	73126.796	55.27%	64.99%	85.04%
	ago-19	102 085.06	74 820.00	27 265.06	10 936.80	16 328.26	15.99%	85756.796	73.29%	84.01%	87.25%
	sep-19	103 965.98	49 299.00	54 666.98	10 584.00	44 082.99	42.40%	59882.996	47.42%	57.60%	82.33%
	oct-19	108 418.18	51 171.00	57 247.18	10 936.80	46 310.38	42.71%	62107.796	47.20%	57.29%	82.39%
	nov-19	106 626.24	56 507.00	50 119.24	10 584.00	39 535.24	37.08%	67090.996	53.00%	62.92%	84.22%
	dic-19	111 239.14	50 610.00	60 629.14	10 936.80	49 692.34	44.67%	61546.796	45.50%	55.33%	82.23%
AÑO 2020	ene-20	109 708.99	65 949.00	43 759.99	10 936.80	32 823.20	29.92%	76885.796	60.11%	70.08%	85.78%
	feb-20	100 808.34	75 467.00	25 341.34	10 231.20	15 110.15	14.99%	85698.196	74.86%	85.01%	88.06%
	mar-20	104 583.74	66 923.84	37 659.90	10 936.80	26 723.11	25.55%	77860.637	63.99%	74.45%	85.95%
	abr-20	105 878.62	68 567.99	37 310.63	10 584.00	26 726.63	25.24%	79151.986	64.76%	74.76%	86.63%
	may-20	104 134.46	78 600.06	25 534.41	10 936.80	14 597.61	14.02%	89536.854	75.48%	85.98%	87.79%
	jun-20	107 968.03	71 878.00	36 090.03	10 584.00	25 506.04	23.62%	82461.996	66.57%	76.38%	87.17%
	jul-20	112 521.31	48 466.00	64 055.31	10 936.80	53 118.52	47.21%	59402.796	43.07%	52.79%	81.59%
	ago-20	102 085.06	57 032.00	45 053.06	10 936.80	34 116.26	33.42%	67968.796	55.87%	66.58%	83.91%
	sep-20	103 965.98	64 134.00	39 831.98	10 584.00	29 247.99	28.13%	74717.996	61.69%	71.87%	85.83%
	oct-20	108 418.18	67 996.00	40 422.18	10 936.80	29 485.38	27.20%	78932.796	62.72%	72.80%	86.14%
	nov-20	106 626.24	72 163.00	34 463.24	10 584.00	23 879.24	22.40%	82746.996	67.68%	77.60%	87.21%
	dic-20	111 239.14	54 767.00	56 472.14	10 936.80	45 535.34	40.93%	65703.796	49.23%	59.07%	83.35%
AÑO 2021	ene-21	109 708.99	67 893.10	41 815.89	10 936.80	30 879.10	28.15%	78829.896	61.88%	71.85%	86.13%
	feb-21	97 332.19	59 267.60	38 064.59	9 878.40	28 186.20	28.96%	69145.996	60.89%	71.04%	85.71%
	mar-21	104 583.74	62 127.10	42 456.64	10 936.80	31 519.85	30.14%	73063.896	59.40%	69.86%	85.03%
	abr-21	105 878.62	53 293.00	52 585.62	10 584.00	42 001.62	39.67%	63876.996	50.33%	60.33%	83.43%
	may-21	104 134.46	59 505.53	44 628.93	10 936.80	33 692.13	32.35%	70442.329	57.14%	67.65%	84.47%
	jun-21	107 968.03	72 817.67	35 150.37	10 584.00	24 566.37	22.75%	83401.663	67.44%	77.25%	87.31%
	jul-21	112 521.31	57 933.33	54 587.98	10 936.80	43 651.18	38.79%	68870.129	51.49%	61.21%	84.12%
	ago-21	102 085.06	65 459.00	36 626.06	10 936.80	25 689.26	25.16%	76395.796	64.12%	74.84%	85.68%
	sep-21	103 965.98	62 486.00	41 479.98	10 584.00	30 895.99	29.72%	73069.996	60.10%	70.28%	85.52%
	oct-21	108 418.18	59 410.67	49 007.51	10 936.80	38 070.71	35.11%	70347.463	54.80%	64.89%	84.45%
	nov-21	106 626.24	64 355.67	42 270.57	10 584.00	31 686.58	29.72%	74939.663	60.36%	70.28%	85.88%
	dic-21	111 239.14	53 492.33	57 746.80	10 936.80	46 810.01	42.08%	64429.129	48.09%	57.92%	83.03%
AÑO 2022	ene-22	108 463.48	66 035.70	42 427.78	10 936.80	31 490.99	29.03%	76972.496	60.88%	70.97%	85.79%
	feb-22	101 116.19	68 640.10	32 476.10	9 878.40	22 597.70	22.35%	78518.493	67.88%	77.65%	87.42%
	mar-22	107 162.78	63 408.43	43 754.35	10 936.80	32 817.56	30.62%	74345.226	59.17%	69.38%	85.29%
	abr-22	98 288.64	56 093.62	42 195.02	10 584.00	31 611.02	32.16%	66677.616	57.07%	67.84%	84.13%
	may-22	102 612.05	62 642.69	39 969.37	10 936.80	29 032.57	28.29%	73579.482	61.05%	71.71%	85.14%
	jun-22	97 413.53	72 817.67	24 595.86	10 584.00	14 011.87	14.38%	83401.663	74.75%	85.62%	87.31%
	jul-22	105 680.56	57 933.33	47 747.22	10 936.80	36 810.43	34.83%	68870.129	54.82%	65.17%	84.12%

Anexo 7.
Balance hídrico general – Colta

BALANCE HÍDRICO GENERAL - COLTA											
Fecha	Caudal inyectado [Q]	Caudales registrados [Qr]	Caudal incontrolado [Qi]	Caudal incontrolado consumido [Qic]	Caudal fugado	% Porcentaje caudal fugado	Caudal Suministrado [Qs]	Rendimientos porcentuales			
	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes	m3/mes		m3/mes	Rendimiento Global	Rendimiento de la Red	Rendimiento de la medición	
AÑO 2018	ene-18	50 220.00	14 238.00	35 507.40	6 550.42	28 956.98	57.66%	21263.024	28.35%	42%	67.0%
	feb-18	45 360.00	13 843.00	32 439.87	5 916.51	26 523.35	58.47%	18836.645	30.52%	42%	73.5%
	mar-18	50 220.00	13 701.00	36 062.30	6 550.42	29 511.88	58.77%	20040.120	27.28%	40%	68.4%
	abr-18	48 600.00	16 384.00	32 216.00	6 339.12	25 876.88	53.24%	23480.557	33.71%	48%	69.8%
	may-18	50 220.00	15 739.00	33 956.37	6 550.42	27 405.94	54.57%	22814.057	31.34%	45%	69.0%
	jun-18	48 600.00	15 360.00	33 240.00	6 339.12	26 900.88	55.35%	22422.424	31.60%	46%	68.5%
	jul-18	50 220.00	13 947.00	35 808.10	6 550.42	29 257.68	58.26%	20962.324	27.77%	42%	66.5%
	ago-18	50 220.00	17 259.00	32 385.70	6 550.42	25 835.28	51.44%	24384.724	34.37%	49%	70.8%
	sep-18	48 600.00	13 088.00	35 512.00	6 339.12	29 172.88	60.03%	20074.691	26.93%	41%	65.2%
	oct-18	50 220.00	17 573.00	32 061.23	6 550.42	25 510.81	50.80%	24709.191	34.99%	49%	71.1%
	nov-18	48 600.00	15 686.00	32 914.00	6 339.12	26 574.88	54.68%	22759.291	32.28%	47%	68.9%
	dic-18	50 220.00	9 363.00	40 544.90	6 550.42	33 994.48	67.69%	16225.524	18.64%	32%	57.7%
AÑO 2019	ene-19	50 220.00	14 944.00	34 777.87	6 550.42	28 227.44	56.21%	21992.557	29.76%	44%	68.0%
	feb-19	45 360.00	14 747.00	31 596.13	5 916.51	25 679.62	56.61%	21788.991	32.51%	48%	67.7%
	mar-19	50 220.00	15 284.00	34 426.53	6 550.42	27 876.11	55.51%	22343.891	30.43%	44%	68.4%
	abr-19	48 600.00	17 215.00	31 385.00	6 339.12	25 045.88	51.53%	24339.257	35.42%	50%	70.7%
	may-19	50 220.00	17 616.00	32 016.80	6 550.42	25 466.38	50.71%	24753.624	35.08%	49%	71.2%
	jun-19	48 600.00	16 873.00	31 727.00	6 339.12	25 387.88	52.24%	23985.857	34.72%	49%	70.3%
	jul-19	50 220.00	25 891.00	23 465.97	6 550.42	16 915.54	33.68%	33304.457	51.56%	66%	77.7%
	ago-19	50 220.00	23 002.00	26 451.27	6 550.42	19 900.84	39.63%	30319.157	45.80%	60%	75.9%
	sep-19	48 600.00	8 665.00	39 935.00	6 339.12	33 595.88	69.13%	15504.257	17.83%	32%	55.9%
	oct-19	50 220.00	20 715.00	28 814.50	6 550.42	22 264.08	44.33%	27955.924	41.25%	56%	74.1%
	nov-19	48 600.00	16 915.00	31 685.00	6 339.12	25 345.88	52.15%	24029.257	34.80%	49%	70.4%
	dic-19	50 220.00	21 307.00	28 202.77	6 550.42	21 652.34	43.11%	28567.657	42.43%	57%	74.6%
AÑO 2020	ene-20	50 220.00	28 889.00	20 368.03	6 550.42	13 817.61	27.51%	36402.391	57.52%	72%	79.4%
	feb-20	45 360.00	18 660.00	28 942.00	5 916.51	22 027.49	48.56%	25832.424	41.14%	57%	72.2%
	mar-20	50 220.00	13 555.00	36 213.17	6 550.42	29 662.74	59.07%	20557.257	26.99%	41%	65.9%
	abr-20	48 600.00	14 813.00	33 787.00	6 339.12	27 447.88	56.48%	21857.191	30.48%	45%	67.8%
	may-20	50 220.00	17 124.00	32 525.20	6 550.42	25 974.78	51.72%	24245.224	34.10%	48%	70.6%
	jun-20	48 600.00	16 982.00	31 618.00	6 339.12	25 278.88	52.01%	24098.491	34.94%	50%	70.5%
	jul-20	50 220.00	39 177.00	9 737.10	6 550.42	3 186.68	6.35%	47033.324	78.01%	94%	83.3%
	ago-20	50 220.00	20 554.00	28 980.87	6 550.42	22 430.44	44.66%	27789.557	40.93%	55%	74.0%
	sep-20	48 600.00	20 631.00	27 969.00	6 339.12	21 629.88	44.51%	27869.124	42.45%	57%	74.0%
	oct-20	50 220.00	36 482.00	12 521.93	6 550.42	5 971.51	11.89%	44248.491	72.64%	88%	82.4%
	nov-20	48 600.00	32 471.00	16 129.00	6 339.12	9 789.88	20.14%	40103.791	66.81%	83%	81.0%
	dic-20	50 220.00	21 846.00	27 645.80	6 550.42	21 095.38	42.01%	29124.624	43.50%	58%	75.0%
AÑO 2021	ene-21	50 220.00	19 797.00	29 763.10	6 550.42	23 212.68	46.22%	27007.324	39.42%	54%	73.3%
	feb-21	45 360.00	15 269.00	31 108.93	5 916.51	25 192.42	55.54%	22328.391	33.66%	49%	68.4%
	mar-21	50 220.00	16 641.00	33 024.30	6 550.42	26 473.88	52.72%	23746.124	33.14%	47%	70.1%
	abr-21	48 600.00	17 657.00	30 943.00	6 339.12	24 603.88	50.63%	24795.991	36.33%	51%	71.2%
	may-21	50 220.00	15 036.00	34 682.80	6 550.42	28 132.38	56.02%	22087.624	29.94%	44%	68.1%
	jun-21	48 600.00	16 347.00	32 253.00	6 339.12	25 913.88	53.32%	23442.324	33.64%	48%	69.7%
	jul-21	50 220.00	11 972.00	37 848.93	6 550.42	31 298.51	62.32%	18921.491	23.84%	38%	63.3%
	ago-21	50 220.00	15 131.00	34 584.63	6 550.42	28 034.21	55.82%	22185.791	30.13%	44%	68.2%
	sep-21	48 600.00	17 433.00	31 167.00	6 339.12	24 827.88	51.09%	24564.524	35.87%	51%	71.0%
	oct-21	50 220.00	11 531.00	38 304.63	6 550.42	31 754.21	63.23%	18465.791	22.96%	37%	62.4%
	nov-21	48 600.00	12 359.00	36 241.00	6 339.12	29 901.88	61.53%	19321.391	25.43%	40%	64.0%
	dic-21	50 220.00	12 911.00	36 878.63	6 550.42	30 328.21	60.39%	19891.791	25.71%	40%	64.9%
AÑO 2022	ene-22	50 220.00	21 661.00	27 836.97	6 550.42	21 286.54	42.39%	28933.457	43.13%	58%	74.9%
	feb-22	45 360.00	15 335.00	31 047.33	5 916.51	25 130.82	55.40%	22396.591	33.81%	49%	68.5%
	mar-22	50 220.00	19 175.00	30 405.83	6 550.42	23 855.41	47.50%	26364.591	38.18%	52%	72.7%
	abr-22	48 600.00	14 495.00	34 105.00	6 339.12	27 765.88	57.13%	21528.591	29.83%	44%	67.3%
	may-22	50 220.00	19 634.00	29 931.53	6 550.42	23 381.11	46.56%	26838.891	39.10%	53%	73.2%
	jun-22	48 600.00	16 801.00	31 799.00	6 339.12	25 459.88	52.39%	23911.457	34.57%	49%	70.3%
	jul-22	50 220.00	11 699.00	38 131.03	6 550.42	31 580.61	62.88%	18639.391	23.30%	37%	62.8%