



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Comparación entre caudales, población, gastos y costos de diferentes sistemas de agua
potable del Cantón Patate

Trabajo de titulación para optar al título de Ingeniera Civil

AUTOR:

Sebastián Alexander, Chariguaman Rodríguez

TUTOR:

Ing. Arellano Barriga, Alfonso Patricio

Riobamba, Ecuador. 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Chariguaman Rodríguez Sebastian Alexander, con cedula de ciudadanía 180374663-3, autor del trabajo de investigación titulado: COMPARACIÓN ENTRE CAUDALES, POBLACIÓN, GASTOS Y COSTOS DE DIFERENTES SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN PATATE, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

De igual manera, concedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, de manera no exclusiva, los derechos para su utilización, comunicación al público, distribución, difusión y/o reproducción total o parcial, ya sea en formato físico o digital; en esta entrega se considera que el beneficiario no podrá recibir ganancias económicas. Cualquier posible reclamación de terceros sobre los derechos de autor de la obra mencionada, recaerá en mi total responsabilidad; eximiendo a la Universidad Nacional de Chimborazo de cualquier obligación.

En Riobamba, a la fecha 05 de enero de 2026



Chariguaman Rodríguez Sebastian Alexander

C.I: 180374663-3

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Ing. Arellano Barriga, Alfonso Patricio Mgs., catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado. **COMPARACIÓN ENTRE CAUDALES, POBLACIÓN, GASTOS Y COSTOS DE DIFERENTES SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN PATATE** bajo la autoría del Sr. Chariguaman Rodríguez Sebastián Alexander con cedula de ciudadanía 180374663-3, por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para la sustentación

Es todo canto puedo informar en honora la verdad, en Riobamba a los 05 días del mes de enero del 2026



Firmado electrónicamente por:
**ALFONSO PATRICIO
ARELLANO BARRIGA**
Validar únicamente con Písmac

Ing. Arellano Barriga, Alfonso Patricio

C.I: 0601823313

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados miembros de tribunal de grado para la evaluación del trabajo de investigación “COMPARACIÓN ENTRE CAUDALES, POBLACIÓN, GASTOS Y COSTOS DE DIFERENTES SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN PATATE” por Chariguaman Rodríguez Sebastian Alexander, con cedula de identidad numero 180374663-3, bajo la tutoria del Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga Mgs.; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor, no teniendo nada más que observar.

De conformidad con la normativa aplicable firmamos en, Riobamba a la fecha 5 de enero de 2026.

Ing. Jorge Núñez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Ing. Nelson Patiño.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Ing. Luis Pacheco

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma



CERTIFICACIÓN

Que, **CHARIGUAMAN RODRIGUEZ SEBASTIAN ALEXANDER** con CC: **1803746633**, estudiante de la Carrera **INGENIERIA CIVIL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **COMPARACIÓN ENTRE CAUDALES, POBLACIÓN, GASTOS Y COSTOS DE DIFERENTES SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN PATATE**", cumple con el 9 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 17 de diciembre de 2025.



Ing. Alfonso Arellano
TUTOR(A) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Dedico esta investigación con toda mi gratitud y cariño principalmente a mis padres, quienes fueron los pilares fundamentales en el cumplimiento de este objetivo, por su aliento y apoyo incondicional, de la misma forma a mis abuelitos, por inculcarme valores sin los cuales esto no hubiera sido posible; a mis amigos, ya que siempre han estado presentes en los momentos mas difícil; así como también a mi hija Martina y novia Karen, ya que es por ellas que se ha podido completar esta etapa de estudio, al ser mi fortaleza y motivo de seguir adelante; de la misma forma a mis docentes, por guiarme y compartir sus conocimientos.

Sin su apoyo, esta meta no habría sido posible.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quisiera manifestar mi más genuino agradecimiento a mi familia, quienes han sido mi soporte más importante en este recorrido. A mis padres, por su amor sin condiciones, por estar ahí siempre y darme la fuerza necesaria para seguir siempre adelante. A mis amigos, por su presencia, su fe en mí y por motivarme en las complicaciones que se han dado.

De la misma forma, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi tutor, el Ing. Alfonso Arellano, por su guía, su paciencia y los conocimientos impartidos durante este periodo de tiempo. Su respaldo ha sido esencial para llevar a cabo este proyecto y más que todo formar parte de mi desarrollo profesional.

Por último, agradezco a todas las personas que, de una u otra forma, ayudaron a que este proyecto se concretara. A todos ustedes, les envío mi más sincero reconocimiento y agradecimiento

¡Desde el fondo de mi corazón gracias!

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	

CAPITULO I. IINTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Antecedentes	14
1.2. Planteamiento del Problema.....	16
1.3. Justificación	17
1.4. Objetivos	17
1.4.1. General	17
1.4.2. Específicos.....	17
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Estado del arte	18
2.1.1. Desafíos en la Gestión de los Recursos Hídricos	18
2.1.2. Normativas y Obligaciones en la Gestión del Agua.....	18
2.2. Marco teórico	19
2.2.1. Sistemas de abastecimiento	19
2.2.2. Captaciones	19
2.2.3. Tipos de captaciones	19
2.2.4. Coeficiente de determinación	20
2.2.5. Rango de correlación de Evans	21
2.2.6. Rangos demográficos.....	21

2.2.7.	Indicadores de gestión de sistemas de agua potable.....	22
2.2.8.	Metodologías de comparación de sistemas de agua potable	22
CAPITULO III. METODOLOGÍA		23
3.1.	Recolección de datos	24
3.1.1.	Identificación de los sistemas de agua potable.....	24
3.1.2.	Solicitudes de rendiciones de cuentas.....	24
3.1.3.	Revisión de documentos	25
3.1.4.	Organización de la información	25
3.1.5.	Procesamiento de datos.....	25
3.1.6.	Análisis estadístico	25
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		26
4.1.	Información parroquias.....	26
4.2.	Procesamiento de costos y gastos.....	28
4.2.1.	Junta de alcantarillado y agua potable del caserío Poátug	28
4.2.2.	Junta administradora de agua potable regional San Jorge	31
4.2.3.	Junta de alcantarillado y agua potable del Triunfo.....	34
4.2.4.	Junta agua potable de la parroquia el Sucre	37
4.3.	Agrupación demográfica.....	40
4.3.1.	Población Atendida.....	40
4.3.2.	Crecimiento Poblacional (2019-2023).....	41
4.4.	Establecimiento de correlaciones entre variables.....	41
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		49
5.1.	CONCLUSIONES.....	49
5.2.	RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA		51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Rango de correlación evans	21
Tabla 2	Datos de las 4 juntas de Agua potable.....	26
Tabla 3	JAAP Poatug 2022-2024.	28
Tabla 4	Ingresos y egresos San Jorge 2019-2023	31
Tabla 5	Ingresos y egresos El triunfo 2021-2023	34
Tabla 6	Ingresos y egresos El sucre 2019-2022	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Patate con la ubicación de las JAAP estudiadas.....	16
Figura 2 Esquema de la metodología empleada en el estudio.....	23
Figura 3 Ingresos y Egresos de las 4 JAAP	27
Figura 4 Ingresos y egresos JAAP Poatug	29
Figura 5 Ingresos y egresos San Jorge.....	32
Figura 6 Ingresos y egresos El Triunfo.....	35
Figura 7 Ingresos y egresos El Sucre.....	38
Figura 8 Poblados muy pequeños. Habitantes – egresos (2018-2022)	42
Figura 9 Poblados pequeños. Habitantes – egreso (2018-2022)	42
Figura 10 Poblados muy pequeños. Usuarios – Caudal anual	44
Figura 11 Poblados pequeños. Usuarios – Caudal anual	44
Figura 12 Poblado muy pequeño. Costo vs Población	46
Figura 13 Poblado pequeño. Costo vs Población	46
Figura 14 Poblado muy pequeño. Gasto vs población.....	47
Figura 15 Poblado pequeño. Gasto vs población	47

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito comparar los caudales captados y consumidos, así como los costos de operación y mantenimiento de diferentes sistemas de agua potable en el Cantón Patate, Provincia de Tungurahua. Se analizaron cuatro sistemas representativos de cantones, seleccionados por su relevancia geográfica y demográfica.

Por otra parte, la metodología se basó en visitas técnicas de campo, entrevistas con los responsables de los sistemas y la revisión de información técnica y financiera. Además, los datos fueron organizados y evaluados considerando criterios como la población atendida por cada sistema.

De igual forma, el análisis permitió demostrar diferencias relevantes en el funcionamiento y la estabilidad de los sistemas estudiados. Además, aquellos con una planificación adecuada mostraron un equilibrio más eficiente entre los caudales captados y el consumo, así como de menores costos de operación y mantenimiento. En contraste, se identificaron sistemas con gastos superiores a lo previsto, asociados principalmente a deficiencias en la infraestructura y a una baja cobertura poblacional.

Palabras clave: Agua potable, caudal, costos operativos, eficiencia, sistemas de agua.

Abstract

The purpose of this research is to compare the volumes of water collected and consumed, as well as the operating and maintenance costs of different drinking water systems in the Patate Canton, Tungurahua Province. Four representative systems from different cantons were analyzed, selected for their geographical and demographic relevance. The methodology was based on technical field visits, interviews with those responsible for the systems, and a review of technical and financial information. In addition, the data were organized and evaluated considering criteria such as the population served by each system. Similarly, the analysis revealed significant differences in the operation and stability of the systems studied. In addition, those with adequate planning showed a more efficient balance between water collection and consumption, as well as lower operating and maintenance costs. In contrast, some systems were found to have higher-than-expected expenses, mainly associated with infrastructure deficiencies and low population coverage.

Keywords: Drinking water, flow, operating costs, efficiency, water systems.



Reviewed by:

Mgs. Hugo Solis V.

ENGLISH PROFESSOR

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Los cambios socioeconómicos recientes han influido en la dinámica poblacional y en los hábitos de consumo de agua potable, creando en algunos casos una disminución del consumo. Estos niveles varían dependiendo de las características propias de cada población y forman un criterio para concretar las dotaciones mínimas en el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable (Bayas et al., 2020)

En los últimos años, en el Ecuador se ha demostrado que las actividades humanas están generando un impacto significativo sobre el medio ambiente. La deforestación ha incitado la pérdida de numerosas especies de flora y fauna, también ha rebajado la capacidad del planeta para mantener el equilibrio atmosférico. Esto se ha visto reflejado en el cantón Patate, con la explosión demográfica y el avance de la frontera agrícola, la demanda por el agua ha alcanzado nuevas alturas (Tiburcio & Perevochtchikova, 2024).

El recurso natural más valioso, está en peligro. A nivel provincial, durante la última década se ha evidenciado una creciente crisis relacionada con la escasez de agua destinada al uso alimentario (Rojano, 2020).

El problema radica en que los sistemas de agua potable del cantón están cumpliendo o cumplieron en su totalidad sus tiempos estimados de vida útil. Por ende, están empezando una etapa de obsolescencia y caducidad debido al deterioro de los materiales que conforman dichos sistemas. Esto se debe a que son materiales antiguos, los cuales no cumplen hoy en día con las características necesarias para la conducción del líquido vital. Además de que estos aumentan el índice de contaminación en el agua que trasladan (Clavijo, 2024; Izurieta, 2020).

El mantenimiento de los sistemas de agua potable es esencial para asegurar un servicio eficiente y sostenible. No obstante, en el cantón Patate estas labores presentan dificultades. Además, las tarifas de agua potable no siempre reflejan los costos reales de operación y mantenimiento de los sistemas de distribución. Esta discrepancia puede limitar los recursos financieros disponibles para realizar mejoras necesarias, afectando negativamente la sostenibilidad y eficiencia del servicio a largo plazo (Ramírez , 2023)

Las tarifas de agua potable suelen establecerse en función de rangos de consumo, especificando los límites y los valores correspondientes a cada categoría. Estos rangos se

diseñan considerando los patrones históricos de consumo, promoviendo un uso moderado del recurso al mantener una relación proporcional entre la cantidad consumida y el costo de la tarifa (Ramírez , 2023). Además, la estructuración tarifaria no incluye variables como los niveles socioeconómicos de la población, los cuales influyen en los ingresos familiares, el tamaño promedio de los hogares y los hábitos de consumo, reflejados en las diferentes cantidades de agua utilizadas mensualmente (Bayas et al., 2020).

Por otro lado, la evaluación de la eficiencia en la operación y mantenimiento de un sistema de agua potable se basa en el análisis de indicadores que permiten determinar el uso adecuado de los recursos disponibles para la prestación del servicio. Para ello, se consideran variables como los costos y gastos operativos, el caudal de agua distribuido y el número de usuarios atendidos (López, 2024).

A partir de esta información, se obtienen indicadores clave como el costo por metro cúbico de agua distribuida, el costo promedio por usuario beneficiado y el consumo de agua por usuario, lo que facilita la identificación de patrones de uso y la detección de posibles ineficiencias o pérdidas dentro del sistema (Izurietta, 2020).

El cantón Patate cuenta con cuatro Juntas de Agua Potable (JAP) principales Poátug, Regional San Jorge, El Triunfo y El Sucre. Estas se ubican en zonas tanto urbanas como rurales, lo que refleja una diversidad de condiciones socioeconómicas y necesidades de los usuarios. La junta del JAAP Poátug está ubicada en el centro del cantón y se encarga de abastecer a la población local (283 usuarios). Dado el atractivo natural de la zona, su área es principalmente un centro de actividades económicas relacionadas con el comercio, los servicios y el turismo. La JAP tiene la tarea de garantizar el suministro continuo a la creciente población, así como mantener la infraestructura, que en algunas áreas muestra signos de deterioro debido a su antigüedad.

La JAP Regional San Jorge se manobra en un entorno semiurbano y atiende a una población con actividades agrícolas de pequeña escala y comercio local. Su principal función es avalar el abastecimiento de agua, especialmente durante los períodos de sequía (Rosero Cajas, 2020).

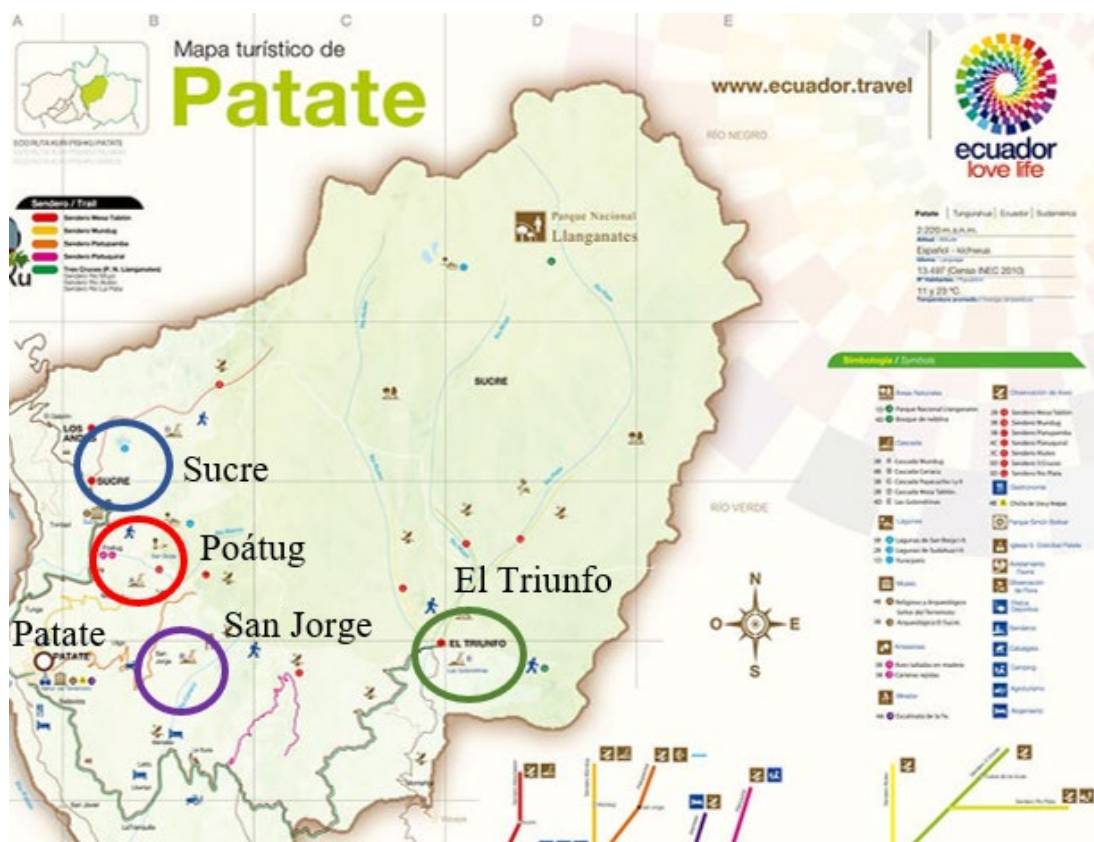
Por su parte, la JAAP El Triunfo atiende a cerca de 789 usuarios. La alta dependencia del agua tanto para el consumo humano como para el riego crea una presión constante, a lo que

se suma la pérdida de agua ocasionada por fugas en la red de tuberías, afectando la eficiencia operativa y la disponibilidad del recurso (Rosero , 2023).

Por último, la JAP El Sucre brinda servicio en áreas rurales a poblaciones agrícolas y ganaderas que dependen en gran medida del abastecimiento de agua, atendiendo a alrededor de 1 465 usuarios. Aquí, una de las principales limitaciones es la reducida capacidad de tratamiento (Rosero , 2023).

Figura 1

Mapa de Patate con la ubicación de las JAAP estudiadas



1.2. Planteamiento del Problema

El acceso al agua potable es indispensable para la vida y el desarrollo humano, mismo que enfrenta desafíos en diferentes comunidades debido a la ineficiencia operativa, las desigualdades en la distribución y los costos de mantenimiento de sistemas obsoletos. En el Cantón Patate, Ecuador, esta situación no es ajena ya que el análisis de precios, población atendida y niveles de consumo en los diferentes sistemas revela que no existe una distribución adecuada, lo que genera una brecha preocupante en las necesidades de la comunidad.

Además, a pesar de que el si se cuenta con los sistemas de agua los problemas en la gestión y el acceso al agua siguen siendo un problema de alto nivel. Por esta razón, es necesario tener un análisis de las características económicas y operativas que se maneja dentro del cantón Patate.

1.3. Justificación

La crisis del agua es un problema global que se manifiesta a nivel local, nacional y mundial. A medida que la población aumenta, la disponibilidad de agua disminuye progresivamente. En este escenario, no puede descartarse la posibilidad de que algunas ciudades y sectores agrícolas presenten escasez de este recurso que es necesario para las personas y para la agricultura (Rosero , 2023).

Se utilizarán las 4 variables de los diferentes sistemas de agua potable del Cantón Patate para identificar patrones que permitan evaluar la eficiencia financiera e hidráulica de cada uno de ellos. Partiendo principalmente de la operación y mantenimiento de cada sistema de agua potable, lo que facilitará la identificación de posibles alternativas que contribuyan al mejoramiento de su gestión y funcionamiento (Izurieta, 2020).

1.4. Objetivos

1.4.1. General

- Realizar una comparación de caudales, población, gastos y costos en la operación y mantenimiento de diferentes sistemas de agua potable del Cantón Patate.

1.4.2. Específicos

- Recolectar información de los caudales captados y consumidos, así como los costos y gastos de operación y mantenimiento de 4 sistemas de agua potable del Cantón Patate.
- Analizar y organizar los datos obtenidos según criterios demográficos e hidráulicos.
- Definir las correlaciones entre las variables de estudio mediante gráficos y análisis estadístico.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del arte

Este proyecto se concentra en el análisis del consumo de agua potable, el mantenimiento y la distribución de los sistemas de abastecimiento de agua, así como de la infraestructura y la gestión de los recursos hídricos, factores esenciales para el progreso de análisis estadísticos. El acceso sostenible al agua potable sigue siendo un desafío global, especialmente en las comunidades rurales. Esto hace que comprender los patrones de consumo sea crucial para proponer estrategias adecuadas de abastecimiento y conservación (Nieto, 2021).

El no tener la misma igualdad en las infraestructuras es lo que provoca que se aumente la presión en lo que tiene que ver con los recursos hídricos y dificultad en la administración en especial cuando existe cambios climáticos como es el caso del cantón Patate (Bayas et al., 2020).

2.1.1. Desafíos en la Gestión de los Recursos Hídricos

En el cantón Patate se realizan mantenimientos cada cierto tiempo para evitar daños. Además, el suministro de agua viene de diversas fuentes atendiendo tanto a sectores urbanos como rurales en las parroquias el Triunfo, Los Andes y Sucre (Patate, 2021).

Esto permite que se generen más oportunidades para que la eficiencia y el mantenimiento del mismo, ayudando a el costo por metro cubico, por usuario y por consumo de agua.

2.1.2. Normativas y Obligaciones en la Gestión del Agua

La literatura revisada abarca normas de diseño para sistemas de abastecimiento como la Norma CPE INEN 005-9-1, así como estudios relacionados con el impacto del crecimiento poblacional y la degradación ambiental en la sostenibilidad de estos sistemas. Además, se incluye investigaciones que analizan cómo la obsolescencia de la infraestructura afecta la eficiencia y calidad del suministro de agua, junto con trabajos que examinan el impacto de la deforestación y el cambio climático en la disponibilidad de recursos hídricos (Martinez y otros, 2020).

Dicha investigación se centra en la sostenibilidad, eficiencia en los sistemas de suministro del líquido vital y la influencia de los indicadores financieros e hidráulicos para valorar las condiciones de la infraestructura y la calidad del servicio ofrecido. Igualmente se introducen

nociones de gestión de recursos hídricos y políticas públicas que fomenten la conservación y el manejo eficaz del agua, principalmente en entornos rurales, del cantón Patate.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Sistemas de abastecimiento

Un sistema de abastecimiento de agua potable reside en un conjunto de infraestructura que incluye la captación, el tratamiento, el almacenamiento y la distribución de agua a los hogares a través de una red de servicios (Sanitario, 2023). Este sistema se basa en fuentes de agua superficial y subterránea determinadas por el ciclo hidrológico. Además, las fuentes superficiales incluyen fuentes de agua visibles y las subterráneas están vinculadas a recursos invisibles, como los acuíferos. En ambos casos, estas fuentes deben tener la capacidad suficiente para garantizar un suministro continuo de agua a la comunidad (Huisman et al., 2020).

2.2.2. Captaciones

Se trata de la recolección de agua utilizando una fuente de abastecimiento misma que debe acceder la conducción hacia el sistema para potabilizar, el tiempo de las obras de captación deben ser diseñadas para poblaciones de 15 años y para poblaciones grandes de 30 años (EMAAP-Q, 2020).

2.2.3. Tipos de captaciones

El tipo de captación de agua depende de la calidad y disponibilidad de la fuente. En función de esto, la captación se divide en captación superficial y captación de aguas subterráneas. (Hernández, 2020).

Captaciones superficiales

Estas son realizadas mediante el agua que proviene de ríos, arroyos o de la lluvia y esta es utilizada en lugares rurales ya que permiten llegar más rápido y tiene un costo que no es demasiado elevado (Valdez, 2023).

- Captación pluvial: Adapta una estructura en el suelo de las casas que tenga la función de recolectar, filtrar y almacenar el agua lluvia para su posterior consumo (Valdez, 2023).

- Captación en canales: se desarrollan con organizaciones que se adaptan mediante el aforo de caudales, coeficiente de escorrentías de forma que abastezca a la comunidad sin problemas (Hernández, 2020).

Captaciones subterráneas

Su principal ventaja radica en sus excelentes propiedades fisicoquímicas, resultado de la filtración natural a través del suelo y las rocas (Rosero , 2023).

- Pozos perforados o profundos: Estas estructuras permiten extraer agua de acuíferos confinados o no confinados mediante perforación mecánica e instalación de tuberías y bombas. Son comunes en comunidades que requieren un flujo constante durante todo el año (López, 2024).
- Pozos excavados o de contracción: Estos pozos se construyen manual o mecánicamente hasta que el nivel freático alcanza un nivel elevado. Si bien su caudal es bajo, siguen siendo una solución viable para poblaciones pequeñas.
- Galerías de infiltración o drenajes horizontales: Se trata de túneles o sistemas de drenaje que interceptan el agua subterránea cerca de las riberas de los ríos o las laderas. Su diseño permite la extracción de agua con muy baja turbidez sin necesidad de una infraestructura superficial compleja (López, 2024).

2.2.4. Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación conocido como R^2 , muestra si un modelo se ajusta a la variable que pretende explicar, su valor oscila entre 0 y 1, donde un valor cercano a 1 indica que el modelo explica una gran parte de la variabilidad de los datos, mientras que un valor cercano a 0 sugiere lo contrario. Este coeficiente es fundamental para evaluar la calidad del ajuste de un modelo en estudios comparativos, como el análisis de sistemas de agua potable (López, 2024)

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2}$$

2.2.5. Rango de correlación de Evans

El rango de correlación de Evans es una herramienta utilizada para interpretar la fuerza de la relación entre dos variables. Esta clasificación simplifica el análisis al categorizar la correlación en rangos específicos, lo que permite una interpretación más clara de los resultados. A continuación, se presenta la tabla de rangos de correlación propuesta por Evans (Ferrero, 2020):

Tabla 1
Rango de correlación Evans

Rango	Relación
0.00	No existe correlación
0.00 a 0.10	Correlación débil
0.10 a 0.50	Correlación media
0.50 a 0.75	Correlación considerable
0.75 a 0.90	Correlación muy fuerte
0.90 a 1.00	Correlación perfecta

Esta clasificación será útil para analizar la relación entre variables como caudales, población, gastos y costos en los sistemas de agua potable del Cantón Patate.

2.2.6. Rangos demográficos

Los rangos demográficos son categorías que permiten clasificar a la población según su tamaño, lo que facilita el análisis de necesidades y tendencias en diferentes contextos, como salud, educación y servicios básicos. En el estudio de Arellano et al., (2024), se utilizaron los siguientes rangos para clasificar poblados:

- **Poblaciones demasiado pequeñas:** menos de 500 habitantes.
- **Poblaciones pequeñas:** entre 500 y 8,000 habitantes.

- **Poblaciones medianas:** entre 8,000 y 30,000 habitantes.
- **Poblaciones grandes:** más de 30,000 habitantes.

Estos rangos son relevantes para el estudio de sistemas de agua potable, ya que permiten identificar las demandas y costos asociados a diferentes tamaños de población.

2.2.7. Indicadores de gestión de sistemas de agua potable

Los indicadores de gestión son herramientas esenciales para evaluar la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de agua potable (Mendoza et al., 2024). Entre los indicadores más utilizados se encuentran:

- **Caudal:** Volumen de agua suministrado por unidad de tiempo (m^3/s).
- **Población servida:** Número de habitantes.
- **Gastos operativos:** Costos asociados.
- **Costos de inversión:** Gastos relacionados con la infraestructura y expansión del sistema.

Estos indicadores permiten comparar la eficiencia de diferentes sistemas de agua potable y son fundamentales para la toma de decisiones en la gestión de recursos hídricos (Tiburcio & Perevochtchikova, 2024).

2.2.8. Metodologías de comparación de sistemas de agua potable

Para comparar sistemas de agua potable, se utilizan metodologías que incluyen el análisis de indicadores técnicos, económicos y sociales. Entre las metodologías más comunes se encuentran:

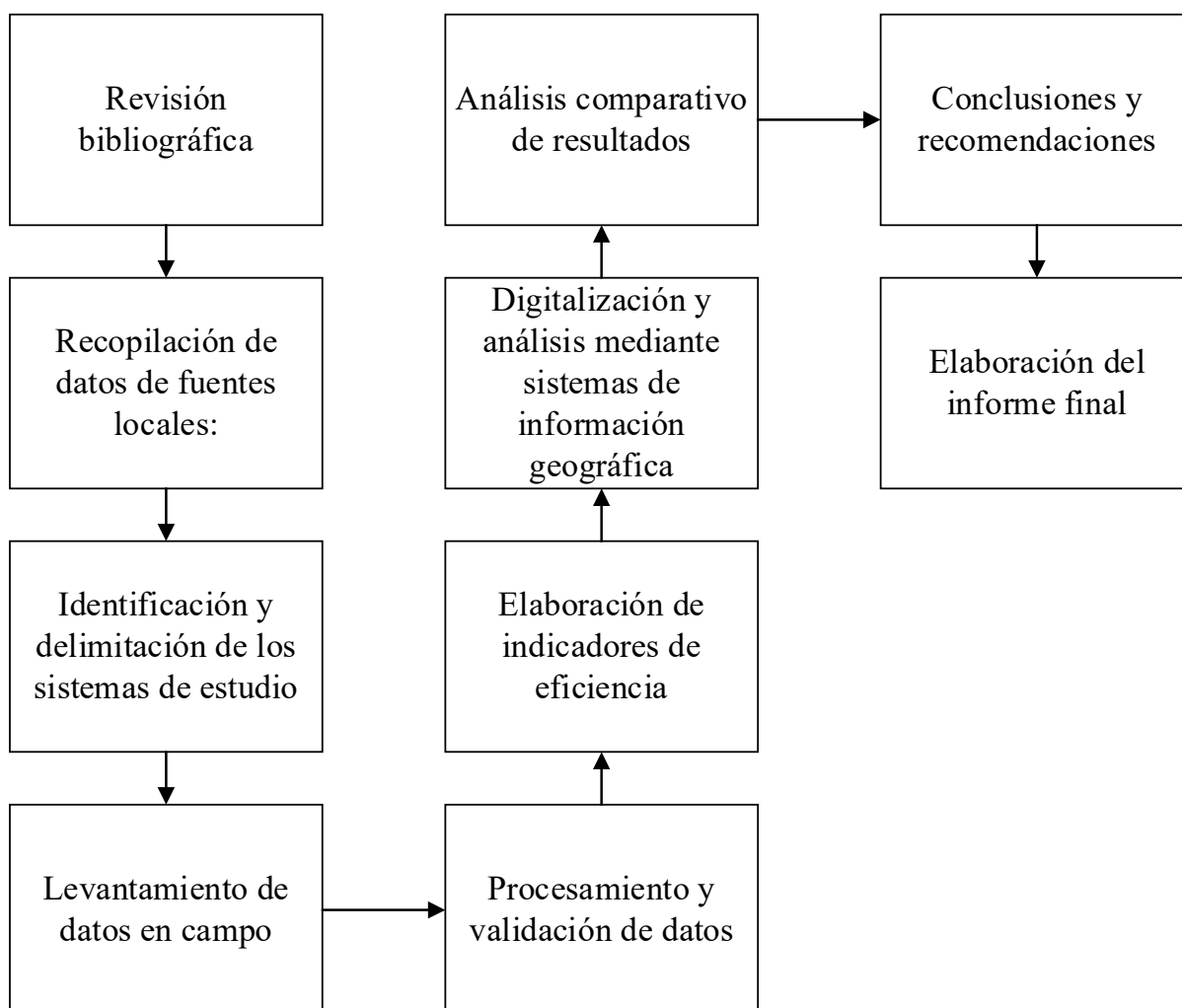
- **Análisis de costos-beneficios:** Evalúa la relación entre los costos de implementación y los beneficios obtenidos.
- **Análisis de eficiencia:** en esta se relaciona los recursos y resultados.
- **Evaluación multicriterio:** Considera múltiples factores, como sostenibilidad, impacto ambiental y aceptación social, para tomar decisiones integrales (Alcocer et al., 2020)

Estas metodologías serán aplicadas en el estudio para comparar los sistemas de agua potable del Cantón Patate.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

Figura 2

Esquema de la metodología empleada en el estudio



El proceso se inició con una revisión bibliográfica exhaustiva que proporcionó el marco teórico para el estudio. Se consultaron artículos científicos, normativas nacionales relacionadas con la gestión del agua potable, las directrices del MIDUVI, estadísticas de SENAGUA y estudios previos sobre sistemas similares. Esta etapa permitió identificar los indicadores clave utilizados para evaluar la eficiencia técnica y financiera de los sistemas de abastecimiento de agua.

La información utilizada en el estudio se obtuvo de fuentes institucionales locales, y de las agencias responsables de la gestión del agua. Con base en esta información, se identificaron cuatro sistemas de agua potable para el estudio. Posteriormente, se efectuó trabajo de campo para perfeccionar y validar los datos documentales, verificando el estado de la red, las

condiciones operativas, la disponibilidad de caudal, los horarios de suministro y la presión en puntos clave.

Toda la información obtenida se procesó y depuró para garantizar su fiabilidad. Se identificaron inconsistencias, excepciones y registros incompletos mediante la aplicación de criterios de validación estadística. Los valores resultantes se organizaron en métricas comparables, teniendo en cuenta las variables definidas: caudal disponible, número de usuarios, gastos operativos y costos de mantenimiento.

Con base en los datos validados, se obtuvo indicadores de eficiencia lo que permitió una evaluación integral del desempeño de cada sistema. Además, los datos coleccionados en campo se integraron en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Esto facilitó el análisis de la relación entre el desarrollo del área y la operación del sistema de agua potable.

Además, se realizó un análisis comparativo de los cuatro sistemas mediante herramientas estadísticas y representaciones gráficas, identificando tendencias y relaciones entre variables como el caudal disponible, los costos operativos y el número de usuarios. Los resultados admitieron evaluar el estado actual de la eficiencia y sostenibilidad del sistema, así como el impacto del crecimiento poblacional, la expansión agrícola y el envejecimiento de la infraestructura.

Por último, se detallaron informes de las técnicas, descubrimientos y mejoras para la administración, el mantenimiento y para poder mantenerlas a plazo largo. Este permite generar la toma de decisiones que vienen de las autoridades y personas del Cantón.

3.1.Recolección de datos

La información para esta investigación se obtiene mediante los siguientes pasos:

3.1.1. Identificación de los sistemas de agua potable

Se seleccionaron cuatro sistemas de agua potable del Cantón Patate, recopilando información sobre su ubicación, cobertura poblacional, infraestructura y características operativas.

3.1.2. Solicitudes de rendiciones de cuentas

Se expresaron solicitudes a las entidades responsables de la gestión de los sistemas de agua potable para obtener información detallada sobre caudales, población atendida, gastos operativos y costos de mantenimiento.

3.1.3. Revisión de documentos

Los documentos son analizados para poder detallar información necesaria tal como:

- Caudales atraídos y debilitados.
- Número de personas que reciben agua.
- Gastos obrantes desglosados.
- Costos asociados a la provisión del servicio.
- Si la información no tenía lo necesario se optó por realizar entrevistas a las personas encargadas de cada junta.

3.1.4. Organización de la información

Los datos se detallaron en tablas, colocandolas según las variables de estudio:

- Caudales
- Población atendida.
- Gastos operativos.
- Costos de mantenimiento.

3.1.5. Procesamiento de datos

Los datos del sistema fueron procesados mediante Microsoft Excel, en donde fueron comparados con los registros financieros y operativos proporcionados para verificar su consistencia y compatibilidad.

3.1.6. Análisis estadístico

Se utilizó un análisis estadístico para identificar las relaciones entre las variables. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de determinación (R^2). La solidez de la correlación se evaluó mediante tablas de rangos de Evans. Además, se emplearon técnicas de análisis comparativo para determinar la eficiencia financiera e hidráulica del sistema de agua potable.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente apartado se muestra en primer lugar los ingresos y egresos de las juntas de agua potable objeto de estudio. Esta información se destaca en la tabla 2 mostrada a continuación:

4.1. Información parroquias

Tabla 2

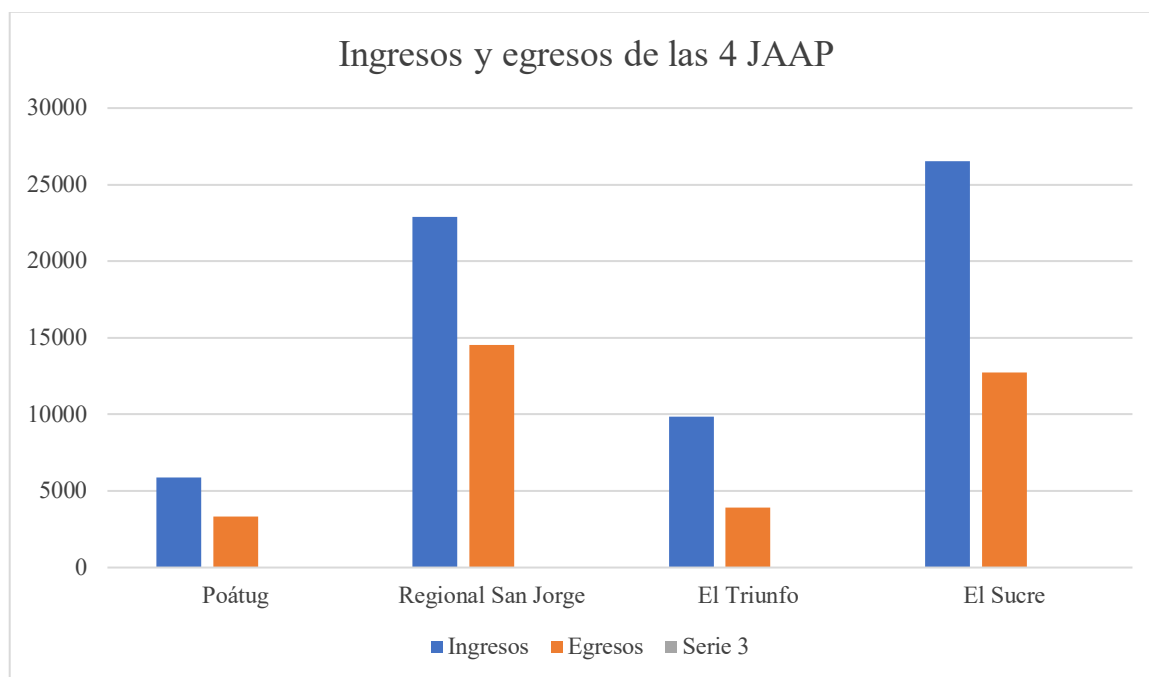
Datos de las 4 juntas de Agua potable

Junta Administrativa	Población (habitantes)	Número de Medidores	Usuarios	Tarifa (USD/m³)	Egresos Anuales Promedio (USD)
Poátug	1132	360	283	2.5 (10m ³)	3346.12 (2022-2024)
Regional San Jorge	2000	525	500	2.5 (12m ³)	14527.99 (2019-2023)
El Triunfo	3192	840	798	3.15 (ilimitado)	3897.1 (2021-2023)
El Sucre	5860	1860	1465	2.0 (ilimitado)	12736.3 (2018-2022)

Fuente: Chariguaman S. (2024)

Figura 3

Ingresos y Egresos de las 4 JAAP



El análisis de los datos en la tabla 2 muestra la cobertura del servicio de agua potable misma que revela disparidades significativas entre las juntas administrativas. Aunque Poátug y El Sucre presentan porcentajes similares en cuanto a la proporción de medidores respecto a la población, su situación no es equivalente. Mientras Poátug refleja una cobertura baja, El Sucre mantiene una proporción comparable, pero con una cantidad absoluta de medidores y usuarios mucho mayor, lo que sugiere una estructura de gestión más robusta o una urbanización más concentrada.

Por su parte, Regional San Jorge y El Triunfo muestran coberturas incluso menores, lo que podría evidenciar limitaciones en la expansión de la red o rezagos en la formalización del servicio. El hecho de que estos dos sectores compartan características similares en cobertura indica un posible patrón regional de acceso restringido al servicio medido.

La relación entre el número de usuarios registrados y los medidores instalados también puede obtenerse. Además, en zonas como Poatug y El Sucre la mayoría de los usuarios están asignados a un solo medidor, lo que crea una variación mayor, aunque podría relacionarse a prácticas comunitarias de compartición o incluso a procesos incompletos de regularización en algunas zonas.

Las altas tarifas de El Triunfo, sin límites de consumo, reconocen principalmente a la necesidad de envolver los costos operativos ante la ausencia de subsidios. En contraste, El Sucre emplea un sistema diseñado para facilitar el acceso asequible a los servicios. Por su parte, Poatug y San Jorge aplican estructuras tarifarias similares. Estas discrepancias reflejan diferencias en la gestión operativa y en las decisiones estratégicas basadas en realidades técnicas y económicas.

4.2. Procesamiento de costos y gastos

4.2.1. Junta de alcantarillado y agua potable del caserío Poátug

Tabla 3

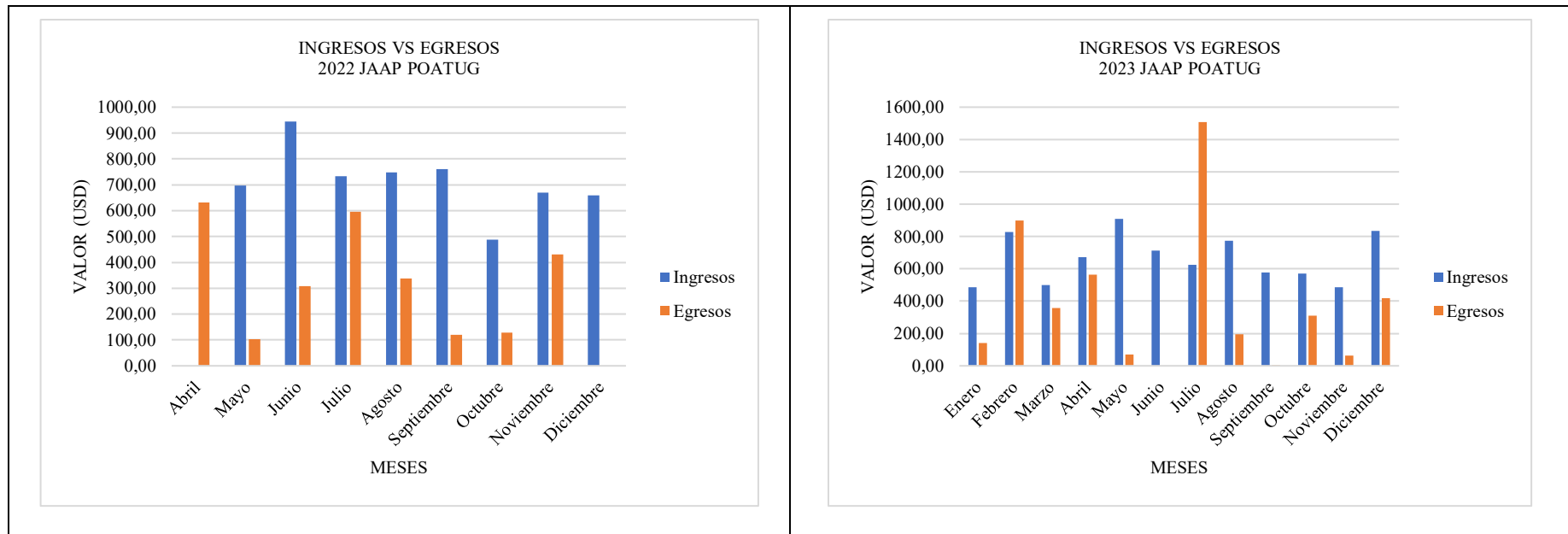
JAAP Poátug 2022-2024.

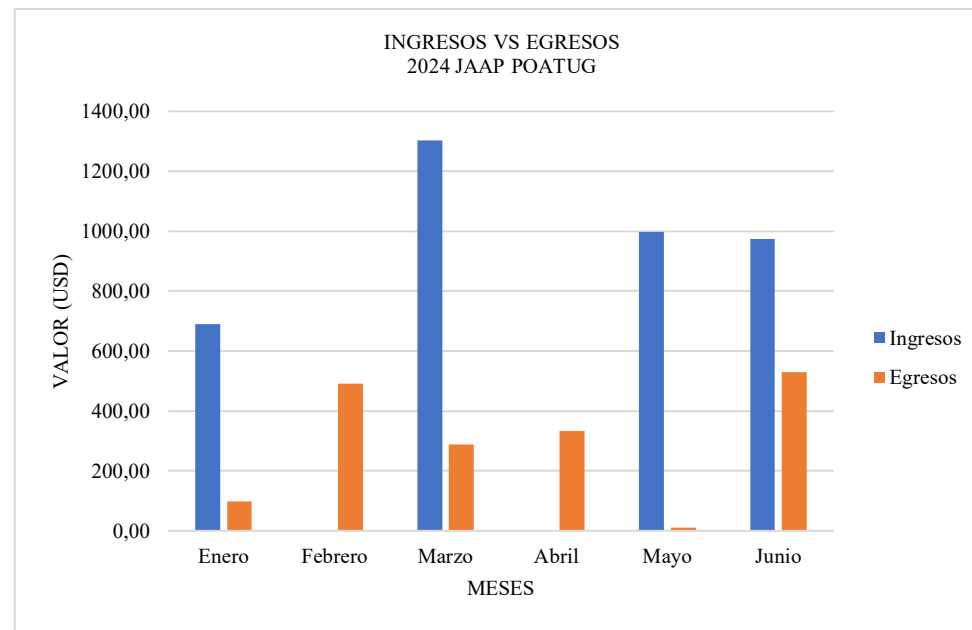
Mes	Ingreso 2022	Egreso 2022	Ingreso 2023	Egreso 2023	Ingreso 2024	Egreso 2024
Enero	–	–	486.52	142.20	689.96	97.20
Febrero	–	–	827.12	900.00	0.00	491.99
Marzo	–	–	498.60	357.89	1302.71	288.00
Abril	0.00	631.35	670.96	564.60	0.00	333.50
Mayo	696.14	103.72	908.05	70.00	996.84	10.00
Junio	945.30	308.79	713.47	0.00	975.00	529.05
Julio	732.89	595.53	624.71	1506.50	0.00	0.00
Agosto	748.64	338.24	774.74	194.05	0.00	0.00
Septiembre	760.99	119.70	578.26	0.77	0.00	0.00
Octubre	488.37	127.28	571.34	310.80	0.00	0.00
Noviembre	670.16	429.88	487.06	63.60	0.00	0.00
Diciembre	659.06	1103.71	834.19	420.00	0.00	0.00
TOTAL	5701.55	3758.20	7975.02	4530.41	3964.51	1749.74
TOTAL NETO	1943.35		3444.61		2214.77	

Fuente: Chariguaman S. (2024)

Figura 4

Ingresos y egresos JAAP Poátug





El análisis de ingresos y egresos en Poátug durante el periodo 2022–2024 muestra una tendencia sostenida de superávit anual, con totales netos positivos en cada año. Este comportamiento puede ser interpretado inicialmente como un signo de buena gestión financiera. Sin embargo, es necesario cuestionar si estos superávits están relacionados con tarifas elevadas, que podrían estar generando ingresos por encima de los costos reales de operación.

En 2023, se registraron superávits financieros en casi todos los meses, excepto febrero. Esta situación requiere evaluar si las tarifas aplicadas en Poatug se conciertan a una estructura de costos justa. Esta revisión es especialmente significativa porque no se reportaron ingresos en meses como julio y diciembre de 2024, lo que podría estar relacionado con deficiencias en el proceso de recaudación.

4.2.2. Junta administradora de agua potable regional San Jorge

Tabla 4

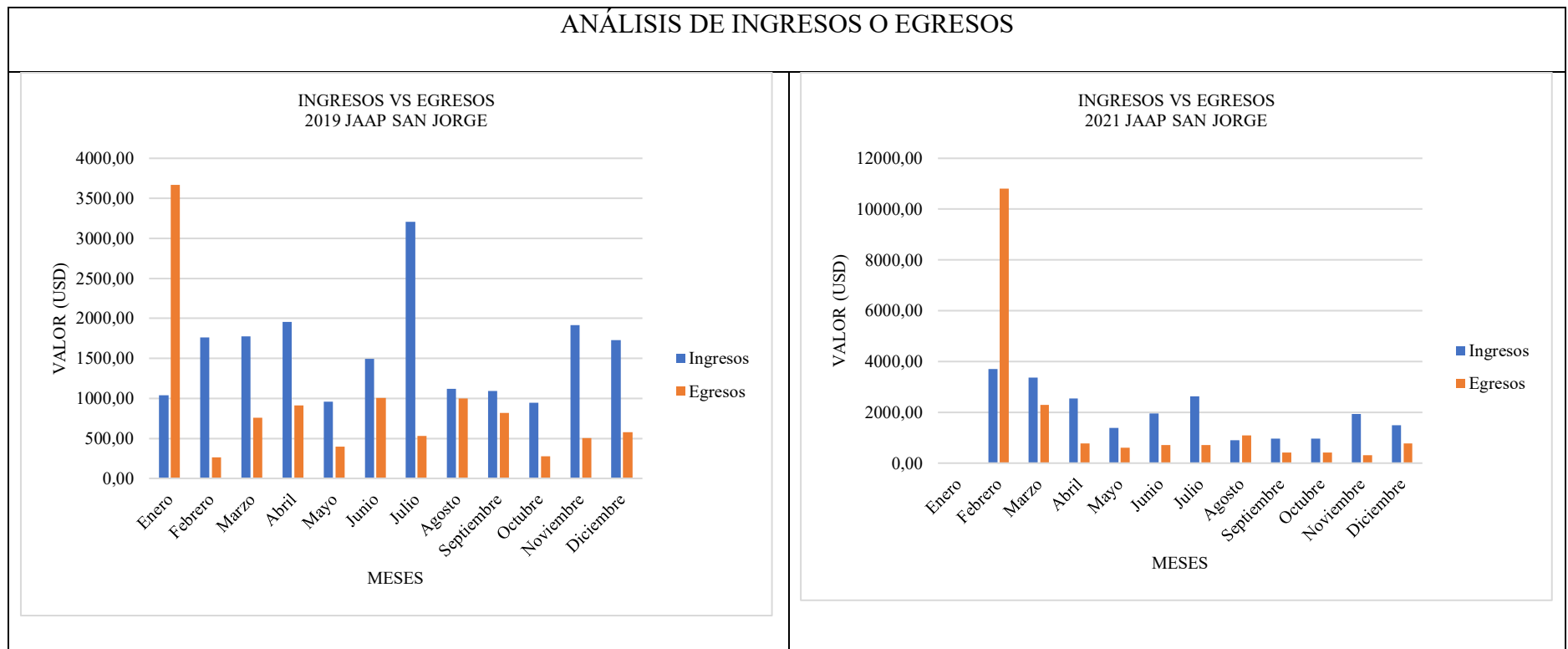
Ingresos y egresos San Jorge 2019-2023

Mes	Ingreso 2019	Egreso 2019	Ingreso 2021	Egreso 2021	Ingreso 2022	Egreso 2022	Ingreso 2023	Egreso 2023
Enero	1039.70	3666.46	0.00	0.00	1601.83	972.18	1039.70	3666.46
Febrero	1764.17	260.13	3708.22	10797.2	1745.22	816.09	1764.17	260.13
				1				
Marzo	1774.83	758.59	3371.06	2286.55	1462.78	759.35	1774.83	758.59
Abril	1957.00	911.77	2548.02	783.05	1486.75	750.02	1957.00	911.77
Mayo	956.24	397.67	1394.59	607.49	2244.07	388.95	956.24	397.67
Junio	1496.78	1002.54	1953.31	712.16	1237.24	514.10	1496.78	1002.54
Julio	3208.24	533.08	2634.54	705.50	0.00	0.00	3208.24	533.08
Agosto	1118.11	1000.15	907.20	1081.42	0.00	0.00	1118.11	1000.15
Septiembr e	1092.60	815.14	958.87	422.60	0.00	0.00	1092.60	815.14
Octubre	948.80	273.49	964.16	408.46	0.00	0.00	948.80	273.49
Noviembre	1915.58	504.00	1926.30	321.12	0.00	0.00	1915.58	504.00
Diciembre	1725.44	579.58	1490.74	783.76	0.00	0.00	1725.44	579.58
TOTAL	18997.4	10702.6	21857.0	18909.3	34107.5	10438.2	18997.4	10702.6
	9	0	1	2	6	4	9	0
TOTAL	8294.89		2947.69		23669.3		8294.89	
NETO					2			

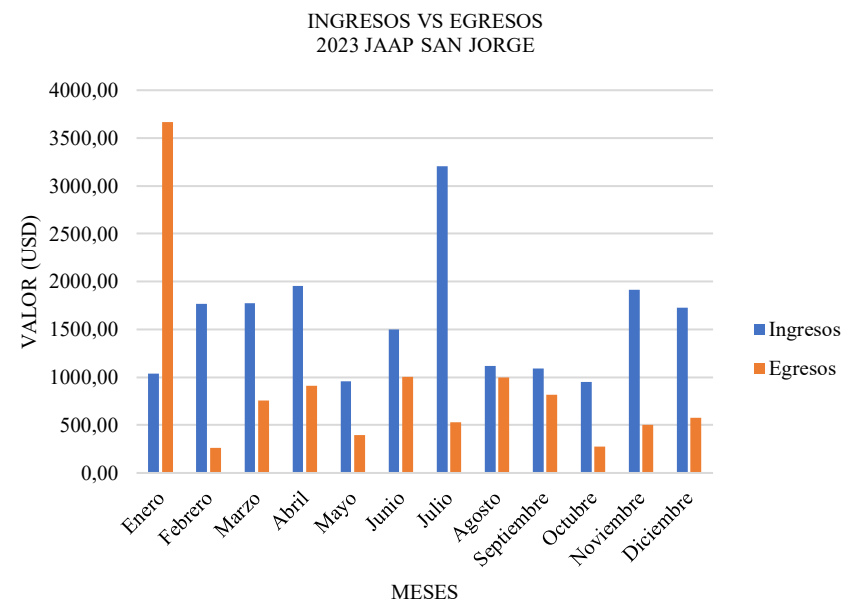
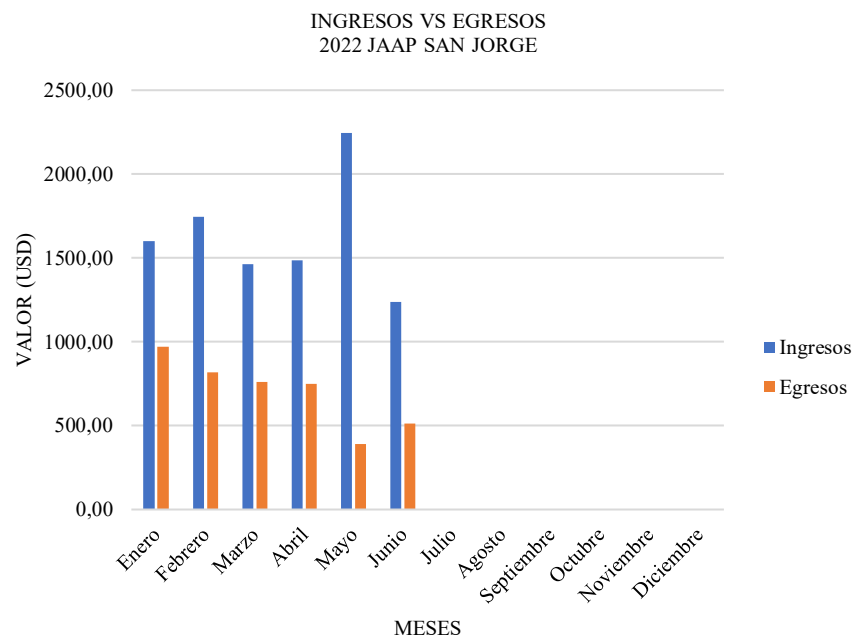
Fuente: Chariguaman S. (2024)

Figura 5

Ingresos y egresos San Jorge



ANÁLISIS DE INGRESOS O EGRESOS



La JAAP San Jorge presenta una situación financiera compleja. Si bien en años como 2019 y 2023 se reportan superávits en 2021 el margen neto fue más bajo, a pesar de ingresos totales superiores. El año 2022 destaca por un superávit considerable, lo cual es atípico y sugiere una revisión crítica de las tarifas aplicadas.

4.2.3. Junta de alcantarillado y agua potable del Triunfo

Tabla 5

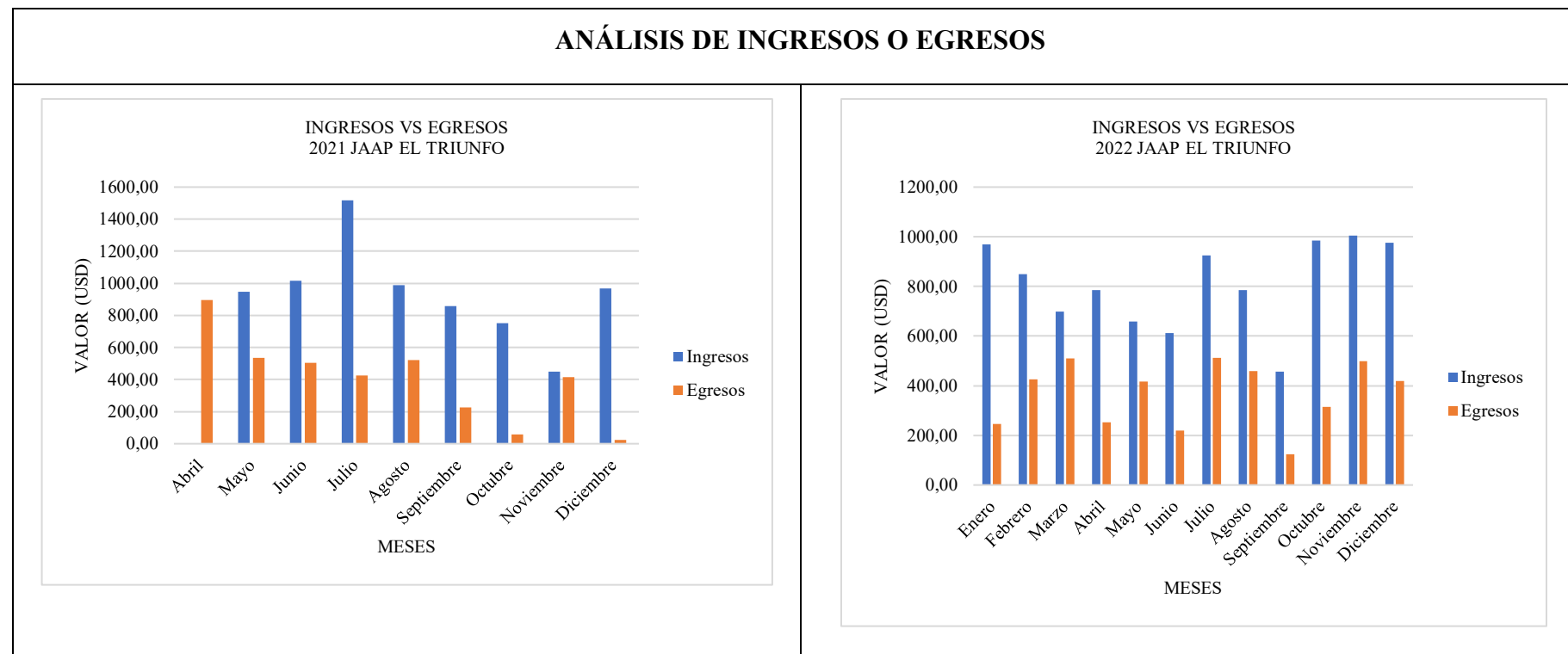
Ingresos y egresos El triunfo 2021-2023

Mes	Ingreso 2021	Egreso 2021	Ingreso 2022	Egreso 2022	Ingreso 2023	Egreso 2023
Enero	–	–	969.30	245.63	1,200.36	125.46
Febrero	–	–	850.15	425.12	1,145.36	256.36
Marzo	–	–	698.60	510.30	1,258.40	546.25
Abril	0.00	894.60	785.00	253.12	998.75	416.23
Mayo	945.75	534.00	659.30	416.35	915.36	312.52
Junio	1,015.25	504.15	612.00	218.90	936.58	125.00
Julio	1,516.00	425.00	925.00	512.36	995.64	149.68
Agosto	989.35	521.10	785.30	459.00	867.12	418.67
Septiembre	856.50	225.60	456.95	124.56	1,009.45	601.23
Octubre	750.00	58.90	985.17	315.20	925.16	145.36
Noviembre	450.65	415.00	1,005.60	498.70	1,001.45	126.40
Diciembre	967.00	25.00	975.00	419.00	1,145.12	466.55
TOTAL	7,490.50	3,603.35	9,707.37	4,398.24	12,398.75	3,689.71
TOTAL	3,887.15		5,309.13		8,709.04	
NETO						

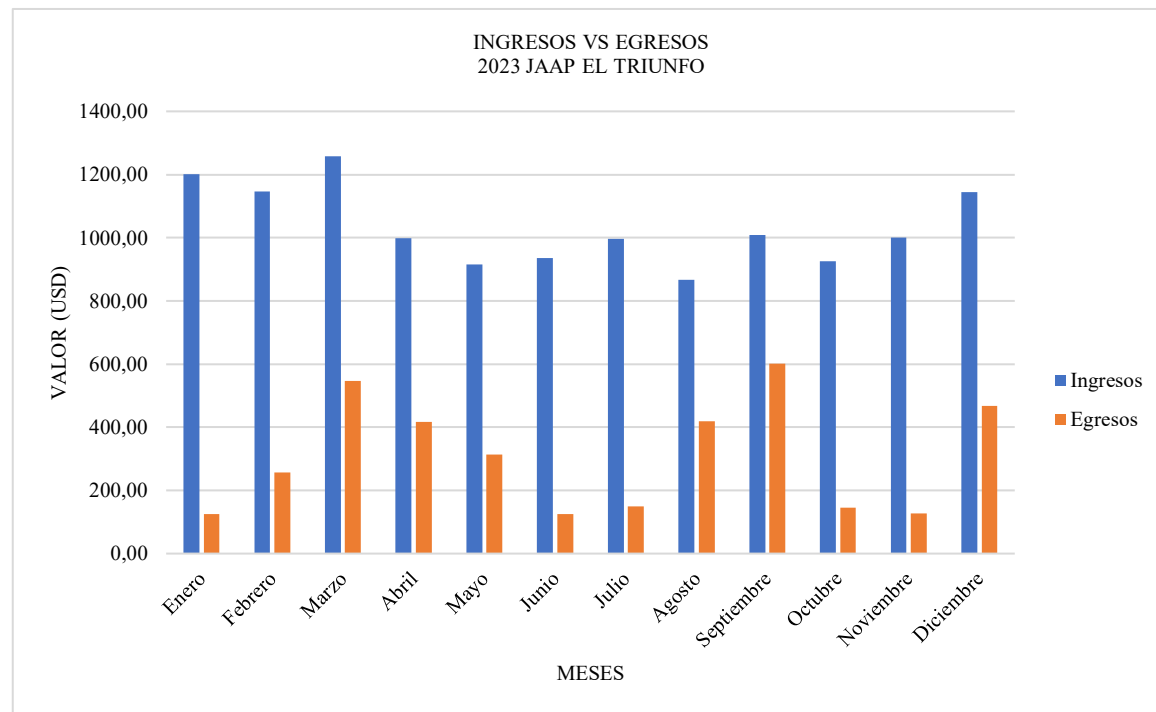
Fuente: Chariguaman S. (2024)

Figura 6

Ingresos y egresos El Triunfo



ANÁLISIS DE INGRESOS O EGRESOS



En el Triunfo se observa un crecimiento progresivo en el ingreso total en todos los años y, de manera paralela, un incremento constante del superávit, lo cual podría un indicador de una gestión administrativa eficiente. No obstante, se debe analizar si este excedente responde a una sobredimensión de tarifas. En 2023, el superávit neto alcanza los \$8,709.04 lo que representa casi el 70% del ingreso total anual. En los diferentes meses se obtuvieron unos ingresos menores a los egresos lo que representa que la tarifa no esta correctamente proporcional.

4.2.4. Junta agua potable de la parroquia el Sucre

Tabla 6

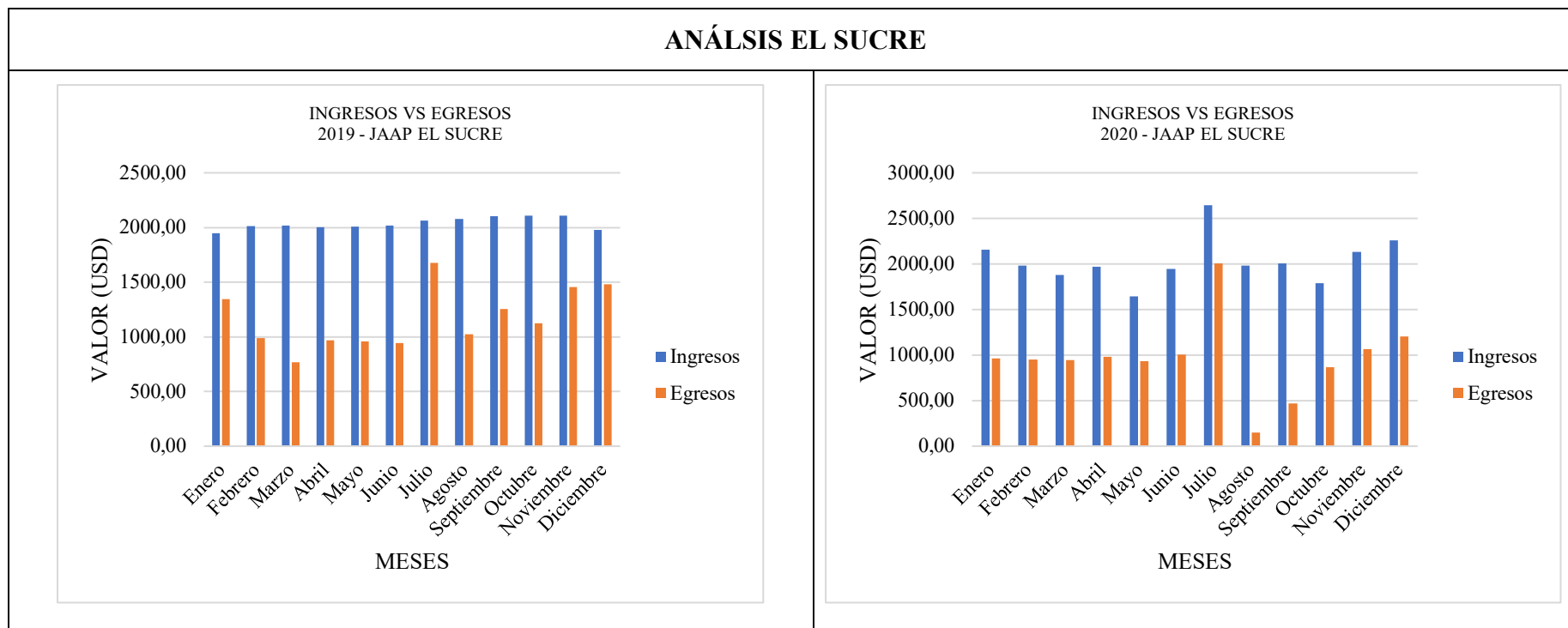
Ingresos y egresos El sucre 2019-2022

Mes	Ingreso 2019	Egreso 2019	Ingreso 2020	Egreso 2020	Ingreso 2021	Egreso 2021	Ingreso 2022	Egreso 2022
Enero	1,945.29	1,345.00	2,154.41	963.21	2,345.00	1,056.25	2,563.98	963.54
Febrero	2,015.16	986.00	1,978.45	951.23	2,641.14	1,452.85	2,487.00	312.20
Marzo	2,016.43	768.00	1,879.46	945.69	2,156.17	1,686.69	2,698.12	892.56
Abril	2,001.34	968.00	1,968.52	978.68	2,348.70	985.00	2,154.21	4,125.46
Mayo	2,007.40	956.00	1,646.79	931.45	1,987.26	1,005.89	2,369.56	985.69
Junio	2,015.75	945.00	1,946.75	1,004.75	1,245.70	1,165.45	2,598.78	957.86
Julio	2,065.45	1,678.78	2,645.00	2,004.70	2,031.76	985.64	2,854.63	298.14
Agosto	2,079.46	1,024.00	1,978.46	150.46	2,563.00	1,024.78	2,578.45	852.10
Septiembre	2,101.45	1,256.32	2,006.45	467.96	2,458.14	975.12	2,658.00	1,016.15
Octubre	2,109.12	1,123.24	1,789.34	869.47	1,987.40	965.89	2,458.36	1,452.12
Noviembre	2,106.70	1,456.54	2,134.59	1,065.79	2,351.14	1,235.42	2,659.45	1,985.56
Diciembre	1,978.45	1,479.80	2,259.47	1,204.80	2,105.62	1,528.00	2,158.52	2,014.57
TOTAL	24,442.00	13,986.68	24,387.69	11,538.19	24,420.03	14,105.09	30,239.06	15,855.95
TOTAL	10,455.32		12,849.50		10,314.94		14,383.11	
NETO								

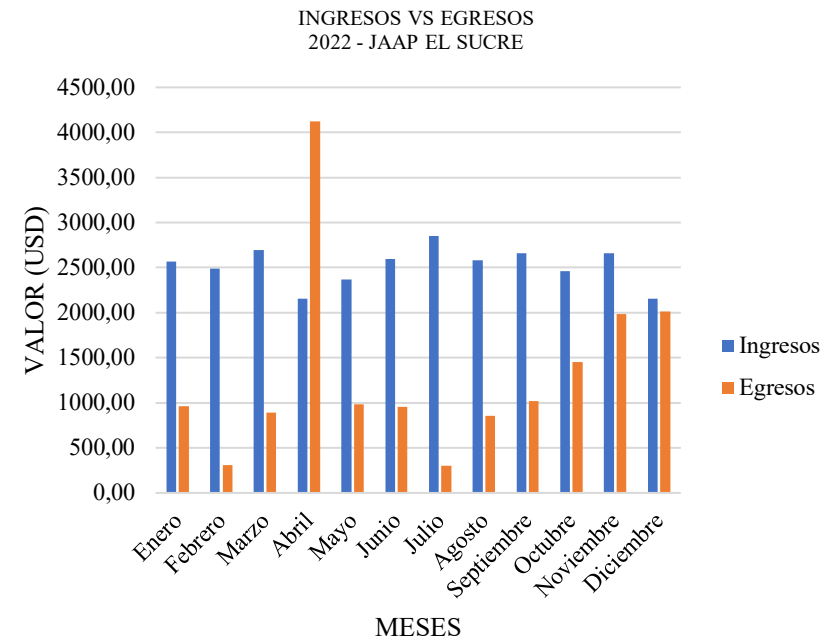
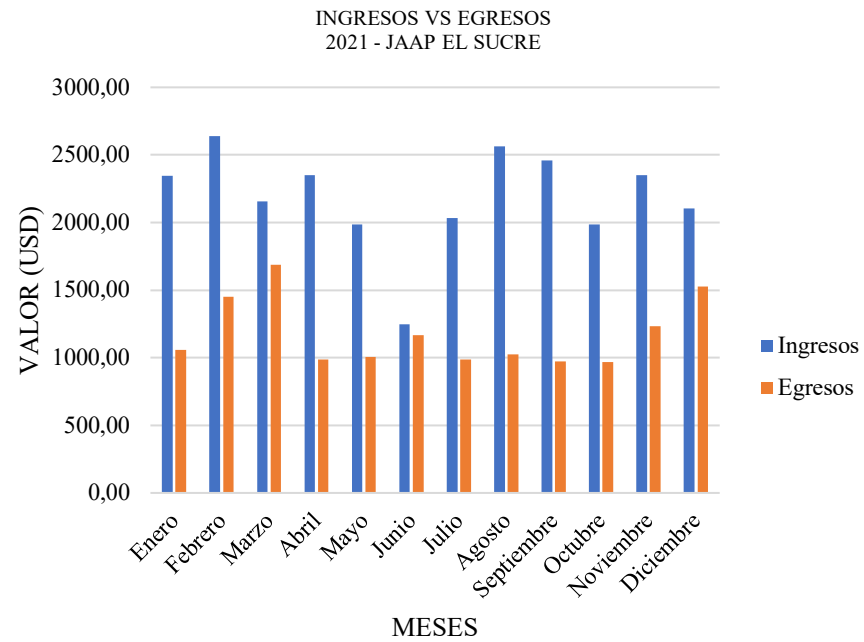
Fuente: Chariguaman S. (2024)

Figura 7

Ingresos y egresos El Sucre



ANÁLISIS EL SUCRE



La parroquia El Sucre presenta una tendencia constante de superávit durante los años analizados, especialmente en 2022, donde se alcanza un total neto de \$14,383.11, el valor más alto del periodo. Este patrón de ingresos significativamente superiores a los egresos en todos los años evidencia un posible desequilibrio entre los costos del servicio y las tarifas cobradas.

Siguiendo el análisis, es fundamental reflexionar si esta situación refleja una política tarifaria ajustada o si se requiere revisar los montos que pagan los usuarios. El hecho de que, mes a mes, el sistema genere excedentes considerables, sin indicios claros de reinversión o subsidios cruzados a poblaciones vulnerables, refuerza la hipótesis de que las tarifas podrían estar sobredimensionadas, afectando posiblemente la accesibilidad del servicio en hogares de bajos recursos.

4.3. Agrupación demográfica

Se realizó una agrupación demográfica de las juntas administradoras de agua, considerando:

4.3.1. Población Atendida

Cobertura por Junta

- **El Sucre:** Mayor población con 5,860 habitantes y 1,860 medidores.
- **Poátug:** Menor población con 1,132 habitantes y 360 medidores.

La comparación entre El Sucre y Poátug revela patrones interesantes en la distribución de medidores de agua. En El Sucre, la relación de 1 medidor por cada 3.15 habitantes sugiere una cobertura relativamente amplia, aunque aún podría indicar que múltiples familias comparten una misma conexión, lo que podría reflejar condiciones de vivienda densa o posibles conexiones informales. Por otro lado, Poátug a pesar de ser la localidad menos poblada, la penetración del servicio es comparable en términos relativos.

Densidad de Usuarios por Medidor

- **Poátug**

$$Densidad = \frac{usuarios}{medidores} = \frac{283}{360} = 0.78$$

- **El Triunfo**

$$Densidad = \frac{usuarios}{medidores} = \frac{798}{840} = 0.95$$

- **Regional San Jorge**

$$Densidad = \frac{usuarios}{medidores} = \frac{500}{525} = 0.95$$

- **El sucre**

$$Densidad = \frac{usuarios}{medidores} = \frac{1465}{1860} = 0.78$$

Los datos calculados revelan que El Triunfo y Regional San Jorge, presentan una densidad cercana a 0.95 usuarios por medidor, indicando que casi todos los medidores están activos y asignados a un usuario registrado, lo que refleja una gestión eficiente del servicio. En contraste, Poátug y El Sucre muestra una densidad menor (0.78), sugiriendo que alrededor del 22% de sus medidores no tienen usuarios asociados, posiblemente por desconexiones, medidores inactivos o falta de actualización en los registros. Esta disparidad señala la necesidad de investigar las causas específicas, como irregularidades en la facturación o subregistro de usuarios, para optimizar la cobertura y garantizar equidad en el acceso al servicio.

4.3.2. Crecimiento Poblacional (2019-2023)

- **Regional San Jorge:** Aumentó de 1,720 a 2,000 habitantes (+16%).
- **El Sucre:** Creció un 12% (2018-2022).
- **Poátug:** Estable (1,132 habitantes en 2022-2023).

4.4. Establecimiento de correlaciones entre variables

Al evaluar la relación entre las variables mediante distintos modelos de regresión (lineal, logarítmica), se obtuvieron coeficientes de determinación R^2 considerablemente bajos, lo que indica una débil capacidad explicativa de dichos modelos. No obstante, al aplicar un ajuste logarítmico, se alcanzaron valores de R^2 (coeficientes de determinación) aceptables en la mayoría de las correlaciones analizadas, evidenciando una mejor adecuación del modelo para representar la dependencia entre las variables.

Habitantes – Egreso promedio (2018-2022)

Figura 8 *Poblados muy pequeños. Habitantes – egresos (2018-2022)*

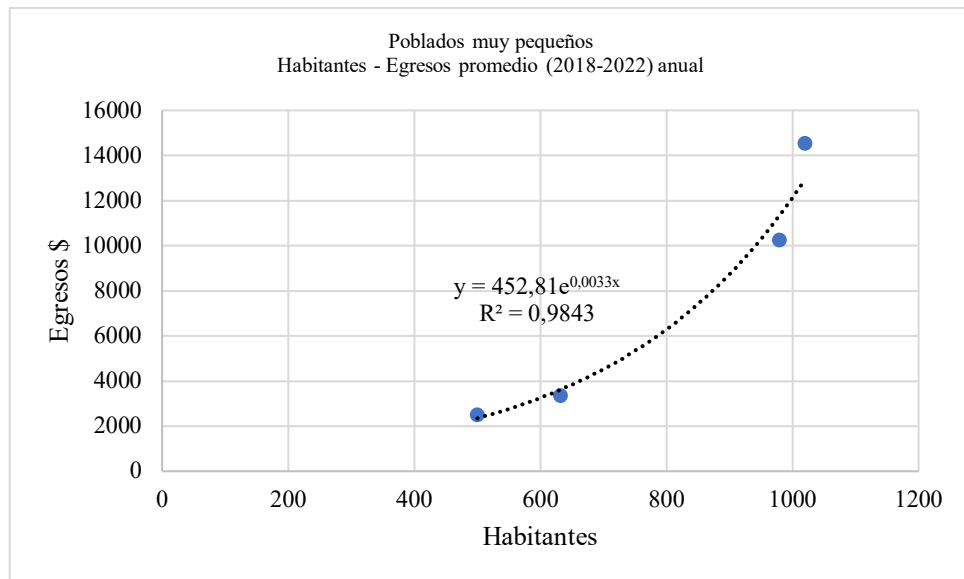
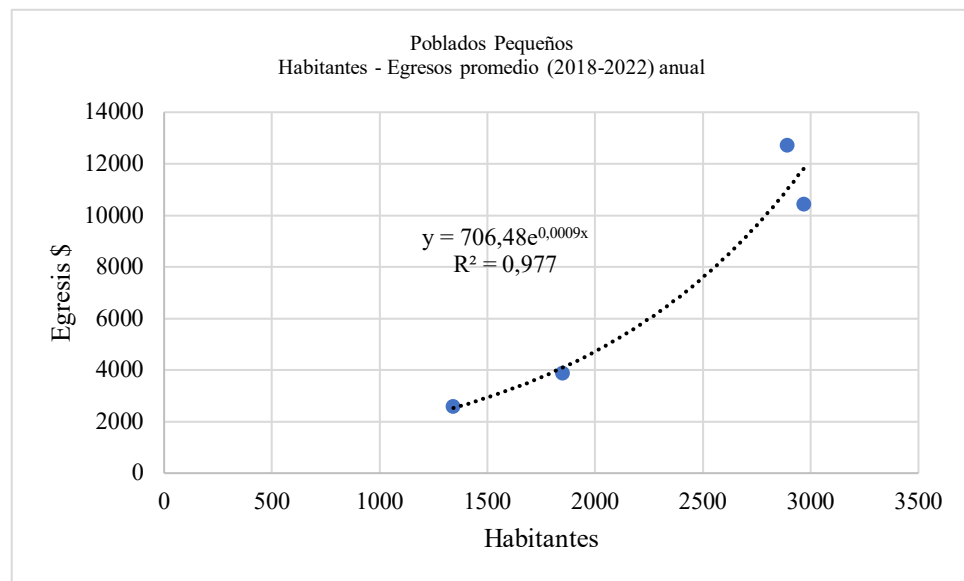


Figura 9 *Poblados pequeños. Habitantes – egreso (2018-2022)*



Fuente: Chariguaman S. (2024)

Correlaciones entre variables	R^2	R	Significado R
Habitantes -egreso promedio (2018-2022) muy pequeño	0,96	0,98	Correlación perfecta
Habitantes -egreso promedio (2018-2022) pequeño	0,93	0,97	Correlación perfecta

En la figura 8 se observa que, una vez superados los 600 habitantes y hasta aproximadamente 1.020 habitantes, los egresos promedio anuales aumentan de manera notable. Y para la figura 9, a partir de poblaciones superiores a 1500 habitantes hasta 3000 habitantes los egresos comienzan a incrementarse. Esto indica que, al superar ciertos rangos poblacionales, los egresos tienden a aumentar.

La relación obtenida entre las variables resulta estadísticamente significativa, lo cual se evidencia tanto en el valor de R^2 (coeficientes de determinación) como en el coeficiente de correlación R. De acuerdo con la clasificación propuesta por Evans que se muestra en la Tabla 1, estos valores se ubican dentro del nivel de correlación muy fuerte para ambos rangos demográficos analizados.

Usuarios – Caudal anual (2018-2022)

Figura 10 Poblados muy pequeños. Usuarios – Caudal anual

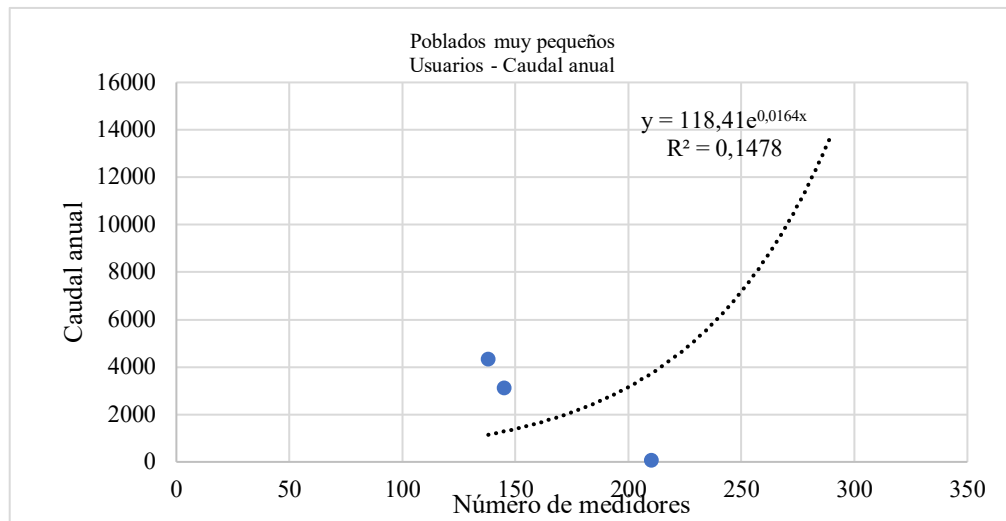
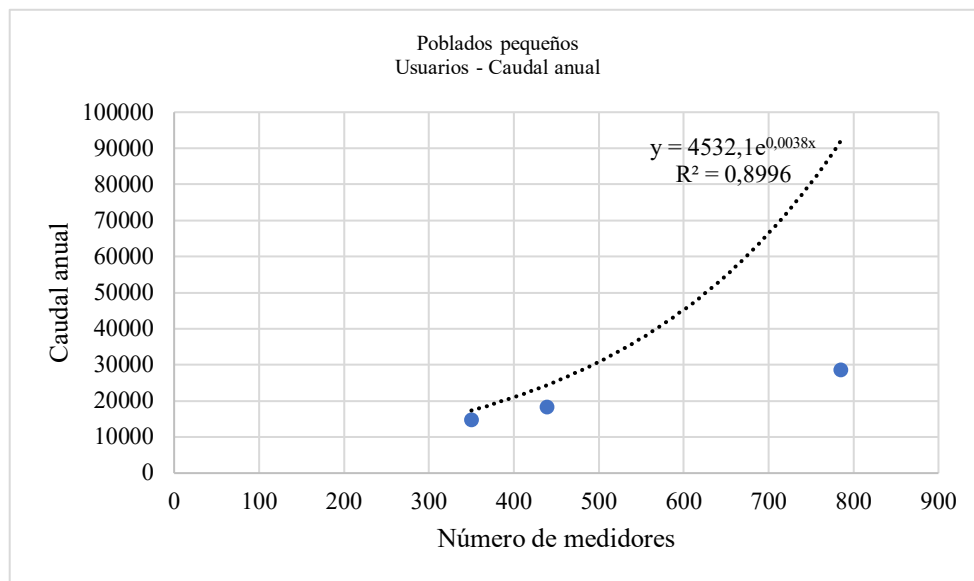


Figura 11 Poblados pequeños. Usuarios – Caudal anual



Fuente: Chariguaman S. (2024)

En las gráficas se muestran dos curvas logarítmicas figura 10 y figura 11 respectivamente. Ambas figuras muestran valores elevados de R^2 (coeficientes de determinación) lo cual indica que tienen una correlación fuerte entre el número de medidores o usuarios y caudal promedio anual 2018-2022 en poblados muy pequeños y pequeños. De esta manera se puede acotar que la presencia de una curva logarítmica implica que el crecimiento del caudal

promedio anual no es lineal respecto al aumento del número de medidores o usuarios, sino que sigue una tendencia en la que los incrementos iniciales en el número de usuarios generan aumentos significativos en el caudal promedio, pero estos aumentos tienden a desacelerarse a medida que la cantidad de usuarios crece.

Correlaciones entre variables	R^2	R	Significado R
Poblados muy pequeños. Usuarios -Caudal promedio anual m3 (2018-2022)	0,94	0,94	Correlación perfecta
Poblados pequeños. Usuarios -Caudal promedio anual m3 (2018-2022)	0,9	0,77	Correlación muy fuerte

Costos – Población (2018-2022)

Figura 12 *Poblado muy pequeño. Costo vs Población*

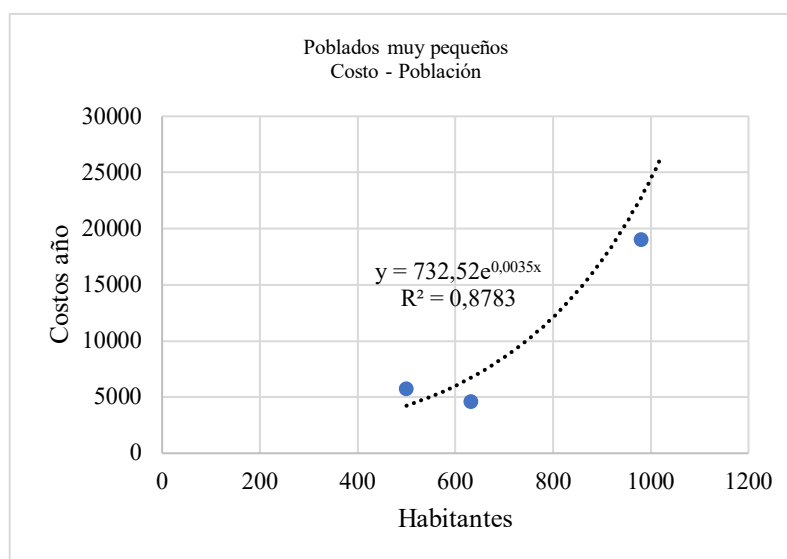
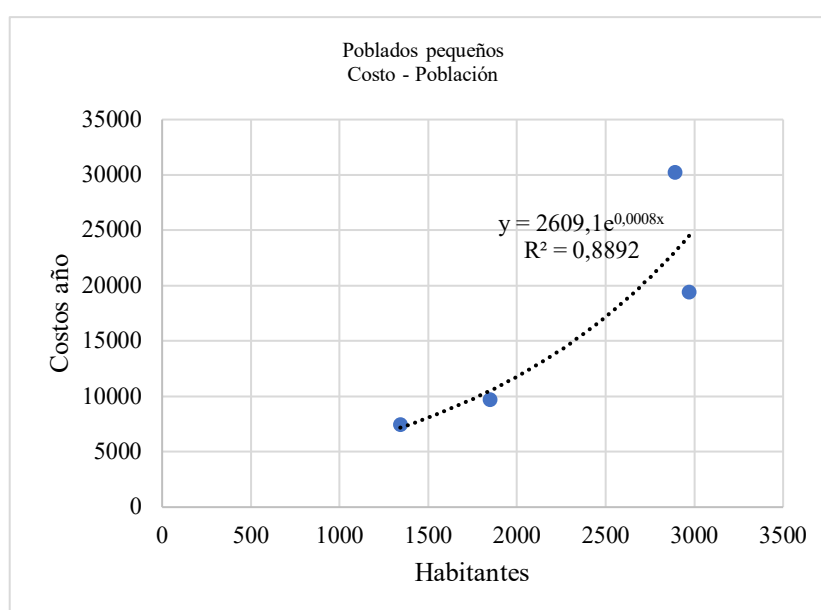


Figura 13 *Poblado pequeño. Costo vs Población*



Fuente: Chariguaman S. (2024)

En las gráficas se muestran dos curvas logarítmicas de segundo grado positivas, de la figura 12 y figura 13. Ambas figuras muestran valores altos de R^2 (coeficientes de determinación) lo cual indica que tienen fuerte correlación entre el número de habitantes y el costo promedio anual (en dólares) durante el período 2018-2022 en poblados muy pequeños y pequeños.

Correlaciones entre variables	R^2	R	Significado R
Poblado muy pequeño. Costo \$ vs Población (2018-2022)	0,87	0,95	Correlación perfecta
Poblado pequeño. Costo \$ vs Población (2018-2022)	0,76	0,87	Correlación muy fuerte

Gastos – población (2018-2022)

Figura 14 Poblado muy pequeño. Gasto vs población

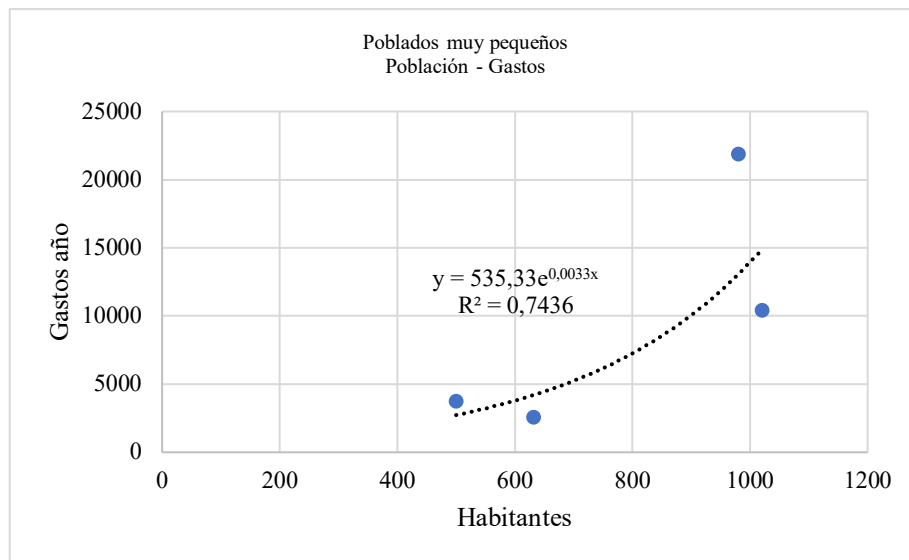
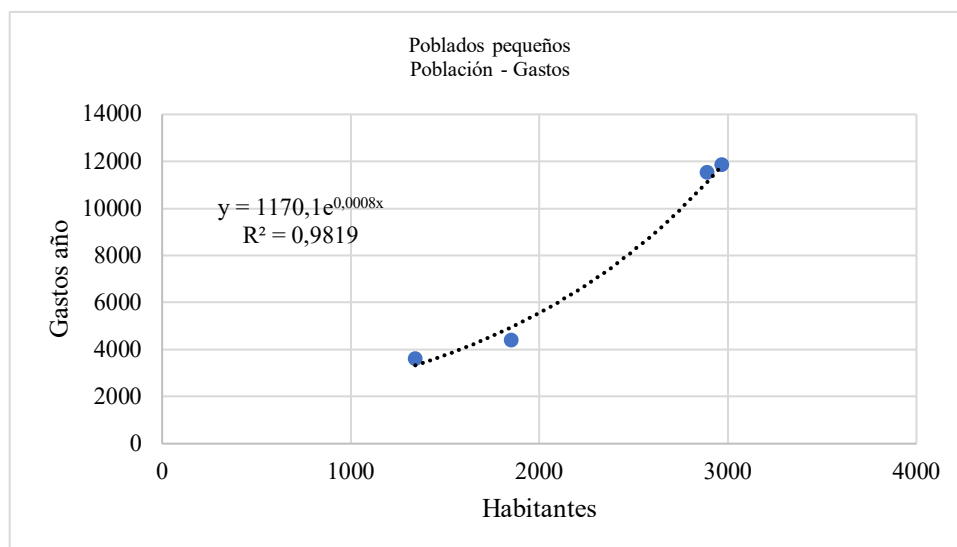


Figura 15 Poblado pequeño. Gasto vs población



Fuente: Chariguaman S. (2024)

En las gráficas se muestran dos curvas logarítmicas, En la figura 14 se observa que, una vez superados los 600 habitantes, los gastos comienzan a incrementarse. Por otro lado, en la figura 15, a partir de los 1.500 habitantes, los gastos empiezan a aumentar. Ambas figuras muestran un R^2 que muestra una correlación alta entre habitantes y gastos de operación promedio anual 2018-2022 en poblados muy pequeños y pequeños.

Correlaciones entre variables	R^2	R	Significado R
Poblado muy pequeño. Gasto \$ vs población (2018-2022)	0,58	0,78	Correlación considerable
Poblado pequeño. Gasto \$ vs población (2018-2022)	0,99	0,9	Correlación perfecta

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Un análisis comparativo de los diferentes sistemas de agua potable del cantón Patate permitió obtener una visión general de los caudales y la población a la que sirven, así como de los gastos y costos asociados a la operación y mantenimiento de estos sistemas. La recopilación detallada de información sobre caudales captados y consumidos, así como de los ingresos y egresos de cada junta comunitaria, evidenció patrones claros que contribuyen a comprender las variables que influyen en la eficiencia, la sostenibilidad y la estructura tarifaria de los cuatro sistemas. En el caso de Poátug, por ejemplo, los registros de 2022 a 2024 reflejan superávits recurrentes, lo cual sugiere una posible desalineación entre los costos reales del servicio y las tarifas aplicadas.

El análisis de datos ha permitido llegar a un diagnóstico preciso del estado actual de los cuatro sistemas. Se hizo evidente que existen diferencias significativas en los costos de operación y mantenimiento, particularmente en lo que se refiere al tratamiento del agua y al mantenimiento de la infraestructura. Los datos de flujo mostraron que algunos sistemas tenían mejores indicadores de eficiencia en la recolección y distribución de recursos hídricos. Al integrar la información financiera, se observó que San Jorge, pese a sus ingresos elevados en varios años, muestra fluctuaciones importantes en su balance anual, destacándose un superávit atípico en 2022 que invita a revisar la pertinencia de la tarifa aplicada. Asimismo, el análisis global sugiere inquietudes respecto a la proporcionalidad entre el costo del servicio y el beneficio que reciben los usuarios, generando dudas sobre la equidad y justificación de los cobros actuales.

La organización sistemática de la información permitió identificar correlaciones importantes entre variables demográficas y parámetros hidráulicos. Se ha demostrado que la densidad de población afecta directamente los costos unitarios de los servicios, mientras que factores como la antigüedad de la infraestructura y la topografía del terreno tienen un impacto significativo en los indicadores de eficiencia hidráulica.

El análisis de tendencias destacó que existe una relación significativa entre el tamaño de la población, los costos operativos y la eficiencia en el uso del agua. Se han creado modelos predictivos para mostrar cómo el aumento de la cobertura de medidores reduce los costos del servicio per cápita. Los gráficos generados mostraron claramente las diferencias de rendimiento entre los sistemas analizados.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda que los sistemas de agua potable del cantón Patate implementen un monitoreo más detallado y continuo de los caudales recolectados y consumidos, con el fin de mejorar la distribución y reducir el desperdicio.

Mejorar la gestión de los costos de operación y mantenimiento es esencial, especialmente en sistemas con mayores gastos generales.

Se propone la actualización periódica de los datos demográficos y de infraestructura para garantizar que las decisiones operativas estén en línea con las necesidades cambiantes de la población.

La aplicación de análisis estadístico avanzado puede ayudar a predecir tendencias a largo plazo y desarrollar estrategias de mejora que optimicen los recursos y aumenten la eficiencia de los sistemas de agua en la región. Y esto permitirá continuar con el desarrollo de la investigación a futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcocer, P., Knudsen, J., Marrero, F., & Miranda, B. (2020). *Modelo multicriterio para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Quevedo – Ecuador*. Redalyc.
- Arellano, A., Congacha, A., Espinoza, L., Izurieta, C., & Zuñiga, M. (2024). *Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en el Ecuador*. Riobamba: UNACH.
<https://doi.org/https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.131>
- Bayas, A., Antonio, M., & Tito, C. (2020). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150000 habitantes. *NOVASINERGIA*, 1(1), 23-32. <https://doi.org/https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.01.03>
- Clavijo, D. (2024). *Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable Provincia de Tungurahua*. UTA.
- EMAAP-Q. (2020). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE PARA LA EMAAP-Q*. V&M.
- Ferrero, R. (2020). *¿Qué es la correlación estadística y cómo interpretarla?*
- Hernández, A. (2020). *Abastecimiento y distribución de aguas*. Colección Señor n°6. .
- Huisman, N., Azevedo, & Sundaresan, L. (2020). *Sistema de abastecimiento de agua para pequeñas comunidades*. CEPIS.
- Izurieta, V. (2020). *Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Poatug, cantón Patate*. UTA.
- López, J. (2024). *Coeficiente de determinación (R cuadrado): qué es y cómo funciona*. <https://economipedia.com/definiciones/r-cuadrado-coeficiente-determinacion.html>
- Martinez, J., Zuñiga, M., Iglesias, L., & Vicente, F. (2020). Diagnóstico, análisis y mejora de la red de agua potable de Guano mediante sectorización y control de presiones. *SEREA*, 1(2), 1-13.
- Mendoza, M., Tagle, d., Mora, J., Carreño, G., & Delgado, X. (2024). *Indicadores de la gestión del suministro de agua en zonas urbanas para evaluar su sostenibilidad*. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2024-05-04>
- Nieto, N. (2021). *La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas*. Scielo.

- Patate, G. M. (2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Patate: Tungurahua. Patate.
- Ramirez , L. (2023). *Análisis comparativo de las tarifas de agua potable del sector residencial en 47 poblados ecuatorianos*. UNACH.
- Rojano, W. (2020). *Diseño de un sistema de potabilización para aguas subterráneas, y la red de distribución de agua potable en El Caserio Tontapí Chico de la parroquia Los Andes, Cantón Patate, provincia de Tungurahua*. UTA.
- Rosero , C. (2023). *Elaboración de un manual tipo para operación y mantenimiento de sistemas de agua potable en ciudades menores a 150000 habitantes*. UNACH.
- Sanitario, A. (2023). *Lineamientos Técnicos para Facilidades*. En *SHAPA Criterios y lineamientos*. ZMG.
- Tiburcio, A., & Perevochtchikova, M. (2024). *Propuesta de un marco de indicadores de agua urbana para la Ciudad de México*. Scielo.
- Valdez, J. (2023). *EVALUACIÓN DEL SISTEMA PRIMARIO DE ABASTECIMIENTO DEL BARRIO LA PAZ - CHOCÓ ANDINO*. DMQ.