Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Estimación de la huella hídrica y medidas de reducción para los servicios municipales del Distrito Caleta de Carquín, 2025

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor

Cristhian Silvano Castro Oyola

Asesora

Mg. Lucero Katherine Castro Tena

Universidad Nacional
"José Faustino Sánchez Carrión"
Lucero Katherine Castro Tena
CIP: 162994

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**FECHA DE SUSTENTACIÓN**
Cristhian Silvano Castro Oyola	71836004	18-09-2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Mg. Lucero Katherine Castro Tena	70837735	https://orcid.org/0000-0002-6770-8615
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
M(o) Maria del Rosario Grados Olivera	15736587	https://orcid.org/0000-0002-3004-0252
Dr. Alexander Jorge Torres Anaya	44613470	https://orcid.org/0009-0007-4146-8848
Mg. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco	46741141	https://orcid.org/0000-0002-4204-7320

2026-056240 CRISTHIAN SILVANO CASTRO OYOLA

Estimación de la huella hídrica y medidas de reducción para los servicios municipales del distrito caleta de Carquín, 2025

UI-FIAIAyA PREGRADO 2026

Unidad de Investigación FIAIAYA-2026

Facultad de Ingenieria Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3611317982

Fecha de entrega
14 jul 2026, 10:43 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
14 jul 2026, 10:50 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
TESIS_-_ESTIMACIÓN_DE_LA_HUELLA_HÍDRICA_Y_MEDIDAS_DE_REDUCCIÓN_PARA_LOS_SERVICIOS....pdf

Tamaño del archivo
2.9 MB

76 páginas

19.011 palabras

110.785 caracteres

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

19% Fuentes de Internet
9% Publicaciones
11% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres y hermanos, quienes han sido mi principal motor e inspiración para superarme cada día. A mis abuelos y demás familiares, por su confianza, apoyo constante y palabras de aliento a lo largo de este proceso.

Asimismo, a todas aquellas personas con quienes compartí momentos inolvidables y que, de una u otra manera, contribuyeron a mi formación personal y a convertirme en una persona de bien.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la fortaleza y constancia para culminar este trabajo de investigación. A mis padres y hermanos, por su apoyo y motivación, a mis docentes y de manera especial a mi asesora de tesis, por la orientación brindada durante el desarrollo del estudio.

Asimismo, expreso mi agradamiento a la Municipalidad Distrital de Caleta de Carquín por las facilidades e información proporcionada para la ejecución de la investigación.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1. Descripción de la realidad problemática 1
1.2. Formulación del problema 2
1.2.1. Problema general 2
1.2.2. Problemas específicos 2
1.3. Objetivos de la investigación 3
1.3.1. Objetivo general 3
1.3.2. Objetivos específicos 3
1.4. Justificación de la investigación 3
1.5. Delimitación del estudio 4
1.5.1. Delimitación temporal 4
1.5.2. Delimitación geográfica 4

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 5

2.1. Antecedentes de la investigación 5
2.1.1. Antecedentes internacionales 5
2.1.2. Antecedentes nacionales 7
2.2. Bases teóricas 9
2.3. Bases filosóficas 13
2.4. Definición de términos básicos 13
2.5. Hipótesis de investigación 15
2.5.1. Hipótesis general 15
2.5.2. Hipótesis específicas 15
2.6. Operacionalización de las variables 16

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 17

3.1. Diseño metodológico 17
3.1.1. Ubicación 17
3.1.3. Diseño de investigación 17
3.1.4. Nivel de investigación 18
3.1.5. Enfoque de investigación 18
3.1.6. Conducción del experimento 18
3.2. Población y muestra 19
3.2.1. Población 19

3.2.2. Muestra 19
3.3. Técnicas de recolección de datos 19
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información 20
3.5. Matriz de consistencia 21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS 22
4.1. Análisis de resultados 22
4.1.1. Cálculo de la huella hídrica 22
4.1.2. Principales fuentes de consumo 31
4.1.3. Medidas de reducción 33
4.2. Contrastación de hipótesis 38
4.2.1. Contrastación de la hipótesis general 38
4.2.2. Contrastación de la hipótesis específica 1 39
4.2.3. Contrastación de la hipótesis específica 2 40
4.2.4. Síntesis de la contrastación 40
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN 41
5.1. Discusión de resultados 41
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 43
6.1. Conclusiones 43
6.2. Recomendaciones 44
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS 45
ANEXOS 50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Usos del Agua en diferentes zonas del mundo (1990)* 12
Tabla 2. *Matriz de operacionalización de variable* 16
Tabla 3. *Matriz de consistencia* 21
Tabla 4. *Riego de áreas verdes en el distrito caleta de Carquín durante el año 2025* 22
Tabla 5. *Riego en el vivero municipal del distrito caleta de Carquín durante el año 2025* 23
Tabla 6. *Limpieza y lavado de calles, postes y veredas del distrito caleta de Carquín durante el año 2025* 24
Tabla 7. *Lavado de contenedores de residuos sólidos del distrito caleta de Carquín durante el año 2025* 25
Tabla 8. *Lavado del camión compactador perteneciente a la municipalidad distrital caleta de Carquín durante el año 2025* 25
Tabla 9. *Lavado de la moto furgoneta perteneciente a la municipalidad distrital caleta de Carquín durante el año 2025* 26
Tabla 10. *Lavado de las 02 camionetas de serenazgo pertenecientes a la municipalidad distrital caleta de Carquín durante el año 2025* 26
Tabla 11. *Huella hídrica mensual y anual de los servicios municipales del distrito caleta de Carquín* 31
Tabla 12. *Consumo de agua durante el año 2025 en los servicios municipales* 33
Tabla 13. *Resultados de la encuesta sobre el manejo del agua por los responsables de los servicios municipales* 34
Tabla 14. *Resultados del componente de percepción y gestión adecuada del agua* 35
Tabla 15. *Propuestas de reducción para la huella hídrica anual* 37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Modelo de Gestión de Calidad de los Servicios Municipales. Fuente: Edmundo (2019)* *10*
Figura 2. *Cuatro fases diferentes de la evaluación de la huella hídrica. Fuente: Hoekstra et al., (2021, p. 31)* *10*
Figura 3. *Comparación entre la metodología de Huella Hídrica y la norma ISO 14046. Fuente: Antonio (2016, p. 10)* *11*
Figura 4. *Evolución de la sequía. Fuente: NDMC (1995)* *12*
Figura 5. *Uso excesivo del agua en el regado de jardines. Fuente: Elaboración propia.* . *20*
Figura 6. *Propuestas de reducción para la huella hídrica anual. Fuente: Elaboración propia mediante Excel* *29*
Figura 7. *Huella hídrica mensual. Fuente: Elaboración propia mediante Excel* *31*
Figura 8. *Huella hídrica anual. Fuente: Elaboración propia mediante Excel*..... *32*
Figura 9. *Diferencias entre huella hídrica mensual y anual. Fuente: Elaboración propia mediante Excel*..... *33*
Figura 10. *Percepción de los responsables sobre la gestión del agua en los servicios municipales. Fuente: Elaboración propia mediante Excel* *34*
Figura 11. *Promedio de valoración del componente de percepción y gestión adecuada del agua. Fuente: Elaboración propia mediante Excel*..... *35*
Figura 12. *Mapa de ubicación Caleta de Carquín. Fuente: Elaboración propia* *51*
Figura 13. *Consumo de agua (en litros) en el vivero municipal. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín / Subgerencia de Gestión Ambiental* *57*
Figura 14. *Consumo del agua (en litros) para el lavado del camión compactador y dos motos furgonetas pertenecientes a la SGGA. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín / Subgerencia de Gestión Ambiental.* *58*
Figura 15. *Consumo del agua (en litros) para el lavado de las 02 camionetas de serenazgo Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín / Subgerencia de Servicios Públicos.* *59*
Figura 16. *Consumo del agua (en litros) para los servicios higiénicos de la municipalidad distrital caleta de Carquín Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín / Subgerencia de Servicios Públicos.* *60*
Figura 17. *Lavado de motofurgon. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín* .. *61*
Figura 18. *Lavado de contenedores. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín* *61*
Figura 19. *Regado de áreas verdes y jardines. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín* *61*
Figura 20. *Lavado de calles. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín* *62*
Figura 21. *Lavado de plazuelas. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín*..... *62*
Figura 22. *Encargada del área. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín*..... *62*
Figura 23. *Recolección de datos con el encargado del lavado de los vehículos municipales. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín*..... *62*
Figura 24. *Recolección de datos con la encargada del regado de las áreas verdes. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín* *62*
Figura 25. *Recolección de datos con el encargado del baldeo de calles. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín* *62*

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Ecuación 1. *Metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica azul* *22*
Ecuación 2. *Consumo promedio diario en los servicios higiénicos de la municipalidad distrital caleta de Carquín* *27*
Ecuación 3. *Consumo promedio mensual en los servicios higiénicos de la municipalidad distrital caleta de Carquín* *27*
Ecuación 4. *Metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica verde* *28*
Ecuación 5. *Metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica gris* *28*
Ecuación 6. *Huella hídrica total* *30*

RESUMEN

Objetivo: La presente investigación tuvo como objetivo identificar medidas para reducir la huella hídrica de los servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025. ***Metodología:*** El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, con diseño no experimental y nivel descriptivo. Se aplicó la metodología de la Water Footprint Network (WFN) para calcular la huella hídrica azul, verde y gris en los principales servicios municipales: Riego de áreas verdes, limpieza de calles, lavado de vehículos, lavado de contenedores y usos administrativos. ***Resultados:*** Los resultados evidenciaron que la huella hídrica total anual asciende a 609.81 m^3/año, correspondiente exclusivamente a la huella hídrica azul, debido a que no se registró aprovechamiento de agua de lluvia, ni fue posible cuantificar la carga contaminante. El mayor consumo se concentra en el riego de áreas verdes (237.6 m^3/año), seguido del servicio de limpieza y lavado de calles (129.6 m^3/año) y el uso administrativo (99 m^3/año). Asimismo, se identificaron debilidades en la gestión institucional del recurso, tales como la ausencia de reutilización de agua, falta de políticas internas de ahorro, mantenimiento reactivo y escasa capacitación del personal. En función de ello, se propusieron medidas como el riego por goteo, reutilización de agua, dispositivos sanitarios ahorradores, lavado con alta presión y programas de capacitación para fomentar el uso responsable. ***Conclusiones:*** Se concluye que, si bien el volumen de consumo no es elevado en términos absolutos, existe una oportunidad significativa de mejorar en la gestión técnica y administrativa del agua, lo que permitiría fortalecer la sostenibilidad hídrica a nivel municipal.

Palabras clave: Huella hídrica, gestión del agua, servicios municipales, eficiencia hídrica, sostenibilidad.

ABSTRACT

Objective: This research aimed to identify measures to reduce the water footprint of municipal services in the district of Caleta de Carquín by 2025. ***Methodology:*** The study employed a mixed-methods approach, with a non-experimental, descriptive design. The Water Footprint Network (WFN) methodology was applied to calculate the blue, green, and grey water footprints for the main municipal services: Irrigation of green areas, street cleaning, vehicle washing, container washing, and administrative uses. ***Results:*** The results showed that the total annual water footprint amounts to 609.81 m^3/year, corresponding exclusively to the blue water footprint, as no rainwater harvesting was recorded, nor was it possible to quantify the pollutant load. The highest consumption is concentrated in the irrigation of green areas (237.6 m^3/year), followed by street cleaning and washing (129.6 m^3/year), and administrative uses (99 m^3/year). Weaknesses were also identified in the institutional management of the resource, such as the lack of water reuse, insufficient internal water conservation policies, reactive maintenance, and inadequate staff training. Based on these findings, measures were proposed, including drip irrigation, water reuse, water-saving sanitary fixtures, high-pressure washing, and training programs to promote responsible water use. ***Conclusions:*** It is concluded that, although the volume of consumption is not high in absolute terms, there is a significant opportunity to improve the technical and administrative management of water, which would strengthen water sustainability at the municipal level.

Keywords: Water footprint, water management, municipal services, water efficiency, sustainability.

INTRODUCCIÓN

El agua es mucho más que un recurso natural, es la base de la vida, la salud y el desarrollo de las comunidades. No obstante, en las últimas décadas, su disponibilidad se ha visto comprometida por factores como el cambio climático, el crecimiento demográfico y el aumento de la demanda en actividades productivas y urbanas. Diversos organismos internacionales han advertido que el acceso y la gestión sostenible del agua constituyen uno de los principales desafíos del siglo XXI (Yalta et al., 2022).

En el Perú, pese a que el acceso al agua potable es reconocido como un derecho fundamental, aún existen brechas importantes en su distribución y eficiencia. Esta realidad también se refleja en los gobiernos locales, donde muchas municipalidades administran directamente el recurso sin contar con sistemas adecuados de medición, control o planificación del consumo García et al. (2015).

El distrito de Caleta de Carquín no es ajeno a esta problemática. La municipalidad gestiona diversos servicios que requieren el uso constante de agua, como el riego de áreas verdes, la limpieza de calles, el lavado de vehículos y el funcionamiento de servicios higiénicos administrativos. Sin embargo, la ausencia de medidores y registros técnicos detallados dificulta conocer con precisión cuánto se consume, dónde se concentran las mayores demandas y qué tan eficiente es su utilización.

Frente a esta situación, la huella hídrica se convierte en una herramienta fundamental para diagnosticar el uso real del recurso. Esta metodología permite cuantificar el volumen total de agua consumida y clasificarla en huella azul (agua superficial o subterránea), huella verde (agua de lluvia) y huella gris (agua necesaria para diluir contaminantes). Su aplicación en el ámbito municipal representa una oportunidad para fortalecer la gestión ambiental y promover decisiones basadas en evidencia.

En ese marco, la presente investigación tiene como propósito identificar medidas orientadas a reducir la huella hídrica de los servicios municipales del distrito durante el año 2025. Para ello, se realizó un diagnóstico técnico del consumo de agua mediante la metodología de la Water Footprint Network (WFN), complementando con observación directa y encuestas al personal responsable.

Más allá de los valores numéricos obtenidos, el estudio busca generar conciencia institucional sobre la importancia de planificar, monitorear y optimizar el uso del agua.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El agua es un recurso muy esencial tanto para el desarrollo de actividades humanas como para la vida misma. Sin embargo, a nivel mundial enfrentamos una creciente problemática debido al cambio climático, el aumento del índice poblacional y todas las actividades económicas inmersas en el consumo de agua. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO (2021), se estima que para este año 2025, la demanda mundial de agua dulce se incrementará en más de un 55%, mientras que, por otro lado, las reservas de agua disminuirán significativamente en varias regiones del mundo. Este escenario nos plantea un reto altamente necesario: Asegurar de manera eficiente y sostenible este recurso.

La huella hídrica es una herramienta indispensable que mide la totalidad del agua usada de manera directa o indirecta para producir bienes o servicios. De acuerdo con Martínez (2023), la huella hídrica se clasifica en tres tipos según el origen del agua utilizada: Huella hídrica azul (es el total de agua que se extrae de los ríos, lagos o pozos para poder fabricar bienes u ofrecer algún tipo de servicio, incluyendo toda el agua que se gasta y no vuelve a su fuente original), huella hídrica verde **(**corresponde al agua de lluvia que aprovechan los cultivos o procesos industriales directamente del suelo, sin necesidad de extraerla de ríos o pozos; solo cuenta el agua que las plantas o sistemas usan realmente, sin convertirse en desperdicios), huella hídrica gris **(**es la cantidad de agua limpia que se necesitaría para "lavar" los contaminantes que produce la fabricación y distribución de un producto, hasta que el agua residual cumpla con las normas ambientales permitidas).

Varios países en el mundo enfrentan múltiples desafíos en relación al agua, no solo se tiene que garantizar la disponibilidad de este recurso, sino que también se debe optimizar de manera adecuada su uso. La huella hídrica se ha convertido en una herramienta de suma importancia para identificar patrones de consumo excesivo (Hoekstra et al., 2011). Sin embargo, su uso como herramienta en gestión municipal continúa siendo muy limitado, especialmente en lugares donde carecen de sistemas de medición fiables. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL (2021), más del 30% del agua distribuida para la población se pierde por fugas o ineficiencias en el sistema de abastecimiento de agua.

Si bien en Perú el acceso al agua potable está reconocido como derecho fundamental, aún se muestran profundas desigualdades. Pese a que existen planes de saneamiento a todo nivel,

el 25.3% de la población rural y el 4.7% de la población urbana no tiene acceso a redes públicas de suministro de agua, mientras que el consumo promedio per cápita de agua es de 165 litros diarios (OECD, 2021, p. 25).

En el Distrito de Caleta de Carquín, el manejo del agua enfrenta serias dificultades que reflejan los problemas de gestión que afectan a muchas localidades. A diferencia de otros distritos que cuentan con empresas operadoras de agua potable en la municipalidad de Carquín deben encargarse directamente del sistema de abastecimiento, pero lo hace con una gran limitación: No disponen de medidores para saber exactamente cuánta agua se consume en los diferentes servicios que ofrece.

Esta ausencia de medición genera diversos problemas. Por un lado, hace casi imposible identificar si existen fugas en la red o si hay usos excesivos del recurso. Por otro lado, dificulta tomar decisiones con respecto a la eficiencia de su consumo (huella hídrica). La ausencia de medidores en Caleta de Carquín impide cuantificar pérdidas, tal como ocurre en fincas lecheras extensivas donde el desconocimiento del consumo real incrementa la huella hídrica en un 147% frente a sistemas medidos (Yalta et al., 2022).

Actividades cotidianas como el riego de parques, la limpieza de calles o el mantenimiento de infraestructuras públicas consumen grandes cantidades de agua que actualmente no se registran ni controlan. Esta investigación busca precisamente llenar ese vacío de información, proporcionando por primera vez datos concretos sobre el uso del agua en los servicios municipales, lo que permitirá proponer soluciones adecuadas para su manejo sostenible a corto, mediano y largo plazo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuáles son las medidas a implementarse para reducir la huella hídrica de los servicios municipales en el Distrito Caleta de Carquín durante el año 2025?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la huella hídrica de los diferentes servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025?
- ¿Cuáles son las principales fuentes de consumo de agua dentro de los servicios municipales del distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Identificar medidas a implementar para reducir la huella hídrica de los servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025

1.3.2. Objetivos específicos

- Calcular la huella hídrica de los principales servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025.
- Identificar las principales fuentes de consumo de agua dentro de los servicios municipales del distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025

1.4. Justificación de la investigación

La administración eficaz del agua es fundamental para las entidades públicas, sobre todo en zonas con escasez de agua como Caleta de Carquín. Actualmente, la municipalidad no dispone de herramientas de medición o registro (medidores) que faciliten el conocimiento exacto del consumo de agua en aquellos servicios brindados a la población. La escasez de información provoca que se genere un derroche al recurso; y, por otro lado, dificulta la toma de decisiones orientadas a la sostenibilidad. Es por ello que; se busca determinar la huella hídrica de los servicios municipales por medio de la metodología de la Water Footprint Network (WFN). Esto facilita la identificación de puntos críticos de consumo; además, cuantifica el uso total del recurso y plantea opciones de mejora para su gestión.

Conveniencia

Resulta conveniente, ya que dará a la Municipalidad Distrital Caleta de Carquín datos exactos, ordenados y fiables sobre su consumo de agua en actividades esenciales como el riego, limpieza pública, el uso administrativo y el mantenimiento urbano. Estos datos permitirán optimizar recursos y mejorar la planificación.

Relevancia social

Los beneficiarios directos serán los habitantes del distrito caleta de Carquín, ya que, si se gestiona de una manera adecuada el agua, garantiza la calidad de los servicios municipales brindados, reduce desperdicios de agua y asegura la disponibilidad del agua para actividades prioritarias y el bienestar de toda la población.

Implicancia práctica

Contribuye directamente a la solución de un problema real que es la ausencia de datos sobre el consumo de agua en servicios municipales como el riego de áreas verdes, limpieza urbana,

uso administrativo y lavado de unidades municipales. Al medir la huella hídrica y detectar los puntos críticos de consumo, se propondrán medidas concretas de optimización para reducir el uso innecesario del agua y fomentar prácticas sostenibles dentro de la institución.

Utilidad metodológica

Aporta un instrumento metodológico importante ya que desarrolla y valida una ficha de observación y registro diseñada específicamente para municipalidades que no cuentan con medidores de agua. El instrumento permitirá analizar datos de consumo hídrico de manera sencilla, replicable y adaptable.

Valor teórico

La investigación llena un vacío de información en el distrito, ya que no existen estudios previos sobre huella hídrica municipal. Esto contribuye al conocimiento local y puede servir como base para nuevas investigaciones y políticas ambientales.

1.5. Delimitación del estudio

1.5.1. Delimitación temporal

La presente investigación titulada "Medidas para reducir la huella hídrica de los servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025" se desarrollará durante el periodo comprendido desde diciembre del 2025 hasta abril del 2026. Este lapso de 05 meses incluye la etapa de planeamiento, recolección de información, análisis de datos, formulación de propuestas y difusión de los resultados.

1.5.2. Delimitación geográfica

El estudio se llevará a cabo en el distrito de Caleta de Carquín, ubicado en la provincia de Huaura, región Lima, Perú. El distrito de Caleta de Carquín se ubica a una altitud promedio de 18 m s. n. m., cuya ubicación geográfica de referencia en UTM es: 18L 213059 mE; 8776457 mS, para el Datum WGS 84. Limita al norte con el distrito de Huacho, al este con el distrito de Santa María, al sur con el distrito de Hualmay y al oeste con el océano Pacífico. La investigación se va a centrar en todas las instalaciones y servicios que gestiona directamente la municipalidad distrital, como son el abastecimiento y uso del agua en las oficinas municipales, jardines, áreas verdes, plazuelas, limpieza de calles, limpieza de contenedores y otros espacios operativos en donde se use agua.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Espinoza (2024) en su tesis realizada en Ecuador, tuvo como objetivo principal determinar la huella hídrica en el proceso productivo del banano (plátano) de exportación, donde se aplicó la metodología propuesta por Hoekstra que contempla tres componentes: Huella hídrica verde, azul y gris. La metodología se basó principalmente en el registro de datos in situ de evotraspiración, precipitación y producción, incluyendo tanto las cantidades de cajas exportables como la merma, cuyo fin es obtener un cálculo más real del consumo de agua. Como resultado se obtuvo una huella hídrica verde de 210.28 m^3/t, una huella azul de 226.56 m^3/t y una huella hídrica gris de 25.06 m^3/t, alcanzando un valor total de 461.90 m^3/t. Finalmente, se ha concluido que, si bien la hacienda presenta una disponibilidad de agua durante gran parte del año, el mayor consumo se concentra en la época seca debido al riego, lo que evidencia la necesidad de optimizar su aplicación y reducir la contaminación asociada al uso de nitrógeno y cloro en el cultivo.

Reyes (2024), en su tesis realizada en Chile, tuvo como objetivo caracterizar la huella hídrica en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile. La metodología fue comprendida por seis etapas que corresponden al registro del consumo anual de agua, estimación y ajuste de su uso, identificación de oportunidades de mejora, selección de medidas de reducción mediante una evaluación multicriterio y elaboración de un plan de implementación gradual. El resultado fue que la facultad consumió 60530 m^3 de agua, cuya concentración va en artefactos sanitarios (60%), riego (17%) y pérdidas (19%). Las medidas propuestas, orientadas a estos tres focos de mayor impacto, tienen el potencial de reducir en un 48%, estableciendo un plan de acción escalonado a corto, mediano y largo plazo, que va a permitir que en 13 años baje el consumo anual a 29122 m^3. Se concluye que, este trabajo no solo aporta gestión hídrica sostenible de la FCFM, sino que también ofrece una metodología replicable en otras instituciones educativas, contribuyendo a la eficiencia y sostenibilidad en el uso del recurso hídrico. Estos resultados son clave para poder promover de manera eficiente el manejo de agua en cultivos de quinua bajo el riego por gravedad en zonas altoandinas.

Armas y Barragán (2024), en su tesis realizada en Ecuador, tuvo como objetivo principal evaluar la huella hídrica como una herramienta para poder fortalecer la gestión comunitaria

del agua. La metodología empleada fue la del IICA para cuencas hidrográficas, donde se consideran los tres componentes de la huella hídrica (verde, azul y gris); además, el cálculo se realizó mediante los programas CropWat 8.0 y ClimWat 2.2, herramientas que permitieron estimar requerimientos de agua en función de clima, cultivos y demanda hídrica local. Los resultados presentaron una huella hídrica verde de 125281.27 m^3/año, una huella azul de 1834655.89 m^3/año y una huella gris de 134101.61 m^3/año, alcanzando un total de 2094038.77 m^3/año. Se concluyó proponiendo estrategias de gestión para los sectores agrícolas, pecuario y domésticos, dando una mayor importancia al trabajo participativo que permite aprovechar de manera sostenible la disponibilidad actual del recurso

Villarroel (2023) en su tesis realizada en Chile, tuvo como objetivo cuantificar la huella hídrica y otros impactos ambientales asociados directamente a la producción de biodiesel a partir de la microalga *Phaedactylum tricornutum* elaborada en una planta piloto, considerando un contexto donde el cambio climático y la búsqueda de energías más limpias están tomando fuerza. La metodología está basada en un enfoque de ciclo de vida bajo la norma ISO 14046, evaluando indicadores como AWARE, WSI, WDI, eutrofización, ecotoxicidad y toxicidad humana mediante programas como SimaPro y la base de datos Ecoinvent. Los resultados mostraron una huella hídrica de 8.16 m^3 de agua/kg de biodiesel, de la cual el 62% corresponde al consumo directo de agua y cerca del 80% a la etapa de cultivo. Se identificó que las fases de secado (31%), cultivo (22%) y cosecha (17%) son las que más contribuyen a la eutrofización, mientras que el cultivo fue también la principal fuente de contaminación, por emisión de metales pesados. El análisis indicó que el consumo de energía y la distancia de transporte influyen de manera significativa en el desempeño ambiental. En conclusión, la planta piloto resulta adecuada para la producción de biocombustible, ya que su huella hídrica es menor a la reportada y los impactos pueden mitigarse con un tratamiento adecuado. Finalmente, se recomienda optimizar el uso de energía, reducir la distancia de transporte y fortalecer los sistemas de manejo de efluentes para garantizar una producción más sostenible.

Farías (2023), en su tesis realizada en Chile, tuvo como objetivo comparar y evaluar cualitativamente tres metodologías de medición de huella hídrica aplicables a la crianza y exportación de salmones: Water Footprint Network (WFN), ISO 14046 y la certificación azul, con el propósito de determinar cuál resulta más adecuada en este sector. La metodología aplicada se basó en una revisión documentaria y comparativa de los tres métodos, analizando su enfoque conceptual, su estructura metodológica y su aplicabilidad en la industria

salmonera, además de complementarse con opiniones de experto en gestión hídrica y ACV. Los resultados obtenidos fueron que la metodología WFN cuantifica la huella hídrica verde, azul y gris dentro de una estructura accesible y flexible, por otro lado, la ISO 14046 adopta un enfoque de análisis de ciclo de vida (ACV) e integra factores externos, y por último la certificación azul se enfoca en cumplir buenas prácticas de eficiencia hídrica. Se concluyó que tanto la metodología WFN y la ISO 14046 son metodologías útiles, pero la ISO es la más adecuada para este sector.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Vasquez y Arreta (2024), en su tesis realizada en la ciudad de Pucallpa, tuvo como objetivo principal estimar la huella hídrica originada en cuatro lavaderos de autos en la ciudad. La metodología se basó en la propuesta de Hoekstra, desarrollando un estudio de tipo cuantitativo con muestreo no probabilístico para el análisis fisicoquímico de afluentes y efluentes. Como resultado encontrado, se ha determinado que la huella hídrica total alcanzó los 14439.86 m^3 al mes; y 173278.28 m^3 al año, de los cuales 6541.48 m^3 corresponden a la huella azul, y 166736.80 m^3 a la huella gris. Además, se ha identificado que el agua que llega al lavadero supera algunos estándares de calidad, mientras que los efluentes del lavadero Green Wash, a nivel de sólidos disueltos totales superaron el límite permitido, caso similar presentaron los demás lavaderos. Finalmente, se determinó que el principal problema tiene como sustento fundamental en la contaminación del agua, por lo que las estrategias de mejora deben orientarse a reducir el consumo, optimizar el uso del recurso y garantizar el cumplimiento de la normativa, involucrando inversión empresarial y la supervisión de las autoridades.

Galindo (2024), en su tesis realizada en la ciudad de Ayacucho, en la parcela de la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), tuvo como objetivo principal calcular la huella hídrica de la quinua en tres variedades: Pasankalla, Negra Ccollana y Señor de Huerto en un suelo de tipo franco arenoso y regado por gravedad. La metodología consistió en el diseño de un bloque dividido en parcelas completas para cada variedad, mediante el programa CropWat 8.0 y la metodología ofrecida por la FAO, se ha considerado calcular la huella hídrica azul, verde y gris. Los resultados mostraron un rendimiento de 3.93 t/ha para la variedad Pasankalla, 3.42 T/ha para Negra Ccollana y 4.42 T/ha para Señor de Huerto. La huella hídrica total fue de 1722.12 m^3/ton, 1941.93 m^3/ton y 1698.20 m^3/ton, respectivamente. Referente a los componentes, predominó el consumo de agua azul frente al verde en todas las variedades, siendo Negra Ccollana la que registró la

mayor huella hídrica total. En conclusión, se ha evidenciado que la demanda de agua va a aumentar con respecto al avance en el ciclo del cultivo, llegando hasta 40 riegos y 6355.40 m^3/ha por campaña en la variedad más exigente.

Rupay (2024), en su tesis desarrollada en el valle de Majes, Arequipa, tuvo como objetivo principal analizar la huella hídrica derivada de la construcción de la infraestructura de irrigación en la zona. Para ello se aplicó la metodología AWARE (Available Water Remaining), en el marco de un análisis de ciclo de vida, con el fin de estimar la huella de escasez hídrica generada por el uso de materiales de construcción y las actividades asociadas a su transporte y puesta en obra. El procedimiento incluyó la evaluación de insumos como concreto, acero y tierra removida; además se han incorporado indicadores de ecoeficiencia que facilitaron comparar la sostenibilidad y rentabilidad de los principales cultivos que se desarrollan en el área agrícola habitada por el proyecto. Los resultados señalaron que la construcción de embalses, canales, túneles y desarenadores demandó un volumen importante de agua, lo que repercutió en un aumento de la escasez hídrica local. Sin embargo, también se identificaron cultivos más eficientes en el uso del recurso, como la tuna para cochinilla, frente a otros de mayor demanda hídrica, como la alfalfa, lo cual abre posibilidades para orientar la producción agrícola hacia alternativas más sostenibles. En conclusión, la aplicación de la metodología AWARE permitió evidenciar con claridad la magnitud del impacto hídrico ocasionado por este tipo de obras, ofreciendo además un marco metodológico que puede replicarse en futuros proyectos de infraestructura hidráulica en el Perú. Estos hallazgos constituyen un aporte relevante para la gestión sostenible del agua en regiones con alta vulnerabilidad al cambio climático.

Osorio (2022), en su tesis realizada en la provincia de Huancayo, tuvo como objetivo poder determinar la correlación que existe entre la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso del agua en los puestos de abarrotes del mercado de San Jerónimo de Tunán. La metodología fue aplicada a un enfoque cuantitativo, descriptivo–correlacional, con un diseño no experimental y transversal, donde la muestra fue conformada por 40 puestos que están separados en 04 categorías: Alimentos secos y a granel, frutas y verduras, tubérculos y productos derivados de la carne, utilizando encuestas como técnica para la recolección de datos. El resultado fue que se identificó el valor de la huella hídrica indirecta en alimentos a granel de 3753 L/kg, en alimentos secos 34201 L/kg, en frutas 9L5 L/kg, en verduras 604 L/kg, en tubérculos 430 L/kg, en pescados y mariscos 2500 L/kg, en productos avícolas 3900 L/kg, y en carnes 11767 L/kg. Por último, se concluyó que existe una correlación muy

significativa entre la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad en el uso del agua, evidenciando así la necesidad de gestionar de manera más responsable los productos de expendio del mercado de San Jerónimo de Tunán.

Rojas (2022), en su tesis realizada en el distrito de Comas, tuvo como objetivo principal determinar el impacto de la huella hídrica de los participantes del estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios (ECRSD) realizado por la municipalidad distrital de Comas, comparando la modalidad convencional realizada en campo durante el año 20199 y la modalidad virtual en pandemia covid-19 durante el año 2020. La metodología empleada fue establecida por la ISO 14046:2014, que comprende las fases de objetivos y alcances, análisis de inventario, evaluación de impactos ambientales e interpretación de resultados. Por otro lado, para la modalidad convencional se aplicó la guía del MINAM (2019) durante 10 días a 130 viviendas, mientras que en la modalidad virtual se adaptó la misma guía para recolectar datos de 33 viviendas sin trabajos presenciales. Los resultados muestran que la huella hídrica del estudio convencional fue de 190 L/kg, mientras que en el estudio virtual apenas alcanzó 5,1 L/kg, es decir, 37 veces menor. En el uso de agua, el convencional demandó 3181 L/kg frente a 99 L/kg en el virtual. En conclusión, la huella hídrica del estudio convencional fue 97% mayor que la del virtual. Además, en el convencional el mayor impacto se debió al consumo de alimentos, mientras que en el virtual estuvo ligado al uso de la energía eléctrica. En pocas palabras, esto demuestra que las metodologías virtuales generan un impacto ambiental mucho menor, ya que representan una alternativa sostenible frente a las limitaciones de los estudios presenciales.

2.2. Bases teóricas

a) Gestión de servicios municipales

De acuerdo a Mora et al. (2006), se entiende como un grupo de servicios, ya sea de carácter social o comercial que, sin importar quién lo posea, influye en las necesidades y deseos del bienestar tanto de las personas como de la comunidad en un área municipal. En otras palabras, se refiere a las actividades que realizan los gobiernos locales para poder garantizar aquellos servicios básicos que requiere la población, ya sea el regado de áreas verdes, limpieza de calles, mantenimiento de infraestructuras, entre otras. Todas estas acciones van a requerir principalmente un consumo continuo de agua, por lo que evaluar su huella hídrica permite identificar consumos excesivos y plantear alternativas sostenibles.

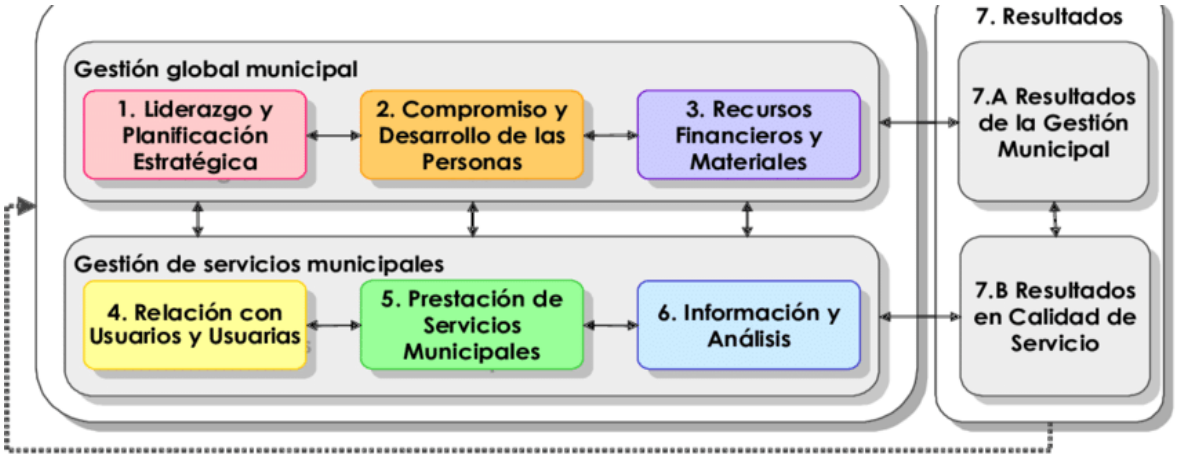


Figura 1. Modelo de Gestión de Calidad de los Servicios Municipales. Fuente: Edmundo (2019)

b) Metodología para el cálculo de la huella hídrica

Existen diversos enfoques metodológicos que permiten calcular y evaluar la huella hídrica, entre los más destacados se encuentran:

- **Water Footprint Network (WFN):** Metodología desarrollada por Hoekstra et al. (2021), distingue en tres elementos la huella hídrica: Huella verde, azul y gris, Esta metodología tiene como objetivo calcular el impacto hídrico de forma integral. La metodología WFN, por medio de esta perspectiva práctica y detallada, se ha transformado en un referente a nivel internacional y se utiliza en diversos ámbitos, incluyendo el ámbito municipal.

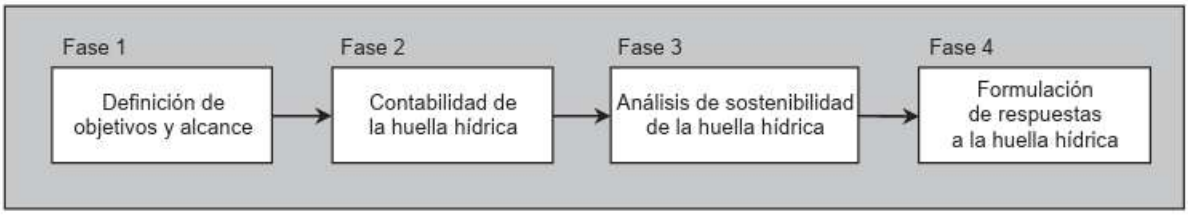


Figura 2. Cuatro fases diferentes de la evaluación de la huella hídrica. Fuente: Hoekstra et al., (2021, p. 31)

- **Norma ISO 14046:2014:** La norma internacional ISO 14046:2014 califica a la huella hídrica en un enfoque de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), donde se considera por un lado la cantidad de agua utilizada, y por otro lado los impactos ambientales asociados. Además, propone un proceso de cuatro fases: Definición de objetivos y alcances, inventario, evaluación de impactos e interpretación de resultados. A diferencia de la WFN, esta metodología está diseñada para integrarse con otras métricas ambientales. (ISO 14046:2014)



Figura 3. Comparación entre la metodología de Huella Hídrica y la norma ISO 14046. Fuente: Antonio (2016, p. 10)

c) Sostenibilidad hídrica

Es la capacidad de asegurar que tanto las generaciones presentes como las futuras tengan acceso al agua, cuidando su calidad y cantidad mediante un uso responsable. Está relacionada con la urgencia de disminuir el uso del agua y fomentar un consumo eficaz en todos los sectores. Para García et al. (2015) las características de la gobernanza local para la sostenibilidad hídrica se fundamentan en el desarrollo teórico y práctico de la administración de los recursos naturales, considerando su disponibilidad y enfocándose en una distribución justa entre las diferentes especies.

d) Eficiencia en el uso del agua

Significa utilizar el recurso de la mejor manera posible con la mínima cantidad de pérdidas o desperdicios. En el contexto municipal, está vinculado con la mejora de las redes de distribución, la reutilización de aguas residuales que hayan sido tratadas y la implementación de tecnologías que disminuyan su uso. Para Cortés (2010, p. 7), los inconvenientes del suministro de agua en áreas urbanas abarcan la contaminación y el agotamiento de las fuentes, el alto coste de la construcción, las fugas en las redes, las tecnologías que no son eficaces, una facturación insuficiente y una conciencia ciudadana limitada. Además, propone que la eficacia en el empleo del agua puede alcanzarse a través de cinco ejes: Sistemas tarifarios. Medición, reglamentación, detección y reparación de pérdidas y educación y comunicación.

Tabla 1.

Usos del Agua en diferentes zonas del mundo (1990)

	Agricultura %	Doméstico %	Industria %	Total, Km^3/año	Requerimientos m^3/habitante/año
África	88	7	5	144	245
Asia	86	6	8	1531	519
Europa	33	13	54	359	713
América N y Central	49	9	42	697	1861
Oceanía	34	64	2	23	905
Sudamérica	59	19	23	133	478
Mundo	69	8	23	3240	644

Nota. Obtenido y adaptado de Worl Resource Institute (1994)

e) **Disponibilidad hídrica:** Se refiere a la cantidad de agua que puede accederse en una zona particular para cubrir las necesidades económicas, humanas y ecosistémicas. La relación entre disponibilidad y demanda es clave para determinar si el uso del recurso es sostenible. Para Botero (2010, p. 20), los indicadores de la disponibilidad hídrica ayudan a comprender como se distribuyen los recursos de agua en la superficie, lo que permite crear programas que se centren en el uso eficaz de este producto.

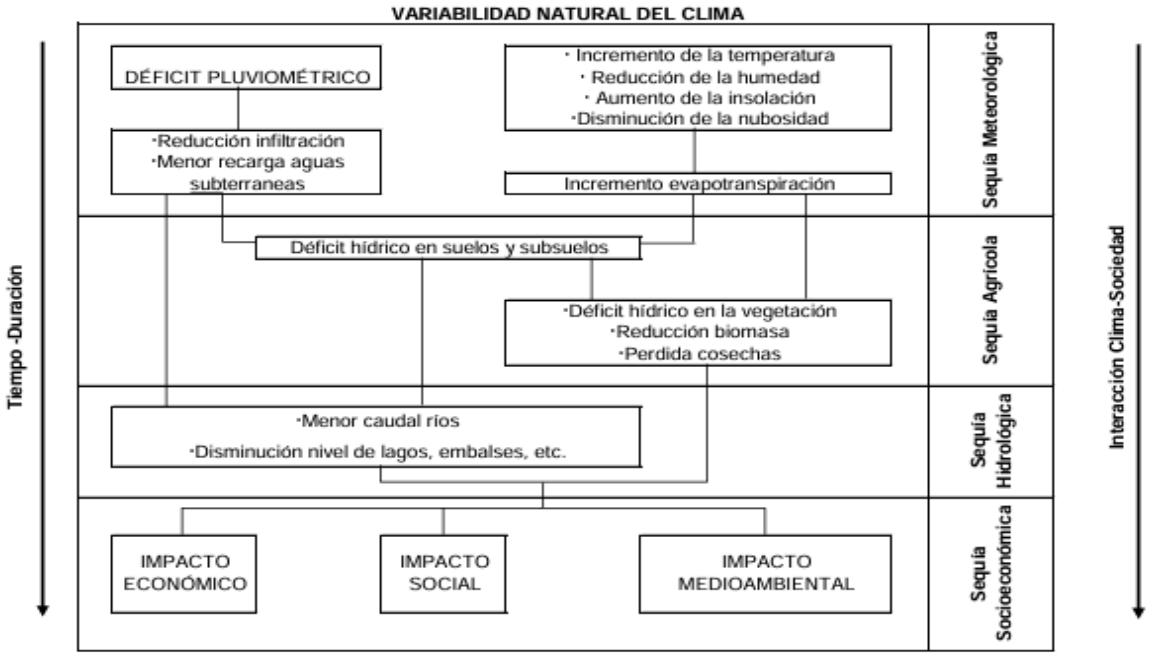


Figura 4. Evolución de la sequía. Fuente: NDMC (1995)

f) **Servicios ecosistémicos del agua:** Según, Retamal et al. (2008, p. 7) los servicios ecosistémicos del agua abarcan los beneficios que los ecosistemas proporcionan al mantener disponibilidad de agua con calidad adecuada para uso humano como beber, cocinar y aseo personal. También, son los beneficios que los ecosistemas acuáticos proporcionan a la sociedad, como la regulación del clima, el abastecimiento de agua limpia, la recarga de acuíferos o la depuración natural de contaminantes. Considerar estos servicios en el cálculo de la huella hídrica ayuda a comprender mejor la interacción entre actividades humanas y ecosistemas.

2.3. Bases filosóficas

La investigación está basada principalmente en el racionalismo y el positivismo, ya que está basado principalmente en la observación y obtención de datos numéricos sobre el agua que se está consumiendo en brindar los diversos servicios municipales, lo que permite analizar la realizad mediante diversos métodos científicos. Como menciona Malleus (2025, p. 70), el racionalismo es parte integral de la mente humana donde la creencia de ciertas verdades o principios son inherentes al intelecto humano.

Asimismo, adopta el pragmatismo, pues busca generar conocimiento útil y aplicable cuyo propósito contribuya a la mejora de la gestión del agua y reducir el desperdicio del recurso. También, se fundamenta la ética ambiental, la cual va a reconocer que el agua es un recurso vital cuya gestión debe realizarse con responsabilidad para poder garantizar su disponibilidad a largo plazo.

En conclusión, la base filosófica respalda la idea de que la gestión responsable del agua no es solo una obligación técnica, sino que también es un compromiso moral tanto con las generaciones presentes y futuras. Es por ello que la investigación se orienta a brindar información clara y comprensible que ayudará a implantar prácticas sostenibles y fomentar una cultura consiente del uso adecuado del agua.

2.4. Definición de términos básicos

a) **Huella hídrica:** Según Hoekstra et al. (2011), es un indicador que va a clasificar mediante un valor numérico el volumen total de agua dulce utilizado, ya sea de manera directa o indirecta al momento de producir algún tipo de bien o servicio.

Su importancia se basa principalmente en que permite conocer la dimensión que genera el impacto hídrico de las actividades humanas, visualizando de esta manera no solo el consumo evidente, sino que, también el que se encuentra oculto en las cadenas de producción.

b) Huella hídrica azul: Para Hoekstra et al. (2011), **s**e refiere al total de volumen de agua, ya sea superficial o subterránea que se consume, bien cuando se evapora, cuando se incorpora a un producto o simplemente no retorna a la misma fuente de donde se extrajo.

c) Huella hídrica gris: De acuerdo con Hoekstra et al. (2011), **es** el volumen de agua que se requiere para poder diluir aquellos contaminantes que se generan por una actividad, esto se hace hasta que el agua residual cumpla con los estándares de calidad ambiental.

d) Vivero: Lo que menciona el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2017), es que el vivero es un espacio o terreno donde se colocan plantas para que puedan crecer y lleguen a un desarrollo adecuado para ser trasplantadas en otro lugar.

e) Área verde: Para el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2001), las áreas verdes son espacios públicos que cuentan con vegetación (árboles, arbustos, césped, etc.) y su objetivo es promover el esparcimiento, la estética urbanística y la preservación.

f) Sostenibilidad: Para Alonso (2013), es descrita como la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para cumplir con las suyas.

g) Eficiencia: Como menciona Martín (2007), la eficiencia consiste en lograr ciertos objetivos establecidos empleando la menor cantidad de recursos. En otras palabras, se considera algo eficiente cuando se combina efectividad y eficiencia al mismo tiempo.

h) Evotranspiración: Según Mañas (2001), se utiliza el término de evotranspiracion para explicar la cantidad total de agua que pierde una planta en forma de vapor a través de la evaporación y la transpiración en un lapso de tiempo determinado.

i) Medidor de agua: Lo que dice Zamora y Esperanza (2022) sobre el concepto de medidor de agua, es referido a un aparato que mide la cantidad de agua que pasa por él, y se utiliza principalmente para cobrar el servicio de agua.

2.5. Hipótesis de investigación

2.5.1. Hipótesis general

- Las medidas a implementarse para reducir la huella hídrica de los servicios municipales en el Distrito Caleta de Carquín durante el año 2025 son la implementación de riego por goteo, el uso de agua reciclada, lavado con pistolas de alta presión, sensibilización y capacitaciones continuas.

2.5.2. Hipótesis específicas

- La huella hídrica de los diferentes servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025 será 120 000 m^3/año, distribuyéndose en huella azul de 59000 m^3/año, huella verde de 1500 m^3/año y huella gris de 59500 m^3/año.
- Las principales fuentes de consumo de agua diferentes servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025 se concentran en actividades como el riego de áreas verdes y el lavado de vehículos.

2.6. Operacionalización de las variables

Tabla 2.

Matriz de operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
(VI): Medidas de gestión y eficiencia hídrica	Conjunto de acciones técnicas, administrativas y de sensibilización orientadas a optimizar el uso del agua y reducir su desperdicio en las actividades municipales (Hoekstra et al., 2021).	Se medirá a través de la identificación y evaluación de propuestas estratégicas implementables en el municipio, considerando infraestructura, procedimientos y prácticas de ahorro de agua.	Gestión técnica	Propuesta de sistemas de riego eficiente.	Ordinal / Nominal
			Gestión administrativa	Propuesta de implementación de planes de mantenimiento de redes.	
			Gestión educativa	Propuesta de programas de sensibilización ambiental.	
(V2): Huella hídrica de los servicios municipales	Indicador que cuantifica el volumen total de agua (azul, verde y gris) utilizado directa e indirectamente en los servicios municipales (Hoekstra et al., 2021).	Se calculará mediante la metodología de la Water Footprint Network (WFN), considerando el consumo de agua en riego, limpieza, mantenimiento e infraestructura municipal.	Huella hídrica azul	Volumen de agua superficial/subterránea consumida (m^3).	Razón (m^3)
			Huella hídrica verde	Uso de agua de lluvia (m^3).	
			Huella hídrica gris	Volumen de agua requerido para diluir contaminantes (m^3).	

Nota. Fuente Propia del autor

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Ubicación

La zona de investigación se encuentra en el distrito de Caleta de Carquín, que es parte de la provincia de Huaura, dentro de la región Lima, Perú. Está situado en la zona central de la costa del país y tiene como límites al norte el distrito de Huacho, al este el distrito de Santa María, al sur el distrito de Végueta y al occidente el océano Pacífico. Tiene una extensión alrededor de 2.23 Km^2 y las coordenadas en UTM del lugar de ejecución fueron: 213059 mE; 8776457 mS, zona 18L para el Datum WGS 84.

3.1.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo básica o pura, ya que no cuenta con una aplicación práctica inmediata; principalmente se enfoca en obtener nuevos conocimientos, comprender los fenómenos y desarrollar teorías generales. Como menciona Naghi (2000), la investigación de tipo pura es útil para organizar y hacer elecciones significativas, en resumen, su objetivo fundamental es obtener información que valide o contradiga la hipótesis inicial de la investigación.

3.1.3. Diseño de investigación

De acuerdo con Narváez (2006) la investigación no experimental se caracteriza por la imposibilidad de modificar las variables independientes. En este método, primero se observan los fenómenos en su estado natural y después se realiza el análisis. En este método de investigación, no es posible asignar a los participantes a determinadas condiciones de manera aleatoria.

Por otro lado, Ortiz (2003) afirma que un diseño transversal es una forma de diseño de investigación en la que se establece la relación entre varias variables analizadas. Los datos se recolectan de uno o más grupos de sujetos en un solo instante.

3.1.4. Nivel de investigación

Según Haro et al. (2024), la investigación descriptiva busca describir las propiedades de un grupo o fenómeno específico, estableciendo conexiones entre variables sin determinar relaciones de causa y efecto.

En otras palabras, es descriptivo porque permitirá determinar el uso y el desperdicio de agua en los servicios públicos, así como identificar los componentes de la huella hídrica (verde, azul y gris).

3.1.5. Enfoque de investigación

Según Medina et al. (2023), la investigación mixta es un enfoque que une tanto los métodos cuantificables como los cualitativos, ya sea en una o más investigaciones cuyo propósito principal es abordar de manera íntegra los fenómenos presentados en la investigación.

Por eso, el enfoque del estudio es mixta, ya que combina el análisis cuantitativo de los volúmenes de agua utilizados y la estimación de la huella hídrica con la recopilación cualitativa de información sobre las prácticas, percepciones y condiciones operativas de los servicios municipales, permitiendo comprender tanto los valores numéricos como el contexto que influye en su gestión.

3.1.6. Conducción del experimento

El proceso va a comenzar con la presentación oficial del proyecto ante la Subgerencia de Gestión Ambiental y Servicios Públicos de la Municipalidad Distrital de Caleta de Carquín, con el objetivo de pedir su apoyo institucional y asegurar el acceso a la información necesaria. Después, se enviará una solicitud formal a las áreas encargadas para conseguir los registros disponibles sobre el uso de agua en actividades como el riego del vivero municipal, el lavado de vehículos municipales y otros servicios que utilicen este recurso.

Una vez que se haya reunido la información de las actividades registradas, aquellas que no tengan registro serán analizadas mediante una encuesta que proporcionará la información tanto cualitativa y cuantitativa para completar el cálculo. Con los datos obtenidos, se usará la metodología de la Water Footprint Network (WFN) para calcular la huella hídrica azul, verde y gris, de acuerdo a lo que sea relevante para el contexto local. Los datos recolectados se organizarán en hojas de cálculo (Excel), lo que ayudará a procesar la información, crear

gráficos comparativos y analizar tendencias para identificar los puntos críticos de alto consumo de agua en los servicios municipales.

Finalmente, basándose en el diagnóstico realizado, se sugerirán medidas de mejora para optimizar el uso del agua y reducir la huella hídrica de los servicios municipales del distrito de Caleta de Carquín. Los resultados se presentarán a la municipalidad como un apoyo técnico para fortalecer su gestión del agua y promover prácticas más sostenibles en el futuro.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población en la que se centrará el estudio incluye los variados servicios del distrito de Caleta de Carquín, perteneciente al municipio, que emplean agua para realizar sus actividades. Esto incluirá la recolección de basura, el cuidado de áreas comunitarias, los servicios administrativos y otros sectores municipales que usan agua, así como el riego para las áreas verdes. Los empleados y funcionarios que se ocupan de administrar los servicios públicos y el medio ambiente municipal también forman parte de esta población.

3.2.2. Muestra

Dado que se seleccionan los servicios municipales que utilizan y consumen más agua, los cuales son los más representativos para determinar la huella hídrica, la muestra de esta investigación se escoge por conveniencia y no aleatoriamente. Por lo tanto, la muestra estará constituida por:

- Servicio de riego de áreas verdes
- Servicio de riego en el vivero municipal
- Servicio de limpieza y lavado de calles, postes y veredas
- Servicio de lavado de contenedores
- Servicio de lavado de vehículos
- Uso administrativo (servicios higiénicos)

Esta selección va a contribuir a conseguir información precisa de las actividades que más influyen en la utilización de agua, y, por ende, en la huella hídrica municipal.

3.3. Técnicas de recolección de datos

Sánchez (2022), indica que la recopilación de datos en una investigación implica juntar y evaluar datos de varias fuentes, con el objetivo de tener una visión completa sobre el tema

que se investiga. La recopilación de información se llevará a cabo mediante varias técnicas y herramientas como observaciones, encuestas y escalas.

En ese sentido, las principales técnicas a utilizar en esta investigación serán las siguientes:

- Revisión documental, informes municipales, normas, registros sobre el consumo de agua y literatura científica pertinente.
- Encuestas aplicadas a los responsables de las áreas tanto operativas como administrativas de la municipalidad encargadas de brindar los servicios, con el fin de conocer las prácticas actuales relacionadas con el uso del agua.
- Observación directa realizada en aquellos espacios donde se desarrollan actividades municipales que demandan agua, como parques, jardines y zonas de limpieza pública.

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

Los resultados se procesarán y examinarán a través de técnicas descriptivas, comparativas y gráficas mediante tablas Excel, lo que posibilitará la identificación de los elementos de la huella hídrica y las posibilidades de disminución. Se formularán sugerencias de gestión y eficiencia del agua, centradas en la sostenibilidad del recurso a nivel municipal. Además, se examinarán las tendencias, hábitos de consumo y elementos que influyan directamente en la gestión del agua. Los datos recopilados se estructurarán en hojas de cálculo. Para calcular la huella hídrica verde, gris y azul relacionada con las actividades municipales seleccionadas, se utilizará el método sugerido por la Water Footprint Network (WFN) Hoekstra et al. (2011).



Figura 5. Uso excesivo del agua en el regado de jardines. Fuente: Elaboración propia.

3.5. Matriz de consistencia

Tabla 3.

Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA	
			VARIABLES	DIMENSIÓNES	INDICADORES		
Problema General ¿Cuáles son las medidas a implementarse para reducir la huella hídrica de los servicios municipales en el Distrito Caleta de Carquín durante el año 2025?	**Objetivo General** Identificar medidas a implementar para reducir la huella hídrica de los servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025	**Hipótesis General** Las medidas a implementarse para reducir la huella hídrica de los servicios municipales en el Distrito Caleta de Carquín durante el año 2025 son la implementación de riego por goteo, el uso de agua reciclada, lavado con pistolas de alta presión, sensibilización y capacitaciones continuas.	**(V1):** Medidas de gestión y eficiencia hídrica	• Gestión técnica • Gestión administrativa • Gestión educativa	• Propuesta de sistemas de riego eficiente. • Propuesta de implementación de planes de mantenimiento de redes. • Propuesta de programas de sensibilización ambiental.	**Tipo de investigación:** Básico. **Nivel:** Descriptivo **Enfoque:** Mixto **Diseño:** No experimental - transversal **Técnicas:** Revisión documental, observación directa, entrevistas semiestructuradas, fichas de registro. Instrumentos: Guía de entrevista, fichas de observación, formatos de registro de consumo hídrico.	**Población:** Servicios municipales del distrito de Caleta de Carquín perteneciente al municipio, que emplean agua para realizar sus actividades **Muestra:** Servicio de riego de áreas verdes Servicio de riego en el vivero municipal Servicio de limpieza y lavado de calles, postes y veredas Servicio de limpieza y lavado de contenedores Servicio de lavado de vehículos Uso administrativo (servicios higiénicos) **Presupuesto estimado:** S/ 1,526.00 aprox.
Problemas Específicos **1.** ¿Cuál es la huella hídrica de los diferentes servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025? **2.** ¿Cuáles son las principales fuentes de consumo de agua dentro de los servicios municipales del distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025?	**Objetivos Específicos** **1.** Calcular la huella hídrica de los principales servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025. **2.** Identificar las principales fuentes de consumo de agua dentro de los servicios municipales del distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025	**Hipótesis Específicos** **1.** La huella hídrica de los diferentes servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025 será 120 000 m3/año, distribuyéndose en huella azul de 59000 m3/año, huella verde de 1500 m3/año y huella gris de 59500 m3/año. **2.** Las principales fuentes de consumo de agua diferentes servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025 se concentran en actividades como el riego de áreas verdes y el lavado de vehículos.	**(V2):** Huella hídrica de los servicios municipales	• Huella hídrica azul • Huella hídrica verde • Huella hídrica gris	• Volumen de agua superficial/subterránea consumida (m^3). • Uso de agua de lluvia (m^3). • Volumen de agua requerido para diluir contaminantes (m^3).		

Nota. Fuente Propia del autor

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Cálculo de la huella hídrica

4.1.1.1. Huella hídrica azul

Servicio de riego de áreas verdes

Como parte del diagnóstico del servicio municipal encargado del riego las áreas verdes del distrito, se identificó que se atienden 28 cerdineles, que en conjunto abarcan aproximadamente 900 m^2, dos plazuelas con una extensión aproximada de 480 m^2 y tres losas deportivas que comprenden 400 m^2. La información fue recopilada mediante la observación directa y a través de la encuesta aplicada durante el mes de diciembre del 2025.

Tabla 4.

Riego de áreas verdes en el distrito caleta de Carquín durante el año 2025

Frecuencia de ejecución	Duración promedio (min)	N° de operarios	Fuente de agua utilizada	Cantidad estimada de agua utilizada (L o m^3)	Área o superficie atendida (m^2)	Observaciones relevantes
3 veces por semana	8 horas - 480 minutos	3	Tanque de agua de 1100 litros	1650 litros	1780 m^2	• Para el riego total de las áreas verdes se utiliza un tanque y medio de agua. • Durante la ejecución del riego se han identificado fugas en la manguera de salida.

Nota. Fuente Propia del autor

La cantidad de agua destinada al riego de las áreas verdes es de 1650 litros. Considerando que se realiza tres veces por semana, el consumo semanal equivale a 4950 litros, mientras que, a nivel mensual, esto representa un consumo aproximado de 19800 litros de agua, equivalente a 19.8 m^3 al mes. Tomando en cuenta la fórmula establecida por la metodología de la Water Footprint Network (WFN) para el cálculo de la huella hídrica azul, se tiene que:

Ecuación 1.

Metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica azul

$$\boldsymbol{HH_{Azul}} = Volúmen\ de\ agua\ consumido\ (m^3)$$

$$HH_{Azul\ mensual} = 19.8\ m^3$$

$$HH_{Azul\ anual} = 237.6\ m^3$$

Servicio de riego en el vivero municipal

A partir de la revisión de información y antecedentes proporcionados por la municipalidad distrital de caleta de Carquín, en relación con el uso del agua en los servicios municipales, se logró identificar el registro del consumo de agua utilizado mensualmente para el riego del vivero municipal durante el año 2025.

Tabla 5.

Riego en el vivero municipal del distrito caleta de Carquín durante el año 2025

Frecuencia de ejecución	Duración promedio (min)	N° de operarios	Fuente de agua utilizada	Cantidad estimada de agua utilizada (L o m3)	Área o superficie atendida (m2)	Observaciones relevantes
10 veces por mes	2 horas - 120 minutos	1	Manguera de ½ pulgada y baldes de 4 litros	235 litros	114 m^2	• El riego se realiza de manera controlada ya que se mantiene estricto control del estado de las plantas del vivero. • No obstante, se ha identificado que el caño presenta fugas.

Nota. Fuente Propia del autor

La cantidad de agua empleada para el riego del vivero municipal es de 235 litros diarios, Esto equivale a un consumo mensual aproximado de 2350 litros, es decir, 2.35 m^3 de agua. En base a estos valores y considerando la fórmula establecida por la metodología de la Water Footprint Network (WFN) para el cálculo de la huella hídrica azul, se tiene que:

$$HH_{Azul\ mensual} = 2.35\ m^3$$

$$HH_{Azul\ anual} = 28.2\ m^3$$

Servicio de limpieza y lavado de calles, postes y veredas

Dentro del servicio municipal encargado de la limpieza y el lavado de calles, postes y veredas, se ha identificado que se baldean cinco calles principales, 25 postes y un total de 270 m^3 de veredas. La información se recopiló mediante la observación directa y a través

de la encuesta aplicada durante el mes de diciembre del 2025, lo que permitió tener una mayor precisión al alcance de estas actividades

Tabla 6.

Limpieza y lavado de calles, postes y veredas del distrito caleta de Carquín durante el año 2025

Frecuencia de ejecución	Duración promedio (min)	N° de operarios	Fuente de agua utilizada	Cantidad estimada de agua utilizada (L o m3)	Área o superficie atendida (m2)	Observaciones relevantes
6 veces por semana	8 horas 480 minutos	5	Baldes de 7 litros	450 litros	700 m2	Se tiene poco control sobre la cantidad de agua utilizada. En determinadas ocasiones, especialmente en festividades o fechas importantes, el consumo se incrementa hasta el doble.

Nota. Fuente Propia del autor

El agua que se empela de manera diaria para realizar ese servicio municipal es de 450 litros de agua, lo que nos da por resultado un consumo semanal aproximado de 2700 litros, equivalente a 10800 litros de agua por mes o 10.8 m^3. En base a estos valores y considerando la fórmula establecida por la metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica azul, se tiene que:

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ mensual}} = 10.8\ m^3$$

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ anual}} = 129.6\ m^3$$

Servicio de lavado de contenedores de residuos sólidos

En el marco del servicio municipal del lavado de contenedores de residuos sólidos, se identificaron un total de 21 contenedores, cada uno con una capacidad de 1100 litros y una ocupación aproximada de 1.4 m^2 de superficie. La información se obtuvo mediante observación directa y a través de una encuesta aplicada durante el mes de diciembre del 2025.

Tabla 7.

Lavado de contenedores de residuos sólidos del distrito caleta de Carquín durante el año 2025

Frecuencia de ejecución	Duración promedio (min)	N° de operarios	Fuente de agua utilizada	Cantidad estimada de agua utilizada (L o m^3)	Área o superficie atendida (m^2)	Observaciones relevantes
6 veces por semana	8 horas 480 minutos	1	Baldes de 7 litros	200 litros	29.4 m^2	Existe un control limitado sobre la cantidad de agua utilizada, ya que por lo general se emplean dos baldes por contenedor; sin embargo, en algunos casos se requiere una mayor cantidad de agua.

Nota. Fuente Propia del autor

Con los datos obtenidos sobre el lavado de los contenedores, se puede inferir que a la semana se están utilizando 1200 litros de agua, lo que equivale a un consumo mensual de 4800 litros aproximadamente, o 4.8 m^3. Según estos valores y considerando la fórmula establecida por la metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica azul, se tiene que:

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ mensual}} = 4.8\ m^3$$

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ anual}} = 57.6\ m^3$$

Servicio de lavado de vehículos

Gracias a la revisión de información y antecedentes de la municipalidad distrital caleta de Carquín sobre el uso del agua en los servicios municipales, se logró obtener registros de la cantidad de agua utilizada para el lavado de vehículos durante cada mes del año 2025.

Tabla 8.

Lavado del camión compactador perteneciente a la municipalidad distrital caleta de Carquín durante el año 2025

Frecuencia de ejecución	Duración promedio (min)	N° de operarios	Fuente de agua utilizada	Cantidad estimada de agua utilizada (L o m^3)	Área o superficie atendida (m^2)	Observaciones relevantes
7 veces por semana	20 minutos	3	Baldes de 4 litros y manguera de ½ pulgada	115 litros	14 m^2	El lavado se realiza de manera diaria, utilizando detergente con el fin de eliminar los malos olores generados por la basura.

Nota. Fuente Propia del autor

Según los datos obtenidos, por día se estaría consumiendo 115 litros, pero como el lavado es a diario, semanalmente se puede calcular un aproximado de 805 litros de agua, lo que equivaldría a 0.805 m^3. Como se lavó durante todo un año ininterrumpido y considerando la fórmula establecida por la metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica azul, se tiene que:

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ mensual}} = 0.805\ m^3$$

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ anual}} = 41.97\ m^3$$

Tabla 9.

Lavado de la moto furgoneta perteneciente a la municipalidad distrital caleta de Carquín durante el año 2025

Frecuencia de ejecución	Duración promedio (min)	N° de operarios	Fuente de agua utilizada	Cantidad estimada de agua utilizada (L o m^3)	Área o superficie atendida (m^2)	Observaciones relevantes
6 veces por semana	30 minutos	1	Baldes de 4 litros y manguera de ½ pulgada	40 litros	4.4 m^2	El lavado se realiza con detergente debido a que se utiliza para transportar los residuos orgánicos al centro de valorización.

Nota. Fuente Propia del autor

Según los datos obtenidos, por día se estaría consumiendo 40 litros, si por semana se tiene un consumo de 240 litros de agua, al mes se estarían empleando 960 litros aproximadamente, o 0.96 m^3. Según estos valores y considerando la fórmula establecida por la metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica azul, se tiene que:

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ mensual}} = 0.96\ m^3$$

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ anual}} = 11.52\ m^3$$

Tabla 10.

Lavado de las 02 camionetas de serenazgo pertenecientes a la municipalidad distrital caleta de Carquín durante el año 2025

Frecuencia de ejecución	Duración promedio (min)	N° de operarios	Fuente de agua utilizada	Cantidad estimada de agua utilizada (L o m^3)	Área o superficie atendida (m^2)	Observaciones relevantes
4 veces por semana	40 minutos	3	Baldes de 4 litros y manguera de ½ pulgada	90 litros	10 m^2	El lavado se realiza con detergente.

Nota. Fuente Propia del autor

Por último, se tiene el consumo de agua con respecto al lavado de las dos camionetas de serenazgo que, según datos, por día se estaría consumiendo 90 litros de agua, pero ya que se lavan cuatro veces por semana, tenemos una estimación de 360 litros o 0.36 m^3. Según estos valores y considerando la fórmula establecida por la metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica azul, se tiene que:

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ mensual}} = 0.36\ m^3$$

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ anual}} = 4.32\ m^3$$

Uso administrativo (servicios higiénicos)

Para el servicio municipal utilizado con fines administrativos (servicios higiénicos), se solicitó al propietario del local un registro aproximado del consumo mensual del agua. Asimismo, la información complementaria se obtuvo mediante la observación directa durante el mes de diciembre del 2025.

Con el fin de contar con datos más precisos, se tomó como referencia al tanque de almacenamiento de 1100 litros disponible en el establecimiento, calculando el tiempo que tarda en vaciarse para estimar el consumo real

Ecuación 2.

Consumo promedio diario en los servicios higiénicos de la municipalidad distrital caleta de Carquín.

$$\textbf{Consumo } \textit{diario (L/día)} = \frac{1100\ L}{4\ días} = 275\ L/día$$

Ecuación 3.

Consumo promedio mensual en los servicios higiénicos de la municipalidad distrital caleta de Carquín

$$275\ L/día \times 30 = 8\,250\ L/mes = 8.25\ m^3/mes$$

Según los datos obtenidos, por mes se estaría consumiendo 8.25 m^3 de agua para los servicios municipales administrativos (baños). Según estos valores y considerando la fórmula establecida por la metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica azul, se tiene que:

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ mensual}} = 8.25\ m^3$$

$$\boldsymbol{HH_{Azul\ anual}} = 99\ m^3$$

4.1.1.2. Huella hídrica verde

Según la metodología de la Water Footprint Network (WFN), la huella hídrica verde se calcula como:

Ecuación 4.

Metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica verde

$$\boldsymbol{HH_{verde}} = ET_{verde}$$

Donde:

- $\boldsymbol{HH_{verde}}$ = Huella hídrica verde (m^3)
- $\boldsymbol{ET_{verde}}$ = Evapotranspiración proveniente del agua de lluvia (m^3)

Al analizar los datos necesarios para el cálculo de la huella hídrica verde, se consideró un valor de 0 debido a que las actividades evaluadas corresponden a un servicio administrativo que utiliza agua proveniente del suministro municipal.

Dentro de las visitas a campo, no se identificaron actividades agrícolas, forestales ni áreas que dependan directamente de la precipitación pluvial, ni existe un sistema de captación o aprovechamiento de agua de lluvia. Tomando en cuenta todos estos factores y considerando la fórmula establecida por la metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica verde, se tiene que:

$$\boldsymbol{HH_{verde}} = ET_{verde}$$

$$\boldsymbol{HH_{verde}} = 0\ m^3$$

4.1.1.3. Huella hídrica gris

Según la metodología de la Water Footprint Network (WFN), la huella hídrica gris se calcula como:

Ecuación 5.

Metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica gris

$$\boldsymbol{HH_{gris}} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}}$$

Donde:

- $\boldsymbol{HH_{gris}}$ = Huella hídrica gris (m^3)

- $\boldsymbol{L}$ = Carga del contaminante (kg/año)
- $\boldsymbol{C_{max}}$ = Concentración máxima permitida según normativa (kg/m^3)
- $\boldsymbol{C_{nat}}$ = Concentración natural del contaminante en el cuerpo receptor (kg/m^3)

En este caso al no contar con la información técnica necesaria para el cálculo de la huella hídrica gris, se tomó como valor 0. Asimismo, el establecimiento no realiza descargas directas a un cuerpo de agua natural, ya que las aguas residuales son derivadas al sistema de alcantarillado municipal. Tomando en cuenta todos estos factores y considerando la fórmula establecida por la metodología WFN para el cálculo de la huella hídrica gris, se tiene que:

$$\boldsymbol{HH_{gris}} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}}$$

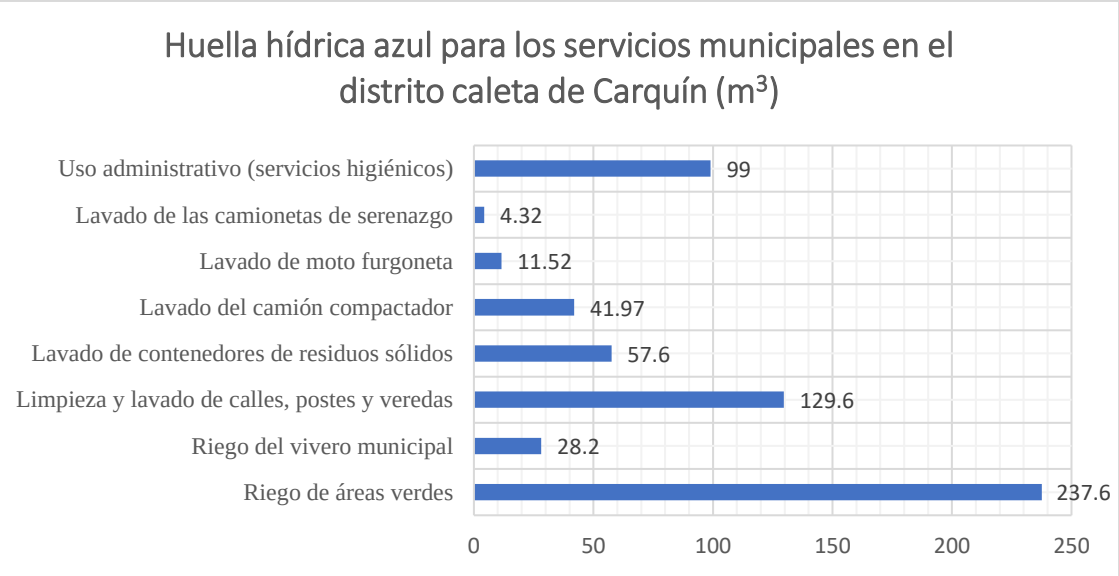
$$\boldsymbol{HH_{gris}} = 0\ m^3$$

4.1.1.4. Huella hídrica anual

A continuación, se desarrolla el análisis de la estimación de la huella hídrica aplicada a los servicios municipales del distrito de caleta de Carquín durante el año 2025, conforme a la metodología establecida.

Figura 6.

Huella hídrica azul durante el año 2025.



Nota. Elaboración propia mediante Excel

Para la estimación de la huella hídrica azul, se sumaron todos los valores obtenidos mediante los instrumentos previamente aplicados, obteniéndose como resultado un total de 609.81 m^3/año,

En cuanto a la huella hídrica verde y la huella hídrica gris, ambas fueron consideradas con un valor de 0 m^3/año, debido a que no se registró consumo de agua de lluvia almacenada en el suelo ni se dispuso de información técnica para la evaluación de carga contaminante, respectivamente.

Con estos datos y conforme a la metodología establecida por la Water Footprint Network (WFN) para el cálculo de la huella hídrica total, se determina que:

Ecuación 6.

Huella hídrica total

$$\boldsymbol{HH_{total}} = HH_{azul} + HH_{verde} + HH_{gris}$$

Donde:

- $\boldsymbol{HH_{total}}$ = Huella hídrica total (m^3/año)
- $\boldsymbol{HH_{azul}}$ = Huella hídrica azul (m^3/año)
- $\boldsymbol{HH_{verde}}$ = Huella hídrica verde (m^3/año)
- $\boldsymbol{HH_{gris}}$ = Huella hídrica gris (m^3/año)

$$\boldsymbol{HH_{total}} = 609.81\ m^3 + 0\ m^3 + 0\ m^3$$

$$\boldsymbol{HH_{total}} = \boldsymbol{609.81\ m^3/año}$$

Por lo tanto, la huella hídrica total anual de los servicios municipales del distrito de caleta de Carquín para el año 2025 es de 609.81 m^3/año.

Este resultado indica que el consumo de agua del servicio evaluado proviene exclusivamente del suministro municipal, no registrándose aprovechamiento de agua de lluvia ni generación cuantificable de carga contaminante, por ende, se podría inferir que solo se relacionan de manera directa con la huella hídrica azul.

4.1.2. Principales fuentes de consumo

Con la finalidad de identificar y clasificar los servicios municipales con mayor demanda de agua, se realizará un análisis del consumo hídrico tanto a nivel mensual como anual.

Tabla 11.

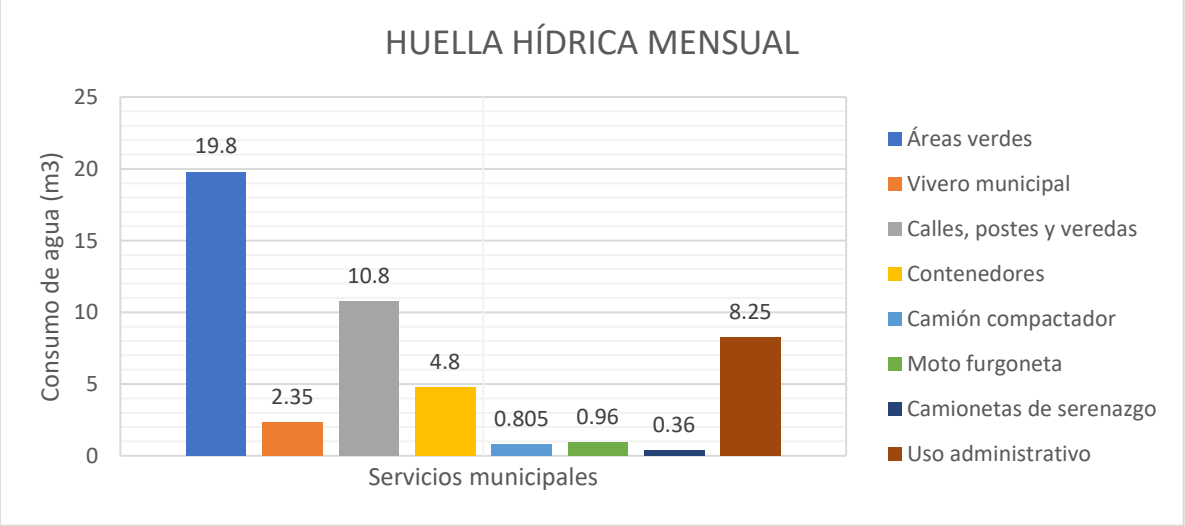
Huella hídrica mensual y anual de los servicios municipales del distrito caleta de Carquín

Servicio municipal	Huella hídrica mensual	Huella hídrica anual
Servicio de riego de áreas verdes	19.8 m^3	237.6 m^3
Servicio de riego en el vivero municipal	2.35 m^3	28.2 m^3
Servicio de limpieza y lavado de calles, postes y veredas	10.8 m^3	129.6 m^3
Servicio de lavado de contenedores de residuos sólidos	4.8 m^3	57.6 m^3
Servicio de lavado del camión compactador	0.805 m^3	41.97 m^3
Servicio del lavado de la moto furgoneta	0.96 m^3	11.52 m^3
Servicio de lavado de las camionetas de serenazgo	0.36 m^3	4.32 m^3
Uso administrativo (servicios higiénicos)	8.25 m^3	99 m^3

Nota. Fuente Propia del autor

Figura 7.

Huella hídrica mensual

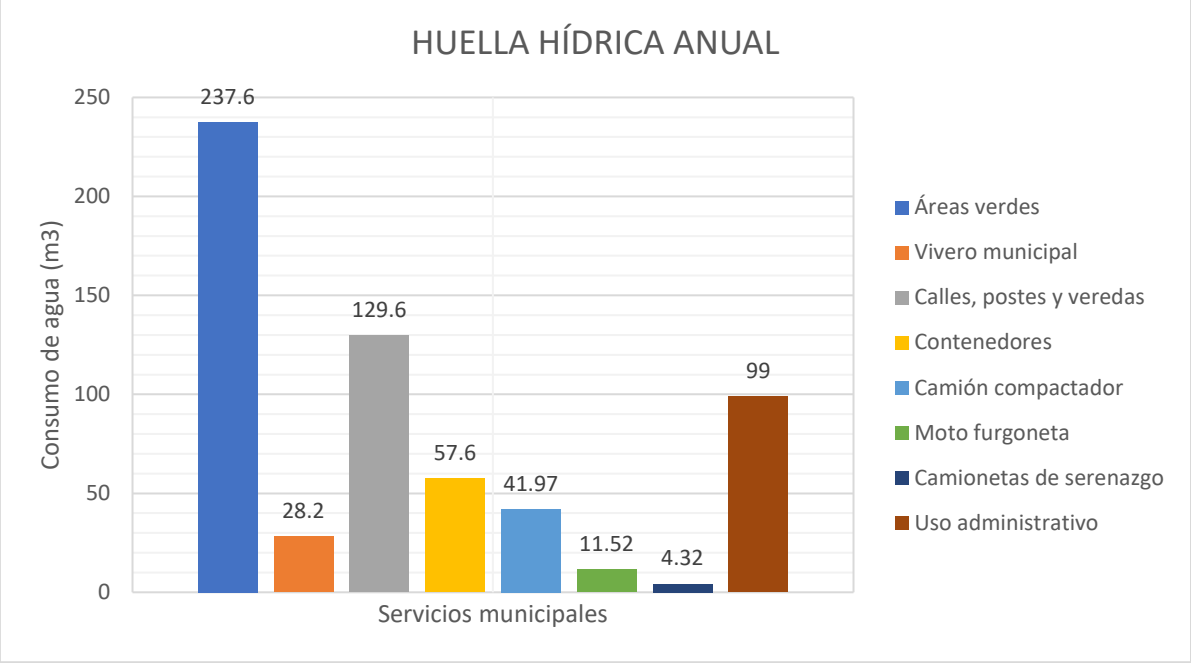


Nota. Elaboración propia mediante Excel

Según la *figura 7*, en relación con la huella hídrica mensual, el servicio municipal que presenta una mayor demanda de agua es el regado de áreas verdes (19.8 m^3). Le sigue el servicio de limpieza y lavado de calles, postes y veredas (10.8 m^3); el uso administrativo (8.25 m^3); el lavado de contenedores de residuos sólidos (4.8 m^3); el regado del vivero municipal (2.35 m^3); el lavado de la moto furgoneta (0.96 m^3); el lavado del camión compactador (0.805 m^3); y, finalmente, el lavado de las camionetas de serenazgo (0.36 m^3).

Figura 8.

Huella hídrica anual



Nota. Elaboración propia mediante Excel

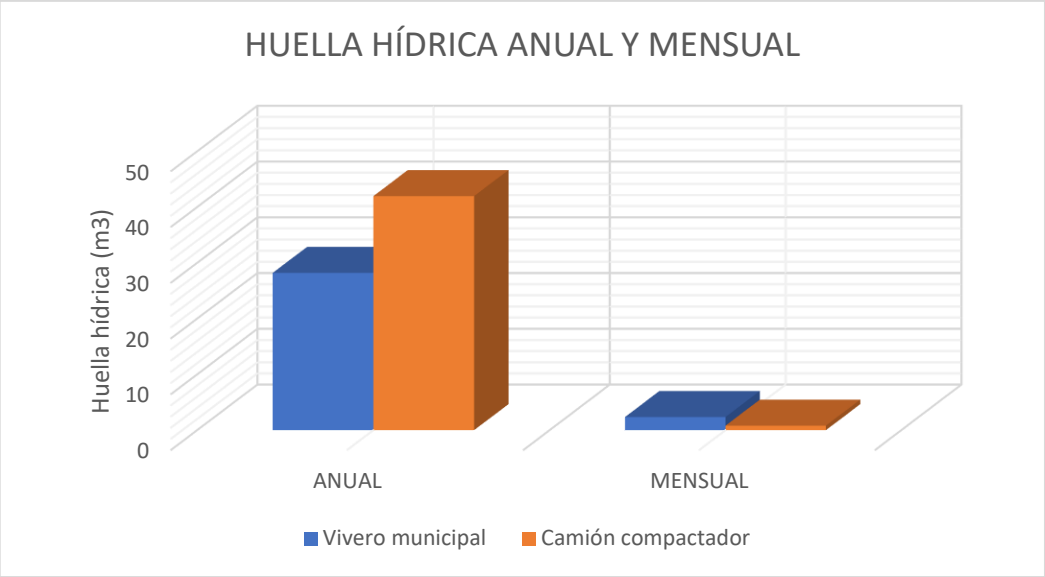
Por su parte, en la *figura 8* se observa que, a nivel anual, el servicio con mayor demanda continúa siendo el regado de áreas verdes (237.6 m^3), seguido del servicio de limpieza y lavado de calles, postes y veredas (129.6 m^3); el uso administrativo o servicios higiénicos (99 m^3); y el lavado de contenedores de residuos sólidos (57.6 m^3).

En este punto, se evidencia una variación respecto al quinto lugar. Si bien en el análisis mensual el regado del vivero municipal supera al lavado del camión compactador (*figura 9*), debe considerarse que el dato del vivero es aproximado, mientras que el lavado del camión compactador se tiene por dato que se realiza durante los 365 días del año (41.97 m^3).

Esta diferencia en la frecuencia de operación explica la variación de la clasificación anual. Posteriormente se ubican el regado del vivero municipal (28.2 m^3), el lavado de la moto furgoneta (11.52 m^3) y, finalmente, el lavado de las camionetas de serenazgo (4.32 m^3).

Figura 9.

Diferencias entre huella hídrica mensual y anual



Nota. Elaboración propia mediante Excel

4.1.3. Medidas de reducción

Para poder plantear las posibles medidas de reducción, se hace el diagnóstico final con respecto al consumo de agua durante el año 2025 (huella hídrica).

Tabla 12.

Consumo de agua durante el año 2025 en los servicios municipales

Área	Actividad principal	Uso de agua	Cantidad (m3)
Áreas verdes	Riego	Alta	237.6 m^3
Limpieza y lavado de calles, postes y veredas	Riego	Alta	129.6 m^3
Uso administrativo (servicios higiénicos)	Uso de baño y duchas	Alta	99 m^3
Lavado de contenedores de residuos sólidos	Baldeo	Media	57.6 m^3
Lavado de camión compactador	Limpieza y lavado	Media	41.97 m^3
Vivero municipal	Regado	Media	28.2 m3
Lavado de moto furgoneta	Limpieza y lavado	Baja	11.52 m^3
Lavado de camionetas de serenazgo	Limpieza y lavado	Baja	4.32 m^3

Nota. Fuente Propia del autor

4.1.3.1. Identificación de pérdidas y eficiencia respecto al uso del agua

Los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los 8 encargados de los servicios municipales evidencian que, aunque se realizan algunos mantenimientos básicos en las tuberías y mangueras, persisten fugas y pérdidas de agua durante las actividades, lo que muestra que estas acciones no son totalmente efectivas.

Tabla 13.

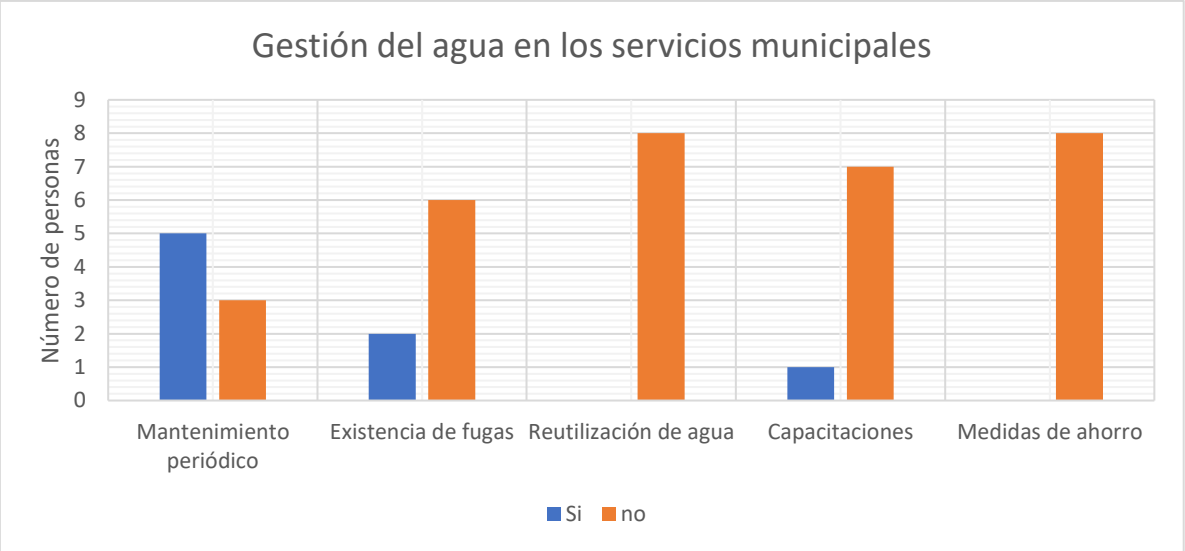
Resultados de la encuesta sobre el manejo del agua por los responsables de los servicios municipales

Pregunta	Si	Si (%)	No	No (%)
Mantenimiento periódico	5	62.5 %	3	37.5 %
Existencia de fugas	2	25 %	6	75 %
Reutilización de agua	0	0 %	8	100 %
Capacitaciones	1	12.5 %	7	87.5 %
Medidas de ahorro	0	0 %	8	100 %

Nota. Fuente Propia del autor

Figura 10.

Percepción de los responsables sobre la gestión del agua en los servicios municipales



Nota. Elaboración propia mediante Excel

Por otro lado, no se observan práctica de reutilización de agua ni implementación de medidas de ahorro, y la capacitación del personal en el uso eficiente del recurso es limitada. Adicional a ello, durante la aplicación de la ficha se observó que el mantenimiento no sigue un cronograma formal, sino que se realiza de manera reactiva ante fallas.

4.1.3.2. Componente de percepción y gestión adecuada del agua

Los resultados obtenidos respecto al componente de percepción y gestión adecuada del agua evidencian el nivel de conocimiento, compromiso institucional e implementación de prácticas orientadas al uso eficiente del recurso hídrico de los 08 encargados responsables de brindar los servicios municipales fueron los que se ven a continuación.

Tabla 14.

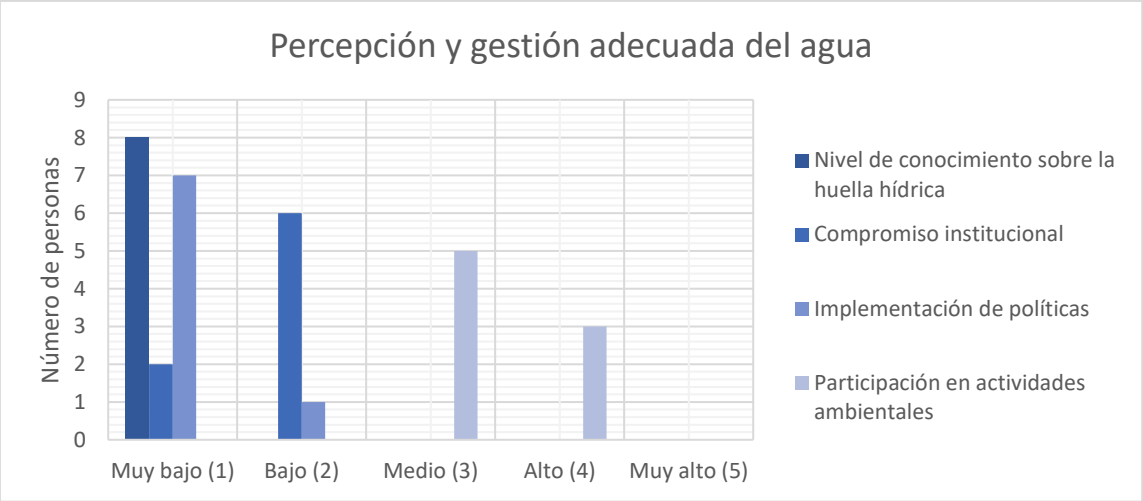
Resultados del componente de percepción y gestión adecuada del agua

Aspecto	Muy bajo (1)	Bajo (2)	Medio (3)	Alto (4)	Muy alto (5)
Nivel de conocimiento sobre la huella hídrica	8	0	0	0	0
Compromiso institucional	2	6	0	0	0
Implementación de políticas	7	1	0	0	0
Participación en actividades ambientales	0	0	5	3	0

Nota. Escala de valoración (1 = muy bajo / 5 = muy alto)

Figura 11.

Promedio de valoración del componente de percepción y gestión adecuada del agua



Nota. Elaboración propia mediante Excel

Los resultados evidencias debilidades importantes en la percepción y gestión adecuada del agua, ya que el nivel de conocimiento sobre la huella hídrica, la implementación de políticas internas y el compromiso institucional presenta valorizaciones súper bajas; si bien la participación en actividades ambientales alcanzó una media adecuada, este resultado no compensa las demás deficiencias.

4.1.3.3. Propuestas de reducción de la huella hídrica

Luego de analizar la huella hídrica anual de los servicios municipales, identificar las principales fuentes de consumo y evaluar las debilidades en la gestión institucional, se plantean las siguientes propuestas de reducción.

a) Áreas de riego (áreas verdes y vivero municipal)

Dado que el riego de áreas verdes representa el mayor consumo anual (237.6 m^3), se propone:

- **Implementar sistema de riego tecnificado por goteo:** Permite aplicar el agua directamente a la raíz de las plantas, reduciendo pérdidas por evaporación.
- **Elaborar un cronograma formal de riego y mantenimiento preventivo:** Se puede realizar el riego en horas de menor radiación solar (temprano o al atardecer) para disminuir la evaporación y el mantenimiento de las mangueras y válvulas para evitar fugas.

b) Limpieza y lavado de calles, portes y veredas

Siendo el segundo servicio con mayor consumo (129.6 m^3), se recomienda:

- **Implementar el uso de agua reciclada:** Proveniente del lavado de vehículos o de otras actividades similares.
- **Optimizar las técnicas de limpieza:** Utilizando escobas y barrido en seco antes de aplicar el agua, reduciendo así el volumen necesario.

c) Lavado de vehículos municipales

Aunque el consumo es medio y bajo en comparación con otras áreas, el lavado de vehículos se realiza de forma constante durante todo el año. Por ello se planeta:

- **Incorporar pistolas de alta presión:** Esto va a disminuir el caudal utilizado para el lavado de los vehículos.
- **Implementar técnicas de lavado en seco:** Especialmente para las unidades de menor exposición a residuos.

d) Uso administrativo (servicios higiénicos)

Considerando que el uso administrativo representa 99 m^3 anuales, se propone:

- **Instalar dispositivos sanitarios ahorradores**: Ya sean inodoros de doble descarga y grifos con temporizador o aireadores.
- **Implementar señalización interna de sensibilización**: Esta acción va a promover el uso responsable del agua y dando la importancia a reducir la huella hídrica institucional.

e) Propuestas transversales (gestión institucional

Los resultados evidenciaron ausencia de políticas internas, escasa capacitación y nula reutilización del agua. Por ello, se propone:

- Diseñar e implementar políticas internas de gestión eficiente del agua
- Desarrollar capacitaciones dirigidas a los responsables de cada servicio.
- Establecer indicadores de monitoreo mensual del consumo de agua.

Las medidas propuestas no solo buscan reducir el consumo de agua, sino impulsar una transformación institucional basada en el compromiso, planificación y seguimiento continuo.

Tabla 15.

Propuestas de reducción para la huella hídrica anual

Área	Propuesta de reducción
Riego	Implementar sistema de riego tecnificado por goteo / elaborar un cronograma formal de riego y mantenimiento preventivo.
Limpieza	Uso de agua reciclada / optimizar las técnicas de limpieza.
Vehículos	Lavado con pistolas de alta presión / lavado en seco.
Baños	Instalación de equipos sanitaros ahorradores / sensibilización.
General	Capacitaciones / señalizaciones / monitoreo.

Nota. Fuente Propia del autor

4.2. Contrastación de hipótesis

La contrastación de la hipótesis se realiza a partir de los resultados obtenidos en el cálculo de la huella hídrica anual de los servicios municipales del distrito de caleta de Carquín durante el año 2025, así como del análisis de las principales fuentes de consumo y las medidas de reducción propuestas.

4.2.1. Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis general:

"Las medidas a implementarse para reducir la huella hídrica de los servicios municipales en el Distrito Caleta de Carquín durante el año 2025 son la implementación de riego por goteo, el uso de agua reciclada, lavado con pistolas de alta presión, sensibilización y capacitaciones continuas".

Análisis

Se determinó que la huella hídrica total anual asciende a 609.81 m^3/año, correspondiente exclusivamente a la huella hídrica azul, debido a que no se registró aprovechamiento de agua de lluvia ni se contó con información técnica suficiente para cuantificar carga contaminante.

Asimismo, se identificó que el mayor consumo de agua se concentra en:

- Riego de áreas verdes (8237.6 m^3/año).
- Limpieza y lavado de calles, postes y veredas (129.6 m^3/año).
- Uso administrativo – servicios higiénicos (99 m^3/año).

Además, el diagnóstico institucional evidenció debilidades significativas en:

- Ausencia de reutilización de agua (100% de los encuestados indició que no se aplica).
- Escasa capacitación del personal (solo 12.5 % manifestó haber recibido capacitación).
- Falta de políticas internas formales de ahorro y control.
- Mantenimiento correctivo y no preventivo.
- Presencia de fugas en mangueras y conexiones.

En ese sentido, las medidas propuestas (riego tecnificado por goteo, uso de agua reciclada, pistolas de alta presión, dispositivos sanitarios ahorradores, sensibilización y capacitación

continua) guarda relación directa con las principales fuentes de consumo identificadas y con las deficiencias de gestión detectadas.

Decisión

Es por ello que, ***la hipótesis general queda aceptada***, debido a que las medidas planteadas se sustentan en los resultados obtenidos, demostrando coherencia entre el problema identificado, el diagnóstico realizado y las soluciones propuestas.

4.2.2. Contrastación de la hipótesis específica 1

Hipótesis específica 1:

La huella hídrica de los diferentes servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025 será 120 000 m^3/año, distribuyéndose en huella azul de 59000 m3/año, huella verde de 1500 m^3/año y huella gris de 59500 m^3/año.

Análisis

Los resultados obtenidos muestran que la huella hídrica total anual asciende a 609.81 m^3/año, distribuida de la siguiente manera:

- Huella hídrica azul: 609.81 m^3/año
- Huella hídrica verde: 0 m^3/año
- Huella hídrica gris: 0 m^3/año

Se observa una diferencia considerable entre el valor proyectado en la hipótesis (120000 m^3/año) y el valor real obtenido (609.81 m^3/año). La sobreestimación inicial se debió a una proyección teórica sin contar con datos reales de consumo o a una estimación preliminar basada en supuestos generales.

Asimismo, no se registró uso de agua de lluvia almacenada en el suelo o sistemas de captación pluvial, por lo que la huella verde fue nula, tampoco se contó con parámetros de carga contaminante ni concentraciones normativas que permitan calcular la huella gris conforme a la metodología WFN, motivo por el cual se consideró también un valor nulo.

Decisión:

Por lo tanto, ***la hipótesis específica 1 queda rechazada***, ya que los resultados obtenidos no coinciden con los valores planteados inicialmente, evidenciándose una diferencia elevada entre la estimación proyectada y la medición real.

4.2.3. Contrastación de la hipótesis específica 2

Hipótesis específica 2:

Las principales fuentes de consumo de agua diferentes servicios municipales en el distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025 se concentran en actividades como el riego de áreas verdes y el lavado de vehículos.

Análisis:

Los resultados muestran que el mayor consumo anual corresponde al riego de áreas verdes (237.6 m^3/año), confirmando parcialmente lo planteado. Sin embargo, el segundo mayor consumo no corresponde al lavado de vehículos, sino al servicio de limpieza y lavado de calles, postes y veredas (129.6 m^3/año), seguidos del uso administrativo (99 m^3/año).

El lavado de vehículos, aunque representa un consumo constante durante el año, no constituye uno de los principales focos de demanda hídrica en comparación con los servicios mencionados. En este sentido, la hipótesis acierta en identificar al riego como principal fuente de consumo, pero no en ubicar al lavado de vehículos como uno de los mayores demandantes del recurso.

Decisión:

En consecuencia, ***la hipótesis 2 queda parcialmente aceptada***, debido a que solo uno de los supuestos planteados (riego como principal fuente) fue confirmado por los resultados.

4.2.4. Síntesis de la contrastación

La contrastación de la hipótesis evidencia que:

- El consumo real del distrito es moderado en términos cuantitativos.
- El problema principal no radica en un volumen extremadamente elevado de consumo, sino en la ausencia eficiente, planificación y cultura institucional orientada al ahorro
- Las medidas propuestas responden directamente a las debilidades detectadas, fortaleciendo la coherencia entre diagnóstico y propuesta.

De esta manera, la investigación permite sustentar técnicamente la necesidad de implementar estrategias de eficiencia hídrica de los servicios municipales del distrito de caleta de Carquín.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos permitieron determinar que la huella hídrica total anual de los servicios municipales del distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025 asciende a 609.81 m^3/año, correspondiente exclusivamente a la huella hídrica azul.

Este resultado evidencia que el consumo de agua proviene únicamente del suministro municipal, no registrándose aprovechamiento de agua de lluvia ni estimación cuantificable de carga contaminante. En comparación con la hipótesis específica planteada inicialmente (120000 m^3/año), se observa una diferencia considerable, lo cual demuestra que el consumo real es significativamente menor al proyectado.

Sobre la composición exclusivamente de la huella hídrica azul, resulta interesante contrastarla con lo hallado por Espinoza (2024) en Ecuador, quien al estudiar el proceso productivo del banano de exportación obtuvo una huella hídrica verde de 210.28 m^3/t, una azul de 226.56 m^3/t y una gris de 25.06 m^3/t, sumando un total de 461.90 m^3/t. En este caso, la presencia de los tres componentes se explica por la naturaleza agrícola de la actividad, mientras que en el contexto municipal de Caleta de Carquín, ninguna de esas condiciones se presenta, por lo que se justifica plenamente que la huella sea exclusivamente azul.

En esa misma línea, Galindo (2024) analizó la huella hídrica de tres tipos de quinua en Ayacucho y halló que las huellas hídricas totales variaban entre 1,698.20 y 1,941.93 m^3/ton, con el componente azul superando al componente verde en cada una de las variedades. Aunque es un estudio agrícola con dimensiones mucho más grandes que las de este trabajo, la presencia predominante de la huella azul refuerza la idea de que, cuando el agua utilizada proviene sobre todo de fuentes artificiales (ya sea a través del riego o mediante la red municipal), este componente suele concentrar la mayor parte del consumo hídrico total.

Sin embargo, si se compara con estudios más recientes, el trabajo de Reyes (2024) en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile es quizás el mas representante. Se registró un consumo anual de 60530 m^3, distribuido principalmente entre artefactos sanitarios (60%), riego de áreas verdes (17%) y pérdidas por fugas (19%). Si bien la magnitud es incomparablemente mayor a los 609.81 m^3/año de Caleta de Carquín (diferencia que se explica por la escala de ambas instituciones), la estructura de consumo guarda gran relación: En ambos casos el riego de áreas verdes y el uso sanitario son los que

mayor demanda presentan. Además, se demostró que aplicando medidas técnicas concretas es posible reducir el consumo en un 48% en poco más de una década.

Por otro lado, Armas y Barragán (2024) evaluaron la huela hídrica en una cuenca hidrográfica de Ecuador, obteniendo un total de 2094038.77 m^3/año, con un predominio de la huella azul (1,834,655.89 m^3/año) frente a la verde y gris. Si bien la escala territorial no es compatible con la elaborada en el presente estudio, se coincide en recomendar estrategias participativas de gestión del recurso hídrico, ya sea para el sector agrícola o para uso doméstico. Esta orientación hacia la participación activa y la planificación conjunta es perfectamente aplicable al contexto municipal de Caleta de Carquín, donde la falta de políticas internas de ahorro y la ausencia de capacitación al personal representa las principales debilidades identificadas.

También, el estudio de Vasques y Arreta (2024) en lavaderos de autos en Pucallpa, reportó una huella hídrica total de 173278.28 m^3/año, de los cuales 6541.48 m^3 correspondieron a huella azul y 166,736.80 m^3 a huella gris. La diferencia con el presente estudio a nivel cuantitativo es muy grande, pero en ambas situaciones el diagnóstico es similar en cuanto a las causas del problema: Ausencia de mecanismos de control, falta de reutilización del agua y carencia de supervisión técnica.

El estudio de Osorio (2022) en el mercado de San jerónimo de Tunán, Huancayo, aportó una perspectiva diferente al evaluar la huella hídrica indirecta de productos alimenticios encontrando valores como 34,201 L/kg en alimentos secos o 11,767 L/kg en carnes. Si bien el enfoque es distinto, la investigación demostró que existe una correlación significativa entre la huella hídrica y la sostenibilidad en el recurso del agua, lo cual subraya la importancia de gestionar este recurso de forma responsable en cualquier escala.

Finalmente, Rojas (2022) comparó la huella hídrica de un estudio de caracterización de residuos sólidos realizado de manera convencional versus virtual en el distrito de Comas, encontrando que la modalidad presencial generó una huella de 190 L/kg frente a apenas 5.1 L/kg en la virtual, es decir, 37 veces menor. Si bien este antecedente no guarda una relación directa con los servicios municipales evaluados, su aporte radica en visibilizar cómo las decisiones operativas y metodológicas al interior de las instituciones pueden tener consecuencias muy distintas sobre el consumo hídrico. En Caleta de Carquín, decisiones como incorporar riego tecnificado, remplazar equipos de limpieza convencional por equipos ahorradores, pueden traducirse en reducciones significativas del consumo anual

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La huella hídrica de los servicios municipales del distrito de Caleta de Carquín durante el año 2025 ascendió a 609.81 m³/año, valor que corresponde íntegramente a la huella hídrica azul. Los componentes verde y gris registraron un valor de 0 m³/año, dado que no se identificó aprovechamiento de agua de lluvia ni descarga contaminante cuantificable en ninguno de los servicios evaluados. Este resultado refleja que el consumo hídrico institucional proviene en su totalidad del suministro de la red pública, lo cual es coherente con la naturaleza urbana y operativa del municipio.
- Las principales fuentes de consumo de agua dentro de los servicios municipales del distrito de Caleta de Carquín son el riego de áreas verdes con 238.6 m³/año, el servicio de limpieza y lavado de calles con 129.6 m³/año y el uso administrativo en servicios higiénicos con 99 m³/año. Estos tres servicios concentran la mayor demanda hídrica institucional y representan los puntos críticos sobre los cuales debe orientarse cualquier estrategia de reducción del consumo. Los demás servicios evaluados registraron volúmenes menores, pero igualmente forman parte del consumo total identificado.
- Las medidas más viables para reducir la huella hídrica de los servicios municipales del distrito de Caleta de Carquín son la implementación de riego tecnificado por goteo en áreas verdes, el aprovechamiento de agua reciclada para el lavado de calles, la instalación de dispositivos sanitarios ahorradores en las instalaciones administrativas y el desarrollo de un programa continuo de capacitación al personal municipal. Estas propuestas se sustentan en las deficiencias identificadas durante el diagnóstico: ausencia de reutilización del agua, falta de políticas internas de ahorro, mantenimiento reactivo y bajo nivel de conocimiento del personal sobre eficiencia hídrica. En conjunto, constituyen una ruta de acción concreta y progresiva para transformar la gestión del recurso hídrico a nivel institucional.

6.2. Recomendaciones

- Implementar un sistema de riego tecnificado por goteo en las áreas verdes del distrito, priorizando los espacios con mayor extensión y frecuencia de riego.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo periódico de mangueras, válvulas y conexiones, con el fin de evitar pérdidas por fugas.
- Implementar un sistema de riego tecnificado por goteo en las áreas verdes y vivero del distrito, priorizando los espacios con mayor extensión y frecuencia de riego-
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo periódico de mangueras, válvulas y conexiones, con el fin de evitar pérdidas por fuga.
- Incorporar el uso de pistolas de alta presión para el lavado de vehículos municipales, reduciendo el caudal en cada actividad.
- Evaluar la viabilidad de reutilizar el agua proveniente del lavado de vehículos para actividades de limpieza de calles y contenedores.
- Instalar dispositivos sanitarios ahorradores en los servicios higiénicos administrativos.
- Diseñar e implementar una política interna de gestión eficiente del agua, incluyendo indicadores de monitoreo mensual de consumo.
- Desarrollar capacitaciones periódicas dirigidas al personal municipal sobre el uso eficiente del agua y reducción de la huella hídrica.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

Alonso Bedate, C. (2013). *¿Es sostenible el mundo en que vivimos? un enfoque interdisciplinar.* Madrid, España: Repositorio Institucional. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Es_sostenible_el_mundo_en_que_vivimos/r8nZ5LPTZbIC?hl=es-419&gbpv=0&kptab=overview

Antonio Hilbert, J. (2016). *Análisis de Emisiones Producción de Bioetanol y Coproductos ACABIO Cooperativa Limitada.* Repositorio ResearchGate. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.18613.27369

Armas Armas, J., y Barragán Gallegos, J. (2024). *Evaluación de la huella hídrica de la microcuenca del río Alao en el fortalecimiento de su gestión y política comunitaria.* Repositorio Institucional - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de https://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/22663

Arreguín Cortés, F. (2010). *Uso eficiente del agua* (Vol. 2). México: Repositorio Institucional IMTA. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.12013/1274

Autoridad Nacional del Agua - ANA. (2015). *Huella hídrica del Perú. Sector agropecuario.* Repositorio Institucional ANA. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12543/197

Botero Acosta, A. (2010). *Aproximaciones para la evaluación de la disponibilidad hídrica.* Repositorio Institucional Séneca. Obtenido de https://hdl.handle.net/1992/11242

Chota Vasquez, N., y Arreta Obregon, S. (2024). *CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA EN CUATRO LAVADEROS DE VEHÍCULOS DE LA CIUDAD DE PUCALLPA, 2023.* Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNU_86bb48da7a2184afe609666b66bfd862

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *Políticas regulatorias y tarifarias en el sector de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe.* CEPAL. Obtenido de https://www.cepal.org/es/publicaciones/48723-politicas-regulatorias-tarifarias-sector-agua-potable-saneamiento-america-latina

De Santa Olalla Mañas, F. M. (2001). *Desertificación en castilla - la mancha el proyecto efeda.* La mancha, España: Repositorio Institucional - Universidad de Castilla . Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Desertificaci%C3%B3n_en_Castilla_La_Mancha/X73m7HY3JugC?hl=es-419&gbpv=1&dq=evapotranspiraci%C3%B3n+concepto&pg=PA184&printsec=frontcover

Díaz Narváez, V. (2006). *Metodología de la investigación científica y bioestadística: para médicos, odontólogos y estudiantes de ciencias de la salud.* Repositorio Institucional. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_cient/KfscYYsconYC?hl=es-419&gbpv=0

Díez Martín, F. (2007). *Análisis de eficiencia de los departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla.* Sevilla, España: Repositorio Institucional - Universidad Rey Juan Carlos. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/An%C3%A1lisis_de_eficiencia_de_los_departame/Iw2As3DTjmsC?hl=es-419&gbpv=1

Farías Abarca, Y. (2023). *Huella hídrica y su implementación en la industria salmonera: comparación de métodos de medición.* Repositorio Institucional - Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile. Obtenido de https://hdl.handle.net/11447/8630

Flores Galindo, F. (2024). *Estimación de la huella hídrica en tres variedades del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Wild) Canaán INIA, Ayacucho, 2024.* Repositorio Institucional - UNSCH, Ayacucho, Perú. Obtenido de https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7282

García Lirios, C., Carreón Guillén, J., y Quintero Soto, M. (2015). *Dimensiones de gobernanza para la sustentabilidad hídrica* (Vol. 10). Revista Pueblos y Fronteras Digital. https://doi.org/https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2015.20.39

Haro Sarango, A., Chisag Pallmay, E., Ruiz Sarzosa, J., y Caicedo Pozo, J. (2024). Tipos y clasificación de las investigaciones. Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades,. https://doi.org/https://doi.org/10.56712/latam.v5i2.1927

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2017). *Guía técnica de semilleros y viveros frutales.* Venezuela: Editorial Portalfruitcola. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Guia_Tecnica_Desemilleros_y_Viveros_Frut/75WwwF2OC_kC?hl=es-419&gbpv=0&kptab=overview

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2001). *Diccionario de datos del ámbito urbano.* Aguascalientes, México: Repositorio Institucional. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Diccionario_de_datos_del_%C3%A1mbito_urbano/zqfdDAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1

ISO 14046:2014. (2016). *Huella de Agua (ISO 14046) en América Latina - Análisis y recomendaciones para una coherencia regional.* Repositorio Institucional ANA. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12543/3828

Malleus, P. (2025). *Racionalismo: Un apunte sobre la escuela filosófica.* España: Repositorio Institucional. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Racionalismo_Un_Apunte_sobre_la_Escuela/XmWHEQAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0&kptab=getbook

Martínez, M. (2023). *Método global D.A.S.* México: Letrame Grupo Editorial0. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/M%C3%A9todo_global_D_A_S/oaS4EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0&kptab=overview

Medina Romero, M., Hurtado Tiza, D., Muñoz Murillo, J., Ochoa Cervantes, D., y Izundegui Ordoñez, G. (2023). *Método mixto de investigación - cuantitativo y cualitativo.* Puno, Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. https://doi.org/https://doi.org/10.35622/inudi.b.105

Michael Esneider, E. (2024). *HUELLA HÍDRICA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE BANANO (Musa AAA) EN LA HACIENDA TALUCA, EL TRIUNFO, GUAYAS.* Repositorio Universitario, GUAYAQUIL, ECUADOR. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/index.php

Mora i Rosich, R., Moret Sabidó, L., y Ezpeleta Pastor, T. (2006). La transversalidad como impulsor de mejoras en la Administración Pública en un contexto de desarrollo de un sistema de servicios locales. En S. Ediciones del Serbal (Ed.). Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/La_transversalidad_como_impulsora_de_mej/EFfoAAAACAAJ?hl=es-419

Naghi Namakforoosh , M. (2000). *Metodología de la investigación.* México: LIMUSA S.A. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n/ZEJ7-0hmvhwC?hl=es-419&gbpv=1

Naghi Namakforoosh, M. (2000). *Metodología de la investigación.* Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n/ZEJ7-0hmvhwC?hl=es-419&gbpv=0

OECD. (2021). *Gobernanza del Agua en Perú.* Paris: OECD Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1787/1826f55f-es..

Ortiz Uribe, F. (2003). *Diccionario de metodología de la investigación científica.* limusna. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Diccionario_de_metodolog_a_de_la_investi/3G1fB5m3eGcC?hl=es-419&gbpv=0

Osorio Delgado, Y. (2022). *HUELLA HIDRICA INDIRECTA PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL USO DE AGUA EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN, PERÚ.* Repositorio Institucional - UNJFSC, Huancayo, San Jerónimo de Tunán, Perú. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.14067/6143

Render, B., Autor Hanna, M., M. Stair, R., y Hanna, M. (2006). METODOS CUANTITATIVOS PARA LOS NEGOCIOS. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/METODOS_CUANTITATIVOS_PARA_LOS_NEGOCIOS/oNuXccZkWfIC?hl=es-419&gbpv=0

Retamal, R., Alpízar, F., Jiménez, F., y Madrigal, R. (2008). *Metodología para valorar la oferta de servicios ecosistémicos asociados al agua de consumo humano, Copán Ruinas, Honduras.* Repositorio Institucional CATIE. Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3112

Reyes Godoy, L. (2024). *Metodología para el cálculo de huella hídrica en establecimientos de educación superior: caso de estudio Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.* Repositorio Institucional de la Universidad de Chile, Santiago, Chile. Obtenido de https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/202268

Rojas Santamaria, S. (2022). *Impacto de la huella hídrica de participantes en una investigación en base a dos metodologías de caracterización de residuos sólidos: convencional y virtual en el marco de la pandeia covid-19 en el distrito de comas.* Repositorio insitucional - UNI, Lima, Distrito de Comas, Perú. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.14076/24544

Rubilar Villarroel, N. (2023). *Huella hídrica del proceso de producción de biocombustible a partir de microalgas en Chile.* Repositorio Institucional - Universidad de Concepción, Concepción, Chile. Obtenido de https://repositorio.udec.cl/handle/11594/10903

Rupay Hospinal, R. (2024). *Estimación de la huella hídrica de la infraestructura hidráulica del Valle de Majes (Arequipa) mediante el método Aware-LCA.* Repositorio Institucional - PUCP, Arequipa, Perú. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.12404/28378

Sánchez Martínez, D. (2022). Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. *9, 17*, 38-39. TEPEXI Boletín Científico De La Escuela Superior Tepeji Del Río. https://doi.org/https://doi.org/10.29057/estr.v9i17.7928

UNESCO. (2021). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021: El valor del agua.* París, Francia: UNESCO. Obtenido de https://repository.gheli.harvard.edu/repository/14503/

Universidad Politécnica de Catalunya. (2013). Análisis del Ciclo de Vida. Repositorio Institucional - UPC. Obtenido de https://doctorat.upc.edu/es/tesis/deposito-y-evaluacion/tesis-publicadas/tesis-publicadas-1

Y. Hoekstra, A., Chapagain, A., M- Aldaya, M., y M. Mekonnen, M. (2021). *Manual de evaluación de la huella hídrica - Establecimiento del estádnar mundial.* Repositorio ANA. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12543/5767

Y. Hoekstra, A., K. Chapagain, A., M. Aldaya, M., y M. Mekonnen, M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard.* Londres: Earthscan / London: Water Footprint Network. Obtenido de https://digitalcommons.unl.edu/wffdocs/77/

Yalta, J., Rios, N., Valqui, L., G. Bobadilla, L., N. Vigo, C., y V. Vásquez, H. (2022). Huella hídrica de la producción lechera en la cuenca ganadera Pomacochas, Perú. *Livestock Research for Rural Development, 33*(10), 15. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12955/1859

Zamora Cevallos , J., y Esperanza, V. (2022). GESTION OPERATIVA PARA INSTALACION DE MEDIDORES DE AGUA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL SERVICIO. *SOARCI, 6*(11), 177–189. https://doi.org/https://doi.org/10.46296/yc.v6i11edespnov.0250

ANEXOS

ANEXO 01: MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO CALETA DE CARQUÍN



Figura 12. Mapa de ubicación Caleta de Carquín. Fuente: Elaboración propia

ANEXO 02. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA MUNICIPAL DEL DISTRITO CALETA DE CARQUÍN

1. DATOS GENERALES

1.1. Fecha: _____ Hora de inicio: _____

1.2. Lugar de observación: _____

1.3. Servicio Municipal: _____

1.4. Condiciones Climáticas: _____

2. DATOS ESPECÍFICOS DEL USO DEL AGUA

Actividad observada	Frecuencia de ejecución	Duración promedio (min)	N° de operarios	Fuente de agua utilizada	Cantidad estimada de agua utilizada (L o m^3)	Área o superficie atendida (m^2)	Observaciones relevantes
Limpieza y lavado de calles, postes y veredas							
Lavado de contenedores de residuos sólidos							
Riego de áreas verdes municipales							

3. IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS Y EFICIENCIA

Pregunta	Respuesta	Observación
¿Se realizan mantenimientos periódicos de tuberías o mangueras?	Sí / No	
¿Existen fugas visibles o pérdidas durante las actividades?	Sí / No	

¿Se reutiliza o reaprovecha el agua en alguna actividad?	Sí / No	
¿Se cuenta con personal capacitado en el uso eficiente del agua?	Sí / No	
¿Se han implementado medidas de ahorro (riego nocturno, aspersores eficientes, etc.)?	Sí / No	

4. COMPONENTE DE PERCEPCIÓN Y GESTIÓN

Aspecto	Escala de valoración (1 = muy bajo / 5 = muy alto)	Observaciones
Nivel de conocimiento sobre huella hídrica	[1] [2] [3] [4] [5]	
Compromiso institucional con el ahorro de agua	[1] [2] [3] [4] [5]	
Implementación de políticas internas de uso eficiente del agua	[1] [2] [3] [4] [5]	
Participación del personal en actividades ambientales	[1] [2] [3] [4] [5]	

5. OBSERVACIONES DEL EVALUADOR – DATOS COMPLEMENTARIOS

……
……
……
……
……
……

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres **:** Arévalo Villafuerte Yennifeer Yuliana

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCSS

1.3. Nombre del instrumento **:** Ficha de Recolección de Datos para la Evaluación de la Huella Hídrica en los Servicios Municipales del Distrito Caleta de Carquín

1.4. Autor del instrumento **:** Castro Oyola Cristhian Silvano

1.5. Escala de valoración **:** 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno

II. ASPECTO DE VALIDACIÓN

N°	Criterios	Indicadores	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	¿Está formulado con lenguaje apropiado?					X
2	Objetividad	Está acuerdo a las leyes y principios científicos					X
3	Actualidad	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.					X
4	Organización	Existe una organización lógica.					X
5	Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.					X
6	Intencionalidad	Está acuerdo para valorar las variables de la hipótesis					X
7	Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					X
8	Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9	Metodología	La estratégica responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.					X
10	Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.				X	

III. Opinión de aplicabilidad

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación: X
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. Promedio de valoración 98%

Correo: yarevalo12@gmail.com

Teléfono: 980 403 813



FIRMA

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres **:** Honores Pitman Kevin Brando

1.2. Cargo e institución donde labora: Especialista del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

1.3. Nombre del instrumento **:** Ficha de Recolección de Datos para la Evaluación de la Huella Hídrica en los Servicios Municipales del Distrito Caleta de Carquín

1.4. Autor del instrumento **:** Castro Oyola Cristhian Silvano

1.5. Escala de valoración **:** 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno

II. ASPECTO DE VALIDACIÓN

N°	Criterios	Indicadores	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	¿Está formulado con lenguaje apropiado?					X
2	Objetividad	Está acuerdo a las leyes y principios científicos					X
3	Actualidad	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.					X
4	Organización	Existe una organización lógica.					X
5	Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.					X
6	Intencionalidad	Está acuerdo para valorar las variables de la hipótesis					X
7	Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					X
8	Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9	Metodología	La estratégica responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.					X
10	Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.					X

III. Opinión de aplicabilidad

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación: X
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. Promedio de valoración 100%

Correo: Kevhonores@gmail.com

Teléfono: 997 497 169

KEVIN BRANDO
HONORES PITMAN
Ingeniero Ambiental
CIP N° 257023

FIRMA

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres **:** Maldonado Vásquez Carlos Alfonso

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCSS- Filial Santa María

1.3. Nombre del instrumento **:** Ficha de Recolección de Datos para la Evaluación de la Huella Hídrica en los Servicios Municipales del Distrito Caleta de Carquín

1.4. Autor del instrumento **:** Castro Oyola Cristhian Silvano

1.5. Escala de valoración **:** 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno

II. ASPECTO DE VALIDACIÓN

N°	Criterios	Indicadores	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	¿Está formulado con lenguaje apropiado?					X
2	Objetividad	Está acuerdo a las leyes y principios científicos					X
3	Actualidad	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.					X
4	Organización	Existe una organización lógica.				X	
5	Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.					X
6	Intencionalidad	Está acuerdo para valorar las variables de la hipótesis					X
7	Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.				X	
8	Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X
9	Metodología	La estratégica responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.					X
10	Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.					X

III. Opinión de aplicabilidad

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación: X
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. Promedio de valoración 96 %

Correo: cmaldonado@gmail.com

Teléfono: 926 878 451

CARLOS ALFONSO MALDONADO VASQUEZ
Ingeniero Ambiental
CIP Nº 240892

FIRMA

ANEXO 03. DATOS DEL CONSUMO DE AGUA (EN LITROS) EN EL VIVERO MUNICIPAL

REGADO Y LIMPIEZA DEL VIVERO MUNICIPAL - DISTRITO CALETA DE CARQUÍN (2025)

ENCARGADO: FRANK CAVERO RAMOS
FRECUENCIA DE REGADO: 02 VECES POR SEMANA
TIEMPO TOTAL POR ACTIVIDAD: 1 HORA
TIPO DE REGADO: MANGUERA de 1/2 Y BALDES DE 4 LITROS
ÁREA TOTAL: 114 M2





**El regado diario se registra en litros (L)*

DÍA	MES								
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
01		215	232	250	247		221		
02	220							247	258
03				252	261	264	235		
04	210	235	265						267
05						275		257	
06		237	260		251				
07	235							252	
08				251	253		236		
09	262								278
10				253		281	241		
11		241	267						280
12						278		267	
13		248	260		268				
14	278							266	
15				265	274		250		
16	263								270
17				274		250	247		
18		257	271						269
19						238		259	
20		251	270		270				
21	290							251	
22				257	278		257		
23	287								275
24				267		257	250		
25		263	278						278
26						268		249	
27		261	254		252				
28	280							257	
29				281	268		253		
30	274								262
31							251		
TOTAL	2599	2208	2357	2350	2622	2111	2441	2305	2437

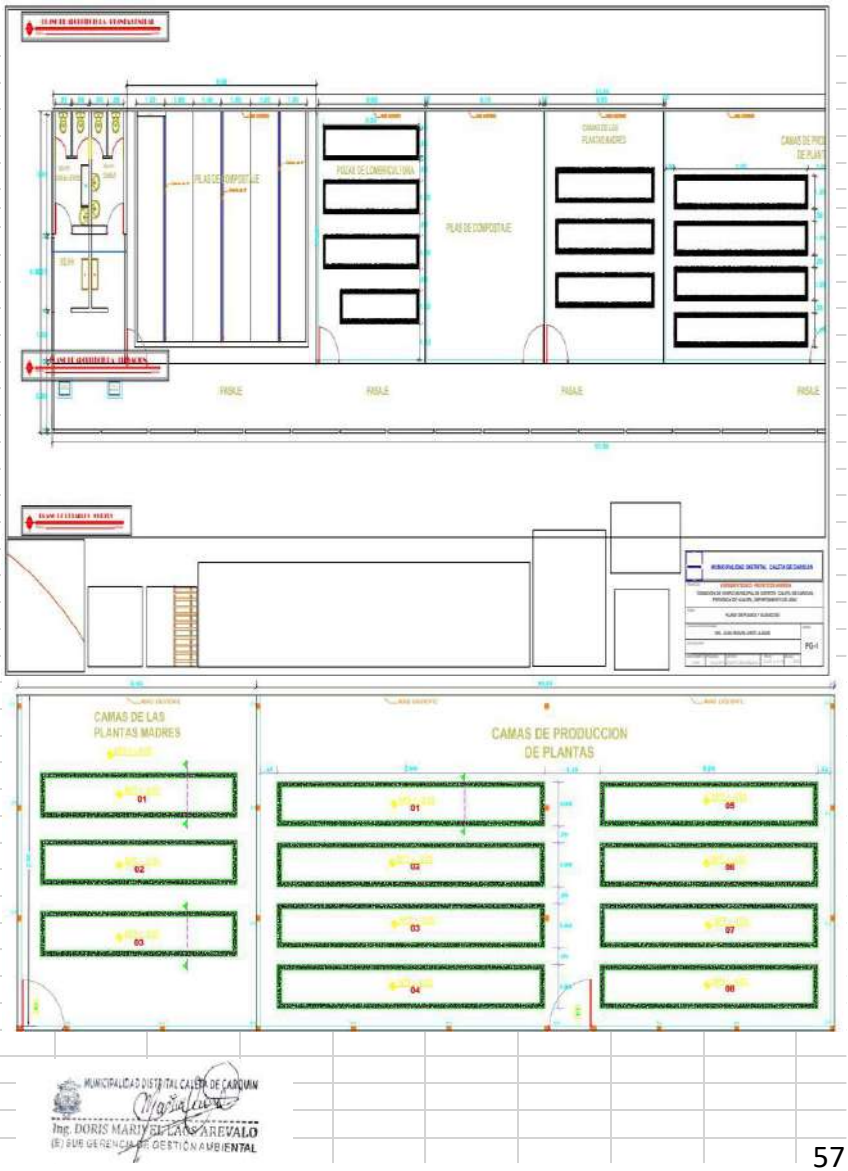


Figura 13. Consumo de agua (en litros) en el vivero municipal. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín / Subgerencia de Gestión Ambiental

ANEXO 04. DATOS DEL CONSUMO DE AGUA (EN LITROS) USADO EN EL LAVADO DE VEHÍCULOS - SGGA

LAVADO DEL CAMIÓN COMPACTADOR Y 02 MOTOFURGONETAS - SUBGERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

ENCARGADO: NIVARDO QUIÑONEZ SAMUDIO
FRECUENCIA DE REGADO: DIARIO
TIEMPO TOTAL POR ACTIVIDAD: 50 MINUTOS
TIPO DE REGADO: MANGUERA de 1 PULAGA Y BALDES DE 4 LITROS
CANTIDAD DE VEHÍCULOS: 03

**El regado diario se registra en litros (L)*

DÍA	MES								
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
01	115	110	120	115	80	85	99	110	110
02	100	109	110	110	0	0	90	115	115
03	85	107	115	120	80	80	100	110	120
04	90	104	120	115	80	0	110	120	120
05	87	106	130	100	85	85	115	115	120
06	80	100	140	98	90	90	120	115	115
07	97	100	145	115	90	95	120	117	110
08	90	95	140	110	98	90	115	118	117
09	86	97	135	114	100	95	117	120	118
10	78	90	130	135	110	90	116	131	125
11	102	98	138	120	114	95	120	130	130
12	114	92	138	115	115	100	124	135	130
13	120	90	135	117	110	102	120	130	125
14	115	90	130	110	90	90	115	125	120
15	102	90	140	112	90	85	110	120	135
16	87	89	154	130	99	80	107	125	120
17	95	80	145	124	85	95	108	130	130
18	90	75	140	125	90	90	110	135	136
19	98	90	157	120	90	85	115	140	120
20	96	90	150	130	95	90	112	135	120
21	95	86	135	110	100	87	120	130	135
22	90	87	130	111	100	99	110	120	134
23	90	99	141	115	110	96	117	100	122
24	85	102	147	117	120	93	115	115	120
25	85	100	145	120	120	90	114	120	140
26	85	107	140	118	112	85	110	110	135
27	80	115	148	114	110	80	125	150	135
28	98	120	150	118	114	78	120	130	130
29	95		154	120	110	70	135	110	120
30	87		142	115	115	65	130	115	110
31	58		140		120		125	120	
TOTAL	2875	2718	4284	3493	3022	2465	3564	3796	3717

Figura 14. Consumo del agua (en litros) para el lavado del camión compactador y dos motos furgonetas pertenecientes a la SGGA. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín / Subgerencia de Gestión Ambiental.

ANEXO 05. DATOS DEL CONSUMO DE AGUA (EN LITROS) USADO EN EL LAVADO DE VEHÍCULOS – SGSP

LAVADO DE CAMIONETAS DE SERENAZGO - SUBGERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS

ENCARGADO: CESAR LOPEZ LANDA
FRECUENCIA DE REGADO: 4 VECES POR SEMANA
TIEMPO TOTAL POR ACTIVIDAD: 50 MINUTOS
TIPO DE REGADO: MANGUERA de 1 PULAGA Y BALDES DE 4 LITROS
CANTIDAD DE VEHÍCULOS: 02

**El regado diario se registra en litros (L)*

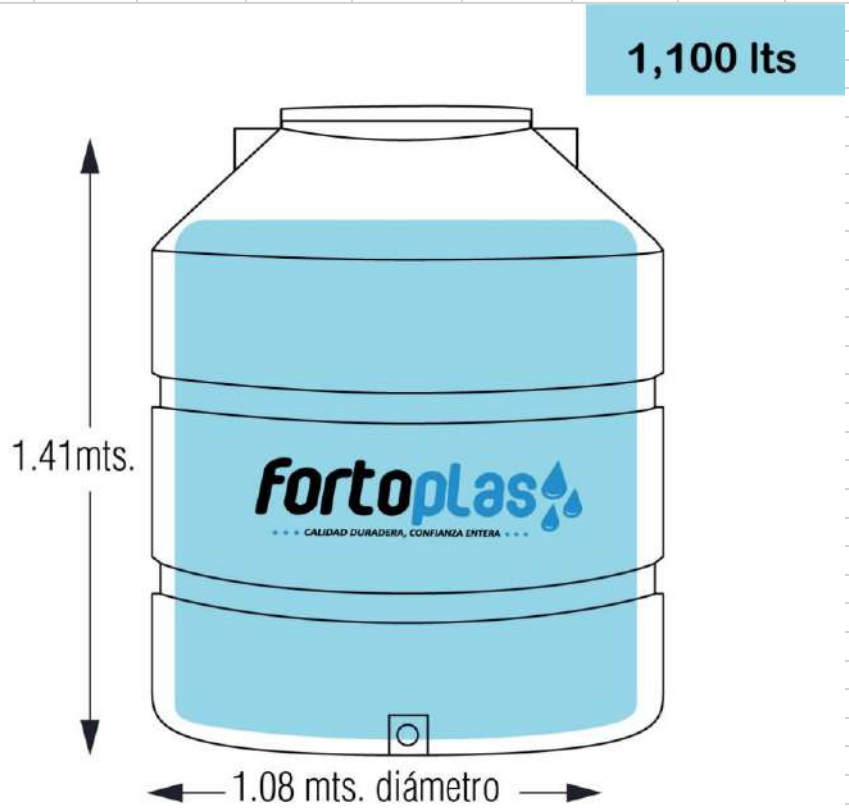
DÍA	MES								
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
01	95	112	110					115	112
02				98	90	115	112	117	
03	110	110	110		110				110
04	100			95		120	110	112	
05		85	115	90	112		115		115
06	115					122		113	117
07		90	110	90	110	130	110		
08	110	95	112					115	112
09				95	115	125	115	120	
10	112	110	98		117				113
11	110			92		120	120	117	
12		115	95	95	112		130		115
13	112					135		115	117
14		110	90	90	115	130	112		
15	115	95	99					116	120
16				95	122	135	110	120	
17	117	115	95		132				125
18	120			82		130	103	112	
19		110	90	85	130		102		113
20	118					122		138	115
21		112	89	97	135	120	115		
22	115	95	98					155	135
23				90	132	135	117	135	
24	110	112	112		130				130
25	115			92		130	117	124	
26		115	110	90	125		120		122
27	102					125		132	125
28		114	115	96	120	120	115		
29	100		112					130	112
30				82	135	120	120	125	
31	115		110		130				
TOTAL	1991	1695	1870	1554	2172	2134	1943	2211	2008

Figura 15. Consumo del agua (en litros) para el lavado de las 02 camionetas de serenazgo Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín / Subgerencia de Servicios Públicos.

ANEXO 05. DATOS DEL CONSUMO DE AGUA (EN LITROS) EN LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS DE LA MDCC

SERVICIOS HIGIÉNICOS - MUNICIPALIDAD DISTRITAL CALETA DE CARQUÍN

ENCARGADO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL CALETA DE CARQUÍN
FRECUENCIA DE REGADO: 6 VECES POR SEMANA
TIPO DE ABASTECIMIENTO: 01 TANQUE ROTOPLAS DE 1100 LITROS
TIEMPO DE DURACIÓN DEL TANQUE: 04 DÍAS



Consumo promedio diario:

$$\text{Consumo } diario\ (L/día) = \frac{1100\ L}{4\ días} = 275\ L/día$$

Consumo mensual (aprox. 30 días):

$$275\ L/día \times 30 = 8\,250\ L/mes = 8.25\ m^3/mes$$

Consumo anual (aprox. 365 días):

$$275\ L/día \times 365 = 100\,375\ L/año \approx 100.38\ m^3/año$$

Resultado resumen (método tanque):
Consumo diario ≈ **275 L/día** → mensual ≈ **8.25 m³/mes** → anual ≈ **100.4 m³/año**.

EN PROMEDIO, ENTRAN 20 PERSONAS A LOS SERVICIOS X DÍA

Entonces, el **consumo promedio por persona al día** es:

$$\frac{275\ L/día}{20\ personas/día} = 13.75\ L/persona\backslash cdotpdía$$

Resultado:
≈ 13.75 litros por persona por día

Figura 16. Consumo del agua (en litros) para los servicios higiénicos de la municipalidad distrital caleta de Carquín Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín / Subgerencia de Servicios Públicos.

ANEXO 06. PRINCIPALES SERVICIOS MUNICIPALES QUE UTILIZAN AGUA EN EL DISTRITO CALETA DE CARQUÍN



Figura 17. Lavado de moto furgoneta. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín



Figura 18. Lavado de contenedores. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín



Figura 19. Regado de áreas verdes y jardines. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín



Figura 20. Lavado de calles. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín



Figura 21. Lavado de plazuelas. Fuente: Municipalidad Distrital Caleta de Carquín

ANEXO 07. PRESENTACIÓN Y APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE TRABAJO A LA ENCARGADA DE LA SUBGERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SERVICIOS PÚBLICOS



Figura 22. Encargada del área

ANEXO 08. RECOLECCIÓN DE DATOS



Figura 23. Recolección de datos con el encargado del lavado de los vehículos municipales



Figura 24. Recolección de datos con la encargada del regado de las áreas verdes



Figura 25. Recolección de datos con el encargado del baldeo de calles