



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable
en la ciudad de Macas”

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Andrade Mendoza, Sebastian Ismael

Peña Guijarro, Danny Josue

Tutor:

Ing. Zuñiga Rodríguez, María Gabriela Mgs.

Riobamba, Ecuador. 2026

DECLARATORIA DE AUTORIA

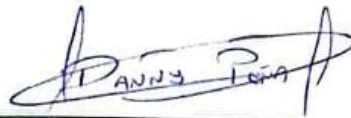
Nosotros, Sebastian Ismael Andrade Mendoza con cédula de ciudadanía 140086804-6 y Danny Josue Peña Guijarro con cédula de ciudadanía 060507728-8, autores del trabajo de investigación titulado: **“Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en la ciudad de Macas”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones son de mi exclusiva responsabilidad.

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

En Riobamba, 11 de mayo de 2026.



Sebastian Ismael Andrade Mendoza
C.I: 140086804-6



Danny Josue Peña Guijarro
C.I: 060507728-8

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez, Mgs. catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en la ciudad de Macas, bajo la autoría de Sebastian Ismael Andrade Mendoza y Danny Josue Peña Guijarro; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 11 días del mes de mayo de 2026.



Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez, Mgs.

TUTORA

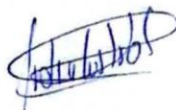
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación, "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE MACAS" presentado por Sebastian Ismael Andrade Mendoza, con cédula de identidad número 1400868046 y Danny Josue Peña Guijarro con cedula de identidad número 0605077288, bajo la tutoría de la Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez, Mgs certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar,

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 15 días del mes de mayo del 2026.

Ing. Lidia Del Rocío Castro Cepeda, Mgs

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca, Mgs

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Luis Felipe Pacheco Logroño, Mgs

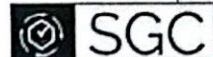
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **SEBASTIAN ISMAEL ANDRADE MENDOZA** con CC: **140086804-6** y **DANNY JOSUE PEÑA GUIJARRO** con CC: **060507728-8**, estudiante de la Carrera Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE MACAS**", cumple con el 9 % de plagio y 6% de IA, de acuerdo al reporte del sistema Anti-plagio **COMPILATIO MAGISTER +**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 29 de abril de 2026

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

DEDICATORIA

Dedico con todo el amor este gran paso en mi vida como profesional a mis padres, Humberto y Teresa, que son mi guía y fortaleza en mi vida. Gracias a ellos, he tenido la fuerza, el apoyo y todo lo necesario para lograr esta meta.

A mis hermanos, David y Omar, agradezco su apoyo incondicional y por escucharme cuando necesitaba un consejo para sobrellevar los malos momentos.

A mis amigos por estar conmigo en las buenas y en las malas

Sebastian Ismael Andrade Mendoza

DEDICATORIA

A mis padres, Iván y Sonia, por ser el pilar fundamental de mi vida y el motor que me impulsó a alcanzar este sueño.

A mi hermano Ronny, por caminar a mi lado durante toda esta etapa y enseñarme a amar esta carrera.

A mi abuelita María Verónica, por su ejemplo de vida y sus sabias palabras que siempre guiaron mi camino, y a mi abuelito Luis, quien desde el cielo continúa inspirándome a seguir adelante con firmeza y compromiso.

A mi perrito Body, por brindarme su compañía constante y estar presente a mi lado durante todo este proceso.

Y a mi familia y amigos, quienes formaron parte de este recorrido y le dieron sentido a cada paso dado.

Danny Josue Peña Guijarro

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por darme salud y fuerza para llegar a este momento junto a mis seres más queridos: mis padres y hermanos.

Estoy profundamente agradecido con mis padres, quienes me dieron el privilegio de estudiar y disfrutar al máximo mi etapa universitaria. Agradezco todos los valores que inculcaron en mí, ya que gracias a ello soy quien soy ahora: una persona que cada día busca superarse y mejorar para ser una mejor versión de sí misma.

También quiero agradecer a todos mis amigos, con quienes compartí cada día de universidad. Pero, especialmente, agradezco a mi amigo y compañero de tesis, Danny, por su dedicación y responsabilidad para sacar adelante esta tesis.

Agradezco también a los docentes que formaron parte de mi formación profesional, pero en especial a mi tutora de tesis, la Ing. Gabriela Zúñiga, gracias por su guía y paciencia durante este largo trayecto.

Y a la música, por ser ese resorte que me levantaba en los días difíciles lejos de casa.

Sebatian Ismael Andrade Mendoza

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mis padres, Iván y Sonia, por el esfuerzo constante y el sacrificio que hicieron posible la culminación de esta etapa académica.

A mi hermano Ronny, por su acompañamiento permanente.

Expreso mi gratitud a mi abuelita María Verónica, por su ejemplo y sabiduría, y a mi abuelito Luis, cuyas enseñanzas siguen presentes.

A mi perrito Body, por su compañía a lo largo de todo este proceso, brindándome tranquilidad y recordándome incluso en los momentos de soledad que nunca estuve solo.

Agradezco a toda mi familia por sus consejos y respaldo, y a mis amigos, quienes hicieron de esta etapa una experiencia más significativa y llevadera.

Agradezco a mi amigo y compañero de tesis, Sebastián, quien me brindó su apoyo, compartió sus conocimientos y me impulsó a seguir adelante en esta carrera.

Finalmente, agradezco a nuestra tutora, la Ing. María Gabriela Zúñiga, por su valiosa guía y enseñanza.

Danny Josue Peña Guijarro

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORIA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL	
CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	
RESUMEN	
ABSTRACT.....	
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Zona de estudio	14
1.2. Antecedentes	16
1.3. Planteamiento del problema.....	20
1.4. Objetivos	22
1.4.1. Objetivo general.....	22
1.4.2. Objetivos específicos	22
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Conceptos Generales.....	23
2.1.1. Agua Potable.....	23
2.1.2. Consumo de Agua.....	23
2.1.3. Red de abastecimiento de agua potable	23
2.2. Dotación de agua potable.....	23
2.3. Tipos de consumo de agua	24
2.4. Caudal máximo diario (Qmd)	25
2.5. Caudal máximo horario (Qmh).....	25

2.6.	Coeficientes de consumo máximo diario (K1)	25
2.7.	Coeficientes de consumo máximo horario (K2)	25
2.8.	Curva de consumo de agua potable	25
2.9.	Estado del arte.....	26
CAPITULO III. METODOLOGÍA		28
3.1.	Tipo de Investigación.....	28
3.2.	Esquema Metodológico	28
3.3.	Métodos y técnicas de recolección de datos	29
3.4.	Población de estudio y tamaño de muestra	29
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	30
3.5.1.	Caracterización Urbanística	30
3.5.2.	Procesamiento y análisis de datos para la determinación de la estratificación socioeconómica	34
3.5.3.	Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo	36
3.5.3.1	Equipo de medición	36
3.5.4.	Procesamiento y análisis estadístico	37
3.5.5.	Validación de datos.....	39
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		42
4.1.	Factores que inciden en el consumo de agua potable	42
4.1.1.	Estratificación socioeconómica	42
4.1.2.	Promedio personas/vivienda	42
4.1.3.	Aparatos sanitarios.....	42
4.1.4.	Tipo de almacenamiento	43
4.1.5.	Nivel de servicio	44
4.2.	Curvas de consumo horario residencial	46
4.2.1.	Curvas horarias máximas por estratos socioeconómicos.....	46
4.2.2.	Curva horaria máxima de la ciudad de Macas	48
4.2.3.	Comparativa de coeficientes máximos de modulación horario vs normativa	48
4.3.	Discusión.....	49
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		51

5.1. Conclusiones	51
5.2. Recomendaciones	52
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Reservas de agua potable.....	15
Tabla 2 Coordinada UTM de Macas	18
Tabla 3 Clasificación del consumo de agua registrada a los usuarios	24
Tabla 4 Categorización de un lado de la manzana.....	32
Tabla 5 Categorización de una manzana	32
Tabla 6 Categorización de una vivienda.....	33
Tabla 7 Caracterización urbanística de la zona analizada	35
Tabla 8 Número de muestras para cada estrato socioeconómico	35
Tabla 9 Tipos de medidores en la ciudad de Macas	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de subsistemas San Isidro y Jimbitono.	14
Figura 2 Vista área de la ciudad de Macas	17
Figura 3 Ubicación de la ciudad de Macas con respecto a Ecuador.....	18
Figura 4 Ubicación de la ciudad de Macas con respecto a Morona Santiago.....	19
Figura 5 Ubicación de Macas con respecto al cantón Morona	19
Figura 6 Esquema Metodológico.....	28
Figura 7 Zonas no residenciales del área de estudio.....	31
Figura 8 Numeración de las manzanas de uso residencial.....	31
Figura 9 Base de datos de las respuestas de las encuestas	33
Figura 10 Estructura de las placas de identificación.....	36
Figura 11 Ejemplo de las placas de identificación en los medidores	36
Figura 12 Carátula del medidor de agua potable	37
Figura 13 Plantilla para el registro del consumo de agua potable	38
Figura 14 Consumo horario en litros de una vivienda.....	38
Figura 15 Diagrama de dispersión de la ciudad de Macas.....	39
Figura 16 Validación de datos con el método de cajas y bigotes de la ciudad de Macas.....	40
Figura 17 Porcentaje de manzanas estratificadas de la ciudad de Macas	42
Figura 18 Promedio de aparatos sanitarios por vivienda	43
Figura 19 Porcentaje de uso según el tipo de almacenamiento	44

Figura 20	Percepción del agua potable según los usuarios.....	45
Figura 21	Porcentaje de la presencia de fugas de agua en viviendas.....	45
Figura 22	Tarifas del consumo de agua potable	46
Figura 23	Consumo horario del estrato B de la ciudad de Macas	46
Figura 24	Consumo horario del estrato C de la ciudad de Macas	47
Figura 25	Consumo horario del estrato B y C de la ciudad de Macas.....	47
Figura 26	Consumo horario residencial de la ciudad de Macas	48
Figura 27	Comparación de coeficientes de modulación máximos (Kh) de la ciudad de Macas vs (Kh) CPE INEN 5.....	49

RESUMEN

En el presente estudio se analizó el consumo horario residencial de agua potable en la ciudad de Macas, con el propósito de identificar los patrones de consumo de la población y determinar el coeficiente de variación horaria. Para ello, se realizó una caracterización urbanística y socioeconómica de la zona de estudio y se registró el consumo de agua potable mediante lecturas horarias de medidores residenciales durante un período continuo de siete días. Los resultados obtenidos permitieron identificar que los mayores picos de consumo se presentan en horarios asociados a la rutina diaria de los usuarios, específicamente durante el desayuno, el almuerzo y la cena, registrándose el máximo consumo a las 12h00. Asimismo, se evidenció que el consumo de agua potable varía según el estrato socioeconómico, siendo mayor en el estrato B en comparación con el estrato C. Finalmente, al comparar los coeficientes obtenidos con la normativa CPE INEN 5, se concluyó que, para fines de diseño, es recomendable utilizar los valores establecidos en dicha normativa, a fin de garantizar la seguridad hidráulica y una adecuada gestión del sistema de abastecimiento de agua potable.

Palabras clave: agua potable, consumo horario, consumo residencial, coeficiente de modulación horaria, estratificación socioeconómica

ABSTRACT

This study analyzed the hourly residential drinking water consumption in the city of Macas with the aim of identifying population consumption patterns and determining the hourly variation coefficient. To achieve this objective, an urban and socioeconomic characterization of the study area was conducted, and drinking water consumption was monitored through hourly readings of residential water meters over a continuous seven-day period. The findings revealed that the highest consumption peaks occurred during periods associated with users' daily routines, particularly during breakfast, lunch, and dinner hours, with the maximum level of consumption recorded at 12:00 p.m. The results also demonstrated variations in water consumption according to socioeconomic strata, with higher consumption levels observed in stratum B compared to stratum C. Furthermore, the calculated hourly variation coefficients were compared with the values established in the CPE INEN 5 standard. Based on this comparison, it was concluded that the coefficients defined in the regulation should be adopted for hydraulic design purposes in order to ensure operational safety and efficient management of the drinking water supply system

Keywords: drinking water, hourly consumption, residential consumption, hourly modulation coefficient, socioeconomic stratification.

Reviewed and improved by Jacqueline Armijos



CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

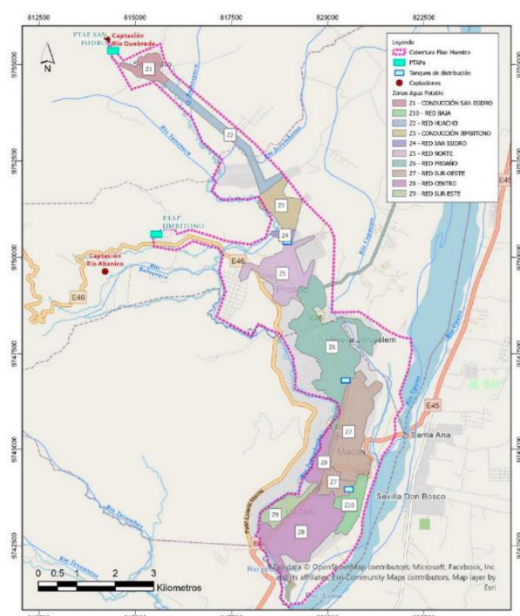
1.1. Zona de estudio

En Ecuador, la gestión del agua potable se encuentra a cargo de dos instituciones. Por un lado, la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), que actúa como la autoridad principal con respecto a recursos hídricos en el país, y se encarga de la formulación de políticas, estrategias y planes orientados a una gestión integral e integrada de los recursos hídricos del país [1]. Por otro lado, la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) es la entidad encargada de regular, supervisar y controlar la correcta aplicación de dichas políticas, estrategias y planes relacionados con la gestión del agua, así como vigilar los servicios y controlar el uso y calidad del recurso hídrico en el país [2].

El sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Macas es del tipo regional que en su totalidad funciona a gravedad, lo que presenta una ventaja desde el punto energético y operativo. Además, este sistema se encuentra conformado por dos subsistemas (véase Figura 1) los cuales permiten abastecer a la población urbana y a ciertos sectores periféricos de la ciudad:

Figura 1

Ubicación de subsistemas San Isidro y Jimbitono.



Fuente. Tomado de [3]

El primer subsistema denominado subsistema San Isidro, capta el agua del río Quebrada, y cuenta con infraestructura de captación y planta de tratamiento ubicada en la parroquia San Isidro. Desde esta planta de tratamiento el agua tratada es conducida hacia la reserva de Huacho, sin embargo, a lo largo de su conducción el subsistema también distribuye agua potable a varios poblados intermedios.

El segundo subsistema denominado subsistema Jimbitono, capta el agua del río Abanico, y cuenta con unidades de captación y una planta de tratamiento del tipo modular-convencional ubicada en el sector Jimbitono. A diferencia del subsistema San Isidro, la conducción de Jimbitono no realiza distribución de agua potable a lo largo de su trayecto, sino que se conecta de manera directa con la reserva ubicada en la cabecera norte del aeropuerto en la ciudad de Macas [4].

Como se observa en la Tabla 1, Macas actualmente cuenta con cinco reservas las cuales se encuentran distribuidas estratégicamente en distintos puntos del área urbana. Estas reservas tienen una capacidad total de almacenamiento de 4.980 metros cúbicos [4].

Tabla 1

Reservas de agua potable

Reserva	Capacidad (m3)	Ubicación
R1	280	San Isidro
R2	1000	Jimbitono
R3	1500	Huacho
R4	2000	Aeropuerto
R5	200	Barrio La Barranca
Total	4980	

Fuente. Adaptado de [5]

Conforme a la información proporcionada por el Gobierno Municipal del Cantón Morona (véase Anexo 1), el sistema de agua potable de Macas abastece a un total de 8836 usuarios, los cuales se distribuyen en diversas categorías, entre las que se incluyen los usuarios comerciales,

residenciales, industriales y especiales. Dentro de esta clasificación, la categoría residencial destaca por concentrar el mayor consumo de agua potable.

Además, la ciudad de Macas se encuentra dividida en un total de 23 barrios legalmente establecidos (véase Anexo 2), los cuales presentan diferentes características socioeconómicas y patrones de consumo de agua potable. Estas características influyen de manera directa al comportamiento de la demanda del agua potable, por lo cual se convierten en aspectos importantes para el análisis del consumo horario del agua potable.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como finalidad contribuir al mejoramiento del diseño y gestión del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Macas, a través del análisis del comportamiento del consumo horario residencial en función de la estratificación socioeconómica obtenida mediante encuestas aplicadas a los usuarios.

Para la recolección de los datos de consumo, se realizaron lecturas directas de los medidores de agua potable en cada vivienda de estudio durante un período continuo de siete días [6], registrando de manera horaria los volúmenes consumidos, con el fin de poder entender el comportamiento horario del consumo de agua potable. También, con la finalidad de obtener datos confiables se evitó realizar las lecturas de los medidores en períodos correspondientes a fechas festivas, ya que, estas fechas pueden alterar los patrones habituales de consumo. Con toda esta información generada, se podrá apoyar en las futuras tomas de decisiones en el diseño hidráulico, operación del sistema y la gestión del abastecimiento de agua potable, contribuyendo a un uso eficiente y sostenible del recurso hídrico en la ciudad de Macas.

1.2. Antecedentes

La ciudad de Macas (véase Figura 2), capital de la provincia de Morona Santiago, es cabecera del cantón Morona, la cual a su vez se encuentra situada en el centro sur de la región amazónica y a 474 km de la capital del país, Quito. En términos geográficos, Macas está situada en el valle del río Upano a una altura aproximada de 1030 msnm [7] por lo cual presenta relieves variados y zonas planas cercanas al río Upano. Cuenta con un clima tropical húmedo, en donde sus temperaturas oscilan entre los 16 y 26 °C y cuenta con precipitaciones muy frecuentes [8]. Por

lo tanto, estos factores climáticos influyen en aspectos como la disponibilidad hídrica y en la vegetación abundante.

Figura 2

Vista área de la ciudad de Macas



Fuente. Tomado de [9]

La ciudad de Macas ha tenido un crecimiento poblacional, desde el último censo realizado en el año 2010 su población era de 18984 habitantes y a la fecha según datos del INEC (último censo disponible, 2022), la ciudad de Macas cuenta con una población aproximada de 22621 habitantes [10] las cuales están distribuidas en zonas urbanas consolidadas y áreas de expansión residencial. El crecimiento demográfico de los últimos años ha generado un aumento en la demanda de los servicios básicos de la ciudad, como lo es el agua potable.

Macas, al ser capital de la provincia de Morona Santiago, representa un importante centro comercial y administrativo, por lo cual presenta una estructura económica definida principalmente por las actividades del sector agropecuario y comercial, las cuales inciden de manera directa en los patrones de consumo de agua potable. El sector agropecuario, en especial la ganadería, presenta una actividad alta en la zona, destacando la producción de ganado para consumo y comercialización en los mercados urbanos de la ciudad, generando así un consumo de agua potable asociado al riego, alimentación animal y procesos productivos [11].

Por otro lado, el sector comercial, conformado por pequeñas y medianas empresas, restaurantes, mercados, hoteles y entre otras actividades turísticas, intensifican el consumo de agua potable en el área urbana. Asimismo, los datos del Gobierno Municipal del Cantón Morona (véase anexo 1) evidencian que, aunque el consumo se encuentra distribuido entre usuarios residenciales, comerciales, industriales y entre otros, el uso asociado a actividades económicas genera una demanda importante en la ciudad de Macas.

Como se observa en la Tabla 2, las coordenadas geográficas de la ciudad de Macas son: latitud: -2.307438 y longitud: -78.120231. Y con respecto a las coordenadas UTM WGS 84 (Universal Transverse Mercator), Macas se encuentra en la zona 17N, hemisferio sur [12].

Tabla 2

Coordenada UTM de Macas

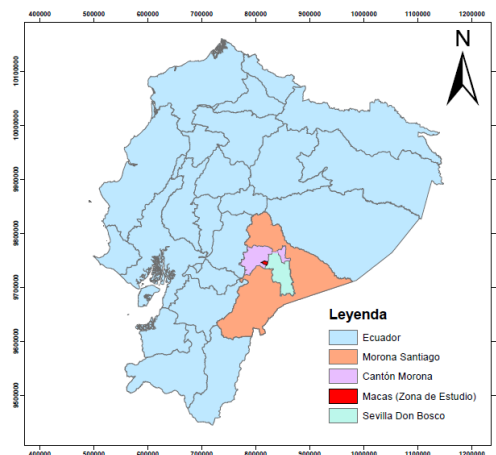
Este (x)	Norte (y)
820323.499605	9744633.098023

Fuente. Adaptado de [12]

A continuación, en el mapa se ilustra la zona de estudio con respecto al contexto nacional (véase Figura 3). El sistema de coordenadas geográficas usada se encuentra en metros.

Figura 3

Ubicación de la ciudad de Macas con respecto a Ecuador

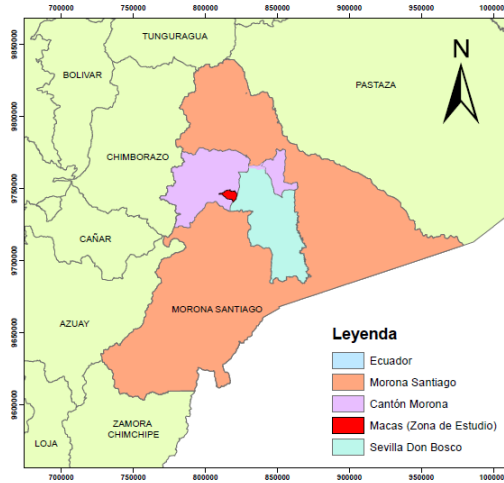


Fuente. Elaboración propia

La siguiente cartografía ilustra la zona de estudio con respecto a la provincia de Morona Santiago (véase Figura 4).

Figura 4

Ubicación de la ciudad de Macas con respecto a Morona Santiago

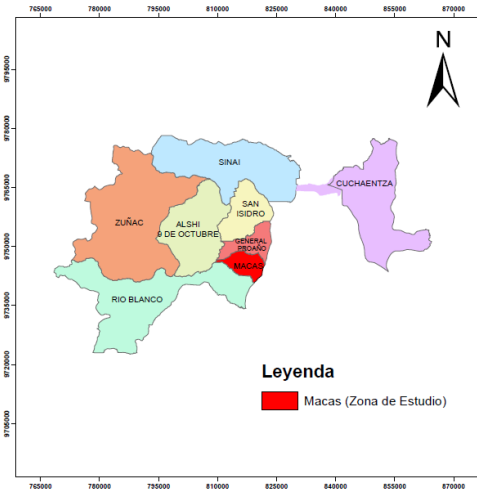


Fuente. Elaboración propia

La siguiente cartografía ilustra la zona de estudio con respecto al cantón Morona (véase Figura 5).

Figura 5

Ubicación de Macas con respecto al cantón Morona



Fuente. Elaboración propia

1.3. Planteamiento del problema

A nivel mundial, garantizar el suministro de agua potable es esencial para la vida en el planeta y desempeña un papel crucial en el desarrollo social y el bienestar colectivo, siendo indispensable para la salud pública y para la realización de actividades cotidianas en las sociedades modernas. Sin embargo, a nivel mundial este recurso enfrenta una creciente demanda debido al crecimiento poblacional, al aumento de las demandas de consumo y los repentinos cambios climáticos, los cuales han generado un desbalance hídrico global [13]. Según Cárdenas y Castillo [13], el consumo de agua sigue aumentando, lo que ha provocado que millones de personas no tengan acceso a agua potable de calidad, vulnerando así un derecho humano fundamental.

Por ello, es importante comprender a fondo la demanda de agua en una red de distribución, ya que el conocimiento de los patrones de consumo de agua potable, especialmente a nivel horario, ayuda a identificar las variaciones según el uso de los usuarios y permite optimizar de manera eficiente los recursos hídricos disponibles [14]. Por lo tanto, esta información es crucial para una correcta gestión del sistema de abastecimiento, ya que así se garantiza la continuidad y calidad del servicio. Caso contrario, una gestión deficiente y el desconocimiento de dichos patrones generarán desafíos técnicos y económicos.

Según Arellano, et al. [15], el desarrollo demográfico, económico, social y tecnológico ha modificado los patrones de consumo de agua potable de la población. La normativa Ecuatoriana CPE INEN 005-9-1, la cual fue creada en los años setenta, no ha recibido actualizaciones, por lo que no refleja la realidad actual de las poblaciones. Por lo tanto, el uso de los parámetros que dictamina esta normativa puede generar problemas a la hora del diseño y gestión para el abastecimiento de agua potable, ya que las dotaciones y coeficientes de variación horaria (Kh) establecidas ya no son las adecuadas para las condiciones demográficas actuales. Es por eso, que se resalta la importancia de actualizar estos parámetros de diseño, además, estudios previos indican que, para poblaciones menores a 150.000 habitantes los consumos reales de agua potable difieren de gran manera con respecto a las dotaciones normadas [15], lo que evidencia la necesidad de desarrollar estudios locales los cuales permitan ajustar los parámetros de diseño a la realidad actual.

Por lo tanto, todo lo anteriormente dicho nos conduce a la necesidad de realizar un estudio sobre los patrones de consumo de agua potable en la ciudad de Macas, con la finalidad de mejorar futuros procesos de diseño y gestión del sistema de abastecimiento de agua potable. Con esta información, el análisis del consumo horario permitirá disponer de datos precisos para optimizar los diseños y garantizar un suministro adecuado y continuo de agua potable a la población de Macas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Establecer el coeficiente de consumo horario residencial de agua potable en la ciudad de Macas.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer los factores que influyen en el consumo residencial de agua potable en la ciudad de Macas.
- Recolectar información necesaria para generar curvas de consumo horario residencial en la ciudad de Macas.
- Determinar los coeficientes de variación de consumo horario de agua potable.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos Generales

2.1.1. Agua Potable

Para garantizar que el consumo de agua potable sea seguro, pasa por procedimientos de tratamiento y purificación en el que se eliminan microorganismos, sustancias e impurezas. Este recurso es un servicio público que el estado provee de manera obligatoria a todos los ciudadanos, ya que, es una necesidad colectiva y fundamental para el desarrollo de la humanidad [16]. La Norma Ecuatoriana INEN 1108 [17], establece los límites permisibles para asegurar la calidad del agua en función de las características físicas, químicas, microbiológicas y radiactivas.

2.1.2. Consumo de Agua

Ramos [18] en su estudio menciona que, el agua en varias zonas del planeta no existe o no es suficiente para satisfacer las necesidades de las personas. Además, en otros casos, este recurso se encuentra contaminado por descargas de aguas malas y residuales, provocando enfermedades y muertes en la población. La contaminación, la sequía, la ineficiencia y el aumento de la población ha generado una crisis del agua dulce, reduciendo su distribución y consumo de agua potable.

2.1.3. Red de abastecimiento de agua potable

Es un sistema ordenado que traslada el agua potable desde el punto de captación hasta los puntos de consumo, de manera segura y garantizando el cumplimiento de especificaciones y salubridad [19]. Este sistema está compuesto por obras de captación, líneas de conducción, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento y redes de distribución, asegurando el suministro continuo para el consumo humano.

2.2. Dotación de agua potable

Es el caudal promedio de agua potable que se consume diariamente para satisfacer las necesidades de cada persona. El Gobierno Autónomo de Centralizado de Macas [20] indica que, el consumo está relacionado con los hábitos de consumo doméstico, el consumo de servicios públicos y el consumo de industrias y comercios. Además, se estima un consumo medio doméstico de 20.98 m³ por predio al mes en la ciudad.

2.3. Tipos de consumo de agua

Existen diferentes tipos de consumo de agua, los cuales se clasifican en agua registrada a los usuarios y agua no registrada a los usuarios. El agua registrada corresponde a los consumos domésticos, industriales, comerciales, instituciones oficiales y públicos. Es decir, los consumos que son registrados y facturados por una entidad. Por otra parte, el consumo de agua no registrada a los usuarios es aquella que se pierde sin registrarse en los medidores, es decir, no tiene un costo directo para el usuario. Dentro de esta categoría se incluyen los consumos públicos, los propios de la red y los particulares. Algunos ejemplos son la limpieza de calles, riego de jardines públicos, limpieza de tuberías, fugas, riegos privados y fraudes en el consumo de agua [21].

A continuación, se detalla el consumo de agua registrada a los usuarios (véase Tabla 3).

Tabla 3

Clasificación del consumo de agua registrada a los usuarios

Consumo	Descripción	Ejemplos
Doméstico	Utilizada en viviendas para realizar las actividades diarias	Lavado de ropa, aseo y cocina.
Industrial	Empleada en fábricas para procesos industriales y productivos	Industria textil, planta de bebidas, productos químicos
Comercial	Utilizada en restaurantes, centros comerciales y otros servicios	Alimentos en supermercados y lavado de ropa en lavandería
Instituciones oficiales	Usada por entidades públicas	Agua utilizada en escuelas, hospitales y cuarteles
Públicos	Destinada a uso general de servicios comunitarios	Riego de aguas verdes y abastecimiento de fuentes

Fuente. Modificado de [21].

2.4. Caudal máximo diario (Qmd)

Es el consumo máximo que se ha registrado durante 24 horas a lo largo de un año, sin considerar el consumo de incendios, pérdidas y fugas [22].

2.5. Caudal máximo horario (Qmh)

Es el consumo máximo que se ha registrado en una hora durante un año, y es utilizado para diseñar redes de distribución [22].

2.6. Coeficientes de consumo máximo diario (K1)

Es utilizado para el diseño de un sistema de agua potable partiendo desde la captación, conducción y reservorio. Este coeficiente representa la relación entre el caudal máximo diario y el caudal promedio diario [22].

$$K1 = \frac{Qmd}{Qp}$$

2.7. Coeficientes de consumo máximo horario (K2)

Se utiliza para el diseño de la aducción y la red de distribución. Este coeficiente expresa la relación entre el caudal máximo horario y el caudal promedio horario [22].

$$K2 = \frac{Qmh}{Qp}$$

2.8. Curva de consumo de agua potable

Es una representación gráfica del consumo de agua en función del tiempo, ya sea, en periodos horarios o diarios. Esta curva muestra la variabilidad del agua consumida e identifica el instante de mayor o menor demanda. Se obtiene a partir del registro del consumo en varias ocasiones del día [23].

2.9. Estado del arte

Según Espinoza [24], en el mundo hay 7600 millones de habitantes y se estima que para el año 2050 alcanzará los 10000 millones por el aumento constante de la población. Para ese entonces, cerca de 6000 millones de personas sufrirán cortes de agua, lo que representa el 60% de la población. Además, se prevé que la mitad del planeta no tendrá acceso al agua potable, evidenciando que la situación de este recurso a nivel mundial es compleja y extrema.

En Ecuador, existe poca disponibilidad de agua apta para el consumo, sobre todo este problema se presenta en zonas rurales. Por su demografía, condiciones de pobreza y falta de acceso que atraviesan estos sectores [25].

El consumo de agua potable varía dependiendo la población, ya que, a mayor población, mayor es el consumo de agua. Además, es importante tener en cuenta, que no solo el tamaño de la población influye en el consumo, sino también la ubicación geográfica, aspectos demográficos y socioeconómicos de los habitantes del lugar [26]. Actualmente, se han desarrollado diferentes estudios relacionados con el consumo de agua potable, con un especial énfasis en la determinación del coeficiente de variación horaria (Kh). Estas investigaciones han sido realizadas en distintos sectores del Ecuador, donde se analiza el consumo horario de agua potable durante siete días, considerando diferentes estratos socioeconómicos.

Según el estudio realizado en Riobamba por Avalos y Oleas [27], las horas de mayor demanda se presentan de 6h00 a 9h00 en la mañana, de 11h00 a 14h00 durante el medio y de 18h00 a 21h00 en la noche. El consumo máximo se registró en la red Carmen a las 9h00, con un caudal de 117 l/h y un coeficiente de consumo horario de 2.99 mientras que, el consumo mínimo se observó en la red Tapi a las 21h00, con un caudal de 43 l/h y un coeficiente de consumo horario de 3.52.

En el cantón San Miguel de Bolívar, Guambugete y Morocho [26] identificaron el consumo máximo en la red Guambuloma Alto a las 6:00h, con un caudal de 194 l/h. En cuanto al coeficiente de consumo horario para las redes de distribución de Arrayanes, Mirador y Arcángel San Miguel registraron un promedio de $kh = 2.77$ mientras que, las redes Guambuloma Alto y Guambuloma Bajo presentaron un promedio de $kh = 2.18$.

Macas y Rodas [28] analizaron los cantones de Baños y Pelileo, obteniendo un caudal máximo para la ciudad de Baños de 120 l/h y 100 en la ciudad de Pelileo, ambos registrados al medio día. En tanto que, el coeficiente de modulación horario máximo que se obtuvo en Baños fue de $kh \text{ máx} = 2.72$ y en Pelileo $kh \text{ máx} = 2.83$.

Finalmente, en las parroquias Cubijíes y San Gerardo [29], según el estudio realizado por Macas y Moyón, el consumo máximo se presenta a las 12h00 en la red Filtro de la Cruz, con un caudal de 125 l/h y un coeficiente de consumo horario de 2.46. Por su parte en la red Olte San Pedro, el caudal máximo fue de 118.90 l/h a las 13h00h, con un coeficiente de consumo horario de 2.52. Los autores concluyen que los estratos que consumen mayor cantidad de agua son el C y D, debido a que corresponden a zonas agrícolas y ganaderas.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

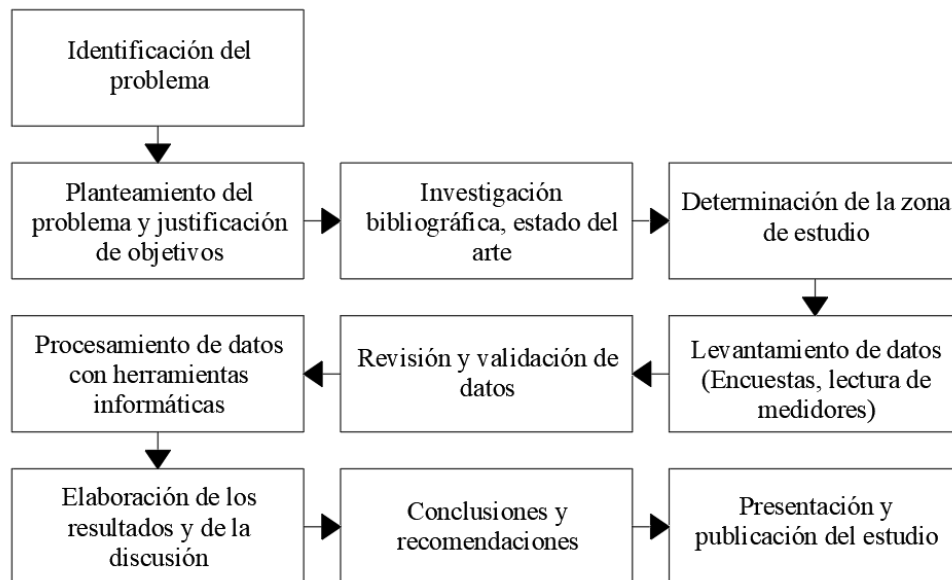
El presente estudio adopta un enfoque de investigación mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos. Bajo la perspectiva cualitativa, se recurre a la revisión bibliográfica de fuentes confiables, tales como artículos científicos, tesis, libros académicos, normas técnicas y documentación oficial, incluyendo planos e información proporcionada por el GAD Municipal de Macas. Este análisis permite comprender el estudio y proporcionar un respaldo teórico sólido.

Por su parte, el enfoque cuantitativo se aplica mediante la recopilación de datos empíricos a través de la lectura directa de los medidores de consumo de agua potable en las viviendas seleccionadas. Estos registros facilitan el procesamiento estadístico y la construcción de curvas de consumo horario, lo que garantiza resultados reales para describir con precisión el comportamiento del consumo residencial en la ciudad de Macas.

3.2. Esquema Metodológico

Figura 6

Esquema Metodológico



Fuente. Elaboración propia

3.3. Métodos y técnicas de recolección de datos

Para definir las categorías socioeconómicas de la ciudad de Macas se utilizó el método de caracterización urbanístico y socioeconómico para poblaciones menores a 150000 habitantes [30]. Con esta herramienta se clasificó a la población en dos categorías: B y C,

3.4. Población de estudio y tamaño de muestra

Como menciona el libro “Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador” en el capítulo 1, sección 1.2 [30], el muestreo estratificado tiene la finalidad de asegurar que cualquier categoría de vivienda tenga la posibilidad de entrar en la muestra para la investigación. En función del número de medidores de la ciudad de Macas se estimó la muestra para el número de encuestas que se deben realizar. Esto a partir de la ecuación (1) que calcula el tamaño de la muestra para poblaciones finitas.

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q} \quad (1)$$

En la ciudad de Macas, el número de usuarios residenciales del servicio de agua potable es de 8836. En el presente estudio se consideró un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 7% y un valor crítico de 1.96. Por lo tanto:

n = tamaño de la muestra para el número de encuestas.

$z = 1.96$

$N = 8836$

$p = 0.50.$

$q = 0.50.$

$e = 7\%$

Obteniendo así:

$$n = \frac{1.96^2 * 8836 * 0.5 * 0.5}{0.07^2 * (8836 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 191.77 \approx 192 \text{ encuestas}$$

Por otra parte, considerando que no todas las encuestas aplicadas resultan válidas para la recolección de información del consumo de agua, se empleó la ecuación (2) obtenida a partir del estudio realizado por Arellano y Zuñiga [30], en el que utilizan investigaciones previas para estimar el número mínimo de medidores requeridos en la ciudad de análisis.

$$Y = 0.001X + 56.634 \quad (2)$$

En donde:

Y: número mínimo de viviendas

X: población de la ciudad en miles de habitantes (22621)

Por lo tanto:

$$Y = 0.001(22621) + 56.634$$

$$Y = 79.26 \approx 80 \text{ viviendas}$$

Es así como se procedió a registrar el consumo de agua potable de 80 medidores de la ciudad de Macas.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

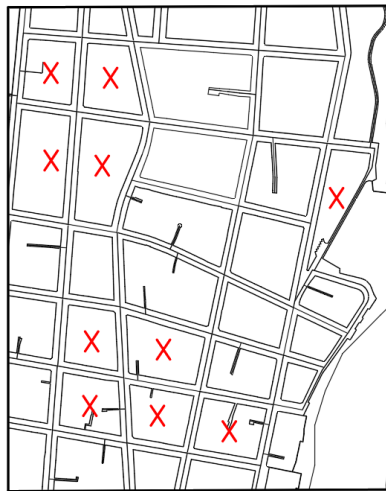
3.5.1. Caracterización Urbanística

La técnica de caracterización urbanística se desarrolló con base a la investigación de Arellano et al. [31]. Para ello se consideran varias características, tales como el uso del suelo, densidad poblacional, calidad de las fachadas, calidad de la calzada y los servicios que disponen en cada manzana.

En primer lugar, se eliminaron las manzanas que no son destinadas a uso residencial, es decir, aquellas que poseen parques, iglesias, instituciones públicas y educativas (véase Figura 7). Posteriormente, se seleccionaron y enumeraron las manzanas de uso residencial, como se muestra en la Figura 8.

Figura 7

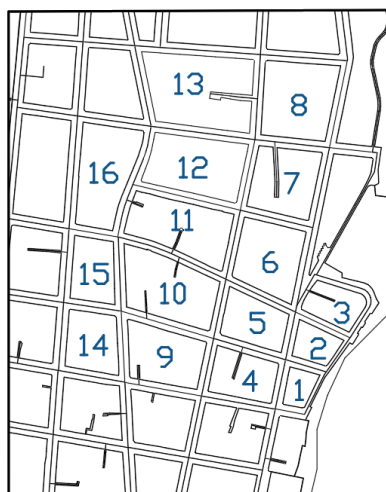
Zonas no residenciales del área de estudio



Fuente. Elaboración propia

Figura 8

Numeración de las manzanas de uso residencial



Fuente. Elaboración propia

Luego se realizó el levantamiento de la ficha urbanística (véase Anexo 3) en el que se registran las características más importantes de cada lado de las manzanas. Una vez recolectada esta información, cada lado de la manzana se categorizó a partir de una puntuación asignada por las características obtenidas en la ficha urbanística. En la Tabla 4, se muestra el puntaje para la clasificación del estrato socioeconómico de un lado de la manzana.

Tabla 4

Categorización de un lado de la manzana

Rango	Categoría	Estrato socioeconómico
≥ 75	A	Alto
74-50	B	Medio Alto
49-25	C	Medio Bajo
24-0	D	Bajo

Fuente. Adaptado de [30].

La suma del puntaje de todos los lados de la manzana asigna una categoría global para cada manzana según los criterios de la Tabla 5.

Tabla 5

Categorización de una manzana

Rango	Categoría	Estrato socioeconómico
≥ 300	A	Alto
299-200	B	Medio Alto
199-100	C	Medio Bajo
$99 \leq$	D	Bajo

Fuente. Adaptado de [30].

Para la categorización socioeconómica se aplicó una encuesta basada en el formato presentado en el Anexo 4. La selección de las viviendas utilizadas para el análisis se realizó en

función de los siguientes lineamientos: Estar ubicadas en zonas pobladas, contar con medidores que se encuentren en buenas condiciones y con lectura clara del consumo de agua potable, corresponder a viviendas destinadas a uso residencial con servicio de agua potable las 24 horas, que no tengan un tanque de reserva o cisterna y disponer de la autorización del propietario para registrar el consumo de agua potable cada hora durante 7 días.

La encuesta se realizó utilizando la herramienta de Google Forms (véase Anexo 5 y Anexo 6) el fin de generar de manera inmediata una base de datos con las respuestas recabadas (véase Figura 9). En función de las respuestas de aportación económica, tipo de vivienda, cantidad de vehículos y disponibilidad de servicios básicos, se le asignó una puntuación a cada una de ellas. La suma de estos parámetros permitió clasificar en estratos socioeconómicos a cada vivienda, a partir de los lineamientos de la

Tabla 6.

Figura 9

Base de datos de las respuestas de las encuestas

Nombre del encuestado	N° de personas que habitar	N° de personas que aportan	La vivienda es	La vivienda es	Cuantos vehículos	Tiene medidor de Agua Potabl
Eliana Aguilar	1	1	Arrendada	Comercial	0	Si
Mishel molina	3	1	Propia	Residencial	1	Si
Salas	3	2	Propia	Residencial	2	Si
Rocío Santillan	4	3	Propia	Residencial	2	Si
Margarita Nietermaair	1	1	Propia	Residencial	0	Si
Jane Brinton	1	1	Arrendada	Residencial	0	Si
Emily Rivera	5	2	Propia	Residencial	1	Si
José valencia	4	2	Arrendada	Residencial	2	Si
Rosario Vélez	8	2	Propia	Residencial	2	Si
Eduardo Cruz	5	2	Propia	Comercial	2	Si
Jorge Gonzalo	1	1	Arrendada	Comercial	0	Si
Dalia Cabrera	4	2	Propia	Residencial	2	Si
Milton Rivadeneira	2	1	Propia	Residencial	0	Si
María Rivadeneira	2	1	Propia	Residencial	1	Si
Edison Zabala	5	3	Propia	Residencial	1	Si
Andre Mendez	4	3	Arrendada	Residencial	1	Si
Johana Araujo	4	2	Propia	Residencial	1	Si
Rosario Fernández	5	2	Arrendada	Residencial	1	Si
Mirian Chunchi	3	2	Propia	Comercial	2	Si
María Rivera	5	2	Propia	Comercial	0	Si
José Chacha	4	1	Arrendada	Comercial	0	Si

Fuente. Elaboración propia

Tabla 6

Categorización de una vivienda

Rango	Categoría	Estrato socioeconómico
-------	-----------	------------------------

100-81	A	Alto
80-61	B	Medio Alto
60-25	C	Medio Bajo
24-0	D	Bajo

Fuente. Adaptado de [30].

3.5.2. Procesamiento y análisis de datos para la determinación de la estratificación socioeconómica

El porcentaje del estrato socio económico de cada manzana se obtuvo a partir de las siguientes ecuaciones:

$$A\% = \frac{MzA}{Mz t} \times 100$$

$$B\% = \frac{MzB}{Mz t} \times 100$$

$$C\% = \frac{MzC}{Mz t} \times 100$$

$$D\% = \frac{MzD}{Mz t} \times 100$$

En donde:

A% = Fracción de manzanas del estrato socioeconómico A

B% = Fracción de manzanas del estrato socioeconómico B

C% = Fracción de manzanas del estrato socioeconómico C

D% = Fracción de manzanas del estrato socioeconómico D

MzA = Es el número de manzanas del estrato A

MzB = Es el número de manzanas del estrato B

MzC = Es el número de manzanas del estrato C

MzD = Es el número de manzanas del estrato D

Mz t = Es el número total de manzanas

En la Tabla 7, se presenta la caracterización urbanística de las manzanas analizadas de la ciudad de Macas, mientras que en la Tabla 8, se muestra el número de muestras para cada estrato.

Tabla 7

Caracterización urbanística de la zona analizada

Categoría	Manzanas	Porcentaje
A	0	0%
B	9	56.25%
C	7	43.75%
D	0	0%
Total	16	100%

Fuente. Elaboración propia

Tabla 8

Número de muestras para cada estrato socioeconómico

Categoría	Porcentaje	Nº de muestras
A	0%	0
B	56.25%	45
C	43.75%	35
D	0%	0
Total	100%	80

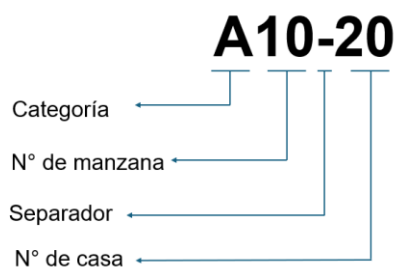
Fuente. Elaboración propia

3.5.3. Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo

Con los resultados obtenidos de las encuestas y la selección de las viviendas aptas para el análisis, se realizó placas de identificación para cada vivienda, con la finalidad de saber el estrato, el número de manzana y número de casa de cada medidor a observar. Las placas se realizaron siguiendo la estructura mostrada en la Figura 10.

Figura 10

Estructura de las placas de identificación



Fuente. Elaboración propia

Fueron realizadas en papel adhesivo y se colocó en una zona visible del medidor como se observa en la Figura 11.

Figura 11

Ejemplo de las placas de identificación en los medidores



Fuente. Elaboración propia

3.5.3.1 Equipo de medición

En la ciudad de Macas se encuentran diferentes marcas de medidores de agua potable, los cuales registran el consumo en metros cúbicos y en su mayoría, muestran al menos tres decimales. Las partes principales de la carátula del medidor de agua potable se muestran en la Figura 12.

Figura 12

Carátula del medidor de agua potable







Fuente. Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 9, los medidores instalados en la ciudad de Macas presentan la parte entera en formato numérico, mientras que la mayoría de los decimales se encuentran mediante manecillas. Los medidores más comunes corresponden a la marca Younio, Rich, Baylan y Delta. La lectura de los diferentes medidores no presenta variaciones en función de la marca, por lo que todos se consideran válidos para la recolección de datos. Además, se encuentran en buenas condiciones.

Tabla 9

Tipos de medidores en la ciudad de Macas

Marca	Younio	Rich	Baylan	Delta
Imagen				

Fuente. Elaboración propia

3.5.4. Procesamiento y análisis estadístico

La lectura del consumo de agua potable en cada vivienda se registró las 24 horas del día por un periodo de 7 días. En el que de manera manual se anotó el consumo desde las 6h00 hasta

las 22h00 (véase Anexo 7). La unidad de medida recabada en todos los medidores fue el metro cúbico, y se registró su parte entera y tres decimales. Los datos se registraron de manera directa en Excel, siguiendo la plantilla que se muestra en la Figura 13, lo que permitió un registro del consumo de manera rápida y ordenada.

Figura 13

Plantilla para el registro del consumo de agua potable

Día		Cantidad m3																				
Nº	Código Casa	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
1	C1-1																					
2	B1-1																					
3	C1-2																					
4	B2-2																					
5	B2-3																					
6	C2-3																					
7	B2-4																					
8	B2-5																					
9	C3-4																					
10	C3-5																					

Fuente. Elaboración propia

Después, se ordenaron los registros de consumo horario de cada vivienda y los datos se transformaron a litros para facilitar el análisis, (véase Figura 14).

Figura 14

Consumo horario en litros de una vivienda

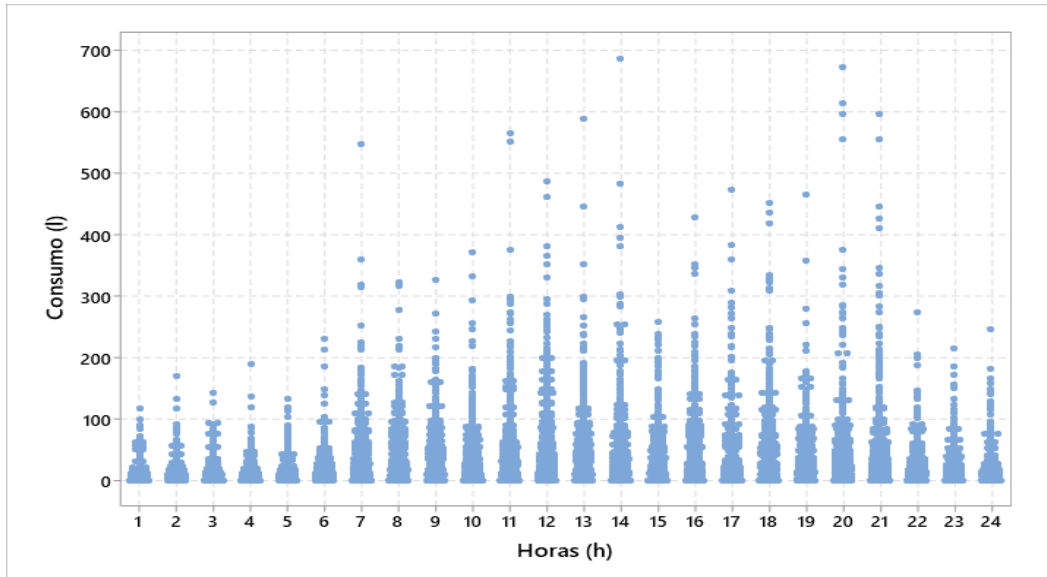
Consumo (l)							
Código	B8-24	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles
1	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	100	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	4.00	0.00
6	100	1.00	0.00	0.00	1.00	4.00	3.00
7	23.00	4.00	0.00	0.00	2.00	1.00	5.00
8	43.00	23.00	3.00	4.00	14.00	6.00	18.00
9	25.00	24.00	6.00	0.00	4.00	0.00	7.00
10	13.00	24.00	7.00	8.00	3.00	0.00	5.00
11	31.00	49.00	7.00	0.00	5.00	1.00	14.00
12	26.00	15.00	11.00	11.00	7.00	2.00	9.00
13	64.00	72.00	2.00	38.00	0.00	0.00	18.00
14	25.00	66.00	5.00	23.00	0.00	0.00	12.00
15	27.00	47.00	0.00	13.00	4.00	3.00	8.00
16	34.00	13.00	14.00	9.00	13.00	7.00	13.00
17	100	18.00	7.00	6.00	3.00	4.00	3.00
18	4.00	32.00	23.00	12.00	19.00	14.00	14.00
19	0.00	0.00	0.00	2.00	15.00	3.00	5.00
20	0.00	4.00	2.00	1.00	3.00	3.00	4.00
21	8.00	0.00	0.00	4.00	11.00	2.00	0.00
22	6.00	0.00	1.00	2.00	8.00	2.00	2.00
23	2.00	0.00	1.00	0.00	2.00	1.00	0.00
24	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente. Elaboración propia

Posteriormente, Se realizó el diagrama de dispersión del consumo de agua en Macas de las 24 horas del día (véase Figura 15).

Figura 15

Diagrama de dispersión de la ciudad de Macas



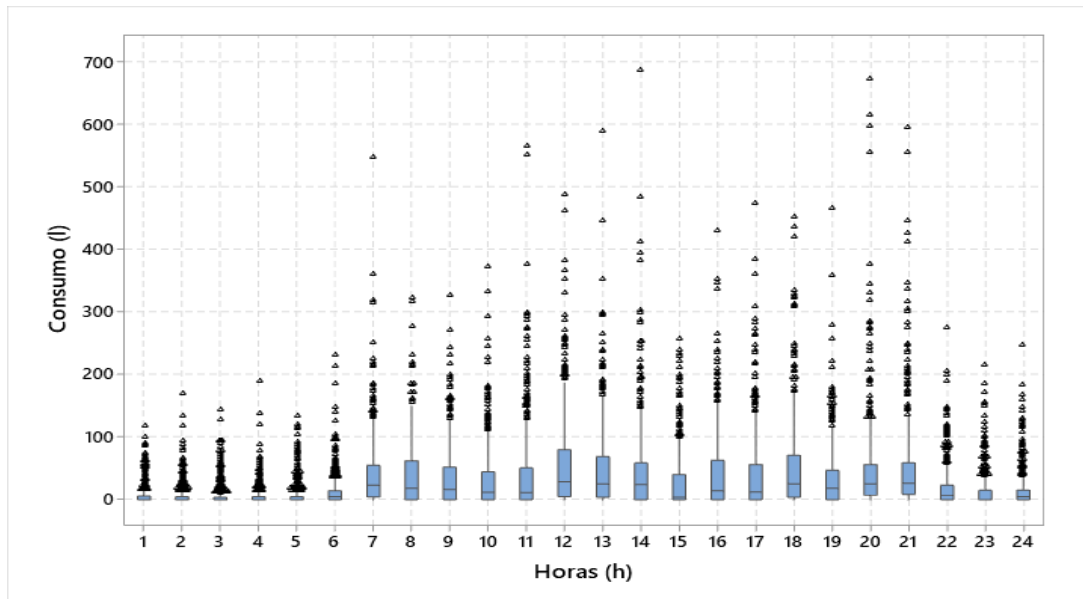
Fuente. Elaboración propia

3.5.5. Validación de datos

Utilizando el software Minitab se aplicó el método de cajas y bigotes con la finalidad de eliminar los valores atípicos de los datos recolectados. Este método muestra los valores mínimos, máximos, primer cuartil (Q1), tercer cuartil (Q3) y mediana (Q2), como se muestra en la Figura 16. Una vez eliminados los valores atípicos se procedió a realizar la curva de consumo horario, considerando los registros correspondientes del tercer cuartil (Q3), el cual representa el 75% de datos válidos para el estudio.

Figura 16

Validación de datos con el método de cajas y bigotes de la ciudad de Macas



Fuente. Elaboración propia

El caudal medio se calculó con el promedio aritmético de los registros de consumo de agua de las 24 horas, como se expresa en (3).

$$Q_{med} = \frac{\sum Qh}{24} \quad (3)$$

Donde:

Q_{med} = Caudal medio

$\sum Qh$ = Consumo de agua de las 24 horas del día

Además, según Estrada [32], a los registros obtenidos se le aumenta un 20% por fugas, con el fin de garantizar un buen rendimiento de abastecimiento, de esta manera, el caudal de fugas se obtuvo a partir de (4).

$$Q_{ff} = 20\% * Q_{med} \quad (4)$$

Donde:

Q_{ff} = Caudal de fugas de fondo

Q_{med} = Caudal medio

Finalmente, se obtuvo la variación del consumo horario (K_h) mediante la relación entre el caudal horario y el caudal medio, según se indica en (5). Este coeficiente según la CPE INEN 5 [33], está comprendido entre 2 y 2.3.

$$K_h = \frac{Q_h}{Q_{med}} \quad (5)$$

Donde:

K_h = Coeficiente de variación de consumo horario

Q_{med} = Caudal medio

Q_h =Caudal de consumo de cada hora

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

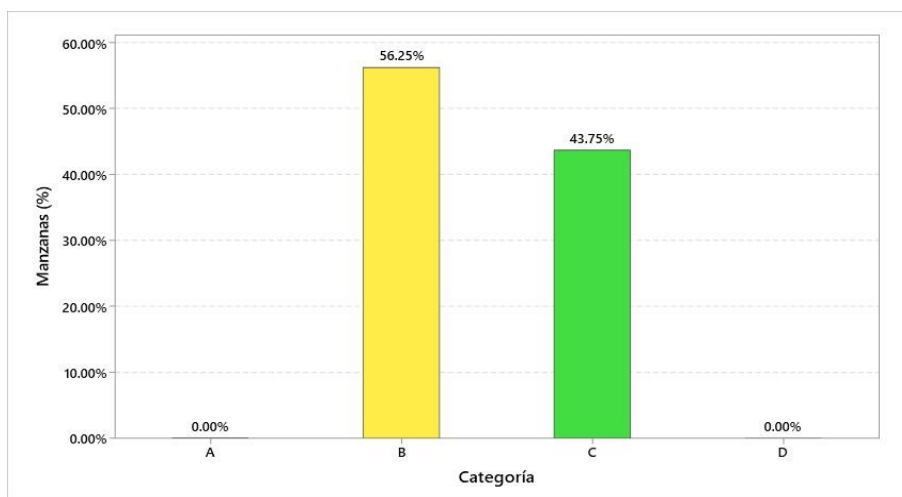
4.1. Factores que inciden en el consumo de agua potable

4.1.1. Estratificación socioeconómica

En la ciudad de Macas se identificó la presencia de los estratos socioeconómicos B y C, correspondientes a ingresos superiores e inferiores al promedio, respectivamente, no se registraron viviendas pertenecientes a los estratos A ni D. En la Figura 17, se muestra una ligera predominancia del estrato B (56.25%) frente al estrato C (43.75%).

Figura 17

Porcentaje de manzanas estratificadas de la ciudad de Macas



Fuente. Elaboración propia

4.1.2. Promedio personas/vivienda

Con respecto a la cantidad de personas que habitan en cada vivienda se obtuvo el promedio de personas/vivienda de 4.38.

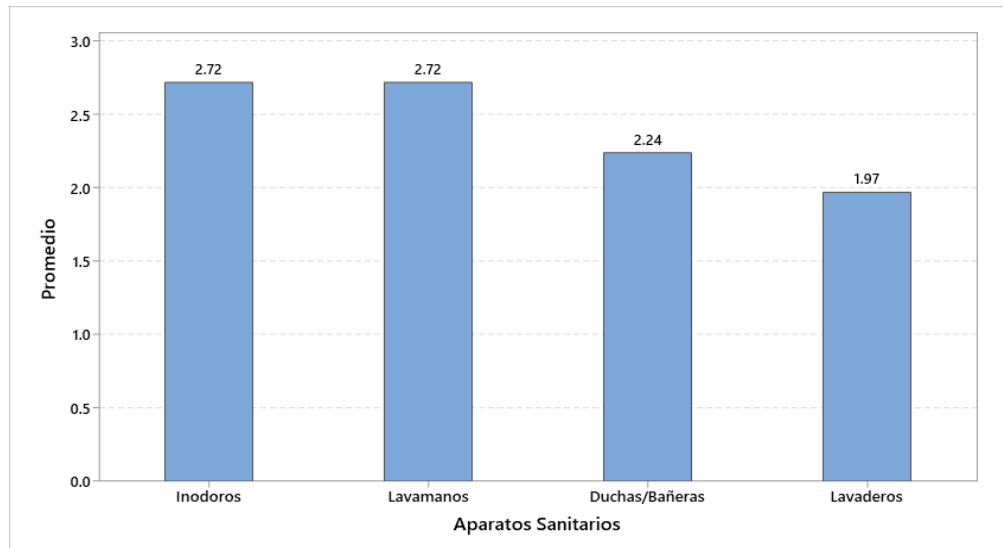
4.1.3. Aparatos sanitarios

Con base en los resultados de las encuestas se obtuvo el promedio de aparatos sanitarios existentes en cada domicilio, información importante para el análisis del consumo de agua potable,

ya que una mayor cantidad de aparatos sanitarios facilita el uso del agua y genera un aumento en el consumo (véase Figura 18).

Figura 18

Promedio de aparatos sanitarios por vivienda



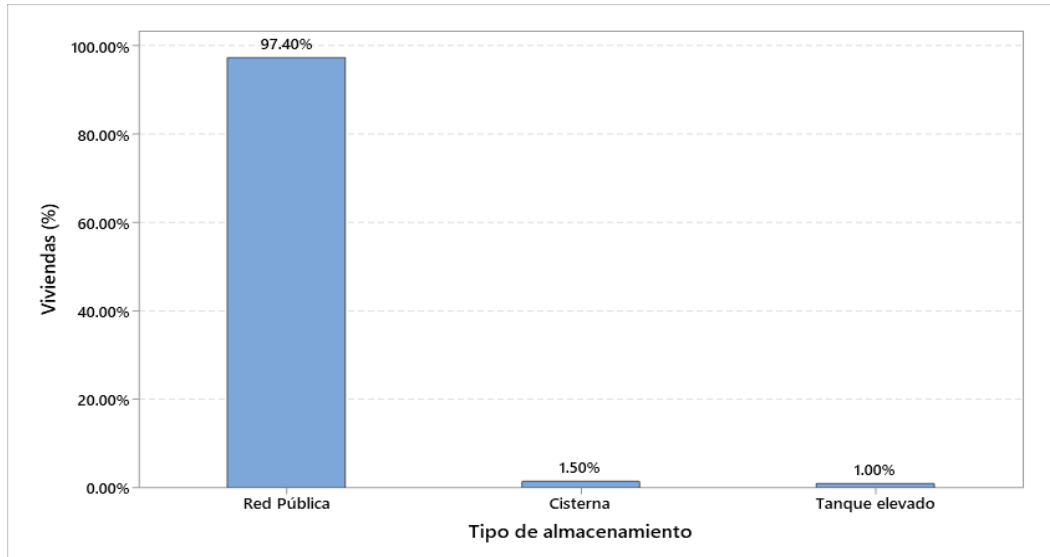
Fuente. Elaboración propia

4.1.4. Tipo de almacenamiento

En el presente análisis se consideraron únicamente las viviendas con conexión directa a la red pública de agua potable, sin ningún tipo de almacenamiento. En la Figura 19, se muestra una clara predominancia de viviendas con conexión directa a la red pública, que representan el 97.40%, mientras que el 1.50% corresponde a viviendas con almacenamiento tipo cisterna y el 1% a viviendas con tanque elevado. Por lo tanto, se excluyeron aquellas viviendas que cuentan con sistema de almacenamiento, ya que alteran el patrón real de consumo de agua potable y pueden distorsionar los resultados.

Figura 19

Porcentaje de uso según el tipo de almacenamiento



Fuente. Elaboración propia

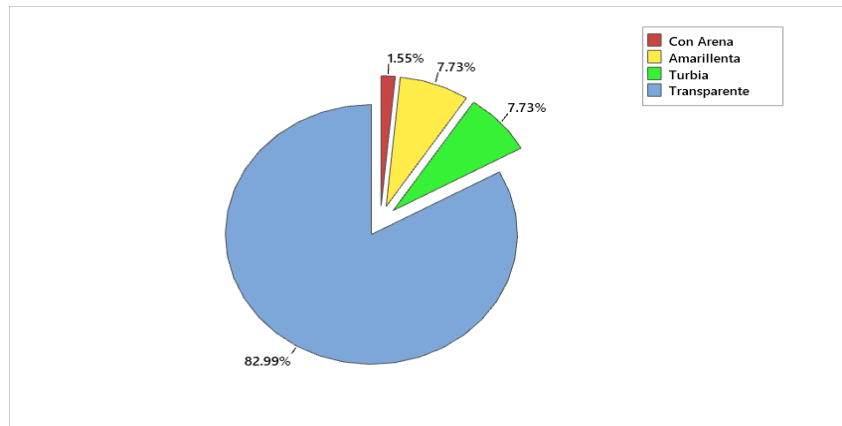
4.1.5. Nivel de servicio

Percepción del usuario

En las encuestas se incluyó una pregunta orientada a conocer la percepción de los usuarios respecto al color del agua potable, con el fin de utilizar este indicador cualitativo como medida de la calidad percibida del servicio. Teniendo un total de 4 opciones en donde un 82.99% de los encuestados percibe el agua como transparente, mientras un 7.73% como turbia, otro 7.73% como amarillenta y tan solo un 1.55% reporta la presencia de arena en el agua (véase Figura 20).

Figura 20

Percepción del agua potable según los usuarios



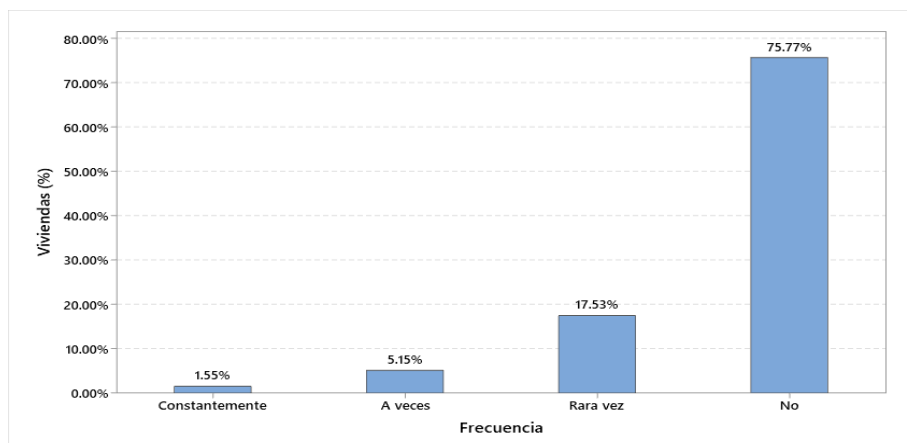
Fuente. Elaboración propia

Presencia de fugas y tarifas del agua potable

Los resultados mostrados en la Figura 21 y Figura 22, muestran que la mayoría de los usuarios (75.77%) no presentan fugas de agua en sus viviendas, lo cual favorece a un consumo más controlado. Por ende, debido a la baja presencia de fugas de agua, el 92.78% de los encuestados considera que las tarifas de servicio son normales, lo que sugiere que la baja presencia de fugas influye de manera favorable en las planillas de consumo de agua potable.

Figura 21

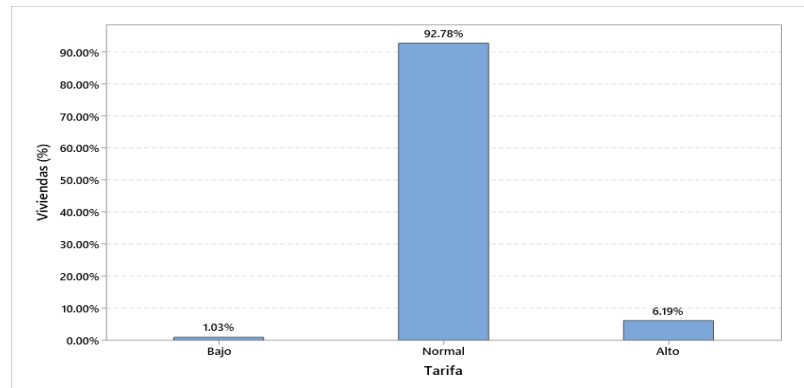
Porcentaje de la presencia de fugas de agua en viviendas



Fuente. Elaboración propia

Figura 22

Tarifas del consumo de agua potable



Fuente. Elaboración propia

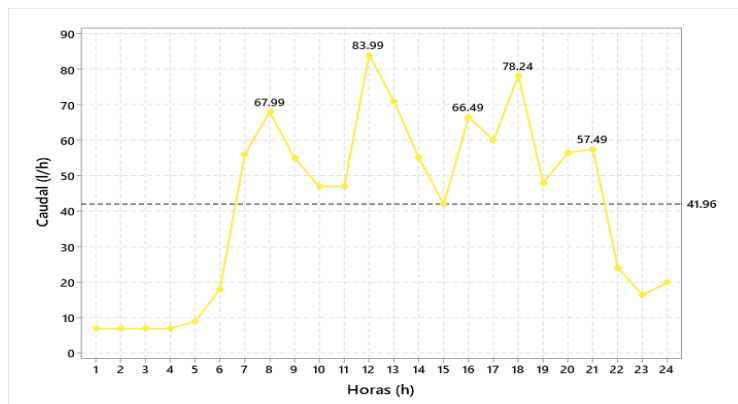
4.2. Curvas de consumo horario residencial

4.2.1. Curvas horarias máximas por estratos socioeconómicos

En la ciudad de Macas el consumo horario de agua potable correspondiente al estrato B se muestra en la Figura 23, con un caudal medio de 41.96 l/h, mientras que el consumo del estrato C se presenta en la Figura 24, con un caudal medio de 33.36 l/h. Estos valores indican una mayor demanda del recurso en el estrato B, asociada principalmente a las diferencias que existe en el nivel de ingresos.

Figura 23

Consumo horario del estrato B de la ciudad de Macas



Fuente. Elaboración propia

Figura 24

Consumo horario del estrato C de la ciudad de Macas

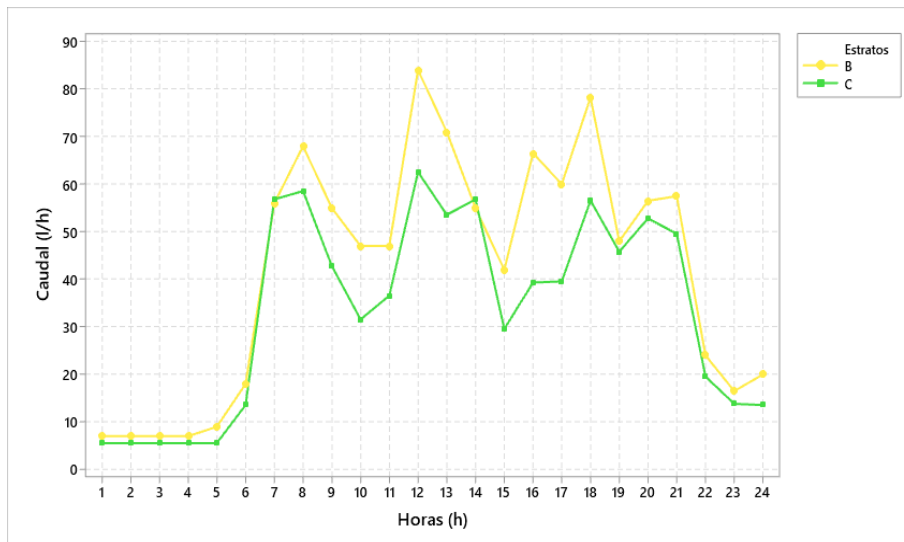


Fuente. Elaboración propia

En la Figura 25 se presentan conjuntamente las curvas de consumo horario de los dos estratos, lo que permite una comparación directa. En el que se observa que el consumo del estrato B es superior al del estrato C durante todas las horas del día.

Figura 25

Consumo horario del estrato B y C de la ciudad de Macas



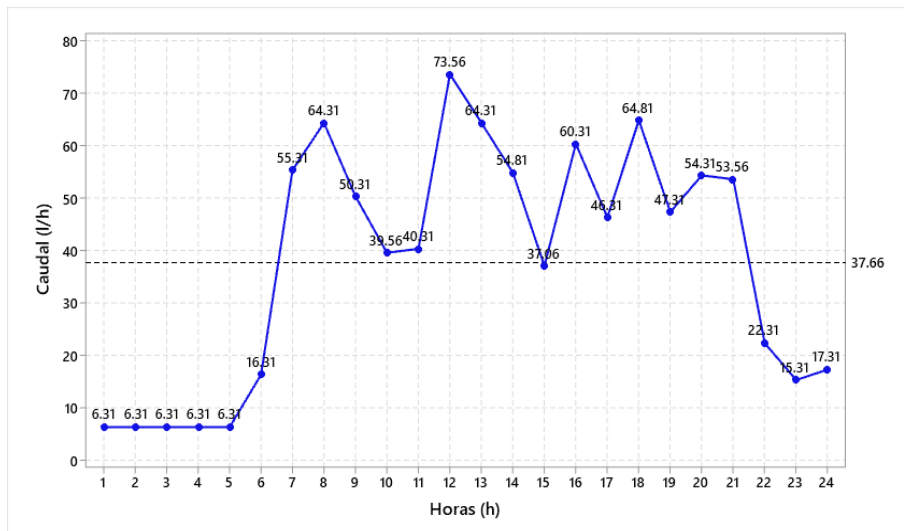
Fuente. Elaboración propia

4.2.2. Curva horaria máxima de la ciudad de Macas

La curva de consumo horario de agua potable de la ciudad de Macas se presenta en la Figura 26, registrando un caudal medio de 37.66 l/h, obtenido a partir del promedio de los caudales medios de los estratos analizados. Esta curva integra el comportamiento del consumo horario de la ciudad y las distintas costumbres de la población.

Figura 26

Consumo horario residencial de la ciudad de Macas



Fuente. Elaboración propia

Se identifican picos de consumo de agua potable en las tres etapas principales del día: durante el desayuno (8h00), con un caudal de 64.31 l/h; en el almuerzo (12h00), con un caudal de 73.56 l/h; y en la merienda (18h00), con un caudal de 64.81 l/h. Adicionalmente, se reporta el último pico de consumo nocturno a las 20h00, con un valor de 54.31 l/h, vinculado con actividades finales del día.

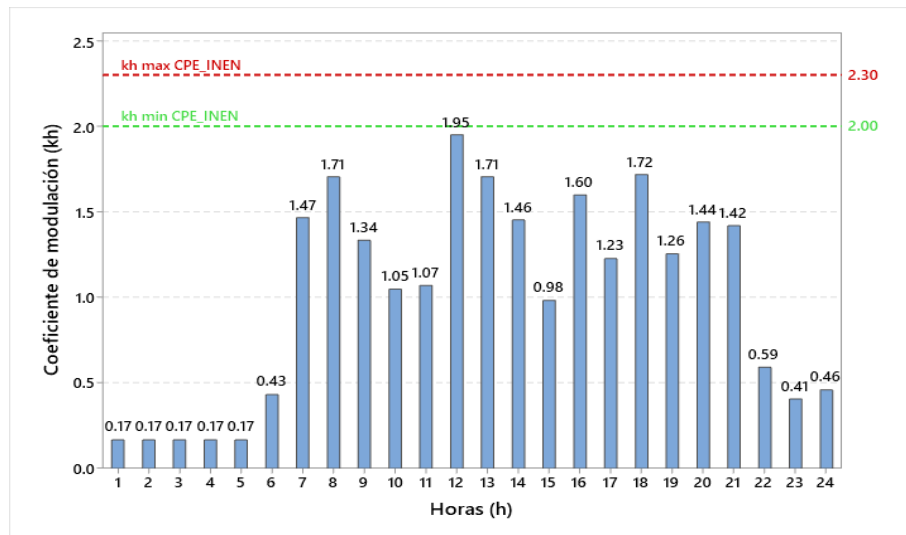
4.2.3. Comparativa de coeficientes máximos de modulación horario vs normativa

Se realizó la comparación de los coeficientes máximos de variación de consumo horario de la ciudad de Macas con los valores mínimos y máximos establecidos en la normativa CPE INEN 5.

En la Figura 27, se aprecia que el coeficiente de modulación horario máximo de la ciudad de Macas es a las 12h00 alcanzando un valor de $K_h=1.95$. Este resultado indica que, en todo el transcurso del día los coeficientes horarios obtenidos se mantienen por debajo de los valores que recomienda la normativa.

Figura 27

Comparación de coeficientes de modulación máximos (K_h) de la ciudad de Macas vs (K_h) CPE INEN 5



Fuente. Elaboración propia

4.3. Discusión

La investigación se realizó con la finalidad de establecer el coeficiente de consumo horario de la ciudad de Macas mediante la recolección horaria de los consumos de agua potable durante siete días consecutivos, lo que permitió comparar el coeficiente de la normativa con el calculado y determinar que los diseños de distribución de agua potable sean óptimos.

El nivel socio económico de la ciudad de Macas constituye un factor importante en el consumo de agua potable. La curva del consumo horario del estrato B muestra un mayor consumo en la hora del desayuno (8h00), almuerzo (12h00) y cena (18h00), períodos en el que se desarrollan actividades domésticas como: preparación de alimentos, aseo personal, limpieza y lavado de utensilios. El caudal más elevado se presentó a las 12h00, con un pico de 83.99 l/h, lo que refleja

una mayor intensidad del consumo en la hora del almuerzo, ya que, están más personas presentes en la vivienda. Este comportamiento es común en viviendas con ingresos medios altos, donde existen mayor cantidad de aparatos sanitarios y electrodomésticos.

Por su parte, el estrato C presenta un mayor consumo en estas tres horas del día (8h00, 12h00 y 18h00), lo que indica que, independientemente del nivel de ingresos, las rutinas diarias influyen directamente en el consumo de agua potable. No obstante, el caudal máximo se da a las 12h00 con un pico de 62.56 l/h, con un valor de 21.43 l/h menos que el estrato B, haciendo referencia a que existe un menor consumo de agua potable si existe un menor ingreso económico, debido a que, el uso del recurso suele ser más racional, consciente y existe menor cantidad de artefactos sanitarios y electrodomésticos, como concluye Toledo [26], en su investigación.

El coeficiente de modulación horario máximo de la ciudad de Macas fue alcanzado a las 12h00 con un valor $K_h = 1.95$, este coeficiente es menor al rango (2.00 a 2.30) establecido por la Norma CPE INEN 5 [33], por lo cual es recomendable utilizar los valores estipulados en dicha norma para evitar el subdimensionamiento y así garantizar el flujo continuo y seguridad en el sistema de las redes de distribución de agua potable, ya que corresponden a condiciones conservadoras.

En los resultados de investigaciones previas y estudios similares reportados en la literatura, se observa que en la ciudad de Riobamba el coeficiente de modulación horario máximo es de 3.52 [27], en el estudio realizado en Baños y Pelileo los coeficientes que se obtuvieron fueron de 2.72 y 2.83 respectivamente [28] y en el análisis desarrollado en San Miguel de Bolívar el coeficiente fue de 2.77 [26]. Mientras que el coeficiente de modulación máximo que establece la norma es de 2.30, siendo inferior a los datos recabados en estudios previos, esto debido a que, la ubicación geográfica, aspectos demográficos y tamaño de la población influyen al consumo de agua potable.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El consumo horario residencial en la ciudad de Macas presenta múltiples variaciones a lo largo del día, aunque tiende a tener horas de mayor consumo en horarios de comida como el desayuno (8h00), almuerzo (12h00) y cena (18h00), evidenciándose el pico máximo de demanda a las 12h00, con un coeficiente de modulación horaria de $K_{hmax} = 1.95$, debido al incremento en las actividades domésticas y a la presencia de los usuarios en sus viviendas durante este período. Este comportamiento evidencia que gran parte de la población dispone del tiempo y las condiciones necesarias para poder realizar sus actividades cotidianas dentro del hogar. Asimismo, se evidenció que el K_{hmax} obtenido es inferior al rango establecido por la normativa CPE INEN 5, por lo que, para fines de diseño, gestión y planificación de sistemas de abastecimiento, resulta óptimo usar los valores normativos, los cuales garantizarán la seguridad hidráulica del sistema y una capacidad suficiente para responder ante variaciones máximas en la demanda de agua potable.

El análisis de la estratificación urbanística permitió identificar los factores que influyen en la demanda de agua potable según el nivel socioeconómico de cada estrato, evidenciándose que el estrato B presenta una mayor demanda de agua en comparación con el estrato C. Si bien el caudal máximo para ambos estratos se registra a la hora del almuerzo (12h00), el consumo de agua potable en el estrato B es superior durante todas las horas del día, lo que muestra que un mayor uso del recurso está asociado al poder económico del usuario. En contraste, el estrato C al presentar un menor consumo evidencia un uso más racional del agua potable, debido al menor ingreso económico.

A partir de la información recolectada, se generaron curvas de consumo horario y se determinaron los coeficientes de variación, en donde se destaca el coeficiente máximo (K_{hmax}), el cual constituye un parámetro fundamental para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable. Por lo tanto, se concluye que estos coeficientes deben establecerse para cada población, debido a que los patrones de consumo de agua potable varían según factores como las costumbres, actividades y condiciones socioeconómicas de cada población.

5.2.Recomendaciones

Se recomienda que para el diseño de nuevos sistemas o para la ampliación de los existentes se continúe utilizando los valores del coeficiente de modulación horaria establecidos por la normativa CPE INEN 5, ya que estos valores garantizan la seguridad y correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable ante escenarios de máxima demanda. Tomando en cuenta que en el presente estudio se obtuvo un $K_h=1.95$, valor que se encuentra por debajo del rango de la normativa, por lo tanto, se sugiere emplear como mínimo el coeficiente establecido por la normativa ($K_h=2.00$), ya que este valor proporciona un margen de seguridad para el correcto dimensionamiento y operación del sistema.

También se sugiere seguir monitoreando de manera continua el consumo de agua potable, a través de micromediciones y registros horarios, esto con la finalidad de seguir actualizando de manera periódica los patrones de consumo de agua potable y poder estar preparados para tener una correcta gestión del sistema de abastecimiento en un futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] SENAGUA, “Secretaría del agua,” Misión y Visión. Accessed: Dec. 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.gob.ec/senagua>
- [2] ARCA, “ARCA contribuye al acceso equitativo del agua en el Ecuador,” Agencia de Regulación y Control del Agua. Accessed: Dec. 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.regulacionagua.gob.ec/arca-contribuye-al-acceso-equitativo-del-agua-en-el-ecuador/>
- [3] Municipio de Morona, “CONSULTORIA DE LOS ESTUDIOS DE EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE MACAS, CANTON MORONA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO,” Macas, Aug. 2024.
- [4] BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR B.P., “CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE MACAS: TRAMO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SAN ISIDRO TANQUE DE RESERVA R2 DEL CANTÓN MORONA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO,” Cuenca, Dec. 2024. Accessed: Dec. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.morona.gob.ec/wp-content/uploads/R2-2025/INFORME%20DE%20EVALUACION-BEDE.pdf>
- [5] BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR B.P., “CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE MACAS: TRAMO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SAN ISIDRO TANQUE DE RESERVA R2 DEL CANTÓN MORONA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO,” Cuenca, Dec. 2024. Accessed: Dec. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.morona.gob.ec/wp-content/uploads/R2-2025/INFORME%20DE%20EVALUACION-BEDE.pdf>
- [6] A. Arellano, M. Gabriela, and Z. Rodríguez, “Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador”, doi: 10.37135/u.editorial.05.0000.
- [7] MapSof.net, “Macas , Morona Santiago.” Accessed: Nov. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.mapsof.net/macas>
- [8] W. Atlas, “Anual y Mensual del Tiempo - Macas, Ecuador.” Accessed: Nov. 15, 2025. [Online]. Available: <https://www.weather-atlas.com/es/ecuador/macas-clima>

- [9] Tripadvisor, “Macas desde 500 metros de altura en todo su esplendor - Picture of Catedral de La Purísima de Macas - Tripadvisor,” Tripadvisor. Accessed: Jan. 25, 2026. [Online]. Available: https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g1730774-d8733486-i375996049-Catedral_de_La_Purissima_de_Macas-Macas_Morona_Santiago_Province.html
- [10] Thomas Brinkhoff, “Macas,” CityPopulation.de. Accessed: Dec. 01, 2025. [Online]. Available: https://www.citypopulation.de/en/ecuador/parish/admin/morona_santiago/140150__macas/
- [11] Sean Carter, “Wander to Macas, Ecuador An Off-the-Beaten-Path Rainforest Hideout,” All You Need Is Ecuador. Accessed: Dec. 13, 2025. [Online]. Available: <https://allyouneedisecuador.com/wander-to-macas-ecuador-an-off-the-beaten-path-rainforest-hideout/>
- [12] Fromto.city, “Macas - hora exacta, la distancia entre ciudades, , Ecuador,” fromto.city. Accessed: Nov. 30, 2025. [Online]. Available: <https://fromto.city/es/ecuador%2Cmorona-santiago%2Cmorona%2Cmacas>
- [13] J. Cárdenas and M. Castillo, “LA ÉTICA DEL AGUA POTABLE EN EL MUNDO,” *ResearchGate*, 2021, Accessed: Oct. 06, 2025. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/355169473_LA_ETICA_DEL_AGUA_POTABLE_EN_EL_MUNDO
- [14] N. Cheifetz, Z. Noumir, A. Samé, A.-C. Sandraz, C. Féliers, and V. Heim, “Modeling and clustering water demand patterns from real-world smart meter data,” *Drink. Water Eng. Sci.*, vol. 10, pp. 75–82, Aug. 2017, doi: 10.5194/dwes-10-75-2017.
- [15] A. Arellano, A. Bayas, A. Meneses, and T. Castillo, “Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes,” *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, vol. 1, pp. 23–32, Jun. 2018, doi: 10.37135/unach.ns.001.01.03.
- [16] D. Fante Narváez, J. T. Chachalo Gavilima, and L. F. Haro Terán, “Política pública para impulsar el uso adecuado del agua potable, Pimampiro, Imbabura, Ecuador,” *IUSTITIA SOCIALIS*, vol. 9, no. 1, pp. 191–200, Feb. 2024, doi: 10.35381/raji.v9i1.3466.
- [17] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “Norma Técnica Ecuatoriana 1108:2014,” 2014.
- [18] A. D. de J. Ramos Mancheno, “Efectos del consumo de agua contaminada en la calidad de vida de las personas,” *Polo del Conocimiento*, vol. 9, no. 1, pp. 614–632, Jan. 2024, doi: 10.23857/pc.v9i1.6396.

- [19] R. A. Lambruschini Espinoza, “Factores determinantes de los modelos matemáticos para el diseño, simulación y control de redes de abastecimiento de agua potable,” *Revista científica en ciencias sociales*, vol. 6, no. 1, pp. 01–16, Sep. 2024, doi: 10.53732/rccsociales/e601116.
- [20] F. Andramuño, “Estudios definitivos del sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Macas: tramo planta de tratamiento de agua potable San Isidro- tanque de reserva r2 del cantón Morona.,” 2024.
- [21] A. Rico, “Tipologías de consumo de agua en abastecimientos urbano-turísticos de la comunidad Valenciana,” 2007.
- [22] S. Huaquisto Cáceres and I. G. Chambilla Flores, “Análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de Salcedo, Puno,” *INVESTIGACION & DESARROLLO*, vol. 19, no. 1, pp. 133–144, Jul. 2019, doi: 10.23881/idupbo.019.1-9i.
- [23] J. Cabezas, “Caracterización de la curva de consumo diario de agua potable,” Universidad Politécnica Salesiana, 2025.
- [24] J. Lamo, “Agua, agricultura y alimentos. Un mundo sin hambre será de riego o no será,” *Revista Española de estudios agroasociados y pesqueros*, 2024.
- [25] M. J. Vera Vera, J. M. Giler Molina, K. A. Patiño Alonzo, and F. E. Alcívar Intriago, “Calidad del agua potable y funcionamiento de su red de distribución: un análisis de caso en Ecuador,” *CIENCIA UNEMI*, vol. 17, no. 46, pp. 34–59, Sep. 2024, doi: 10.29076/issn.2528-7737vol17iss46.2024pp34-59p.
- [26] N. Benalcázar, “Propuesta de un coeficiente de variación del consumo máximo diario de agua potable de la norma ecuatoriana CPE INEN 5,” Universidad Nacional de Chimborazo, 2024.
- [27] J. Avalos and G. Oleas, “Estudio del comportamiento de consumo horario de agua potable en el cantón Riobamba,” Universidad Nacional de Chimborazo, 2023.
- [28] R. Guambuguete and C. Morocho, “Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en el cantón San Miguel de Bolívar,” UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, 2024.
- [29] Macas Romey and Moyón Leonardo, “Determinación del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable de las parroquias Cubijés y San Gerardo,” Universidad Nacional de Chimborazo, 2024.

- [30] A. Arellano, M. Gabriela, and Z. Rodríguez, “Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador,” *ResearchGate*, 2024, doi: 10.37135/u.editorial.05.0000.
- [31] A. Vinicio, G. Montoya, and A. Arellano, “Método de caracterización urbanística y socioeconómica para poblaciones menores que 150.000 habitantes autores,” 2012, doi: 10.13140/RG.2.2.17722.21446.
- [32] H. Estrada, “Diseño del sistema de agua potable de la parroquia el Rosario, del cantón Guano, provincia de Chimborazo (Ecuador),” 2019.
- [33] Q. -Ecuador, C. DE Ecuatoriano La Construcción Cec, and P. Edición, *Instituto Ecuatoriano de normalización para estudio de diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes HABITANTES*. Ecuador: CPE INEN 5, 1992.

ANEXOS

Anexo 1



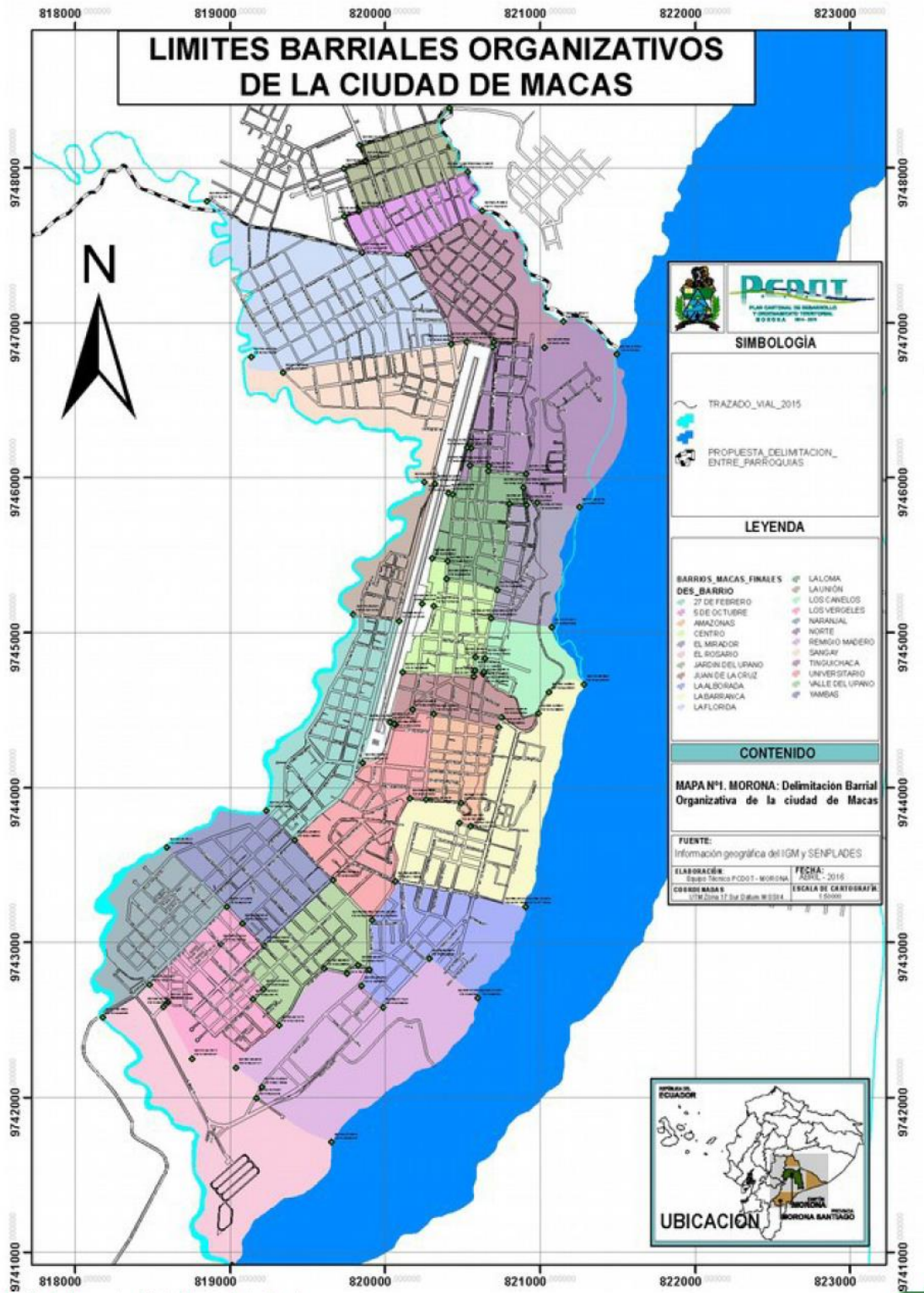
GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTON MORONA

RESUMEN DE PLAN ILLAJE

Período: Julio - del 2025

Detalle	No. Cuentas	Valor	Rebaja	Total
Agua Potable	8.836	51.981,13	-4.325,62	47.655,51
Comercial	469	4.291,53	-347,94	3.943,59
Residencial	8.078	42.351,18	-3.906,24	38.444,94
Oficial	173	4.130,00		4.130,00
Industrial	114	1.201,92	-71,44	1.130,48
Especial	2	6,50		6,50
Aseo Público	8.021	27.169,50		27.169,50
Comercial	458	1.702,00		1.702,00
Oficial	163	529,75		529,75
Residencial	7.289	24.110,50		24.110,50
Industrial	110	825,00		825,00
Especial	1	2,25		2,25
Alcantarillado Sanitario	5.581	12.504,30		12.504,30
Comercial	448	1.449,19		1.449,19
Oficial	147	1.294,93		1.294,93
Residencial	4.929	9.549,23		9.549,23
Industrial	57	210,95		210,95
Seguridad Ciudadana	8.836	4.418,00		4.418,00
Otros Recargos				
Instalación de Medidores				
TOTAL PLANILLADO		96.072,93	-4.325,62	91.747,31
Rebajas	2.098	-4.325,62		
Tercera Edad	1.911	-4.184,12		
Comercial	135	-343,44		
Residencial	1.760	-3.771,24		
Industrial	16	-69,44		
Discapacidad	187	-141,50		
Residencial	180	-135,00		
Comercial	6	-4,50		
Industrial	1	-2,00		
Consumo medido (m3)	8.911	222.162,00		
Comercial	469	16.668,00		
Residencial	8.078	156.241,00		
Oficial	173	14.325,00		
Industrial	114	3.108,00		
Especial	2	50,00		
Municipal	75	31.770,00		
ESTADO DE LAS ACOMETIDAS	8.911			
Normal	7.890			
Suspendido	393			
Construcción	93			
Medidor Dañado	113			
Inaccesible	373			
Sin Medidor	49			

Anexo 2



Anexo 6

Nombre del encuestado Tu respuesta _____	La calidad de agua potable que llega a su vivienda es <input type="radio"/> Transparente <input type="radio"/> Amarillenta <input type="radio"/> Con arena <input type="radio"/> Con tierra <input type="radio"/> Turbia
N° de personas que habitan en el hogar Tu respuesta _____	
N° de personas que aportan económicamente en el hogar Tu respuesta _____	Considera Ud. que está pagando lo normal en cuanto al consumo de agua potable <input type="radio"/> Normal <input type="radio"/> Alto <input type="radio"/> Bajo
La vivienda es <input type="radio"/> Propia <input type="radio"/> Arrendada <input type="radio"/> Prestada <input type="radio"/> Heredada	Cuántos inodoros tiene Tu respuesta _____
La vivienda es <input type="radio"/> Residencial <input checked="" type="radio"/> Comercial	Cuántos lavamanos tiene Tu respuesta _____

Anexo 7

