



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DETERMINACIÓN DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE
AGUA POTABLE DE LAS PARROQUIAS SAN ANDRÉS Y SAN ISIDRO
DE PATULÚ PERTENECIENTES AL CANTÓN GUANO**

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autores:

Arias Zela Freddy Alejandro
Carrión Tenesaca Juan Carlos

Tutor:

Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez MsC.

Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, Arias Zela Freddy Alejandro, con cédula de ciudadanía 060419076-9 y Carrión Tenesaca Juan Carlos con cédula de ciudadanía 060511841-3, autores del trabajo de investigación titulado: **“DETERMINACIÓN DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE DE LAS PARROQUIAS SAN ANDRÉS Y SAN ISIDRO DE PATULÚ PERTENECIENTES AL CANTÓN GUANO”**, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

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

En Riobamba, 30 de noviembre del 2023.

Freddy Alejandro Arias Zela

C.I: 060419076-9

Juan Carlos Carrión Tenesaca

C.I: 060511841-3

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **“DETERMINACIÓN DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE DE LAS PARROQUIAS SAN ANDRÉS Y SAN ISIDRO DE PATULÚ PERTENECIENTES AL CANTÓN GUANO”** presentado por Arias Zela Freddy Alejandro, con cédula de ciudadanía 060419076-9 y Carrión Tenesaca Juan Carlos con cédula de ciudadanía 060511841-3, certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 08 de diciembre de 2023.

Diego Javier Barahona Rivadeneira, Mgs.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Alfonso Patricio Arellano Barriga, Mgs.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Nelson Estuardo Patiño Vaca, Mgs.

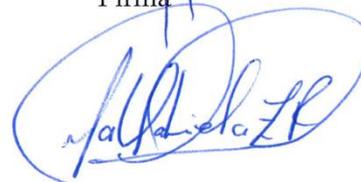
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

María Gabriela Zúñiga Rodríguez, Mgs.

TUTOR



Firma

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quiénes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **“DETERMINACIÓN DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE DE LAS PARROQUIAS SAN ANDRÉS Y SAN ISIDRO DE PATULÚ PERTENECIENTES AL CANTÓN GUANO”**, presentado por Arias Zela Freddy Alejandro, con cédula de ciudadanía 060419076-9 y Carrión Tenesaca Juan Carlos con cédula de ciudadanía 060511841-3, bajo la tutoría de Mgs. María Gabriela Zúñiga Rodríguez; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 08 de diciembre de 2023.

Diego Javier Barahona Rivadeneira, Mgs.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Alfonso Patricio Arellano Barriga, Mgs.

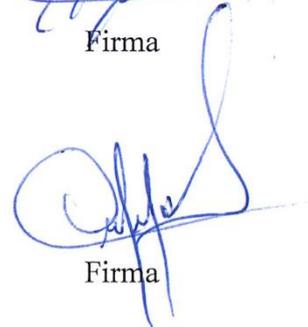
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Nelson Estuardo Patiño Vaca, Mgs.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma



CERTIFICACIÓN

Que, **ARIAS ZELA FREDDY ALEJANDRO** con CC: **060419076-9** y **CARRIÓN TENESACA JUAN CARLOS** con CC: **060511841-3**, estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"DETERMINACIÓN DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE DE LAS PARROQUIAS SAN ANDRÉS Y SAN ISIDRO DE PATULÚ PERTENECIENTES AL CANTÓN GUANO"**, cumple con el 7 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **urkund** porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 30 de noviembre 2023

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

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado con mucho cariño a toda mi familia, que han sido y son fuente de inspiración para no darme por vencido.

También quiero dedicar este logro a mis hermanos Alex y Nicol que se sientan orgullosos y que este logro solo nos fomente a seguir adelante.

Juan C. Carrión T

Esta tesis está dedicada a toda mi familia en especial a mis padres Freddy y Marcia que son mi ejemplo para seguir, también está dedicada a la memoria de mi abuelito Agustín Zela que con su gran corazón me enseñó que con esfuerzo y trabajo se cumplen los sueños, a mi hermana Daniela por acompañarme en todo momento te amo infinitamente hermanita.

Finalmente quiero dedicar este logro a todos mis maestros por sus enseñanzas y conocimientos aportando a mi formación profesional y como ser humano.

Freddy A. Arias. Z

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional de Chimborazo, a nuestra tutora y mentora MsC. Ma. Gabriela Zúñiga, por su acompañamiento, enseñanza, sabiduría y paciencia a lo largo del proceso académico, también agradecemos al MsC. Alfonso Arellano y MsC. Nelson Patiño miembros del tribunal, por compartir su tiempo y conocimiento durante nuestra etapa universitaria.

Juan C. Carrión T. & Freddy A. Arias. Z.

Agradezco a Dios por darme salud y vida para alcanzar todas mis metas. A mis padres Juan y Norma por nunca quitarme el apoyo, a mi madrina Wendy y abuelita Gloria por guiarme y por siempre confiar en mí.

Además, agradezco a los GADS y juntas de agua parroquial de ambas parroquias por la entrega de información necesaria para llevar a cabo la investigación.

Juan C. Carrión T

Quiero expresar mi gratitud a Dios por ser mi acompañante en el transcurso de mi vida. A mis padres Freddy y Marcia por brindarme su apoyo incondicional y no dejarme decaer cuando todo parecía complicado, a mi hermana Daniela que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y me motivaba a seguir adelante, a mis abuelitos Olga y Agustín por brindarme sus consejos y llenarme de amor y cariño, a mi tío Andrés por guiarme en mi etapa universitaria.

Freddy A. Arias. Z

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.	13
1.1 Antecedentes.....	13
1.2 Planteamiento del problema	16
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivo específico	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.	17
2.1 Conceptos Generales	17
2.1.1 Agua potable	17
2.1.2 Agua cruda	17
2.1.3 Dotación	17
2.1.4 Captación.....	17
2.1.5 Variaciones periódicas de consumo	17
2.2 Consumo de agua potable	17
2.2.1 Factores que influyen en el consumo de agua potable	17
2.2.2 Curva característica de consumo diario	18
2.3 Estado del arte.....	19
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	21
3.1 Tipo de Investigación.....	21
3.2 Esquema metodológico	21
3.3 Métodos y técnicas de recolección de datos	22
3.4 Población de estudio y tamaño de la muestra	22
3.4.1 Población.....	22
3.4.2 Muestra.....	22
3.5 Procesamiento y análisis de datos.....	23
3.5.1 Procesamiento y análisis de datos para la caracterización socioeconómica	
.....	23
3.5.2 Procesamiento y análisis de datos de la encuesta aplicada.	25
3.5.3 Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo.....	25
3.5.4 Proceso para la digitalización de resultados.....	26
3.5.5 Caudal medio.....	30

3.5.6 Caudal de fondo de fugas	30
3.5.7 Coeficiente de variación de consumo máximo horario	30
3.5.8 Construcción de las curvas	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1 Factores que inciden en el consumo de agua potable	31
4.1.1 Clasificación urbanística socioeconómica.....	31
4.1.2 Usuarios por vivienda.....	34
4.1.3 Suministro y abastecimiento.....	34
4.1.4 Calidad del agua	35
4.1.5 Sistema de almacenamiento	36
4.1.6 Aparatos sanitarios	37
4.2 Curvas de consumo horario residencial.....	37
4.2.1 Consumos horarios por redes de distribución	37
4.2.2 Consumos horarios por estrato socioeconómicos.....	38
4.2.3 Coeficiente de modulación horaria.....	39
4.3 Discusión	41
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	44
5.1 Conclusiones	44
5.2 Recomendaciones	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Información del sistema de distribución de agua potable San Andrés	14
Tabla 2 Información del sistema de abastecimiento de agua potable San Isidro de Patulú	14
Tabla 3 Cobertura de la red de abastecimiento Lalanshi (San Andrés).....	14
Tabla 4 Cobertura de la red abastecimiento Chancaguán (San Isidro de Patulú).....	15
Tabla 5 Muestra para las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú	23
Tabla 6 Puntaje para la categorización de las manzanas	23
Tabla 7 Puntaje para la categorización según encuesta	24
Tabla 8 Distribución de viviendas por estratos	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación Geográfica de las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú	13
Figura 2 Ubicación de tanques de reserva y redes de distribución.....	15
Figura 3 Curva típica horaria.....	19
Figura 4 Esquema metodológico de la investigación	21
Figura 5 Estratos socioeconómicos de manzanas San Andrés	24
Figura 6 Estratos socioeconómicos de manzanas San Isidro de Patulú	24

Figura 7 Medidor ISO-4064 CLASS B	25
Figura 8 Esquema de lectura de medidor ISO 4064 CLASS B.....	26
Figura 9 Ficha de lecturas de consumo de agua potable	27
Figura 10 Diagrama de dispersión de la parroquia San Andrés	28
Figura 11 Diagrama de dispersión de la parroquia San Isidro de Patulú	28
Figura 12 Diagrama de cajas y bigotes de la parroquia San Andrés	29
Figura 13 Diagrama de cajas y bigotes de la parroquia San Isidro de Patulú	29
Figura 14 Porcentaje de estratos socioeconómicos San Andrés.....	31
Figura 15 Porcentaje estratos socioeconómicos San Isidro de Patulú.....	31
Figura 16 Mapa de estratos económicos en la parroquia de San Andrés	32
Figura 17 Mapa de estratos económicos en la parroquia de San Isidro de Patulú	33
Figura 18 Promedio de habitantes por casa.....	34
Figura 19 Frecuencia del servicio de agua potable según el estrato en San Andrés	34
Figura 20 Frecuencia del servicio de agua potable según el estrato en San Andrés	35
Figura 21 Percepción de la calidad de agua	35
Figura 22 Sistema de almacenamiento de San Andrés por estrato.....	36
Figura 23 Sistema de almacenamiento de San Isidro de Patulú por estrato.....	36
Figura 24 Aparatos sanitarios en las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú.....	37
Figura 25 Curva de variación de consumo horario San Andrés y San Isidro de Patulú.....	38
Figura 26 Curva de variación horaria del consumo de agua en San Andrés por estratos ..	38
Figura 27 Curva de variación horaria del consumo de agua en San Isidro de Patulú por estrato	39
Figura 28 Factor del consumo horario San Andrés	39
Figura 29 Factor de consumo horario San Isidro de Patulú	40
Figura 30 Comparación de kh máximos en los cantones estudiados	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha para la caracterización urbanística	48
Anexo 2 Ficha para la caracterización socioeconómica.....	48
Anexo 3 Encuesta de consumo de agua	49
Anexo 4 Toma de lecturas de micromedidores	50

RESUMEN

Las parroquias rurales San Andrés y San Isidro de Patulú pertenecientes al cantón Guano, se encuentran ubicadas al noroeste de la provincia de Chimborazo las cuales abarcan el 51.87 % del área cantonal, cada parroquia cuenta con una red de distribución denominadas red Lalanshi (San Andrés) y red Chancaguán (San Isidro de Patulú). El presente proyecto de investigación tiene como finalidad determinar el consumo horario residencial de agua potable y su relación con los estratos socioeconómicos, basados en la metodología de estratificación urbanística y encuesta socioeconómica planteada por Arellano et al. (2012), a través de la toma de datos en campo de 96 micromedidores en San Andrés y 64 micromedidores en San Isidro de Patulú durante 24 horas 7 días de la semana. Se establecieron los hábitos que influyen en el consumo de agua así como las curvas de variación de consumo horario y los coeficientes de variación de consumo horario (kh) máximos y mínimos, obteniendo que el mayor consumo de agua potable en la parroquia San Andrés se presenta a las 12h00 con un caudal de 126.72 l/h y en San Isidro de Patulú a las 11h00 con un caudal de 103.22 l/h, a su vez los coeficientes (kh) de mayor magnitud son 2.44 y 3.08 respectivamente, mismos que exceden el límite máximo de 2.30 sugerido en la norma CPE INEN 5 (1992) para usar en el diseño de redes de distribución al no existir estudios que determinen un (kh) en las zonas de estudio.

Palabras clave: agua potable, curva de variación de consumo horario, consumo máximo horario, coeficientes de consumo.

ABSTRACT

The rural parishes of San Andrés and San Isidro de Patulú, belonging to the Guano canton which are located in the northwest of the province of Chimborazo. It covers 51.87 % of the cantonal area. Each parish has a distribution network called the Lalanshi network (San Andrés) and Chancaguán network (San Isidro de Patulú). The purpose of this research project is to determine the residential hourly consumption of drinking water and its relationship with socioeconomic strata. Based on the methodology of urban stratification and socioeconomic survey proposed by Arellano et al. (2012), through the data collected from 96 micrometers in San Andrés and 64 micrometers in San Isidro de Patulú for 24 hours, 7 days a week; the habits that influence water consumption were established. As well as the variation curves of hourly consumption and the maximum and minimum coefficients of variation of hourly consumption (kh). Obtaining that the highest consumption of drinking water in the San Andrés parish take place at 12:00 with a flow of 126.72 l/h and in San Isidro de Patulú at 11:00 with a flow of 103.22 l/h. In turn, the coefficients (kh) of greatest magnitude are 2.44 and 3.08 respectively, which exceed the limit maximum of 2.30 suggested in the CPE INEN 5 standard (1992) for use in the design of distribution networks, because there are no studies that determine a (kh) in the study areas.

Keywords: drinking water, hourly consumption variation curve, maximum hourly consumption, consumption coefficients.



Reviewed by:

Msc. Jhon Inca Guerrero.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604136572

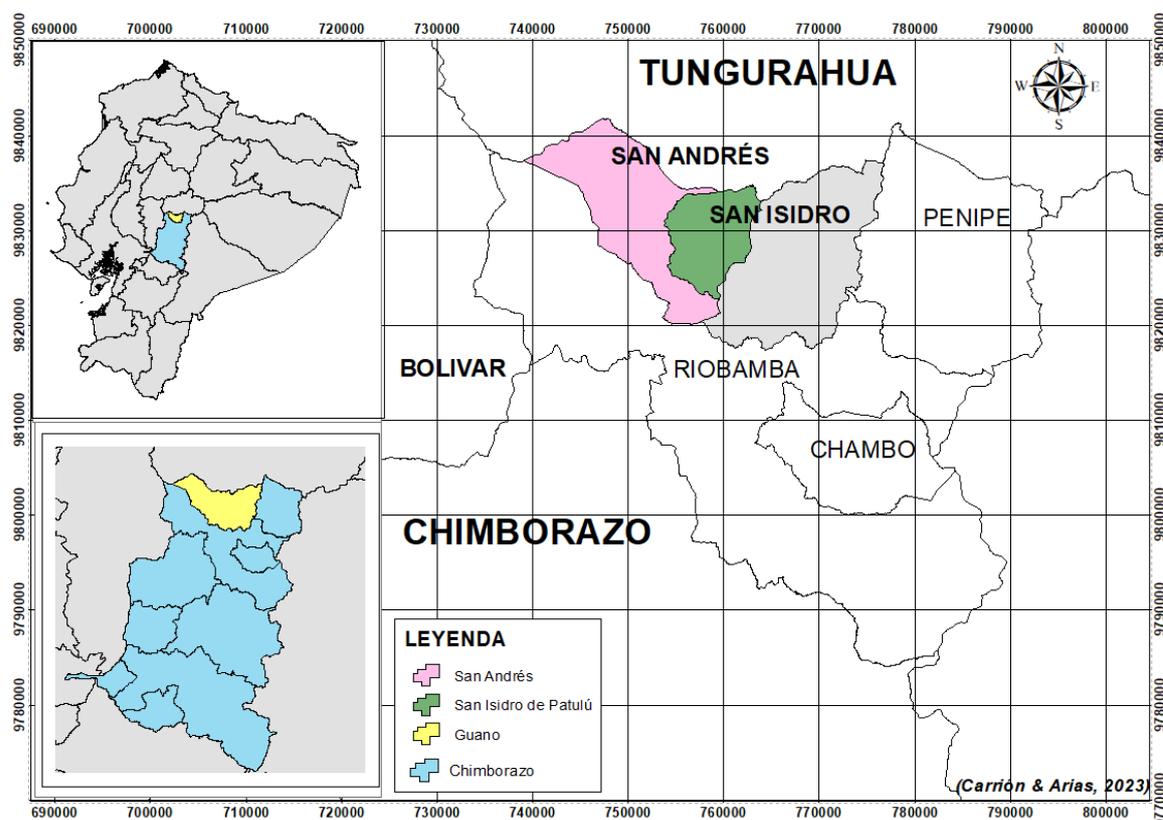
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1 Antecedentes

Las parroquias de San Andrés y San Isidro de Patulú integran las 11 parroquias rurales presentes en el cantón Guano, estas se encuentran ubicadas al noroeste de la provincia de Chimborazo en la región sierra central del Ecuador. La parroquia San Andrés se localiza a 8 km de la ciudad de Riobamba con coordenadas UTM (E 755966.35; N 9823716.91) y la parroquia San Isidro de Patulú equidista a 2 km de San Andrés con coordenadas (E 757122.47; N 9824566.94); las parroquias mencionadas limitan al norte con la provincia de Tungurahua, al sur con el cantón Riobamba, al este con el cantón Guano y al oeste con la provincia de Bolívar como se muestra en la **Figura 1** (GAD PARROQUIAL SAN ÁNDRES, 2019).

Figura 1

Ubicación Geográfica de las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú



San Andrés es una parroquia que cuenta con 32 comunidades rurales y 8 barrios urbanos, es la parroquia más grande del cantón Guano, con una extensión de 159.9 km², lo que corresponde al 34.82 % del área cantonal, presenta una variedad de climas que van desde el glaciar en el volcán Chimborazo, frío en las faldas del mismo y templado en la cabecera parroquial, con una temperatura promedio anual de 11° C y un rango altitudinal 2900 hasta 6310 msnm (GAD PARROQUIAL SAN ÁNDRES, 2019).

La parroquia de San Isidro de Patulú cuenta con 16 comunidades rurales y 4 barrios urbanos, posee una extensión de 78.42 km², lo que corresponde al 17.04 % del área cantonal y cuenta con una población total de 4786 habitantes, está situada a 3142 msnm y el clima varía de 5°C a 18°C en condiciones normales (Núñez, 2014).

Conforme a la resolución No.7532-2015-C emitida por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), se adjudica a la ciudadanía residente de la parroquia San Andrés el derecho al uso y aprovechamiento a través de la captación de 2 vertientes como se indica en la **Tabla 1**.

Tabla 1

Información del sistema de distribución de agua potable San Andrés

Vertiente	Altura (msnm)	Coordenadas	Caudal (m³/s)
Lalanshi 1	3130	755500 E; 9825861 N	26.00
Lalanshi 2	3118	755431 E; 9825775 N	6.00

Conforme a la sentencia No.7869-2013-C emitida por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), se adjudica a la ciudadanía residente de la Parroquia San Isidro de Patulú el derecho al uso y aprovechamiento a través de la captación de 2 vertientes como se indica en la **Tabla 2**.

Tabla 2

Información del sistema de abastecimiento de agua potable San Isidro de Patulú

Vertiente	Altura (msnm)	Coordenadas (UTM)	Caudal (m³/s)
Chancaguán	3062	757147 E; 9826062 N	15.00
Chancaguán 1	3060	757134 E; 9826049 N	3.00

En base al catastro de la junta de agua de San Andrés se puede asegurar que la red de distribución de agua potable Lalanshi dota del servicio a 639 viviendas distribuidos en 8 barrios, mientras que la red Chancaguán perteneciente a San Isidro de Patulú dota del servicio a 295 viviendas distribuidos en 4 barrios, como se muestra en la **Tabla 3 y Tabla 4**; estas redes se abastecen por su respectivo tanque de reserva, a los que se les atribuye el mismo nombre de las redes de abastecimiento, ubicados como se muestra en la **Figura 2**.

Tabla 3

Cobertura de la red de abastecimiento Lalanshi (San Andrés)

Red	Barrios Dotados
Red Lalanshi	San Andrés El Calvario Cesar Naveda Chimborazo Panadería Santa Rosa La Cruz Los Pinos

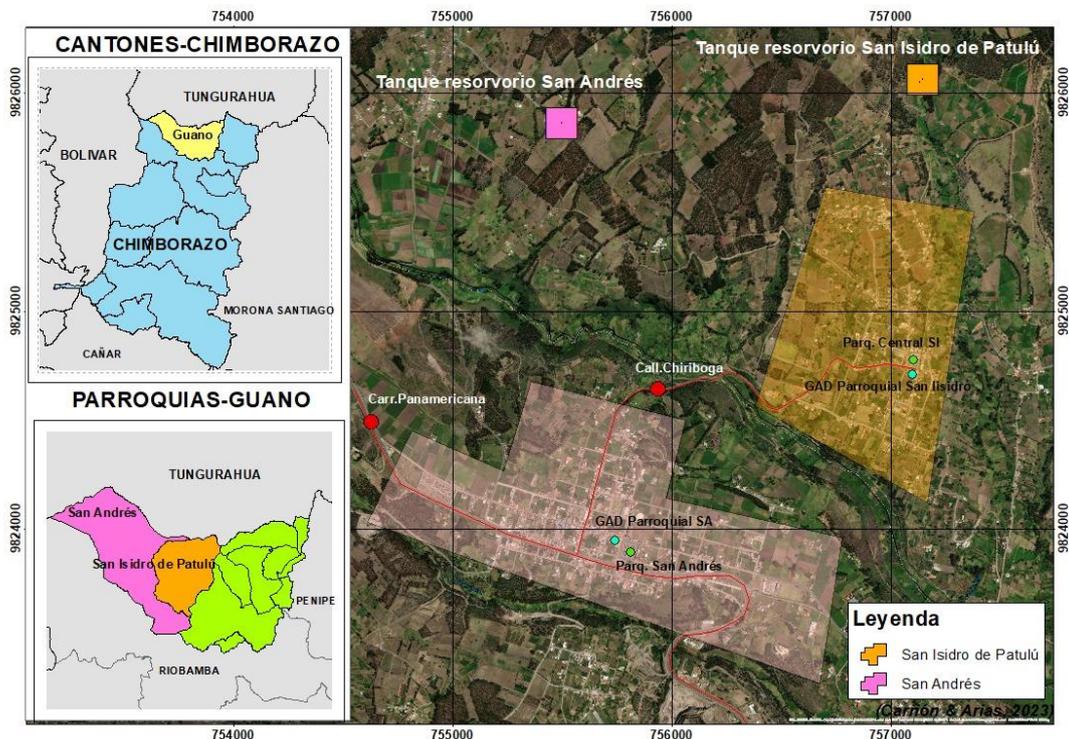
Tabla 4

Cobertura de la red abastecimiento Chancaguán (San Isidro de Patulú)

Red	Barrios Dotados
Red Chancaguán	Central San Rafael 15 de mayo La Delicia

Figura 2

Ubicación de tanques de reserva y redes de distribución



Además, en lo que se refiere al acceso al agua potable en San Isidro de Patulú se manifiesta que solo la cabecera parroquial tiene este servicio y en las 16 comunidades y 3 barrios solo reciben el servicio de agua entubada, PVC y polietileno, cabe mencionar que dicho caudal de agua en raras ocasiones es clorado (Núñez, 2014).

En cambio, en San Andrés el sistema de agua entubada es captado por el 38 % de las comunidades, el 37 % tienen un sistema de agua potable y finalmente el 25 % captan el agua por red pública y poseen agua clorada, se evidencia entonces que aún se debe trabajar en la calidad de agua que percibe la parroquia (Valdiviezo, 2013).

En base a lo descrito es primordial registrar, cuantificar y expresar el valor del agua, e incorporar esta información dentro de la gestión del recurso hídrico. Por lo cual el propósito de esta investigación es obtener los volúmenes de consumo horario de agua potable dentro del sector residencial en las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú, para beneficiar a la población estableciendo gastos máximos y mínimos para futuros diseños y ampliaciones de red.

1.2 Planteamiento del problema

El servicio de abastecimiento de agua potable dentro del Ecuador se encuentra en constante desarrollo con la finalidad de proveer agua a todos los sectores es así que, en Ecuador, el 70,1 % de las personas tienen acceso a agua segura, es decir, cuenta con agua de calidad, cercana, suficiente y de instalaciones mejoradas (INEC, 2016).

El gobierno nacional continúa trabajando para disminuir la brecha urbano-rural es así que el porcentaje de población con cobertura de abastecimiento de agua por red pública en el sector rural ha aumentado hasta un 74.3 % (INEC, 2016).

Según lo expuesto por el GAD PARROQUIAL SAN ÁNDRES (2019) en el plan de ordenamiento territorial se aprecia la carencia de información estadística como los gastos horarios de agua dentro de las parroquias, por lo cual no se podrán realizar mejoras en la prestación del servicio sin conocimiento efectivo de los consumos del recurso hídrico; actualmente se ha implementado a nivel nacional estudios que contribuyan a gestionar de mejor manera el uso del agua para aprovechar eficientemente el agua potable y aportar al desarrollo sustentable del país.

Según la ONU (2010) son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona al día, para garantizar que se cubran las necesidades básicas y que no surjan grandes amenazas para la salud. La NEC (2011) establece que la dotación para una vivienda debe ser entre 200 a 350 l/habitante/día, reflejando un rango muy amplio, lo cual es un problema que impide el control adecuado del consumo y da pie al desperdicio del recurso (Molina et al., 2018)

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar el consumo horario de agua potable dentro del sector residencial mediante la obtención de datos en campo en las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú.

1.3.2 Objetivo específico

- Efectuar una estratificación urbanística y entrevistas de caracterización socioeconómica para focalizar y conocer los estratos socioeconómicos de las viviendas de uso residencial.
- Realizar mediciones del consumo de agua potable en medidores residenciales para obtener el volumen de consumo horarios.
- Establecer las curvas de consumo horario residencial para las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú en función a los estratos socioeconómicos.
- Obtener los coeficientes de variación de consumo máximo horario de agua potable.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Conceptos Generales

2.1.1 Agua potable

Es el agua destinada para el consumo humano, debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales, y debe cumplir con los requisitos de estas normas (INEN, 2001).

2.1.2 Agua cruda

Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características físicas, químicas, radiológicas, biológicas o microbiológicas (INEN, 2001)

2.1.3 Dotación

Caudal de agua potable consumido diariamente, en promedio, por cada habitante. Incluye los consumos doméstico, comercial, industrial y público (INEN, 2001).

2.1.4 Captación

Estructura que permite incorporar la cantidad necesaria de agua desde la fuente de abastecimiento hacia el sistema de agua potable (INEN, 2001).

2.1.5 Variaciones periódicas de consumo

Para suministrar agua a la comunidad, es necesario que cada parte que constituye el sistema abastecimiento satisfaga las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que sus cifras de consumo y variaciones no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo. Para ello se hace estrictamente necesario calcular los caudales máximos diarios y máximos horarios (Figueroa & Moya, 2019).

2.2 Consumo de agua potable

2.2.1 Factores que influyen en el consumo de agua potable

Según diferentes estudios el consumo de agua en el sector residencial está dado por varios factores de los cuales se destacan los siguientes:

- **Tipo de Comunidad**

La división del uso de suelo en sectores industriales, comerciales, residenciales y recreacionales impone el tipo de consumo predominante de agua. Si el área es residencial, el consumo predominante será el doméstico; si el área es industrial y/o comercial, los consumos predominantes serán industriales y se obtendrán de acuerdo con el tipo de industria (Figueroa & Moya, 2019).

- **Hábitos de consumo**

Los hábitos de consumo de agua de los residentes dentro de los diferentes sectores también son un factor importante. Por ejemplo, las personas que toman duchas más largas lavan la ropa con mayor frecuencia, o riegan sus jardines con mayor regularidad, probablemente consumirán más agua (Figueroa & Moya, 2019).

- **Factores económico-sociales**

El tipo de vivienda puede evidenciar las características económico-sociales de una población. Mientras mayor sea el nivel económico, aumentarán las exigencias en el requerimiento del agua, ya que la gente puede satisfacer mejor sus necesidades y comodidades (Figueroa & Moya, 2019).

- **Tarifa y precio del agua**

Las tarifas y precio del agua son considerados como una herramienta de control del consumo de los residentes Morote Seguido (2017). Además, según Arellano et al. (2022) la definición de tarifas para el pago del consumo de agua potable, sin considerar las características demográficas y económicas no permitiría el manejo sustentable del agua potable.

- **Presión del agua**

Una presión excesiva o por el contrario muy baja, provocan que aumente la cantidad de agua que se consume, en el primer caso debido a fugas en el sistema y en el segundo debido a desperdicios (Figueroa & Moya, 2019).

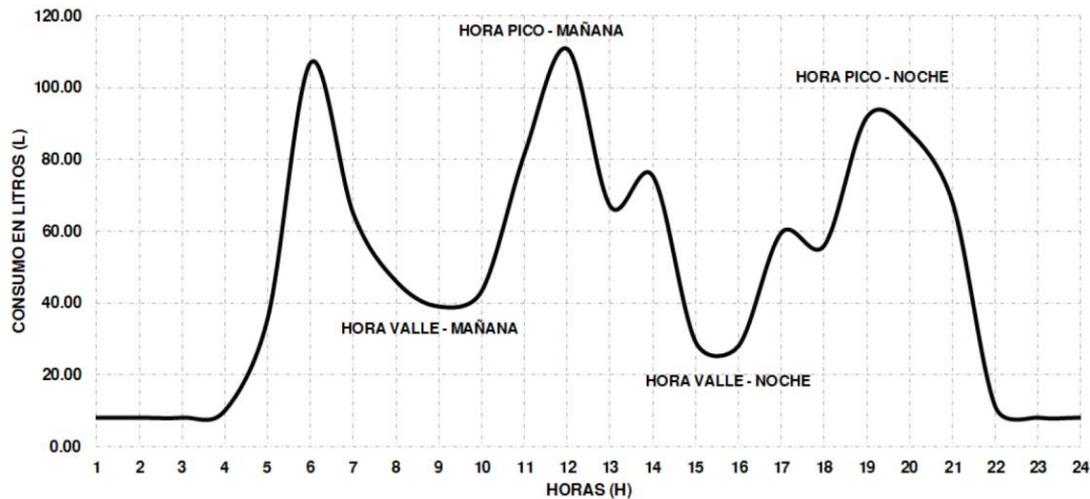
- **Existencia de medidor**

La instalación de medidores provoca la disminución del consumo de agua, debido a que se debe pagar por ella; los desperdicios se reducen notablemente. El uso de medidores ahorra hasta en un 40 % el consumo de agua (Figueroa & Moya, 2019).

2.2.2 Curva característica de consumo diario

La curva característica de consumo diario representa la relación que existe entre el volumen de agua consumida por el usuario y la variación temporal al usarla, suele seguir un ciclo de 24 horas para los sistemas de suministro de una población. Es una herramienta fundamental para poder entender y reproducir detalladamente, la manera como la población consume agua, es decir conocer los caudales reales demandados por el usuario a lo largo del día, permitiendo determinar los caudales de máximo y mínimo consumo, así como las horas pico y horas valle en que se presentan dichos consumos (Figueroa & Moya, 2019). Como se ve en la **Figura 3**.

Figura 3
Curva típica horaria



Fuente: (Llamuca & Vallejo, 2023)

2.3 Estado del arte

De acuerdo con el Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021, el uso de agua dulce se ha incrementado por un factor de seis en los últimos 100 años y continúa creciendo a un ritmo de aproximadamente el 1 % anual desde 1980. La tasa de crecimiento de la demanda de agua dulce sigue aumentando en la mayoría de las economías emergentes, así como en los países de ingresos medios y bajos. Gran parte de este incremento puede atribuirse a una combinación del crecimiento de la población y el desarrollo socioeconómico (Naciones Unidas, 2021).

A medida que avanza el desarrollo sustentable de los países y regiones latinoamericanos, aumentan las investigaciones sobre el agua potable y la influencia del cómo se usa el recurso, de tal manera que diferentes autores recomiendan realizar estudios de los consumos técnicamente respaldados en información estadística y de campo, que consideren costumbres, nivel socioeconómico, número de habitantes por vivienda, número de aparatos sanitarios, continuidad del servicio, entre otros; y así obtener coeficientes acordes a la realidad social de las zonas en estudio, de tal manera que se pueda generar diseños óptimos de sistemas de abastecimiento de agua potable, a efecto de no sobredimensionar las tuberías de aducción y distribución (Huaquisto & Chambilla, 2019).

La influencia del nivel socioeconómico está relacionado al consumo de agua potable según Arellano et al. (2022), ya que cuando no se analiza los valores de habitantes por familia agrupándolos en cada estrato socio económico, no se obtiene una correlación estadística. El conocimiento del número de personas por familia y su nivel socioeconómico permitiría planificar la dotación de servicios públicos como la provisión del agua potable, de tal manera que la distribución sea más equitativa.

Los estudios a nivel nacional sobre los consumos horarios según el nivel socioeconómico se encuentran en progresivo avance en el sector urbano, es así que se destaca estudios dentro de la provincia de Chimborazo en cantones como Riobamba, Colta, Penipe y Guano, los cuales se enfocaron en las cabeceras cantonales y tomaron lecturas de

medidores cada hora durante los 7 días de la semana obteniendo las horas con mayor consumo de agua.

Dentro del cantón Riobamba se logró identificar 9 redes de distribución de agua potable, donde las 4 redes ubicadas al este del cantón mostraron que el mayor número de viviendas están distribuidos en los estratos B y C, es decir que corresponden a un estrato medio bajo, además existe una mínima cantidad de usuarios de estrato A y D. La hora de pico de consumo más alto del estrato A supera todos los consumos a las 09h00 (Alulema & Estrada, 2023).

En Colta la caracterización urbanística mostró que el estrato de ingresos menores que el promedio “C” es el predominante en Colta con el 54.84 %; y en Penipe el de ingresos mayores que el promedio “B” es del 54.55 %, a su vez, en Colta las horas de mayor consumo son en la mañana a las 8h00 con $Q_{max} = 150$ l/h, en la tarde a las 13h00 con $Q_{max} = 130$ l/h y en la noche a las 21h00 con $Q_{max} = 110.00$ l/h, mientras que en Penipe las horas de mayor consumo son en la tarde de 13h00 a 15h00 con $Q_{max} = 85.25$ l/h, en la noche a las 21h00 con $Q_{max} = 76.00$ l/h y en la mañana a las 8h00 con $Q_{max} = 68.00$ l/h (Calderón & Tello, 2022)

En la cabecera cantonal de Guano se llevaron a cabo mediciones en 79 medidores de viviendas de los estratos socioeconómicos B, C y D donde el mayor consumo se presentó en el estrato B. Se determinó que los momentos de mayor consumo de agua potable corresponden a las 6h00, al medio día a las 11h00 y en la noche a las 19h00, alcanzando un máximo de 134.25 l/h, 135.75 l/h y 151.21 l/h respectivamente (Llamuca & Vallejo, 2023).

Un estudio realizado en el cantón Ambato tomó la variación de consumo cada 2 horas considerando el nivel socioeconómico, donde se determinó que la mayoría de las viviendas pertenecen al estrato C (viviendas con infraestructura y acabados básicos), con los siguientes porcentajes: un 76 %, 85 % y 50 % en los sectores Izamba I, Cunchibamba y Unamuncho respectivamente. Además, se obtuvo un valor de consumo máximo de 241.8 litros en un intervalo de 2 horas durante la mañana en Cunchibamba (Figueroa & Moya, 2019).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Investigación

Para establecer los gastos horarios máximos y mínimos, así como las curvas de consumo horario del sector residencial, se plantea una metodología de investigación de tipo explicativa, descriptiva y de campo.

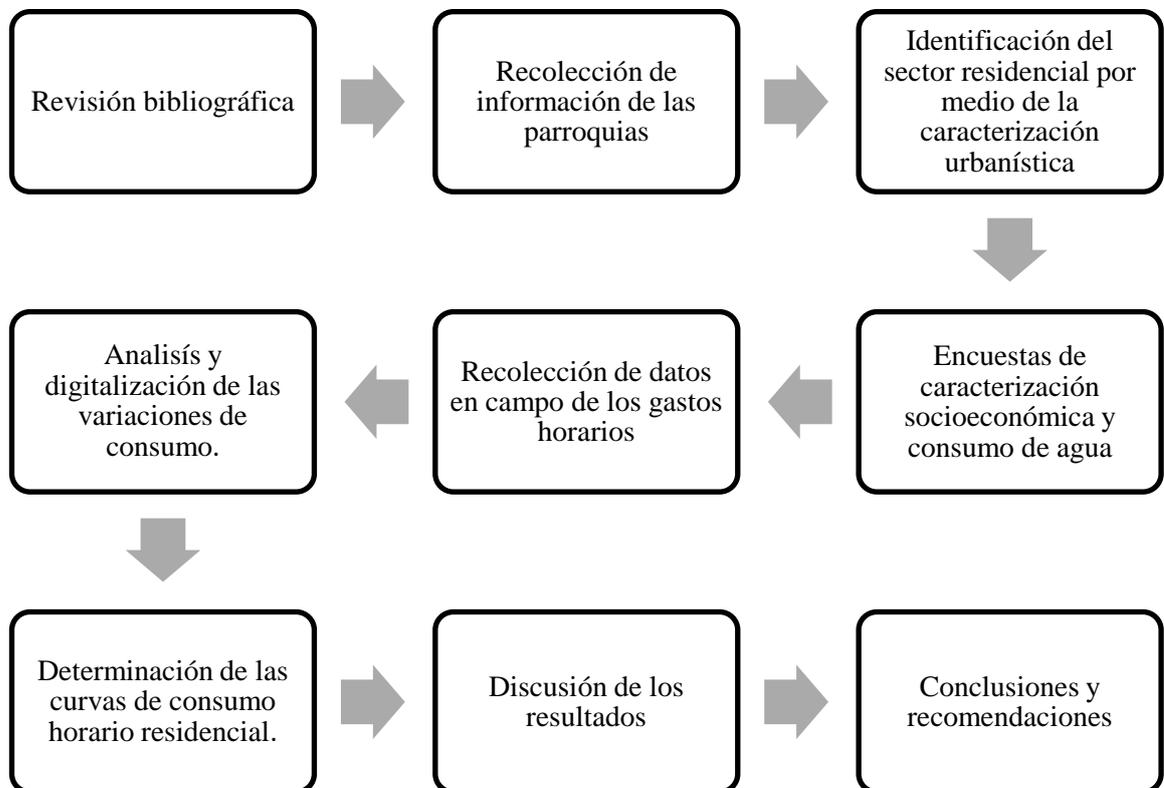
Explicativa por lo que se lleva a cabo una revisión bibliográfica para adquirir información acerca de la investigación, así como conocer si la población en estudio cuenta con el servicio de abastecimiento de agua potable por medio de la red pública y en que horario la localidad cuenta con el servicio de agua potable; descriptiva porque se recopila información teniendo en cuenta como unidad de análisis el consumo de agua, lo cual se obtiene mediante la técnica de entrevistas con una encuesta y visitas en campo aplicado a una muestra de la población en estudio; y de campo pues esta investigación se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos del objeto de estudio.

Posterior a la recolección de datos se procede a interpretar los mismos para realizar las curvas de consumo horario residencial y que estos se encuentren fieles a la situación sociodemográfica de la muestra poblacional.

3.2 Esquema metodológico

Figura 4

Esquema metodológico de la investigación



3.3 Métodos y técnicas de recolección de datos

Mediante la utilización del método de caracterización urbanística y socioeconómica para poblaciones menores que 150000 habitantes se puede focalizar el estudio al sector residencial e identificar los estratos socioeconómicos de las viviendas (Arellano et al., 2012).

Para alcanzar la mayor representatividad o precisión posible se determina una muestra de la población en estudio por medio del muestreo probabilístico usando la fórmula para poblaciones finitas (se considera que una población finita a toda población formada por menos de 100000 unidades) (López & Fachelli, 2015).

3.4 Población de estudio y tamaño de la muestra

3.4.1 Población

Mediante la información proporcionada por la Junta de Agua Parroquial de San Andrés y San Isidro de Patulú en los registros de las acometidas, se obtiene la población en estudio. Estos registros indican un total de 639 usuarios en la red de abastecimiento Lalanshi y 295 usuarios en la red de abastecimiento Chancaguán respectivamente a cada parroquia.

Posterior a esto se eliminan los medidores de terrenos baldíos, medidores sustraídos, se procede a realizar la caracterización urbanística y encuesta socio económica de las parroquias, dando como resultado para el muestreo 296 viviendas de uso residencial en la red Lalanshi y 102 viviendas de uso residencial en la red Chancaguán.

3.4.2 Muestra

Para calcular la muestra se utiliza la ecuación (1) de poblaciones no finitas expuesta por el método probabilístico según López & Fachelli (2015), con un margen de error considerado del 5% y un intervalo de confianza del 95%.

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

Donde:

n = tamaño de la muestra.

z = parámetro estadístico que depende del nivel de confianza seleccionado, para el caso de 95% el valor de Z es igual a 1.96 que es el límite de confianza.

N = número de usuarios residenciales de agua potable.

p = porcentaje de ocurrencia; para el cálculo será igual a 0.50.

q = porcentaje de no ocurrencia; para el cálculo será igual a 0.50.

e = limite aceptable de error 5%.

Tabla 5*Muestra para las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú*

San Andrés	$n = \frac{1.96^2 * 296 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (296 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$	n =168 muestras
San Isidro de Patulú	$n = \frac{1.96^2 * 102 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (102 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$	n =81 muestras

3.5 Procesamiento y análisis de datos

3.5.1 Procesamiento y análisis de datos para la caracterización socioeconómica

Para el procesamiento y análisis se emplea el método realizado por Arellano et al. (2012) denominado “Método de caracterización urbanística y socioeconómica para poblaciones menores que 150.000 habitantes”, el mismo que se utiliza para analizar las manzanas a las que da cobertura las redes de distribución de las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Cantidad de edificaciones
- Cantidad de pisos
- Calidad de fachadas
- Calidad de calzadas
- Servicios que dispone

En la presente investigación se aplica la ficha de caracterización urbanística y la ficha de caracterización socioeconómica que se encuentran en el **Anexo 1** y **Anexo 2** respectivamente. Posterior a ello se evalúa los lados de la manzana y se obtiene el valor total de la misma, esto se hace mediante la categorización de las manzanas que se encuentra en la **Tabla 6**.

Tabla 6*Puntaje para la categorización de las manzanas*

Rango	Categoría	Estrato socioeconómico
≥ 300	A	De muy altos ingresos
299 - 200	B	De ingresos mayores que el promedio
199 - 100	C	De ingresos menores que el promedio
$99 \leq$	D	De muy bajos ingresos

Fuente: (Arellano et al., 2012) .

Una vez aplicada la caracterización urbanística se obtuvo el número de residencias a las cuales se les aplica la encuesta socioeconómica para determinar la economía de la familia que reside en el predio; y así comparar con los puntajes para categorizar según la **Tabla 7**.

Tabla 7

Puntaje para la categorización según encuesta

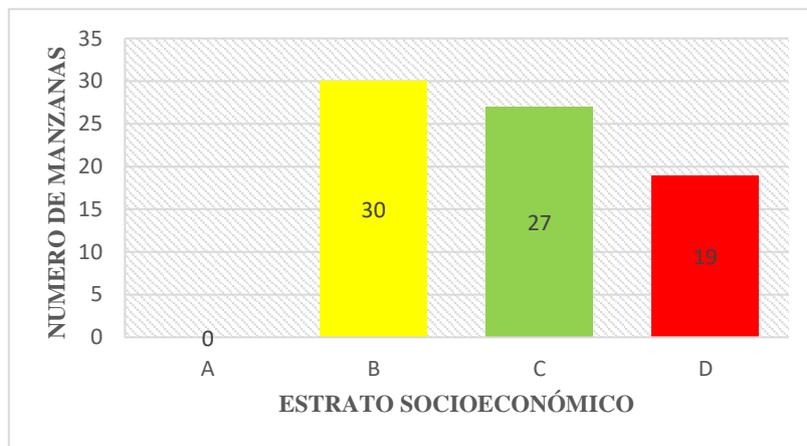
Rango	Categoría	Estrato socioeconómico
100 - 81	A	ALTO
80 - 61	B	MEDIO ALTO
60 - 31	C	MEDIO BAJO
24 - 0	D	BAJO

Fuente: (Arellano et al., 2012) .

La parroquia San Andrés muestra 76 manzanas en total de las cuales se identifican 19 manzanas pertenecientes al estrato D, 27 al estrato C, 30 al estrato B y ninguna manzana del estrato A como se muestra en la **Figura 5**.

Figura 5

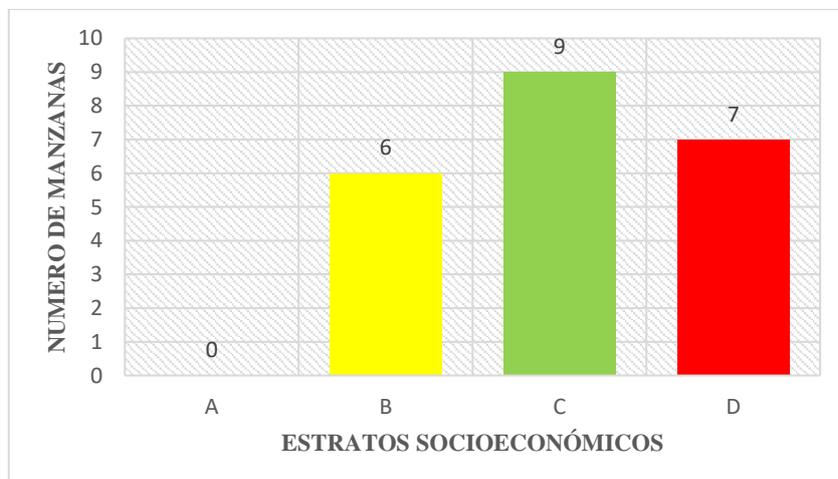
Estratos socioeconómicos de manzanas San Andrés



La parroquia San Isidro cuenta con 22 manzanas en total de las cuales 7 manzanas pertenecen al estrato D, 9 al estrato C, 6 al estrato B y ninguna manzana pertenece al estrato A como se indica en la **Figura 6**.

Figura 6

Estratos socioeconómicos de manzanas San Isidro de Patulú



3.5.2 Procesamiento y análisis de datos de la encuesta aplicada.

La aplicación KoBotoolbox es una herramienta que se utiliza para el procesamiento y análisis de datos, ya que ayuda a la recolección y tabulación de información levantada en campo, en la cual se aplica la encuesta de consumo de agua a la muestra obtenida que son las 168 viviendas en San Andrés y 81 viviendas en San Isidro de Patulú. Las preguntas que se evalúan son: frecuencia del servicio de agua potable, número de usuarios, calidad de agua, tipo de almacenamiento y unidades sanitarias.

Para tabular los datos obtenidos se utiliza la herramienta Microsoft Excel en donde se evalúan los criterios antes mencionados, y se excluyen las viviendas donde existe cualquier sistema de almacenamiento de agua potable, dando como resultado 96 residencias en San Andrés y 64 en San Isidro de Patulú.

3.5.3 Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo

Teniendo en cuenta el número de viviendas se escogen casas al azar, las cuales se etiquetan con colores de tal forma que se puedan identificar dentro de los estratos socioeconómicos previamente estipulados, como se puede apreciar en el **Anexo 4**.

Para determinar la variación horaria del consumo de agua se lleva a cabo observaciones a los respectivos medidores una vez por hora, estos datos se registran en una ficha técnica expuesta en la **Figura 9**, para posteriormente realizar las curvas de variaciones horaria de las parroquias y determinar los coeficientes de variación de consumo horario (kh).

En las redes de distribución de agua potable de San Andrés y San Isidro de Patulú se logra identificar un solo tipo de micromedidor comercial “ISO 4064 - CLASS B” como se muestra en la **Figura 7**, el cual corresponde a un medidor de chorro múltiple.

Figura 7

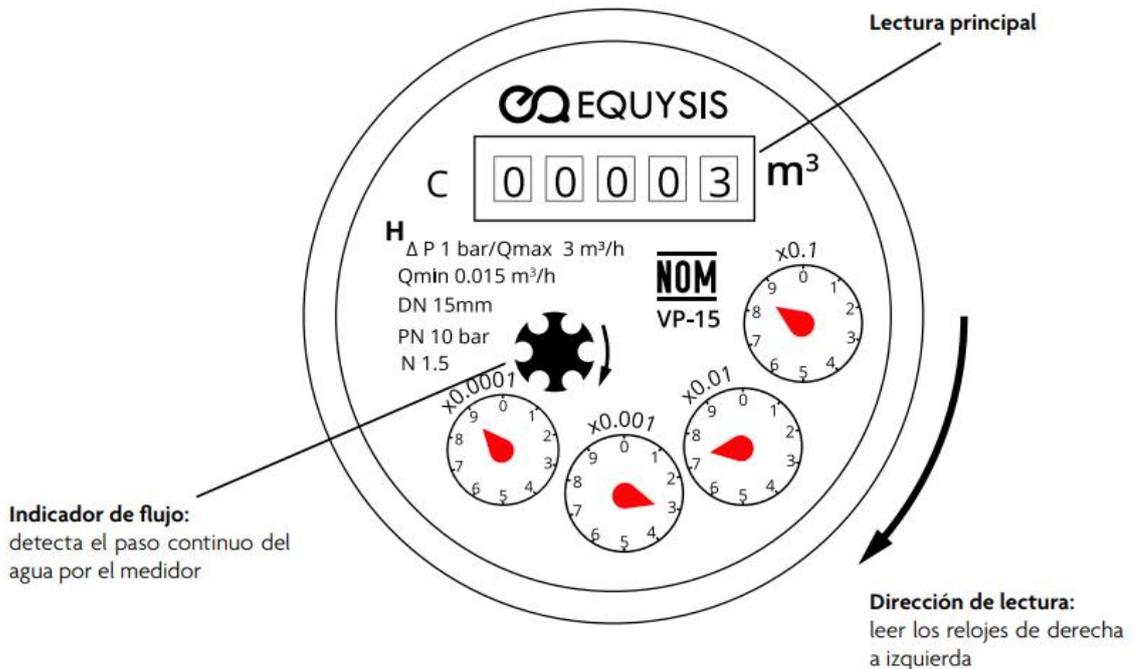
Medidor ISO-4064 CLASS B



Para llevar a cabo las mediciones de consumos horarios se sigue el siguiente esquema mencionado en la guía de instalación de micromedidores de EQUYSIS (2012) :

Figura 8

Esquema de lectura de medidor ISO 4064 CLASS B



Fuente: (EQUYSIS, 2012)

- 1.- Tomar el dato de la escala principal
- 2.- El siguiente valor es el que indica el primer reloj marcado como x0.1, en este caso la aguja indica un valor entre 8 y 9 por consiguiente se toma el valor inferior siendo 8, el cual lo separaremos con un punto para indicar los decimales, ejemplo 3.8
- 3.- Pasar al siguiente reloj y colocar el valor a un lado del último dato, ejemplo 3.87 y así sucesivamente hasta el último reloj indicador.
- 4.- Este dato se encuentra en metros cúbicos para convertir a litros es necesario multiplicarlo por 1000 y el resultado estará en litros.

$$3.8729 \text{ m}^3 \times 1000 = 3872.9 \text{ l} \quad (2)$$

3.5.4 Proceso para la digitalización de resultados

Los datos en campo se procesan mediante una hoja electrónica en el software Excel, después se organiza los datos para así obtener el consumo de agua en litros por hora de cada vivienda, y finalmente se ordena por estratos y redes de distribución como se indica en la **Figura 9**.

Figura 9
Ficha de lecturas de consumo de agua potable

REGISTRO HORARIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE DE SAN ANDRÉS Y SAN ISIDRO DE PATULÚ																					
HORA DE REGISTRO	RED :															MEDIDOR :					
	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO		
	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h
0:00	1:00																				
1:00	2:00																				
2:00	3:00																				
3:00	4:00																				
4:00	5:00																				
5:00	6:00																				
6:00	7:00																				
7:00	8:00																				
8:00	9:00																				
9:00	10:00																				
10:00	11:00																				
11:00	12:00																				
12:00	13:00																				
13:00	14:00																				
14:00	15:00																				
15:00	16:00																				
16:00	17:00																				
17:00	18:00																				
18:00	19:00																				
19:00	20:00																				
20:00	21:00																				
21:00	22:00																				
22:00	23:00																				
23:00	0:00																				

REGISTRO HORARIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE DE SAN ANDRÉS Y SAN ISIDRO DE PATULÚ																						
HORA DE REGISTRO	RED :															MEDIDOR : 1504013717						
	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO			
	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h	m³	lt	Consumo lt/h	
0:00	1:00	1736,2762	1736276,2	0	1736,9332	1736933,2	0	1737,4982	1737498,2	0	1738,3783	1738378,3	0	1738,8438	1738843,8	0	1739,4985	1739498,5	0	1740,1589	1740158,9	0
1:00	2:00	1736,2762	1736276,2	0	1736,9332	1736933,2	0	1737,4982	1737498,2	0	1738,3800	1738380,0	1,7	1738,8438	1738843,8	0	1739,4985	1739498,5	0	1740,1592	1740159,18	0,28
2:00	3:00	1736,2762	1736276,2	0	1736,9350	1736935,0	1,8	1737,5017	1737501,7	3,5	1738,3823	1738382,3	2,3	1738,8438	1738843,8	0	1739,4985	1739498,5	0	1740,1605	1740160,45	1,27
3:00	4:00	1736,2891	1736289,1	12,9	1736,9421	1736942,1	7,1	1737,5119	1737511,9	10,2	1738,3936	1738393,6	11,3	1738,8653	1738865,3	21,5	1739,4985	1739498,5	0	1740,1710	1740170,95	10,50
4:00	5:00	1736,3108	1736310,8	21,7	1736,9530	1736953,0	10,9	1737,5363	1737536,3	24,4	1738,4011	1738401,1	7,5	1738,8797	1738879,7	14,4	1739,5148	1739514,8	16,3	1740,1868	1740186,82	15,87
5:00	6:00	1736,3474	1736347,4	36,6	1736,9941	1736994,1	41,1	1737,5701	1737570,1	33,8	1738,4248	1738424,8	23,7	1738,9000	1738900,0	20,3	1739,5515	1739551,5	36,7	1740,2189	1740218,85	32,03
6:00	7:00	1736,4075	1736407,5	60,1	1737,0538	1737053,8	59,7	1737,6384	1737638,4	68,3	1738,4655	1738465,5	40,7	1738,9288	1738928,8	28,8	1739,6102	1739610,2	58,7	1740,2716	1740271,57	52,72
7:00	8:00	1736,5241	1736524,1	116,6	1737,1317	1737131,7	77,9	1737,8542	1737854,2	215,8	1738,5233	1738523,3	57,8	1739,1084	1739108,4	179,6	1739,7611	1739761,1	150,9	1740,4047	1740404,67	133,10
8:00	9:00	1736,5323	1736532,3	8,2	1737,1615	1737161,5	29,8	1737,8705	1737870,5	16,3	1738,5384	1738538,4	15,1	1739,1361	1739136,1	27,7	1739,7926	1739792,6	31,5	1740,4261	1740426,10	21,43
9:00	10:00	1736,5810	1736581,0	48,7	1737,1851	1737185,1	23,6	1737,9502	1737950,2	79,7	1738,5929	1738592,9	54,5	1739,1772	1739177,2	41,1	1739,8523	1739852,3	59,7	1740,4773	1740477,32	51,22
10:00	11:00	1736,7569	1736756,9	175,9	1737,2965	1737296,5	111,4	1738,2212	1738221,2	271	1738,6712	1738671,2	78,3	1739,2916	1739291,6	114,4	1739,9639	1739963,9	111,6	1740,6211	1740621,08	143,77
11:00	12:00	1736,7687	1736768,7	11,8	1737,3212	1737321,2	24,7	1738,2505	1738250,5	29,3	1738,6953	1738695,3	24,1	1739,3061	1739306,1	14,5	1739,9997	1739999,7	35,8	1740,6445	1740644,45	23,37
12:00	13:00	1736,8180	1736818,0	49,3	1737,3479	1737347,9	26,7	1738,2952	1738295,2	44,7	1738,7509	1738750,9	55,6	1739,3290	1739329,0	22,9	1740,0594	1740059,4	59,7	1740,6876	1740687,60	43,15
13:00	14:00	1736,8267	1736826,7	8,7	1737,3508	1737350,8	2,9	1738,3036	1738303,6	8,4	1738,7720	1738772,0	21,1	1739,3504	1739350,4	21,4	1740,0818	1740081,8	22,4	1740,7018	1740701,75	14,15
14:00	15:00	1736,8438	1736843,8	17,1	1737,4008	1737400,8	5,0	1738,3151	1738315,1	11,5	1738,7720	1738772,0	0	1739,3917	1739391,7	41,3	1740,1093	1740109,3	27,5	1740,7263	1740726,32	24,57
15:00	16:00	1736,8517	1736851,7	7,9	1737,4267	1737426,7	25,9	1738,3151	1738315,1	0	1738,7835	1738783,5	11,5	1739,4071	1739407,1	15,4	1740,1180	1740118,0	8,7	1740,7379	1740737,88	11,57
16:00	17:00	1736,8671	1736867,1	15,4	1737,4402	1737440,2	13,5	1738,3254	1738325,4	10,3	1738,7835	1738783,5	0	1739,4187	1739418,7	11,6	1740,1180	1740118,0	0	1740,7464	1740746,35	8,47
17:00	18:00	1736,8693	1736869,3	2,2	1737,4402	1737440,2	12,7	1738,3254	1738325,4	44,2	1738,7861	1738786,1	2,6	1739,4407	1739440,7	22	1740,1213	1740121,3	3,3	1740,7609	1740760,85	14,50
18:00	19:00	1736,8842	1736884,2	14,9	1737,4463	1737446,3	6,1	1738,3303	1738330,3	4,9	1738,7909	1738790,9	4,8	1739,4485	1739448,5	7,8	1740,1261	1740126,1	4,8	1740,7681	1740768,07	7,22
19:00	20:00	1736,9146	1736914,6	30,4	1737,4677	1737467,7	21,4	1738,3449	1738344,9	14,6	1738,8063	1738806,3	15,4	1739,4729	1739472,9	24,4	1740,1405	1740140,5	14,4	1740,7882	1740788,17	20,10
20:00	21:00	1736,9290	1736929,0	14,4	1737,4880	1737488,0	20,3	1738,3674	1738367,4	22,5	1738,8361	1738836,1	29,8	1739,4916	1739491,6	18,7	1740,1482	1740148,2	7,7	1740,8071	1740807,07	18,90
21:00	22:00	1736,9332	1736933,2	4,2	1737,4982	1737498,2	10,2	1738,3783	1738378,3	10,9	1738,8438	1738843,8	7,7	1739,4985	1739498,5	6,9	1740,1589	1740158,9	10,7	1740,8155	1740815,50	8,43
22:00	23:00	1736,9332	1736933,2	0	1737,4982	1737498,2	0	1738,3783	1738378,3	0	1738,8438	1738843,8	0	1739,4985	1739498,5	0	1740,1589	1740158,9	0	1740,8155	1740815,50	0,00
23:00	0:00	1736,9332	1736933,2	0	1737,4982	1737498,2	0	1738,3783	1738378,3	0	1738,8438	1738843,8	0	1739,4985	1739498,5	0	1740,1589	1740158,9	0	1740,8155	1740815,50	0,00

A continuación, se realiza un análisis estadístico mediante el software Minitab 19 y así se obtienen los diagramas de dispersión como se observa en la **Figura 10** y **Figura 11**.

Figura 10

Diagrama de dispersión de la parroquia San Andrés

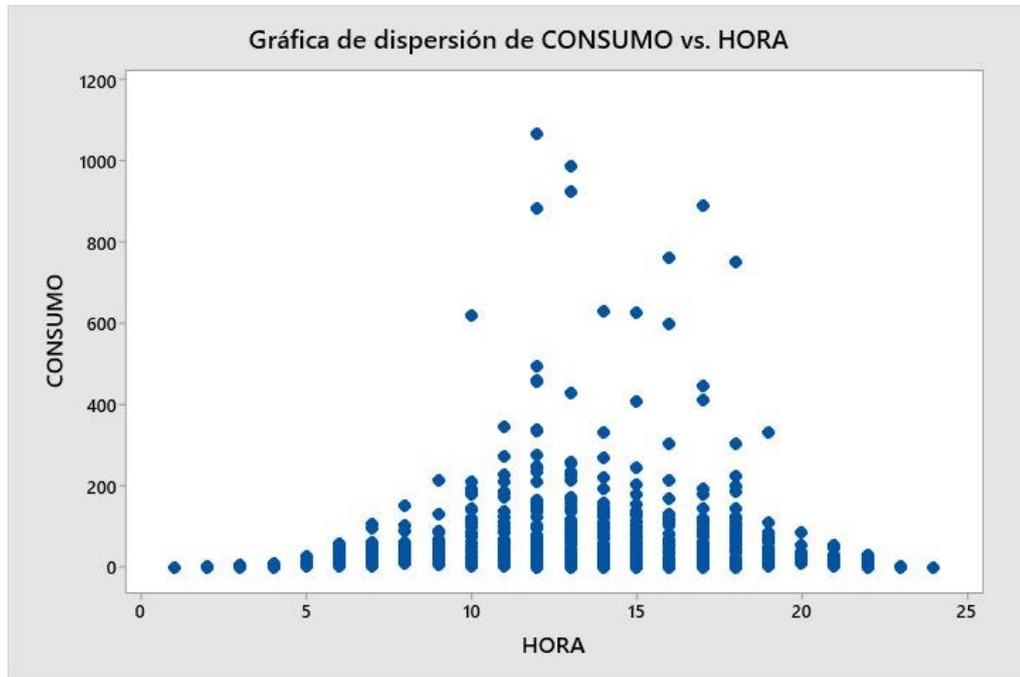
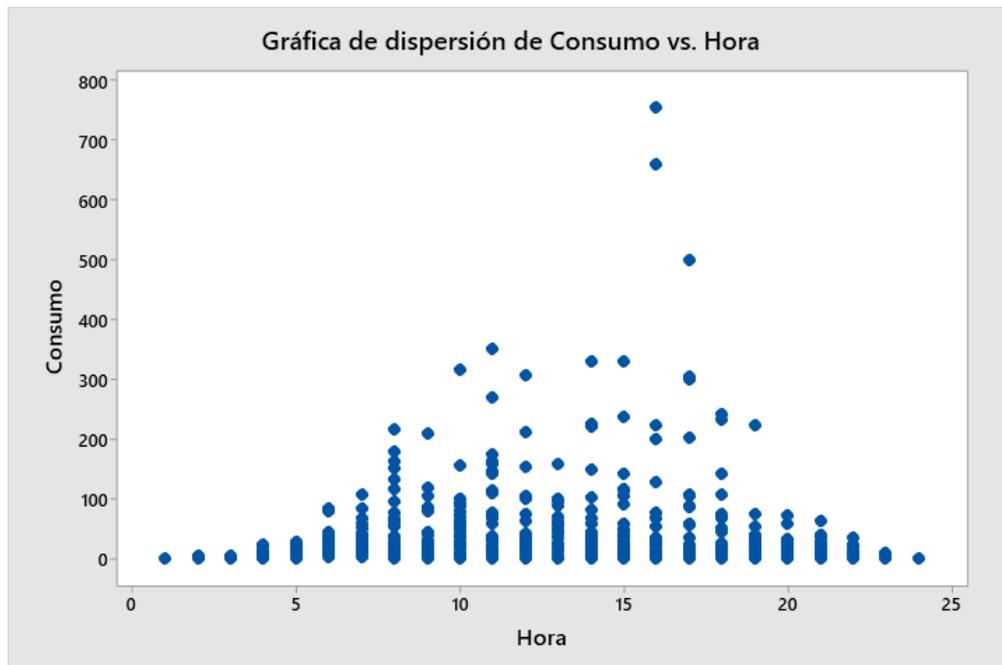


Figura 11

Diagrama de dispersión de la parroquia San Isidro de Patulú



Posteriormente con la ayuda del software Minitab 19 se depuran datos atípicos con el método estándar de cajas y bigotes y se realiza una gráfica utilizando los datos del cuartil 3 ya que es una condición intermedia como se indica en la **Figura 12** y **Figura 13**.

Figura 12

Diagrama de cajas y bigotes de la parroquia San Andrés

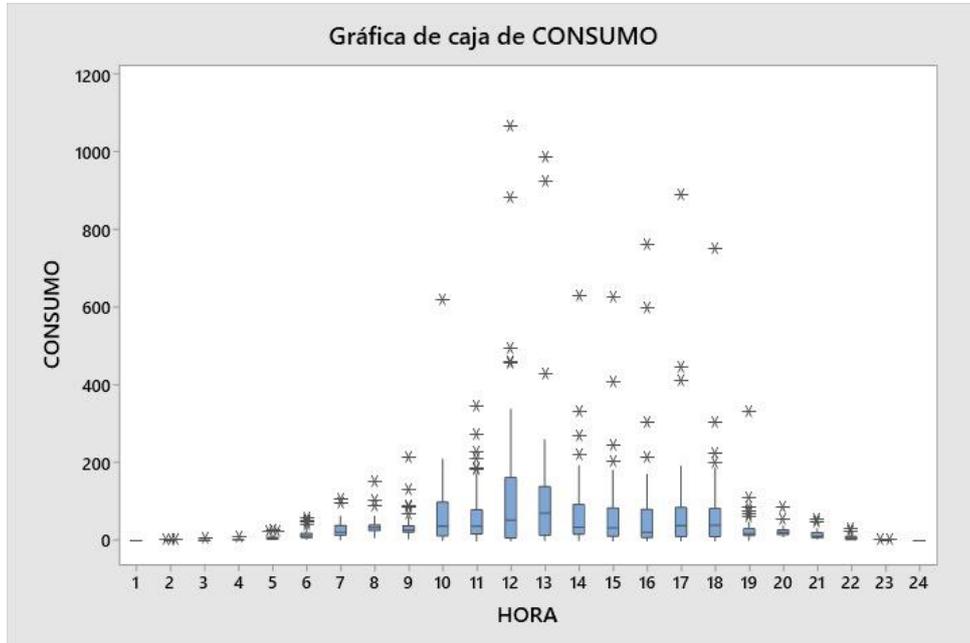
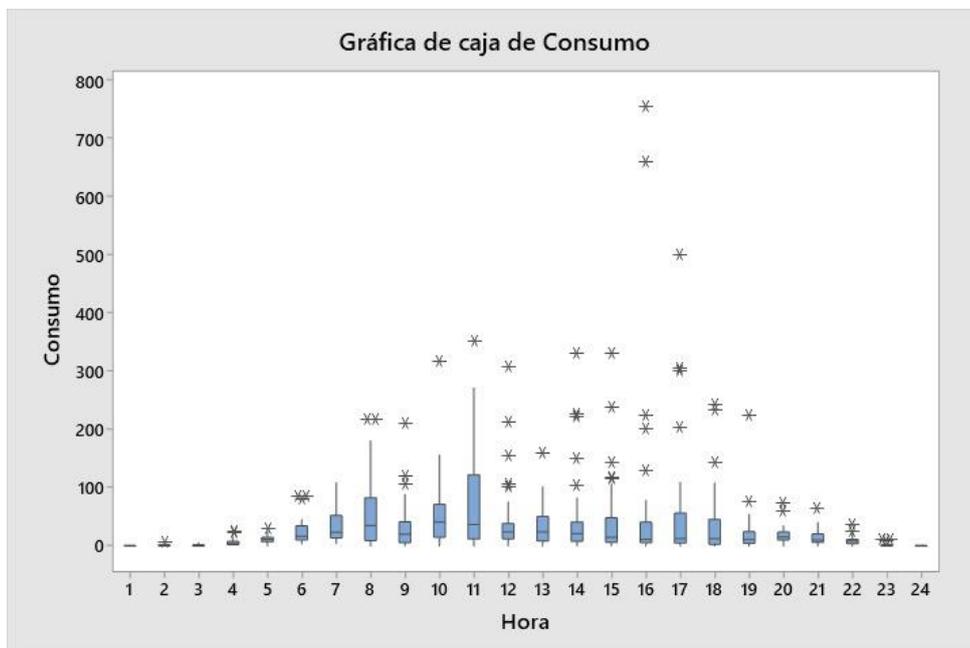


Figura 13

Diagrama de cajas y bigotes de la parroquia San Isidro de Patulú



Con los valores de las gráficas del cuartil 3, se consiguen los datos válidos para la construcción de las curvas de consumos horarios de cada red y estrato socioeconómico.

3.5.5 Caudal medio

El caudal medio es un promedio aritmético entre los consumos horarios de agua. El mismo se expresa en la ecuación (3) (INEN, 2001).

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

Donde:

$\sum Q_h$ = Sumatoria de los 24 consumos horarios.
 Q_{med} = Caudal medio.

3.5.6 Caudal de fondo de fugas

Así mismo, se establece el 20 % del caudal medio como caudal de fondo, según estudios realizados en zonas de Chimborazo por Estrada (2019). Se entiende que el caudal de fondo de fugas se da en horas de menor consumo como se indica en la ecuación (4).

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

Donde:

Q_{ff} = Caudal de fondo
 Q_{med} = Caudal medio.

3.5.7 Coeficiente de variación de consumo máximo horario

El coeficiente de variación de consumo horario (kh) es la relación entre el caudal de cada hora y el caudal medio. El valor de este coeficiente de acuerdo con la normativa ecuatoriana debe estar entre 2 y 2.3, como se observa en la ecuación (5) (INEN, 2001).

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

Donde:

kh = Coeficiente de variación de consumo horario.
 Q_h = Caudal de consumo de cada hora.
 Q_{med} = Caudal medio.

3.5.8 Construcción de las curvas

Para la construcción de las curvas horarias se añade el caudal de fondo de fugas a cada consumo horario para las curvas primarias, clasificándolas por estratos socioeconómicos y red de distribución, los cuales se comparan con los caudales medios y entre sí.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

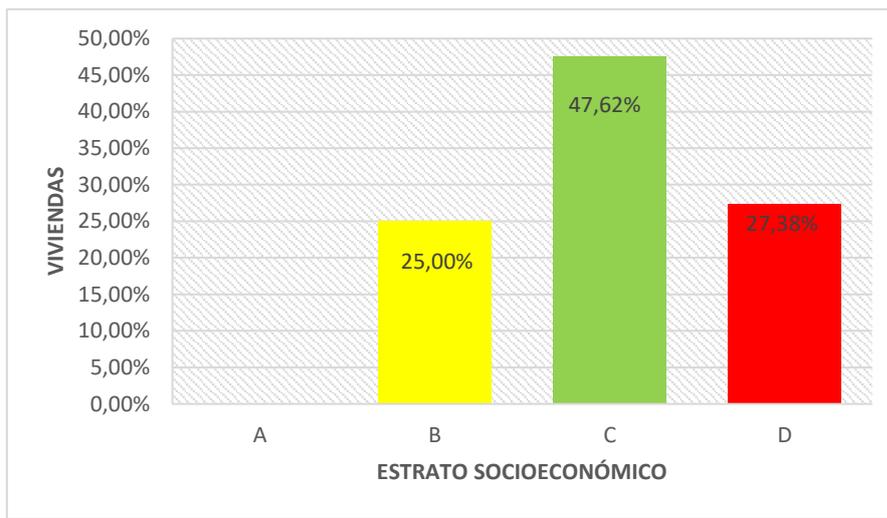
4.1 Factores que inciden en el consumo de agua potable

4.1.1 Clasificación urbanística socioeconómica

De la muestra encuestada, se observa que en San Andrés el mayor número de viviendas corresponden al estrato C con 47.62% como se indica en la **Figura 14**.

Figura 14

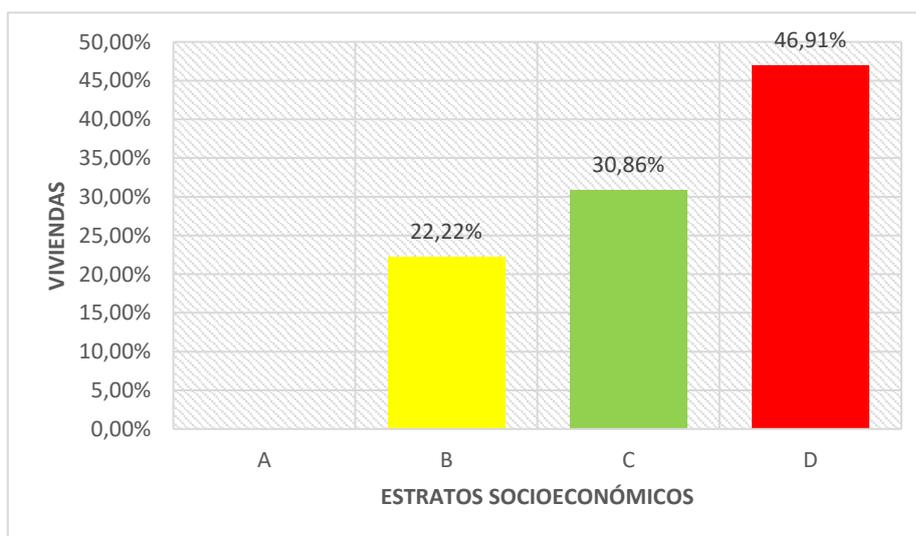
Porcentaje de estratos socioeconómicos San Andrés



En cambio, en San Isidro de Patulú el mayor número de viviendas pertenecen al estrato D se indica en la **Figura 15**.

Figura 15

Porcentaje estratos socioeconómicos San Isidro de Patulú



Los estratos obtenidos se encuentran distribuidos como se muestra en la **Tabla 8** en las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú.

Tabla 8

Distribución de viviendas por estratos

REDES	ESTRATOS	VIVIENDAS
Lalanshi (San Andrés)	Estrato B	42
	Estrato C	80
	Estrato D	46
TOTAL		168
Chancaguán (San Isidro de Patulú)	Estrato B	18
	Estrato C	25
	Estrato D	38
TOTAL		81

A continuación, se indica la distribución geográfica por estratos de cada red de distribución de las parroquias en estudio:

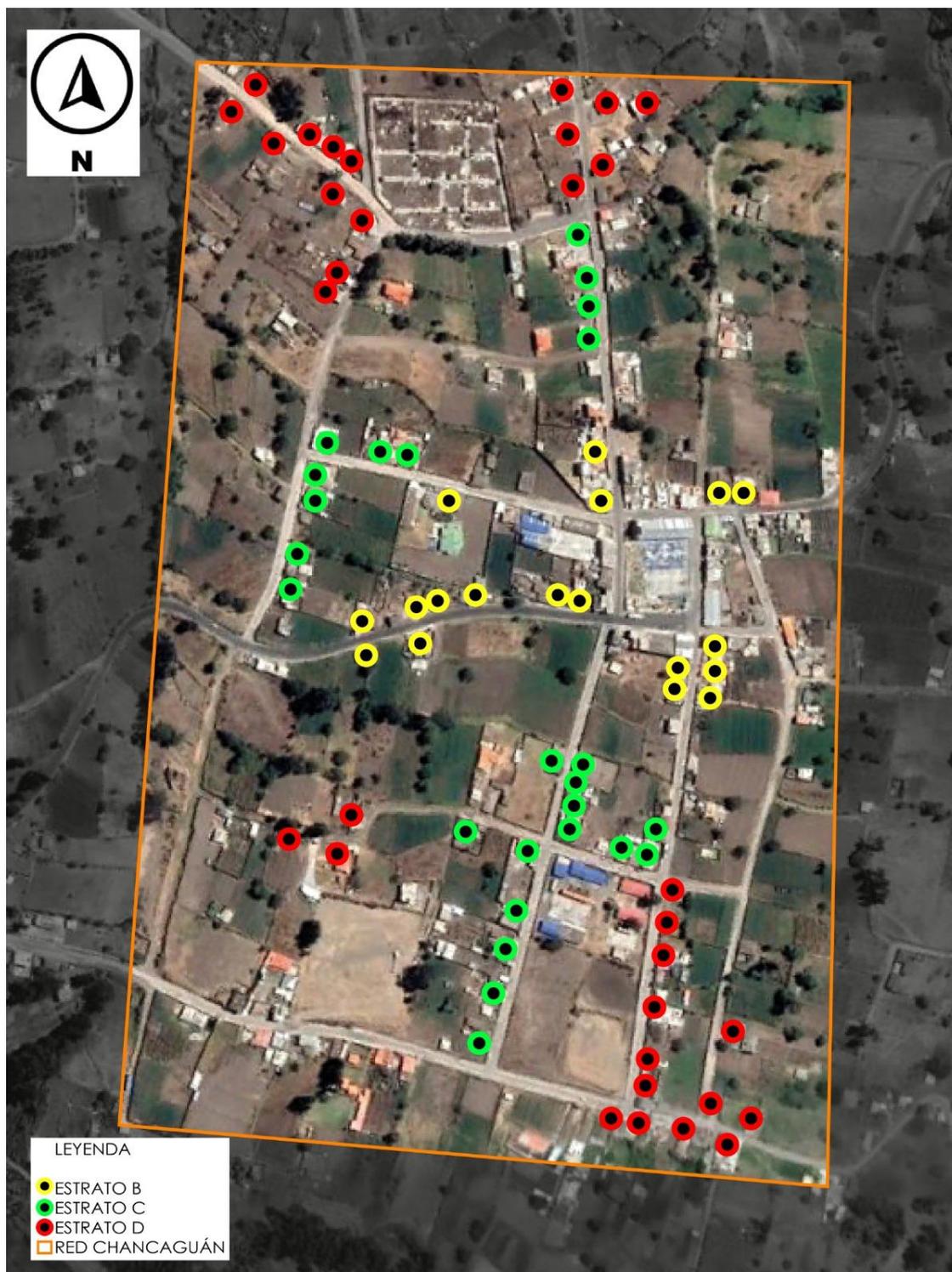
Figura 16

Mapa de estratos económicos en la parroquia de San Andrés



Figura 17

Mapa de estratos económicos en la parroquia de San Isidro de Patulú

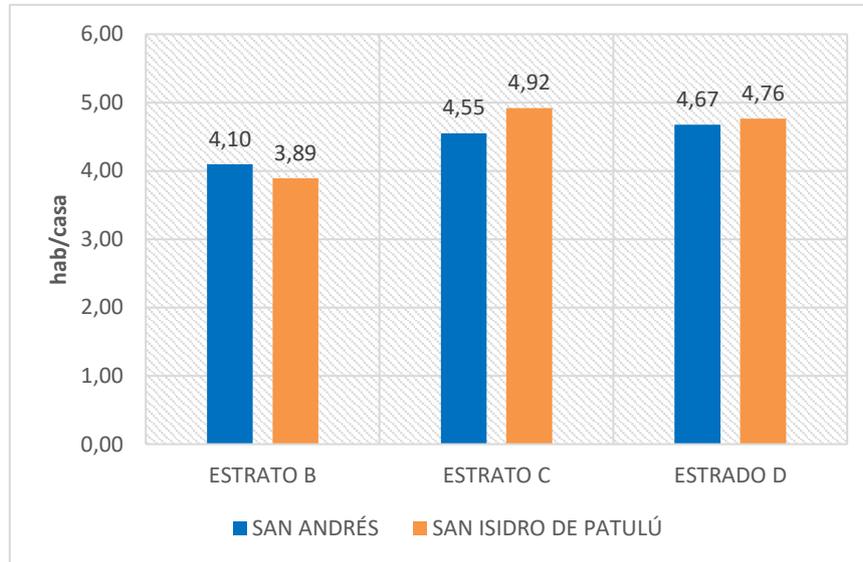


4.1.2 Usuarios por vivienda

En San Andrés el promedio de habitantes por casa es mayor en el estrato D y en San Isidro de Patulú es mayor en el estrato C, como se observa en la **Figura 18**.

Figura 18

Promedio de habitantes por casa

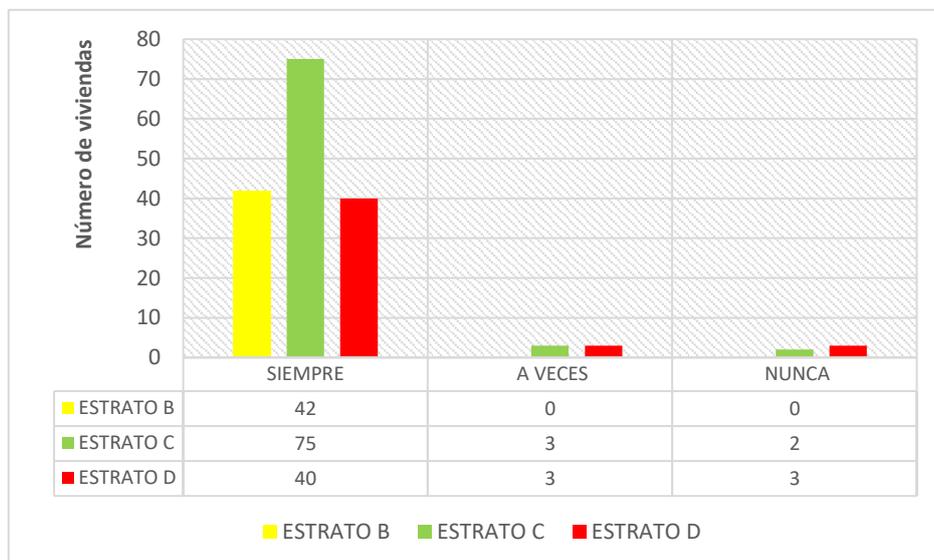


4.1.3 Suministro y abastecimiento

Para determinar el suministro y abastecimiento de agua potable se procedió a tabular los resultados de las encuestas, en San Andrés la mayoría de viviendas señalaron que siempre contaban con el servicio de agua potable, con la excepción de que se han presenciado cortes de agua esporádicos, ya sea por mantenimiento o fallas del sistema, como se indica en la **Figura 19**.

Figura 19

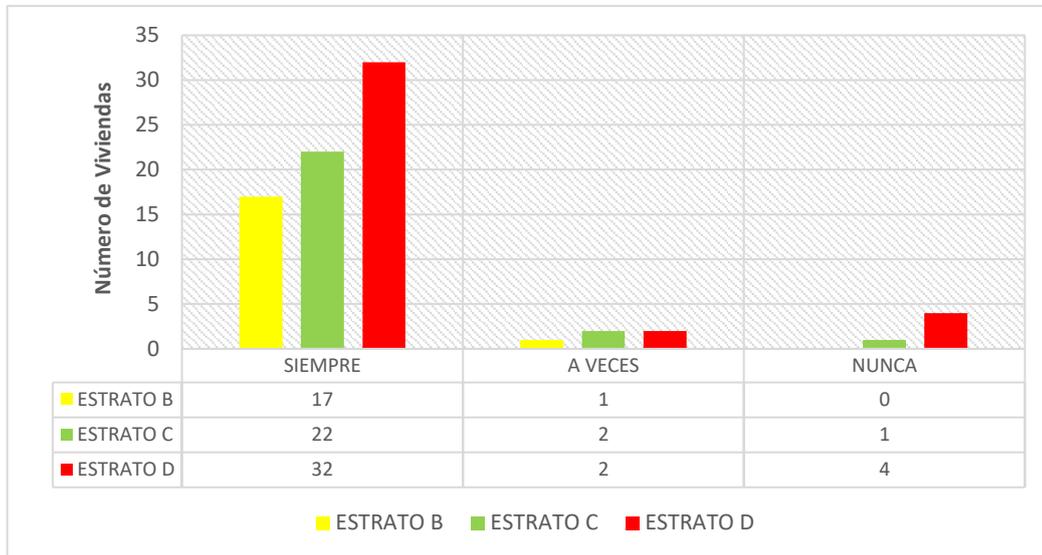
Frecuencia del servicio de agua potable según el estrato en San Andrés



En cuanto a la parroquia San Isidro de Patulú se determinó que la mayoría de viviendas también cuentan siempre con el servicio de agua potable, como se indica en la **Figura 20**.

Figura 20

Frecuencia del servicio de agua potable según el estrato en San Andrés

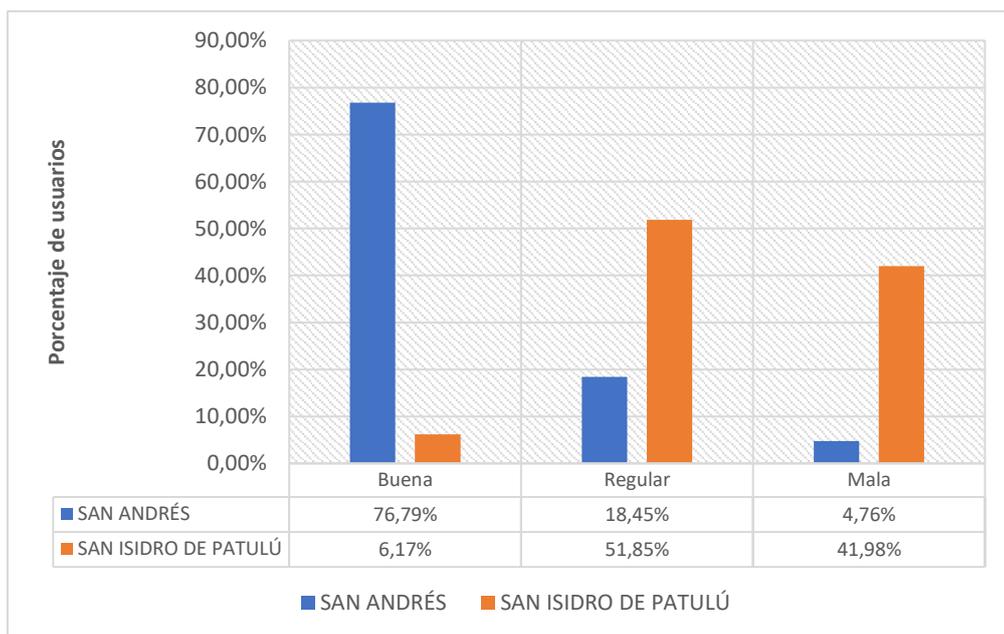


4.1.4 Calidad del agua

En base a las respuestas de los usuarios en San Andrés, el 76.79 % respondió que el agua que recibe por medio del sistema de abastecimiento de la parroquia es buena, mientras tanto en San Isidro de Patulú el 51.85 % contestó que es regular, como se observa en la **Figura 21**.

Figura 21

Percepción de la calidad de agua

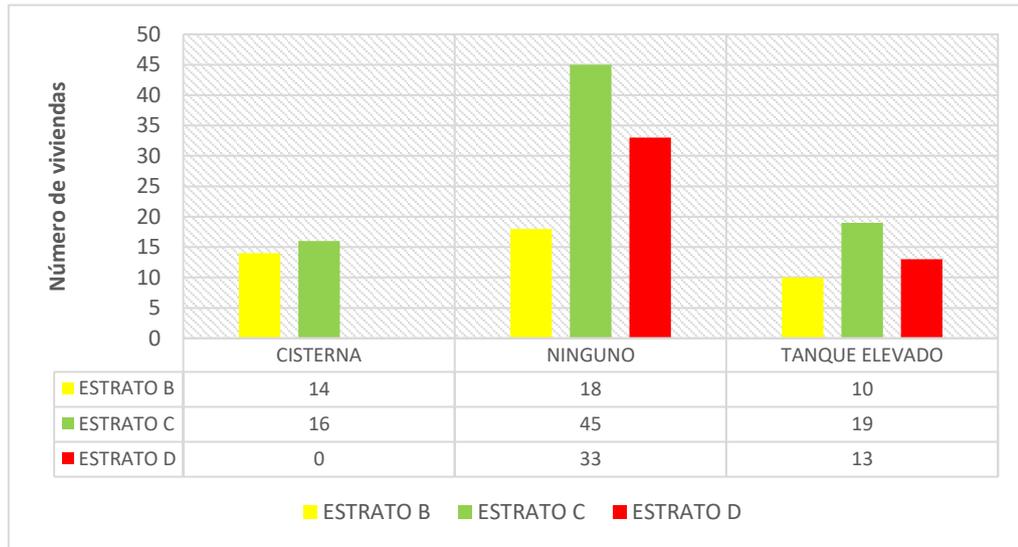


4.1.5 Sistema de almacenamiento

Tras tabular los datos de las encuestas, los resultados obtenidos según el estrato socioeconómico muestran que, en San Andrés, en el estrato B existe un 44.86 % de viviendas que no tienen ningún tipo de almacenamiento, al igual en el estrato C existe un 56.25 % y en el estrato D existe un 71.74 %, dando un total de 96 viviendas que no tienen ningún tipo de almacenamiento como se indica en la **Figura 22**.

Figura 22

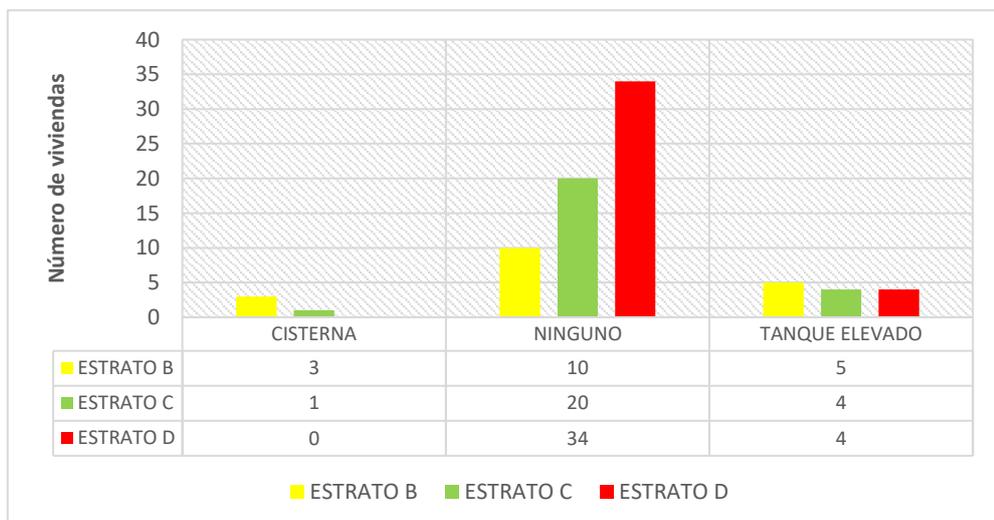
Sistema de almacenamiento de San Andrés por estrato



En cuanto a San Isidro se observa que en el estrato B hay 55.56 % de viviendas que no tienen ningún tipo de almacenamiento, en el estrato C existe un 80 % y en el estrato D hay un 89.47 %, dando un total de 64 viviendas que no cuentan con ningún tipo de almacenamiento como se observa en la **Figura 23**.

Figura 23

Sistema de almacenamiento de San Isidro de Patulú por estrato

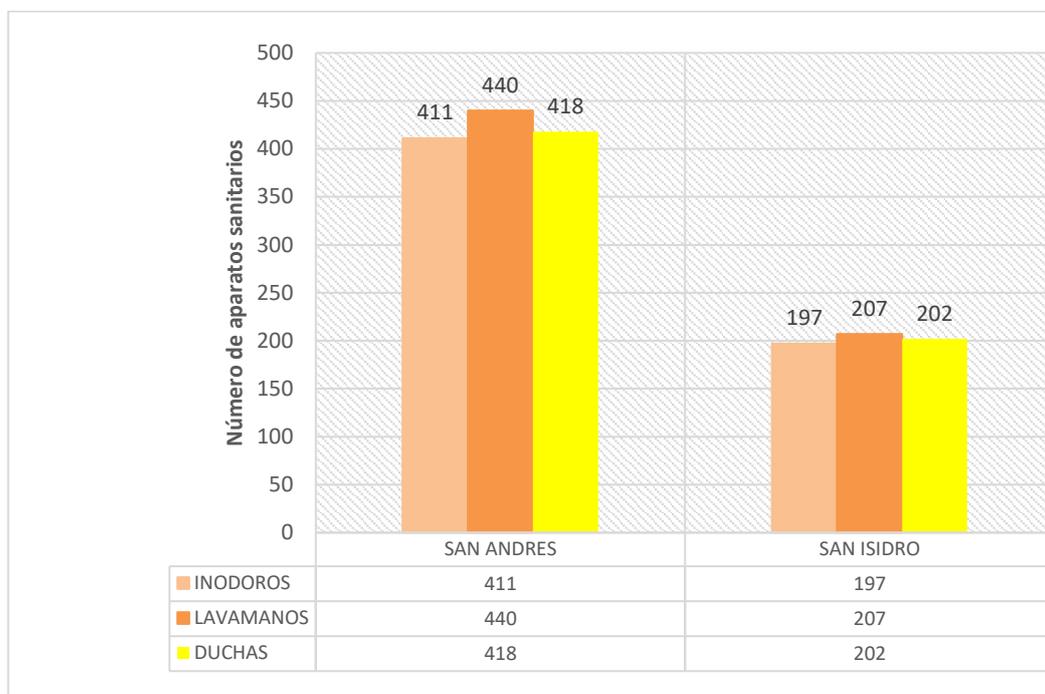


4.1.6 Aparatos sanitarios

Los aparatos sanitarios que se tomaron en cuenta para la tabulación de datos son los inodoros, lavamanos y duchas. Se obtuvo un resultado similar en las dos parroquias en cuanto a la cantidad de viviendas encuestadas, como se puede observar en la **Figura 24**.

Figura 24

Aparatos sanitarios en las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú



4.2 Curvas de consumo horario residencial

4.2.1 Consumos horarios por redes de distribución

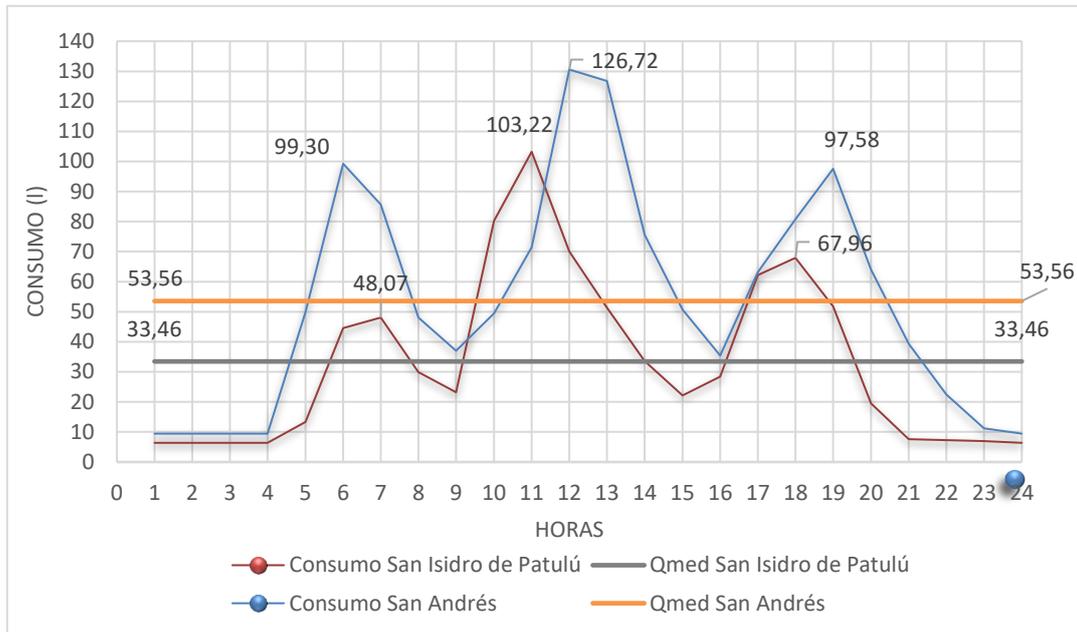
Para apreciar de mejor manera los datos obtenidos se representó por medio de gráficos, donde se logró comparar y evidenciar las diferentes formas de consumo de agua potable en ambas parroquias, mostrando que el mayor consumo horario se presenta en la red de abastecimiento Lalanshi en la parroquia San Andrés.

El consumo máximo de agua potable en las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú son de 126.72 l/h y 103.22 l/h; y un caudal medio de 53.56 l/h y 33.46 l/h respectivamente, como se puede apreciar en la **Figura 25**.

En San Andrés el consumo máximo de agua potable en el sector residencial se presenta a las 12h00 y en San Isidro de Patulú el consumo máximo horario de agua potable se presenta a las 11h00 como se observa en la **Figura 25**. Estos picos de consumo se pueden estimar que se da por los hábitos de los usuarios como es la preparación de alimentos, lavar ropa y a su vez se pudo observar la existencia de jardines y cultivos donde los residentes utilizan el agua potable para riego.

Figura 25

Curva de variación de consumo horario San Andrés y San Isidro de Patulú



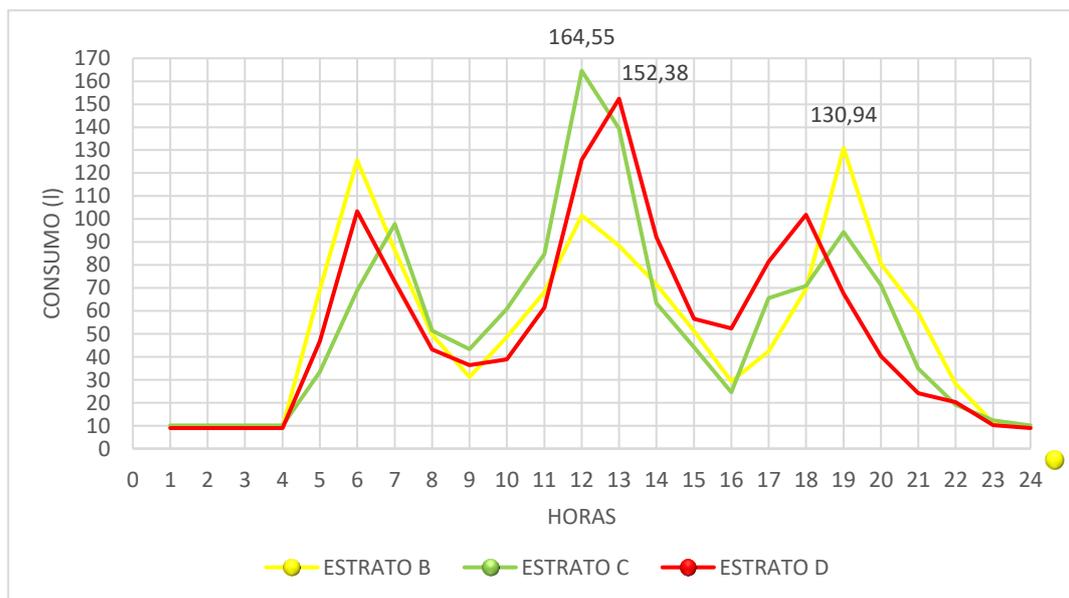
4.2.2 Consumos horarios por estrato socioeconómicos

Las curvas de variación de consumo de agua potable por estratos socioeconómicos de las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú nos indican que el mayor consumo de agua potable se presenta en los estratos C y D tanto en la red Lalanshi como en la red Chancaguán.

El consumo máximo de agua potable en la Red Lalanshi de la parroquia San Andrés, se presenta en el estrato C con 164.55 l/h a las 12h00, como se indica en la **Figura 26**.

Figura 26

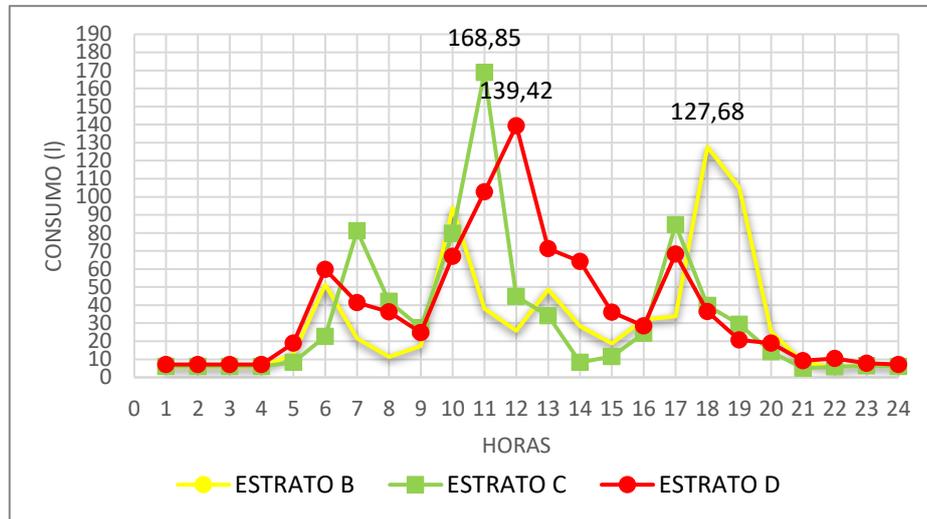
Curva de variación horaria del consumo de agua en San Andrés por estratos



Los picos de consumo en la red Chancaguán perteneciente a la parroquia San Isidro de Patulú, muestran que el mayor consumo se presenta en el estrato C con 168.85 l/h a las 11h00, como se puede observar en la **Figura 27**.

Figura 27

Curva de variación horaria del consumo de agua en San Isidro de Patulú por estrato



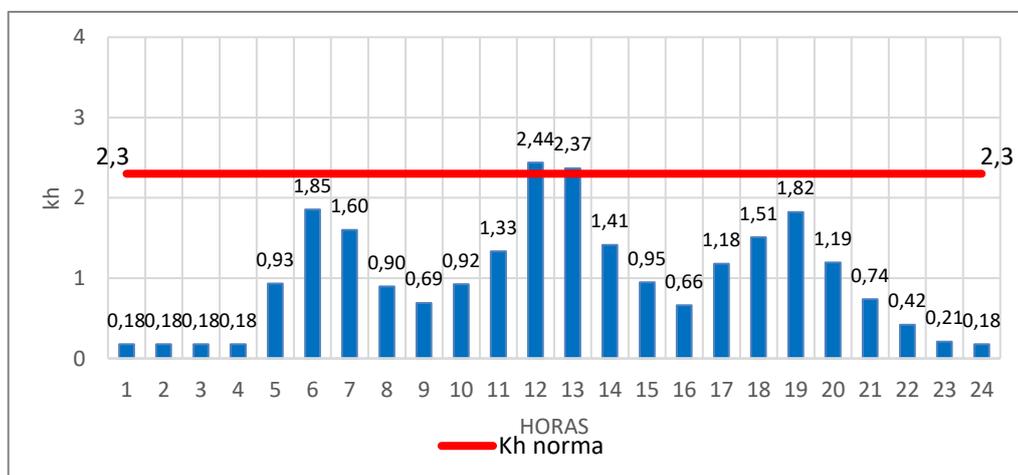
Se debe destacar que el consumo de agua está relacionado con el número de personas que residen en la vivienda, con el trabajo de cada uno de ellos y a su vez con las actividades que realizan con el recurso hídrico, de acuerdo con lo estudiado se destacan algunas: aseo personal, preparación de alimentos, lavandería, dar de beber a los animales y riego de cultivos.

4.2.3 Coeficiente de modulación horaria

Como se observa en la **Figura 28** las horas pico de la red San Andrés son a las 12h00 y 13h00 horas, donde se tiene un coeficiente de consumo kh de 2.36 y 2.44 respectivamente, y de acuerdo a la normativa CPE INEN 5 (1992) el valor recomendado para diseños hidráulicos es de 2.30.

Figura 28

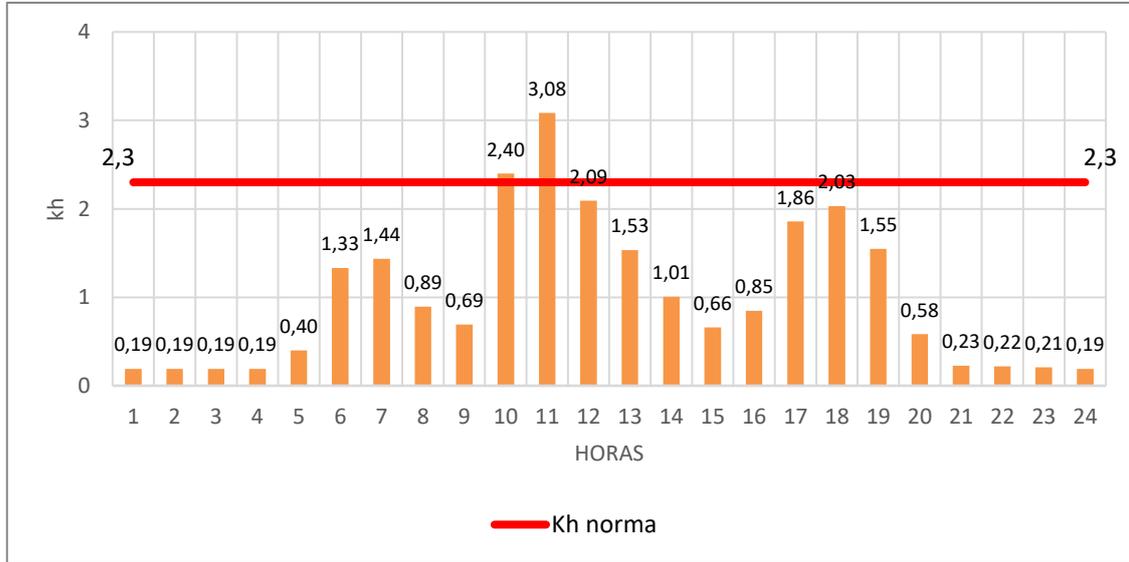
Factor del consumo horario San Andrés



En cuanto a la red de San Isidro de Patulú se observa en la **Figura 29** que en las horas pico de mayor consumo se tiene un coeficiente kh de 2.40 y 3.08 a las 10h00 y 11h00 respectivamente, con lo que tenemos que de acuerdo a la normativa CPE INEN 5 (1992) el valor recomendado de 2.30 no es suficiente en estas horas del día.

Figura 29

Factor de consumo horario San Isidro de Patulú



4.3 Discusión

Mediante las lecturas dentro de un periodo de 7 días y 24 horas continuas de los 96 micromedidores en San Andrés y 64 micromedidores en San Isidro de Patulú en las viviendas de uso residencial, se logró identificar que ambas parroquias tienen comportamientos similares, empezando con las actividades a las 05h00 y presentando 3 picos de consumo a las 06h00, 12h00 y 19h00, a las 06h00 debido a que los moradores por motivos de trabajo salen de sus residencias a las ciudades o a la agricultura y ganadería, a las 12h00 por motivo de la preparación de alimentos, riego de jardines y cultivos, lavandería e hidratación de animales, a las 19h00 ya que es la hora en la que llegan de sus lugares de trabajo y se preparan para descansar, terminando el consumo antes de las 23h00.

Los estratos socioeconómicos B, C y D de ambas parroquias presentan una similitud en los comportamientos de consumo de agua potable, el estrato B en San Andrés tiene el mayor consumo de 130.94 l/h a las 19h00, en San Isidro de Patulú 127.68 l/h a las 18h00 debido a que la mayoría de sus habitantes retornan a esas horas de sus lugares de trabajo, el estrato C en San Andrés el mayor consumo es de 164.55 l/h a las 12h00, en San Isidro de Patulú 168.85 l/h a las 11h00 y en el estrato D en San Andrés el mayor consumo es de 152.38 l/h a las 13h00, en San Isidro de Patulú es de 139.42 l/h a las 12h00, ya que en el estrato C y D se encuentran más habitantes en las viviendas y realizan actividades de alimentación, riego y cuidado de animales. Es así que el consumo de agua se encuentra directamente relacionado al número de habitantes, número de aparatos sanitarios y hábitos de consumo.

Calderón & Tello (2022) en su estudio enfocado en cabeceras cantonales de Colta y Penipe encontraron que ninguna manzana pertenece al estrato A, pero a su vez que la mayoría de las viviendas en esas manzanas pertenecen al estrato C y B respectivamente, presentando una similitud con este estudio donde las parroquias de San Andrés y San Isidro de Patulú no tienen ninguna manzana dentro del estrato A y la mayoría de las viviendas pertenecen al estrato B en San Andrés y C en San Isidro de Patulú.

En la investigación llevada a cabo en las 4 redes de distribución al este del cantón Riobamba por Alulema & Estrada (2023) lograron identificar la existencia de todos los estratos socioeconómicos desde el A hasta el D, donde explican que a pesar de que el estrato A no es el predominante presenta mayores picos de consumo y a su vez el mayor consumo a las 09h00. Avalos & Oleas (2023) estudiaron las 5 redes faltantes al oeste del cantón Riobamba donde encontraron todos los estratos socioeconómicos obteniendo que predomina el estrato B, donde el consumo máximo horario es de 117 l/h a las 09h00; mientras que en San Andrés y San Isidro el mayor pico de consumo se presenta en el estrato C en distintos horarios, a las 11h00 en San Andrés y a las 12h00 en San Isidro de Patulú.

Macas & Rodas (2023) realizaron una investigación en las cabeceras cantonales de Baños y Pelileo donde hallaron que algunas manzanas se encuentran dentro del estrato A, el mismo que tiene el mayor consumo a las 12h00 en ambos cantones, a diferencia de la parroquia San Andrés que el mayor número de manzanas pertenecen al estrato B, en cambio en la parroquia de San Isidro de Patulú la mayoría de las manzanas pertenecen al estrato C.

Así mismo, dentro de la provincia de Tungurahua en el cantón Ambato se ejecutó una investigación en cabeceras parroquiales como Izamba I, Cunchibamba y Unamuncho Figueroa & Moya (2019) donde se determinó que la mayoría de viviendas residenciales pertenecen al estrato C, lo que presenta una similitud con la parroquia San Andrés y una

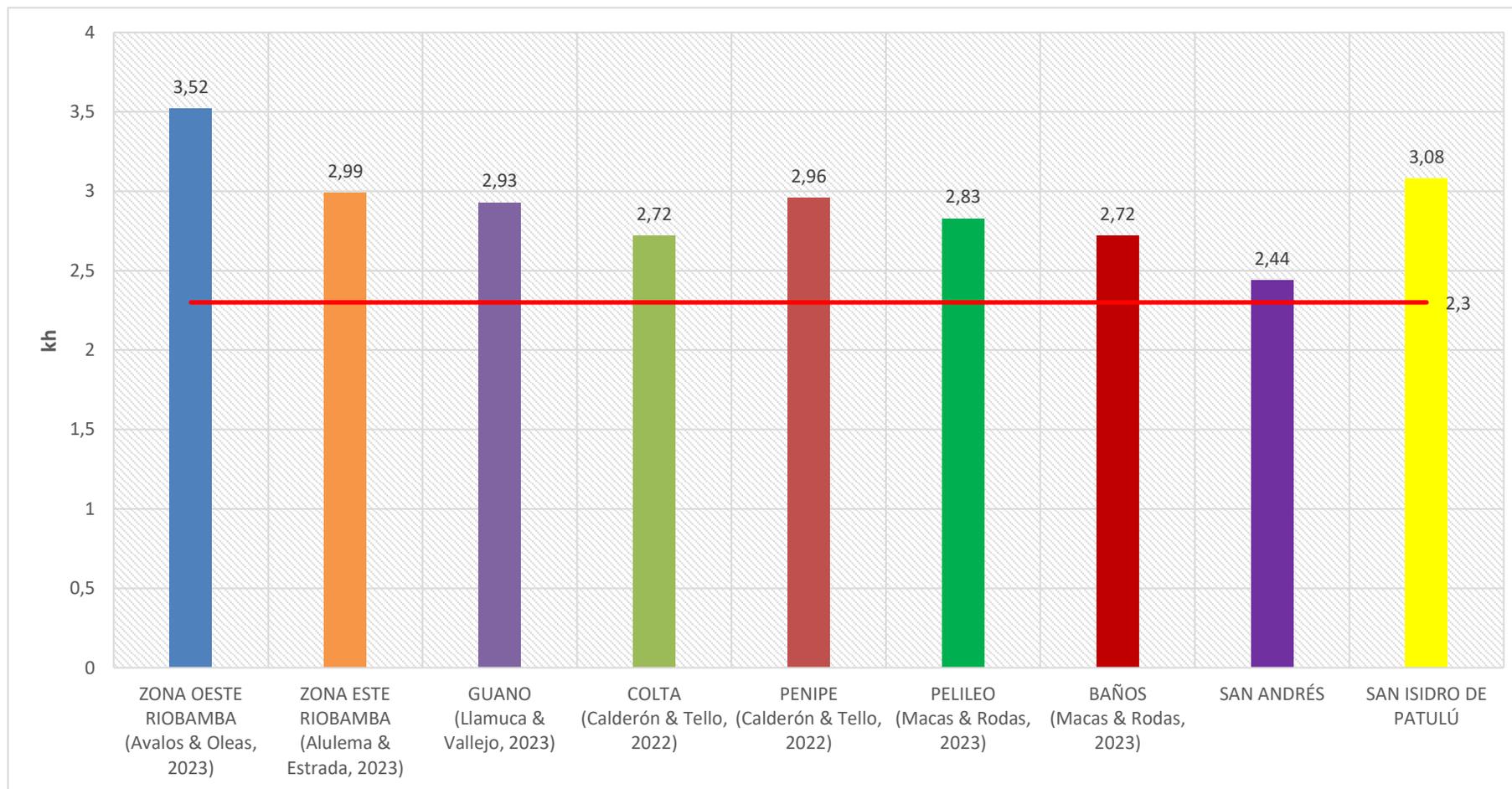
diferencia con la parroquia San Isidro de Patulú donde predomina la presencia del estrato D.

Según CPE INEN 5 (1992) establece un rango de (2 a 2.3) para el coeficiente de variación del consumo máximo horario ($k_{max.hor}$), el cual se tomó como dato comparativo en este estudio, llegando a concluir que el mayor coeficiente no satisface el mayor consumo en San Andrés ni en San Isidro de Patulú, puesto que el coeficiente máximo horario es de 2.44 a las 12h00 y de 3.08 a las 11h00 respectivamente.

De igual manera dentro de la provincia de Chimborazo el coeficiente de variación del consumo máximo horario ($k_{max.hor}$) no satisface en los cantones de Riobamba con coeficientes horarios mayores en las 4 redes estudiadas con (2.99, 2.61, 2.52 y 2.96) (Alulema & Estrada, 2023) ; también en Colta y Penipe con 2.72 y 2.96; y Guano en las 4 redes analizadas con (2.78, 2.80, 2.93 y 2.93) (Llamuca & Vallejo, 2023).

Se compararon los coeficientes máximos horarios (k_h) de las cabeceras cantonales de Riobamba, Guano, Colta, Penipe, Baños, Pelileo y las cabeceras parroquiales de San Andrés y San Isidro de Patulú, con el coeficiente máximo sugerido por la CPE INEN 5 (1992), como se ve en la **Figura 30**.

Figura 30
Comparación de kh máximos en los cantones estudiados



CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En base a la estratificación urbanística y la encuesta socioeconómica se logró identificar que existen 76 manzanas residenciales en la parroquia San Andrés y 22 manzanas residenciales en la parroquia San Isidro de Patulú, en donde se identificó que existen solo 3 estratos socioeconómicos, B, C y D.

Mediante las lecturas de los micromedidores residenciales se determinó un consumo promedio en San Andrés de 55.56 l/h y en San Isidro de Patulú de 33.46 l/h.

Las curvas de variación de consumo horario muestran las horas pico, concluyendo que en San Andrés el máximo consumo es de 164.55 l/h a las 12h00 en el estrato C y en San Isidro de Patulú es de 168.85 l/h a las 11h00 en el estrato C.

Se determinó que el coeficiente de variación máxima de la parroquia San Andrés es 2.44 y de la parroquia San Isidro de Patulú es 3.08, los cuales se encuentran fuera del rango establecido por la norma INEN CPE 5 (1992), el cual va de 2 a 2.30, estos valores son de referencia para conseguir un diseño óptimo de abastecimiento.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda a los GADS parroquiales y juntas de agua que aparte de detallar los consumos mensuales para el cobro pertinente, se elabore un registro de los consumos diarios debido a que se ha detectado que existe consumos desmesurados que podrían originarse por la utilización del recurso para riego, cultivo o por la presencia de fugas.

Se sugiere a los dirigentes de la parroquia proporcionar seguridad a los micromedidores debido que se ha observado que varios predios se encuentran sin micromedidores producto del hurto.

Se propone tener en cuenta los coeficientes de variación de consumo máximo horario presentados en este estudio y aplicar por analogía a los diseños de las futuras urbanizaciones dentro de las parroquias.

BIBLIOGRAFÍA

- Alulema, L., & Estrada, H. (2023). ESTUDIO DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LAS REDES SABOYA; VERANILLO; MALDONADO; PISCÍN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10919>
- Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (2018). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes. *Novasinería Revista Digital De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología*, 1(1), 23–32. <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.01.03>
- Arellano, A., Gonzáles, J., & Gavilanes, A. (2012). MÉTODO DE CARACTERIZACIÓN URBANÍSTICA Y SOCIOECONÓMICA PARA POBLACIONES MENORES QUE 150.000 HABITANTES. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17722.21446>
- Arellano, A., Izurieta, C., & Muñoz, G. (2022). La Demografía y el Consumo de Agua Potable en los Estratos Socio Económicos Urbanos. *Fipcaec*, 7(1), 809–829. <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v7i1.552>
- Avalos, J., & Oleas, G. S. T. (2023). Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Riobamba. 4(1), 88–100. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11164>
- Calderón, E., & Tello, M. (2022). ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES COLTA Y PENIPE. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9690>
- CPE INEN 5. (1992). NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES. 9. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5 Parte_9-1.pdf
- EQUYSIS. (2012). Manual de instalación y operación para micromedidores mecánicos. <https://equysis.com/Archivos/Descarga?id=1709>
- Estrada, H. (2019). DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, DEL CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO (ECUADOR). Universidad Politécnica de Valencia, 1–90. <http://hdl.handle.net/10251/120454>
- Figueroa, K., & Moya, D. (2019). CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES IZAMBA, CUNCHIBAMBA Y UNAMUNCHO I DEL CANTÓN AMBATO. *Repo.Uta.Edu.Ec*, 130. <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>

- GAD PARROQUIAL SAN ÁNDRES. (2019). PROCESO DE ACTUALIZACION DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SAN ANDRÉS. Recuperado de <http://sanandres.gob.ec/wp-content/uploads/2021/04/PDOT-SAN-ANDRES-2019-2023.pdf>
- Huaquisto, S., & Chambilla, I. (2019). Análisis Del Consumo De Agua Potable En El Centro Poblado De Salcedo, Puno. *Investigación & Desarrollo*, 19(1), 133–144. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.1-9i>
- INEC. (2016). INDICADORES ODS DE AGUA, SANEAMIENTO E HIGIENE EN ECUADOR. Recuperado el 8 de junio de 2023, de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Diagnostico_ASH_pobreza_INEC_BM.pdf
- INEN. (2011). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. 1. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1108.pdf>
- Llamuca, M., & Vallejo, J. (2023). ANÁLISIS DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN GUANO. 1(1), 88–100. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10524>
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). Metodología de la Investigación Social Cuantitativa, primera edición digital. Dipóst Digiital de La Universidad Autónoma de Barcelona, 1° edición, 1–58. <http://ddd.uab.cat/record/129382>
- Macas, J., & Rodas, C. (2023). ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES BAÑOS Y PELILEO. 1–82. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3546>
- Molina, E., Quesada, F., Calle, A., Ortiz, J., & Orellana, D. (2018). Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca Sustainable Water Consumption of Dwellings In The Cuenca City. *Ingenius*, 20, 28–38.
- Morote Seguido, Á. F. (2017). Factores que inciden en el consumo de agua doméstico. Estudio a partir de un análisis bibliométrico. *Estudios Geograficos*, 78(282), 257–281.
- Naciones Unidas. (2021). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021: El valor del agua. In Unesco. <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2021/es>
- NEC. (2011). Norma Hidrosanitaria NHE Agua. Norma Ecuatoriana De La Construcción, 38. <https://goo.gl/YdmRda>
- Núñez, Á. (2014). “DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN LAS COMUNIDADES PICHÁN CENTRAL, CHOCAVÍ CHICO Y CHOCAVÍ CENTRAL DE LA PARROQUIA SAN ISIDRO DE PATULÚ”. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3662/1/96T00277UDCTFC.pdf>

ONU. (2010). El derecho humano al agua y al saneamiento. 28 de Julio De 2010, 1–7.
http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_spa.pdf

Valdiviezo, P. (2013). “DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN LA PARROQUIA SAN ANDRÉS DEL CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu>

Anexo 3

Encuesta de consumo de agua

Encuesta consumo de agua Parroquia San Andrés y San Isidro de Patulú

Información General

Usuario _____

Encuesta N° _____

Parroquia _____

Estrato _____

Servicio Agua Potable

1. ¿Tiene servicio de Agua Potable?

2. ¿Frecuencia del servicio de Agua Potable?

Siempre

A veces

Nunca

3. ¿Cuántas personas habitan en el hogar?

4. La calidad de agua que consume es:

Buena

Regular

Mala

5. ¿Tipo de almacenamiento que dispone?

Tanque Elevado

Cisterna

Ninguno

6. Unidades sanitarias en la vivienda

N° de Inodoros _____

N° de Lavamanos _____

N° de Lavadoras _____

N° de Duchas o Bañeras _____

N° de Lavaderos _____

Anexo 4
Toma de lecturas de micromedidores

