



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

Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en
la Parroquia San Juan Cantón Riobamba

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Miranda García, José Fernando

Tutor:

MSc. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, José Fernando Miranda García, con cédula de ciudadanía 0604686691, autor del trabajo de investigación titulado: **“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JUAN CANTÓN RIOBAMBA”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas 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 de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 05 de noviembre de 2024.



José Fernando Miranda García

C.I: 0604686691

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **Ing. María Gabriela Zúñiga MSc.** catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación "**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JUAN CANTÓN RIOBAMBA**", bajo la autoría de José Fernando Miranda García 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 05 días del mes de noviembre de 2024.

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a large, loopy blue oval. The signature appears to read 'M. Gabriela Zúñiga R.' followed by a flourish.

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 PARROQUIA SAN JUAN CANTÓN RIOBAMBA”, presentado por José Fernando Miranda García, con cédula de identidad número 0604686691, 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 05 de noviembre de 2024.

Jessica Brito, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Nelson Patiño, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Daniel Chuquín, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **José Fernando Miranda García con CC: 0604686691**, estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Civil**, Facultad de **Ingeniería**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JUAN CANTÓN RIOBAMBA"** cumple con el 9 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 04 de noviembre de 2024

Mgs. María Gabriela Zúñiga

TUTORA

DEDICATORIA

Dedicado en primer lugar a Dios, por brindarme salud, vida y sabiduría para poder alcanzar uno de mis sueños.

Con todo el amor del mundo dedico este proyecto de titulación a Fabián y Alicia, mis padres, quienes han sido pilares fundamentales en mi vida, su perseverancia y sacrificio siguen inspirándome cada día a ser mejor.

Dedicarle al José del pasado quien lleno de dudas y miedo en algún punto pensó en abandonar la carrera, a pesar de las dificultades que se presentaron, finalmente alcanzamos la meta.

A toda mi familia, en especial a aquellos que ya no están a mi lado, pero sé que donde se encuentren se sentirán orgullosos.

José Fernando Miranda García

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres que con su apoyo incondicional me han permitido superar los obstáculos que se me presentaban, este logro no es mío, es nuestro, a mis amigos quienes se convirtieron en un soporte durante la carrera y como dejar de lado a Dayana quien con su amor ha sido pieza clave en esta etapa.

Quiero agradecer a mi tutora Mgs. María Gabriela Zúñiga por su paciencia, orientación y apertura para poder culminar este proyecto, a la Universidad Nacional de Chimborazo que me ha permitido convertirme en profesional brindándome los conocimientos y experiencias únicas en el ámbito académico.

Especial agradecimiento a las comunidades Capilla Loma y Shobol La Calera por la apertura para la elaboración de esta tesis

Esto es solo el comienzo

José Fernando Miranda García

INDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORIA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
RESUMEN	
ABSTRACT.....	
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Antecedentes.....	13
1.2 Planteamiento del problema	16
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Conceptos Generales.....	18
2.1.1. Agua Cruda.....	18
2.1.2. Agua Potable.....	18
2.1.3. Fuentes de agua.....	18
2.1.4. Dotación	18
2.1.5. Captación.....	18
2.1.6. Sistema de abastecimiento de agua potable	19
2.2. Consumo de agua potable	19
2.2.1. Agua para consumo humano.....	19
2.2.2. Patrón de consumo	19
2.2.3. Factores que inciden en el consumo de agua potable.....	19
2.2.4. Variaciones periódicas de consumo.....	20
2.2.5. Curva característica de consumo horario.....	21
2.3. Estado del arte	21
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Tipo de investigación	26

3.2. Esquema metodológico	27
3.3. Técnicas de recolección de datos.....	27
3.4. Población de estudio y tamaño de muestra.....	27
3.4.1. Población.....	27
3.4.2. Muestra.....	28
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	28
3.5.1. Procesamiento y análisis de datos para la caracterización socioeconómica	28
3.5.2. Procesamiento y análisis de datos de la encuesta aplicada	29
3.5.3. Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo	29
3.5.4. Proceso de digitalización de resultados	31
3.5.5. Caudal medio	34
3.5.6. Caudal de fugas de fondo	34
3.5.7. Coeficiente de variación de consumo máximo horario	34
3.5.8 Construcción de curvas de consumo	35
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Factores que inciden en el consumo de agua potable.....	36
4.1.1. Estratificación socioeconómica.....	36
4.1.2. Habitantes por vivienda.....	40
4.1.3. Suministro y abastecimiento.....	40
4.1.4. Calidad del agua.....	42
4.1.5. Tipo de almacenamiento.....	42
4.1.5. Aparatos sanitarios	43
4.2. Curvas de consumo horario residencial	44
4.2.1. Consumo horario por redes de distribución.....	44
4.2.3. Coeficiente de variación máximo horario.....	48
4.3. Discusión de resultados.....	50
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
5.1. Conclusiones	55
5.2. Recomendaciones	57
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Detalle de aportación del sistema de distribución de agua comunidad Capilla Loma.....	15
Tabla 2	Detalle de aportación del sistema de distribución de agua comunidad Calera Shobol Pamba	15
Tabla 3	Puntaje para categorización socioeconómica.....	29
Tabla 4	Tipos de medidores presentes en la parroquia San Juan.....	30
Tabla 5	Distribución de estratos socioeconómicos por redes.....	37
Tabla 6	Comparación de consumos horarios comunidad Capilla Loma y Shobol La Calera	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación geográfica parroquia San Juan.....	13
Figura 2.	Curva típica de consumo horario.....	21
Figura 3.	Esquema metodológico de la investigación	27
Figura 4.	Ficha utilizada para el registro de lecturas de medidores.....	31
Figura 5.	Diagrama de dispersión de consumos comunidad Capilla Loma.....	32
Figura 6.	Diagrama de dispersión de consumos comunidad Shobol La Calera	32
Figura 7.	Diagrama de cajas y bigotes comunidad Capilla Loma.....	33
Figura 8.	Diagrama de cajas y bigotes comunidad Shobol La Calera	33
Figura 9	Porcentaje de estratos socioeconómicos comunidad Capilla Loma.....	36
Figura 10	Porcentaje de estratos socioeconómicos comunidad Shobol La Calera.....	36
Figura 11.	Ubicación geográfica de medidores de acuerdo con su estrato socioeconómico comunidad Capilla Loma.....	38
Figura 12	Ubicación geográfica de medidores de acuerdo con su estrato socioeconómico comunidad Shobol La Calera.....	39
Figura 13	Promedio de habitantes por casa según estrato socioeconómico.....	40
Figura 14.	Frecuencia del servicio de agua potable según estrato comunidad Capilla Loma.....	41
Figura 15.	Frecuencia del servicio de agua potable según estrato comunidad Shobol La Calera	41
Figura 16.	Percepción de la calidad de agua.....	42
Figura 17	Sistema de almacenamiento según estrato socioeconómico comunidad Capilla Loma.....	42
Figura 18.	Sistema de almacenamiento según estrato socioeconómico comunidad Shobol La Calera	43
Figura 19.	Aparatos sanitarios en las comunidades Capilla Loma y Shobol La Calera	43
Figura 20.	Curvas de variación consumo horario Capilla Loma.....	46
Figura 21	Curvas de variación consumo horario Shobol La Calera	46
Figura 22.	Curva de variación horaria del consumo de agua comunidad Capilla Loma por estratos.	47
Figura 23.	Curva de variación horaria del consumo de agua comunidad Shobol La Calera por estratos	48
Figura 24.	Coefficientes máximos de variación de consumo horario comunidad Capilla Loma	49
Figura 25.	Coefficientes máximos de variación de consumo horario comunidad Capilla Loma	49
Figura 26.	Comparación de kh máximos investigados en Chimborazo y zonas cercanas	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Ficha de caracterización socioeconómica.....	62
Anexo 2.	Encuesta aplicada.....	62
Anexo 3.	Socialización y aplicación de encuestas en la parroquia San Juan.....	63
Anexo 4.	Registro de lecturas en los medidores de cada usuario.....	64
Anexo 5.	Medidores en malas condiciones	65
Anexo 6.	Registros de consumo de agua potable significativamente más elevados.	66

RESUMEN

Comprender de manera integral cómo es el comportamiento del consumo de agua horario es de gran importancia a la hora de diseñar estrategias efectivas y eficientes respecto a su administración. Aunque ya se han desarrollado investigaciones sobre los patrones de consumo de agua, los relacionados con zonas rurales no se han estudiado lo suficiente, por lo que el presente estudio pretende cubrir esta área de información. El proyecto de investigación tiene como objetivo determinar el consumo horario residencial de agua potable y cómo inciden en este los estratos socioeconómicos y los hábitos de consumo en la parroquia San Juan comunidades Capilla Loma y Shobol La Calera. Se han recolectado datos en campo de 90 micromedidores en las 2 comunidades a lo largo de 7 días las 24 horas, esto en conjunto con encuestas socioeconómicas y de hábitos de consumo ha permitido obtener curvas de variación de consumo con sus respectivos caudales máximos, registrando en Capilla Loma 79,22 l/h con un caudal medio de 27,32 l/h y en Shobol La Calera 79,22 l/h con un caudal medio de 19,72 l/h, además se determinó que los estratos C y D son los que presentan mayores consumos. Respecto a los coeficientes de variación horaria (kh) se halló que se superan los límites recomendados por la normativa CPE INEN 5 (INEN, 1992) en el caso de la comunidad Capilla Loma alcanza un valor de 2,90 mientras que en Shobol La Calera 3,09. Los picos de consumo máximo y los coeficientes (khmax) que se presentan en las 2 comunidades tienen lugar en el intervalo horario de 06h00 a 07h00 y de 12h00 a 13h00.

Palabras clave: redes de distribución, curva de variación de consumo horario, coeficientes de consumo, estratos socioeconómicos

ABSTRACT

Understanding hourly water consumption behavior comprehensively is crucial when designing effective and efficient water management strategies. Although research on water consumption patterns has been conducted, studies focusing on rural areas remain insufficiently explored, which this study aims to address. The research project aims to determine hourly residential potable water consumption and examine how socioeconomic strata and consumption habits influence this in the San Juan Parish, specifically in the Capilla Loma and Shobol La Calera communities. Field data were collected from 90 water meters across both communities over a period of 7 days, 24 hours a day. Together with socioeconomic and consumption habit surveys, this enabled the creation of consumption variation curves with corresponding peak flow rates. Capilla Loma recorded a peak flow of 79.22 l/h with an average flow of 27.32 l/h, while Shobol La Calera registered the same peak flow of 79.22 l/h but with an average flow of 19.72 l/h. Additionally, it was found that socioeconomic strata C and D exhibited the highest consumption. Regarding hourly variation coefficients (kh), the limits recommended by the CPE INEN 5 standard (INEN, 1992) were exceeded; Capilla Loma reached a value of 2.90, while Shobol La Calera reached 3.09. The maximum consumption peaks and (khmax) coefficients in both communities occurred between 06:00–07:00 and 12:00–13:00.

Keywords: distribution networks, hourly consumption variation curve, consumption coefficients, socioeconomic strata



Reviewed by:

Mgs. Doris Chuquimarca

I.D. 060449038-3

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La parroquia San Juan forma parte de las 11 parroquias rurales pertenecientes a la ciudad de Riobamba, se encuentra ubicada a 16 km al oeste de la misma, en la provincia de Chimborazo. San Juan cuenta con una extensión de 221.20 km², geográficamente está situada en la parte central de la región sierra del Ecuador, en las coordenadas UTM (746706.39 m E; 9819320.57 m S) siendo el principal acceso al Nevado Chimborazo.

La parroquia San Juan limita por el norte con la provincia de Tungurahua, parroquia San Andrés, cantón Guano y el río Culebrilla, por el sur con la parroquia Villa la Unión, cantón Colta, parroquia Calpi y río Chimborazo, por el este con la parroquia Calpi, cantón Riobamba, San Andrés y por el oeste con la provincia de Bolívar (GAD parroquial San Juan, 2019). Ver

Figura 1.

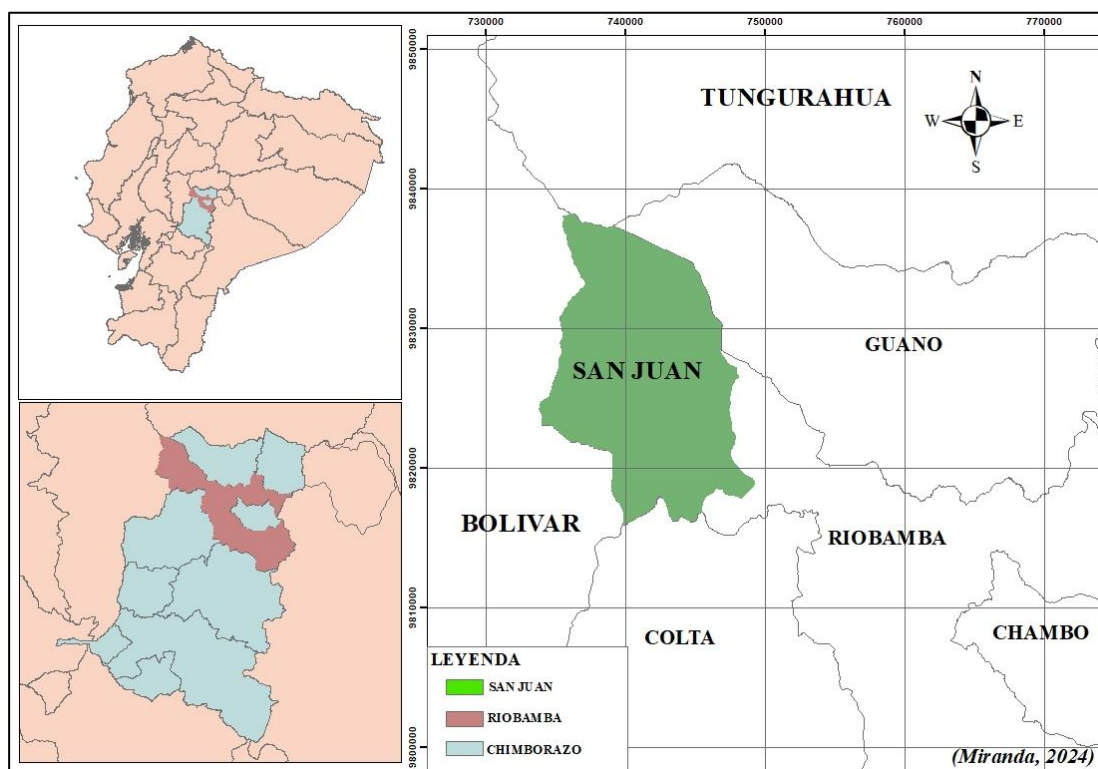


Figura 1. Ubicación geográfica parroquia San Juan
Fuente. (Miranda, 2024)

San Juan posee un rango altitudinal entre 3160 msnm y 6210 msnm. La parroquia tiene una temperatura que oscila entre los 12°C y los 16°C, clima característico de la alta montaña de la sierra ecuatorial determinado por la altitud y la precipitación promedio anual la cual varía entre 500 y 1000 mm. La mayor parte del territorio de la parroquia San Juan es de naturaleza

escarpada o montañosa, es así que casi el 55% del área total posee pendientes superiores a los 50 grados. Las áreas con pendientes moderadas y suaves abarcan una menor proporción del territorio, mientras que las zonas planas o casi planas son muy limitadas, representando solo el 2,30% del área total. Esta topografía predominantemente abrupta puede complicar el desarrollo de infraestructura en la parroquia. (GAD parroquial San Juan, 2019)

La parroquia de San Juan cuenta con 32 asentamientos humanos conformados por 26 comunidades y 6 barrios. Con el paso del tiempo ha tenido un crecimiento demográfico considerable llegando a tener una población aproximada de 7370 habitantes basado en los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos en el año 2010 (INEC, 2010). De acuerdo con información compartida por la junta de agua potable de la comunidad Capilla Loma, en la misma son cerca de 500 habitantes mientras que en la comunidad Calera Shobol Pamba, de acuerdo con información brindada por el presidente de la comunidad, habitan 800 personas.

El sector económico primario representa el 56,6% de personas económicamente activas (PEA) quienes se dedican a actividades tales como la obtención de materias primas provenientes de la ganadería, agricultura, minería y explotación forestal principalmente. Por otra parte, el 7,4 % de la PEA representa el sector secundario dedicado a actividades como la transformación de la materia prima en empresas lácteas y en confección de artesanías. El resto de la población, correspondiente al sector terciario, representan el 39% de la PEA dedicadas a actividades como transporte, comercio, alimentación, entre otros. (INEC, 2010)

Según el plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2019-2023 del GAD parroquial de San Juan (PDOT) el abastecimiento de agua para el consumo humano proviene de 8 principales fuentes hídricas como: Rio Calera, Rio Chimborazo, Rio Culebrillas, Rio Ganquis, Rio La Esperanza, Rio Pasguazo, Rio Tauri y Rio Tilag. Las vertientes de las cuales se benefician las comunidades Capilla Loma y Calera Shobol Pamba, provienen del rio Chimborazo y Rio Calera principalmente. (GAD parroquial San Juan, 2019)

De acuerdo con la resolución No. 976-83 emitida por el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), ahora Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) se adjudica a la ciudadanía residente de la comunidad Capilla Loma la concesión del derecho al uso y aprovechamiento doméstico de agua a través de la captación de 2 vertientes, las cuales se indican en la **Tabla 1**.

Tabla 1*Detalle de aportación del sistema de distribución de agua comunidad Capilla Loma*

Vertiente	Altura (msnm)	Coordenadas UTM	Caudal (l/s)
Pogyo Pamba La Delicia	3376	747032 E; 9223157 N	1.60
Runcucho	3373	748110 E; 9821038 N	0.51

Fuente. (Miranda,2024)

En base al proceso No. 2003-61 dictado por el Consejo Consultivo de Aguas, ahora Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) se adjudica el derecho de aprovechamiento de agua para uso doméstico a la comunidad Calera Shobol Pamba, a través de la captación de 2 vertientes, las cuales se describen en la **Tabla 2**.

Tabla 2*Detalle de aportación del sistema de distribución de agua comunidad Calera Shobol Pamba*

Vertiente	Altura (msnm)	Coordenadas UTM	Caudal (l/s)
Pogyo de los Rajados Uno	3300	743320 E; 9822100 N	1.90
Pogyo de los Rajados Dos	3300	743315 E; 9822106 N	0.70

Fuente. (Miranda,2024)

En correspondencia con el catastro facilitado por la directiva de la junta de agua de la comunidad Capilla Loma, se puede afirmar que la red de distribución brinda el servicio de abastecimiento a 71 viviendas repartidas en el sector. Por otro lado, la red en la comunidad Calera Shobol Pamba, de acuerdo con registros de la junta de agua potable, dota del servicio a 93 viviendas ubicadas en 7 sectores: El Castillo, Cruz Esquina, Centro, El Seguro, Cantera, Shobolpamba y Vía Calera Pomalo.

De acuerdo con la información descrita cabe recalcar la importancia del registro, control y cuidado del agua para comprender que la correcta gestión del recurso hídrico debe abarcar todas las fases, desde el inicio hasta el final, desde la captación hasta el momento en que el usuario se beneficia, para de esta manera concebir proyectos que conjugan lo técnico con las necesidades y condiciones de vida de los usuarios. Es por esto que la finalidad del presente proyecto de investigación es obtener los caudales de consumo que se tienen a lo largo del día en las comunidades Capilla Loma y Calera Shobol Pamba, con el propósito de apoyar a la población brindando datos sobre los gastos máximos y mínimos, que pueden ser de gran ayuda para el diseño de futuros proyectos o para mejoras que se requieran hacer en la red.

1.2 Planteamiento del problema

El 70,1% de la población de Ecuador utiliza una fuente de suministro para consumo de agua que se considera mejorada, ya sea a través de una tubería, pozo, manantial protegido o agua embotellada, que está ubicada en su vivienda o en las proximidades de esta. Además, esta fuente proporciona agua de manera adecuada y sin presencia de contaminación fecal. (INEC, 2016).

Al ser Ecuador un país en vías de desarrollo se mantiene en constante mejora con el objetivo de cubrir la demanda de todas las poblaciones, pero a pesar de que en los últimos años se ha incrementado la disponibilidad de agua, todavía existen disparidades en el acceso que afectan a zonas rurales y urbanas, así como desigualdades en el acceso según el nivel de ingresos y etnia. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, el 79.1% de los ecuatorianos tenía acceso a agua segura en la zona urbana, mientras que en la zona rural solo se alcanzaba el 51,4%. (INEC, 2016)

En la región, autoridades gubernamentales de ciertos países, como Colombia, Chile y Venezuela, han implementado medidas adicionales con el fin de mejorar la gestión y obtener una comprensión más precisa de la demanda de agua potable. En los últimos diez años en la capital de Colombia se han desarrollado distintas investigaciones enfocadas en el consumo horario del agua potable en áreas residenciales lo que ha permitido plantear patrones de consumo de agua, determinar variables que influyen en el uso del agua y características particulares de los hogares de la zona, esto con el objetivo de que las empresas encargadas del servicio de agua potable formulen planes para una correcta gestión integral. (Tipán, 2017)

A nivel nacional, se han llevado a cabo investigaciones destinadas a mejorar la gestión del agua, que principalmente en las zonas rurales escasea, con el fin de utilizar de manera más eficaz el recurso de agua potable y contribuir al desarrollo sostenible del país, sin embargo en la información que se encuentran en el plan de ordenamiento territorial del expuesto por el GAD PARROQUIAL SAN JUAN (2019) no existen datos estadísticos de los consumos horarios de agua potable en los diferentes barrios y comunidades de la parroquia, por lo que entender los patrones de consumo de la comunidad recurso resulta complicado.

Al día un ecuatoriano gasta, en promedio, 249 litros de agua. Esta cifra es mayor a los 100 litros recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para satisfacer las necesidades de consumo e higiene y un 40% más que el promedio de la región (El Comercio, 2018). De acuerdo con la Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana (NHE) en la tabla 16.2

“Dotaciones para edificaciones de uso específico”, establece que la dotación para bloques de viviendas oscila entre 200 a 350 l/habitante/día (NEC, 2011) al plantear un rango muy amplio no se tiene un enfoque claro y se dificulta realizar un control adecuado de la dotación, lo que puede dar lugar al derroche de este recurso.

Lograr una gestión eficiente de los sistemas de abastecimiento de agua potable, está ligado a la identificación de hábitos y patrones de consumo permitiendo de esta forma, lograr satisfacer las necesidades básicas de los usuarios sosteniblemente. La efectividad de dicha gestión recae en una planificación meticulosa y basada en datos tomados en la zona de estudio, los cuales deben ser precisos y actualizados.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar el comportamiento del consumo horario de agua potable en el sector residencial a través del levantamiento de datos en campo, dentro de la Parroquia San Juan, comunidades Calera Shobol Pamba y Capilla Loma.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar y categorizar los estratos socioeconómicos de las viviendas de uso residencial mediante encuestas de caracterización socioeconómica.
- Realizar mediciones del volumen de agua potable consumida mediante lecturas de los medidores en viviendas residenciales.
- Crear curvas de consumo horario residencial en función de los estratos socioeconómicos.
- Establecer coeficientes de variación de consumo máximo de agua por hora.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos Generales

2.1.1. Agua Cruda

El agua cruda es aquella que se encuentra en distintas fuentes naturales y se la define como el agua que se encuentra en la naturaleza y no ha tenido ningún proceso para mejorar sus propiedades físicas, químicas o microbiológicas que permitan que el consumo de esta sea seguro para las personas (INEN, 2014).

2.1.2. Agua Potable

El agua potable es aquella que ha sido sometida a un proceso de eliminación de contaminantes con el objetivo de mejorar sus características físicas, químicas y microbiológicas, logrando asegurar que el consumo no comprometa la salud de los beneficiarios ya que cumple los requisitos de calidad establecidos por la norma vigente (INEN, 2014).

2.1.3. Fuentes de agua

La fuente de agua hace referencia a los cuerpos de agua como ríos, lagos, embalses, manantiales y aguas subterráneas, las cuales dotan agua a los sistemas públicos de agua potable. Las fuentes de agua pueden ser aguas superficiales como lagos, ríos o embalses, aguas subterráneas como acuíferos o manantiales y aguas de escorrentía que resulta de la recolección de agua de la lluvia (CDC USA, 2022).

2.1.4. Dotación

Cantidad de agua potable consumida diariamente, en promedio, por cada habitante. Este caudal incluye los consumos doméstico, comercial, industrial y público (INEN, 2014). De acuerdo con la norma hidrosanitaria ecuatoriana NHE agua, en la tabla 16.2 “Dotaciones para edificaciones de uso específico”, establece que la dotación para bloques de viviendas oscila entre 200 a 350 l/habitante/día (NEC, 2011).

2.1.5. Captación

Estructura encargada de incorporar la cantidad necesaria de agua desde la fuente de abastecimiento hacia el sistema de agua potable (INEN, 1992)

2.1.6. Sistema de abastecimiento de agua potable

Sistema que permite llevar agua desde la fuente hasta los usuarios con la cantidad y calidad requerida. Incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución (INEN, 2014).

2.2. Consumo de agua potable

2.2.1. Agua para consumo humano

Es el agua captada de fuentes superficiales y/o subterráneas destinada al uso doméstico habitual, incluida la preparación de alimentos, el aseo y la higiene personal, sin que represente riesgo para la salud humana (ARCA, 2021).

2.2.2. Patrón de consumo

El patrón de consumo permite conocer las variaciones y tendencias de volumen de agua consumido en los hogares que se benefician del sistema de abastecimiento. Estos patrones suelen delimitarse dentro de un periodo de tiempo y permiten conocer y analizar como varía el consumo de agua de los usuarios dependiendo de distintos factores que influyen en el caudal consumido (Garzón Orduña, 2014).

2.2.3. Factores que inciden en el consumo de agua potable

Son varios los factores que inciden en el consumo de agua potable dependiendo de la economía, demografía, cultura, clima, entre otros. Según distintos estudios realizados acerca de este tema destacan los siguientes:

- **Factor económico social**

El aspecto económico es de gran influencia pues conforme aumenta el estatus económico, a la par lo hace el consumo de agua ya que es común que las personas puedan acceder a más elementos para su confort como pueden ser jardines, piscinas, lavadores, aire acondicionado, entre otros (Chambilla & Cáceres, 2019). Según Morote (2017) varios autores han afirmado que el incremento del consumo de agua se relaciona directamente con el número de electrodomésticos, mientras más accesibilidad a estos aparatos el poder adquisitivo será mayor.

- **Factor demográfico**

El incremento de la población conlleva una mayor demanda de agua, la densidad poblacional es directamente proporcional al consumo de agua. El crecimiento demográfico no

solo afecta en el nivel de consumo de agua, sino que además puede conllevar la contaminación de fuentes de agua, lo que puede desencadenar en un estrés hídrico (Chamba & Massa, 2019).

- **Factor tecnológico**

En el artículo planteado por Arellano et al (2018) acerca de los consumos de agua, se menciona que estos son afectados por factores tecnológicos como puede ser el caso de electrodomésticos modernos que utilicen menos cantidad de agua como por ejemplo inodoros de doble descarga o accesorios para llaves de agua como aireadores contribuyen al ahorro de este recurso.

- **Factor climático**

Indicadores del clima como la humedad o la temperatura máxima influyen de manera predominante en el consumo de agua. En poblaciones de climas secos el consumo suele ser mayor mientras que, regiones con menos lluvias tienden a ser menos dependientes de fuentes de agua potable (Arellano & Peña, 2020).

- **Factores culturales**

Los hábitos de consumo de agua de los residentes de viviendas evidencian que la demanda del recurso está estrechamente ligada a los aspectos culturales de los usuarios. Las creencias o tradiciones de los usuarios hacen que el consumo de agua varíe en función de estos condicionantes, los hábitos de higiene, la percepción de la importancia del agua, la educación y conciencia ambiental son aspectos importantes para entender como la cultura de cada individuo incide en el consumo de agua (Morote, 2017).

- **Control de consumo**

La presencia de medidores de agua incide considerablemente en el consumo de agua potable. El uso de estos dispositivos permite a los usuarios conocer cuál es la cantidad que están consumiendo y a las autoridades encargadas de la gestión de este recurso les ayuda a establecer tarifas reales, lo que provoca la reducción del consumo notoriamente pues se debe pagar por ella (Moya & Figueroa, 2019).

2.2.4. Variaciones periódicas de consumo

La finalidad de los sistemas de agua potable es brindar a los usuarios un servicio de calidad, lo que conlleva una continuidad de suministro, presión adecuada, siendo eficiente en función a los requerimientos técnicos que establezca la normativa pertinente. Cumplir o no con este objetivo radica en que su diseño sea el correcto, por lo que es primordial tener en cuenta la variación en los consumos de agua para satisfacer las necesidades de los usuarios (Llamuca & Vallejo, 2023).

2.2.5. Curva característica de consumo horario

La curva característica de consumo horario es la representación de la relación que se desenvuelve entre la cantidad de agua consumida y las variaciones temporales que se tienen durante las 24 horas del día. La elaboración y manejo de esta herramienta, es fundamental para comprender y analizar a detalle, la forma en que cierta población demanda los caudales durante el día. La curva permite además determinar los picos de consumo que se producirán y también las horas valle, es decir los caudales máximos y mínimos demandados (Jordán, 2019). Cada sector posee características únicas como el clima, cultura, cantidad de habitantes, tipos de viviendas, entre otros lo que hace que las curvas que se construyen en base a estos factores sean originales e irrepetibles. La curva de consumo, como se puede observar en la **Figura 2**, suele tener grandes concentraciones de consumo en la mañana, al medio día o en la noche, esto varía pues depende de los hábitos de consumo de cada población (Moya & Figueroa, 2019).

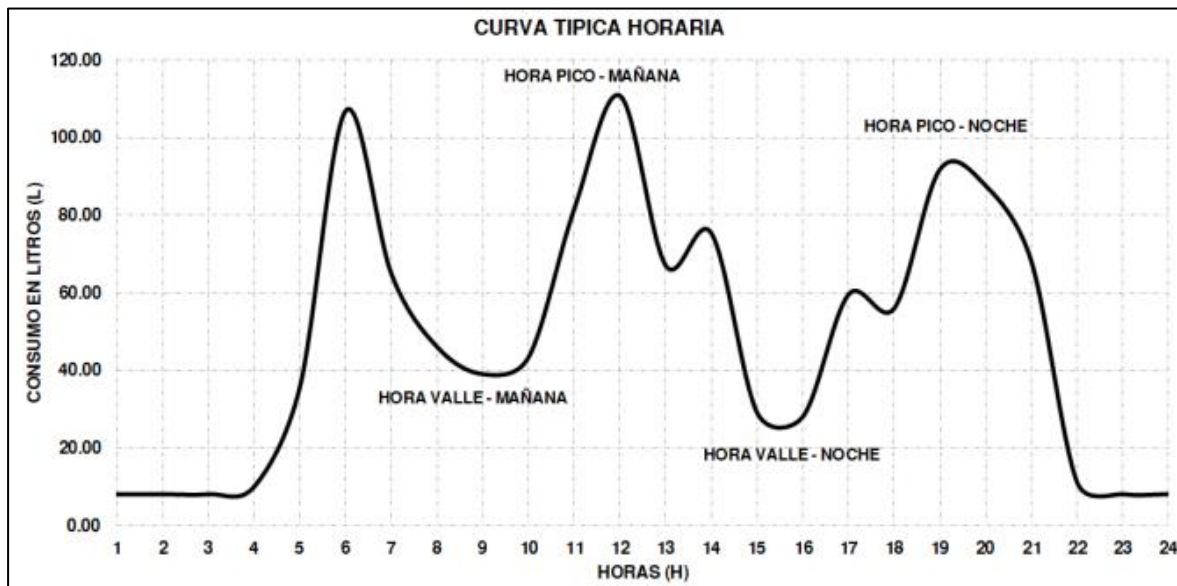


Figura 2. Curva típica de consumo horario
Fuente. (Llamuca & Vallejo, 2023)

2.3. Estado del arte

El acceso al agua en óptimas condiciones para el consumo humano se ha decretado a nivel mundial, constituyéndose como un derecho humano esencial el cual se ampara en el derecho internacional, esto se respalda en la resolución 64/292 del año 2010 elaborado por la Asamblea General de las Naciones Unidas la cual exhorta a los gobiernos a implementar los recursos necesarios para proporcionar un suministro de agua de calidad (ONU, 2010).

A su vez, la Constitución de la República del Ecuador 2008, afirma en su artículo 318 lo siguiente: “El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e

imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)

A nivel histórico, en Latinoamérica existen trascendentales antecedentes por los cuales se debe considerar la dotación de servicios de agua potable y saneamiento como un aspecto crítico para la seguridad hídrica, es decir la provisión confiable de agua tanto en calidad como en cantidad para asegurar la subsistencia de los beneficiarios. Déficits existentes en la cobertura y calidad del agua en términos de continuidad y calidad, disminución de caudales en fuentes de abastecimiento lo que supone la búsqueda de otras vertientes más alejadas y contaminadas y el aumento de la demanda debido al incremento de la población, el cual en América Latina es significativo, son algunos de los factores que pueden desencadenar conflictos sociales entre las comunidades (CEPAL, 2021).

En América Latina, existe una gran brecha entre las comunidades urbanas y rurales para el acceso a agua de calidad, existen factores como la pobreza, la falta de infraestructura y la desigualdad social que ahondan la problemática de esta situación, además se suma también la explotación de recursos hídricos debido a procesos de industrialización. El conflicto por la disponibilidad de agua es complejo pues las necesidades se vuelven infinitas mientras que el recurso se vuelve cada vez más escaso (Segrelles Serrano, 2007).

Según el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAE, 2021) afirma que, en el Ecuador, un ciudadano al día consume un promedio de 249 litros de agua, cifra que supera la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 100 litros por habitante por día. Que el consumo de un ecuatoriano supere lo recomendado tiene que ver directamente con factores sociales, económicos, culturales y urbanísticos de igual manera, pues existen zonas en las que se tiene mayor concentración de viviendas residenciales, restaurantes o locales comerciales en donde se tiene mayores consumos de agua.

Teniendo en cuenta la problemática que existe en torno a la gestión eficiente de los sistemas de abastecimiento de agua potable en Latinoamérica surge la necesidad indispensable de generar políticas y decretos urgentes para poder alcanzar una administración sostenible de este líquido vital con el claro objetivo de poder alcanzar un panorama claro, detallado y conciso de la demanda de agua potable. A nivel internacional en varios países de Latinoamérica ya se han desarrollado estudios para evaluar el comportamiento del consumo horario de agua potable, como es el caso de México que mediante una serie de registros de variaciones de consumo a lo

largo del día han logrado una gestión integral del agua, brindando soluciones eficientes, ahorrando agua y evitando pérdidas (Figueroa, 2019).

Por otra parte, Colombia en su boletín del primer semestre de 2023 sobre el seguimiento al comportamiento de consumos de agua potable realiza un análisis del servicio público en zonas residenciales de 902 municipios del país. En los resultados obtenidos se denota considerables diferencias entre un municipio y otro, esto debido a las particularidades de cada uno ya sean condiciones operativas, demográficas y económicas. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios no solo se centra en los caudales consumidos, sino que además realiza un análisis apoyándose en datos geográficos y estratos económicos, lo cual es importante para poder entender la dinámica de los consumos (Superservicios, 2023).

En Perú se realizó un análisis sobre el consumo de agua en el centro del poblado de Salcedo, Puno, que examina el consumo de agua potable en función del ingreso económico y el número de habitantes por vivienda. Para su elaboración se tomaron en cuenta 1246 viviendas obteniendo un consumo promedio de 67 l/hab/día y un consumo máximo de 72.83 l/hab/día y los valores de los factores de variación fueron de $k_1=1.33$ y $k_2=3.80$. Estudios como el realizado en Puno permiten obtener datos más cercanos a la realidad de cada zona pues están sustentados en más variables como el ingreso familiar, número de habitantes, tipo de vivienda, clima, entre otros, obteniendo información valiosa para el diseño y construcción de futuros sistemas de abastecimiento de agua potable (Chambilla & Cáceres, 2019).

A nivel local, en Ecuador los gobiernos municipales encargados de administrar los servicios de agua potable poseen registros de los datos mensuales del consumo en cada uno de los medidores de agua de las viviendas de los respectivos cantones, sin embargo, no toman en cuenta los hábitos y patrones de consumo, características que son de suma importancia para comprender el comportamiento del consumo residencial de agua y es información que no se conoce a detalle aún.

En la provincia de Chimborazo ya existen diversos estudios que analizan el comportamiento horario de consumo de agua potable teniendo en cuenta factores culturales, económicos y sociales. (Calderon & Tello, 2022), elaboraron el análisis del cantón Colta y Penipe, en donde obtuvieron que el mayor consumo se concentra a las 08h00 con un pico de consumo de 150 l/h, por la tarde a las 13h00 un caudal máximo de 130 l/h y a las 21h00 teniendo un caudal máximo de 110 l/h, estos valores correspondientes al cantón Colta. En el cantón

Penipe registraron mayores consumos de 13h00 a 15h00 con un valor de 85.25 l/h y en la noche, a las 21h00, un pico correspondiente a un caudal de 76.00 l/h.

En el cantón Guamote se determinaron las curvas de consumo horario obteniendo un caudal medio de 54,35 l/h. En las 3 redes analizadas se obtuvo que el pico de consumo se da al medio día, con un consumo de 150.40 l/h a las 12h00, mientras que en la mañana tiene un consumo máximo de 108.25 l/h a las 08h00 y por la noche a las 20h00 un consumo de 129.25 l/h. Concluyendo que en esos intervalos de tiempo los habitantes realizan la mayoría de sus actividades en casa por el caudal consumido (Moreno & Guamán, 2023)

El cantón Guano también fue objeto de estudio del comportamiento del consumo de agua potable de sus habitantes. Llamuca & Vallejo (2023) en este caso realizaron el análisis en La Matriz Guano de 3 redes de distribución que cubren la zona residencial. Recogieron información de 79 medidores y obtuvieron que los mayores consumos se producen a las 06h00 en la mañana, a las 11h00 al medio día y a las 19h00 en la noche, llegando a tener caudales máximos de 134.25 l/h, 135.75 l/h y 151.21 l/h respectivamente, además determinaron que el coeficiente de variación máxima tiene un valor de 2.44, superando el rango establecido por la norma INEN CPE 5 (1992).

En las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú pertenecientes al cantón Guano a través de la recolección de información de los medidores de agua se elaboraron de igual manera curvas de consumo horario de agua potable. En San Andrés se obtuvo un consumo promedio de 55.56 l/h con un consumo máximo a las 12h00 de 164.55 l/h, mientras que en San Isidro de Patulú se determinó un consumo promedio de 33.46 l/h y un consumo máximo de 168.85 l/h a las 12h00. En ambas parroquias los picos de consumo pertenecieron a viviendas clasificadas dentro del estrato C (Carrión & Arias, 2023).

En la ciudad de Riobamba Avalos & Oleas (2023) realizaron el estudio de las siguientes redes de distribución Tratamiento, Tapi, Recreo, Carmen y Yaruquíes. Se determinó que los mayores consumos tienen lugar en la red Carmen, alcanzando un caudal de 117 l/h a las 19h00, también se hallaron los coeficientes máximos de variación, teniendo el mayor valor en la red Tapi con 3.52 y el mínimo en la red Recreo con un coeficiente de 1.74. Las curvas de consumo reflejaron que los intervalos horarios en donde se tiene mayor demanda son en la mañana de 06h00 a 09h00, al medio día de 11h00 a 14h00 y en la noche desde las 18h00 hasta las 21h00.

Alulema & Estrada (2023) realizaron el estudio de las redes Maldonado, Piscín, San Martín de Veranillo y Saboya, todas estas pertenecientes a la ciudad de Riobamba. Mediante el

estudio se pudo obtener consumos máximos de 154 l/h, 150,75 l/h, 155 l/h y 167 l/h respectivamente. Estos picos de consumos se producen entre las 07h00 y las 08h00. También se determinaron los coeficientes máximos de variación horario teniendo 2.99 en la red Maldonado, 2.61 en la red Piscín, 2.96 en la red Saboya y 2.52 en la red San Martín de Veranillo.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

Para poder llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo de investigación se va a hacer uso de 3 tipos de metodologías: exploratoria, analítica y descriptiva. Mediante el empleo de estos 3 niveles metodológicos se analizará el comportamiento del consumo horario de agua potable residencial en las redes de abastecimiento de 2 comunidades en la parroquia San Juan.

En la primera etapa de la investigación, la problemática se encuentra en una fase preliminar, por lo que el empleo de una investigación exploratoria permite generar hipótesis las cuales permiten definir claramente el problema, en este caso la aplicación de encuestas sobre los hábitos de consumo de la población de estudio, clasificación en estratos socioeconómicos y el registro de las lecturas de los micromedidores de agua por un periodo de 7 días seguidos las 24 horas del día permite tener un panorama amplio de la situación real del estudio (Zúñiga et al., 2024).

Nivel analítico pues una vez se recopilen, analicen y procesen los datos de las encuestas, se procede a evaluar cómo se relaciona un factor y un efecto, en este caso el condicionante será la información obtenida de las encuestas sobre niveles socioeconómicos y hábitos de consumos de la población y se interpreta cómo esto influye en los consumos, los cuales se obtuvieron mediante lecturas de los medidores de agua cada hora.

Dentro de la metodología descriptiva se analiza cómo se han configurado los patrones de las curvas de consumo, del mismo modo se evalúa cuáles han sido los consumos máximos y mínimos diarios y cuál ha sido el resultado de los coeficientes de consumo.

Cabe mencionar que la investigación es de tipo no experimental pues no se manipulan las variables que se presentan en el trabajo. No existe intervención en el manejo de los parámetros que están siendo objeto de estudio, ni de las variables independientes como lo son los caudales de agua consumidos y factores condicionantes de su comportamiento, tampoco de las variables dependientes como las curvas y factores de consumo.

3.2. Esquema metodológico

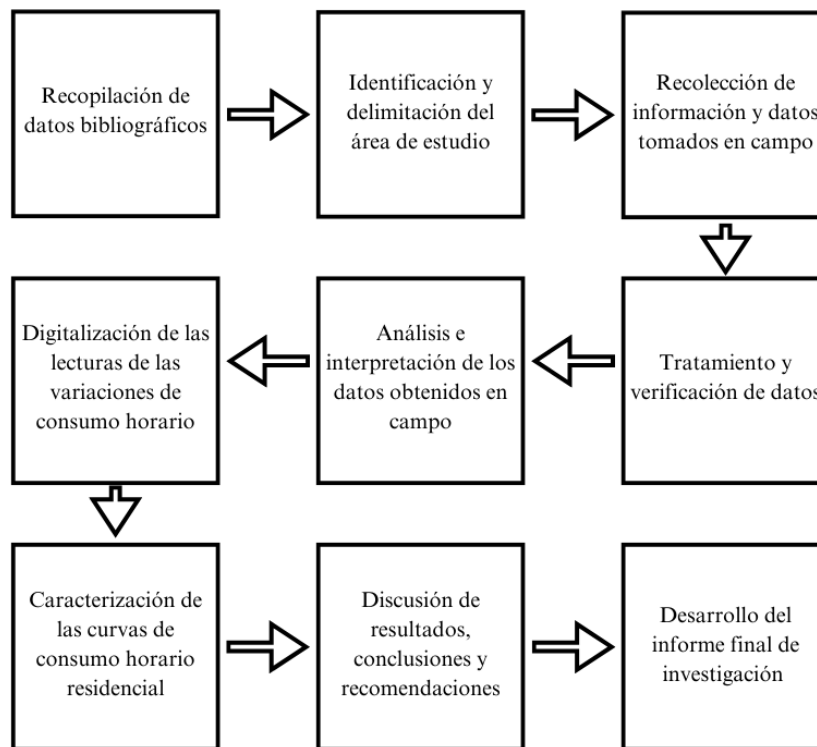


Figura 3. Esquema metodológico de la investigación
Fuente. (Miranda, 2024)

3.3. Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos se hizo mediante la aplicación del método de caracterización urbanística y socioeconómica de poblaciones menores a 150.000 habitantes. Mediante el uso de esta herramienta se pudo clasificar en distintos niveles socioeconómicos a la población del sector estudiado, focalizándose en el sector residencial (Arellano et al, 2012).

3.4. Población de estudio y tamaño de muestra

3.4.1. Población

A través de los datos proporcionados por las Juntas de Agua Potable en las comunidades Shobol La Calera y Capilla Loma, se obtuvo que en la red de abastecimiento de la primera comunidad Shobol La Calera se tienen 93 usuarios que se benefician de la red de abastecimiento, mientras que en la comunidad Capilla Loma se tiene 71 beneficiarios de la red de abastecimiento.

De la cantidad de usuarios de las redes de abastecimiento se debe tener en cuenta que no todos los medidores están ubicados en viviendas exclusivamente, por lo que no se toman en cuenta aquellos que se encuentran en terrenos baldíos, casas abandonadas o negocios, además

se debe verificar si funcionan correctamente los medidores y si no han sido sustraídos o alterados, dando como resultado una cantidad de 47 viviendas de uso residencial en la comunidad Shobol La Calera y de 43 viviendas de uso residencial en la comunidad Capilla Loma.

3.4.2. Muestra

El muestreo de la población en las comunidades de la parroquia San Juan es de tipo no probabilístico. Este tipo de muestreo no tiene procedimientos al azar, por el contrario, se basan en el criterio personal del investigador. Para lograr una mejor representación de la población, en este caso se realizan 2 tipos de este muestreo, el primero es “Por Cuotas”, el cual selecciona la muestra luego de dividir la población total en estratos y el segundo es “Por Conveniencia” en este caso se escogen los elementos dependiendo de las facilidades para acceder a los mismos, fijándose si las condiciones son favorables para la conveniencia del investigador. Estas condiciones pueden ser su accesibilidad, disponibilidad o proximidad geográfica (Parra & Vásquez, 2017).

Para poder llevar a cabo este estudio se seleccionaron 90 viviendas, a las cuales se aplicaron encuestas para determinar cuáles cumplirían con los criterios de inclusión. Después se tomaron lecturas de los medidores de agua de los domicilios que formarían parte del análisis del consumo, esto por un periodo de 7 días durante las 24 horas por comunidad.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Procesamiento y análisis de datos para la caracterización socioeconómica

Para llevar a cabo el estudio se analizaron las 2 redes de distribución que tienen las comunidades Capilla Loma y Shobol La Calera, se emplea la metodología “Método de caracterización urbanística y socioeconómica para poblaciones menores que 150.000 habitantes” elaborado por Arellano et al (2012). Se utiliza este método para realizar un análisis socioeconómico de las viviendas las cuales son abastecidas por las redes de agua

Para lograr estratificar a la población se aplicaron las encuestas socioeconómicas se realizó en cada uno de los hogares de las 2 comunidades que están siendo estudiadas. El objetivo de dichas encuestas primordialmente es conocer la economía de las familias que habitan en el domicilio. Se categoriza el estatus económico de la familia comparando los puntajes obtenidos, con los rangos planteados en la **Tabla 3**.

Tabla 3
Puntaje para categorización socioeconómica

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).

3.5.2. Procesamiento y análisis de datos de la encuesta aplicada

Se hizo uso de otra encuesta que se encuentra en el **Anexo 2**, la cual fue aplicada para poder realizar un mejor análisis acerca del comportamiento del consumo de agua. La encuesta permite obtener información importante para el estudio como por ejemplo si tiene continuidad de servicio las 24 horas, número de personas por hogar, la percepción sobre el agua que llega a las viviendas, presencia de algún tipo de almacenamiento de agua, número de aparatos sanitarios y actividades en las que ocupa el agua.

Se excluyeron del estudio a aquellas viviendas que disponían de algún tipo de almacenamiento de agua ya sea tanque elevado, cisterna o cualquier otro, debido a que el comportamiento real del consumo horario no se vería reflejado en los medidores debido a la intermitencia o continuidad del caudal ocupado. A través del programa Excel se pudo realizar la tabulación y respectivo análisis de la información recolectada.

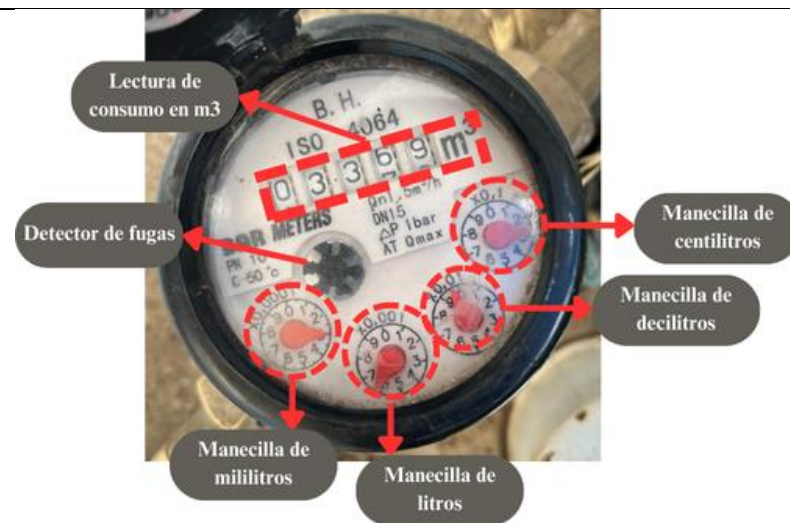
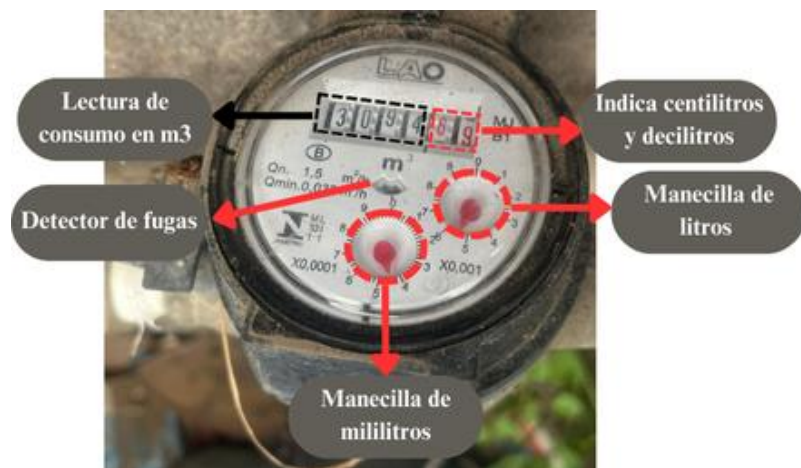
3.5.3. Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo

Una vez seleccionadas las viviendas para el análisis, se procede a realizar las lecturas de los respectivos medidores. En la parroquia de San Juan estos dispositivos cuantifican el consumo en metros cúbicos, litros y decimales que ayudan a tener una mejor exactitud a la hora de registrar las lecturas. En la comunidad Capilla Loma se encontraron medidores LAO clase B mientras que en la comunidad Shobol La Calera se encontraron medidores BAR METERS ISO 4064 clase B, como se puede observar en la **Tabla 4**, en ambos casos se tiene medidores de chorro múltiple.

Tabla 4
Tipos de medidores presentes en la parroquia San Juan

Medidor LAO clase B

Medidor BAR METERS ISO 4064 clase B



Fuente. (Miranda,2024)

Para evitar cometer errores a la hora de tomar la lectura del consumo en el medidor se recomienda registrar cada decimal en sentido horario y repetir al menos una vez el proceso para prevenir imprecisiones de percepción. Véase **Anexo 4**.

El registro de los caudales que se consumen en cada intervalo de tiempo a lo largo del día, se lo coloca en la ficha técnica la cual se detalla en la **Figura 4**. La ficha permite organizar de manera ordenada los consumos, para posteriormente elaborar las curvas y los coeficientes de variación (kh) de las comunidades.

3.5.4. Proceso de digitalización de resultados

La lectura de cada uno de los medidores fue registrada en una ficha técnica física para luego trasladar la información a una hoja de Excel.

La hoja de Excel fue diseñada para que, al ingresar la información, calcule automáticamente los caudales consumidos en litros. La información se categorizó por estratos y red de distribución como se observa en la **Figura 4**.

INTERVALO HORARIO	Titular medidor												Estrato												
	Red																								
	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES				VIERNES			SÁBADO			DOMINGO					
Horas	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto				
24:00 - 01:00																									
01:00 - 02:00																									
02:00 - 03:00																									
03:00 - 04:00																									
04:00 - 05:00																									
05:00 - 06:00																									
06:00 - 07:00																									
07:00 - 08:00																									
08:00 - 09:00																									
09:00 - 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 - 24:00																									

INTERVALO HORARIO	Titular medidor												Estrato	B											
	Red													VICENTE AGUASACA CAPILLA LOMA											
	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES				VIERNES			SÁBADO			DOMINGO					
Horas	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto	m3	litros	gasto				
24:00 - 01:00	710.6807	710680.7		710.8357	710835.7	0.0000	710.9854	710985.4	0	711.1955	711195.5	0	711.3724	711372.4	0	711.5338	711533.8	0	711.7734	711773.4	0				
01:00 - 02:00	710.6807	710680.7	0	710.8357	710835.7	0	710.9854	710985.4	0	711.1955	711195.5	0	711.3724	711372.4	0	711.5338	711533.8	0	711.7734	711773.4	0				
02:00 - 03:00	710.6807	710680.7	0	710.8357	710835.7	0	710.9854	710985.4	0	711.1955	711195.5	0	711.3724	711372.4	0	711.5338	711533.8	0	711.7734	711773.4	0				
03:00 - 04:00	710.6807	710680.7	0	710.8357	710835.7	0	710.9854	710985.4	0	711.1955	711195.5	0	711.3724	711372.4	0	711.5338	711533.8	0	711.7734	711773.4	0				
04:00 - 05:00	710.6807	710680.7	0	710.8357	710835.7	0	710.9854	710985.4	0	711.1955	711195.5	0	711.3724	711372.4	0	711.5338	711533.8	0	711.7734	711773.4	0				
05:00 - 06:00	710.6807	710680.7	0.0	710.8357	710835.7	0	710.9816	710981.6	6.2	711.2192	711219.2	23.7	711.3789	711378.9	6.5	711.5405	711540.5	6.7	711.7896	711789.6	16.2				
06:00 - 07:00	710.6884	710688.4	7.7	710.8412	710841.2	5.5	711.0075	711007.5	15.9	711.2364	711236.4	17.2	711.3892	711389.2	10.3	711.5647	711564.7	24.2	711.8213	711821.3	31.7				
07:00 - 08:00	710.7052	710705.2	16.8	710.8534	710853.4	12.2	711.0075	711007.5	0	711.2528	711252.8	16.4	711.4025	711402.5	13.3	711.5834	711583.4	18.7	711.8655	711865.5	44.2				
08:00 - 09:00	710.7141	710714.1	8.9	710.8847	710884.7	31.3	711.0075	711007.5	0	711.2617	711261.7	8.9	711.4084	711408.4	5.9	711.5953	711595.3	11.9	711.8952	711895.2	29.7				
09:00 - 10:00	710.7141	710714.1	0	710.9171	710917.1	32.4	711.0075	711007.5	0	711.2617	711261.7	0	711.4084	711408.4	0	711.5953	711595.3	0	711.9211	711921.1	25.9				
10:00 - 11:00	710.7141	710714.1	0	710.9171	710917.1	0	711.0075	711007.5	0	711.2617	711261.7	0	711.4084	711408.4	0	711.6312	711631.2	35.9	711.9576	711957.6	36.5				
11:00 - 12:00	710.7141	710714.1	0	710.91857	710918.57	1.47	711.0341	711034.1	26.6	711.2617	711261.7	0	711.4358	711435.8	27.4	711.6575	711657.5	26.3	711.9652	711965.2	7.6				
12:00 - 13:00	710.7141	710714.1	0	710.9292	710929.2	10.63	711.0574	711057.4	23.3	711.2871	711287.1	25.4	711.4822	711482.2	46.4	711.6801	711680.1	22.6	711.9652	711965.2	0				
13:00 - 14:00	710.7228	710722.8	8.7	710.94018	710940.18	10.98	711.126	711126	68.6	711.3293	711329.3	42.2	711.4957	711495.7	13.5	711.7133	711713.3	33.2	711.9652	711965.2	0				
14:00 - 15:00	710.7422	710742.2	19.4	710.9482	710948.2	8.02	711.1354	711135.4	9.4	711.3347	711334.7	5.4	711.5013	711501.3	5.6	711.7186	711718.6	5.3	711.9652	711965.2	0				
15:00 - 16:00	710.7793	710779.3	37.1	710.9482	710948.2	0	711.1427	711142.7	7.3	711.3381	711338.1	3.4	711.5013	711501.3	0	711.7186	711718.6	0	711.9652	711965.2	0				
16:00 - 17:00	710.7793	710779.3	0.0	710.9482	710948.2	0	711.1427	711142.7	0	711.3477	711347.7	9.6	711.5013	711501.3	0	711.7186	711718.6	0	711.9652	711965.2	0				
17:00 - 18:00	710.8014	710801.4	22.1	710.9482	710948.2	0	711.1427	711142.7	0	711.3477	711347.7	0	711.5013	711501.3	0	711.7405	711740.5	21.9	711.9715	711971.5	6.1				
18:00 - 19:00	710.8133	710813.3	11.9	710.9482	710948.2	0	711.1882	711188.2	25.5	711.3477	711347.7	0	711.5221	711522.1	20.8	711.7492	711749.2	8.7	711.9754	711975.4	4.1				
19:00 - 20:00	710.8242	710824.2	10.9	710.9695	710969.5	21.3	711.1846	711184.6	16.4	711.3625	711362.5	14.8	711.5314	711531.4	9.3	711.7581	711758.1	8.9	711.9817	711981.7	6.3				
20:00 - 21:00	710.8357	710835.7	11.5	710.9854	710985.4	15.9	711.1955	711195.5	10.9	711.3724	711372.4	9.9	711.5338	711533.8	2.4	711.7734	711773.4	15.3	711.9817	711981.7	0				
21:00 - 22:00	710.8357	710835.7	0	710.9854	710985.4	0	711.1955	711195.5	0	711.3724	711372.4	0	711.5338	711533.8	0	711.7734	711773.4	0	711.9817	711981.7	0				
22:00 - 23:00	710.8357	710835.7	0	710.9854	710985.4	0	711.1955	711195.5	0	711.3724	711372.4	0	711.5338	711533.8	0	711.7734	711773.4	0	711.9817	711981.7	0				
23:00 - 24:00	710.8357	710835.7	0	710.9854	710985.4	0	711.1955	711195.5	0	711.3724	711372.4	0	711.5338	711533.8	0	711.7734	711773.4	0	711.9817	711981.7	0				

Figura 4. Ficha utilizada para el registro de lecturas de medidores
Fuente. (Miranda 2024)

Una vez terminada la etapa de recolección de datos en campo, se continúa con el procesamiento de datos. En la comunidad de Capilla Loma se han registrado un total de 7224 lecturas en la semana del 3 al 9 de junio del 2024, lecturas que permiten calcular los consumos horarios de la comunidad. Se analiza estos datos mediante un diagrama de dispersión en el programa Excel para empezar a tener una idea de cómo se relacionan los consumos con las horas e identificar ciertos valores atípicos como se observa en la **Figura 5**.

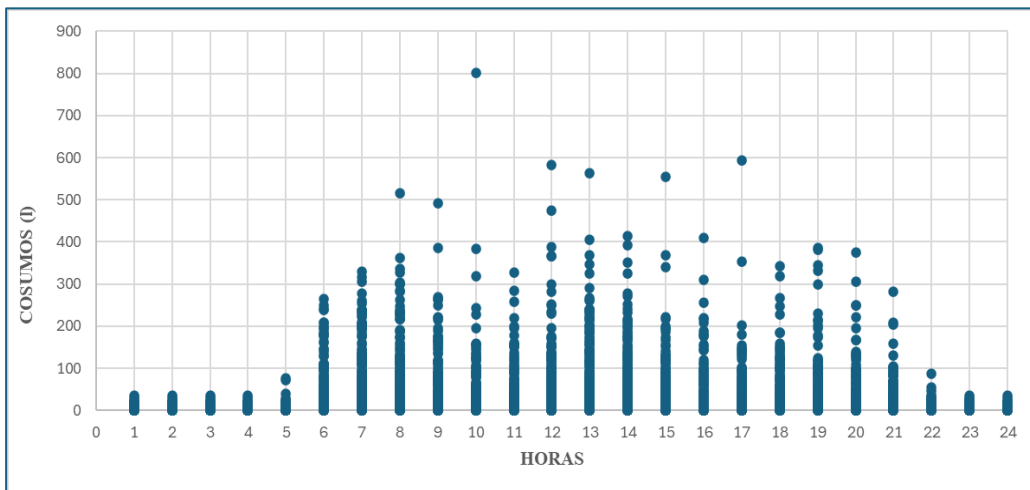


Figura 5. Diagrama de dispersión de consumos comunidad Capilla Loma
Fuente. Miranda (2024)

Del mismo modo en la comunidad Shobol La Calera se registraron un total de 7896 lecturas tomadas en la semana del 24 al 30 de junio del 2024. Analizando los datos recabados se obtiene el diagrama de dispersión correspondiente a esta comunidad presente en la **Figura 6**.

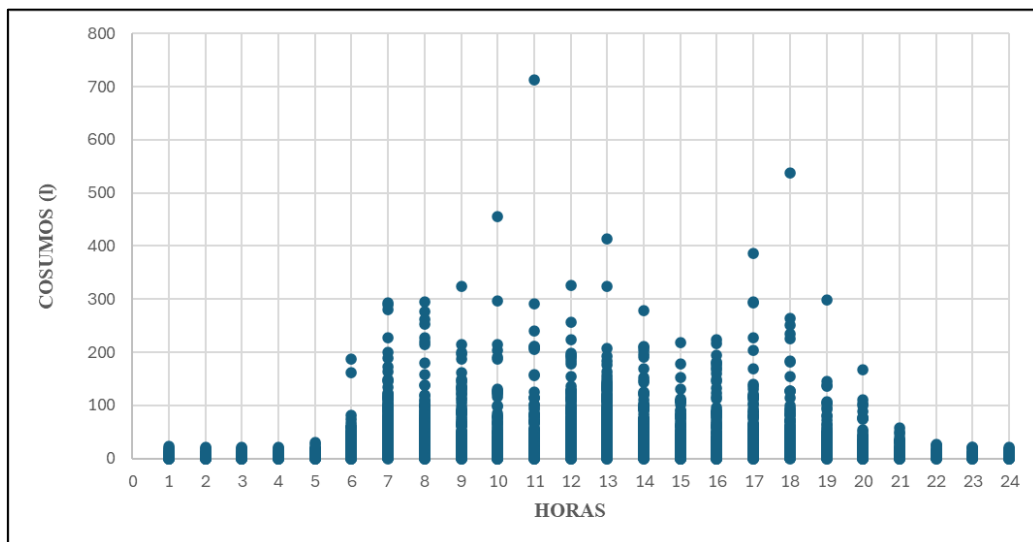


Figura 6. Diagrama de dispersión de consumos comunidad Shobol La Calera
Fuente. Miranda (2024)

A continuación, en la **Figura 7 y Figura 8** se presenta la depuración de datos atípicos de la muestra, empleando el método estándar de cajas y bigotes, asimismo con ayuda del software Excel se hace la ilustración gráfica de los datos de consumos representados en cuartiles. Del conjunto de datos, se seleccionan los del Q3 que reflejan una condición media, ofreciendo una mejor representación con respecto a la dispersión.

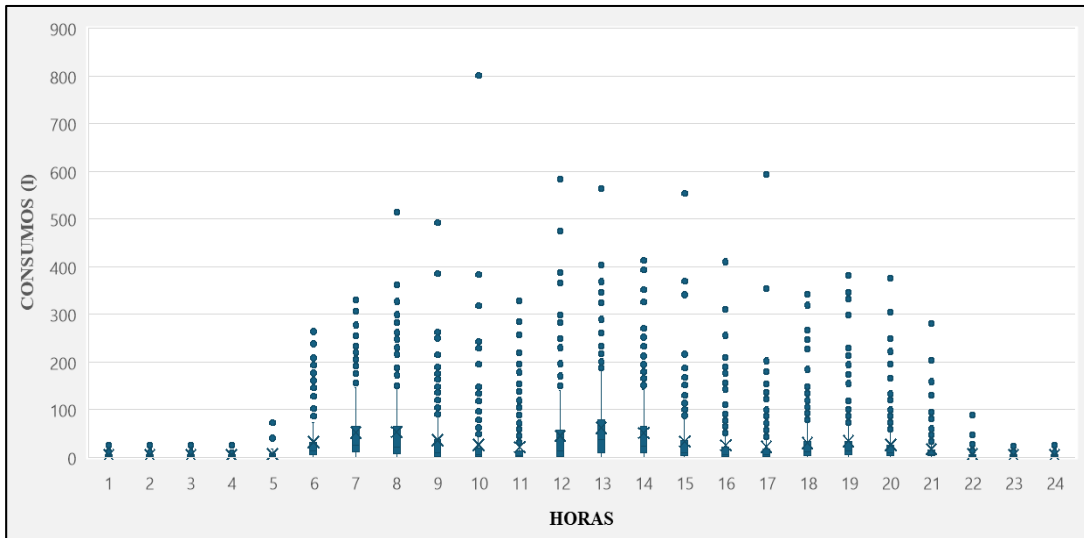


Figura 7. Diagrama de cajas y bigotes comunidad Capilla Loma
Fuente. Miranda (2024)

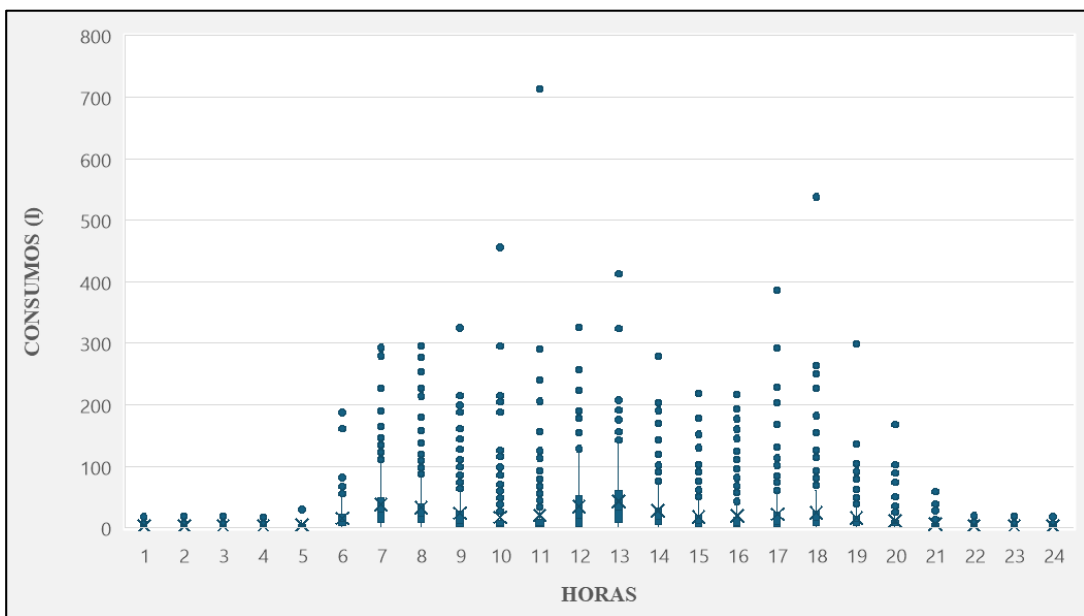


Figura 8. Diagrama de cajas y bigotes comunidad Shobol La Calera
Fuente. Miranda (2024)

Los datos obtenidos que se encuentran en el cuartil 3 del diagrama de cajas y bigotes, serán los valores utilizados para elaborar las gráficas de consumo horario de cada comunidad y sus respectivos estratos socioeconómicos.

3.5.5. Caudal medio

El caudal medio representa el promedio de agua consumida durante las 24 horas del día. Este valor se obtiene mediante la ecuación (1) (INEN, 1992).

$$Q_{med} = \frac{\sum Q_h}{24} \quad (1)$$

Siendo:

$\sum Q_h$ = Sumatoria del consumo de las 24 horas.

Q_{med} = Caudal medio

3.5.6. Caudal de fugas de fondo

De acuerdo con estudios previos desarrollados en distintas zonas de la provincia de Chimborazo, se establece que se debe considerar el 20% del total del caudal medio como caudal de fugas de fondo según Estrada (2019). La ecuación (2) indica como se obtiene dicho caudal.

$$Q_{ff} = Q_{med} * 20\% \quad (2)$$

Siendo:

Q_{ff} = Caudal de fugas de fondo

Q_{med} = Caudal medio

3.5.7. Coeficiente de variación de consumo máximo horario

Para evaluar el funcionamiento de las redes de distribución de agua potable se debe considerar el coeficiente de variación de consumo máximo horario (kh). El valor del coeficiente es el resultado de la relación entre el caudal horario (Q_h) y el caudal medio (Q_{med}). En base a la normativa ecuatoriana CPE INEN 5 (1992) el coeficiente debe encontrarse entre 2 y 2.3. La obtención de este se detalla en la ecuación (3).

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

Siendo:

kh = Coeficiente de variación de consumo horario

Q_h = Caudal consumido en cada hora

Q_{med} = Caudal medio

3.5.8 Construcción de curvas de consumo

Para la construcción de las curvas horarias, se añade el caudal de fugas de fondo al consumo registrado en cada intervalo horario, representado en las curvas primarias previamente obtenidas y clasificadas según red de distribución y estrato socioeconómico. Estas curvas se comparan tanto con los caudales medios como entre sí (Zúñiga et al., 2024).

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Factores que inciden en el consumo de agua potable

4.1.1. Estratificación socioeconómica

De acuerdo con la población encuestada en la comunidad Capilla Loma la mayoría de las viviendas se encuentra dentro del estrato C con 55.81% como se observa en la **Figura 9**.

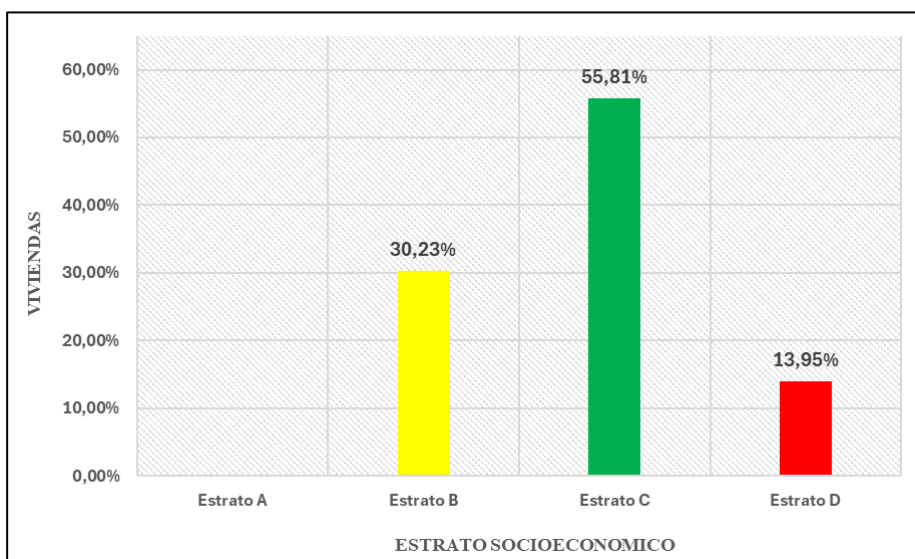


Figura 9 Porcentaje de estratos socioeconómicos comunidad Capilla Loma

Fuente. Miranda (2024)

La tendencia se repite en la comunidad Shobol La Calera, en donde de la misma forma el estrato C es el que tiene mayor presencia, con el 61.70% como lo indica la **Figura 10**.

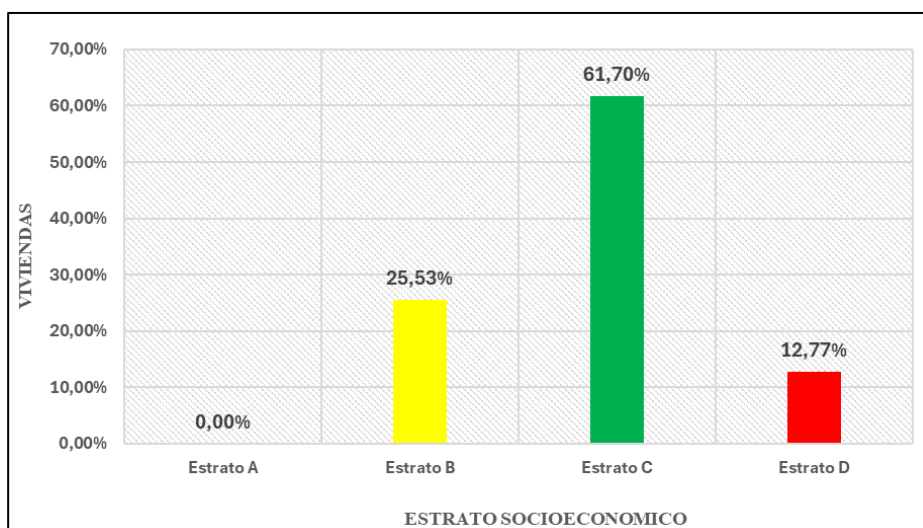


Figura 10 Porcentaje de estratos socioeconómicos comunidad Shobol La Calera

Fuente. Miranda (2024)

En la **Tabla 5** se puede observar la distribución de los estratos en las 2 comunidades respectivamente Capilla Loma y Shobol La Calera.

Tabla 5
Distribución de estratos socioeconómicos por redes

REDES	ESTRATOS	VIVIENDAS
Capilla Loma	Estrato B	13
(Capilla Loma)	Estrato C	24
	Estrato D	6
Total		43
Calera	Estrato B	12
(Shobol La Calera)	Estrato C	29
	Estrato D	6
Total		47

Fuente. Miranda (2024)

La estratificación refleja la jerarquización de grupos dentro de una sociedad de acuerdo con su nivel económico y posición social. En la **Figura 9** se puede observar en la comunidad Capilla Loma la mayoría de los habitantes se encuentran dentro del estrato C con 55.81% por lo que se puede deducir que se encuentran en un nivel socioeconómico medio bajo. Mientras que en la comunidad Shobol La Calera de igual manera la mayoría de las viviendas se encuentran dentro del estrato C pero en esta caso en mayor cantidad con 61.70% del total como se indica en la **Figura 10**. En ambos casos se puede observar la ausencia de hogares dentro del estrato A, en general ambas poblaciones tienen un nivel socioeconómico bajo por factores como falta de acceso a educación de calidad, falta de oportunidades laborales y trabajos mal remunerados, el hecho que vivan en zonas marginadas lejos de zonas con más oportunidades de desarrollo, entre otros.

La división de estratos socioeconómicos permite obtener una representación gráfica en la cual es posible sectorizar y analizar cuál es el comportamiento entre cada uno de los estratos y su consumo.

La repartición geográfica de la población estudiada por estratos socioeconómicos en la parroquia San Juan se muestra a continuación en la **Figura 11** y **Figura 12**.



Figura 11. Ubicación geográfica de medidores de acuerdo con su estrato socioeconómico comunidad Capilla Loma
Fuente. Miranda (2024)

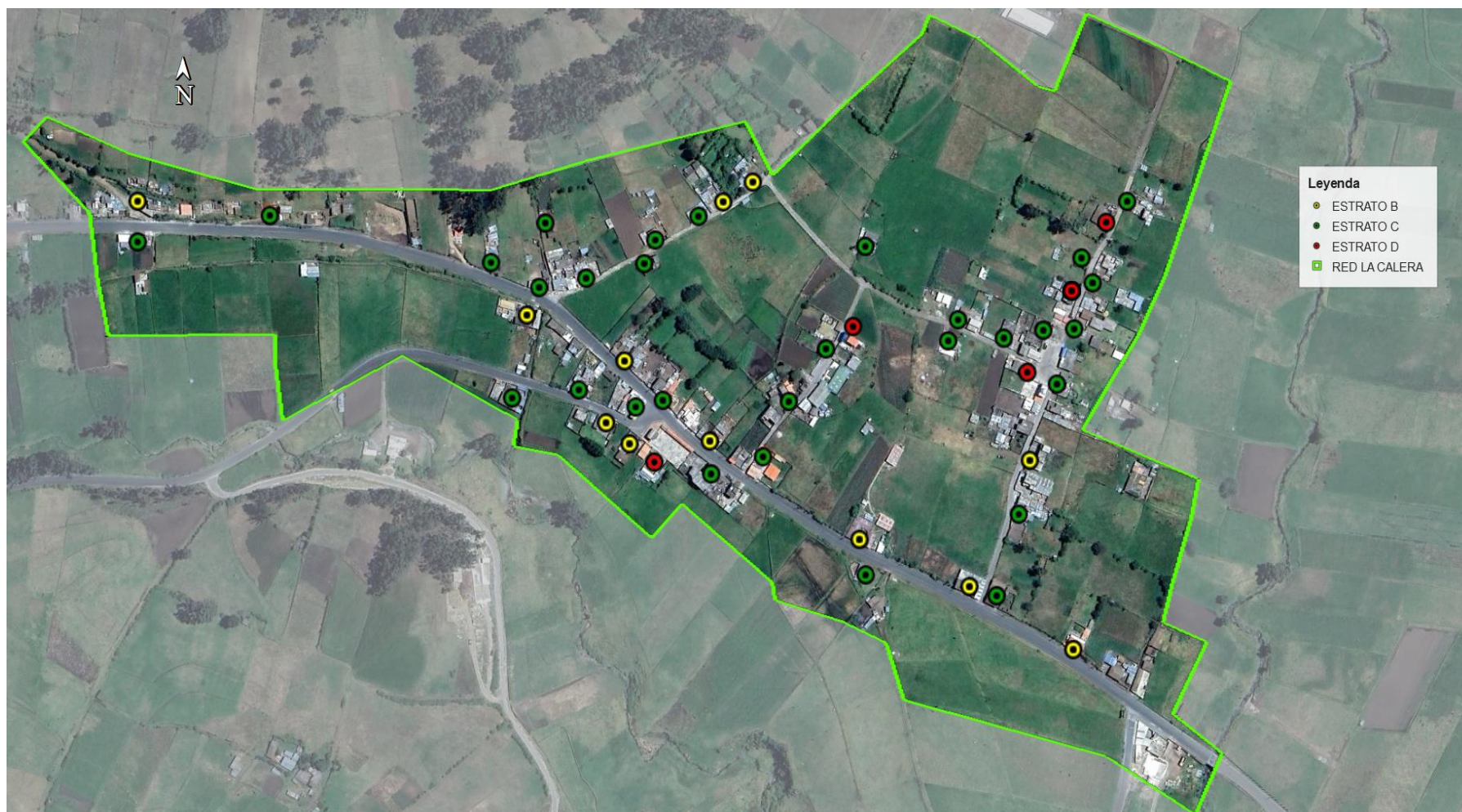


Figura 12 Ubicación geográfica de medidores de acuerdo con su estrato socioeconómico comunidad Shobol La Calera
Fuente. Miranda (2024)

4.1.2. Habitantes por vivienda

La cantidad de habitantes por vivienda es equivalente a los usuarios que se benefician de las redes de agua potable, conocer esta información permite entender el comportamiento del consumo en las comunidades. En la **Figura 13** se observa que el estrato D posee un promedio mayor de habitantes por casa con 5 en la comunidad Capilla Loma, mientras que en Shobol La Calera el estrato C tiene el mayor promedio con 4.03 habitantes por casa.

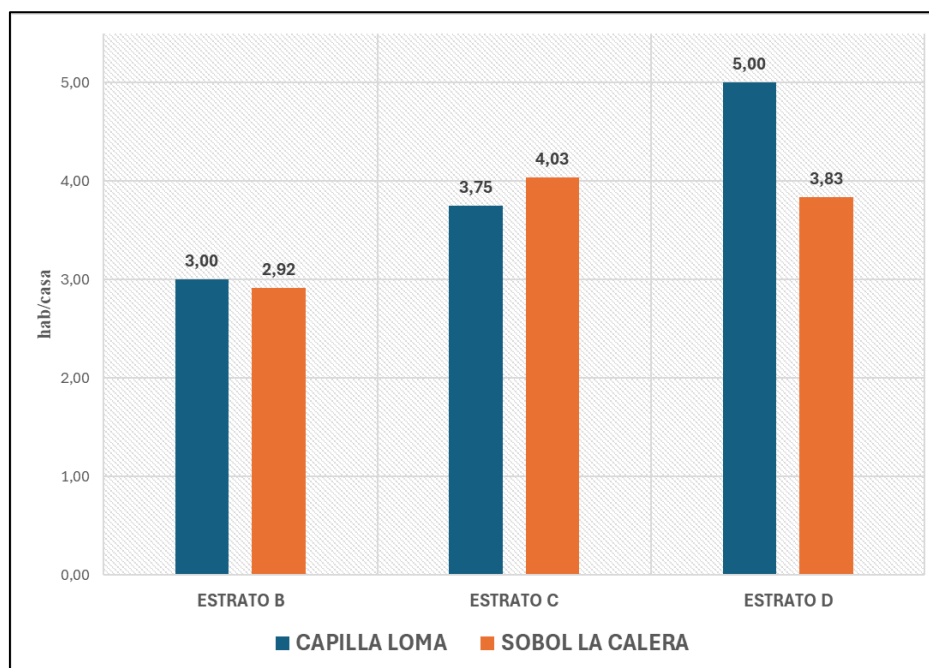


Figura 13 Promedio de habitantes por casa según estrato socioeconómico

Fuente. Miranda (2024)

4.1.3. Suministro y abastecimiento

Al tabular los datos obtenidos de las encuestas realizadas a la población de estudio, se verificó que todos los encuestados tenían acceso al servicio de agua potable. En la comunidad de Capilla Loma, la mayoría de las viviendas cuentan con servicio las 24 horas del día en la mayoría de los casos. Como se muestra en la **Figura 14**, los usuarios indicaron que los cortes de agua son poco frecuentes y suelen deberse a mantenimientos o fallas en el sistema.

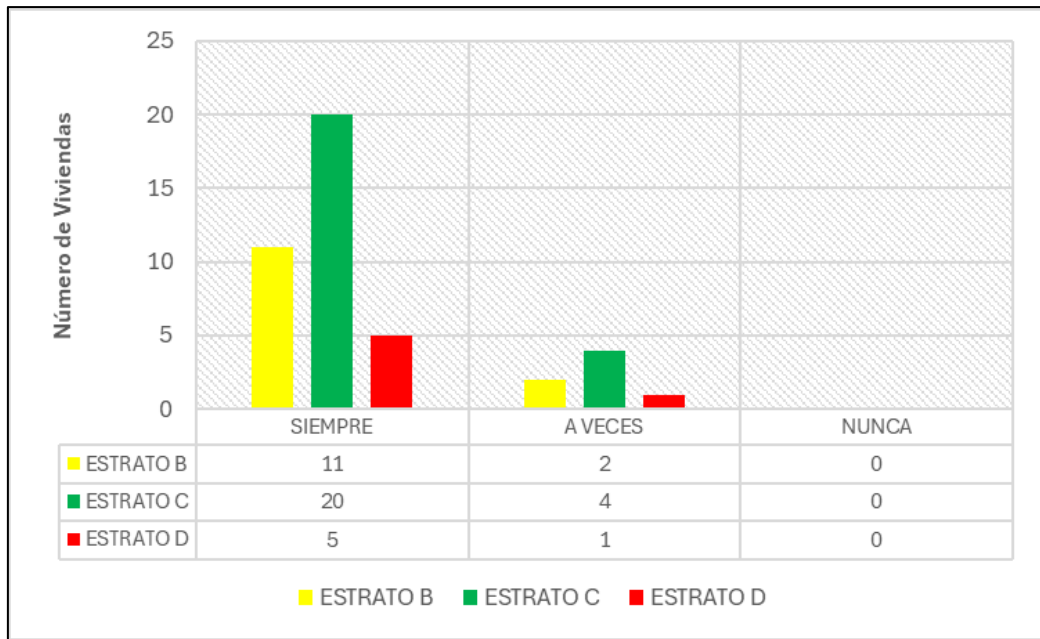


Figura 14. Frecuencia del servicio de agua potable según estrato comunidad Capilla Loma
Fuente. Miranda (2024)

Mientras que en la comunidad Shobol La Calera la frecuencia de servicio es muy parecida, pues del mismo modo se determina que la mayoría de las viviendas siempre cuentan con el servicio como lo indica **Figura 15.**

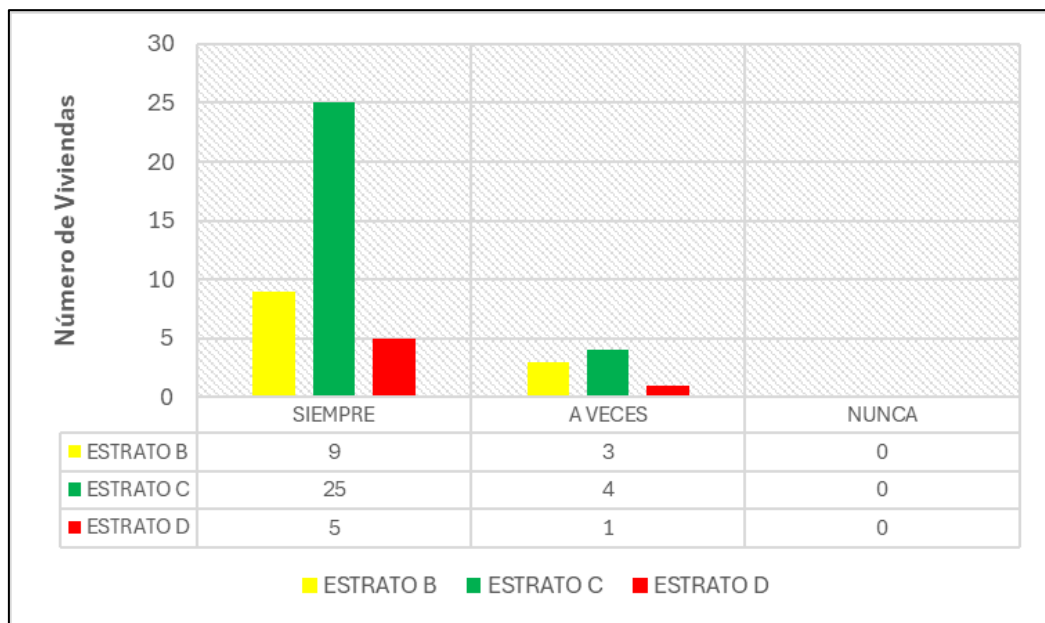


Figura 15. Frecuencia del servicio de agua potable según estrato comunidad Shobol La Calera
Fuente. Miranda (2024)

4.1.4. Calidad del agua

Una vez tabulados los datos recolectados en campo se determinó que tanto en la comunidad Capilla Loma como Shobol La Calera la mayoría de los usuarios tiene la percepción que la calidad del agua es regular con un 48,84 % y 42,55% respectivamente. La información se presenta en la **Figura 16**.

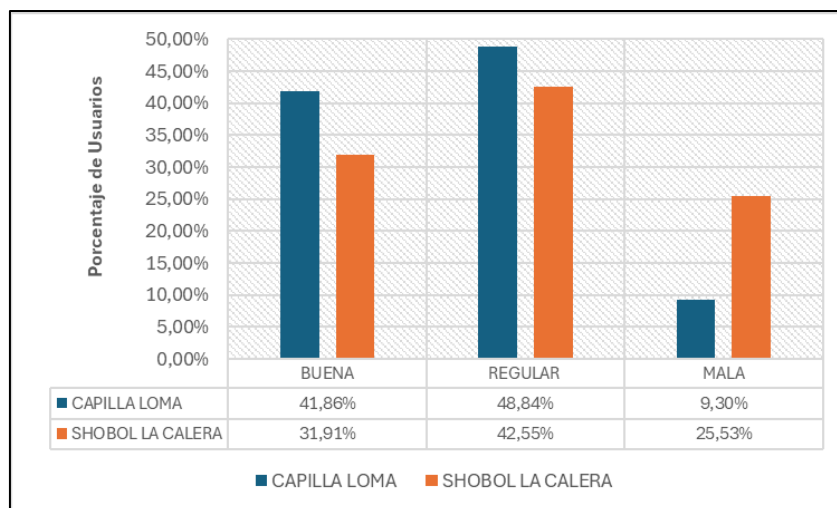


Figura 16. Percepción de la calidad de agua
Fuente. Miranda (2024)

4.1.5. Tipo de almacenamiento

Los resultados obtenidos de las encuestas muestran que ninguna de las viviendas posee algún tipo de almacenamiento para agua ya sea cisterna o tanque elevado, independientemente del estrato socioeconómico, se observa en la **Figura 17** y **Figura 18**.

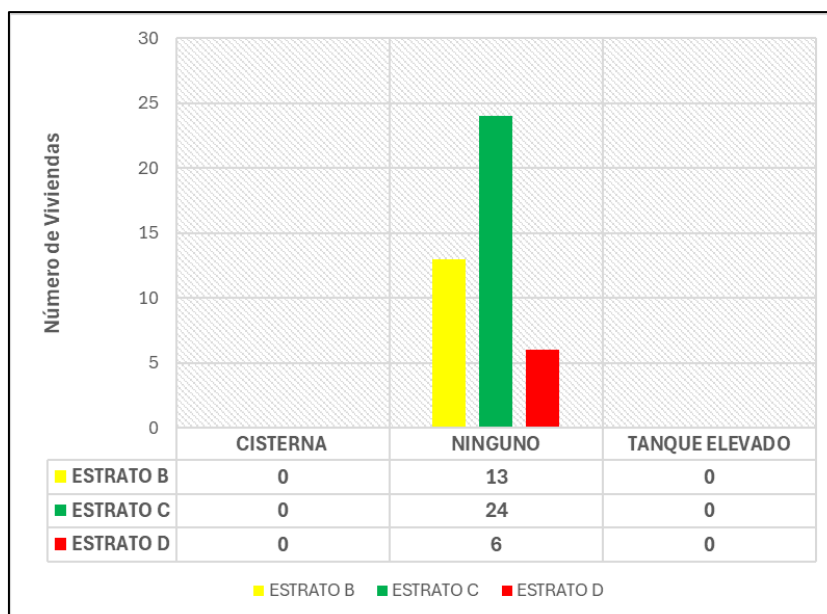


Figura 17 Sistema de almacenamiento según estrato socioeconómico comunidad Capilla Loma
Fuente. Miranda (2024)

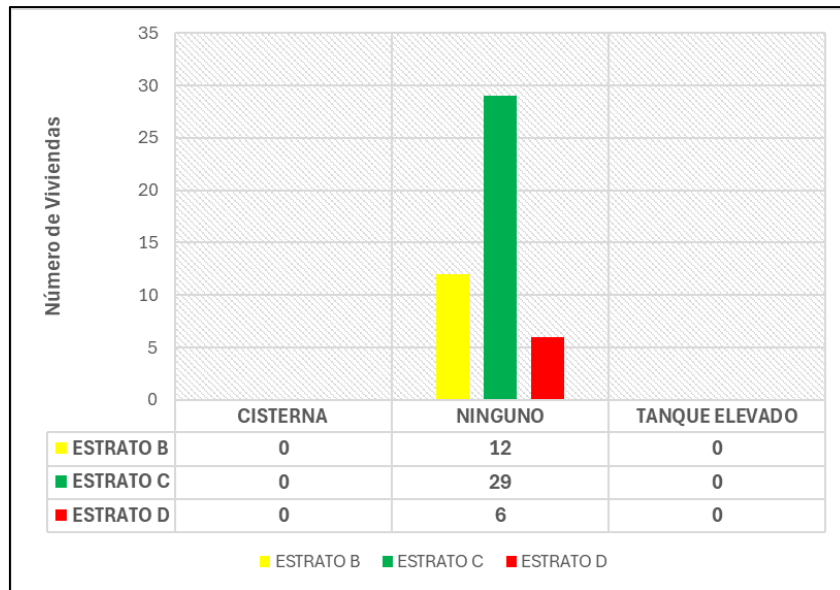


Figura 18. Sistema de almacenamiento según estrato socioeconómico comunidad Shobol La Calera
Fuente. Miranda (2024)

4.1.5. Aparatos sanitarios

Los resultados del último apartado de la encuesta permiten registrar la cantidad de inodoros, duchas, lavamanos, lavaderos y lavadoras en las 2 comunidades. Ambas poblaciones tienen una alta proporción en inodoros y lavamanos, contrastando con la cantidad de lavadoras la cual está presente, pero en menor cantidad como se observa en la **Figura 19**.

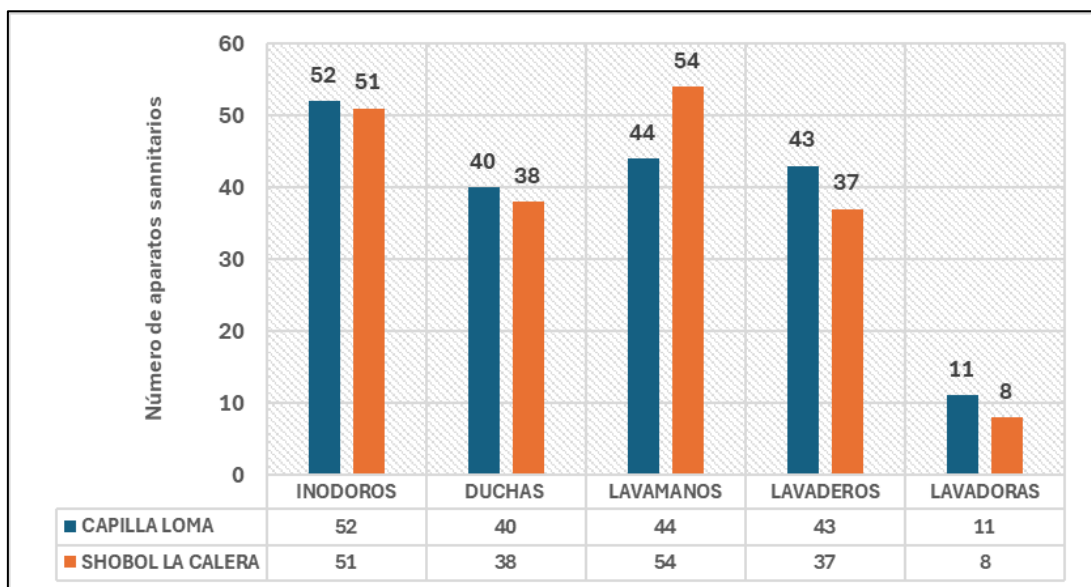


Figura 19. Aparatos sanitarios en las comunidades Capilla Loma y Shobol La Calera
Fuente. Miranda (2024)

4.2. Curvas de consumo horario residencial

4.2.1. Consumo horario por redes de distribución

Los datos de consumo en cada red de las comunidades de Capilla Loma y Shobol La Calera se representaron mediante diagramas gráficos para comparar y analizar el comportamiento del consumo de agua en ambas localidades, con un enfoque en los momentos de mayor demanda, es decir, durante las horas pico.

En la **Tabla 6** se presenta la comparación de los consumos de agua entre ambas comunidades, donde se observa un comportamiento similar, con un pico de consumo a las 12 del mediodía, alcanzando 79,22 y 60,98 litros por hora, respectivamente.

Tabla 6

Comparación de consumos horarios comunidad Capilla Loma y Shobol La Calera

Intervalo Horario (h)	CAPILLA LOMA (l) Qh+20%Qmed	SHOBOL LA CALERA Qh+20%Qmed
00:00 - 01:00	4,96	3,77
01:00 - 02:00	4,95	3,77
02:00 - 03:00	4,79	3,72
03:00 - 04:00	4,77	3,63
04:00 - 05:00	8,19	6,10
05:00 - 06:00	31,79	22,76
06:00 - 07:00	64,70	49,91
07:00 - 08:00	64,16	39,68
08:00 - 09:00	37,21	27,02
09:00 - 10:00	19,80	11,92
10:00 - 11:00	13,23	13,76
11:00 - 12:00	57,66	52,78
12:00 - 13:00	79,22	60,98
13:00 - 14:00	64,57	33,14
14:00 - 15:00	35,21	21,16
15:00 - 16:00	20,97	17,49
16:00 - 17:00	17,89	24,79
17:00 - 18:00	32,92	27,62
18:00 - 19:00	32,17	18,29
19:00 - 20:00	25,45	11,66
20:00 - 21:00	14,44	7,25
21:00 - 22:00	6,31	4,40
22:00 - 23:00	5,36	3,88
23:00 - 24:00	4,86	3,71
Q pico	79,22	60,98
H pico	12:00 - 13:00	12:00 - 13:00

Fuente. Miranda (2024)

En la **Figura 20** y **Figura 21** se pueden apreciar de mejor manera la variación del consumo horario de agua potable, en la comunidad Capilla Loma se observa picos de consumo de 64,70 l/h y 79,22 l/h mientras que en la comunidad Shobol La Calera los picos de consumo son de 49,91 l/h y 60,98 l/h. La gráfica nos permite entender que las 2 comunidades poseen 3 picos en su consumo, en la comunidad Capilla Loma estos se producen en los intervalos horarios de 6h00 a 7h00, 12h00 a 13h y de 17h00 a 18h00. Las horas pico de consumo en la comunidad Shobol La Calera son iguales. La comunidad Capilla Loma posee un caudal medio de 27,32 (l/h) y Shobol La Calera 19,72 (l/h). Los datos evidencian que la comunidad de Capilla Loma posee un mayor consumo horario de agua.

Los patrones de consumo que se han obtenido en cada una de las gráficas se deben a los hábitos de los usuarios, es evidente que en la mañana se presenta un pico pues, la mayoría de los usuarios se encuentran en sus hogares y se preparan para sus labores del día, cumpliendo con actividades de aseo, limpieza, alimentación personal y de sus animales de crianza. Por otra parte, las horas valle de la curva donde se presenta menor consumo se debe a que las personas se ausentan de sus hogares y por ende el consumo no es considerable. Al medio día se produce un pico de consumo pues la mayoría de personas trabajan en zonas cercanas a su comunidad, por lo que a la hora del almuerzo regresan a sus casas para preparar sus alimentos, de igual forma los estudiantes de colegios y escuelas retornan a sus hogares aumentando la demanda de consumo de agua.

Estas aseveraciones se lograron tras varias semanas de observación en la zona de estudio, evidenciando y analizando el comportamiento de los diferentes hogares en las comunidades. Además, las encuestas aplicadas brindaron un panorama más claro sobre los hábitos de consumo de agua.

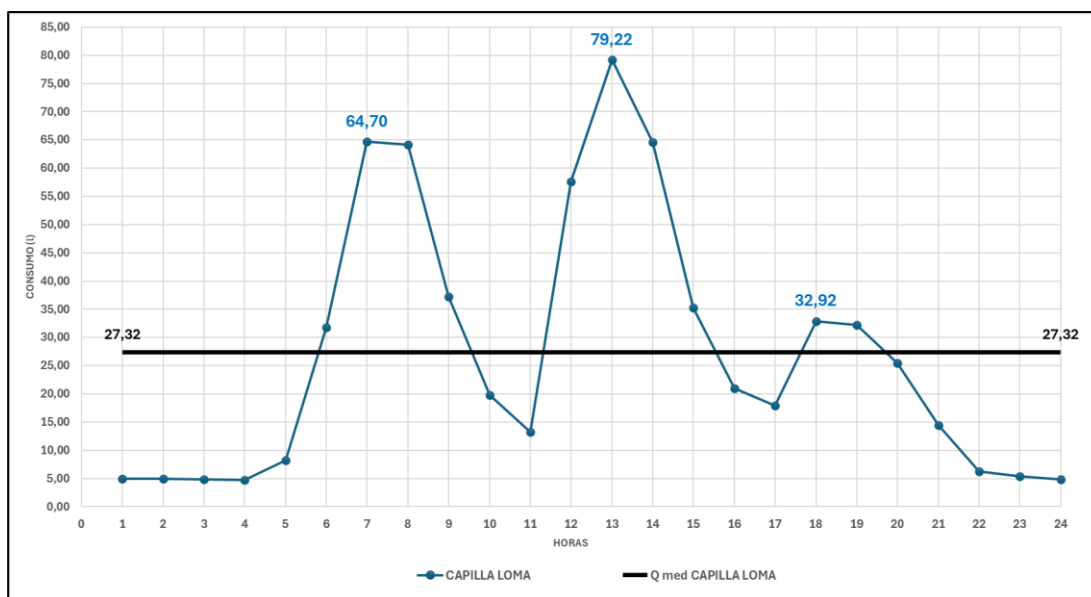


Figura 20. Curvas de variación consumo horario Capilla Loma
Fuente. Miranda (2024)

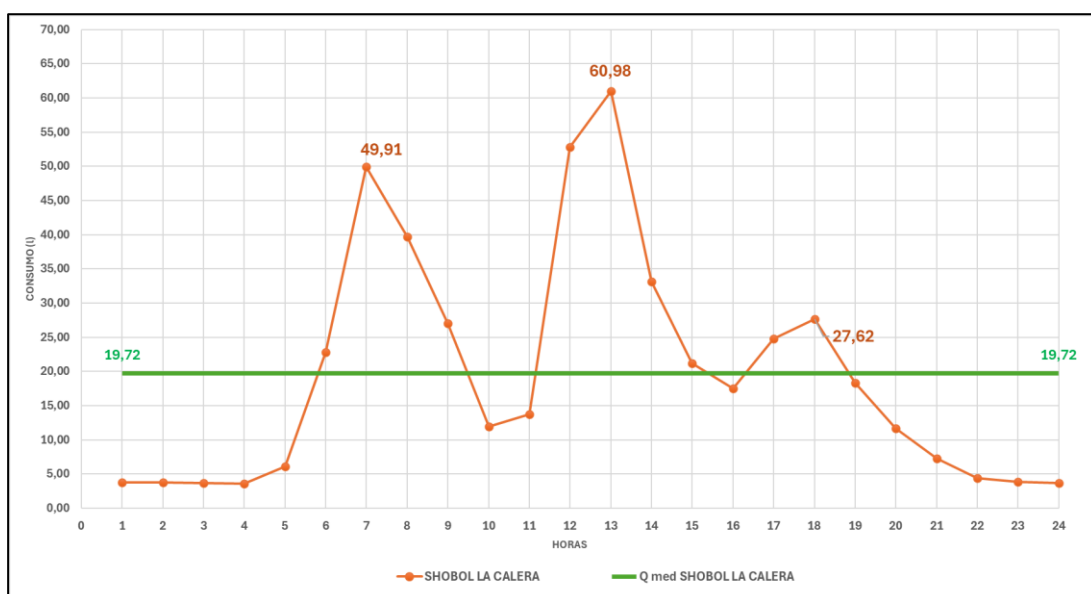


Figura 21 Curvas de variación consumo horario Shobol La Calera
Fuente. Miranda (2024)

4.2.2. Consumos horarios por estrato socioeconómico

Analizando las curvas de variación horaria de consumo por estratos socioeconómicos se puede verificar que el mayor consumo lo tiene el estrato C, seguido del estrato D y B en la comunidad Capilla Loma como se muestra en la **Figura 22**

La hora pico de consumo en los tres estratos coincide en el intervalo de 12h00 a 13h00, ya que, independientemente de su nivel socioeconómico, las actividades diarias de los habitantes son similares: por la mañana salen para realizar sus actividades y regresan al mediodía a sus hogares. El tiempo de permanencia en el hogar es directamente proporcional a la cantidad de agua consumida.

El estrato B con el menor consumo de los tres, presenta un pico de consumo de 50,35 l/h, seguido de otro en la mañana de 06h00 a 07h00 con un valor de 34,69 l/h y ya en la noche un máximo de 22,38 l/h de 17h00 a las 18h00.

En el caso del estrato C, el cual presenta el mayor consumo de los tres, presenta un pico de consumo de 127,07 l/h, seguido de otro en la mañana de 06h00 a 07h00 con un valor de 111,29 l/h y ya en la noche un pico de 65,44 l/h de 18h00 a 19h00.

Por último, en el estrato D se puede evidenciar el pico máximo de 69,99 l/h, seguido de otro de 57,42 l/h de 07h00 a 08h00 y ya en la tarde el consumo máximo de 26,65 l/h a las 18h00.

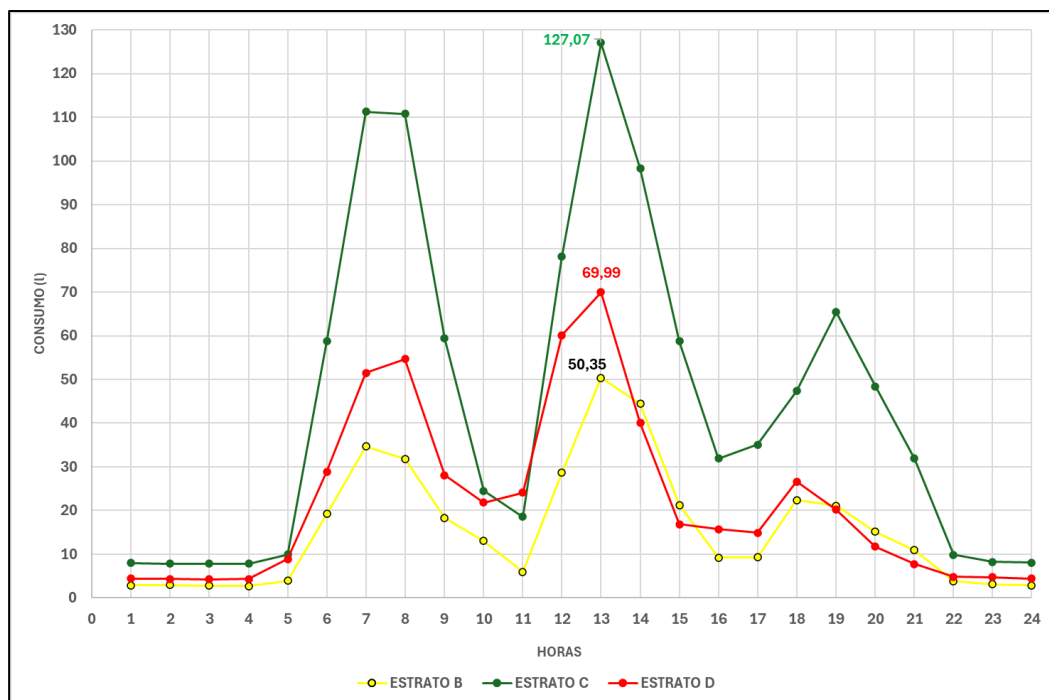


Figura 22. Curva de variación horaria del consumo de agua comunidad Capilla Loma por estratos
Fuente. Miranda (2024)

En la comunidad de Shobol La Calera, el mayor consumo se observa en el estrato D, seguido por los estratos C y B. En contraste, en la comunidad de Capilla Loma, las horas pico de consumo no coinciden entre los diferentes estratos como se presenta en **la Figura 23**.

Para el estrato B el pico de consumo es 49,26 l/h de 12h00 a 13h00, en la mañana de 06h00 a 07h00 consumo de 32,81 l/h y ya en la tarde de 17h00 a 18h00 un pico de 22,27 l/h, al igual que en la comunidad anterior el estrato B es el de menor consumo.

En el caso del estrato C de igual manera el pico de consumo máximo se produce de 12h00 a 13h00 con un total de 62,40 l/h, por la mañana de 06h00 a 07h00 consumo de 53,97 l/h y ya en la tarde de 17h00 a 18h00 registra su pico más bajo con 27,61 l/h.

El estrato D es el que presenta el mayor consumo, alcanzando un pico máximo de 101,18 l/h entre las 06:00 y las 07:00. Además, se registran dos picos casi idénticos de 70,11 l/h y 69,74 l/h a las 13:00 y 17:00, respectivamente, como se muestra en la **Figura 23**.

Cabe mencionar que el comportamiento del consumo de agua está directamente relacionado con factores como sus actividades diarias, el número de personas en el hogar y tareas cotidianas como el aseo en general, alimentación, crianza de animales y en algunos casos en la agricultura.

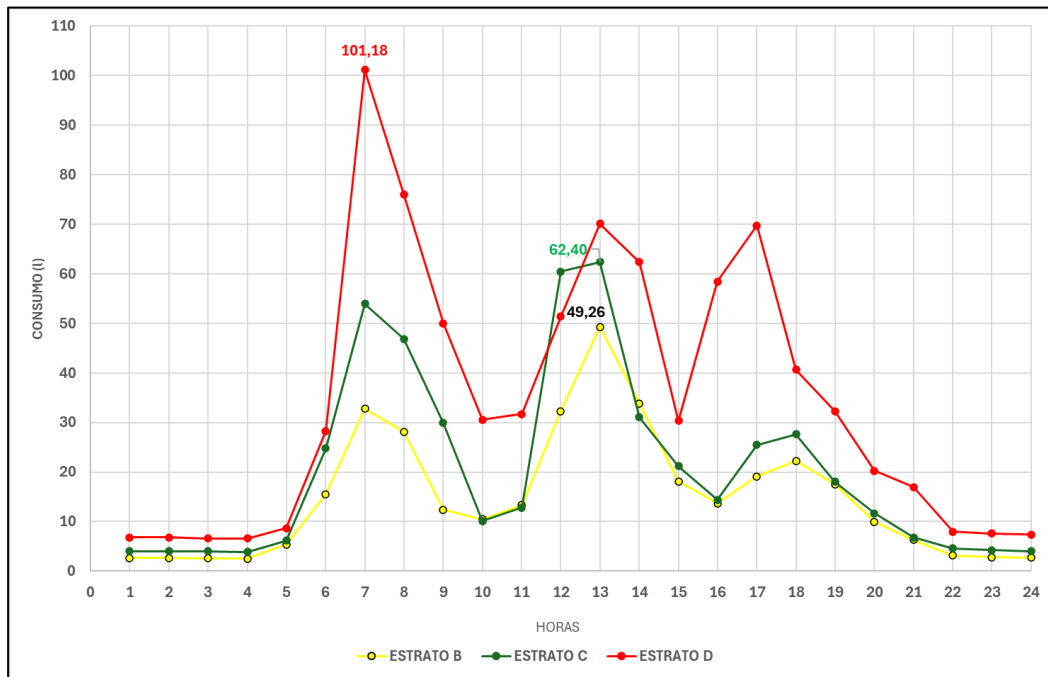


Figura 23. Curva de variación horaria del consumo de agua comunidad Shobol La Calera por estratos
Fuente. Miranda (2024)

4.2.3. Coeficiente de variación máximo horario

Al evaluar la curva de modulación horaria de la red de distribución de la comunidad Capilla Loma se evidencia en la **Figura 24** que el coeficiente de variación del consumo máximo horario (kh) tiene su valor más alto a las 13h00 con un máximo de 2,90 seguido de 2,37 que se produce a las 07h00. Estos valores superan los factores kh sugeridos por la normativa CPE INEN 5 (INEN, 1992) la cual establece valores de 2 a 2,3 recomendados para realizar diseños hidráulicos.

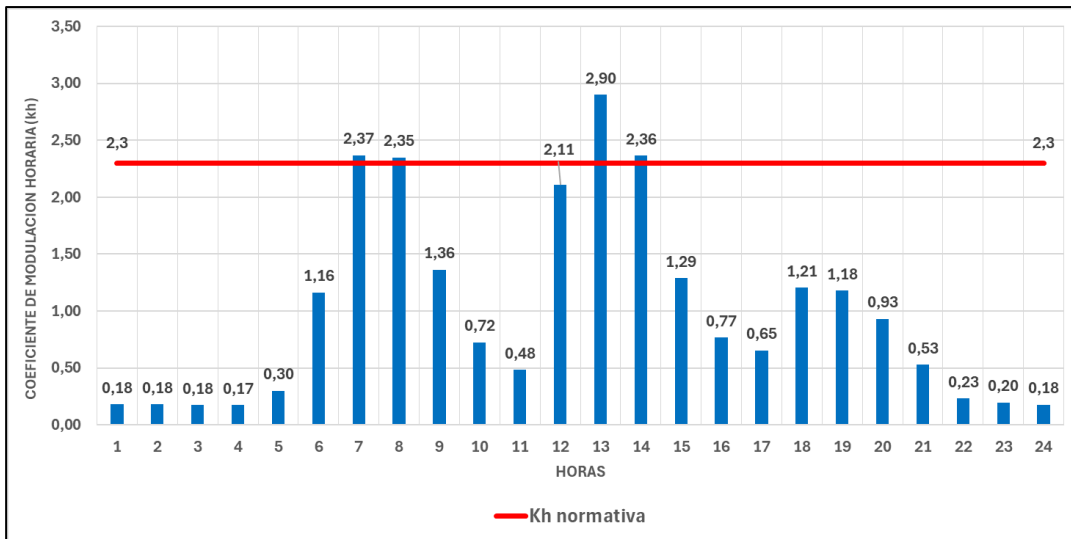


Figura 24. Coeficientes máximos de variación de consumo horario comunidad Capilla Loma
Fuente. Miranda (2024)

En la comunidad Shobol La Calera del mismo modo el coeficiente de variación del consumo máximo horario (kh) tiene su valor más alto a las 13h00 con un máximo de 3,09 después se encuentra un coeficiente de 2,68 a las 12h00. En esta comunidad los valores obtenidos del kh de igual manera superan a los valores recomendados por la norma de 2 a 2,3 CPE INEN 5 (INEN, 1992) como se presenta en la **Figura 25**.

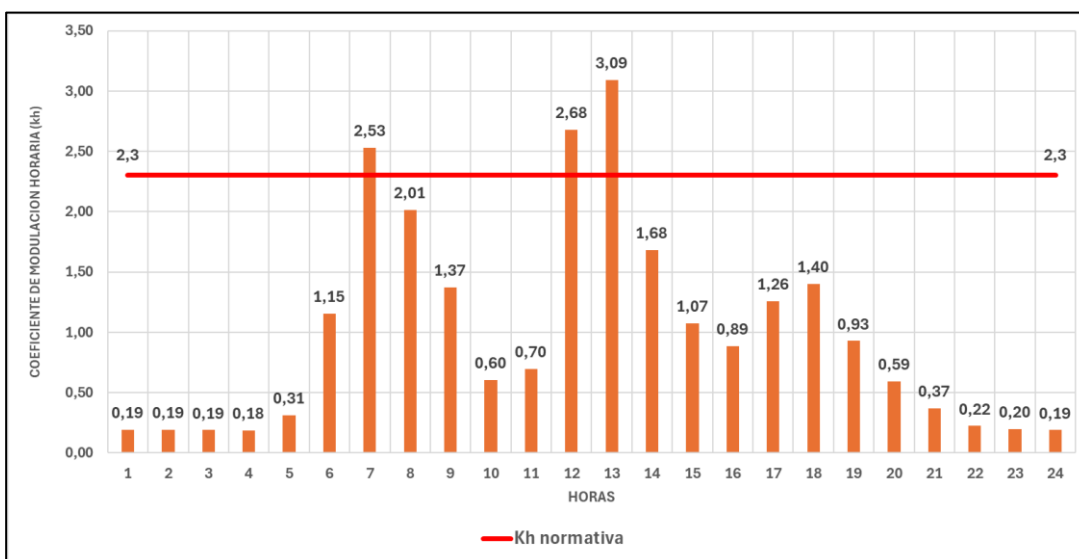


Figura 25. Coeficientes máximos de variación de consumo horario comunidad Shobol La Calera
Fuente. Miranda (2024)

En ambos casos se puede notar que los coeficientes de variación de consumo horario sobrepasan los límites establecidos por la normativa, esto puede incidir de manera negativa en los sistemas de abastecimiento al no estar diseñados para cumplir con la demanda requerida por los usuarios de los dos sectores de estudio.

4.3. Discusión de resultados

El análisis del consumo horario de agua potable en residencias proporciona un panorama detallado sobre el comportamiento del consumo en los hogares de la población estudiada. Esto ha permitido identificar patrones de consumo influenciados por factores como la situación económica del hogar, el número de habitantes y sus hábitos de consumo.

Uno de los hallazgos importantes es como varía el consumo a lo largo del día. Las lecturas de los 90 micromedidores en las comunidades, a lo largo de 7 días las 24 horas, reflejan que el consumo tiende a concentrarse en las primeras horas de la mañana y al medio día debido a que en esta franja horaria se desarrollan actividades como la preparación de alimentos, limpieza del hogar, aseo personal, entre otras. En las poblaciones analizadas es muy común el trabajo doméstico y agrícola por lo que, a diferencia de otras zonas, las personas vuelven a sus hogares para alimentarse coincidiendo la mayoría de los miembros del hogar y por ende la demanda de agua se eleva.

Se pudo constatar que las comunidades Capilla Loma y Shobol La Calera comparten la variación de consumo de agua durante el día, ambas poblaciones poseen tres picos de consumo que se dan a las 07h00, 13h00 y 18h00. Como se mencionó anteriormente la concentración de consumo en la mañana se produce debido a que los moradores se preparan para sus labores diarias, en zonas rurales las personas tienen a empezar su día más temprano pues tienen a cargo actividades ganaderas y agrícolas o deben desplazarse hacia la ciudad. El pico producido a las 13h00 se relaciona principalmente con la preparación de alimentos, riego de cultivos que demanda gran cantidad de agua y las personas lo realizan cuando el clima es más cálido, de igual forma aprovechando la temperatura, las personas realizan actividades de lavandería, por lo general a mano, generando un gasto de agua considerable. Por último, a las 18h00 se tiene otro pico debido a que las personas retornan a sus hogares terminando sus jornadas laborales, los habitantes se concentran en el hogar y el consumo aumenta.

Los estratos socioeconómicos B, C, D en la comunidad Capilla Loma poseen características muy similares en su comportamiento de consumo de agua, los tres estratos presentan su mayor consumo en el intervalo de 12h00 a 13h00, el estrato B con 50,35 l/h, el estrato C con 127,07 l/h y el estrato D con 69,99 l/h. Los consumos denotan que el estrato B tiene el menor pico de consumo de los tres, mientras que el estrato C posee el máximo pico de consumo seguido del D. Por otra parte, en la comunidad Shobol La Calera el estrato que presenta el mayor consumo es el estrato D con un pico de consumo a las 07h00 alcanzando

101,18 l/h, seguido del estrato C con 62,40 l/h y el estrato B con 49,26 l/h en el intervalo horario de 12h00 a 13h00 en ambos casos. Es evidente que los estratos más bajos están consumiendo más agua según los resultados alcanzados, estas tendencias dan cuenta que la cantidad de habitantes en los hogares es directamente proporcional a la cantidad de agua que se utilice, asimismo los hogares con bajos ingresos económicos tienen más posibilidades de presentar instalaciones sanitarias con fugas de agua como por ejemplo tuberías rotas o grifos que gotean. Cabe mencionar que el alto consumo de los estratos más bajos está estrechamente relacionado con las actividades agrícolas, gran parte de la población de los estratos C y D hacen uso del agua para riego, mantenimiento de cultivos e inclusive el cuidado del ganado lo que repercute en un mayor uso de este recurso a comparación de otros estratos.

En el estudio de Arellano et al (2022), llegan a la conclusión de que en ciudades grandes el consumo de agua potable disminuye cuando aumenta el número de personas en el hogar, mientras que en poblaciones pequeñas sucede lo contrario, es así que en la comunidad Capilla Loma y en la comunidad Shobol La Calera los estratos que más consumen agua son los estratos C y D que a su vez son los que mayor número de habitantes promedian en su hogar como se muestra en la **Figura 13** coincidiendo en este caso con lo que afirman los autores, mientras mayor número de personas en poblaciones pequeñas mayor será el consumo de agua potable.

Analizando el apartado de la continuidad del servicio en las comunidades se observa que la mayoría de las viviendas cuenta con el servicio las 24 horas del día y que los cortes son muy raros que se presenten, este dato está relacionado directamente con que el total de casas encuestadas no cuente con algún tipo de almacenamiento, ya sea tanque elevado o cisterna. Al contar con un servicio continuo de agua no se ven en la necesidad de generar reservas, sin embargo, este aspecto puede tener relación también con limitaciones económicas que no permiten la inversión en infraestructura adecuada, algunas personas también no lo consideran un gasto prioritario.

Los resultados del análisis de los datos recolectados y procesados sobre las unidades sanitarias en cada hogar de las comunidades analizadas revelan que este aspecto está directamente relacionado con el nivel de consumo de agua. Se evidencia que la comunidad con la mayor cantidad de aparatos sanitarios, en este caso Capilla Loma, presenta una mayor demanda de agua, seguida por Shobol La Calera. Las gráficas de las curvas de variación de consumo demuestran claramente que el consumo de agua aumenta en función de la cantidad de aparatos sanitarios presentes. Este resultado de la investigación se apoya en lo que menciona

Arellano et al (2019) en su artículo “Desperdicio de agua potable a través de equipos sanitarios” en el cual se afirma que existe una relación estadísticamente considerable entre el número de aparatos sanitarios y la cantidad de agua potable consumida.

A diferencia de la investigación realizada por Alulema & Estrada (2023) en la cual analizan 4 redes de distribución en el cantón Riobamba y concluyen que el estrato que más consume es el estrato A; en este caso en la comunidad Capilla Loma el estrato que más consume es el estrato C a las 13h00 y en la comunidad Shobol La Calera es el estrato D encontrándose su pico máximo de consumo a las 07h00. Los resultados de la cantidad de consumo por estrato difieren de igual forma con lo planteado con lo planteado por Avalos & Oleas (2023) quienes en su estudio de las redes restantes del cantón Riobamba, afirman que estrato que tiene mayor consumo de agua es el estrato B.

En comparación con el estudio sobre el análisis de consumo horario de agua potable desarrollado por Arias & Carrión (2023) en las parroquias San Isidro y San Andrés en el cantón Guano, los hallazgos logrados en las comunidades Capilla Loma y Shobol La Calera coinciden. Afirman que el estrato C es el que más demanda agua en el intervalo horario de 11h00 a 12h00, algo muy parecido a lo que sucede en Capilla Loma donde el estrato de mayor consumo es el C y su pico máximo de consumo es a las 13h00. El estudio elaborado por Moreno & Guamán (2023) en donde analizan las redes de abastecimiento del cantón Guamote también coincide en varios aspectos en este sentido, los autores obtienen que el estrato de mayor consumo es el estrato D con un pico a las 08h00 de 103,74 l/h muy parecido al pico de consumo hallado en Shobol La Calera de 101,18 l/h que se produce a las 07h00. Estas semejanzas se pueden dar debido a que las zonas de estudio comparten factores que condicionan el comportamiento de su consumo, como los estratos socioeconómicos presentes, su ubicación en la región andina ecuatoriana, su clima típico de zonas altas y su economía basada en la agricultura y ganadería.

En las comunidades estudiadas existe ciertos medidores que reflejan que en los hogares existe un consumo desmedido en comparación con la media de los usuarios, en el **Anexo 6** se puede apreciar esta problemática. Uno de los factores que pueden originar esto son las bajas tarifas de cobro que han planteado las juntas administradoras de agua, en la comunidad Capilla Loma a los usuarios se les cobra 3 USD mensuales y en Shobol La Calera 2 USD. Esto refleja una problemática considerable pues el pago es independiente del consumo que exista, por lo que las personas no son conscientes del gasto de agua que están produciendo. En el artículo desarrollado por García & Suárez (2022) se menciona que el aumento de precios hace que los

usuarios busquen reducir sus consumos para evitar costos de facturación altos, aplicar esto en la población analizada podría disminuir el gasto de agua motivándolos a reducir desperdicios de líquido, arreglar fugas y mantener sus aparatos sanitarios en buen estado.

En su estudio, la CEPAL (2021) acerca de la gestión de agua en América Latina menciona que uno de los desafíos para lograr una gestión eficiente del agua es la atomización de prestadores, es decir pequeñas cooperativas o sistemas comunitarios que funcionan de manera independiente, tal cual es el caso de estas 2 comunidades que han sido analizadas. Los efectos negativos de esta situación es la limitación de recursos técnicos y humanos para administrar el servicio, además de la administración financiera inadecuada sin incentivos de una buena gestión económica. Estos problemas se evidencian en ambas comunidades, a través de las encuestas, tomas de lecturas de medidores y la convivencia con los habitantes se conoció que existían muchos medidores en malas condiciones como se ve en el **Anexo 5**, también que los cobros no se habían realizado desde mediados de 2023 y que cuando existían problemas en el sistema de abastecimiento los encargados de las juntas administradoras de agua no brindaban soluciones rápidas y eficientes.

Los coeficientes de variación máxima que se han hallado en la parroquia San Juan comunidades Capilla Loma y Shobol la Calera son de 2,90 y 3,09 respectivamente. La normativa CPE INEN 5 (INEN, 1992) establece que el coeficiente kh máximo debe encontrarse dentro de un rango de 2 a 2,3 lo que refleja que, en base al coeficiente máximo hallado no se podrá cubrir la demanda de consumo en las horas pico, pues al diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable con un factor menor al necesario se produce un subdimensionamiento del mismo, causando que los volúmenes de agua no cubran las necesidades de la población.

En la **Figura 26** se comparan los coeficientes máximos horarios que se han hallado en distintas investigaciones elaboradas dentro de la provincia de Chimborazo y cercanas a la misma, en el diagrama se puede apreciar como en absolutamente todas las poblaciones el valor del coeficiente supera lo planteado por la norma.

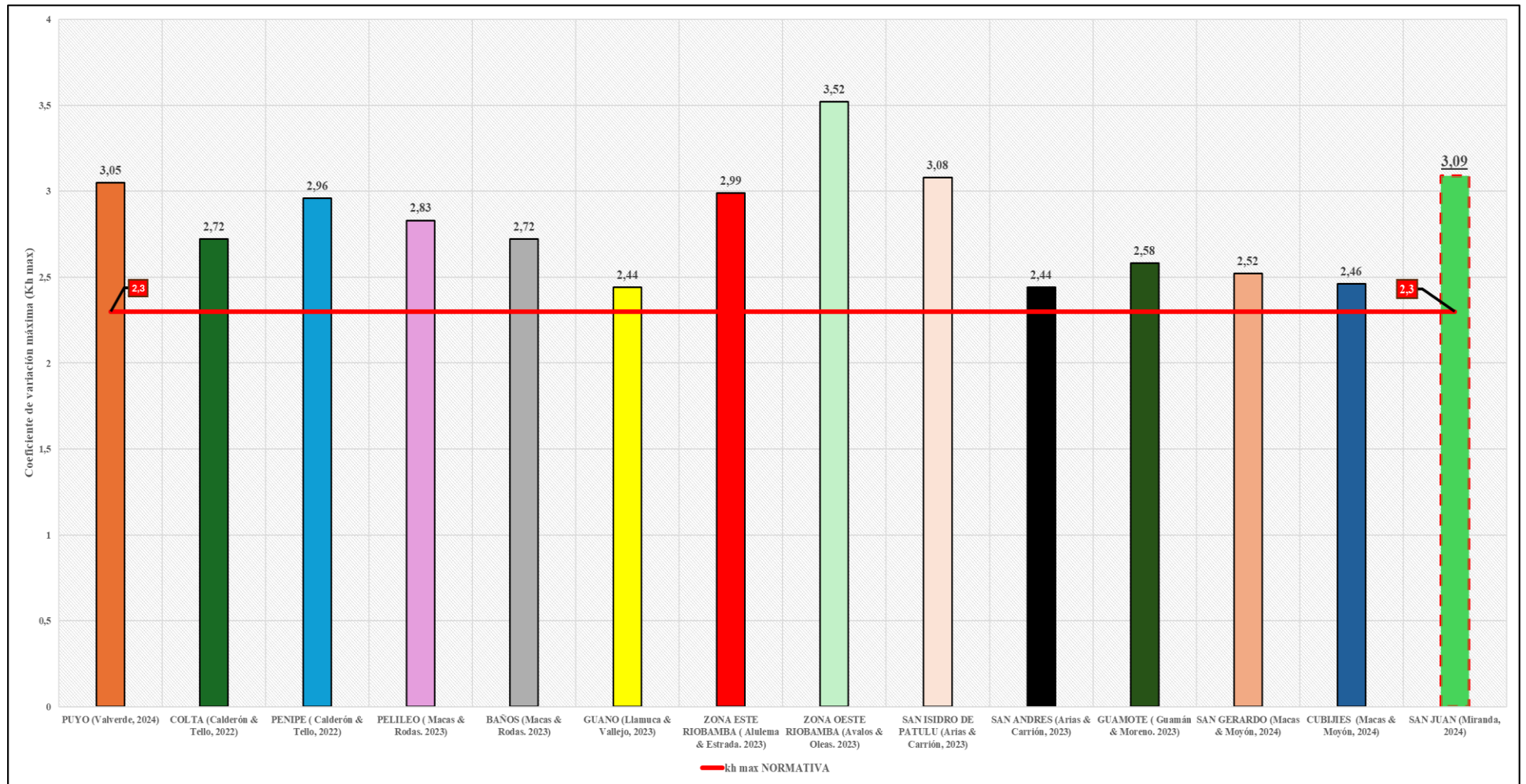


Figura 26. Comparación de kh máximos investigados en Chimborazo y zonas cercanas
Fuente. Miranda (2024)

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó a través del análisis del comportamiento del consumo horario de agua potable en el sector residencial de la Parroquia San Juan, específicamente en las comunidades Calera Shobol Pamba y Capilla Loma, el comportamiento de los patrones de consumo de la población, a su vez mediante la aplicación de encuestas y lectura de medidores se determinaron las horas de mayor y menor demanda de agua, así como los factores que influyen en el consumo.
- Se identificó y categorizó las viviendas de uso residencial por estratos socioeconómicos en base a los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a la población. Se obtuvo que en la comunidad Capilla Loma el estrato predominante es el estrato C alcanzando el 55.81% de la población total; en la comunidad Shobol La Calera se repite el estrato de mayor presencia siendo el C con un 61,70%, además se logró identificar que en ambas comunidades no existe la presencia del estrato A.
- Se realizó las mediciones del volumen de agua potable consumido a través de las lecturas tomadas de los 90 micromedidores residenciales en las viviendas de ambas comunidades. Este procedimiento permitió obtener datos precisos sobre el uso de este recurso y se pudo determinar que el caudal de consumo promedio en Capilla Loma es de 19,72 l/h mientras que la comunidad Shobol La Calera promedia un consumo de 27,32 l/h.
- Se creó curvas de consumo horario de las redes de distribución de agua potable por estratos socioeconómicos, obteniendo una herramienta visual y analítica que muestra las horas de mayor y menor demanda. Las gráficas muestran que en la comunidad Capilla Loma el estrato C es el que mayor consumo presenta, con un máximo de 127,07 l/h a las 13h00, mientras que en la comunidad Shobol La Calera el estrato que demanda más agua es el estrato D con un pico de 101,18 l/h a las 07h00. Asimismo, se pudo constatar que los estratos más bajos son los que presentan consumos mayores.
- Se estableció que el coeficiente de variación máxima horaria tiene un valor de 2,90 en la comunidad Capilla Loma mientras que en la comunidad Shobol La Calera es de 3,09. En ambos casos el valor supera el valor recomendado por la norma. Al estar el valor fuera del rango establecido por la norma CPE INEN 5 (INEN, 1992) que

establece valores de 2 a 2.3, se concluye que si el sistema fue diseñado en base a la norma mencionada posiblemente presentará inconvenientes en su funcionamiento.

5.2. Recomendaciones

- En comunidades rurales como es el caso del presente estudio se recomienda realizar una socialización previa de las acciones a emprender con todos los involucrados para evitar contratiempos con la población presente en la localidad de estudio.
- Se aconseja a los GADS parroquiales y a las juntas administradoras del agua potable llevar un registro actualizado del catastro y de los consumos en las redes de abastecimiento para poder tener un mejor control sobre el consumo de agua.
- Se recomienda a los usuarios cuidar, arreglar y colocar nuevos medidores ya que se evidenció una gran cantidad de medidores dañados, robados y algunos maniatados por los propios dueños con el fin de no pagar el consumo que le corresponde.
- Se sugiere a las autoridades competentes revisar la norma ecuatoriana norma CPE INEN 5 (INEN, 1992) con el fin de actualizar los coeficientes de variación del consumo máximo horario, ya que el crecimiento demográfico desde la fecha en que se creó la norma hasta la actualidad genera mayores demandas de agua.

BILIOGRAFIA

- Alulema, L., & Estrada, H. (11 de Mayo de 2023). *Estudio del consumo horario residencial de agua potable en las redes Saboya; Veranillo; Maldonado; Piscin de la ciudad de Riobamba*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10919>
- ARCA. (2021). *AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA RESOLUCIÓN Nro. ARCA-DE-002-2021*. Obtenido de https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/05/RESOLUCION-GUIA-TE%CC%81CNICA_20MAY2021-signed.pdf
- Arellano et al, A. (Enero de 2012). *MÉTODO DE CARACTERIZACIÓN URBANÍSTICA Y SOCIOECONÓMICA PARA POBLACIONES MENORES QUE 150.000 HABITANTES*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.17722.21446>
- Arellano, A. (12 de Junio de 2018). *Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150000 habitantes*. Obtenido de <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.01.03>
- Arellano, A. (Noviembre de 2019). *Desperdicio de agua a través del equipo sanitario*. Obtenido de <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.04.07>
- Arellano, A. (Enero de 2022). *La Demografía y el Consumo de Agua Potable en los Estratos Socio Economicos Urbanos*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.23857/fipcaec.v7i1.552>
- Arellano, A., & Peña, D. (Marzo de 2020). *Modelos de regresión lineal para predecir el consumo de agua potable*. Obtenido de <https://doi.org/10.37135/ns.01.05.03>
- Arias, F., & Carrión, J. (12 de Diciembre de 2023). *Determinación del consumo horario residencial de agua potable de las parroquias San Andrés y San Isidro pertenecientes al cantón Guano*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12102>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). Obtenido de <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-06/CONSTITUCION%202008.pdf>
- Avalos, J., & Oleas, G. (20 de Junio de 2023). *Estudio del comportamiento horario residencial de agua potable en el cantón Riobamba*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11164>
- Aviles, M., & Lamiña, A. (25 de Enero de 2024). *Evaluación del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guano parroquia “El Rosario*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12279>
- Calderon, E., & Tello, M. (2022). *“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES COLTA Y PENIPE”* . Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9690>
- Carrión, J., & Arias, F. (12 de Diciembre de 2023). *Determinación del consumo horario residencial de agua potable de las parroquias San Andrés y San Isidro pertenecientes al cantón Guano*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12102>

- CDC USA. (6 de Abril de 2022). *Drinking Water*. Obtenido de https://www.cdc.gov/healthywater/drinking/public/water_sources.html
- CEPAL. (2021). *Reflexionessobre la gestión del agua en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/e5df0bb6-9457-439f-aa2c-9b1d1b1b1518/content>
- Chamba , M., & Massa, P. (1 de Marzo de 2019). *Presión demográfica sobre el agua: un análisis regional para Ecuador*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3477/347766130008/html/>
- Chambilla, I., & Cáceres, S. (04 de Junio de 2019). *ANALISIS DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SALCEDO, PUNO*. Obtenido de 10.23881/idupbo.019.1-9i
- El Comercio. (22 de Marzo de 2018). *En Ecuador se gasta 40% más agua que el promedio de la región*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/ecuador-gasto-agua-cifras-latinoamerica.html>
- Estrada, H. (25 de Febrero de 2019). *Diseño del sistema de Agua Potable de la Parroquia El Rosario del Cantón Guano, Provincia de Chimborazo, Ecuador*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/120454>
- Figuroa, K. (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*”. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29214>
- GAD parroquial San Juan. (2019). *INFORMACION GEOGRAFICA SAN JUAN CHIMBORAZO*. Obtenido de <https://www.gadsanjuanchimborazo.gob.ec/geografia>
- GAD parroquial San Juan. (2019). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Obtenido de <https://www.gadsanjuanchimborazo.gob.ec/pdot>
- García, M., & Suárez, S. (18 de Agosto de 2022). *Are Economic Tools Useful to Manage Residential Water Demand? A Review of Old Issues and Emerging Topics*. Obtenido de *Are Economic Tools Useful to Manage Residential Water Demand? A Review of Old Issues and Emerging Topics*: https://www.mdpi.com/2073-4441/14/16/2536?utm_campaign=releaseissue_waterutm_medium=emailutm_source=releaseissueutm_term=titlelink77
- Garzón Orduña, A. J. (2014). *EVALUACION PATRONES DE CONSUMO Y CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS DE USUARIOS RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTA*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/52011/02822428.2014.pdf?sequence=1>
- INEC. (2010). *Censo de la población y vivienda 2010*. Obtenido de <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog>
- INEC. (Diciembre de 2016). *Medición de los indicadores ODS de Agua, Saneamiento e Higiene (ASH) en el Ecuador*. Obtenido de

- https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2017/Indicadores%20ODS%20Agua,%20Saneamiento%20e%20Higiene/Presentacion_Agua_2017_05.pdf
- INEN. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. Obtenido de <https://dn790000.ca.archive.org/0/items/ec.cpe.5.9.1.1992/ec.cpe.5.9.1.1992.pdf>
- INEN. (Enero de 2014). *NTE INEN 1108 AGUA POTABLE REQUIS*. Obtenido de <https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-descargas/NTE%20INEN%201108%20-%20AGUA%20POTABLE.%20REQUISITOS.pdf#:~:text=Es%20el%20agua%20cuyas%20caracter%C3%ADsticas%20f%C3%ADsticas%2C%20qu%C3%ADmicas%20microbiol%C3%B3gicas,para%20modificar%20sus%>
- Jordán, A. (2019). “*CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO*”. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/29206/1/Tesis%20I.%20C.%201288%20-%20Jord%C3%A1n%20L%C3%B3pez%20Andr%C3%A9s%20Sebasti%C3%A1n.pdf>
- Llamuca, M., & Vallejo, J. (21 de Marzo de 2023). *Análisis del consumo horario residencial de agua potable del Cantón Guano*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10524>
- MAE. (Febrero de 2021). *BOLETIN N 049*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/los-guardianes-del-agua-promotores-de-la-conservacion-del-recurso-hidrico-para-la-vida/#:~:text=En%20Ecuador%2C%20un%20habitante%20consume%20en%20promedio%20249,de%20100%20litros%20de%20agua%20habitante%20por%20d%C3%ADa>
- Moreno, E., & Guamán, M. (1 de Agosto de 2023). *Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guamote*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11371>
- Morote, A. (30 de Junio de 2017). *Factores que inciden en el consumo de agua doméstico. Estudio a partir de un análisis bibliométrico*. Obtenido de <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201709>
- Moya, D., & Figueroa, K. (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*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29214>
- NEC. (2011). *NORMA ECUATORIANA DE LA NEC-11CAPÍTULO 16 NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA*. Obtenido de https://evirtual401.insteclrg.edu.ec/pluginfile.php/7535/mod_resource/content/1/nec2011_cap_16_norma_hidrosanitaria.pdf

- NEC. (2011). *NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA*. Obtenido de https://evirtual401.insteclrg.edu.ec/pluginfile.php/7535/mod_resource/content/1/nec2011_cap_16_norma_hidrosanitaria.pdf
- ONU. (2010). *Resolución A/RES/64/292. Asamblea General de las Naciones Unidas*. Obtenido de https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml#:~:text=El%2028%20de%20julio%20de%202010%2C%20a%20trav%C3%A9s,para%20la%20realizaci%C3%B3n%20de%20todos%20los%20derechos%20humanos.
- Parra, L., & Vásquez, M. (2017). *MUESTREO PROBABILÍSTICO Y NO PROBABILÍSTICO*. Obtenido de <http://www.unistmo.edu.mx/investigacion.html#iecy>
- Segrelles Serrano, J. A. (2007). *GEOPOLÍTICA DEL AGUA EN AMÉRICA LATINA:DEPENDENCIA, EXCLUSIÓN Y PRIVATIZACIÓN*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10045/2216>
- Superservicios. (2023). *Boletín - Seguimiento al comportamiento de consumos de agua potable*. Obtenido de <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Boletin-seguimiento-indicadores-prestacion-servicios-acueducto-I-semester-2023.pdf>
- Tipán, J. (2017). *ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26837/1/Tesis%201181%20-%20Tip%C3%A1n%20Jinde%20Julio%20C%3%A9sar.pdf>
- Zúñiga, M., Calderón , E., Tello, M., Andrade, A., & Arellano , A. (20 de Mayo de 2024). *Methodology for the Generation of Hourly Residential Drinking Water Consumption Curves and Their Relationship with the Consumption of Socioeconomic Strata*. Obtenido de <https://www.hrpub.org/download/20240530/CEA3-14836488.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de caracterización socioeconómica

INFORMACIÓN GENERAL																					
ENCUESTA Nº	DIRECCION:	FECHA:	SECTOR INEC:	MANZANA:	CASA CODIGO:																
NOMBRE DEL ENCUESTADO:		ES UD LA CABEZA DEL HOGAR <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>																			
INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA																					
1.- Nº DE PERSONAS QUE HABITAN EN EL HOGAR:	2.- Nº DE PERSONAS QUE DUERMEN GENERALMENTE EN EL HOGAR	3.- EN QUÉ TRABAJA USTED				4.- Nº DE PERSONAS QUE APORTAN ECONÓMICAMENTE EN EL HOGAR	5.- A CUÁNTAS PERSONAS MANTIENE	6.- 6.1) CUÁNTAS PERSONAS COMEN EN EL HOGAR <input type="text"/> FRECIENTEMENTE <input type="checkbox"/> OCASIONALMENTE <input type="checkbox"/> 6.2) CUÁNTAS PERSONAS COMEN FUERA DEL HOGAR <input type="text"/> RARA VEZ <input type="checkbox"/>													
		1) JUBILADO <input type="checkbox"/>	2) COMERCIANTE <input type="checkbox"/>	3) TRANSPORTISTA <input type="checkbox"/>	4) AGRICULTOR <input type="checkbox"/>				5) GANADERO <input type="checkbox"/>	6) ENSEÑANZA <input type="checkbox"/>	7) GERENTE O DIRECTOR <input type="checkbox"/>	8) TRABAJADOR DE LOS SERVICIOS <input type="checkbox"/>	9) PROFESIONAL Y/O TÉCNICO <input type="checkbox"/>	10) MANUFACTURA <input type="checkbox"/>	11) EMPLEADO DE OFICINA <input type="checkbox"/>	12) TRABAJADOR NO CALIFICADO <input type="checkbox"/>	13) OPERARIO U OPERADOR DE MAQUINARIAS <input type="checkbox"/>	14) ESTUDIANTE <input type="checkbox"/>	14) OTRO <input type="checkbox"/>		
13.- TIENEN VEHICULOS EN EL HOGAR	12.- LA VIVIENDA ES	11.- LA VIVIENDA QUE UD HABITA LA UTILIZA COMO				10.- Nº DE DORMITORIOS DE LA VIVIENDA	9.- Nº DE PISOS QUE OCUPA EN LA VIVIENDA	8.- CUÁLES	7.- TIENE ANIMALES												
1) SI <input type="checkbox"/> 2) NO <input type="checkbox"/> CUANTOS USO PERSONAL <input type="checkbox"/> DE TRABAJO <input type="checkbox"/>	1) PROPIA <input type="checkbox"/> 2) ARRENDADA <input type="checkbox"/> 3) PRESTADA <input type="checkbox"/> 4) HEREDADA <input type="checkbox"/>	-COMERCIAL <input type="checkbox"/> VENTA DE COMIDAS Y BEBIDAS <input type="checkbox"/> TIENDA DE ABASTOS <input type="checkbox"/> SUPERMERCADO <input type="checkbox"/> ROPA <input type="checkbox"/> LAVADORA <input type="checkbox"/> FELLOQUERIA <input type="checkbox"/>		-EDUCATIVA <input type="checkbox"/> MECANICA <input type="checkbox"/> OFICINA <input type="checkbox"/> FARMACIA <input type="checkbox"/> LICORERIA <input type="checkbox"/> HOSPEDAJE <input type="checkbox"/> PAPELERIA <input type="checkbox"/>		-RESIDENCIAL <input type="checkbox"/> CASA <input type="checkbox"/> DEPARTAMENTO <input type="checkbox"/> CUARTO <input type="checkbox"/>	-PERRO <input type="checkbox"/> -GATO <input type="checkbox"/> -CHANCHO <input type="checkbox"/> -BURRO <input type="checkbox"/> -CONEJO <input type="checkbox"/>	-CUY <input type="checkbox"/> -OVEJA <input type="checkbox"/> -AVES <input type="checkbox"/> -OTRO <input type="checkbox"/>	CUANTOS SI <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>												
14.- SERVICIOS QUE DISPONE				15.- CUÁLES DE LOS SIGUIENTES GASTOS SON MÁS IMPORTANTES EN SU HOGAR (ENUMERE EN EL ORDEN DE IMPORTANCIA)			16.- TIENE JARDÍN														
1) AGUA POTABLE <input type="checkbox"/>	2) LUZ ELÉCTRICA <input type="checkbox"/>	3) TELF CONVENCIONAL <input type="checkbox"/>	4) ALCANTARILLADO <input type="checkbox"/>	5) ALUMBRADO PÚBLICO <input type="checkbox"/>	6) RECOLECCIÓN DE BASURA <input type="checkbox"/>	7) TELF CELULAR <input type="checkbox"/>	8) INTERNET <input type="checkbox"/>	9) TV PAGADA <input type="checkbox"/>	10) EMPLEADA DOMÉSTICA <input type="checkbox"/>	11) SEGURIDAD PRIVADA <input type="checkbox"/>	12) OTRO <input type="checkbox"/>	AUMENTACIÓN <input type="checkbox"/>	SALUD <input type="checkbox"/>	VIVIENDA <input type="checkbox"/>	EDUCACIÓN <input type="checkbox"/>	VESTUARIO <input type="checkbox"/>	CRÉDITOS <input type="checkbox"/>	SEGUROS <input type="checkbox"/>	VIAJES <input type="checkbox"/>	OTROS <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

Fuente: (Arellano et al, 2012)

Anexo 2. Encuesta aplicada

ANÁLISIS DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE

PARRÓQUIA SAN JUAN

Datos Generales

Titular del medidor: _____ **Red:** _____

Estrato: _____ **Comunidad:** _____

Coordenadas: _____

La encuesta elabora preguntas para conocer el comportamiento del consumo de agua potable residencial como parte de un proyecto de investigación para la obtención del título de Ing. Civil. La información recaba será confidencial y no será compartida, se solicita leer con atención y responder con total honestidad.

1. Cuenta con el servicio de agua potable todos los días
SI _____ NO _____
2. A lo largo del día se presentan cortes de agua potable
SIEMPRE _____ A VECES _____ NUNCA _____
3. Indique el número de personas que residen en el hogar: _____
4. Según su percepción, la calidad del agua que llega a su vivienda es:
BUENA _____ REGULAR _____ MALA _____
5. Usted cuenta con algún tipo de reserva para almacenar agua potable
CISTERNA _____ TANQUE ELEVADO _____ NINGUNO _____
6. El agua que bebe de donde proviene: _____
7. El agua potable que llega a su hogar la utiliza para:
PREPARAR ALIMENTOS _____ ASEO PERSONAL _____ REGAR EL JARDÍN _____
BEBER _____ LAVAR ROPA _____ OTROS _____
8. Indique el número de aparatos sanitarios que tiene en su hogar

APARATO SANITARIO	SI	NO	NUMERO
Inodoros	()	()	_____
Duchas	()	()	_____
Lavamanos	()	()	_____
Lavaderos	()	()	_____
Lavamanos	()	()	_____

Observaciones

Fuente: Miranda (2024)

Anexo 3. Socialización y aplicación de encuestas en la parroquia San Juan.



Fuente: Miranda (2024)

Anexo 4. Registro de lecturas en los medidores de cada usuario



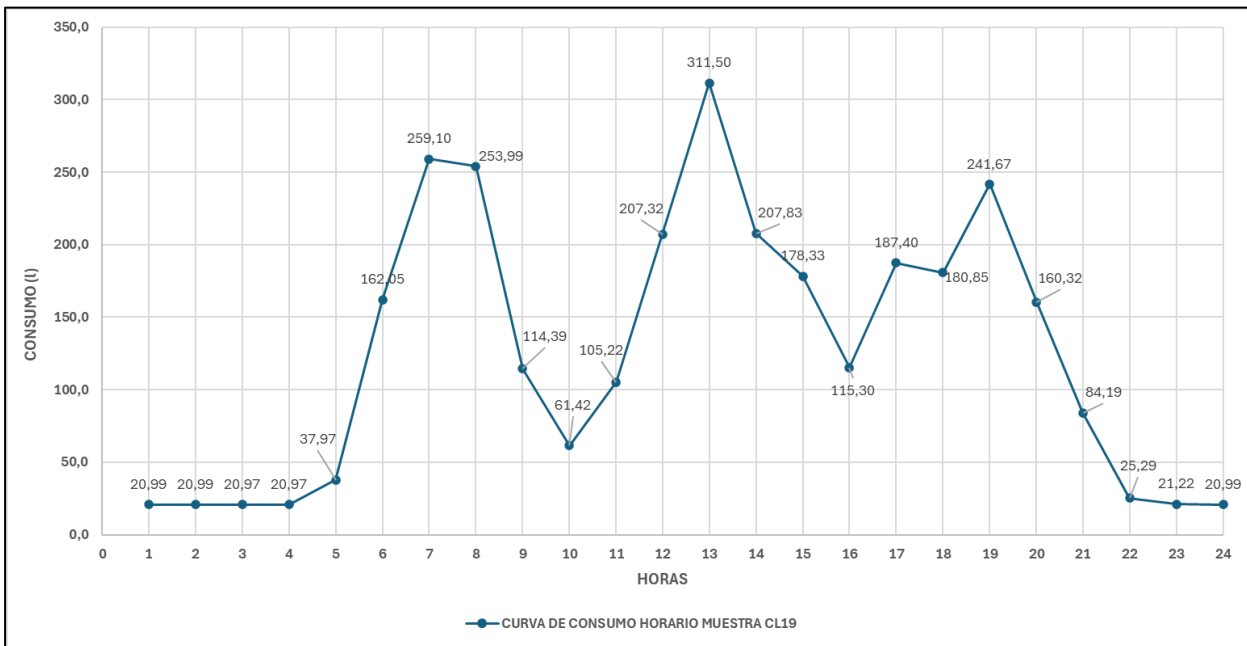
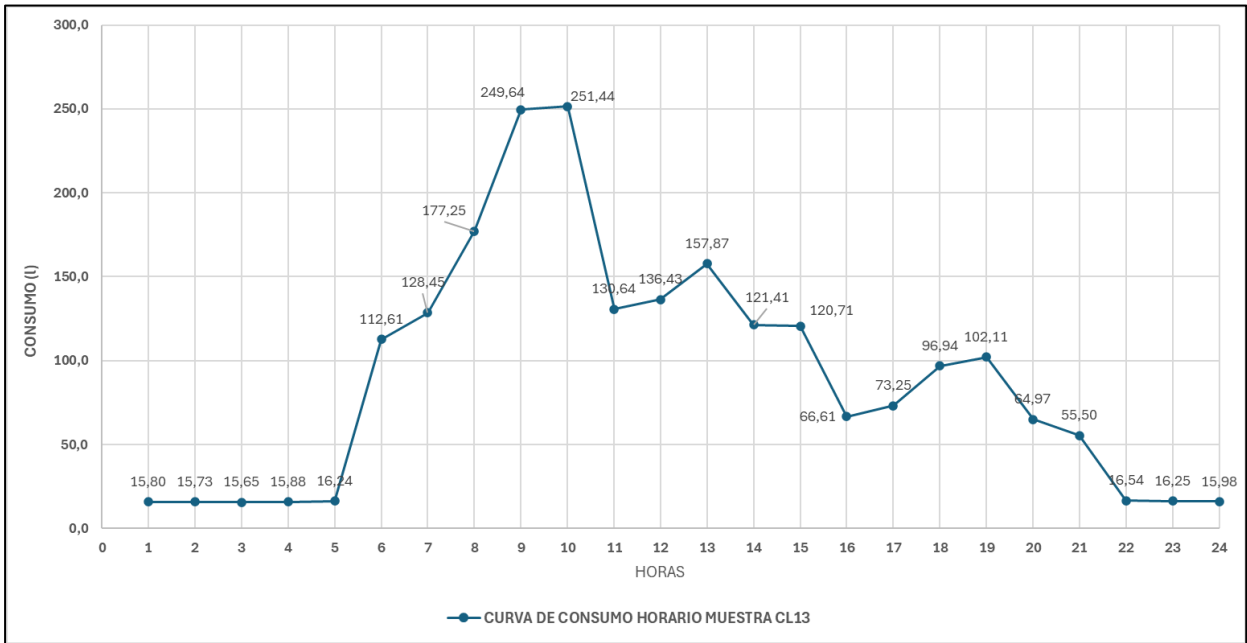
Fuente: Miranda (2024)

Anexo 5. Medidores en malas condiciones



Fuente: Miranda (2024)

Anexo 6. Registros de consumo de agua potable significativamente más elevados.



Fuente: Miranda (2024)