



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

**“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO
RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN GUAMOTE”**

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniera Civil

Autor:

Eliana Carolina Moreno Llango
Martha Cecibel Guamán Japón

Tutor:

MSc. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Moreno Llango Eliana Carolina** con CC: 0604071159, y **Guamán Japón Martha Cecibel** con CC: 1105135212, autores del trabajo de investigación titulado: **“Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable del cantón Guamote”** certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí 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, 01 de agosto de 2023.



Eliana Carolina Moreno Llango

C.I: 0604071159



Martha Cecibel Guamán Japón

C.I: 1105135212

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación “**Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable del cantón Guamote**”, presentado por **Eliana Carolina Moreno Llango** con cédula de identidad número **0604071159**, y **Martha Cecibel Guamán Japón** con cédula de identidad número **1105135212**, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

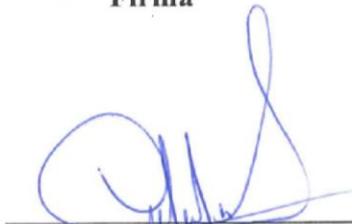
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 01 de agosto del 2023.

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Nelson Estuardo Patiño Vaca
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Lidia Johanna Gallardo Donoso
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. María Gabriela Zúñiga Rodríguez
TUTOR/A



Firma

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 el cantón Guamote**”, presentado por **Eliana Carolina Moreno Llango**, con cédula de identidad número **060407115-9** y **Martha Cecibel Guamán Japón** con cédula de identidad número **1105135212**, bajo la tutoría de **Mgs. María Gabriela Zúniga 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, 01 de agosto de 2023.

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Nelson Estuardo Patiño Vaca
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Lidia Johanna Gallardo Donoso
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma



CERTIFICACIÓN

Que, **MORENO LLANGO ELIANA CAROLINA** con CC: **060407115-9** y **GUAMÁN JAPÓN MARTHA CECIBEL** con CC: **110513521-2**, estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN GUAMOTE"**, cumple con el 2 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **urkund** porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 25 de julio de 2023

Ing. Marfa Zúniga, Mgs.
TUTOR(A) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

A mis padres por ser un ejemplo de superación y haberme apoyado incondicionalmente en todo momento a lo largo de mi carrera. A mis hermanas por darme ánimos y siempre creer en mí. Sin ellos no habría sido posible lograr esta meta.

Eliana Carolina Moreno Llango

Primeramente lo dedico a mi Dios por haberme dado salud y fuerza para culminar con mis estudios. Además a mis padres que siempre me apoyaron económicamente y moralmente y me dieron sus buenos consejos para así poder cumplir con mi sueño más grande.

Martha Cecibel Guamán Japón

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me siento agradecida plenamente con mis papás por su gran amor y cariño, además de siempre desear lo mejor para mí. A mis hermanas por haberme dado buenos consejos y palabras de aliento en los momentos más difíciles.

Agradezco a la Ing. Gabriela Zúñiga por su excelente guía en cada etapa de la tesis y por su arduo trabajo como tutora, gracias también por la confianza y paciencia al aclarar ciertas inquietudes.

Además, quiero agradecer a mi amiga Marthita por brindarme su apoyo, su gran amistad y por darme la oportunidad de cumplir este sueño juntas.

A mis maestros por su tiempo, dedicación y por enriquecerme de conocimientos a lo largo de mi carrera.

Eliana Carolina Moreno Llango

Agradezco a todas las personas que siempre me apoyaron durante mi etapa de estudio, principalmente a mis padres y hermanos que siempre confiaron en mí y nunca me dejaron sola a pesar de cualquier dificultad que se presentara en mi camino.

También agradezco a mi amiga Ely que siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas, así mismo agradezco a todos mis profesores por compartir todos sus conocimientos, en especial a la ingeniera Gabriela Zúñiga por ser nuestra tutora y guiarnos en todo momento con sus buenos ánimos y carisma.

Martha Cecibel Guamán Japón

ÍNDICE GENERAL

DERECHO DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBRO DE TRIBUNAL	
CERTIFICADO DE MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Zona de estudio	13
1.2 Antecedentes	14
1.3 Planteamiento del problema.....	15
1.4 Objetivos	16
1.4.1 General	16
1.4.2 Específicos	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Conceptos generales.....	17
2.1.1 El agua.....	17
2.1.2 Agua cruda	17
2.1.3 Agua potable	17
2.1.4 Redes de distribución	17
2.2 Consumo de agua potable	18
2.2.1. Factores que influyen el consumo de agua.....	18
2.2.2 Variaciones del consumo	18
2.2.3 Curva de consumo diario.....	19
2.3 Estado del arte.....	19
Capítulo III. METODOLOGÍA.....	21
3.1 Tipo de investigación.....	21
3.2 Diseño de investigación mediante esquema metodológico	21
3.3 Técnicas de recolección de datos	21
3.4 Población de estudio y tamaño de muestra.	22
3.4.1 Población.....	22
3.4.2 Muestra.....	23
3.5 Métodos de análisis, y procesamiento de datos.	23
3.5.1 Medición horaria de los volúmenes horarios de agua potable	24
3.5.2 Descripción del equipo de medición de caudales.....	24
3.6 Procesamiento y análisis estadísticos.....	25
3.6.1 Tabulación de datos iniciales	25
3.6.2 Validación de datos	26
3.6.3 Caudal medio.....	27

3.6.4 Caudal de fondo de fugas	27
3.6.5 Coeficiente de variación de consumo horario (kh)	27
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Principales factores que inciden en el consumo de agua potable	28
4.1.1 Estratificación.....	28
4.1.2 Habitantes por vivienda.....	33
4.1.3 Reserva de agua.....	33
4.1.4 Unidades Sanitarias	34
4.1.5 Unidades de Almacenamiento.....	35
4.1.6 Nivel de servicio.....	36
4.2 Curvas de consumo horario residencial	36
4.2.1 Consumos máximos horarios por redes de distribución.....	36
4.2.2 Estimación de la curva de modulación horario	40
4.2.3 Consumo horario residencial por estratos socioeconómicos.....	41
4.2.4 Coeficiente de consumo por redes	45
4.2.5 Comparativa de coeficiente de variación del consumo máximo horario del cantón Guamote vs normativa CPE INEN 5 (1992)	47
4.3. Discusión.....	49
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	51
5.1 Conclusiones	51
5.2 Recomendaciones	52
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Descripción y caudal del sistema de captación	15
Tabla 2 Tarifa del servicio de agua potable del cantón Guamote.....	15
Tabla 3 Puntaje para la categorización de una manzana según la ficha.	22
Tabla 4 Puntaje para la categorización de una manzana según las encuestas	22
Tabla 5 Distribución de estratos socioeconómicos por redes.....	29
Tabla 6 Comparación de los consumos horarios de las tres redes del cantón Guamote	39
Tabla 7 Comparación de los consumos horarios de acuerdo con los estratos socioeconómicos.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la Zona de estudio.....	13
Figura 2. Redes y tanques de almacenamiento.....	17
Figura 3. Curva de consumo horario máximo de una red de distribución de agua potable	19
Figura 4. Esquema metodológico de la investigación	21
Figura 5. Sector urbano residencial del cantón Guamote.....	23
Figura 6. Ubicación de las 150 viviendas encuestadas del cantón Guamote	24
Figura 7. Marca de medidores instalados en el cantón Guamote	25

Figura 8. Diagrama de dispersión de las redes del cantón Guamote	26
Figura 9. Diagrama de cajas y bigote de las redes del cantón Guamote	26
Figura 10. Tabulación de los estratos socioeconómicos	28
Figura 11. Identificación de medidores de estratos en la Red 1-San Juan Bajo.....	30
Figura 12. Identificación de medidores de estratos en la Red 2-San Juan Alto	31
Figura 13. Identificación de medidores de estratos en la Red 3-Carapungo	32
Figura 14. Promedio de habitantes por vivienda	33
Figura 15. Posesión de reserva de agua potable	33
Figura 16. Unidades sanitarias	34
Figura 17. Unidades de almacenamiento.....	35
Figura 18. Nivel de servicio	36
Figura 19. Curva de consumo horario residencial de la red San Juan Bajo del cantón Guamote.....	37
Figura 20. Curva de consumo horario residencial de la red San Juan Alto del cantón Guamote.....	38
Figura 21. Curva de consumo horario residencial de la red Carapungo del cantón Guamote.....	38
Figura 22. Curva comparativa del consumo horario residencial de las tres redes de distribución de agua potable en el cantón Guamote	39
Figura 23. Curva de modulación horaria residencial del cantón Guamote	41
Figura 24. Curva de consumo horario residencial del estrato B del cantón Guamote.	42
Figura 25. Curva de consumo horario residencial del estrato C del cantón Guamote.	42
Figura 26. Curva de consumo horario residencial del estrato D del cantón Guamote.	43
Figura 27. Curva comparativa del consumo horario residencial de los estratos en el cantón Guamote.....	43
Figura 28. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red San Juan Bajo vs el valor de la norma CPE INEN 5 (1992)	45
Figura 29. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red San Juan Alto vs el valor de la norma CPE INEN 5 (1992).....	46
Figura 30. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Carapungo vs el valor de la norma CPE INEN 5 (1992)	47
Figura 31. Curva comparativa del consumo horario de las tres redes de distribución de agua potable en el cantón Guamote.....	48
Figura 32. Mapa de los coeficientes máximos horarios de las tres redes de distribución del cantón Guamote.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Encuesta para el comportamiento de agua potable.....	55
Anexo 2 Encuesta para la caracterización urbanística	55
Anexo 3 Planilla de registro para la toma de datos de los volúmenes de los medidores	56
Anexo 4 Aplicación de encuestas a los habitantes del cantón Guamote.....	57
Anexo 5 Toma de datos de los medidores de cada usuario.....	58

RESUMEN

En la actualidad el agua se ha convertido en un elemento fundamental para la vida humana ya que ayuda a prevenir enfermedades, mejorar la salud y realizar actividades diarias. Por ende el presente trabajo de investigación tiene como objetivo estudiar el comportamiento del consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guamote, donde se realizó un estudio de la zona y se identificaron las redes de distribución que tiene el cantón para brindar el servicio de agua potable a sus habitantes, una vez identificadas las redes: San Juan Bajo, San Juan Alto y Carapungo, se realizó el estudio de la estratificación socioeconómica obteniendo como resultados tres estratos B, C y D. Para obtener los consumos horarios de cada red, se procedió a realizar la lectura de 35 medidores. Obteniendo como resultado las curvas horarias con sus respectivos caudales máximos para San Juan Bajo de 150,40 l/h a las 12h00, San Juan Alto de 135,90 l/h a las 13h00 y Carapungo de 129,25 l/h a las 20h00. En cuanto a los coeficientes de variación horaria según la norma CPE INEN 5 (1992) debe estar dentro del rango de 2 a 2,3, pero en base al estudio realizado se observa que en el cantón Guamote sobrepasa los límites establecidos por la normativa, como en la red de San Juan Bajo el máximo es de 2,52, San Juan Alto de 2,55 y Carapungo de 2,58. Finalmente se obtuvo el caudal medio de agua potable del cantón Guamote que es de 65,94 l/h.

Palabras claves: agua potable, consumo horario, estratos socioeconómicos, coeficientes de variación, caudal máximo.

ABSTRACT

Currently, water has become a fundamental element for human life as it helps to prevent diseases, to improve health and to carry out daily activities. Therefore, the present research work aims to study the behavior of residential hourly consumption of drinking water in the Guamote canton, where was carried out a study of the area and were identified the distribution networks that the canton has to provide drinking water service to its inhabitants. Once the networks were identified: San Juan Bajo, San Juan Alto and Carapungo, was carried out a study of the socioeconomic stratification, obtaining as results three strata B, C and D. To obtain the hourly consumption of each network, were read 35 meters. As a result, hourly curves were obtained with their respective maximum flow rates for San Juan Bajo of 150.40 l/h at 12h00, San Juan Alto of 135.90 l/h at 13h00 and Carapungo of 129.25 l/h at 20h00. According to CPE INEN 5 (1992) standard, hourly variation coefficients should be within the range of 2 to 2.3, but based on the study conducted, it was observed that in the Guamote canton it exceeds the limits established by the standard, as in the San Juan Bajo network, the maximum is 2.52, San Juan Alto of 2.55 and Carapungo of 2.58. Finally, the average flow rate of potable water was 65.94 l/h in the Guamote canton.

Key words: drinking water, hourly consumption, socioeconomic strata, coefficients of variation, maximum flow rate.



Reviewed by:

Lcda. Diana Chávez

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 065003795-5

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1 Zona de estudio

El cantón Guamote se encuentra situado en el centro de la provincia de Chimborazo, a 50 km de la ciudad de Riobamba, con las coordenadas UTM (754864,57E; 9786109,17S) (GAD Municipal de Guamote, 2019).

Guamote está conformado por tres parroquias, de las cuales únicamente una parroquia es urbana llamada con el mismo nombre de Guamote La Matriz y dos parroquias rurales: Cebadas y Palmira (GAD Municipal de Guamote, 2019). La cobertura de agua potable del cantón Guamote para el sector urbano es del 97,24% (Salazar, 2022).

La zona de estudio a analizar es el sector urbano perteneciente a la parroquia de Guamote La Matriz como se muestra en la *Figura 1*.

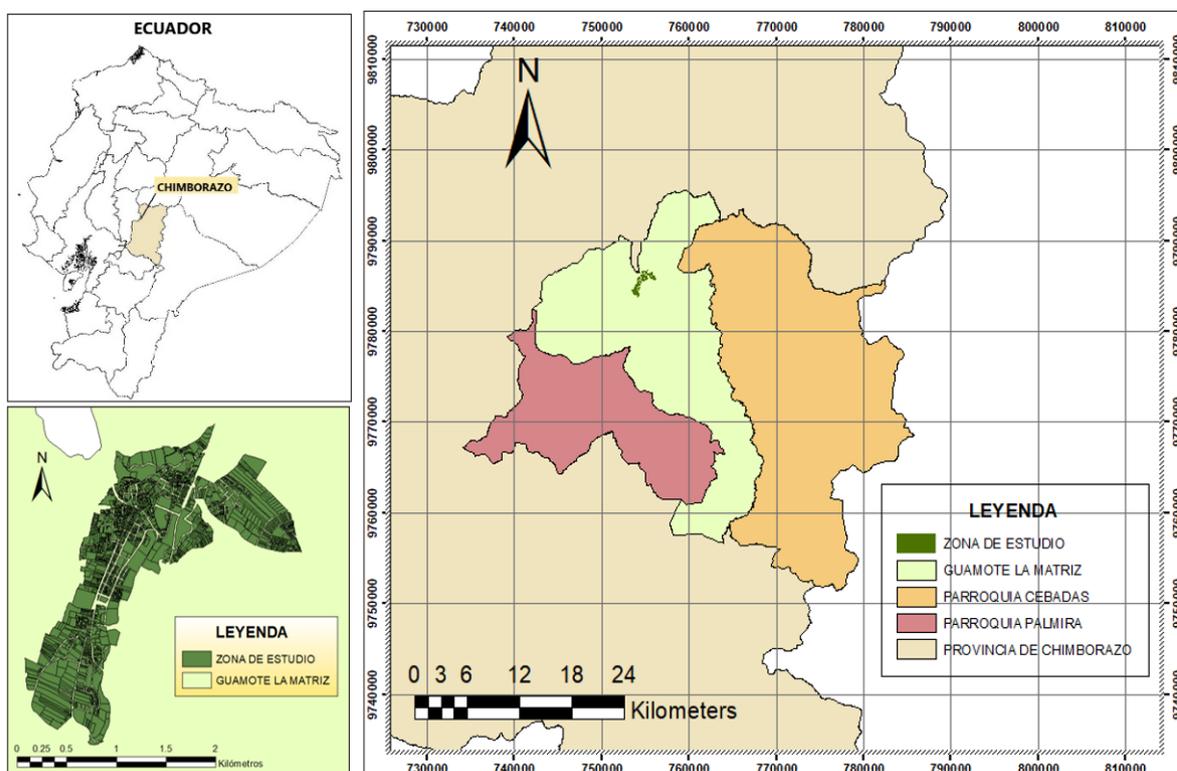


Figura 1. Localización de la Zona de estudio
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Guamote tiene un área de 1221,8 km², que corresponde al 18,5% del total de la provincia de Chimborazo. Además, posee un clima en ocasiones subtropical hasta un clima frío debido a sus páramos, con una altitud entre 2300 y 4420 msnm (Cazorla & Sela, 2021).

La topografía de Guamote es irregular, debido a la influencia de las cordilleras Central y Occidental, y la mayor parte de las áreas del cantón son pendientes marcadas, que en algunos casos pueden ser superiores a los 50 grados (GAD Municipal de Guamote, 2019).

1.2 Antecedentes

Guamote es considerado el segundo cantón más extenso de la provincia de Chimborazo. Según el censo del año 2010, tiene una población de 46640 habitantes, además se evidenció que el cantón representaba el 9,5% del total de la población de la provincia de Chimborazo y que un 94,1% de la población mayormente pertenecía a la población rural (GAD Municipal de Guamote, 2019).

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guamote, por medio de la Jefatura de Agua Potable y Alcantarillado se encarga de proveer los servicios básicos de agua potable y alcantarillado, además es el encargado del cuidado de las fuentes de captación y de los caudales asignados para abastecer a la población del cantón, además de autorizar aumentos de caudales o posibles nuevas fuentes de abastecimiento que permitan en un futuro tener un caudal suficiente para ampliaciones que se puedan suscitar en años próximos (GAD Municipal Guamote, 2022).

El Gad Municipal de Guamote abastece de agua potable a su población, a través de seis fuentes hídricas las cuales son: superficiales y subterráneas, las fuentes superficiales son: Chacaza Matipanga y Chipo Sacaguan; mientras que las subterráneas constan de: Santa Rosa, Chipo Chico, Totorillas y Ambato Poggio. Para el sector urbano el abastecimiento de agua potable proviene únicamente de 5 fuentes: Ambato Poggio, Chipo Chico, Chacaza Santa Rosa, Totorillas y Chacaza Matiapanga; el agua proveniente de las captaciones es conducida hasta las plantas de tratamiento y almacenada en tanques de reserva, para después abastecer a la comunidad mediante una red de distribución que está dividida en tres: Carapungo, San Juan Alto y San Juan Bajo (Salazar, 2022).

En base al proceso N°0087-2015-AT-DHP otorgada por la Secretaría Nacional del Agua, SENAGUA (2016), establece el uso y aprovechamiento del agua para la comunidad del cantón Guamote, mismo que será captado de las 5 vertientes con un caudal total de 25,23 l/s (ver **Tabla 1**).

Tabla 1*Descripción y caudal del sistema de captación*

N°	Descripción	Latitud	Longitud	Cota (m.s.n.m)	Caudal (l/s)
1	Vertiente Ambato Pogio	753778	9781210	3139	7,14
2	Vertiente Chipo Chico	753607	9782043	3133	2,44
3	Vertiente Totorillas	753293	9776604	3210	6,50
4	Chacaza Santa Rosa	750298	9784503	3469	2,81
5	Chacaza Matiapanga	750474	9784352	3428	6,34
Caudal total					25,23

Fuente. (GAD Municipal Guamote, 2022).

Según la Ordenanza Sustitutiva para el cobro de la tasa por la Provisión, Manejo, Control y Sanción de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, con fecha en Registro Oficial del martes 16 de octubre de 2018, en el cantón Guamote se aprueban las categorías de uso: comercial, residencial y oficial. Además, se establece tarifa mensual básica para cada categoría como se describe en la siguiente **Tabla 2**.

Tabla 2*Tarifa del servicio de agua potable del cantón Guamote*

RANGO DE CONSUMO DE AGUA		TARIFA USD/MES		
		Residencial	Comercial	Oficial
Básico	0m ³ a 15m ³	6,72	8,90	6,00
Adicional	(15m ³ a 50m ³) / m ³	0,145	0,484	0,048
	(50m ³ >) / m ³	0,193	0,967	0,242

Fuente. (GAD Municipal Guamote, 2020).

1.3 Planteamiento del problema

Según estudios realizados se menciona que más de 2000 millones de personas poseen escasez de agua esto debido a que existe cambios climáticos y un crecimiento poblacional y esto hace que no todas las personas puedan gozar de agua potable. En el año 2020 sólo el 74% de la población mundial utilizaba un servicio de suministro de agua para consumo humano tratado de forma segura, es decir, disponían de agua cuando lo necesitaban y sin contaminación (OMS, 2022).

Como se sabe desde muchos años atrás el agua siempre ha sido un elemento esencial para la población ya que está presente en todas las actividades cotidianas de nuestro día a día. Siempre y en cada momento la utilizamos para beber, limpiar, cocinar o para la higiene personal. Además, el agua es fundamental para la prevención de enfermedades (Construtec, 2018).

El acceso al sistema de agua potable para el consumo humano es fundamental, puesto que éste es uno de los factores más importantes que incide de forma directa en la

salud de los habitantes y por ende en la calidad de vida. Según INEN (2010), dentro del cantón Guamote el índice de población que tiene acceso a la red pública de agua potable que cumpla con parámetros físicos y químicos que garantizan el consumo de la misma es de apenas el 41,60%, por otro lado el 47,40% de la población obtiene el agua para su consumo a través de agua entubada proveniente de ríos o vertientes, este factor representa un problema de salud pública, puesto que se evidencia que gran parte de la población utiliza agua en condiciones no aptas para realizar todas las actividades cotidianas (GAD Municipal de Guamote, 2019).

Las pérdidas de agua son ocasionadas principalmente por las fugas en las redes de distribución de agua potable, lo cual reduce la eficiencia de las redes y esto ocasiona impactos económicos, ambientales y sociales, las fugas se presentan cuando hay fisuras en la tubería o en ciertos casos cuando se rompe, debido a cambios de presión, taponamiento o desgaste del material. Por ende, según la Agencia de Regulación y Control del Agua del Ecuador manifiesta que anualmente se pierde 320 millones de dólares por fugas y robos de agua potable, lo cual equivale a 696,2 millones de m³ de agua potable desperdiciados anualmente (1 metro cúbico de agua equivale a 1.000 litros) (Cuyo, 2022).

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Determinar el comportamiento del consumo horario de agua potable residencial del cantón Guamote.

1.4.2 Específicos

- Identificar la estratificación socioeconómica de la población residencial con la implementación de información recolectada, para determinar su incidencia en los consumos de agua potable.
- Elaborar la curva de consumo horario residencial de agua potable del cantón Guamote, mediante los datos obtenidos en campo para determinar los patrones y la demanda horaria de consumo de los usuarios.
- Procesar y tabular los resultados obtenidos mediante gráficas con la finalidad de conocer los factores que inciden en el consumo de los usuarios en las zonas urbanas residenciales del cantón Guamote.
- Obtener los coeficientes de variación de consumo horario de agua potable para analizar los valores máximos y mínimos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Conceptos generales

2.1.1 El agua

Es conocida como una sustancia química que se encuentra en la naturaleza, compuesto por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H₂O), es inodora insípida e incolora. El agua puede presentarse en forma líquida, sólida y gaseosa. Es considerado como una sustancia indispensable para la vida de los seres vivos (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad, 2023).

2.1.2 Agua cruda

Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para transformar sus características: físicas, químicas o microbiológicas (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108, 2014).

2.1.3 Agua potable

Es el agua que ha recibido cierto tratamiento modificando sus características físicas, químicas y microbiológicas con la finalidad de garantizar su aptitud para el consumo humano (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108, 2014).

2.1.4 Redes de distribución

En la parroquia La Matriz - Guamote existen tres redes de distribución, las cuales poseen tanques de almacenamiento mismos que se encargan de abastecer de agua a los sectores de San Juan Bajo, San Juan Alto y Carapungo como se muestra en la **Figura 2**.

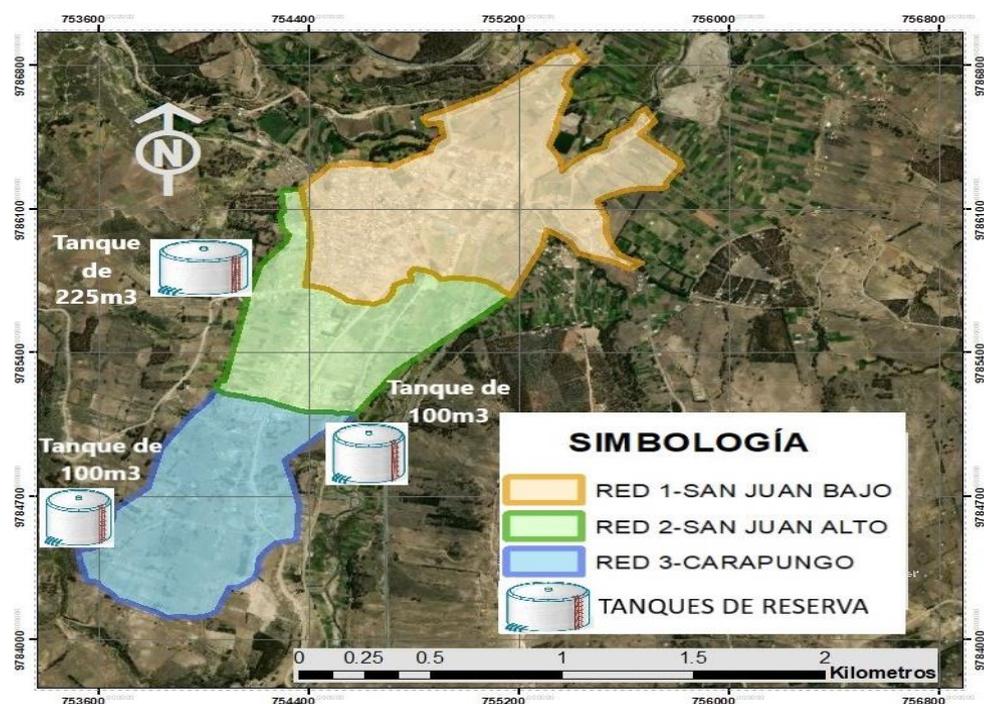


Figura 2. Redes y tanques de almacenamiento
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

2.2 Consumo de agua potable

Es el volumen de agua que se utiliza para cubrir todas las necesidades diarias por parte de los habitantes, es expresada en l/día o m³/día. Esto dependerá de varios factores como puede ser las condiciones climatológicas, y las actividades socio económicas de los habitantes de la localidad (Segovia, 2018).

2.2.1. Factores que influyen el consumo de agua

Los principales factores que influyen en la disminución o incremento del consumo de agua son: el tamaño de la población, debido a que cuando hay un crecimiento poblacional habrá un mayor incremento del consumo de agua, ocasionado la escasez en las redes de distribución para los habitantes, seguidamente tenemos el clima ya que en la actualidad se puede ver que existe un mayor incremento en la temperatura donde se utiliza en mayor cantidad el agua ya sea en el aseo personal, riegos, y entre otros. El nivel socioeconómico es otro de los factores por lo que existirá una mayor demanda del consumo ya sea en grandes o pequeñas ciudades, seguidamente tenemos la presión mientras mayor sea la presión el desperdicio de agua será mayor y viceversa, la existencia de los alcantarillados hace que incremente el uso del agua puesto que se puede evacuar con mayor facilidad y sin ningún problema, finalmente la existencia de las fugas esto depende de la calidad y el mantenimiento que se dan a las tuberías (Tipán, 2017).

Según Arellano & Lindao (2019) manifiestan que los factores que influyen en el consumo de agua se dividen en grupos como: socioeconómicos, climatológicos, sociodemográficos y la calidad de agua. Además, los factores van relacionados directamente al tamaño de la población es decir el número de personas por familia, hábito de la adquisición de agua ya que en las grandes ciudades adquieren agua embotellada en bidones, las fugas que pueden presentar en diferentes casas, los números de aparatos sanitarios como: inodoros, duchas, lavamanos entre otros, la capacidad económica, ya que los estratos de mayor capacidad consumen más en comparación a los estratos de menor capacidad. También va relacionado directamente al tiempo que las familias pasan en sus casas y a la temperatura debido a que si es más cálido el clima el consumo de agua es mayor por lo que será utilizado para riegos, y el consumo humano (Arellano et al., 2018).

2.2.2 Variaciones del consumo

Los valores que influyen en el abastecimiento del agua son las dotaciones y las variaciones de consumo puesto que los volúmenes de almacenamiento no logran ser iguales a la realidad, por ello para garantizar un diseño óptimo para un sistema de abastecimiento de agua potable es importante realizar el uso adecuado de los coeficientes de variación diaria y horaria de la demanda, puesto que estos expresan la relación entre el gasto máximo y medio que conduce en la tubería. Con ello se puede obtener el coeficiente de variación y la curva de variación de la demanda. Se utilizan los coeficientes diarios para la captación, conducción y reservorio, mientras que los coeficientes horarios para la aducción y red de distribución (CPE INEN 5, 1992).

La valoración correcta de la demanda de agua potable garantiza un buen diseño con una inversión necesaria y una buena calidad de agua, tomando en cuenta que la demanda debe estar sujeta a las variaciones interanuales, estacionales, semanales, diarias y horarias (Cáceres & Chambilla, 2019).

2.2.3 Curva de consumo diario

Es utilizada para poder determinar el consumo de agua por parte de los habitantes en un sector determinado de manera gráfica, lo cual facilita la información sobre los caudales reales que han sido consumidos por el usuario durante el día, ya sean bajos medios o altos así mismo se podrá conocer las horas pico es decir las horas donde se presentan mayor consumo de agua (Segovia, 2018). Además, proporciona información muy útil para el diseño de redes, estudio del tipo de medidor que mejor se adapte a la condición y estimar el nivel de fugas domiciliarias (Caiza, 2019).



Figura 3. Curva de consumo horario máximo de una red de distribución de agua potable
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

2.3 Estado del arte

El consumo de agua potable según estudios, demuestran que en países como México y Colombia tiende a aumentar dependiendo del número de habitantes por familia, sin embargo, en países como Ecuador y Londres el consumo disminuye, estas variaciones que existen sobre el consumo de agua potable en zonas residenciales evidencian que se debe realizar un estudio socioeconómico y no únicamente demográfico (Arellano & Peña, 2020). En Colombia se realizó una investigación referente al tema, donde se determinaron los consumos reales de agua potable para un total de 1233 usuarios residenciales de Bogotá, analizando el consumo neto per cápita de agua en 4 zonas de la ciudad. Dicho estudio presentaba en la curva de consumo valores muy estables y parecidos en los 7 días de la semana obteniendo valores máximos el lunes de 140 l/hab/día, los otros días entre 120-125 l/hab/día a excepción del domingo con 117 l/hab/día (Garzón & Ortiz, 2014).

Llanos (2021) realizó un estudio en la ciudad de Tacna (Perú), sobre los valores reales de los coeficientes de variación diaria y horaria con la finalidad de que en un futuro se logre optimizar diseños y obtener obras de agua potable de calidad y eficientes. Esta investigación obtuvo un coeficiente diario k_1 de 1,35 estableciendo que esa zona requiere de una mayor demanda diaria debido a que sobrepasa el valor de la norma de 1,30; mientras que el coeficiente horario k_2 fue de 1,83 mismo que se encuentra en el rango establecido de 1,8 - 2,5. En el caso de Ecuador hay estudios sobre la cantidad aproximada y la calidad de agua potable que consume cada región, pero se desconoce los hábitos de consumo, patrones de consumo, caudales máximos diarios, entre otros que ayuden a tener una visión más clara en lo que respecta una gestión integral sobre el consumo del agua potable (Tipán, 2017). Sin embargo, en nuestro país ya existen investigaciones sobre el comportamiento de consumo de agua potable en algunos lugares del país como: Ambato, Colta, Penipe, Baños, Pelileo, Guano y Riobamba.

Calderón & Tello (2022) evaluaron el estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en los cantones Colta y Penipe durante 7 días las 24 horas analizando un muestreo de 105 medidores para Colta y 88 en Penipe, en el cual se analizaron 8 barrios de Penipe y 12 barrios de Colta. Con esos datos obtenidos se determinó el coeficiente de variación k_h de 2,89 y 2,72 para Penipe y Colta respectivamente.

En el cantón Baños y Pelileo, se realizó un estudio donde obtuvieron mediciones las 24 horas durante 7 días. Evidenciando mediante las curvas de consumo horario residencial consumos máximos a las 6h00 de la mañana con un caudal de 80 l/h, al medio día con 120 l/h y en la noche a las 19h00 con 100 l/h para el cantón Baños; en cuanto al cantón Pelileo se dieron consumos mayores a las 6h00 con 80 l/h, a las 12h00 a 13h00 con 100 l/h y en la noche a las 18h00 con 80 l/h, concluyendo que el consumo máximo generalmente se dio en las horas pico debido a que son las horas donde las personas emplean más el agua (Macas & Rodas, 2022).

Llamuca & Vallejo (2023) realizaron su trabajo de investigación sobre el comportamiento de consumo horario residencial del cantón Guano, para lo cual tomaron datos de las tres redes pertenecientes del cantón obteniendo una muestra de 152 viviendas. Con los datos de los medidores se determinó consumos máximos de 134,25 l/h a las 6h00 de la mañana, 135,75 l/h al mediodía a las 11h00 y 151,21 l/h en la noche a las 19h00.

En Riobamba también se efectuó un estudio sobre el consumo horario durante 7 días las 24 horas, tomando datos a cuatro redes con una muestra de 379 viviendas. Los resultados obtenidos de los coeficientes de variación horaria determinaron que a las 7h00 existe un coeficiente máximo en tres redes: 2,99 en la red Maldonado, 2,61 en Piscin y 2,96 en Saboya; solamente en la red San Martín de Veranillo se presentó a las 6h00 con un valor de 2,52, evidenciando que ninguna red cumple el rango establecido por la norma (Alulema & Estrada, 2023).

Capítulo III. METODOLOGÍA.

3.1 Tipo de investigación.

La presente investigación utiliza una metodología de tipo: descriptiva, exploratoria y analítica; mediante el nivel descriptivo se determinarán los hábitos de consumo de agua potable en las zonas residenciales del sector urbano, las curvas de consumo horario y la interpretación de los resultados serán plasmados mediante un sistema de información geográfica; el nivel exploratorio se efectúa con visitas de campo para realizar encuestas acerca del consumo de agua potable y tomar un registro de las mediciones de los caudales durante 7 días las 24 horas; y el nivel analítico se encarga del proceso y tabulación de la información recolectada en el área de estudio con la finalidad de encontrar la curva de consumo horario y establecer con las encuestas el estrato socioeconómico.

3.2 Diseño de investigación mediante esquema metodológico



Figura 4. Esquema metodológico de la investigación

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

3.3 Técnicas de recolección de datos

Para la caracterización urbanística y socioeconómica se emplea el método de Arellano et al., (2012), que corresponde a una población menor de 150000 habitantes. El estudio se realiza en la zona urbana del cantón Guamate en las tres redes de distribución, donde se seleccionan viviendas de manera aleatoria en un total de 45 manzanas, tomando en cuenta la cantidad de edificaciones existentes, cantidad de pisos, calidad de las fachadas y calzadas y también de acuerdo con los servicios que dispone cada vivienda. Una vez aplicadas las encuestas a los moradores que se encuentran en el **Anexo 1 y Anexo 2**, se

procede a tabular y dar un puntaje a los resultados obtenidos de las preguntas, la puntuación va de acuerdo con los ingresos económicos de cada familia mientras más ingresos tengan el puntaje será mayor o viceversa, y así poder determinar el tipo de estrato al cual pertenece.

El puntaje para la categorización se detalla en las siguientes tablas:

Tabla 3
Puntaje para la categorización de una manzana según la ficha.

Rango	Categoría	Estrato socio económico
≥ 300	A	De ingresos altos
299 - 200	B	De ingresos mayores que el promedio
199 - 100	C	De ingresos menores que el promedio
≤ 100	D	De ingresos bajos

Fuente. (Arellano et al., 2012)

Tabla 4
Puntaje para la categorización de una manzana según las encuestas.

Rango	Categoría	Estrato socio económico
100 - 81	A	Alto
80 - 61	B	Medio Alto
60 - 31	C	Medio Bajo
30 - 0	D	Bajo

Fuente. (Arellano et al., 2012)

3.4 Población de estudio y tamaño de muestra.

3.4.1 Población

La población de estudio se realiza en las acometidas domiciliarias del sector residencial del cantón Guamate. Según los datos obtenidos del GAD cantonal se conoce que existen tres redes de distribución de agua potable para poder satisfacer a la zona urbana del cantón que tiene un total de 3136 habitantes de acuerdo con la proyección realizada para el año 2020 en base al censo realizado en el año 2010. La primera red abarca el sector de San Juan Bajo, la segunda red abastece a la comunidad de San Juan Alto y por último la tercera red ubicado en el sector de Carapungo.

3.4.2 Muestra

La muestra de la población urbano residencial del cantón se realiza con el tipo de muestreo no probabilístico, la cual se determina en base a un análisis realizado en campo de los predios urbanos, de esta manera se selecciona a un tamaño de la población inicial de 150 viviendas a la que se efectúa las encuestas para determinar los consumos de agua potable y posteriormente se realiza una depuración según ciertas características para registrar las lecturas manuales de los medidores durante las 24 horas/7 días.

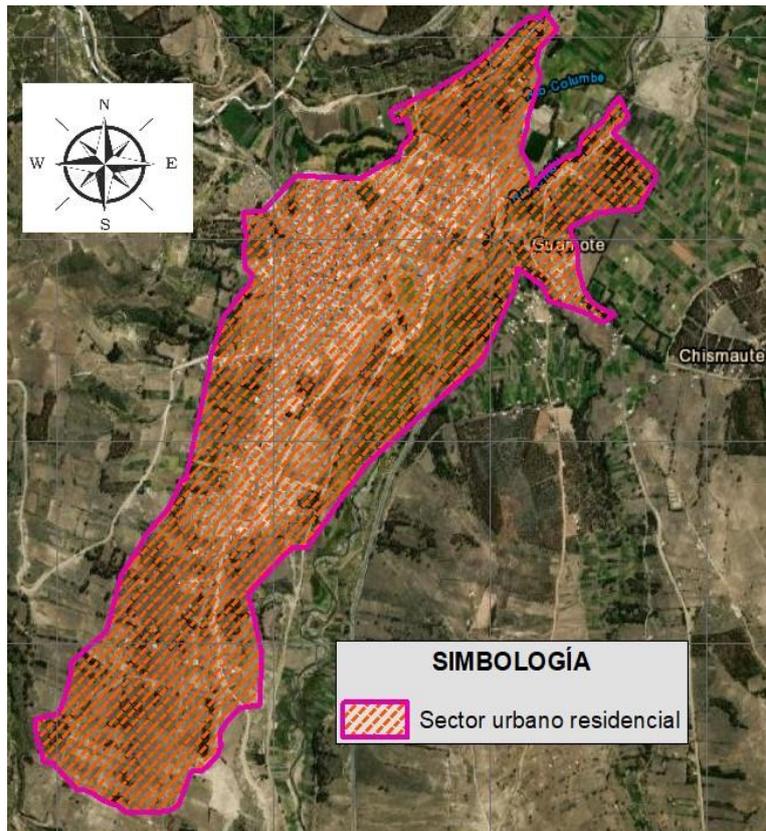


Figura 5. Sector urbano residencial del cantón Guamote

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

3.5 Métodos de análisis, y procesamiento de datos.

Para realizar la toma de datos en cuanto a las lecturas de los medidores se procede a identificar las viviendas que no cuentan con un tanque de reserva debido a que esto podría alterar los resultados ya que el propósito es determinar el consumo de agua potable real de cada vivienda durante el día. Se toma como muestra 50 viviendas de cada red llegando a obtener un total de 150 viviendas analizadas.

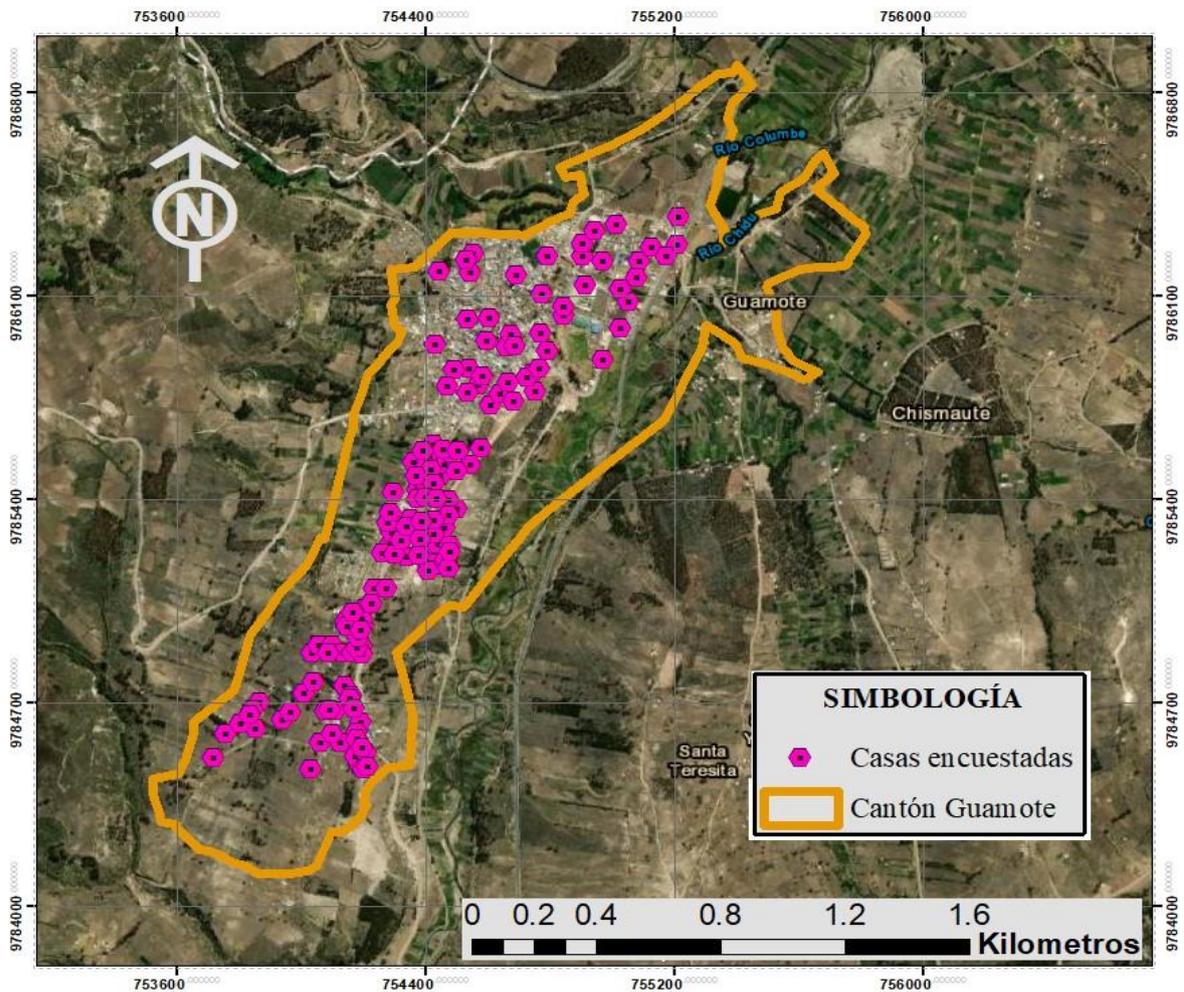


Figura 6. Ubicación de las 150 viviendas encuestadas del cantón Guamote
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

3.5.1 Medición horaria de los volúmenes horarios de agua potable

Para los volúmenes de agua potable se recolecta a base de una plantilla donde se registra la toma de datos de los 35 medidores por cada red durante 24 horas del día de los 7 días de la semana, los mismos que no contaban con tanque de reserva. En el **Anexo 3** se puede observar el formato de la plantilla que es utilizada para la toma de datos.

3.5.2 Descripción del equipo de medición de caudales

Mediante la toma de datos en campo se observa que todos los medidores que posee el cantón Guamote son de la marca “SAGA” de chorro múltiple con visor a 45° como se indica en la **Figura 7**. Para el registro del caudal de los medidores se registra los datos en metros cúbicos y litros, donde los números en color negro muestran la lectura en metros cúbicos y los números en color rojo muestran la lectura en litros.



Figura 7. Marca de medidores instalados en el cantón Guamote
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

3.6 Procesamiento y análisis estadísticos

3.6.1 Tabulación de datos iniciales

Se realiza una lectura en campo las 24 horas del día durante 7 días de la semana para cada una de las redes existentes en el cantón Guamote. Los datos recolectados se analizan cuidadosamente para identificar los patrones de consumo horario en cada red y estrato. Este análisis es esencial para comprender el uso del agua en cada red y estrato y poder tomar decisiones informadas en cuanto a la gestión del suministro de agua. Al conocer los patrones de consumo horario, se puede identificar en que momentos del día se requiere una mayor cantidad de agua y, en consecuencia, implementar medidas para garantizar que el suministro sea adecuado y suficiente durante esos momentos críticos.

Además, el análisis de los patrones de consumo horario también puede ayudar a identificar posibles fugas o desperdicios de agua en momentos de baja demanda, lo que puede contribuir a una gestión más eficiente y sostenible del suministro de agua.

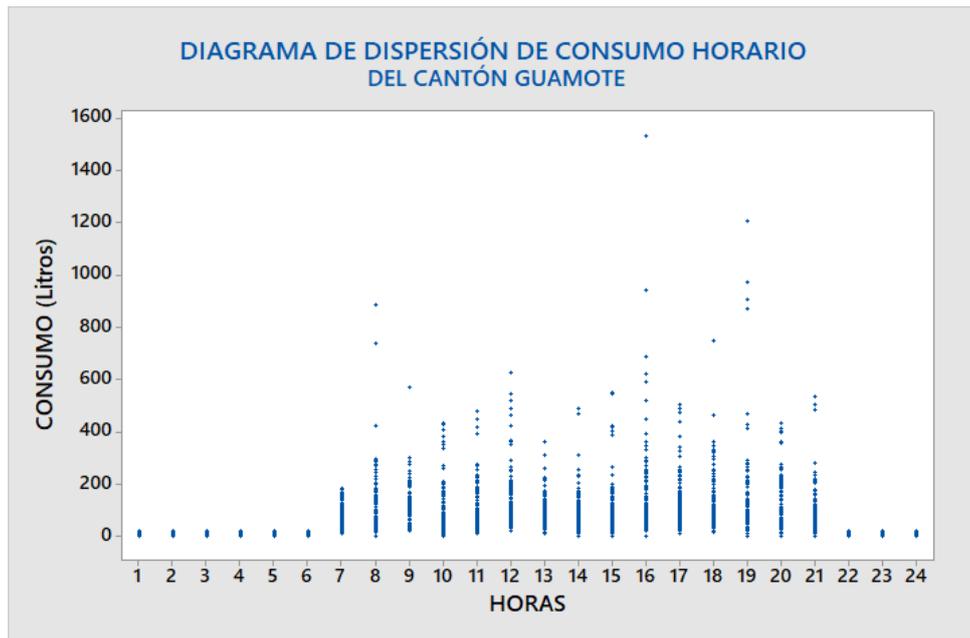


Figura 8. Diagrama de dispersión de las redes del cantón Guamote
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

3.6.2 Validación de datos

Para la validación de los datos se utiliza el programa Minitab 18, en el cual se realiza los diagramas de cajas y bigotes con todos los datos obtenidos para cada red y estrato correspondiente, con la finalidad de descartar los datos que se encuentran fuera del rango establecido, los datos a tomar son los que se encuentran en el cuartil Q3 de acuerdo como se puede visualizar en la **Figura 9**.

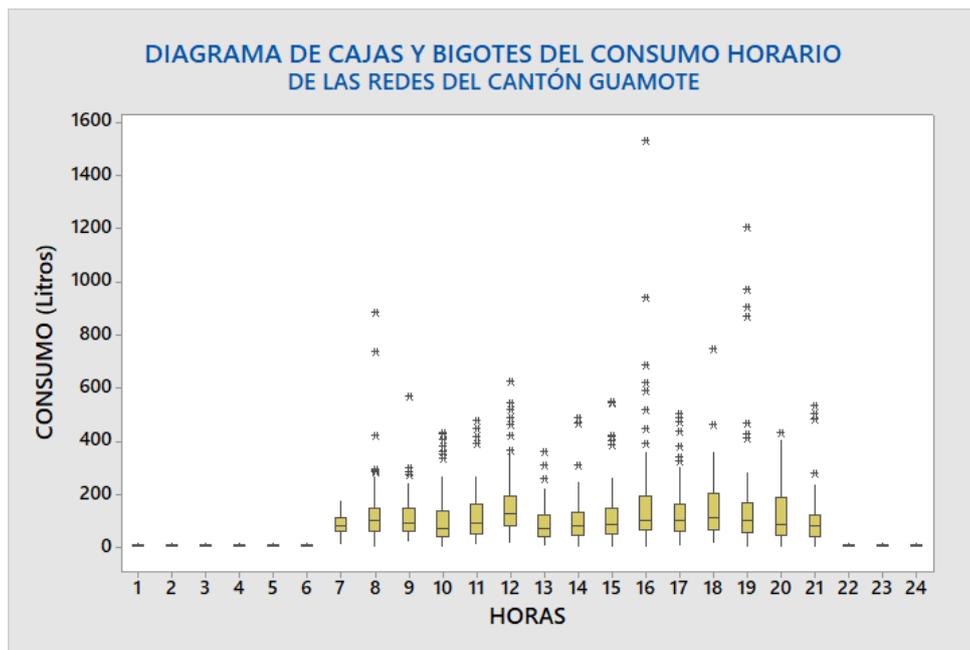


Figura 9. Diagrama de cajas y bigote de las redes del cantón Guamote
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

3.6.3 Caudal medio

El caudal medio es un promedio de los consumos horarios de agua potable. Para lo cual se expresa mediante la siguiente fórmula (1):

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

Siendo:

Q_{med} = Caudal medio

$\sum Q_h$ = Suma de caudal del agua en las 24 horas

3.6.4 Caudal de fondo de fugas

Para estimar el caudal de agua fugado se debe considerar que el agua se pierde a causa de fugas físicas. Por lo general, el caudal de fondo de fugas se encuentra presente en las horas de la madrugada, mismo que se calcula según Estrada (2019) con el 20% del caudal medio basado en parámetros establecidos por la Asociación Internacional del Agua (IWA) como se muestra en la siguiente fórmula (2).

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

Siendo:

Q_{fondo} = Caudal de fondo

Q_{med} = Caudal medio

3.6.5 Coeficiente de variación de consumo horario (kh)

El coeficiente de variación de consumo horario sirve para conocer el funcionamiento de la red de agua potable. Además, este coeficiente está en función del caudal medio y el caudal de consumo en cada hora. Según la norma (CPE INEN 5, 1992) el valor que debe tener este coeficiente debe estar en el rango de 2 a 2,30.

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

Siendo:

kh = Coeficiente de variación de consumo horario

Q_{med} = Caudal medio

Q_h = Caudal del agua en cada hora.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Principales factores que inciden en el consumo de agua potable

4.1.1 Estratificación

La estratificación social se refiere a la división de una sociedad en grupos o estratos basados en factores como la educación, la ocupación, el ingreso y el estatus social. En este caso, se presentaron estratos socioeconómicos B, C y D en tres redes diferentes (Red 1-San Juan Bajo, Red 2-San Juan Alto y Red 3-Carapungo). Para analizar la estratificación social en cada red, es necesario observar la distribución porcentual de cada estrato en cada red.

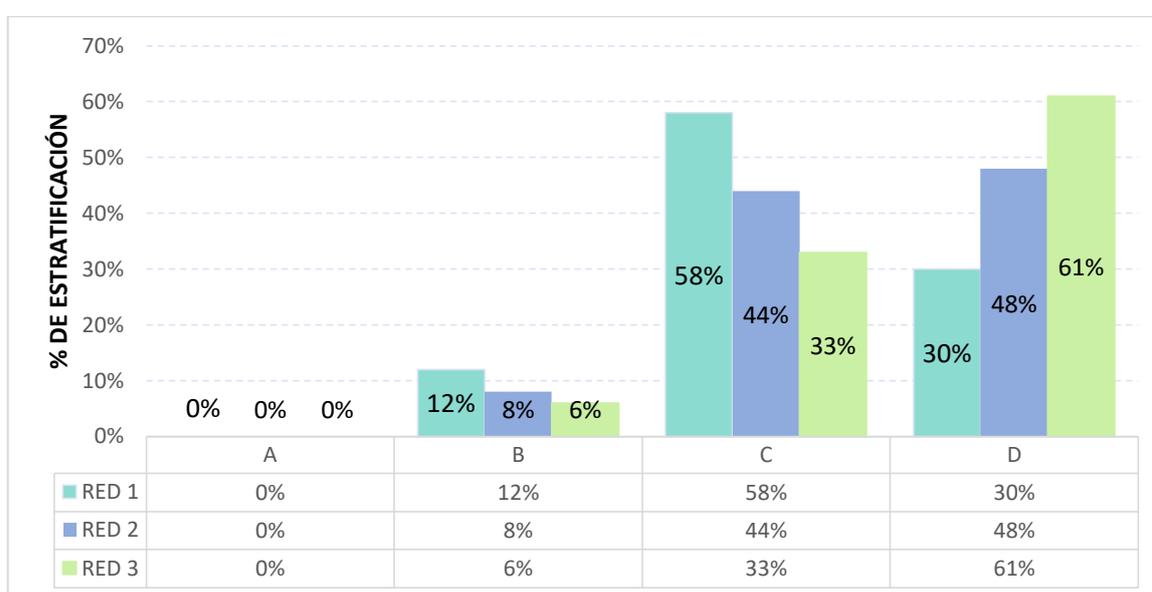


Figura 10. Tabulación de los estratos socioeconómicos

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Como se visualiza en la **Figura 10**, en la Red 1-San Juan Bajo la mayoría de los miembros (58%) pertenecen al estrato C, seguido por el estrato D (30%) y el estrato B (12%). El estrato A no está presente en esta red. Podemos inferir que los miembros de esta red tienen un nivel socioeconómico medio bajo y son en su mayoría profesionales o empleados públicos.

En la Red 2-San Juan Alto, la mayoría de los miembros (48%) pertenecen al estrato D, seguido por el estrato C (44%) y el estrato B (8%). Al igual que en la Red 1-San Juan Bajo, el estrato A no está presente en esta red. Podemos inferir que los miembros de esta red tienen un nivel socioeconómico bajo ya que en su mayoría son empleados, emprendedores y comerciantes minoritarios.

En la Red 3-Carapungo, la mayoría de los miembros (61%) pertenecen al estrato D, seguido por el estrato C (33%) y el estrato B (6%). Al igual que en las otras redes, el estrato A no está presente en esta red. Podemos inferir que los miembros de esta red tienen

un nivel socioeconómico bajo ya que la mayoría de las personas encuestadas poseen por profesión trabajadores no calificados o desempleados.

En resumen, la estratificación social varía significativamente entre las tres redes analizadas. La Red 1-San Juan Bajo tiene un nivel socioeconómico medio-bajo, la Red 2 - San Juan Alto tiene un nivel socioeconómico bajo y la Red 3 tiene un nivel socioeconómico bajo.

A continuación, en la **Tabla 5** se observa cómo se encuentran distribuidos los estratos para cada una de las redes, evidenciando que se realizó el análisis para un total de 105 viviendas como mínimo.

Tabla 5
Distribución de estratos socioeconómicos por redes

Redes de distribución	Estratos			Viviendas
	B	C	D	
Red 1- San Juan Bajo	4	20	11	35
Red 2- San Juan Alto	3	15	17	35
Red 3- Carapungo	2	12	21	35
Total				105

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Los estratos socioeconómicos para el cantón Guamate de las tres redes de distribución se encuentran compuestos geográficamente como se muestra a continuación:

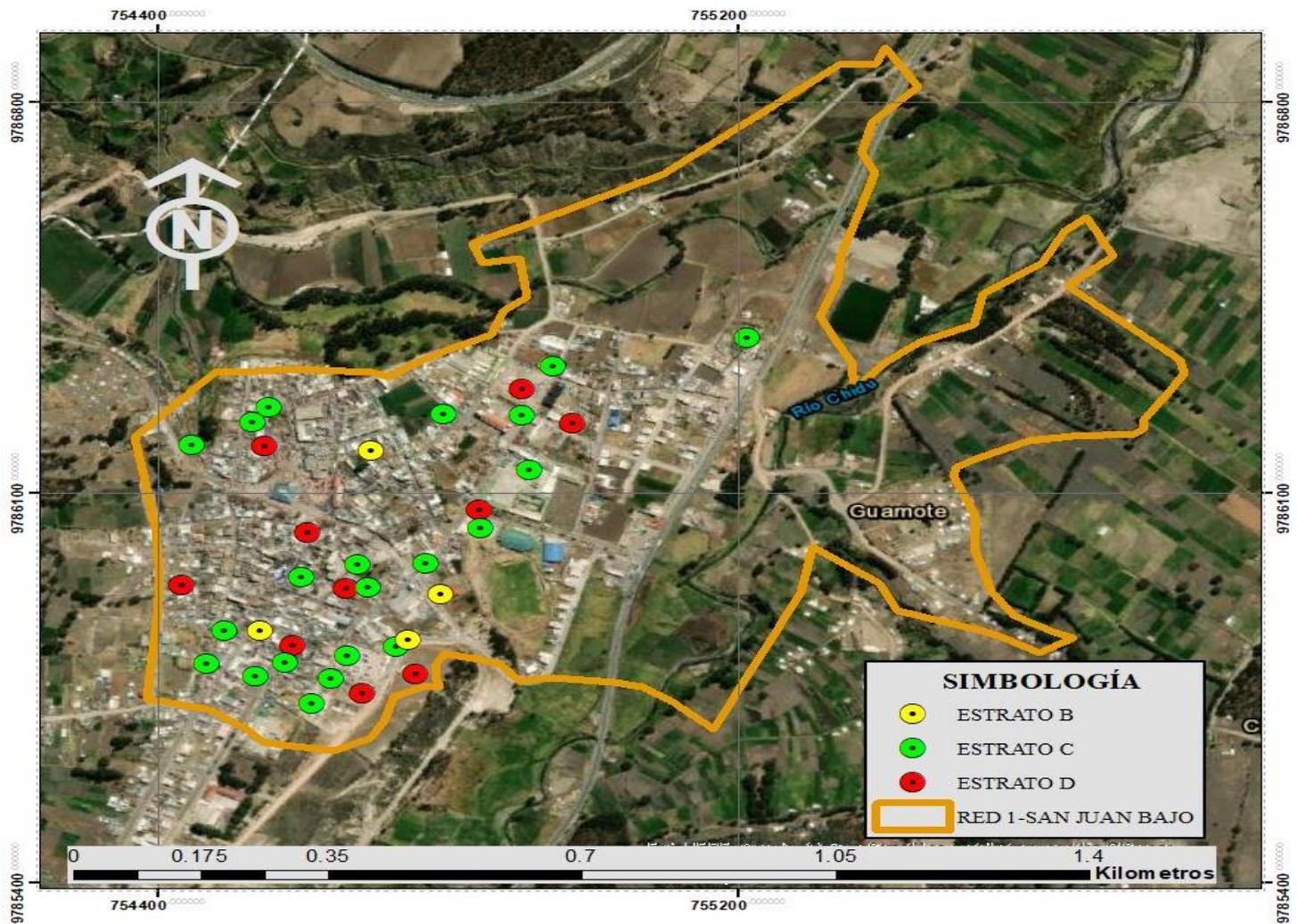


Figura 11. Identificación de medidores de estratos en la Red 1-San Juan Bajo
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

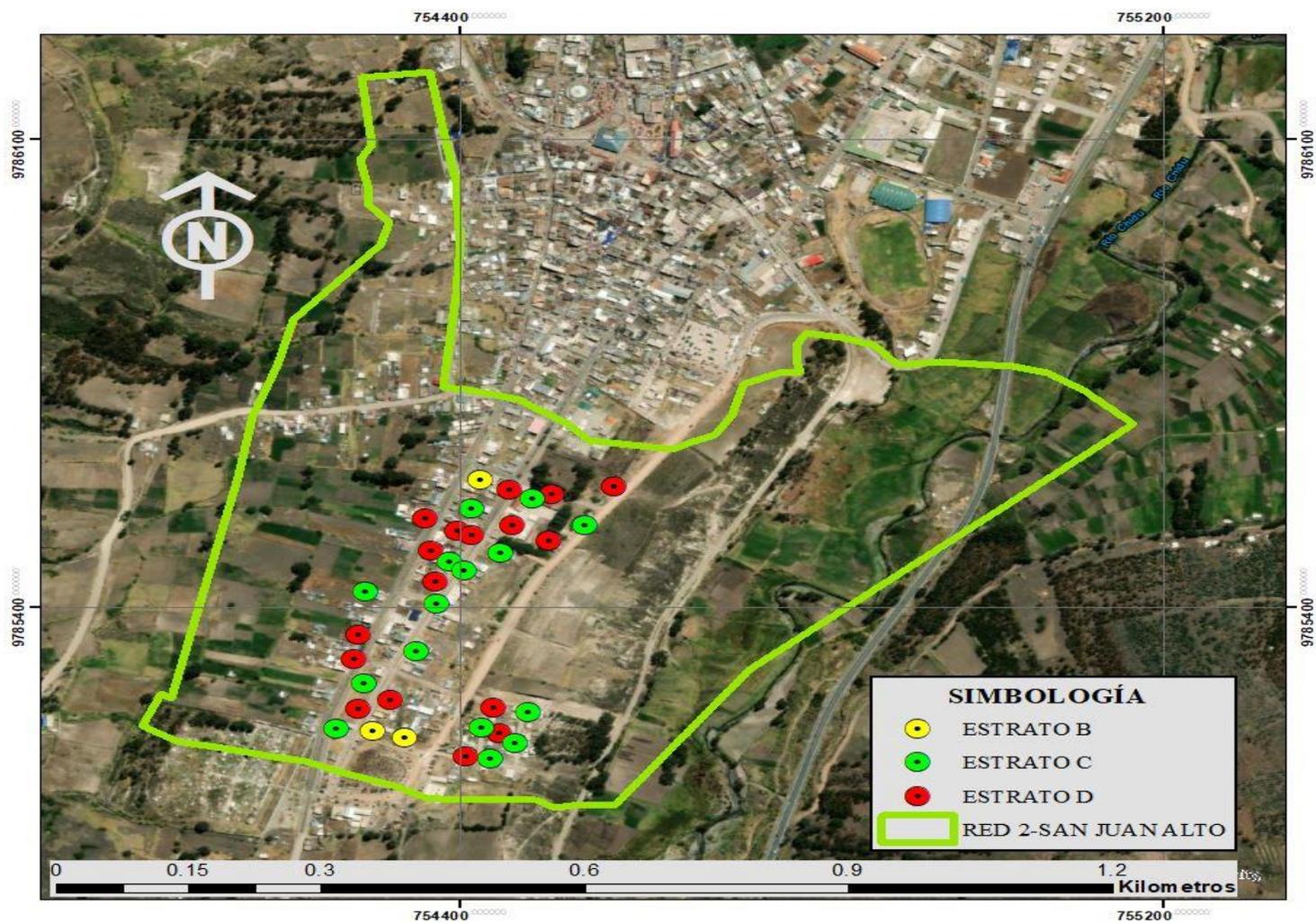


Figura 12. Identificación de medidores de estratos en la Red 2-San Juan Alto
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

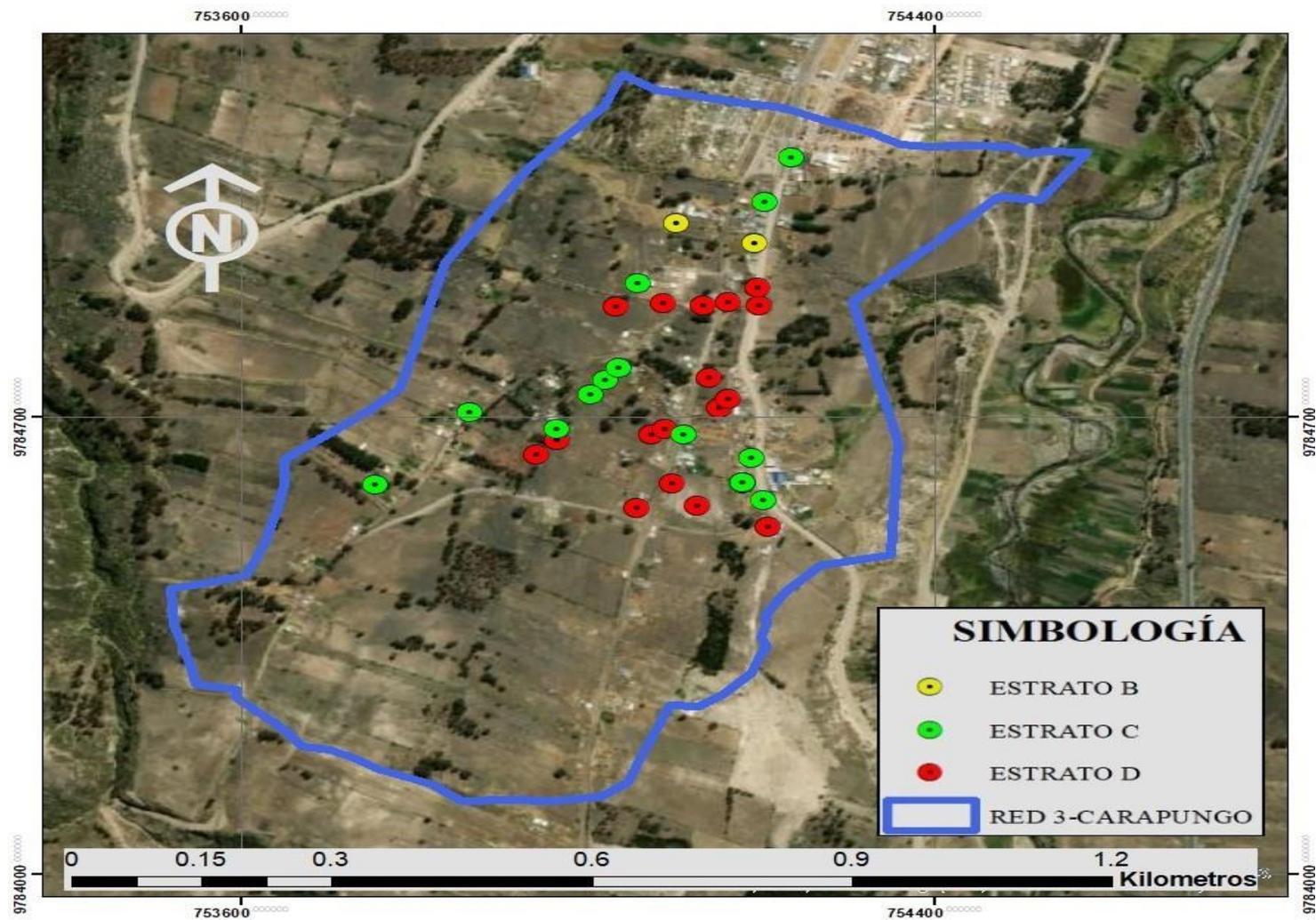


Figura 13. Identificación de medidores de estratos en la Red 3-Carapungo
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

4.1.2 Habitantes por vivienda

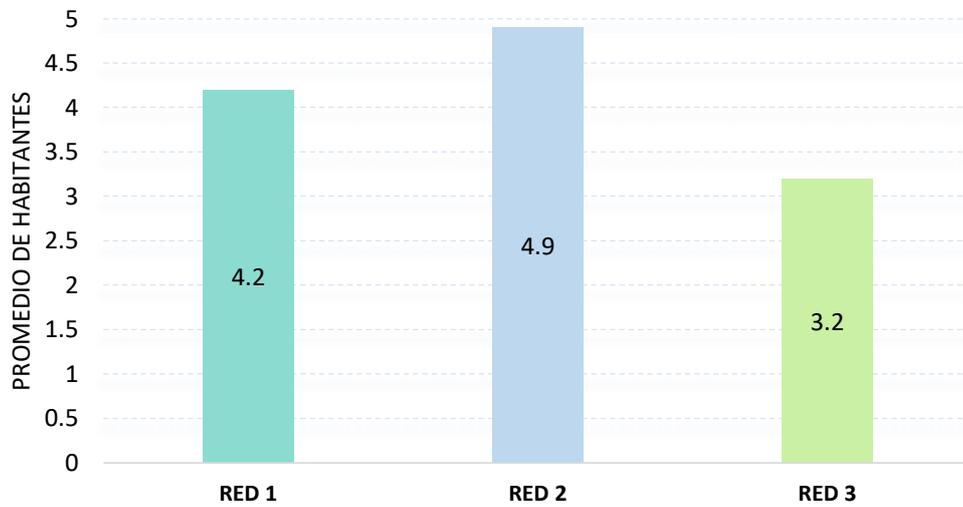


Figura 14. Promedio de habitantes por vivienda

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

El consumo de agua potable también se relaciona con la cantidad de habitantes, pero varía según las costumbres y hábitos de consumo de cada zona. Como se muestra en la **Figura 14** para la red 1-San Juan Bajo, se obtuvo un promedio de 4,2 habitantes/vivienda, mientras que la red 2-San Juan Alto un promedio de 4,9 habitantes/vivienda y por último la red 3-Carapungo un promedio de 3,2 habitantes/vivienda. Estos datos son importantes para determinar la capacidad de producción y distribución de agua potable en cada red, así como para implementar medidas de eficiencia en el consumo de agua.

4.1.3 Reserva de agua

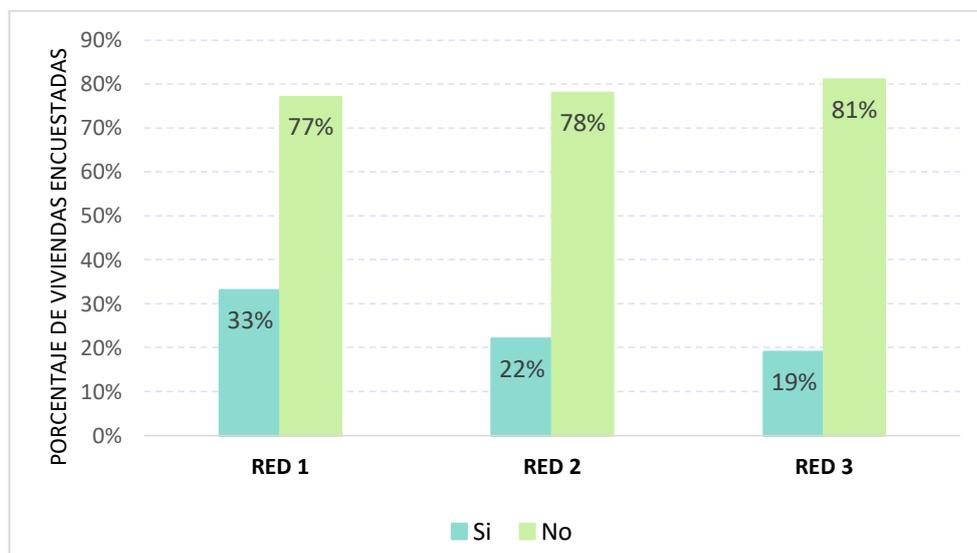


Figura 15. Posesión de reserva de agua potable

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Según los datos obtenidos de la encuesta realizada **Figura 15**, se determinó que el 33% de la Red 1-San Juan Bajo cuenta con una reserva de agua, mientras que el 67% no cuenta con ella. En el caso de la Red 2-San Juan Alto, el 22% de la misma cuenta con una reserva de agua, mientras que el 78% no la tiene. En cuanto a la Red 3-Carapungo, el 19% de la misma cuenta con una reserva de agua, mientras que el 81% no la tiene.

Es importante considerar que tener una reserva de agua puede ser una ventaja en caso de emergencias, ya que permite contar con un suministro de agua adicional en caso de interrupciones en el suministro principal. Además, una reserva de agua adecuada puede garantizar un suministro de agua estable durante períodos de alta demanda.

4.1.4 Unidades Sanitarias

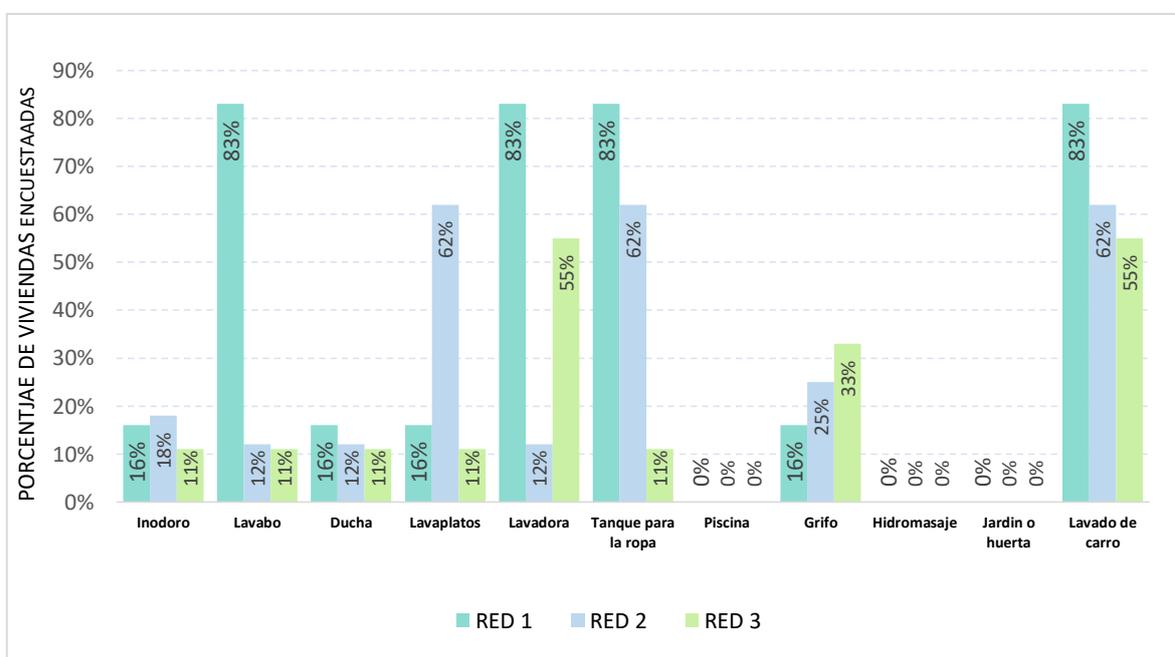


Figura 16. Unidades sanitarias

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

De acuerdo con los datos proporcionados, se realizó algunas observaciones sobre las unidades sanitarias en las diferentes redes:

Red 1-San Juan Bajo: Esta red tiene una alta proporción de lavabos, con el 83% de las unidades sanitarias. También tiene una alta proporción de lavadoras y tanques para la ropa, cada uno con el 83% de las unidades sanitarias.

Red 2-San Juan Alto: Esta red tiene una proporción relativamente baja de unidades sanitarias en comparación con las otras dos redes. El 18% son inodoros, el 12% son lavabos y duchas, y el 25% son grifos.

Red 3-Carapungo: Esta red presentó una baja proporción de unidades sanitarias como inodoros, lavabos y duchas, cada una representando el 11% del total de unidades sanitarias, un 55% son lavadoras y un 11 % son tanques para la ropa.

En términos generales como muestra la **Figura 16**, la Red 1-San Juan Bajo parece estar más enfocada en el uso personal y comercial, mientras que la Red 2-San Juan Alto se enfoca más en el uso comercial. La Red 3-Carapungo es más de uso personal.

4.1.5 Unidades de Almacenamiento

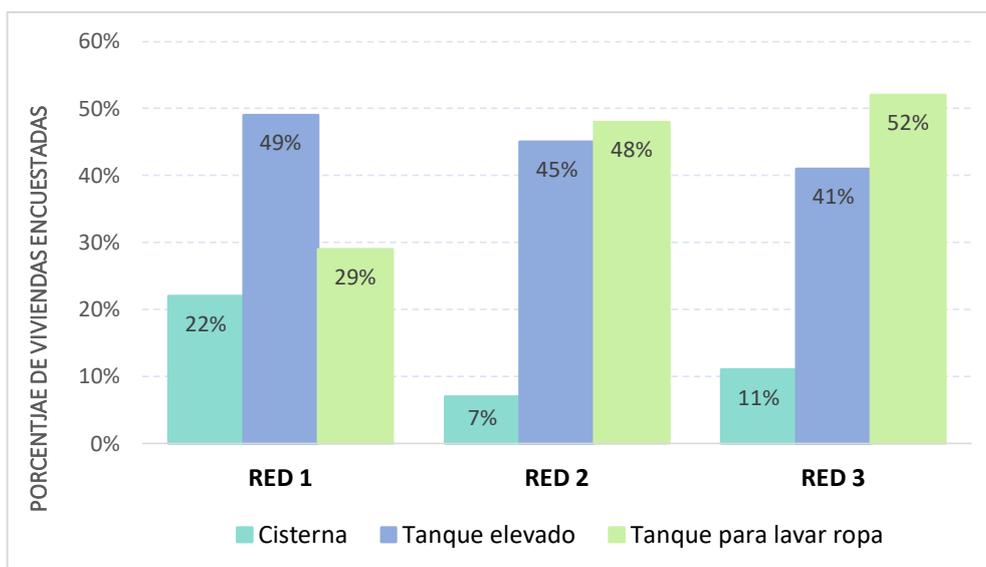


Figura 17. Unidades de almacenamiento

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

De acuerdo con los datos tabulados, se realizó un análisis de las unidades de reserva para agua potable en las diferentes redes:

Red 1-San Juan Bajo: La unidad de reserva más utilizada en esta red es el tanque elevado con un 49%, seguido de la cisterna con un 22% y el tanque para lavar ropa con un 29%.

Red 2-San Juan Alto: En esta red, el tanque para lavar ropa es la unidad de reserva más utilizada con un 48%, seguido del tanque elevado con un 45% y la cisterna con un 7%.

Red 3-Carapungo: El tanque para lavar ropa es la unidad de reserva más utilizada con un 52%, seguido del tanque elevado con un 41% y la cisterna con un 11%.

En general, se puede observar en la **Figura 17**, que el tanque elevado es la unidad de reserva más utilizada en las tres redes, seguido de la cisterna y el tanque para lavar ropa. Sin embargo, la proporción de uso de estas unidades varía entre las redes, lo que sugiere que las necesidades y condiciones de abastecimiento de agua potable pueden ser diferentes en cada red.

4.1.6 Nivel de servicio

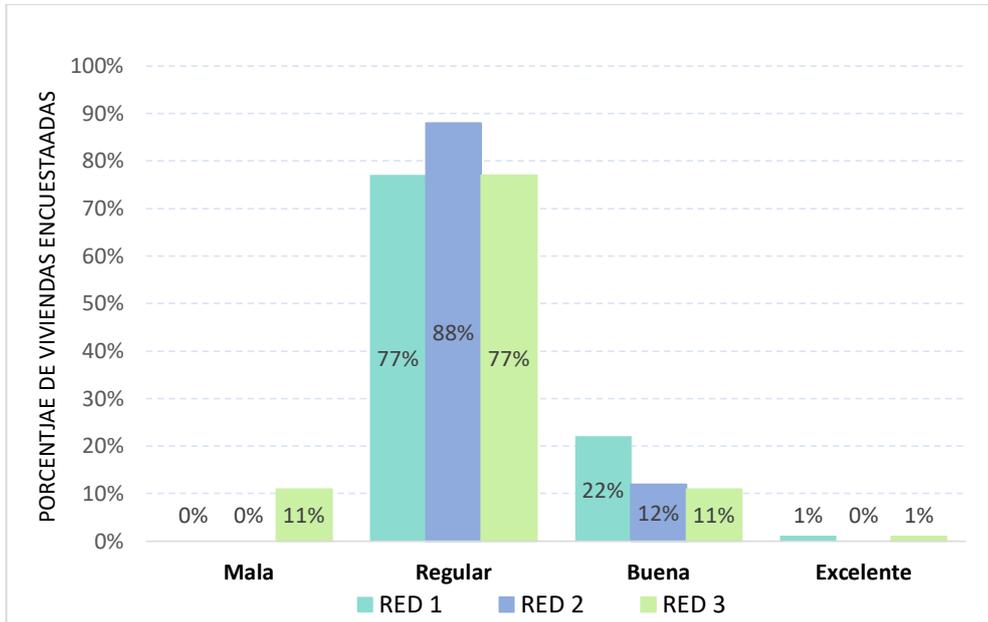


Figura 18. Nivel de servicio

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Según los datos tabulados de la **Figura 18**, se analizó el nivel de servicio de agua potable en cada una de las tres redes. En la red 1-San Juan Bajo, el 77% del servicio de agua potable se considera regular, mientras que el 22% se considera bueno y solo el 1% se considera excelente. En la red 2-San Juan Alto, el 88% del servicio de agua potable se considera regular, el 12% se considera bueno y no se informa sobre un servicio excelente o malo. Por último, en la red 3-Carapungo, el 77% del servicio de agua potable se considera regular, el 11% se considera bueno y solamente en esta red los usuarios consideraron como malo el servicio con un 11%.

4.2 Curvas de consumo horario residencial

4.2.1 Consumos máximos horarios por redes de distribución

En el cantón Guamote existen tres redes de distribución para abastecer de agua potable a la mayoría de los habitantes, cada red posee diferentes caudales de acuerdo con los consumos de los habitantes al día. Como se puede apreciar en la **Tabla 6** las tres redes con sus respectivos caudales máximos durante el día, que para una mayor interpretación se representará gráficamente.

A continuación, se puede observar la comparación de las tres redes de distribución que dotan agua potable para el cantón de Guamote. La red que registra un caudal máximo es la red 1 que cubre el sector de San Juan Bajo con 150,40 l/h al mediodía 12h00.

El consumo de agua en la red de distribución 1 que distribuye el agua para el sector de San Juan Bajo mostró patrones diarios con picos alrededor del mediodía y la tarde como se puede apreciar en la **Figura 19**. El consumo máximo en dicha red es a las 12h00 del mediodía con un caudal de 150,40 l/h y un caudal medio de 59,67 l/h.

En cuanto la **Figura 20** de la red de distribución 2 del sector de San Juan Alto, muestra patrones diarios con picos alrededor del mediodía y la tarde. El consumo máximo se observó a la 13h00 del mediodía con un caudal de 135,90 l/h y un caudal medio de 53,28 l/h.

Finalmente, en la red de distribución 3 que abastece de agua potable al sector de Carapungo se observó que esta red presenta tres horas pico que son en la mañana, tarde y en la noche como se muestra en la **Figura 21**. Sin embargo, el consumo máximo se presentó en la noche a las 20h00 con un caudal de 129,25 l/h, las demás horas tienen caudales bajos esto es debido a que las personas salen de sus casas.

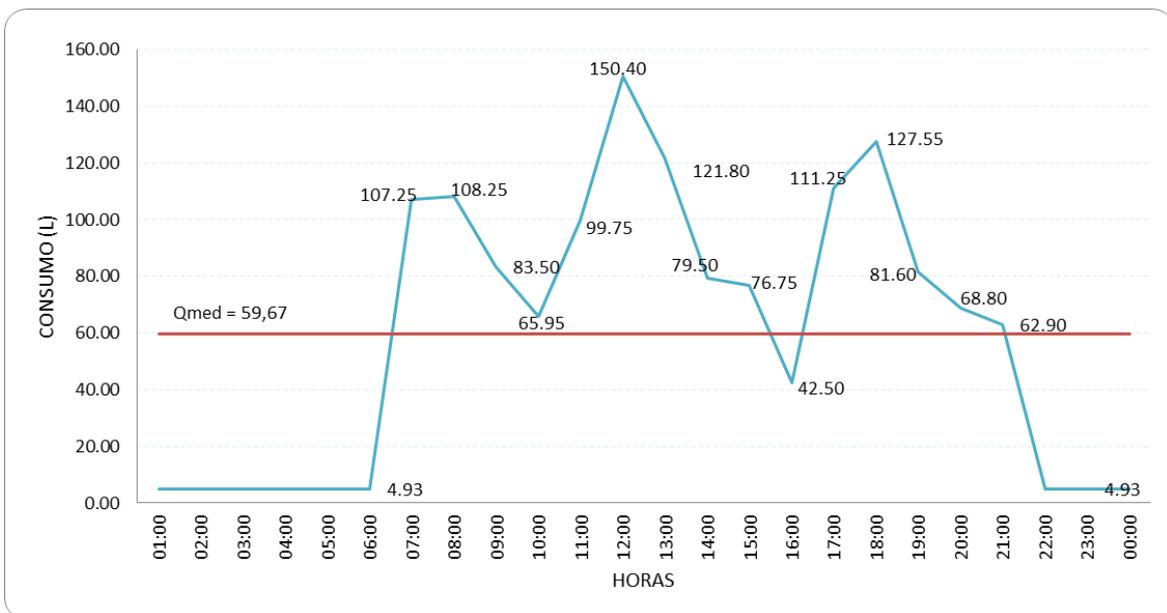


Figura 19. Curva de consumo horario residencial de la red San Juan Bajo del cantón Guamote.

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

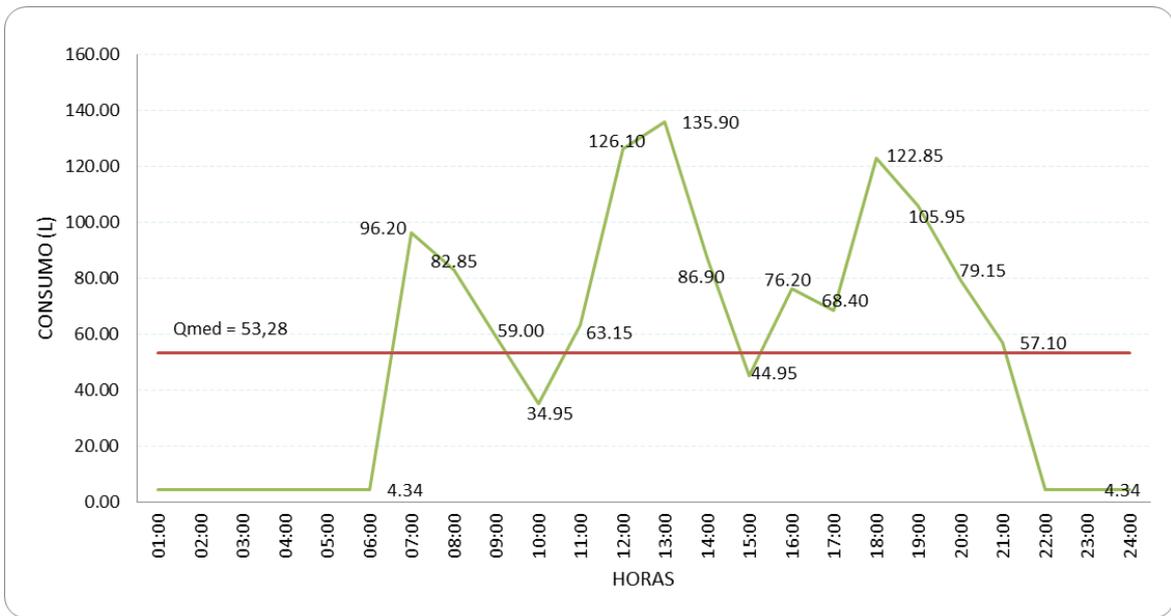


Figura 20. Curva de consumo horario residencial de la red San Juan Alto del cantón Guamote.
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

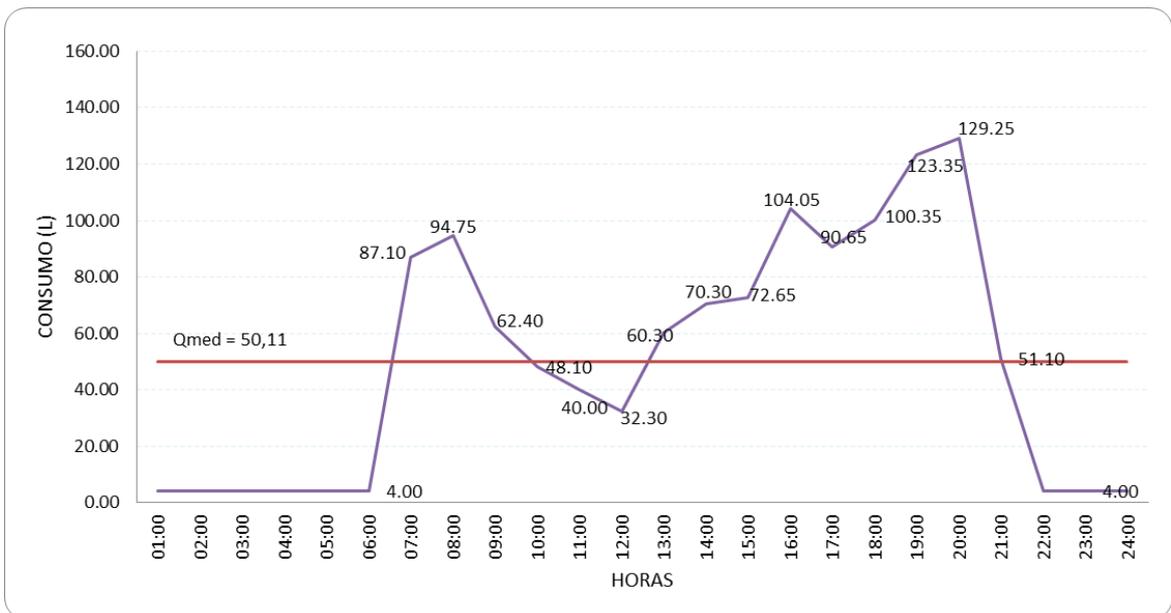


Figura 21. Curva de consumo horario residencial de la red Carapungo del cantón Guamote.
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Como se puede apreciar en la **Figura 22**, se obtuvo la gráfica de las tres redes de distribución de agua en el cantón Guamote. Cada red de distribución tiene sus respectivos consumos de cada hora como también sus consumos máximos y mínimos. En la red de distribución 1 de San Juan Bajo y la red 2-San Juan Alto se observan fluctuaciones casi similares en el consumo de agua a lo largo del día, con picos alrededor del mediodía y en la tarde. En cambio, la red de distribución 3 de Carapungo, se observan patrones diarios con picos alrededor de la mañana, tarde y en la noche. En resumen, todas las redes de

distribución presentan patrones diarios con picos en horas específicas del día, con un consumo promedio moderado y una variabilidad del consumo moderada a alta.

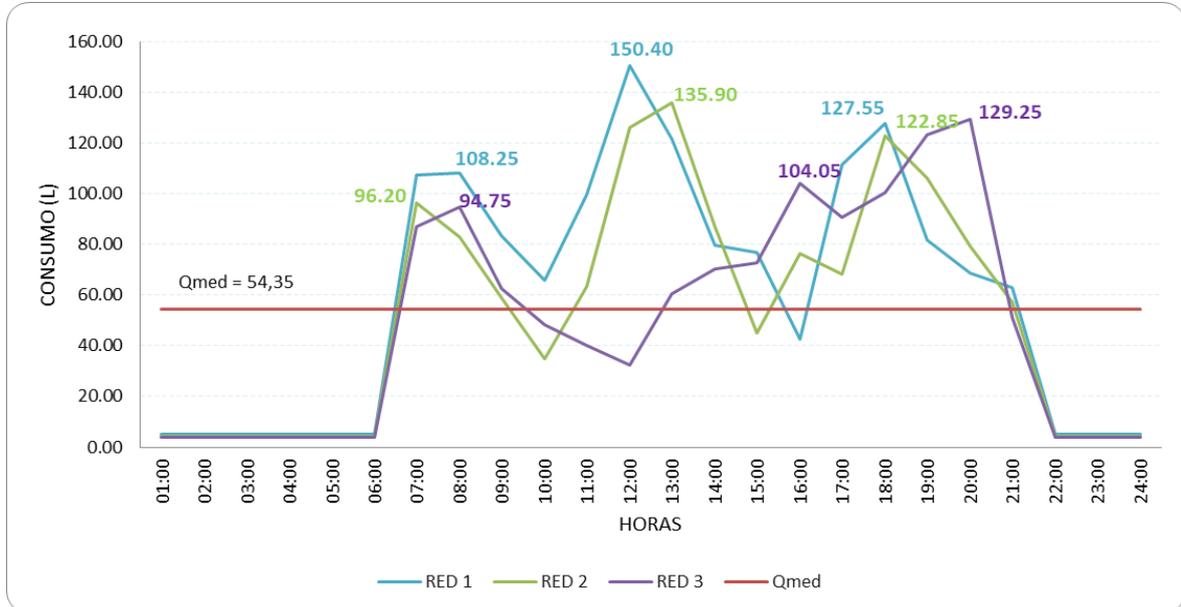


Figura 22. Curva comparativa del consumo horario residencial de las tres redes de distribución de agua potable en el cantón Guamote

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Tabla 6

Comparación de los consumos horarios de las tres redes del cantón Guamote

Hora (h)	Caudal (l/h)		
	Red 1 San Juan Bajo	Red 2 San Juan Alto	Red 3 Carapungo
1:00	4.93	4.34	4.00
2:00	4.93	4.34	4.00
3:00	4.93	4.34	4.00
4:00	4.93	4.34	4.00
5:00	4.93	4.34	4.00
6:00	4.93	4.34	4.00
7:00	107.25	96.20	87.10
8:00	108.25	82.85	94.75
9:00	83.50	59.00	62.40

10:00	65.95	34.95	48.10
11:00	99.75	63.15	40.00
12:00	150.40	126.10	32.30
13:00	121.80	135.90	60.30
14:00	79.50	86.90	70.30
15:00	76.75	44.95	72.65
16:00	42.50	76.20	104.05
17:00	111.25	68.40	90.65
18:00	127.55	122.85	100.35
19:00	81.60	105.95	123.35
20:00	68.80	79.15	129.25
21:00	62.90	57.10	51.10
22:00	4.93	4.34	4.00
23:00	4.93	4.34	4.00
24:00	4.93	4.34	4.00

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

4.2.2 Estimación de la curva de modulación horario

A partir de las curvas de cada red, se realizó la curva general del cantón Guamote, donde se puede observar en la **Figura 23** el caudal máximo del cantón de 150,40 l/h a las 12h00 donde el consumo de agua es mayor, con un caudal medio de 67,39 l/h.

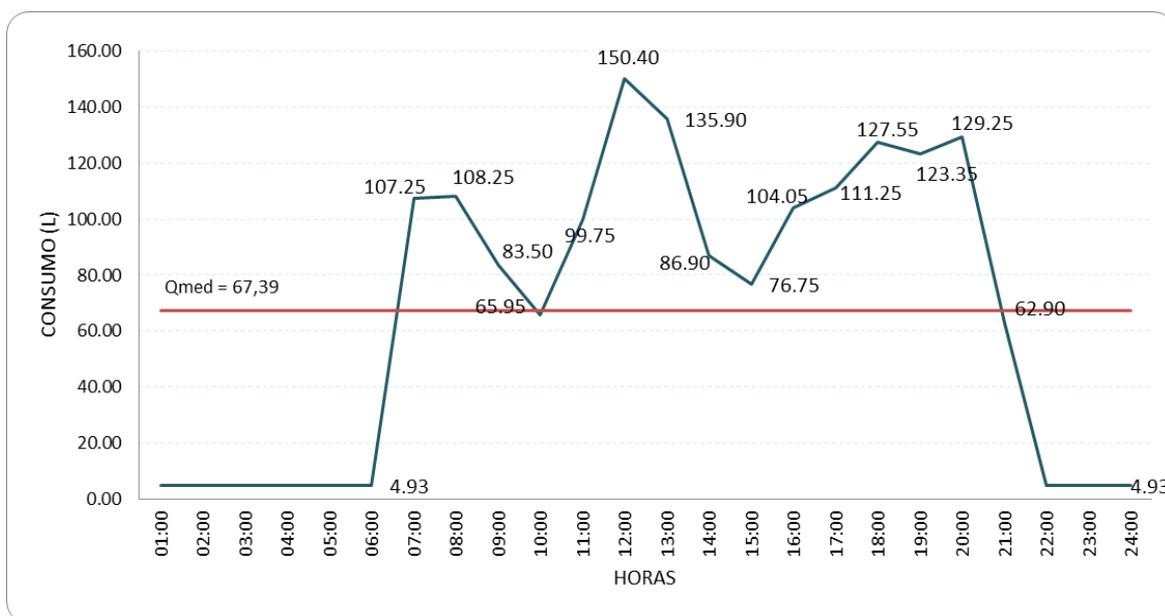


Figura 23. Curva de modulación horaria residencial del cantón Guamote

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

4.2.3 Consumo horario residencial por estratos socioeconómicos

Mediante un análisis y comparación de las gráficas se pudo notar que el caudal medio de los estratos socioeconómicos C y D presentan una gran similitud con valores de 52,43 l/h y 53,37 l/h respectivamente. En cambio, el estrato B evidencia una variación con valores menores en su consumo de agua y caudal medio en comparación con los otros estratos C y D.

Además, según la estratificación realizada en cada red se determinó que existen diferentes picos de consumo mismos que se detallan a continuación:

Para el estrato B como se presenta en la **Figura 24** muestra un pico de consumo mayor a las 13h00 con un valor de 55,70 l/h y seguido en la noche a las 19h00 con un caudal de 51,65 l/h, con un caudal medio de 19,18 l/h.

En el caso del estrato C se presenta un consumo mayor en horas pico en la mañana a las 7h00 con una mayor demanda de agua de 100,75 l/h, en la tarde a las 14h00 con 107,70 l/h y en la noche 19h00 con un valor de 100,85 l/h como se ve en la **Figura 25**.

Finalmente, como se aprecia en la **Figura 26** para el estrato D se muestran tres picos de consumo a las 8h00, 14h00 y 19h00, al observar la curva el consumo máximo que más predomina es a las 19h00 con 117,87 l/h.

Por lo tanto, se evidenció que existe una mayor demanda de agua residencial en horario pico, que se representa en horas donde los usuarios tienen como hábito de consumo el uso de agua para aseo, preparación del desayuno antes de ir al trabajo, almorzar y

merendar en el hogar, por ende, también ocasionará que los aparatos sanitarios sean utilizados con más frecuencia.

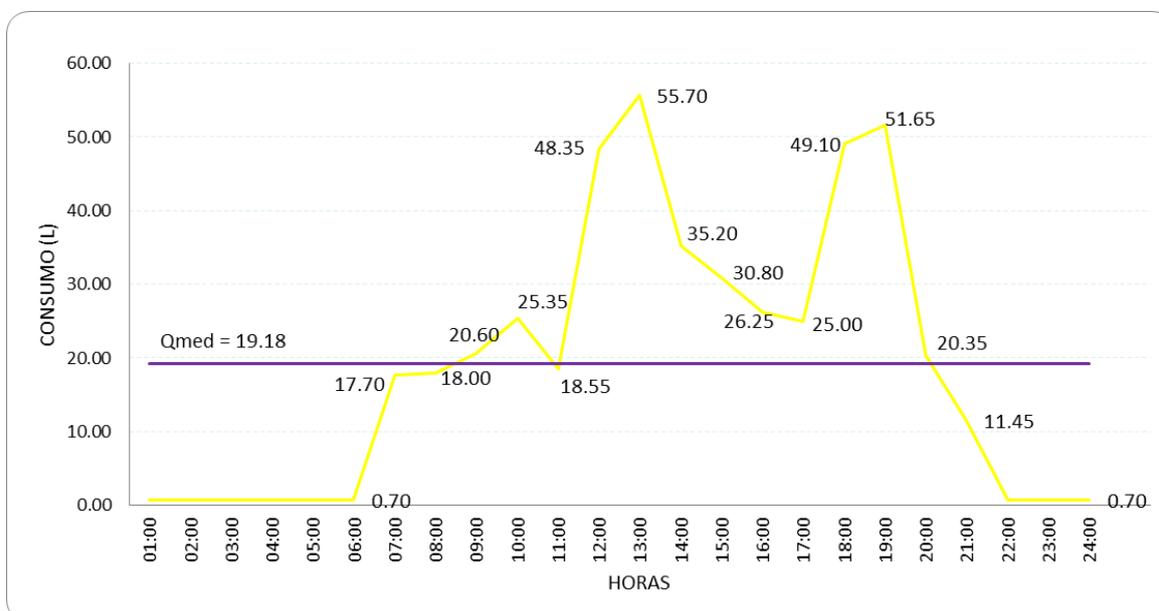


Figura 24. Curva de consumo horario residencial del estrato B del cantón Guamote.

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

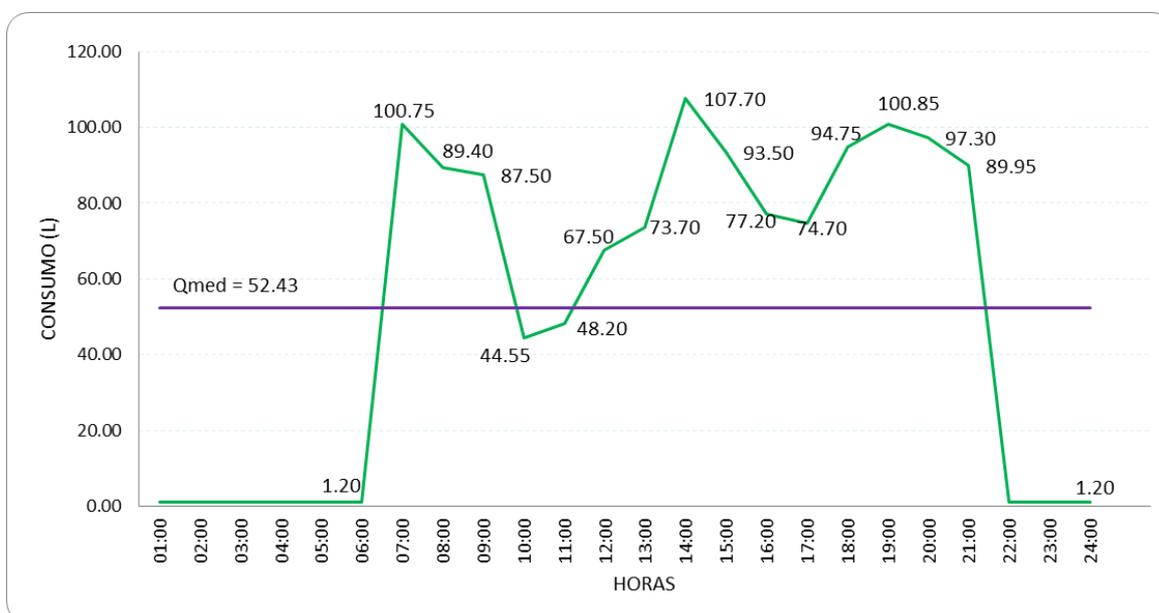


Figura 25. Curva de consumo horario residencial del estrato C del cantón Guamote.

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

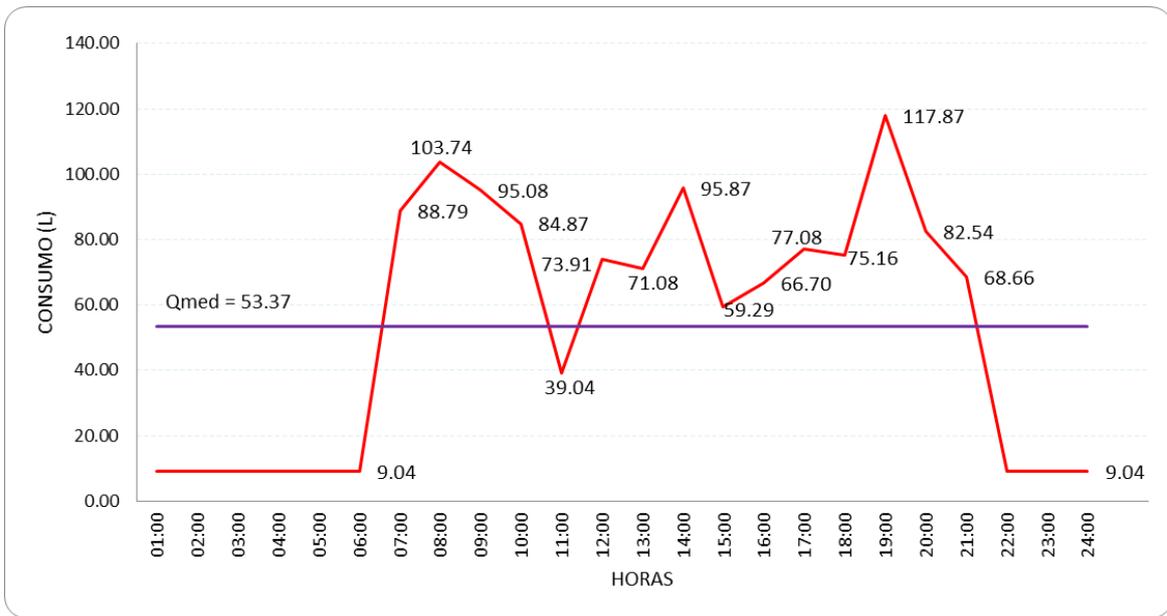


Figura 26. Curva de consumo horario residencial del estrato D del cantón Guamote.
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

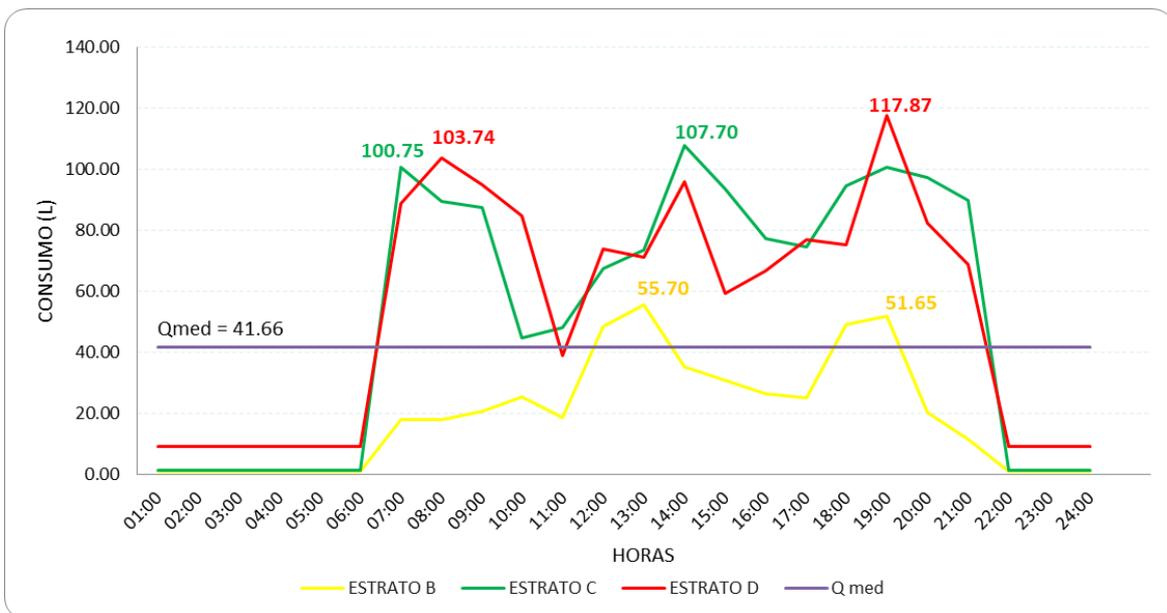


Figura 27. Curva comparativa del consumo horario residencial de los estratos en el cantón Guamote
Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

En la **Figura 27** se muestra que el estrato B es el de menor consumo de agua con un caudal máximo de 55,70 l/h a las 13h00, debido que al ser un cantón con pocas fuentes de trabajo los habitantes suelen salir a la ciudad de Riobamba a trabajar y por lo general no regresan a su hogar pues les toma mucho tiempo movilizarse ocasionado que las personas coman fuera de su hogar y que exista un mínimo uso de lavabos e inodoros generando un consumo menor de agua residencial.

En cuanto el estrato C, muestra un pico de consumo en la tarde a las 14h00 con 107,70 l/h debido a que los usuarios regresan a almorzar a su hogar y finalmente en el estrato D su pico de consumo se da a las 19h00 con un caudal máximo de 117,87 l/h debido a que las personas retornan en la noche a sus hogares a preparar su alimento, con esto se evidencia que los estratos C y D registran un mayor consumo a diferencia del estrato B.

Tabla 7
Comparación de los consumos horarios de acuerdo con los estratos socioeconómicos

Hora (h)	Caudal (l/h)		
	Estrato B	Estrato C	Estrato D
1:00	0.70	1.20	9.04
2:00	0.70	1.20	9.04
3:00	0.70	1.20	9.04
4:00	0.70	1.20	9.04
5:00	0.70	1.20	9.04
6:00	0.70	1.20	9.04
7:00	17.70	100.75	88.79
8:00	18.00	89.40	103.74
9:00	20.60	87.50	95.08
10:00	25.35	44.55	84.87
11:00	18.55	48.20	39.04
12:00	48.35	67.50	73.91
13:00	55.70	73.70	71.08
14:00	35.20	107.70	95.87
15:00	30.80	93.50	59.29
16:00	26.25	77.20	66.70
17:00	25.00	74.70	77.08
18:00	49.10	94.75	75.16
19:00	51.65	100.85	117.87

20:00	20.35	97.30	82.54
21:00	11.45	89.95	68.66
22:00	0.70	1.20	9.04
23:00	0.70	1.20	9.04
24:00	0.70	1.20	9.04

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

4.2.4 Coeficiente de consumo por redes

Es importante destacar que estos datos proporcionan información sobre el consumo máximo horario y no representan el consumo total de agua en un día determinado. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que los patrones de consumo pueden variar dependiendo de factores como la temporada del año, las condiciones climáticas y las actividades que se realizan en cada hora del día.

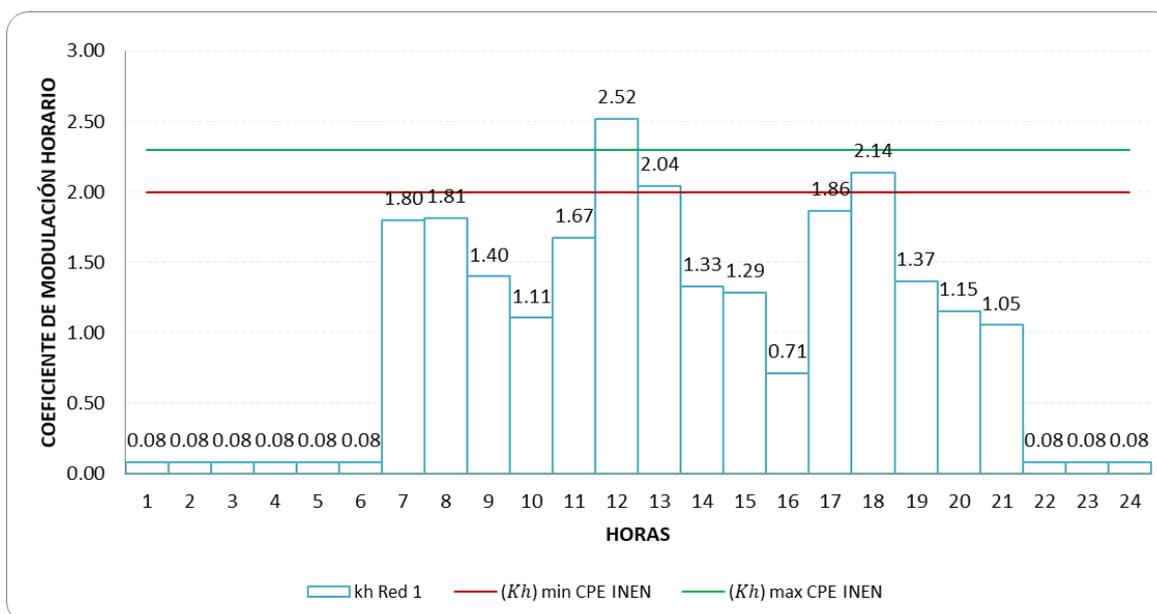


Figura 28. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red San Juan Bajo vs el valor de la norma CPE INEN 5 (1992)

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Como se puede apreciar en la **Figura 28**, que corresponde a la red 1-San Juan Bajo los valores de kh van desde 0,08 hasta 2,52. Esto muestra que hay una variación significativa en el consumo de agua a lo largo del día en esta red, con algunos picos altos y momentos de menor consumo. Al comparar los valores de kh con los valores mínimos y máximos establecidos por el CPE INEN 5 (1992), de 2 y 2,3 respectivamente, se puede ver que existe un valor de kh de la Red 1-San Juan Bajo que sobrepasa el rango establecido por

la norma, lo que indica que hay un mayor consumo de agua en el medio día, en cambio las otras horas se encuentran dentro y por debajo del rango mínimo establecido por la normativa vigente CPE INEN 5 (1992).

Las horas que se debería tener cuidado son las horas pico debido a que podría llevar a una mayor presión en las tuberías y una mayor probabilidad de fugas o roturas. Por lo tanto, es importante monitorear regularmente el consumo de agua en la Red 1-San Juan Bajo y tomar medidas preventivas si se observa un patrón de consumo que no esté relacionado o se encuentren sobrepasados con los valores de la normativa vigente CPE INEN 5 (1992).

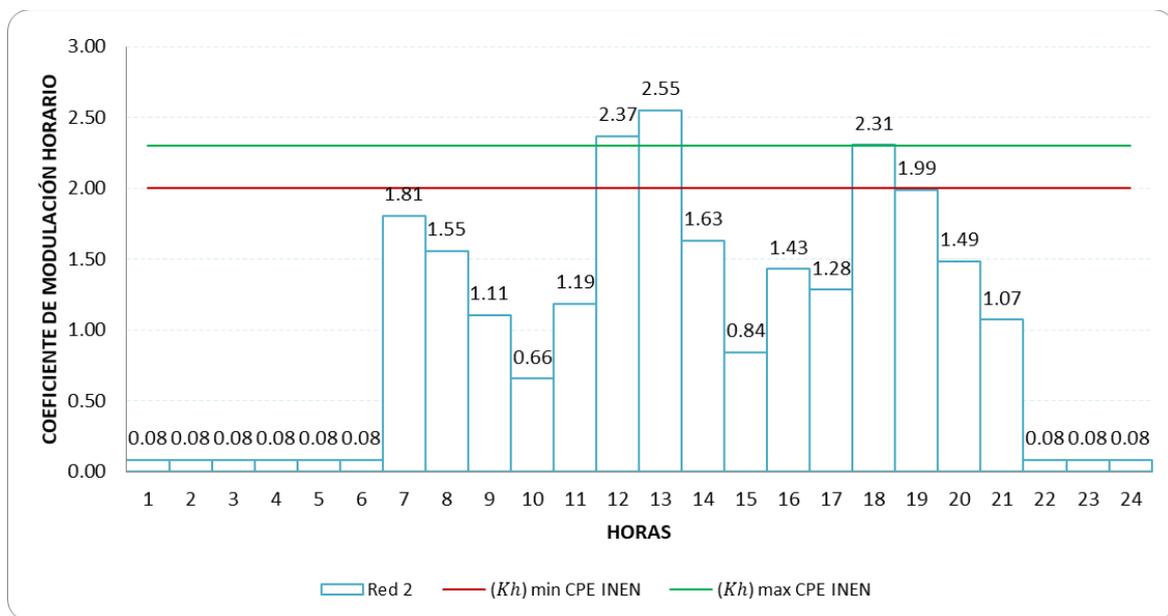


Figura 29. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red San Juan Alto vs el valor de la norma CPE INEN 5 (1992)

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Según los valores de kh, el consumo de agua en la Red 2-San Juan Alto al igual que la red 1-San Juan Bajo sobrepasa el rango permitido por la normativa CPE INEN 5 (1992), que establece un mínimo de 2 y un máximo de 2,3. En la **Figura 29** indica que el consumo de agua en la Red 2-San Juan Alto a las 12h00, 13h00 y a las 18h00 sobrepasa el límite máximo, en comparación con las otras horas restantes que se encuentran por debajo de los límites establecidos por la normativa. Esta indica que hay una gran variación en el consumo de agua durante el día, por lo que se puede evidenciar que hay horas de mayor y menor consumo dando a entender que los habitantes del sector tienen un consumo de agua irregular durante el día.

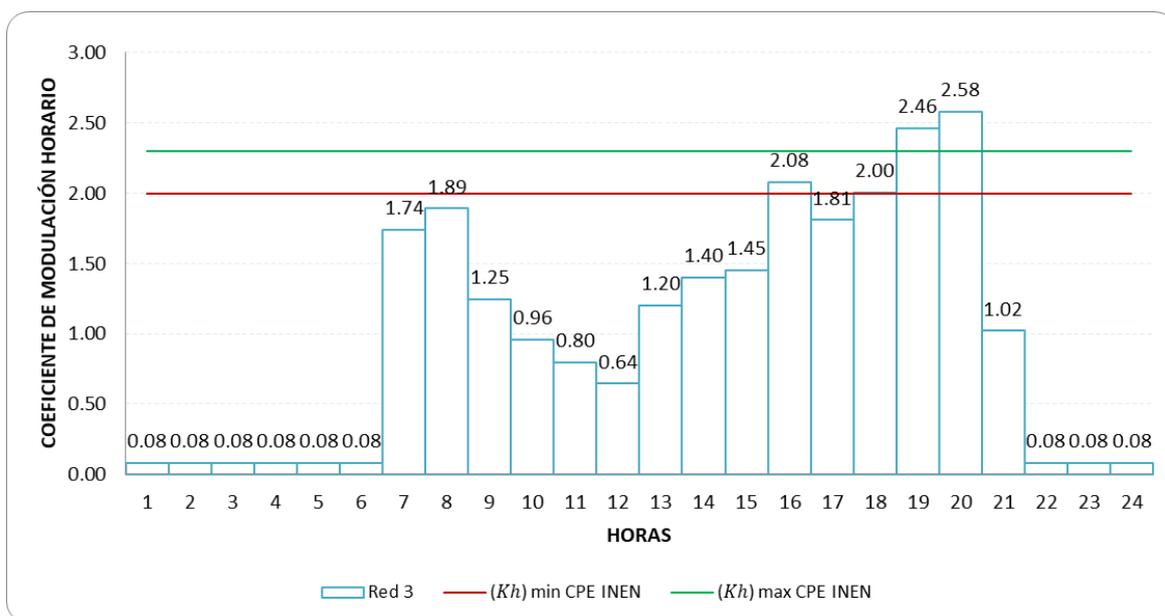


Figura 30. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Carapungo vs el valor de la norma CPE INEN 5 (1992)

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

En el caso de la Red 3-Carapungo del cantón Guamote, se observó en la **Figura 30** que el valor de kh máximo es a las 20h00 obteniendo un kh de 2,58. Esto indica que hay una alta variabilidad en el consumo de agua a lo largo del día en comparación al consumo de la noche y el medio día. Evidenciando que la mayoría de los habitantes a partir de las 9h00 hasta las 15h00 no se encuentran en sus hogares ya que salen a hacer sus actividades diarias en el campo y regresan por la tarde, por ende, el consumo del agua es mayor en las horas de la noche.

4.2.5 Comparativa de coeficiente de variación del consumo máximo horario del cantón Guamote vs normativa CPE INEN 5 (1992)

Como muestra la **Figura 31** se estableció una comparación de los coeficientes de consumo horario en las tres redes del cantón Guamote, donde se evidenció que los coeficientes máximos se encuentran al mediodía a las 13h00 con un kh de 2,55 seguido en la noche a las 20h00 con 2,58. Esto demostró que estos valores son mayores a los establecidos por la Norma Ecuatoriana CPE INEN 5 (1992) y que por lo tanto el valor de 2,30 recomendado será insuficiente para satisfacer la demanda de agua potable en dichas horas del día.

Por otro lado, en horas de la mañana de 9h00 a 11h00 y en la tarde de 14h00 y 15h00 los coeficientes se encuentran debajo del rango mínimo establecido de 2,00 notando que las personas suelen salir de su hogar en dichas horas generalmente hacia su lugar de trabajo ocasionando un menor consumo de agua residencial.

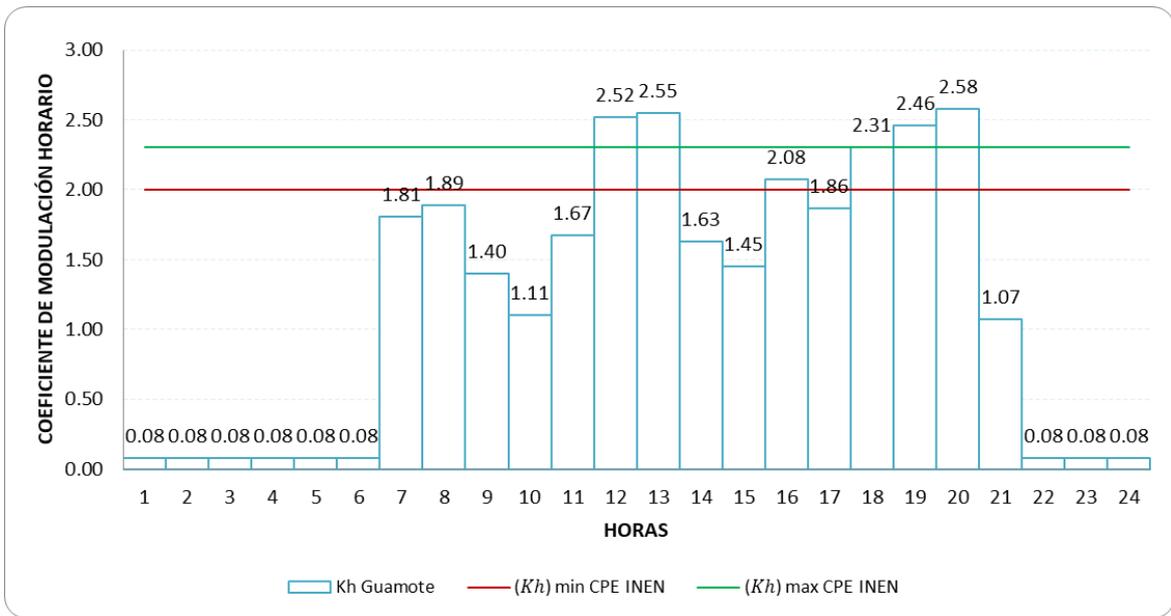


Figura 31. Curva comparativa del consumo horario de las tres redes de distribución de agua potable en el cantón Guamote

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

En la siguiente **Figura 32**, se muestra los coeficientes de variación horaria máximos (kh max) de las tres redes de distribución de agua potable del cantón Guamote.

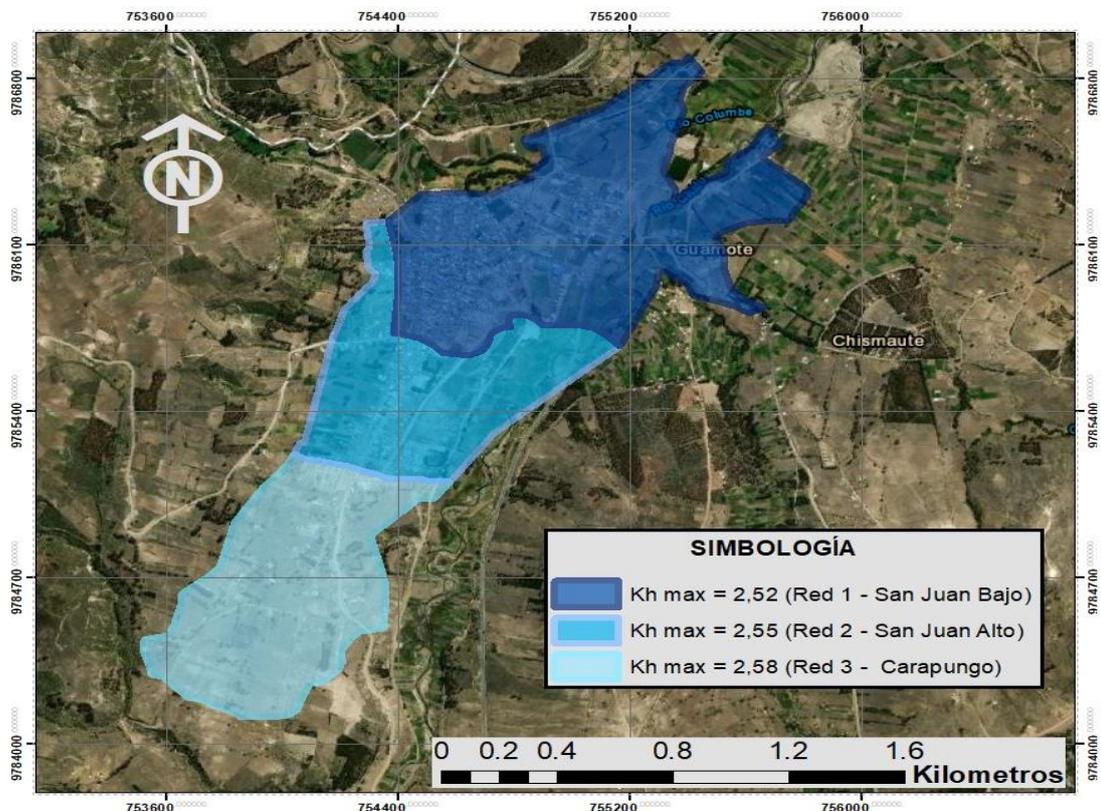


Figura 32. Mapa de los coeficientes máximos horarios de las tres redes de distribución del cantón Guamote.

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

4.3. Discusión

El cantón Guamote se clasifica como una ciudad pequeña como manifiesta el artículo “Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150000 habitantes” de Arellano et al., (2018), pues cuenta con una población de 2648 habitantes según el censo del año 2010, con esta clasificación se evidenció que en este tipo de ciudades el consumo de agua potable residencial es menor debido a que los habitantes muchas de la veces trabajan lejos de casa y no tiene tiempo ni recursos económicos para transportarse a su hogar. Con lo antes mencionado se pudo constatar que el tamaño de las ciudades y las costumbres están relacionados con el consumo de agua potable.

El modelo matemático del cantón Guamote de Salazar (2022) realizado en el programa EPANET de la red de distribución de agua potable, efectuó un análisis del estado del sistema logrando identificar sus principales problemas y estableció de manera técnica propuestas de mejora que permitan aumentar el aprovechamiento de agua en el cantón Guamote. Con el análisis realizado en la red calificó el rendimiento del sistema de agua potable del cantón Guamote como “inaceptable”. Además, se determinó que presentaba grandes problemas debido a que existían presiones elevadas en el sector de San Juan Bajo debido que se encontraban fuera de los rangos permitidos por la normativa, para solucionar este problema se estableció una gestión de presiones implementando 10 válvulas reductoras de presión en zonas estratégicas logrando reducir el volumen de agua fugada, lo mostró que al reducir las presiones se reduce el caudal de agua fugada. También, al reducir la cantidad de agua fugada se estableció una mejora en cuanto a los costos económicos para el municipio.

En el estudio del modelo matemático de Guamote se presentó que la red con una mayor demanda de consumo fue el sector de San Juan Bajo pues presentó un mayor número de población en comparación a los otros sectores, se pudo evidenciar en esta investigación del análisis del consumo horario residencial del cantón Guamote pues se mostró en las curvas de consumo de las tres redes que la red perteneciente al sector de San Juan Bajo fue la que presenta un elevado consumo de agua en comparación con las otras redes de San Juan Alto y Carapungo.

En la investigación de Alulema & Estrada (2023), en el análisis socioeconómico se determinó que en las cuatro redes de la ciudad de Riobamba existen estratos socioeconómicos A, B, C y D; mismos que se obtuvieron de las encuestas realizadas en base a puntajes de la caracterización socioeconómica. Sin embargo, en Guamote se realizó la misma metodología para determinar los estratos en la cual se evidenció que existen tres estratos B, C y D correspondientes a las tres redes analizadas.

Según el estudio de Llamuca & Vallejo (2023), determinó el consumo horario a tres redes pertenecientes a la Matriz-Guano donde se mostró que los coeficientes máximos de

variación horaria en la red Inmaculada es 2,78, la red Lluishi es 2,80 y red Barrios Altos es 2,93 presentando valores que se encuentran fuera del rango de la norma y de la misma manera en Guamote se analizó a tres redes y ninguno de los kh máximos calculados están en el rango 2,00– 2,30 de la normativa vigente CPE INEN 5 (1992).

El consumo máximo en la investigación de Calderón & Tello (2022), mencionó que en el cantón Colta los picos de consumo de agua se presentan en la red Oriental en horas comprendidas entre las 6h00 y 8h00 con un caudal de 150 l/h, a diferencia de la red San Juan Bajo perteneciente al cantón Guamote que el consumo máximo se presentó a horas del mediodía 12h00 con un consumo de 150,40 l/h. Existió un mayor consumo en la red del cantón Colta debido a que las personas prefieren realizar sus actividades domésticas y laborales en horas de la mañana.

Los estratos presentes en el cantón Baños del estudio de Macas & Rodas (2022) mostro una similitud en el estrato A, B y C pues presentó tres picos de consumo a lo largo del día en la mañana, tarde y noche, en cambio el estrato D presentó consumos elevados únicamente en la mañana y noche. Con esto se estableció que cierta similitud sucede debido a que Baños por ser un cantón pequeño usualmente los habitantes optan por desayunar, almorzar y merendar en su domicilio ocasionando un consumo alto de agua pues usan frecuentemente los aparatos sanitarios como: lavabos e inodoros. Lo mismo ocurrió en el cantón Guamote se evidenció consumos máximos en la mañana, tarde y noche para los estratos C y D debido que las personas tienen como hábito regresar a su hogar a preparar sus alimentos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo al estudio realizado en las tres redes de distribución de agua potable en el cantón de Guamote se concluye que existen tres estratos socioeconómicos en cada red, por ende en el sector de San Juan Bajo la mayoría de los habitantes pertenecen al estrato C con un porcentaje de 58% demostrando poseer un nivel socioeconómico medio, mientras que en el barrio San Juan Alto existen dos estratos el D y C con un 48% y 44% respectivamente, es decir que poseen un nivel socioeconómico medio bajo, y en el sector de Carapungo, la mayoría de los habitantes poseen un estrato socioeconómico D es decir que los moradores tienen un nivel socioeconómico bajo. Concluyendo que ninguna red posee el estrato socioeconómico A, pero si tienen el estrato B, aunque en menor porcentaje en comparación a los otros estratos.

Se determinó mediante las curvas de consumo horario en las tres redes de distribución un caudal medio de 54,35 l/h, mismo que se analizó comparando las gráficas de cada una de las redes. Posteriormente se realizó una estimación de la curva de modulación horaria, la cual permite conocer de manera general, el comportamiento del consumo de agua potable que se presenta en las zonas urbanas residenciales del cantón Guamote.

Con las lecturas efectuadas en campo a 105 medidores del cantón Guamote, se evidenció que los consumos máximos de agua potable en las tres redes se dan en la mañana a las 08h00 con un consumo de 108,25 l/h, al mediodía a las 12h00 con 150,40 l/h y en la noche a las 20h00 con 129,25 l/h. Con estos resultados se demostró que en esos horarios se presentan más los picos de consumo, debido a que en esas horas las personas suelen realizar sus actividades cotidianas.

Se concluye mediante la tabulación de resultados que el número de aparatos sanitarios es uno de los factores que está directamente relacionado con el consumo de agua, esto se determinó por medio de las encuestas mostrando que la red que tenía más unidades sanitarias es la de San Juan Bajo, seguida de la red San Juan Alto y finalmente la red Carapungo, evidenciándose mediante las gráficas de las curvas de consumo que estas dotaciones son mayores cuando existen más número de aparatos sanitarios. Por lo tanto, el mayor consumo de agua potable se presentó en la red de San Juan Bajo al poseer mayor cantidad de equipos sanitarios.

Para el coeficiente de variación de consumo horario máximo en el cantón Guamote los resultados indicaron que para la red de San Juan Bajo el kh es de 2,52, para la red San Juan Alto de 2,55 y en la red de Carapungo 2,58, demostrando que los valores en las tres redes sobrepasan el rango establecido por la norma ecuatoriana el cual es de 2 a 2,30. Cabe mencionar, que para este tipo de sistema de agua potable compuesto por tres redes se debe emplear un coeficiente de variación (kh) en cada red, estos valores serán considerados para el desarrollo de diseños de agua potable que sean sustentables y acorde a la situación de cada sector.

5.2 Recomendaciones

Es recomendable efectuar una socialización antes de la realización de encuestas y la toma de datos de los medidores, para evitar problemas con los moradores del cantón y de igual manera facilitar nuestro trabajo en campo.

Se recomienda al GAD Municipal de Guamote realizar estudios del coeficiente de variación (kh), cada cierto periodo de tiempo para que este se acople a la realidad socioeconómica y demográfica, de esta manera se tendrá un factor real de acuerdo con los cambios que se sigan presentando a lo largo de los años. Con esto, se sugiere implementar el coeficiente de variación kh obtenido de los estudios en futuros análisis y diseños de agua potable que se presenten en el cantón de Guamote.

Es fundamental realizar un mantenimiento periódico de los micromedidores del cantón, ya que constituye un elemento esencial para este tipo de estudios, además que garantizará el correcto cobro de este recurso, tanto para el GAD Municipal de Guamote como para los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Alulema, L., & Estrada, H. (2023). *Estudio del Consumo Horario Residencial Agua potable en las redes Saboya; Veranillo; Maldonado; Piscín de la ciudad de Riobamba.*
- Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (2018). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 1(1), 23–32. <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.01.03>
- Arellano, A., González, J., & Gavilanes, A. (2012). *MÉTODO DE CARACTERIZACIÓN URBANÍSTICA Y SOCIOECONÓMICA PARA POBLACIONES MENORES QUE 150.000 HABITANTES.* <https://doi.org/https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17722.21446>
- Arellano, A., & Lindao, V. (2019). Efectos de la gestión y la calidad del agua potable en el consumo del agua embotellada. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 2(1), 15–23. <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.03.02>
- Arellano, A., & Peña, D. (2020). Modelos de regresión lineal para predecir el consumo de agua potable. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 3(1), 27–36. <https://doi.org/10.37135/ns.01.05.03>
- Cáceres, S., & Chambilla, I. (2019). Análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de Salcedo, Puno. *Investigación & Desarrollo*, 19(1), 133–144. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.1-9i>
- Caiza, Á. (2019). “*Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector santa rosa del cantón Ambato*” [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29626/1/Tesis%20I.%20C.%2013%20-%20Caiza%20Chiliquinga%20Angel%20Santiago.pdf>
- Calderón, E., & Tello, M. (2022). *Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en los cantones Colta y Penipe.*
- Construtec. (2018). *La Importancia del Agua en tiempos del COVID-19.* <https://www.construtec.com/la-importancia-del-agua-en-tiempos-del-covid-19/>
- CPE INEN 5. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.* 1–291. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5-parte9-1.pdf
- Cuyo, J. (2022). *de distribución de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) de Quito.* <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/27959/1/UCE-FCE-CPO-CUYO%20JENNY.pdf>
- Estrada, H. (2019). *Diseño del sistema de agua potable de la parroquia El Rosario, del cantón Guano, provincia de Chimborazo (Ecuador).* <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/120454/DISE%C3%91O%20DEL%20SISTEMA%20DE%20AGUA%20POTABLE.pdf?sequence=1>

- GAD Municipal de Guamote. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Guamote*.
- Garzón, A., & Ortiz, R. (2014). Determinación de consumos reales de agua potable para usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá MINACIÓN DE CONSUMOS REALES DE AGUA POTABLE PARA USUARIOS RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ. *Lenguas Ibéricas Como Instrumento de Conocimiento, Ciencia Y Tecnología*. <https://www.researchgate.net/publication/281639174>
- INEN. (1992). *CPE INEN 5 Parte 9-1: Código Ecuatoriano de la Construcción C.E.C. Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Código de Práctica Ecuatoriano*. 1–291.
- Llamuca, P., & Vallejo, J. (2023). “Análisis del consumo horario residencial de agua potable del cantón Guano.”
- Llanos, R. (2021). “Determinación de los coeficientes reales de variación de consumo diario (k_1) y horario (k_2) para mejorar futuros diseños de obras de saneamiento del subsector 24 de la ciudad de Tacna.” <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1865/Llanos-Liendo-Diego.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Macas, J., & Rodas, C. (2022). *Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en los cantones Baños y Pelileo*.
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108. (2014). *Agua Potable. Requisitos*. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-1108-AGUA-POTABLE.-REQUISITOS.pdf?x42051>
- OMS. (2022). *Agua para consumo humano*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#>
- Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad. (2023). *Agua: Qué es, Definición, Características e Importancia*. <https://responsabilidadsocial.net/agua-que-es-definicion-caracteristicas-e-importancia/>
- Salazar, C. (2022). *Mejora de funcionamiento de un sistema de agua potable mediante gestión y modelación matemática de un sistema rural andino*. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9053/3/Salazar%20Cristian%20Tesis%20%282%29.pdf>
- Segovia, J. (2018). *Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable de los sectores Atahualpa 2, Constantino Fernández 2 y Augusto Martínez 2, del cantón Ambato* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29213/1/Tesis%20I.%20C.%202012%2095%20-%20Segovia%20Andino%20Joaqu%c3%adn%20Patricio.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*. Universidad Técnica de Ambato.

ANEXOS

Anexo 1

Encuesta para el comportamiento de agua potable

Encuesta sobre el estudio del comportamiento del consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guamote

La presente encuesta es parte de un proyecto de investigación, la cual tienen como finalidad conocer la realidad sobre el consumo residencial de agua potable. Por lo que solicitamos leer detenidamente las preguntas y responde con honestidad, ya que de ello depende el éxito de nuestra investigación.

1. Nombre del encuestado	2. Nombre del barrio o sector
3. Coordenadas	4. Número de personas que habitan
5. Qué tipo de vivienda posee:	6. Números de pisos o números de departamentos
Residencia unifamiliar ()	1 ()
Residencia bifamiliar ()	2 ()
Más de dos familias ()	3 ()
Departamentos ()	4 ()
	>4 ()
7. Posee medidor de agua	8. Tiene agua potable constante todos los días
Si ()	Si ()
No ()	No ()
	A veces ()
9. Usted tiene reserva para agua potable	10. Tipo de reserva que posee
Si ()	Cisterna ()
No ()	Tanque elevado ()
	Tanque para lavar ropa ()
11. Como considera usted que es la calidad de agua que le brindan para su consumo	12. Características que presenta el servicio de agua potable
Excelente ()	Transparente ()
Buena ()	Turbia ()
Regular ()	Incolora ()
Mala ()	Inaborsa ()

13. Qué tipo de aparatos sanitarios utiliza y la cantidad de aparatos sanitarios que existen en su casa

Aparatos sanitarios	Si	No	Números de aparatos
Inodoro	()	()	___
Lavabo	()	()	___
Ducha	()	()	___
Lavaplatos	()	()	___
Lavadora	()	()	___
Tanque para la ropa	()	()	___
Piscina	()	()	___
Griño	()	()	___
Hidromasaje	()	()	___
Jardín y/o huerta	()	()	___
Lavado de carro	()	()	___

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Anexo 2

Encuesta para la caracterización urbanística

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA EN EL CANTÓN GUAMOTE

La presente encuesta es parte de un proyecto de investigación, la cual tienen como finalidad conocer la realidad sobre el estrato socioeconómico del sector urbano residencial del cantón Guamote. Por lo que solicitamos leer detenidamente las preguntas y responde con honestidad, ya que de ello depende el éxito de nuestra investigación.

INFORMACIÓN GENERAL					
ENCUESTA N°	DIRECCIÓN	FECHA	SECTOR:	MANZANA:	CASA CODIGO:
NOMBRE DEL ENCUESTADO:		ES USTED LA CABEZA DEL HOGAR:		SI	NO
INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA					
1. EN QUÉ TRABAJA USTED			2. N° DE PERSONAS QUE APORTAN ECONÓMICAMENTE EN EL HOGAR	3. A CUÁNTAS PERSONAS MANTIENE	4. TIENEN VEHÍCULOS EN EL HOGAR
1) JUBILADO		9) PROFESIONAL Y/O TÉCNICO	[]	[]	SI [] NO []
2) COMERCIANTE		10) MANUFACTURA			
3) TRANSPORTISTA		11) EMPLEADO DE OFICINA			
4) AGRICULTOR		12) TRABAJADOR NO CALIFICADO			
5) GANADERO		13) OPERARIO U OPERADOR DE MAQUINARIA			
6) ENSEÑANZA		14) ESTUDIANTE			
7) GERENTE O DIRECTOR		15) OTRO			
8) TRABAJADOR DE LOS SERVICIOS					
5. LA VIVIENDA ES		6. TIENE JARDIN	7. SERVICIOS QUE DISPONE		
1) PROPIA []		SI []	1) AGUA POTABLE []	5) ALUMBRADO []	9) TV PAGADA []
2) ARRENDADA []			2) LUZ ELÉCTRICA []	6) RECOLECCIÓN DE BASURA []	10) EMPLEADA DOMÉSTICA []
3) PRESTADA []		NO []	3) TELF. CONVENCIONAL []	7) TELF. CELULAR []	11) SEGURIDAD PRIVADA []
4) HEREDADA []			4) ALCANTARILLADO []	8) INTERNET []	12) OTRO _____
NOMBRE DEL ENCUESTADOR:			FIRMA:		

Fuente. (Arellano et al., 2012)

Anexo 3

Planilla de registro para la toma de datos de los volúmenes de los medidores

Dirección Predio		Días de trabajo												Muestra N°.	
		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
Hora de registro		m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt
00:00	1:00														
1:00	2:00														
2:00	3:00														
3:00	4:00														
4:00	5:00														
5:00	6:00														
6:00	7:00														
7:00	8:00														
8:00	9:00														
9:00	10:00														
10:00	11:00														
11:00	12:00														
12:00	13:00														
13:00	14:00														
14:00	15:00														
15:00	16:00														
16:00	17:00														
17:00	18:00														
18:00	19:00														
19:00	20:00														
20:00	21:00														
21:00	22:00														
22:00	23:00														
23:00	24:00														

Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Anexo 4

Aplicación de encuestas a los habitantes del cantón Guamote



Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)

Anexo 5

Toma de datos de los medidores de cada usuario



Fuente. (Moreno E. & Guamán M., 2023)