



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO
DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE, DEL MUNICIPIO
DE SUMPANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

César Augusto Solis Sul

Asesorado por el Ing. Juan Carlos Linares Cruz

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO
DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE, DEL MUNICIPIO
DE SUMPANGO DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CÉSAR AUGUSTO SOLIS SUL

ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS LINARES CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza
EXAMINADOR	Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE, DEL MUNICIPIO DE SUMPANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha de 30 de octubre de 2013.



César Augusto Solís Sul

Guatemala, 23 de julio del 2,014

Ingeniero
Francisco Javier Quiñonez De la Cruz
Coordinador de la unidad de Investigación
De la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Señor Coordinador:

De la manera más atenta y por este medio, informo a usted que, como asesor del estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Civil, César Augusto Solis Sul, procedí a revisar el trabajo de graduación, cuyo título es EVALUACION DE LOS PARAMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE DEL MUNICIPIO DE SUMPANGO DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ.

Cabe mencionar que, el trabajo de graduación constituye un valioso aporte a nuestra universidad a uno de los muchos problemas de investigación en el área de Hidráulica específicamente en los sistemas de abastecimiento de agua potable, que vincule los planes de investigación con las necesidades reales de las comunidades y las instituciones del sector encargados de desarrollar los estudios de diseño, y las ejecuciones de los proyectos de abastecimiento de agua potable.

En la virtud, lo doy por aprobado y revisado el trabajo de graduación del estudiante Gabriel Enrique Pérez Chilel.

Sin otro particular me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

Juan Carlos Linares Cruz
MSc INGENIERIA SANITARIA
INGENIERO CIVIL
COLEGIADO No. 4056

Ing. Juan Carlos Linares Cruz
Colegiado No. 4,056
Asesor



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, 12 de agosto de 2014

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

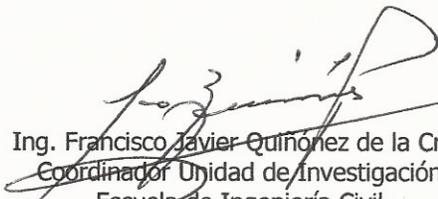
Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado **EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE, DEL MUNICIPIO DE SUMPANGO DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, realizado por el estudiante universitario **César Augusto Solis Sul**, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Carlos Linares Cruz.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Solis Sul** cumple con los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente,


Ing. Francisco Javier Quinonez de la Cruz
Coordinador Unidad de Investigación
Escuela de Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA

Cc archivo

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Carlos Linares Cruz y del Coordinador de la Unidad de Investigación, Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, al trabajo de graduación del estudiante César Augusto Solis Sul, titulado EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE, DEL MUNICIPIO DE SUMPANGO DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2014.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 681.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE, DEL MUNICIPIO DE SUMPANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario **César Augusto Solis Sul**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 20 de noviembre de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por la fuerza, la sabiduría, la salud, las bendiciones y el amor que me ha regalado, y por estar siempre a mi lado para llegar a esta meta alcanzada.
- Mis padres** Juan Solis Alquijay y María Rosa Sul Rabay. Por su paciencia, esfuerzo, consejos, por el amor que me han brindado y por enseñarme a valorarme y a luchar para cumplir mis metas.
- Mis hermanos** Hermelinda, Elsa, Lidia, Carlos, Juan, Gilberto, Ana y Álvaro Solis. Por el apoyo y estar presentes en cada momento de mi vida.
- Mis sobrinos** Henry, José, Brenda, Bryan, Daniel, Marvin y Carlos Solís, que con su ternura e inocencia alegran mi vida.
- Toda mi familia** Abuelos, tíos, primos y cuñados, por el apoyo en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la oportunidad de cumplir esta meta y darme fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida.
Facultad de Ingeniería	Por formarme como profesional.
Mis padres	Por brindarme su amor cada día de mi vida y confiar plenamente en mí. Los amo con todo mi corazón.
Mi asesor	Ing. Juan Carlos Linares Cruz, por su valiosa colaboración e instrucción, dedicando su tiempo en la elaboración de este trabajo.
Mis amigos y compañeros	Otoniel Ajau, Carlos Tubac, Andrea Bolaños, y familia Siliezar Castillo, por los momentos que hemos compartido y nos ha acercado y por aquellos, en los que han demostrado su fidelidad, cariño y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. DESCRIPCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	1
1.1. Área geográfica	1
1.2. Topografía	1
1.3. Colindancias	3
1.4. Clima	3
1.5. Servicios básicos.....	3
1.5.1 Viviendas.....	3
1.6. Sistema de abastecimiento actual	4
1.6.1. Tipo de consumidor	4
1.7. Factores que influyen en el consumo de agua potable	5
1.7.1. Calidad del agua.....	6
1.7.2. Presión en la línea de conducción (impulsión) y red de distribución	6
1.7.3. Población	7
1.7.4. Características socioeconómicas	8
1.8. Medición de caudales.....	9
1.8.1. Conceptos fundamentales sobre medición de caudales	9
1.8.1.1. Caudal máximo diario	10

	1.8.1.2.	Caudal máximo horario	11
	1.8.2.	Instrumentos de medición de caudal en tuberías cerradas y a presión	11
	1.8.3.	Macromedición	14
	1.8.4.	Micromedición	14
	1.8.5.	Criterios generales para la localización de estaciones de medición	15
2.		PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	17
	2.1.	Guías actuales de diseño	17
	2.2.	Macro y micromedidores instalados en el sistema de agua potable	18
3.		METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
	3.1.	Etapa 1.....	21
	3.2.	Etapa 2.....	22
	3.3.	Etapa 3.....	26
	3.4.	Etapa 4.....	33
4.		RESULTADOS.....	35
	4.1.	Macromedición	35
	4.2.	Micromedición	35
	4.3.	Estado actual de las unidades del sistema	37
5.		ANÁLISIS Y CÁLCULOS	41
	5.1.	Cuadros analíticos.....	53
	5.2.	Cuadros de consumo	53
	5.3.	Curvas de variación.....	80

6. DISCUSIONES.....	87
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	93
APÉNDICES	95
ANEXOS	161

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la comunidad Rancho Alegre.....	2
2.	Vivienda de la comunidad Rancho Alegre.....	22
3.	Viviendas habitadas de la comunidad Rancho Alegre	23
4.	Panorama de la comunidad Rancho Alegre.....	24
5.	Lectura de contadores de la aldea Rancho Alegre	25
6.	Tanque de almacenamiento 1	38
7.	Tanques de almacenamiento 2	38
8.	Depósito de cloración.....	39
9.	Tanque de distribución en la aldea Rancho Alegre	39
10.	Micromedidor (contador)	40
11.	Siembra en la aldea Rancho Alegre.....	40
12.	Coeficiente de variación diaria <i>versus</i> probabilidad de ocurrencia.....	43
13.	Coeficiente de variación horaria <i>versus</i> probabilidad de ocurrencia	46
14.	Porcentaje de volumen de regulación <i>versus</i> probabilidad de ocurrencia	49
15.	Demanda promedio de los lunes de diciembre de 2013	80
16.	Demanda promedio de la semana del 1 al 7 de diciembre de 2013	81
17.	Demanda promedio de los lunes del período de investigación semana del 1 al 7 de diciembre de 2013.....	82
18.	Demanda promedio general del período de investigación	83
19.	Demanda diaria promedio en el período de investigación.....	84
20.	Demanda en los días de máximo y mínimo consumo y día promedio	85

TABLAS

I.	Anotaciones de consumo en metros cúbicos	26
II.	Cálculo de consumos en metros cúbicos	27
III.	Consumo de cada uno de los días de la primera semana de febrero	36
IV.	Coeficiente de variación diaria (K_1) para cada día.....	42
V.	Coeficiente de variación horaria (K_2) para cada día	45
VI.	Porcentajes de volumen de regulación para cada día de investigación.....	48
VII.	Resumen anual del porcentaje de pérdidas	50
VIII.	Consumos horarios y porcentajes en el día de máximo consumo.....	54
IX.	Consumos horarios y porcentajes en el día de mínimo consumo.....	55
X.	Consumos horarios y porcentajes en el día promedio.....	56
XI.	Consumos promedios diarios en metros cubico de noviembre de 2013	57
XII.	Porcentajes de la demanda media diaria en los días de noviembre de 2013.....	57
XIII.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos de diciembre de 2013	58
XIV.	Porcentajes de la demanda media diaria en los días diciembre de 2013..	58
XV.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos de enero de 2014	59
XVI.	Porcentajes de la demanda media diaria en los días de enero de 2014	59

XVII.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos de febrero de 2014.....	60
XVIII.	Porcentajes de la demanda media diaria en los días de febrero de 2014.....	60
XIX.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos de marzo de 2014.....	61
XX.	Porcentajes de la demanda media diaria en los días de marzo de 2014.....	61
XXI.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos de abril de 2014.....	62
XXII.	Porcentajes de la demanda media diaria en los días de abril de 2014.....	62
XXIII.	Consumos promedios semanal en metros cúbicos de noviembre de 2013	63
XXIV.	Porcentajes de la demanda media semanal de noviembre de 2013.....	63
XXV.	Consumos promedios semanal en metros cúbicos de diciembre de 2013.....	64
XXVI.	Porcentajes de la demanda media semanal de diciembre de 2013.....	64
XXVII.	Consumos promedios semanal en metros cúbicos de enero de 2014.....	65
XXVIII.	Porcentajes de la demanda media semanal de enero de 2014.....	65
XXIX.	Consumos promedios semanal en metros cúbicos de febrero de 2014.....	66
XXX.	Porcentajes de la demanda media semanal de febrero de 2014.....	66

XXXI.	Consumos promedios semanal en metros cúbicos de marzo de 2014	67
XXXII.	Porcentajes de la demanda media semanal de marzo de 2014	67
XXXIII.	Consumos promedios semanal en metros cúbicos de abril de 2014	68
XXXIV.	Porcentajes de la demanda media semanal de abril de 2014	68
XXXV.	Consumo promedio durante noviembre de 2013	69
XXXVI.	Consumo promedio durante diciembre de 2013.....	69
XXXVII.	Consumo promedio durante enero de 2014	70
XXXVIII.	Consumo promedio durante febrero de 2014.....	70
XXXIX.	Consumo promedio durante marzo de 2014	71
XL.	Consumo promedio durante abril de 2014	71
XLI.	Demanda diaria durante las semanas de noviembre de 2013	72
XLII.	Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de noviembre de 2013	72
XLIII.	Demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2013.....	73
XLIV.	Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2013	73
XLV.	Demanda diaria durante las semanas de enero de 2014	74
XLVI.	Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de enero de 2014	74
XLVII.	Demanda diaria durante las semanas de febrero de 2014.....	75
XLVIII.	Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de febrero de 2014	75
XLIX.	Demanda diaria durante las semanas de marzo de 2014	76
L.	Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de marzo de 2014	76
LI.	Demanda diaria durante las semanas de abril de 2014	77

LII.	Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de abril de 2014.....	77
LIII.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos durante el período de investigación.....	78
LIV.	Porcentajes del promedio diario del período de investigación.....	78
LV.	Consumo promedio y por ciento de la demanda media durante el período de investigación.....	79
LVI.	Cálculo de la demanda diaria promedio durante el período de investigación.....	79
LVII.	Comparación entre los parámetros de diseño inicial y parámetros encontrados en la investigación.....	88

GLOSARIO

Abastecer	Proveer a alguien de aquello que necesita.
Cartografía	Ciencia que se encarga del estudio y la elaboración de los mapas geográficos.
Dotación	Es un conjunto de elementos que mantienen características similares y que se agrupan en determinada manera.
Orografía	Es la parte de la geografía física que se dedica a la descripción de las montañas, a través de sus representaciones cartográficas.
Per cápita	Por cabeza, para cada una de las personas o cosas.
Saneamiento	Acondicionamiento de un lugar o una cosa a una situación de higiene.

RESUMEN

En la presente investigación se procedió a evaluar mediante detalladas mediciones, el consumo de agua potable para actualizar los criterios o los parámetros de diseño, que fueron utilizados en el proyecto de abastecimiento de agua potable en la comunidad Rancho Alegre, del municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez.

Para ello fue necesario realizar medidas de consumo diario y horario, por medio de contadores o medidores de agua potable instalados en cada una de las viviendas de los usuarios y conocer los máximos y mínimos consumos, para determinar los coeficientes de variación y de esta manera, se compararon los parámetros de diseño de la red de distribución existente.

Esta investigación se realizó en una sola fase dividida en cuatro etapas. En la primera se llevó a cabo una capacitación a través de la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil.

En la segunda etapa se realizó una inspección inicial a todo el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad, con la finalidad de verificar las características de funcionamiento del sistema de agua potable; se colocaron en las conexiones domiciliarias medidores y se obtuvo lecturas a cada hora, iniciando a las 6:00 horas y terminando a las 20:00 horas.

La tercera etapa se realizó una capacitación para desarrollar los cálculos correspondientes con los datos obtenidos en las lecturas.

En la cuarta y última etapa se procedió a presentar los resultados obtenidos durante la investigación.

OBJETIVOS

General

Evaluar y actualizar los criterios o valores de los parámetros de diseño utilizados en el proyecto construido de abastecimiento de agua potable en la comunidad Rancho Alegre, del municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez.

Específicos

1. Determinar la cuota per cápita real de consumo en la comunidad Rancho Alegre, en el proyecto de abastecimiento de agua potable, donde se aplicaron los criterios de diseño de las guías existentes de Guatemala en los estudios preliminares.
2. Determinar y actualizar los parámetros reales de diseño que caracterizan a la comunidad Rancho Alegre, para garantizar el buen funcionamiento de los proyectos rurales a construirse a futuro.
3. Determinar y verificar los criterios o valores de los parámetros de diseño establecidos en el estudio inicial, para definir si cumplen su aplicabilidad en el funcionamiento del sistema construido de abastecimiento de agua potable con los calculados.

INTRODUCCIÓN

Los gobiernos de Guatemala no han desarrollado una política de investigación coherente en el área de los sistemas de abastecimiento de agua potable, que vincule los planes de investigación con las necesidades reales de las instituciones encargadas de desarrollar los estudios, y las ejecuciones de los proyectos y de las poblaciones a ser atendidas.

El sobredimensionamiento de los sistemas construidos de abastecimiento de agua potable, que se han aplicado en la utilización de los parámetros de diseño con y sin uso de la guía, han encarecido los costos de los sistemas rurales, por lo que en este trabajo se determinan los valores de los parámetros de diseño concordantes con la realidad rural, lo que permitirá optimizar las inversiones y minimizar la capacidad ociosa de los elementos del sistema.

En la presente investigación se implementa para el sistema de agua potable, los componentes de macro y micromedición, así obtener conocimientos más amplios sobre el comportamiento real que caracteriza a la comunidad en estudio. Esto permite la recopilación de información necesaria para determinar los principales parámetros de diseño, como por ejemplo, el coeficiente de variación diaria y horaria, la dotación de consumo y producción de consumo per cápita.

1. DESCRIPCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.1. Área geográfica

La aldea Rancho Alegre del municipio de Sumpango del departamento de Sacatepéquez se encuentra a una altura de 1 945 metros sobre el nivel del mar, con una latitud de 14° 38' 29,50"N y una longitud de 90° 43' 36,00"O.

El área geográfica de esta aldea es de 193 237 metros cuadrados que responden a 173 cuerdas.

1.2. Topografía

El relieve que presenta el departamento es variado debido a que se encuentra situado sobre la Sierra Madre. Tiene altas mesetas profundos barrancos por donde corren por lo regular ríos conos volcánicos y pequeños valles.

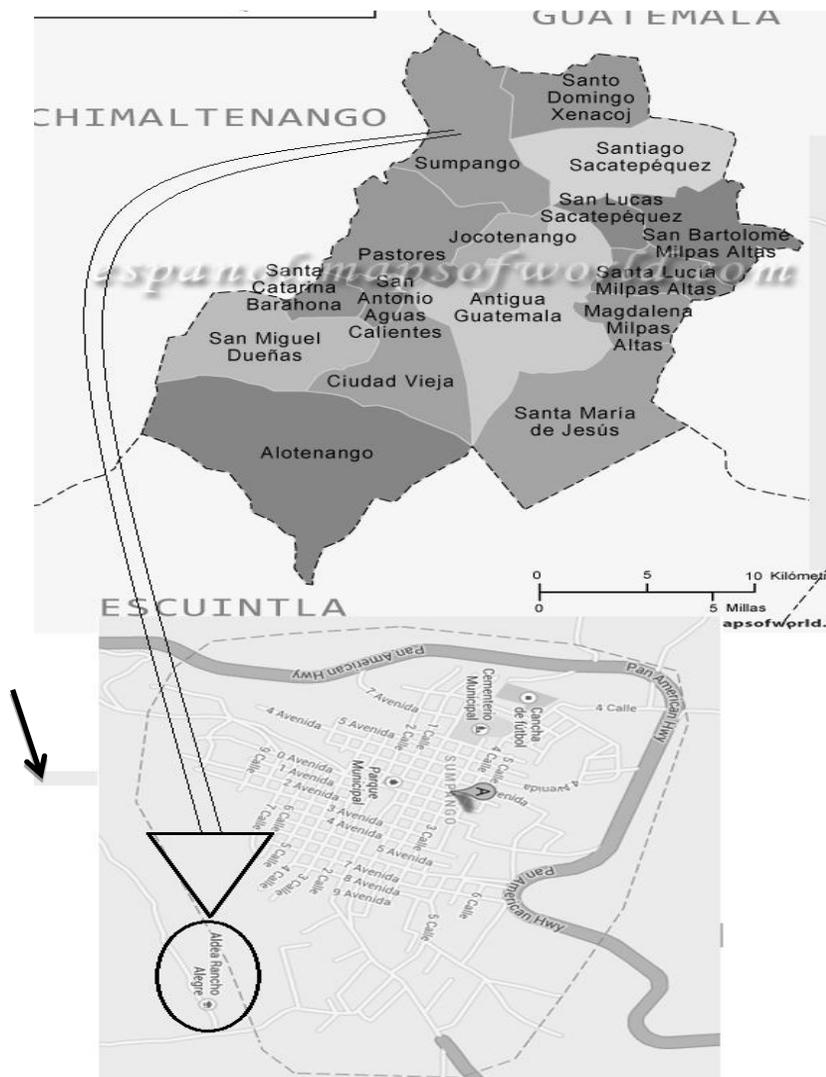
No obstante que físicamente es el departamento de menor extensión de la República, Sacatepéquez es uno de los más sorprendentes e interesantes, por su vegetación exuberante y rica, con sus fértiles campiñas, valles y altiplanicies que dan asiento a gente industriosa, constituyendo centros agrícolas e industriales de consideración.

La feracidad de su terreno y la división de la propiedad rural, hacen de Sacatepéquez (a pesar de su extensión), uno de los departamentos más ricos, agregándose la circunstancia de estar bastante poblado y de ser sus habitantes

activos y trabajadores. En este departamento, quizá más que en cualquiera otro, el cultivo de la tierra es extraordinariamente intensivo.

La siguiente figura muestra la localización de la comunidad Rancho Alegre.

Figura 1. **Ubicación de la comunidad Rancho Alegre**



Fuente: Municipalidad de Sumpango Sacatepéquez.

1.3. Colindancias

La aldea El Rancho Alegre colinda al norte y al este con la cabecera municipal de Sumpango; al sur la aldea El Rejón; al oeste con cabecera municipal de Sumpango.

1.4. Clima

El clima predominante es el templado y frío en las alturas. La cabecera departamental fue en tiempo de la colonia la capital del Reino de Guatemala, conocida como Santiago de los Caballeros de Guatemala.

1.5. Servicios básicos

Son aquellos al que toda persona debería de tener acceso, sin importar donde viva, ya que garantiza un mínimo de calidad de vida para que pueda desarrollarse de manera personal. Los servicios básicos deben ser accesibles para todos, independientemente de su situación geográfica o de su nivel de renta, todos los ciudadanos deben poder acceder a los servicios definidos como básicos.

1.5.1. Viviendas

El 90 por ciento de las viviendas en la aldea El Rancho Alegre, están construidas de materiales de block y lámina. El 10 por ciento de viviendas están construidas de caña y adobe con techo de lámina.

1.6. Sistema de abastecimiento actual

La comunidad Rancho Alegre cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable a través de conexiones domiciliarias, la mayoría de comunidades cuenta con medidores (micromedición) y fueron construidas con financiamiento del Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Básico, Préstamo BID 1469/OC-GUINFOM-UNEPAR.

El agua es bombeada desde la fuente principal, que es el nacimiento Ojo de Agua, por medio de una tubería de hierro fundido dúctil (HFD) de 8 pulgadas de diámetro. Los fontaneros son los encargados del control de bombeo por medio de dos bombas de 60 caballos de fuerza, las cuales impulsan el agua hacia un sistema de tratamiento de purificación que consta de dos unidades de filtros lentos, luego pasa a dos tanques de abastecimiento con capacidad de 250 metros cúbicos y 600 metros cúbicos. Estos últimos se encargan de la distribución a toda la red del sistema por medio de tubería de PVC de diferentes diámetros.

1.6.1. Tipo de consumidor

Para todo tipo de investigación de consumo de agua potable, es necesario determinar el uso que esta recibe para atender más eficientemente la demanda de parte de la comunidad. Para este caso, está claro que todas las viviendas de la aldea Rancho Alegre usan el agua específicamente para satisfacer sus necesidades diarias, incluyendo la obtención de sus productos agrícolas. Teniendo un porcentaje bajo para la actividad comercial, industrial u otra en la cual el consumo de agua potable sería altamente elevado.

Los sistemas de agua potable rural no cuentan con una regulación jurídico-institucional y no están sujetos al cumplimiento del régimen de concesiones sanitarias. Se forman y constituyen como un servicio particular, bajo la forma de un comité o cooperativa u otra figura jurídica que acuerden los interesados, obteniendo los permisos de funcionamiento del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, a través de los respectivos servicios de salud del ambiente.

No obstante, los sistemas rurales deben cumplir con las normas sobre calidad de los servicios y las normas técnicas respectivas. El régimen tarifario se regula por las disposiciones estatutarias de cada comité o cooperativa. La fiscalización de la calidad de los servicios corresponde al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

1.7. Factores que influyen en el consumo de agua potable

La cantidad de agua que utiliza un grupo de personas radicado en un lugar determinado, se llama consumo de agua potable. Entre los múltiples factores que actúan para determinar el consumo de agua están los que afectan directamente e indirectamente. Debido a su influencia, al querer determinar la dotación total necesaria para una población, es indispensable su estudio detallado y cuidadoso.

En este caso se ve a continuación, algunos factores que determinan la regulación del consumo de agua potable.

1.7.1. Calidad del agua

El agua es un recurso natural que cada día se vuelve más escaso, debido a que su demanda cada vez es mayor, por el incremento poblacional e industrial de los últimos años. Esto ha causado su deterioro por la contaminación que generan, así mismo, es más difícil la recarga de los mantos freáticos debido a la deforestación y la aparición de grandes complejos habitacionales, que se han construido en las zonas de recarga.

Se dice que el agua potable o agua para consumo humano es el agua, que puede ser consumida sin restricción, debido a que gracias a un proceso de purificación no representa un riesgo para la salud. En Guatemala se aplica al agua que cumple con las especificaciones que promulga la Norma Guatemalteca Obligatoria NGO 29.001.

Cuando la calidad del agua no es la adecuada hay restricciones en el consumo, ya que si no se cumplen las especificaciones en las características físicas y químicas de la misma, puede causar serios daños al consumidor, por esto es necesario tener un control con respecto a la calidad del agua para consumo.

1.7.2. Presión en la línea de conducción (impulsión) y red de distribución

La presión en la línea de conducción y en la red de distribución es un factor muy importante, que se debe tener en cuenta para poder abastecer eficientemente a la población.

Para la línea de impulsión al igual que para la red de distribución, se toma como base una serie de criterios y parámetros, partiendo de las condiciones a las que se encuentra sometida la tubería, como su entorno y forma en que se extrae el agua. La presión debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será la que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema.

Las presiones a las cuales está sometida la red de distribución de la aldea Rancho Alegre están determinadas por las diferentes alturas que tiene el terreno, dichas presiones varían entre 17 metros columna de agua (mca) y 57 metros columna de agua (mca). Ver anexo, figura 1. Curvas de presión.

1.7.3. Población

El rápido crecimiento de la población mundial está convirtiendo el agua en un bien cada vez máspreciado y escaso. El uso que se hace del agua aumenta en relación con la cantidad de agua disponible, es decir el consumo de recursos hídricos per cápita sigue creciendo.

La mayor cantidad de la extracción anual de agua para uso humano se destina a la agricultura (principalmente para riego); después para la industria y la menor cantidad para el consumo doméstico (hogar, agua para beber, saneamiento). El consumo está relacionado en proporción directa al número de habitantes servidos. Entre mayor sea la población, mayor será la demanda unitaria de agua requerida.

El proyecto de abastecimiento de agua potable de la comunidad Rancho Alegre fue diseñado tomando en cuenta el crecimiento poblacional. Un 98 por ciento de la aldea el Rancho Alegre cuenta con agua potable, en sistema de agua domiciliar, el que comúnmente es llamado agua de chorro.

1.7.4. Características socioeconómicas

La relación de este factor al igual que el factor población es también directa. El mayor o menor desarrollo de las actividades comerciales, industriales y agrícolas de la población determina un mayor o menor consumo de agua. La forma de vida de la población desarrollada en su respectivo nivel socioeconómico, es otro de los factores que afecta explícitamente al valor del consumo de agua potable.

La influencia de este factor es directamente proporcional al consumo. Una población de estándar de vida elevado supone mayores y mejores instalaciones sanitarias como: baños de cerámica, agua caliente, mayor número de sanitarios por casa, otros, además del número de jardines particulares que son regados y cantidad de vehículos que son lavados.

Para la comunidad Rancho Alegre el nivel económico social está determinado por su actividad laboral. Esta población cuenta con un flujo comercial local que es la venta de productos agrícolas, así como la producción artesanal la cual se comercializa dentro del casco urbano.

El sector agrícola compra fertilizantes, pesticidas, fungicidas, semillas, maquinaria agrícola, equipo y materiales, entre otros. En lo artesanal se utilizan insumos para la elaboración de puertas, ventanas, mesas, y todo tipo de muebles producidos con madera. Existen pequeños productores agrícolas que

se dedican al cultivo de granos básicos como el maíz y frijol, que son los principales cultivos utilizados para el autoconsumo en el hogar.

Actualmente, la comunidad Rancho Alegre no cuenta con todas sus calles pavimentadas, pero se espera que muy pronto esto pueda convertirse en un panorama diferente ya que está en ejecución, por parte de la Municipalidad, el proyecto de pavimentación en otros sectores de la misma comunidad.

Un 80 por ciento de la población se dedica a la agricultura (siembra de la milpa, frijol, arveja china, ejote para exportación), se cosecha tomate, chile pimiento, zanahoria, güicoy entre otros que es comercializado en Guatemala y Antigua Guatemala. Además un 10 por ciento de la población de la aldea se dedica a trabajar en las maquilas, y otros 10 por ciento se dedican a trabajar como albañiles o ayudantes de albañil.

1.8. Medición de caudales

La selección eficaz de un medidor de caudal exige un conocimiento práctico de la tecnología del medidor, además de un profundo conocimiento del proceso y del fluido que se quiere medir.

1.8.1. Conceptos fundamentales sobre medición de caudales

La medida de caudal en conducciones cerradas consiste en la determinación de la cantidad de masa o volumen que circula por la conducción por unidad de tiempo.

Los instrumentos que llevan a cabo la medida de un caudal se denominan habitualmente caudalímetros o medidores de caudal; constituyendo una

modalidad particular los contadores, los cuales integran dispositivos adecuados para medir y justificar el volumen que ha circulado por la conducción.

1.8.1.1. Caudal máximo diario

El consumo medio anual sufre variaciones en más y en menos, pues hay días que por la actividad, la temperatura u otra causa, se demanda un consumo mayor que el medio anual; el caudal máximo diario, es la demanda máxima que se presenta en un día del año, es decir que representa el día de mayor consumo del año. Se determina multiplicando el caudal medio diario y el factor de día máximo (fdm) que varía según las características de la población.

$$Q_{\text{max. diario}} = \text{fdm} * Q_{\text{md}}$$

Donde:

$Q_{\text{max. diario}}$ = caudal máximo diario

fdm = factor de día máximo, oscila entre 1,2 y 1,8

Q_{md} = caudal medio diario

Para el pronóstico inicial o demanda de agua potable de la comunidad Rancho Alegre, el caudal máximo diario se calculó con base en un caudal medio de 9,48 litros por segundos y un factor de día máximo de 1,5, dando como resultado un caudal máximo diario de 14,22 litros por segundo. Ver anexo II. Pronóstico de demanda de agua potable, Rancho Alegre, Sumpango.

1.8.1.2. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario o caudal de distribución es el máximo caudal producido durante una hora en un período de observación de un año, y este se calcula multiplicando el caudal medio por el factor de hora máxima. El factor de hora máximo se encuentra entre 2 y 3. El factor a utilizar dependerá del tamaño de la población a servir.

$$Q_{\text{max. horario}} = f_{\text{hm}} * Q_{\text{md}}$$

Donde:

$Q_{\text{max. horario}}$ = caudal máximo horario

f_{hm} = factor de hora máxima

Q_{md} = caudal medio diario

Al igual que para el cálculo del caudal máximo diario, el caudal máximo horario se calculó con base en caudal medio, utilizando un factor de hora máxima con un valor de 2, dando como resultado un caudal de 18,96 litros por segundo. Ver anexo II. Pronóstico de demanda de agua potable, Rancho Alegre, Sumpango Sacatepéquez.

1.8.2. Instrumentos de medición de caudal en tuberías cerradas y a presión

Existe una variedad de medidores que tienen su aplicación en los sistemas de agua potable y alcantarillado, sus diseños están basados de acuerdo a las presiones de operación y calidad del agua que se pretende cuantificar. Entre ellos se pueden mencionar:

- Medidores de velocidad

Este tipo de medidor se utiliza tanto para macromedición como para micromedición. Como elemento de medición, este utiliza una turbina o hélice que trabaja a presión en donde el flujo del agua corre en una dirección axial a ellas.

La medición se logra con base en la proporcionalidad existente entre el número de revoluciones de la turbina o hélice y la velocidad del agua que corre por la tubería, la velocidad de giro de la turbina o hélice es transmitida a un sistema de relojería o de pulsos eléctricos que la transforman directamente en información equivalente a volúmenes o registros gráficos.

Entre los medidores se puede encontrar: medidor de tipo Woltmann, medidores de hélice o propela, de tipo turbina y tipo micromolinete.

- Medidores de presión diferencial

Otra forma de medir flujos en conductos cerrados a presión, es por medio de elementos que producen pérdida de presión durante el proceso. Los medidores de presión diferencial son utilizados específicamente en la macromedición. Estos medidores se les llaman deprimógenos, porque en la sección de medición contraen la vena líquida. Consisten básicamente de una reducción gradual o brusca de la sección donde transita el flujo, ocasionando un aumento de velocidad y una pérdida de presión.

Las pérdidas de presión en la sección de medición se expresan en metros columna de agua y se registran con manómetros diferenciales o registradores de presión.

Entre los medidores de presión diferencial se pueden mencionar:

- Medidores de tipo Venturi
 - Medidor de tipo Dall (Venturi modificado)
 - Medidor de tipo Tobera
 - Tipo placa de orificio
 - Medidor de tipo tubo de Pitot Simplex, medidor de tipo tubo de Pitot Cole
 - Medidor de tipo tubo de Pitot modificado Annubar
- Medidor ultrasónico

El principio de funcionamiento de este medidor tiene su origen en las aplicaciones de la acústica, y de estas específicamente la relacionada con el sonar, de acuerdo con esto el funcionamiento de un medidor ultrasónico se basa en lo siguiente: una señal sónica es transmitida diagonalmente a través del tubo por donde circula el agua, la velocidad que lleva el agua afecta el tiempo que la señal emplea para viajar del transmisor al receptor.

Para uso en sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento los medidores ultrasónicos más usados son los conocidos como tiempo en tránsito (*time of flight*) y el denominado de efecto Doppler. La diferencia entre ambos medidores estriba en lo siguiente: en el medidor tiempo en tránsito la señal acústica va del emisor al receptor; y en el de efecto Doppler, la señal es reflejada por el material que lleva el agua en suspensión.

Por lo anterior el medidor ultrasónico tiempo en tránsito es únicamente utilizable en macromedición y específicamente en aguas limpias que no contengan sólidos en suspensión. En cambio el de efecto Doppler, aunque también, es solo utilizado en macromedición, solo puede usarse en aguas que contengan sólidos en suspensión.

El uso de este equipo es recomendable para todo tipo de tubería y en diámetros de 2 a 72 pulgadas. Sin embargo, es necesario realizar verificaciones periódicas de su exactitud y análisis físicoquímicos del agua, para garantizar su confiabilidad

1.8.3. Macromedición

Es el conjunto de elementos y actividades permanentes destinadas a la obtención, procesamiento, análisis y divulgación de los datos operacionales relativos a los flujos y volúmenes totales, presiones y niveles en sistemas de abastecimiento de agua potable.

Para esta actividad se utilizan los medidores de velocidad, medidores de presión diferencial y los medidores ultrasónicos, los cuales se encargan de proporcionar la información necesaria para la lectura del consumo de agua.

1.8.4. Micromedición

Se le llama así al conjunto de actividades que permiten conocer los volúmenes de agua que una determinada población consume, pudiendo obtenerse estos datos en las distintas categorías: comercial, residencial, agrícola e industrial. Esta actividad también, está basada mediante acciones de

soporte como son: supervisión, mantenimiento de medidores, verificación de medidores (laboratorio), otros.

Los tipos de medidores utilizados en la micromedición, son los llamados medidores de velocidad o más comúnmente contadores.

La micromedición cuenta con medidores para determinar los consumos de los usuarios, para lo cual se obtiene una racionalización en el uso del agua, conduciendo a beneficios técnicos, sociales, financieros y económicos.

1.8.5. Criterios generales para la localización de estaciones de medición

Se ha querido incluir unos breves comentarios sobre los problemas que causan la ubicación actual de los medidores, lo que se hace sobre la acera o andén. En la red de distribución de la comunidad Rancho Alegre, no todos los contadores o medidores están instalados dentro de los límites de la vivienda, sino que, varios contadores fueron colocados sobre el andén, lo cual los expone a una probabilidad mayor de riesgos, pero resulta en ventaja para ciertas actividades de inspección.

Desde el punto de vista de los encargados de la toma de lecturas, la instalación de los medidores fuera del domicilio trae más ventajas, ya que este se encuentra al alcance para efectuar lecturas, inspección, retiro o cambio, sin necesidad de entrar a la vivienda, lo que facilita el trabajo y evita la conexión de instalaciones clandestinas antes del medidor.

En general se plantea, sin embargo, que esto tiene sus desventajas, pues el medidor está sujeto a daños por agentes externos como el clima, inundación

e inclusive robo. Es importante enfatizar en los cuidados que deben tenerse cuando se instalan los medidores por encima de la superficie, ya que estos han sido construidos para trabajar en posición horizontal sin inclinación a izquierda ni derecha. Existen varias investigaciones en las que se ha demostrado que la precisión disminuye cuando no se observan estos cuidados.

La instalación de medidores domiciliarios de agua, es una forma de hacer que la población haga uso racional del servicio, ya que su implantación permite establecer tarifas de cobro de acorde a su consumo. No basta con instalar medidores, sino que se debe establecer una verdadera política de mantenimiento preventivo y correctivo, a fin de que se garanticen las inversiones.

2. PROBLEMÁTICA ACTUAL

2.1. Guías actuales de diseño

La Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) ha elaborado las guías de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable en comunidades rurales, para ello ha tomado en cuenta normas y guías de diseño existentes de otros países y la experiencia de profesionales guatemaltecos en el área de sistemas de abastecimiento y saneamiento.

Es indudable que dichas guías, en su concepción, no obedecen a datos con un sustento basado en resultados de investigaciones básicas y aplicadas, afirmando que los parámetros establecidos en la guía fijan valores de dotaciones per cápita, variaciones de consumo horarias y diarias, además de volúmenes de regulación, que no reflejan en forma real y objetiva los usos y costumbres de las comunidades rurales.

Actualmente, se ha implementado el uso de la *Guía para el Diseño para Abastecimiento de Agua Potable a Zonas Rurales* en algunas instituciones tales como: Fondo de Inversión Social (FIS), Fondo Nacional Para la Paz (FONAPAZ), Fondo de Tierras y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), en la aplicación de los criterios o parámetros de diseño para las formulaciones de las construcciones de los sistemas de abastecimiento de agua potable en áreas rurales a nivel nacional.

Desde la última fecha de presentación, la Guía tiene 17 años de haberse creado y no cuenta con un soporte de investigación de campo que fundamente los criterios más importantes utilizados.

Consciente de estos valores o parámetros de diseño que están sobredimensionados por ausencia de guías con datos reales para los estudios de los proyectos, se ha determinado que hace encarecer los costos de los sistemas de abastecimiento de agua potable en las comunidades rurales.

El sobredimensionamiento de los sistemas construidos de abastecimiento de agua potable que se han aplicado en la utilización de los parámetros de diseño con y sin uso de normas o guías, conllevan a, ya sea una deficiencia en el servicio, o bien, a una sobre estimación de dicho sistema. Por tal razón, se realizó el estudio a la aldea Rancho Alegre, con el fin de determinar parámetros de diseño concordantes con la realidad rural, lo que permitirá optimizar las inversiones y minimizar la capacidad ociosa de los elementos del sistema.

2.2. Macro y micromedidores instalados en el sistema de agua potable

Todo el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad Rancho Alegre cuenta con conexiones domiciliarias en cada vivienda (micro medidores), esto facilita la lectura del consumo por parte de los habitantes de dicha comunidad. No obstante, se presenta la dificultad o imposibilidad de obtener una macromedición, o sea, la lectura total de agua que sale del tanque de abastecimiento, la cual es distribuida a toda la comunidad, por no contar con un medidor total que brinde dicha información la cual es de suma importancia.

La inexistencia de este medidor hace imposible obtener una evaluación comparativa con respecto al consumo a nivel micromedición. Ya que prácticamente, teniendo el dato de consumo por cada vivienda y al mismo tiempo teniendo el consumo total por medio de dicho medidor total, se sabría si se producen pérdidas o fugas en algún punto de la red de distribución.

No obstante, ante dicha imposibilidad de colocar un medidor total para macromedición, se realizó una actividad de aforo en la entrada de las unidades de filtración. Esto permitió obtener valores de medidas inexactas, siendo la única forma de realizar la comparación con los valores de la micromedición.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Etapa 1

En esta primera etapa se procedió por medio de inducciones, por parte de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a realizar métodos para la recolección, verificación y tabulación de los datos de consumo de agua potable, tanto de micromedición como también de macromedición, con el fin de hacer más eficientes y confiables los resultados de los parámetros que, como finalidad, tiene la investigación.

También se realizó la búsqueda de información bibliográfica, libros, normas y manuales con temas relacionados a dicha investigación para construir el marco conceptual. La mayor información se obtuvo en primer lugar, de los planos de diseño, tanto iniciales como finales. Ver anexo, planos iniciales, figura 2.

Además, se tuvo el conocimiento acerca de los parámetros de diseño los cuales utilizaron para llevar a cabo la ejecución del proyecto de abastecimiento de agua potable. Ver anexo II. Pronóstico de demanda de agua potable, Rancho Alegre, Sumpango Sacatepéquez.

3.2. Etapa 2

Se llevó a cabo el estudio del sistema actual de la comunidad de Rancho Alegre, del municipio de Sumpango, del departamento de Sacatepéquez. El estudio se enfocó a 60 viviendas de esta comunidad. Este se realizó con una inspección inicial a todo el sistema de abastecimiento de agua potable, conforme a planos iniciales de diseño proporcionados por el Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Rural, de la misma manera proporcionaron los planos finales de la construcción del sistema, determinando que su funcionamiento está en actividad constante las 24 horas del día abasteciendo a toda la comunidad desde el 2010 hasta la fecha.

Las siguientes imágenes muestran el estado de la comunidad Rancho Alegre, municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez.

Figura 2. **Vivienda de la comunidad Rancho Alegre**



Fuente: comunidad Rancho Alegre.

Figura 3. **Viviendas habitadas de la comunidad Rancho Alegre**



Fuente: comunidad Rancho Alegre.

Figura 4. **Panorama de la comunidad Rancho Alegre**



Fuente: comunidad Rancho Alegre.

En la comunidad, por parte de la Municipalidad de Sumpango, se instalaron las conexiones domiciliarias, colocando medidores volumétricos, obteniendo registros de las horas de consumo a presentarse en un día.

Esta micromedición se realizó en intervalos de 2 horas, iniciando a las 6:00 horas y concluyendo a las 20:00 horas, específicamente a 60 casas de la aldea Rancho Alegre del municipio de Sumpango, del departamento de Sacatepéquez, considerando que este es el período de tiempo en el que

usualmente se presentan los consumos domiciliarios en esta área de investigación.

En la siguiente imagen se muestra la actividad de muestreo.

Figura 5. **Lectura de contadores de la aldea Rancho Alegre**



Fuente: comunidad Rancho Alegre.

Los datos obtenidos se registraron en una ficha específica, ver tabla I a la tabla XX en el apéndice.

Esto facilitó la recopilación de la información necesaria, en la cual se anotaron las lecturas procedentes de los contadores, respecto al consumo de cada vivienda en estudio. La tabla siguiente muestra un ejemplo de la información de una semana ya tabulada de una casa en estudio:

Tabla I. **Anotaciones de consumo en metros cúbicos**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA No.	17 PROPIETARIO: ZOILA ESPERANZA HUITZ

Semana del 8 al 14 de Nov de 2013

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	539,8203	540,2579	540,6954	541,1389	541,5706	542,0087	542,4497
08:00	539,8661	540,3037	540,7423	541,1784	541,6160	542,0541	542,4909
10:00	539,8969	540,3345	540,7711	541,2097	541,6493	542,0830	542,5215
12:00	539,9519	540,3895	540,8241	541,2602	541,6978	542,1350	542,5731
14:00	539,9702	540,4078	540,8459	541,2826	541,7271	542,1677	542,5960
16:00	540,0274	540,4650	540,9001	541,3403	541,7769	542,2135	542,6541
18:00	540,0447	540,4823	540,9199	541,3576	541,7957	542,2329	542,6709
20:00	540,1059	540,5436	540,9811	541,4187	541,8565	542,2940	542,7318

Fuente: elaboración propia.

3.3. Etapa 3

Después de haber recopilado los datos, se procedió al desarrollo de cuadros analíticos para la tabulación de la información obtenida en campo, realizando de esta manera el cálculo de los consumos en metros cúbicos, registrados por cada uno de los contadores instalados en cada vivienda de la comunidad.

El cálculo del consumo se obtiene restando a cada una de las lecturas, la inmediata superior. La siguiente tabla da un ejemplo de los consumos obtenidos de los datos correspondientes a una semana de una casa en estudio, la cual se presentan en la tabla II.

Tabla II. **Cálculo de consumos en metros cúbicos**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

CÁLCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA No.	20 PROPIETARIO: MARGARITA JOJ

Semana del 8 al 14 de Dic de 2013

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB
06:00	0,4500	0,2511	0,3452	0,2456	0,2470	0,2462	0,2450
08:00	0,0868	0,0794	0,0853	0,0854	0,0849	0,0829	0,0949
10:00	0,0625	0,0632	0,0670	0,0535	0,0625	0,0645	0,0635
12:00	0,1034	0,1027	0,0986	0,1064	0,1019	0,1035	0,1025
14:00	0,0451	0,0457	0,0468	0,0420	0,0475	0,0440	0,0459
16:00	0,1037	0,1072	0,1053	0,1044	0,1034	0,1035	0,1044
18:00	0,0438	0,0421	0,0428	0,0434	0,0432	0,0440	0,0440
20:00	0,0786	0,0777	0,0780	0,0885	0,0804	0,0987	0,0786

Fuente: elaboración propia.

Habiendo tabulado los datos correspondientes a cada una de las 60 viviendas y obtenido el consumo en metros cúbicos, se obtienen los cálculos siguientes:

- Consumo promedio mensual: se inicia el proceso de evaluación mediante el cálculo del valor de consumo promedio mensual (Q_p mensual), para lograr obtener resultados finales de los promedios de cada mes. Para poder determinar este parámetro, se debe obtener la sumatoria del consumo total de un mes de investigación. Ver apéndice, tabla LIX. Consumo total de micromedición.

Entonces:

$$Q_{p\text{mensual}} = \frac{\sum \text{Consumo total en el período de investigación}}{\text{Número total de días}}$$

Donde:

$Q_{p\text{Mensual}}$: caudal promedio registrado en un mes en m³/día

- Coeficiente de variación diaria: se calculó este valor de todos los días típicos de un mes de investigación, en función del consumo promedio mensual.

$$K_1 = \frac{\text{Consumo total del día}}{\text{Consumo promedio mensual}}$$

Se procedió a ordenar en forma ascendente los valores obtenidos de coeficiente de variación diaria de todos los días del mes en estudio, determinándose sus frecuencias con la finalidad de obtener su probabilidad de ocurrencia.

Reajustando todos los valores obtenidos a una distribución normal y considerando una probabilidad de ocurrencia de un 95 por ciento de confiabilidad se obtuvo que:

$$Z = \frac{K_1 - \bar{K}_2}{\sigma}$$

Donde:

Z = valor obtenido mediante niveles de confianza

\bar{K}_1 = coeficiente promedio de variación diaria

σ = desviación estándar

Para una 95 por ciento de confiabilidad el valor de Z = 1,65, entonces:

$$1,65 = \frac{K_1 - \bar{K}_1}{\sigma}$$

- Coeficiente de variación horaria: se calculó este valor de todos los días típicos de un mes de investigación, en función del consumo promedio del día

$$K_2 = \frac{\text{Consumo en la hora máximo consumo}}{\text{Consumo promedio del día}}$$

Se procedió a ordenar en forma creciente todos los valores obtenidos de coeficiente de variación horaria, determinándose sus frecuencias finales en función de la probabilidad de ocurrencia real.

Reajustando los valores obtenidos a una distribución normal y considerando una probabilidad de 95 por ciento de confiabilidad, se obtuvo que:

$$Z = \frac{K_2 - \bar{K}_2}{\sigma}$$

Donde:

\bar{K}_2 = coeficiente promedio de variación horaria

σ = desviación estándar

Para un 95 por ciento de confiabilidad el valor de $z = 1,65$, entonces:

$$1,65 = \frac{K_2 - \bar{K}_2}{\sigma}$$

- Porcentaje de volumen de regulación: de los cuadros diarios se tomaron los porcentajes de volúmenes de regulación (por ciento V_r) de los días típicos de los meses en estudio.

Ordenando los valores obtenidos en forma creciente, se determinaron sus frecuencias, reajustando estos valores a una distribución normal y considerando una probabilidad de un 95 por ciento se obtuvo:

$$Z = \frac{\%V_r - \% \bar{V}_r}{\sigma}$$

Donde:

$\%V_r$ =porcentaje de volumen de regulación

$\%\bar{V}_r$ =Porcentaje promedio de volumen de regulación

σ =desviación estándar

Para un 95 por ciento de confiabilidad el valor de $Z = 1,65$, entonces:

$$1,65 = \frac{\%V_r - \%\bar{V}_r}{\sigma}$$

- Porcentaje de pérdidas: para la determinación de este valor de los meses del año en estudio, fue necesario insertar el componente de micromedición en las conexiones domiciliarias, del cual se logró obtener valores de volúmenes totales de agua contabilizada para cada uno de los meses en estudio. Ver apéndice. Consumo total de micromedición.

Obtenidos los volúmenes totales se procedió a determinar el volumen de agua no contabilizada, de la forma siguiente:

Vol. agua no contabilizada = Vol. producido – Vol. contabilizado

Donde el porcentaje de pérdidas será:

$$\% \text{ Pérdidas} = \frac{\text{Vol. de agua contabilizada}}{\text{Vol. de agua producida}} \times 100$$

- Dotaciones

Dotación de producción per cápita

Teniendo el valor del consumo promedio de agua producida en los meses de investigación y la población servida, se tiene que:

$$\text{Dot. Producción} = \frac{Q_{\text{producido}} \times 1000}{\text{Pob. Servida}}$$

Luego;

$$Q_{\text{producido}} = \frac{\text{Vol. Promedio de agua producido por mes}}{\text{N. de días por mes}}$$

Dotación de consumo per cápita: teniendo el valor del consumo promedio de agua contabilizada durante el período de investigación y la población servida, se tiene que:

$$\text{Dot. consumo} = \frac{Q_{\text{Contabilizado}} \times 1000}{\text{Pob. Servida}}$$

Luego;

$$Q_{\text{contabilizado}} = \frac{\text{Vol. promedio de agua contabilizada por mes}}{\text{número de días por mes}}$$

3.4. Etapa 4

En la cuarta etapa se plantean los resultados obtenidos. Con la aplicación de técnicas de estadística descriptiva y depuración de la información de campo, se obtuvieron indicadores de los parámetros de diseño y para su ordenamiento, se elaboraron cuadros de consumos diarios y mensuales, calculando los consumos totales, consumo promedio, coeficiente de variación horaria y diaria y volúmenes de regulación.

Luego se obtuvieron los parámetros mencionados anteriormente y se aplicó un modelo de regresión lineal, con el fin de obtener resultados promediales anuales.

Con la finalidad de obtener conclusiones valederas, se utilizó el análisis de probabilidades, dando un adecuado grado de credibilidad de los resultados, pues al obtener parámetros confiables se permite reformular todos los parámetros, que estén plasmados en la guía existente de diseño para los sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural.

4. RESULTADOS

4.1. Macromedición

Para poder llegar a los resultados obtenidos respecto a la macromedición, fue necesario realizar un cuadro de consumo total, sumando los datos obtenidos de los aforos realizados a la entrada del tanque de purificación, la cual indica el comportamiento del uso del agua de la comunidad en estudio, durante el período de investigación y el promedio de consumo en metros cúbicos por hora. En el apéndice se muestran las tablas de consumos diarios de macromedición.

4.2. Micromedición

Los consumos registrados por cada vivienda fueron tomados desde sus respectivos contadores o medidores, dando la información necesaria para poder elaborar las curvas de variaciones, horarias y diarias y todos los cálculos correspondientes según la etapa número tres.

Tabulando los datos de las horas y días establecidos como se muestra en la tabla IV. Se determinó y sumó el consumo en metros cúbicos de cada uno de los días del período de investigación. Ver apéndice. Consumo total de micromedición.

Tabla III. **Consumo de cada uno de los días de la primera semana de febrero**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

CÁLCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA No.	20 PROPIETARIO: MARGARITA JOJ

Semana del 8 al 14 de Dic de 2013

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB
06:00	0,4500	0,2511	0,3452	0,2456	0,2470	0,2462	0,2450
08:00	0,0868	0,0794	0,0853	0,0854	0,0849	0,0829	0,0949
10:00	0,0625	0,0632	0,0670	0,0535	0,0625	0,0645	0,0635
12:00	0,1034	0,1027	0,0986	0,1064	0,1019	0,1035	0,1025
14:00	0,0451	0,0457	0,0468	0,0420	0,0475	0,0440	0,0459
16:00	0,1037	0,1072	0,1053	0,1044	0,1034	0,1035	0,1044
18:00	0,0438	0,0421	0,0428	0,0434	0,0432	0,0440	0,0440
20:00	0,0786	0,0777	0,0780	0,0885	0,0804	0,0987	0,0786

Fuente: elaboración propia.

4.3. Estado actual de las unidades del sistema

El circuito de distribución de agua potable de la comunidad Rancho Alegre se encuentra en muy buenas condiciones. Considerando que dicho proyecto fue inaugurado hace cuatro años y que de las 761 viviendas instaladas, un 10 por ciento se encuentran desocupadas. (76 viviendas). Los medidores instalados actualmente están realizando su función satisfactoriamente, brindando datos del consumo de cada vivienda, sin embargo, no se utilizan para llevar un control de dicho consumo, ni para efectuar ningún tipo de cobro por el servicio.

Hasta ahora todas las unidades del sistema, tales como: línea de conducción, línea y red de distribución, equipo de bombeo, filtros de potabilización y tanques de almacenamiento, no han mostrado mal funcionamiento, sin embargo, no se puede descartar ciertos inconvenientes menores que han surgido dentro del mismo, por riesgos externos al sistema. Estos pueden ser causados por vandalismo y/o por eventos naturales tales como sismos y otros. Por ejemplo, la avería de una tubería o la rotura de una caja de registros.

Esto último no significa que los parámetros utilizados en el diseño, sean en su totalidad culpables, tampoco se puede afirmar que fueron erróneamente elegidos. Las siguientes figuras muestran un panorama del estado actual de las unidades del sistema de agua potable de la comunidad Rancho Alegre, la cual es beneficiada por este servicio.

Figura 6. **Tanque de almacenamiento 1**



Fuente: comunidad Rancho Alegre.

Figura 7. **Tanques de almacenamiento 2**



Fuente: comunidad Rancho Alegre.

Figura 8. Depósito de cloración



Fuente: comunidad Rancho Alegre.

Figura 9. Tanque de distribución en la aldea Rancho Alegre



Fuente: comunidad Rancho Alegre.

Figura 10. **Micromedidor (contador)**



Fuente: comunidad Rancho Alegre.

Figura 11. **Siembra en la aldea Rancho Alegre**



Fuente: comunidad Rancho Alegre.

5. ANÁLISIS Y CÁLCULOS

Análisis de los datos de consumo de la aldea Rancho Alegre del municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez.

- Cálculo del consumo promedio mensual

Se calcula el consumo total durante el período de investigación (6 meses). Ver apéndice. Consumo total de micromedición.

$$Q_{\text{pmensual}} = \frac{\sum \text{consumo total en el período de investigación}}{\text{No. total de días}}$$

$$Q_{\text{pmensual}} = \frac{6\,722,7975 \text{ m}^3}{167 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{pmensual}} = 40,2563 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Coeficiente de variación diaria K_1

Se calcula para cada día del período de investigación con la siguiente fórmula:

$$K_1 = \frac{\text{Consumo total del día}}{\text{Consumo promedio mensual}}$$

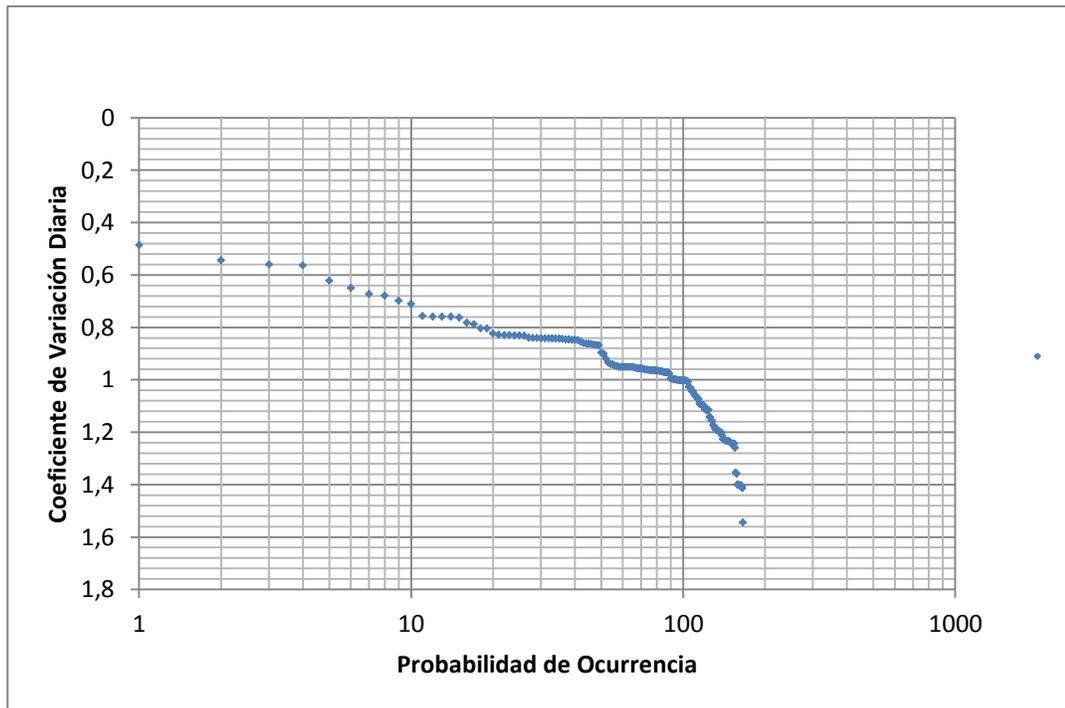
La siguiente tabla muestra el coeficiente de variación diaria (K_1) de cada día del período de investigación, los cuales se ordenaron en forma ascendente sin importar la fecha de los días.

Tabla IV. **Coeficiente de variación diaria (K_1) para cada día**

K_1									
0,4849	0,5436	0,5600	0,5628	0,6211	0,6499	0,6721	0,6781	0,6974	0,7099
0,7564	0,7590	0,7590	0,7592	0,7617	0,7817	0,7873	0,8036	0,8038	0,8233
0,8283	0,8287	0,8290	0,8300	0,8303	0,8312	0,8392	0,8395	0,8405	0,8406
0,8407	0,8412	0,8416	0,8425	0,8427	0,8439	0,8460	0,8464	0,8468	0,8474
0,8483	0,8549	0,8593	0,8613	0,8614	0,8635	0,8650	0,8666	0,8679	0,8961
0,9011	0,9186	0,9341	0,9394	0,9402	0,9457	0,9464	0,9498	0,9499	0,9500
0,9506	0,9506	0,9506	0,9508	0,9509	0,9523	0,9546	0,9550	0,9567	0,9568
0,9580	0,9590	0,9616	0,9616	0,9621	0,9624	0,9626	0,9629	0,9640	0,9655
0,9655	0,9666	0,9668	0,9684	0,9705	0,9705	0,9707	0,9719	0,9755	0,9946
0,9957	0,9969	0,9981	0,9981	0,9999	1,0006	1,0010	1,0020	1,0022	1,0024
1,0027	1,0030	1,0038	1,0066	1,0267	1,0278	1,0370	1,0455	1,0455	1,0567
1,0632	1,0636	1,0726	1,0736	1,0915	1,0941	1,0948	1,0965	1,0978	1,1123
1,1137	1,1140	1,1140	1,1140	1,1404	1,1439	1,1543	1,1567	1,1739	1,1777
1,1867	1,1899	1,1923	1,1929	1,1951	1,1982	1,2004	1,2008	1,2130	1,2265
1,2277	1,2279	1,2314	1,2330	1,2331	1,2333	1,2333	1,2342	1,2381	1,2424
1,2426	1,2429	1,2429	1,2431	1,2592	1,3534	1,3584	1,3991	1,3991	1,4013
1,4014	1,4017	1,4019	1,4044	1,4128	1,5440				

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

Figura 12. **Coefficiente de variación diaria versus probabilidad de ocurrencia**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

La figura 12 representa la distribución normal de los coeficientes de variación diaria K_1 de todos los días de investigación, de donde se obtuvo una desviación estándar con un valor de 0,15.

$$\bar{K}_1 = 1,00$$

$\sigma = 0,19$ calculado en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla V.

Para un 95 por ciento de confiabilidad, el valor de Z es de 1,65

$$Z = \frac{K_1 - \bar{K}_1}{\sigma}$$

$$1,65 = \frac{K_1 - 1,00}{0,19}$$

$$K_1 = 1,65(0,19) + 1,00$$

$$K_1 = 1,31 \cong 1,3$$

- Coeficiente de variación horaria K_2

Se calcula para cada día del período de investigación con la siguiente fórmula:

$$K_2 = \frac{\text{Consumo en la hora de máximo consumo del día}}{\text{Consumo promedio del día}}$$

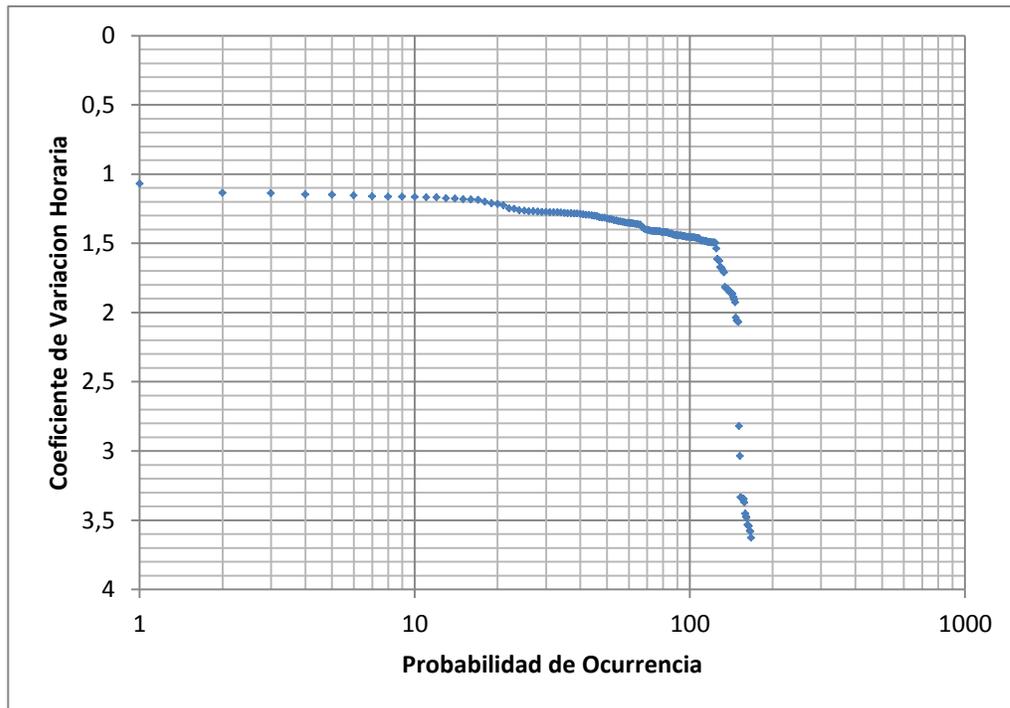
La siguiente tabla muestra el coeficiente de variación horaria (K_2) de cada día del período de investigación, los cuales se ordenaron en forma ascendente sin importar la fecha de los días.

Tabla V. **Coefficiente de variación horaria (K₂) para cada día**

k ₂									
1,0327	1,0349	1,0383	1,0393	1,0438	1,0440	1,0454	1,0507	1,0674	1,0688
1,0717	1,0720	1,0802	1,1164	1,1355	1,1380	1,1476	1,1488	1,1525	1,1607
1,1628	1,1629	1,1642	1,1665	1,1674	1,1734	1,1757	1,1771	1,1811	1,1832
1,1854	1,1996	1,2114	1,2149	1,2241	1,2474	1,2498	1,2611	1,2637	1,2676
1,2682	1,2711	1,2726	1,2730	1,2757	1,2762	1,2763	1,2782	1,2789	1,2819
1,2825	1,2841	1,2844	1,2866	1,2913	1,2938	1,2943	1,2986	1,3008	1,3032
1,3129	1,3136	1,3149	1,3215	1,3231	1,3248	1,3327	1,3341	1,3399	1,3428
1,3444	1,3485	1,3508	1,3509	1,3539	1,3551	1,3587	1,3612	1,3626	1,3655
1,3816	1,3904	1,3998	1,4020	1,4035	1,4077	1,4116	1,4120	1,4120	1,4131
1,4134	1,4138	1,4169	1,4171	1,4173	1,4178	1,4192	1,4259	1,4284	1,4297
1,4355	1,4373	1,4375	1,4409	1,4423	1,4429	1,4429	1,4448	1,4476	1,4478
1,4513	1,4527	1,4527	1,4539	1,4545	1,4558	1,4561	1,4563	1,4587	1,4608
1,4624	1,4629	1,4725	1,4787	1,4793	1,4798	1,4812	1,4826	1,4838	1,4878
1,4899	1,4907	1,4924	1,4930	1,4934	1,4934	1,4941	1,4947	1,5379	1,6126
1,6179	1,6276	1,6726	1,6736	1,6866	1,7005	1,7093	1,8143	1,8206	1,8268
1,8283	1,8348	1,8455	1,8545	1,8550	1,8622	1,8631	1,8882	1,9041	1,9253
1,9363	1,9453	1,9553	1,9753	2,1186	2,1263	2,1799			

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

Figura 13. **Coefficiente de variación horaria versus probabilidad de ocurrencia**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

La figura 13 representa la distribución normal de los coeficientes de variación horaria K_2 de todos los días de investigación, de donde se obtuvo una desviación estándar con un valor de 0,63.

$$\bar{K}_2 = 1,63$$

$\sigma = 0,63$ Calculado en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla VI.

Para un 95 por ciento de confiabilidad, el valor de Z es de 1,65

$$Z = \frac{K_2 - \bar{K}_2}{\sigma}$$
$$1,65 = \frac{K_2 - 1,41}{0,23}$$

$$K_2 = 1,65(0,23) + 1,41$$

$$K_2 = 1,78$$

- Porcentaje de volumen de regulación: de los cuadros diarios de macromedición se tomaron los porcentajes de volúmenes de regulación (%Vr) de los días típicos de los meses en estudio.

Los valores obtenidos se ordenaron en forma creciente sin importar la fecha de los días (ver tabla VI) y se determinaron sus frecuencias, reajustando estos valores a una distribución normal y considerando una probabilidad de un 95 por ciento de confiabilidad, se obtuvieron los siguientes valores:

$$Z = 1,65$$

$\sigma = 0,15$ Calculado en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla VII.

$$\% \bar{V}_r = 0,60$$

Tabla VI. **Porcentajes de volumen de regulación para cada día de investigación**

%Vr									
0,33	0,33	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,39	0,39	0,39
0,40	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43	0,44	0,44
0,44	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45	0,46	0,46	0,46	0,47
0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48
0,48	0,48	0,49	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,53
0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55
0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57
0,57	0,57	0,58	0,58	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
0,59	0,59	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,61
0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,64
0,64	0,65	0,65	0,65	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
0,68	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,69	0,70	0,71	0,72
0,72	0,72	0,73	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76
0,76	0,76	0,76	0,77	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,87	0,87	0,93
0,93	0,93	0,97	0,97	0,99	1,02	1,05			

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

Entonces:

$$1,65 = \frac{\%V_r - \overline{\%V_r}}{\sigma}$$

$$1,65 = \frac{\%V_r - 0,60}{0,15}$$

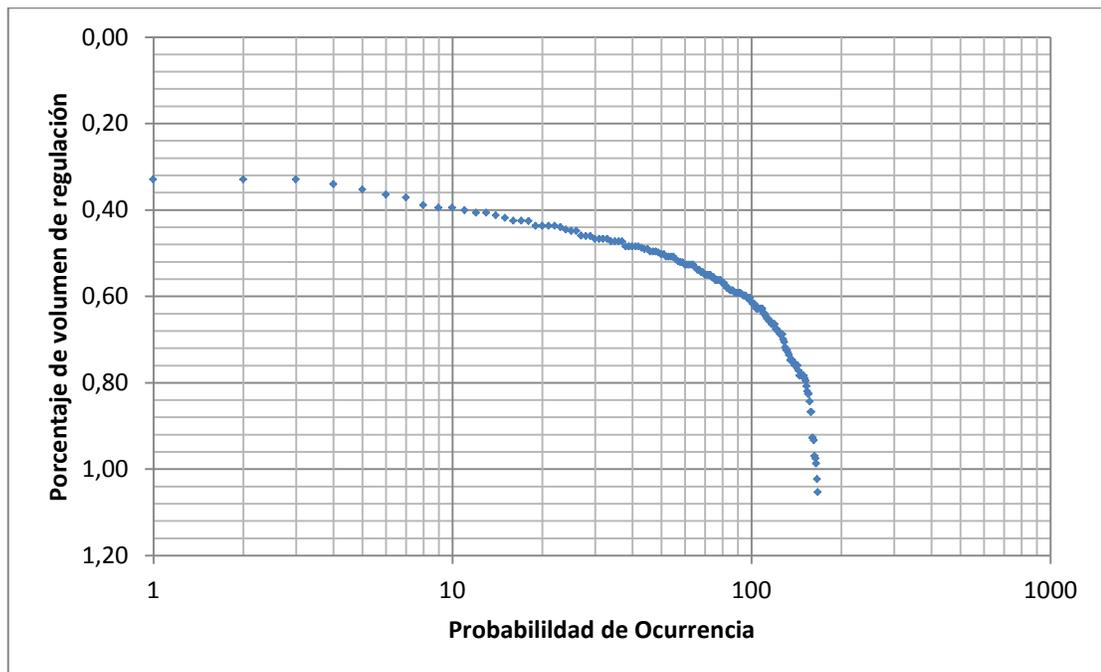
Despejando $\%V_r$ se tiene que:

$$\%V_r = 1,65(0,15) + 0,60$$

$$\%V_r = 0,84 \%$$

La siguiente figura representa la distribución normal de los porcentajes de volumen de regulación ($\%V_r$) de todos los días de investigación, de donde se obtuvo una desviación estándar con un valor de 0,15.

Figura 14. **Porcentaje de volumen de regulación *versus* probabilidad de ocurrencia**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

- Porcentaje de pérdidas

Se procedió en primer lugar, a calcular los volúmenes totales de cada mes de investigación. En el apéndice se muestran las tablas de consumos diarios de macromedición. Luego se calculó el volumen de agua no contabilizada de la siguiente forma:

$$\text{Vol. agua no contabilizada} = \text{Vol. producido} - \text{Vol. contabilizado}$$

En la tabla VIII se especifica el volumen de agua producida, volumen de agua contabilizada en los tres meses de investigación y el volumen de agua no contabilizada. Donde el porcentaje de pérdida es:

$$\text{por ciento Pérdidas} = \frac{\text{Vol. de agua no contabilizada}}{\text{Vol. de agua producida}} \times 100$$

Tabla VII. **Resumen anual del porcentaje de pérdidas**

MESES (2013-2014)	VOLUMEN DE AGUA PRODUCIDA (m3)	VOLUMEN DE AGUA CONTABILIZADO (m3)	VOLUMEN DE AGUA NO CONTABILIZADO M3	PORCENTAJE DE PÉRDIDAS
NOVIEMBRE	2916,00	1511,02	1404,97	48,18
DICIEMBRE	2818,80	1353,78	1465,01	51,97
ENERO	2916,00	1838,02	1077,98	36,97
FEBRERO	2721,60	1758,04	963,55	35,40
MARZO	2721,60	1924,13	797,47	29,30
ABRIL	2624,40	1474,64	1149,76	43,81
SUMA	16718,40	9859,65		
PROMEDIO MENSUAL	2 689,20	1 718,94		36,17

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se puede decir que el porcentaje de pérdidas promedio es de 36,17 por ciento.

- Dotaciones

Dotación de producción per cápita

El valor del consumo promedio de agua producida en la aldea Rancho Alegre en los meses de recolección de datos, fue de 2 689,20 metros cúbicos y la población servida fue de 648 habitantes, por lo tanto se tiene que:

$$Q_{\text{producido}} = \frac{\text{Vol. promedio de agua producido por mes}}{\text{número de días por mes}}$$

$$Q_{\text{producido}} = \frac{2\,689,20 \text{ m}^3}{30 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{producido}} = 89,64 \text{ m}^3/\text{día}$$

Sabiendo que la población servida fue de 648 habitantes, se tiene que:

$$\text{Dot. producción} = \frac{Q_{\text{producido}} \times 1\,000}{\text{Pob. Servida}}$$

$$\text{Dot. producción} = \frac{89,64 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 1\,000}{648 \text{ hab.}}$$

$$\text{Dot. producción} = 138,3 \text{ l/hab/día}$$

Dotación de consumo *per cápita*

El valor del consumo promedio de agua contabilizada durante el período de investigación fue de 1 063,20 metros cúbicos y la población servida de las 60 viviendas, fue de 360 habitantes, por lo tanto se tiene que:

$$Q_{\text{contabilizado}} = \frac{\text{Vol. promedio de agua contabilizada por mes}}{\text{número de días por mes}}$$

$$Q_{\text{contabilizado}} = \frac{1\,120,47 \text{ m}^3}{30 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{contabilizado}} = 37,35 \text{ m}^3/\text{día}$$

Luego;

$$\text{Dot. consumo} = \frac{Q_{\text{contabilizado}} \times 1\,000}{\text{Pob. servida}}$$

$$\text{Dot. consumo} = \frac{37,35 \text{ m}^3/\text{día} \times 1\,000}{360 \text{ hab.}}$$

$$\text{Dot. consumo} = 103,75 \text{ l/hab/día}$$

5.1. Cuadros analíticos

En el apéndice de la tabla I a la tabla XX, se muestran las anotaciones de las lecturas de los contadores en febrero de 2014, de la casa 10 a la casa 14 de la aldea Rancho Alegre. Solamente se presentan los cuadros de febrero para ejemplificar lo que se realizó en todo el período de estudio para sesenta casas.

5.2. Cuadros de consumo

En el apéndice se presentan los cálculos de consumo de agua potable en metros cúbicos de febrero de 2014, de la casa 10 a la casa 14 de la aldea Rancho Alegre. Esto se realizó con base en los cuadros analíticos de las anotaciones de lectura de los contadores del capítulo 5.1, Solamente se presentan los cuadros de febrero, para ejemplificar lo que se realizó en todo el período de estudio para sesenta casas.

A continuación se presentan los cuadros de los cálculos de consumos horarios y por cientos de las demandas en cada uno de los días, semanas y meses del período investigado.

Tabla VIII. **Consumos horarios y porcentajes en el día de máximo consumo**

Viernes 14 de marzo de 2014 (día de máximo consumo)			
HORA	VIERNES	consumo m³/h	porcentaje de la demanda media
06:00	23,5800	11,7900	19,0
08:00	5,7164	2,8582	4,6
10:00	5,3430	2,6715	4,3
12:00	5,3441	2,6720	4,3
14:00	5,3908	2,6954	4,3
16:00	5,6425	2,8213	4,5
18:00	5,3998	2,6999	4,3
20:00	5,7379	2,8689	4,6
Demanda	62,1544		
Demanda prom m ³ /h	4,4396		

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Consumos horarios y porcentajes en el día de mínimo consumo**

viernes 22 de noviembre de 2014 (día de mínimo consumo)			
HORA	VIERNES	consumo m³/h	porcentaje de la demanda
06:00	0,9379	0,4690	2,4
08:00	2,5492	1,2746	6,5
10:00	2,6519	1,3260	6,8
12:00	2,8739	1,4370	7,4
14:00	2,5179	1,2589	6,5
16:00	2,9867	1,4933	7,7
18:00	2,3393	1,1696	6,0
20:00	2,6616	1,3308	6,8
Demanda	19,5185		
Demanda prom m ³ /h	1,3942		

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Consumos horarios y porcentajes en el día promedio**

Día promedio del período de investigación			
HORA	Consumo en m ³	Consumo m ³ /h	porcentaje de la demanda
06:00	7,7515	3,8757	130,8
08:00	2,9237	1,4618	49,3
10:00	5,1420	2,5710	86,7
12:00	5,3907	2,6953	90,9
14:00	4,8152	2,4076	81,2
16:00	5,4953	2,7476	92,7
18:00	4,7178	2,3589	79,6
20:00	5,2627	2,6313	88,8
Demanda	41,4987		
Demanda prom m ³ /h	2,9642		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Consumos promedios diarios en metros cúbicos de noviembre de 2013**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	0,8688	8,9739	8,7831	8,9534	8,8201	8,8088	8,8802
08:00	3,8979	4,3225	4,6376	4,4342	4,5256	4,2480	4,1779
10:00	3,6719	3,8891	3,7717	3,7604	3,8826	3,7850	3,7670
12:00	4,3614	4,3830	4,4140	4,2496	4,1906	4,0894	4,0998
14:00	3,3644	3,6572	3,8061	3,8969	4,0584	3,7463	3,4622
16:00	4,5726	4,5705	4,3442	4,4141	4,2934	4,2351	4,3761
18:00	3,0086	3,2252	3,3625	3,2756	3,3676	3,2090	3,2126
20:00	4,4556	4,4314	4,4139	4,3869	4,3475	4,2534	4,0579
Suma	28,2013	37,4528	37,5331	37,3712	37,4860	36,3751	36,0336
prom m ³ /h	2,0144	2,6752	2,6809	2,6694	2,6776	2,5982	2,5738

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Porcentajes de la demanda media diaria en los días de noviembre de 2013**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	43,13	445,49	436,02	444,48	437,86	437,30	440,84
08:00	193,51	214,58	230,23	220,13	224,67	210,89	207,40
10:00	182,29	193,07	187,24	186,68	192,74	187,90	187,01
12:00	216,52	217,59	219,12	210,96	208,04	203,01	203,52
14:00	167,02	181,55	188,95	193,46	201,47	185,98	171,87
16:00	227,00	226,89	215,66	219,13	213,14	210,24	217,24
18:00	149,36	160,11	166,93	162,61	167,18	159,30	159,48
20:00	221,19	219,99	219,12	217,78	215,82	211,15	201,45

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Consumos promedios diarios en metros cúbicos de diciembre de 2013**

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB
06:00	0,5692	10,9860	7,0184	7,0440	7,0943	9,5267	9,4190
08:00	3,5593	3,6546	4,1999	4,2491	3,9057	4,0476	4,1496
10:00	3,3476	3,3759	3,4879	3,4564	3,4220	3,6087	3,5703
12:00	4,0605	4,1038	4,6300	4,7554	4,2549	4,4345	4,4104
14:00	3,0250	3,0035	3,0001	2,9184	3,0261	3,1173	3,1897
16:00	4,1895	4,2716	4,8401	4,7897	4,4202	4,6372	4,5806
18:00	2,9514	2,9180	2,8084	2,7945	2,8770	3,0438	3,1097
20:00	3,5957	3,5946	3,9871	4,0457	3,7823	3,8720	3,5170
Suma	25,2982	35,9079	33,9719	34,0530	32,7825	36,2878	35,9463
prom m ³ /h	1,8070	2,5649	2,4266	2,4324	2,3416	2,5920	2,5676

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Porcentajes de la demanda media diaria en los días diciembre de 2013**

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB
06:00	31,50	607,96	388,40	389,81	392,60	527,21	521,25
08:00	196,97	202,24	232,42	235,14	216,14	223,99	229,64
10:00	185,26	186,82	193,02	191,28	189,37	199,70	197,58
12:00	224,71	227,10	256,22	263,16	235,47	245,41	244,07
14:00	167,40	166,21	166,03	161,50	167,47	172,51	176,52
16:00	231,85	236,39	267,85	265,06	244,61	256,62	253,49
18:00	163,33	161,48	155,42	154,65	159,21	168,44	172,09
20:00	198,99	198,93	220,64	223,89	209,31	214,28	194,63

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Consumos promedios diarios en metros cúbicos de enero de 2014**

HORA	MIER	JUEV	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR
06:00	5,4883	5,3645	6,3505	6,3761	6,8124	6,7615	6,4055
08:00	4,7815	5,3581	5,4242	5,4756	4,9846	5,7152	5,4688
10:00	5,0039	4,8525	4,8313	4,3265	4,4989	4,7176	5,0433
12:00	6,1414	5,9056	5,7058	5,4403	5,4921	5,9129	5,9255
14:00	4,5850	4,3476	4,4604	4,4606	4,0773	4,5236	4,5515
16:00	5,7372	5,7063	5,7476	5,2802	5,6293	5,9636	5,9033
18:00	4,1070	4,1305	4,0117	3,8835	3,8214	4,3269	4,1341
20:00	5,5163	5,4968	5,6461	5,4214	5,4300	5,7308	5,2839
Suma	41,3606	41,1619	42,1777	40,6642	40,7459	43,6521	42,7160
prom m ³ /h	2,9543	2,9401	3,0127	2,9046	2,9104	3,1180	3,0511

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Porcentajes de la demanda media diaria en los días de enero de 2014**

HORA	MIER	JUEV	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR
06:00	185,77	181,58	214,96	215,82	230,59	228,87	216,82
08:00	161,85	181,36	183,60	185,34	168,72	193,45	185,11
10:00	169,38	164,25	163,53	146,45	152,28	159,68	170,71
12:00	207,88	199,90	193,13	184,15	185,90	200,14	200,57
14:00	155,20	147,16	150,98	150,98	138,01	153,12	154,06
16:00	194,19	193,15	194,55	178,73	190,54	201,86	199,82
18:00	139,02	139,81	135,79	131,45	129,35	146,46	139,93
20:00	186,72	186,06	191,11	183,51	183,80	193,98	178,85

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Consumos promedios diarios en metros cúbicos de febrero de 2014**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	3,0153	7,4072	7,4207	7,3155	7,3069	7,3105	7,2465
08:00	2,8033	5,5751	3,6577	3,7625	4,6780	3,6993	5,9338
10:00	6,1624	6,0847	6,0149	6,1390	6,1044	6,0953	5,4805
12:00	5,6122	5,7508	5,6789	5,6210	5,7112	5,5580	5,4102
14:00	5,5135	5,5134	5,5509	6,0737	5,6582	5,5165	5,7412
16:00	6,0666	5,8321	5,9160	5,3879	5,7197	6,1435	5,9530
18:00	6,0147	6,3107	6,1297	6,1305	6,1476	6,0629	5,7634
20:00	6,0201	5,8517	6,0026	5,9893	5,9761	5,9566	5,6665
Suma	41,2082	48,3257	46,3714	46,4194	47,3020	46,3425	47,1951
prom m ³ /h	2,9434	3,4518	3,3122	3,3157	3,3787	3,3102	3,3711

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Porcentajes de la demanda media diaria en los días de febrero de 2014**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	102,44	251,65	252,11	248,53	248,24	248,36	246,19
08:00	95,24	189,41	124,27	127,83	158,93	125,68	201,59
10:00	209,36	206,72	204,35	208,56	207,39	207,08	186,19
12:00	190,67	195,38	192,93	190,97	194,03	188,83	183,81
14:00	187,32	187,31	188,59	206,35	192,23	187,41	195,05
16:00	206,10	198,14	200,99	183,05	194,32	208,72	202,24
18:00	204,34	214,40	208,25	208,28	208,86	205,98	195,81
20:00	204,53	198,80	203,93	203,48	203,03	202,37	192,51

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Consumos promedios diarios en metros cúbicos de marzo de 2014**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	5,7613	11,7729	11,7798	11,7398	11,7168	11,7433	11,7834
08:00	5,3715	6,1382	5,8582	5,7946	4,6097	4,9100	5,9852
10:00	6,0977	6,1079	6,1550	6,0764	5,9717	6,1917	6,1269
12:00	5,7163	5,8732	5,7545	5,8085	5,7646	5,6863	6,0892
14:00	5,7760	5,5771	5,9500	5,9238	5,6719	5,6758	5,9624
16:00	5,6648	5,7404	5,4394	5,4168	5,7024	5,7173	6,0801
18:00	5,9399	5,8138	5,8542	5,6145	5,8015	5,8163	5,9872
20:00	5,5432	5,6777	5,6882	5,6925	5,7416	5,6895	6,2881
Suma	45,8706	52,7013	52,4793	52,0669	50,9802	51,4302	54,3025
Prom m ³ /h	3,2765	3,7644	3,7485	3,7191	3,6414	3,6736	3,8787

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Porcentajes de la demanda media diaria en los días de marzo de 2014**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	175,84	359,32	359,53	358,31	357,60	358,41	359,64
08:00	163,94	187,34	178,80	176,85	140,69	149,86	182,67
10:00	186,10	186,42	187,86	185,46	182,26	188,97	187,00
12:00	174,46	179,25	175,63	177,28	175,94	173,55	185,84
14:00	176,29	170,22	181,60	180,80	173,11	173,23	181,98
16:00	172,89	175,20	166,01	165,32	174,04	174,50	185,57
18:00	181,29	177,44	178,67	171,36	177,07	177,52	182,73
20:00	169,18	173,29	173,61	173,74	175,24	173,65	191,92

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Consumos promedios diarios en metros cúbicos de abril de 2014**

HORA	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	DOM	LUN
06:00	2,3115	7,6298	7,6327	7,9516	7,9457	7,8945	7,9220
08:00	5,3250	5,4086	5,3832	4,5120	5,3284	5,0366	6,3398
10:00	5,7817	5,9027	5,7637	6,2671	6,2671	6,3556	5,8902
12:00	5,3984	5,3512	5,2657	6,0318	5,8745	5,8804	5,7045
14:00	5,0394	5,1338	5,7191	5,9405	5,7281	5,6416	6,1514
16:00	6,0217	6,0040	5,6014	5,7950	6,1297	6,1946	5,7942
18:00	5,4884	5,3777	5,1938	5,7627	5,7706	5,7352	5,5802
20:00	4,9375	5,0687	5,2679	5,5783	5,6333	5,5960	6,0336
Suma	40,3037	45,8766	45,8275	47,8390	48,6774	48,3344	49,4160
Prom m ³ /h	2,8788	3,2769	3,2734	3,4171	3,4770	3,4525	3,5297

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Porcentajes de la demanda media diaria en los días de abril de 2014**

HORA	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	DOM	LUN
06:00	80,29	265,03	265,13	276,21	276,00	274,22	275,18
08:00	184,97	187,88	186,99	156,73	185,09	174,95	220,22
10:00	200,84	205,04	200,21	217,70	217,70	220,77	204,61
12:00	187,52	185,88	182,91	209,52	204,06	204,26	198,15
14:00	175,05	178,33	198,66	206,35	198,97	195,97	213,68
16:00	209,17	208,56	194,57	201,30	212,92	215,18	201,27
18:00	190,65	186,80	180,41	200,18	200,45	199,22	193,84
20:00	171,51	176,07	182,99	193,77	195,68	194,38	209,59

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Consumos promedios semanal en metros cúbicos de noviembre de 2013**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 30
06:00	34,7480	38,3297	44,9066	91,8509	6,5183
08:00	30,0515	36,7265	31,1184	19,1129	8,2883
10:00	26,8424	29,8885	27,6092	18,5933	7,0670
12:00	25,2913	34,4371	34,0261	20,3272	9,4521
14:00	29,6566	28,0174	26,0927	17,5608	6,2961
16:00	26,4246	37,3696	34,2712	20,2934	9,4358
18:00	24,5489	23,4333	22,5196	17,1350	6,2331
20:00	25,9595	37,1238	35,0021	18,6054	9,1268
Sumatoria	223,5228	265,3259	255,5459	223,4792	62,4175
Promedio m ³ /h	15,9659	18,9518	18,2533	15,9628	4,4584

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Porcentajes de la demanda media semanal de noviembre de 2013**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
06:00	217,64	240,07	281,27	575,29	40,83
08:00	188,22	230,03	194,91	119,71	51,91
10:00	168,12	187,20	172,93	116,46	44,26
12:00	158,41	215,69	213,12	127,32	59,20
14:00	185,75	175,48	163,43	109,99	39,43
16:00	165,51	234,06	214,65	127,10	59,10
18:00	153,76	146,77	141,05	107,32	39,04
20:00	162,59	232,52	219,23	116,53	57,16

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Consumos promedios semanal en metros cúbicos de diciembre de 2013**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
06:00	47,1262	32,3677	49,4281	51,2128	16,8939
08:00	29,1706	29,6725	29,4294	15,5230	6,0320
10:00	22,8912	26,4698	24,6384	16,2267	6,6281
12:00	32,5542	33,6234	33,0040	15,6668	6,5288
14:00	19,9589	22,6105	21,2871	15,1467	6,2277
16:00	33,1894	34,7982	34,4638	16,4541	6,8416
18:00	18,9200	20,8707	20,3208	15,7810	6,3853
20:00	25,5631	27,8070	30,9985	14,3820	5,9841

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Porcentajes de la demanda media semanal de diciembre de 2013**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
06:00	237,64	197,56	301,69	312,58	103,11
08:00	178,05	181,11	179,62	94,75	36,82
10:00	139,72	161,56	150,38	99,04	40,46
12:00	198,70	205,22	201,44	95,62	39,85
14:00	121,82	138,01	129,93	92,45	38,01
16:00	202,57	212,39	210,35	100,43	41,76
18:00	115,48	127,39	124,03	96,32	38,97
20:00	156,03	169,72	189,20	87,78	36,52

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Consumos promedios semanal en metros cúbicos de enero de 2014**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
06:00	24,8186	64,0764	42,2136	31,8702	22,9721
08:00	29,5915	30,6602	36,3532	44,0288	18,9809
10:00	26,7967	25,1607	31,4733	41,4765	17,8727
12:00	32,5052	32,4665	38,3607	49,3712	21,0024
14:00	23,7578	22,3423	29,0223	41,1967	16,5132
16:00	33,8626	33,4383	39,7115	44,5825	19,7287
18:00	24,1961	23,8915	26,8402	33,3612	13,5133
20:00	31,5460	31,8893	36,8093	45,3683	19,6312
Sumatoria	227,0744	263,9252	280,7841	331,2553	150,2145
Promedio	16,2196	18,8518	20,0560	23,6611	10,7296

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Porcentajes de la demanda media semanal de enero de 2014**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
06:00	153,02	395,06	260,26	196,49	141,63
08:00	182,44	189,03	224,13	271,45	117,02
10:00	165,21	155,13	194,04	255,72	110,19
12:00	200,41	200,17	236,51	304,39	129,49
14:00	146,48	137,75	178,93	253,99	101,81
16:00	208,78	206,16	244,84	274,87	121,64
18:00	149,18	147,30	165,48	205,68	83,31
20:00	194,49	196,61	226,94	279,71	121,03

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Consumos promedios semanal en metros cúbicos de febrero de 2014**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
06:00	47,7257	44,0380	49,6483	46,6782
08:00	8,0680	6,7126	5,8448	5,8784
10:00	41,0535	43,8468	43,5370	39,8876
12:00	38,7355	41,3587	39,9989	37,2763
14:00	37,5296	42,2295	40,3082	38,2023
16:00	41,5180	41,8819	43,0568	37,6181
18:00	42,6871	44,9307	43,9356	38,6849
20:00	40,6871	43,5690	43,3568	38,2384
Sumatoria	298,0045	308,5672	309,6864	282,4643
Promedio m ³ /h	21,2860	22,0405	22,1205	20,1760

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Porcentajes de la demanda media semanal de febrero de 2014**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
06:00	224,21	206,89	233,24	219,29
08:00	37,90	31,54	27,46	27,62
10:00	192,87	205,99	204,53	187,39
12:00	181,98	194,30	187,91	175,12
14:00	176,31	198,39	189,36	179,47
16:00	195,05	196,76	202,28	176,73
18:00	200,54	211,08	206,41	181,74
20:00	191,14	204,68	203,69	179,64

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Consumos promedios semanal en metros cúbicos de marzo de 2014**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
06:00	46,3122	55,7235	45,2169	54,3924
08:00	6,3944	7,2643	7,4414	7,5770
10:00	39,2696	50,7074	41,2833	50,6308
12:00	38,1493	48,3104	38,7219	48,6408
14:00	37,2753	48,2005	39,0993	47,8052
16:00	37,3961	45,5360	38,5592	45,3992
18:00	39,2669	45,3949	40,1096	44,8405
20:00	38,1604	46,3539	39,3549	45,7155
Sumatoria	282,2244	347,4909	289,7865	345,0014
Promedio m ³ /h	20,1589	24,8208	20,6990	24,6430

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Porcentajes de la demanda media semanal de marzo de 2014**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
06:00	229,74	276,42	224,30	269,82
08:00	31,72	36,04	36,91	37,59
10:00	194,80	251,54	204,79	251,16
12:00	189,24	239,65	192,08	241,29
14:00	184,91	239,10	193,96	237,14
16:00	185,51	225,89	191,28	225,21
18:00	194,79	225,19	198,97	222,44
20:00	189,30	229,94	195,22	226,78

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Consumos promedios semanal en metros cúbicos de abril de 2014**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 21 AL 27	SEMANA DEL 28 AL 30
06:00	58,5395	55,7235	33,1893	15,6737
08:00	7,6006	7,2643	5,1340	5,0809
10:00	50,3711	50,7074	30,6740	12,3798
12:00	48,5228	48,3104	26,5288	11,1731
14:00	47,9763	48,2005	25,8968	11,8801
16:00	45,5467	45,5360	35,9848	15,1819
18:00	45,3949	45,3949	29,8922	12,1039
20:00	46,2477	46,3539	25,4244	11,5942
Sumatoria	350,1996	347,4909	212,7243	95,0676
Promedio m ³ /h	25,0143	24,8208	15,1946	6,7905

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Porcentajes de la demanda media semanal de abril de 2014**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
06:00	234,02	222,77	132,68	62,66
08:00	30,39	29,04	20,52	20,31
10:00	201,37	202,71	122,63	49,49
12:00	193,98	193,13	106,05	44,67
14:00	191,80	192,69	103,53	47,49
16:00	182,08	182,04	143,86	60,69
18:00	181,48	181,48	119,50	48,39
20:00	184,89	185,31	101,64	46,35

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Consumo promedio durante noviembre de 2013**

HORA	Consumo m ³	Porcentaje demanda media
06:00	43,2707	293,9896
08:00	25,0595	170,2592
10:00	22,0001	149,4728
12:00	24,7068	167,8627
14:00	21,5247	146,2431
16:00	25,5589	173,6524
18:00	18,7740	127,5541
20:00	25,1636	170,9661
Suma	206,0583	
Prom m ³ /h	14,7184	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Consumo promedio durante diciembre de 2013**

HORA	Consumo m ³	Porcentaje demanda media
06:00	39,4057	298,8264
08:00	21,9655	166,5714
10:00	19,3708	146,8952
12:00	24,2754	184,0884
14:00	17,0462	129,2668
16:00	25,1494	190,7162
18:00	16,4556	124,7878
20:00	20,9470	158,8475
Suma	184,6156	
Prom m ³ /h	13,1868	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Consumo promedio durante enero de 2014**

HORA	Consumo m ³	Porcentaje demanda media
06:00	37,1902	207,7242
08:00	31,9229	178,3041
10:00	28,5560	159,4983
12:00	34,7412	194,0455
14:00	26,5665	148,3859
16:00	34,2647	191,3843
18:00	24,3605	136,0645
20:00	33,0488	184,5928
Suma	250,6507	
Prom m ³ /h	17,9036	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Consumo promedio durante febrero de 2014**

HORA	Consumo m ³	Porcentaje demanda media
06:00	47,0225	219,6723
08:00	38,6260	110,9541
10:00	42,0812	196,5883
12:00	39,3424	183,7933
14:00	39,5674	184,8446
16:00	41,0187	191,6247
18:00	42,5596	198,8231
20:00	41,4628	193,6994
Suma	299,6806	
Prom m ³ /h	21,4058	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Consumo promedio durante marzo de 2014**

HORA	Consumo m³	Porcentaje demanda media
06:00	76,2972	325,6663
08:00	26,8288	157,1481
10:00	42,7273	182,3769
12:00	40,6926	173,6919
14:00	40,5370	173,0278
16:00	39,7612	169,7162
18:00	40,8275	174,2677
20:00	40,3208	172,1050
Suma	327,9924	
Prom m ³ /h	23,4280	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Consumo promedio durante abril de 2014**

HORA	Consumo m³	Porcentaje demanda media
06:00	40,7815	227,1310
08:00	26,2700	134,9204
10:00	36,0331	200,6851
12:00	33,6338	187,3223
14:00	33,4884	186,5126
16:00	35,5623	198,0632
18:00	33,1965	184,8865
20:00	32,4051	180,4789
Suma	251,3706	
Prom m ³ /h	17,9550	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Demanda diaria durante las semanas de noviembre de 2013**

DÍA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
SÁBADO	25,5393	33,3087	28,9889	34,2553	28,6616
DOMINGO	34,5405	34,4110	35,1801	37,1321	31,6985
LUNES	35,4672	34,9318	32,0917	21,3637	16,0199
MARTES	37,1670	33,0862	36,2997	0,0000	-----
MIÉRCOLES	36,1044	39,5286	36,4001	30,6950	-----
JUEVES	39,1383	37,2151	33,6647	28,9271	-----
VIERNES	30,0688	37,4034	36,3133	29,5895	
Sumatoria	238,0254	249,8848	238,9383	181,9626	76,3799
Promedio m³/día	34,0036	35,6978	34,1340	25,9947	10,9114

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de noviembre de 2013**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
SABADO	0,00	87,45	88,64	61,14	91,57
DOMINGO	87,19	87,45	107,17	106,86	108,43
LUNES	102,75	104,64	107,02	106,73	
MARTES	102,65	105,21	104,82	106,68	
MIÉRCOLES	102,72	105,38	105,75	106,78	
JUEVES	103,19	105,61	93,54	106,00	
VIERNES	101,51	104,25	93,06	105,81	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2013**

DIA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
DOMINGO	26,1605	28,0757	27,0562	22,5427	22,6559
LUNES	33,8626	33,4109	34,8869	38,5135	38,8656
MARTES	33,8795	33,3603	34,6757	0,0000	
MIÉRCOLES	33,9163	33,4229	34,8198	0,0000	
JUEVES	33,9254	33,4628	34,7629	21,8847	
VIERNES	33,7952	33,3429	39,2696	38,7436	
SABADO	33,8339	33,1441	38,0990	38,7084	
Sumatoria	229,3736	228,2198	243,5702	160,3929	61,5215
Promedio m³/dia	32,7677	32,6028	34,7957	22,9133	30,7607

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2013**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
SABADO	79,84	86,11	77,76	98,38	73,65
DOMINGO	103,34	102,48	100,26	168,08	126,35
LUNES	103,39	102,32	99,66	0,00	
MARTES	103,51	102,52	100,07	0,00	
MIÉRCOLES	103,53	102,64	99,91	95,51	
JUEVES	103,14	102,27	112,86	169,09	
VIERNES	103,25	101,66	109,49	168,93	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Demanda diaria durante las semanas de enero de 2014**

DIA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
SABADO	38,8065	37,6024	38,2814	48,0234	
DOMINGO	38,8065	37,8478	38,4302	47,8992	
LUNES	38,8668	38,9133	48,8321	47,9962	
MARTES	37,1670	36,9791	47,2587	48,1085	
MIÉRCOLES	0,0000	36,2740	31,4689	43,2181	54,4816
JUEVES	33,3709	38,0715	38,2689	47,7737	48,3244
VIERNES	38,7629	33,3429	38,2439	48,2361	47,4085
Sumatoria	225,7808	259,0309	280,7841	331,2553	150,2145
Promedio m3/dia	32,2544	37,0044	40,1120	47,3222	50,0715

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de enero de 2014**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
SABADO	120,31	101,62	95,44	101,48	
DOMINGO	120,31	102,28	95,81	101,22	
LUNES	120,50	105,16	121,74	101,42	
MARTES	115,23	99,93	117,82	101,66	
MIÉRCOLES	0,00	98,03	78,45	91,33	108,81
JUEVES	103,46	102,88	95,41	100,95	96,51
VIERNES	120,18	90,11	95,34	101,93	94,68

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Demanda diaria durante las semanas de febrero de 2014**

DIA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
VIERNES	46,5636	49,8404	46,4663	45,9099
SABADO	41,7449	38,3361	39,0777	34,6742
DOMINGO	42,0866	44,0733	44,8447	44,8447
LUNES	42,0864	44,1933	44,8327	44,8327
MARTES	41,3293	44,1393	44,8447	44,8447
MIÉRCOLES	42,8171	43,9413	44,8447	44,8447
JUEVES	41,3765	44,0433	44,7754	44,7754
Sumatoria	298,0045	308,5672	309,6864	304,7265
Promedio m ³ /dia	42,5721	44,0810	44,2409	43,5324

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de febrero de 2014**

DIA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
VIERNES	109,38	113,07	105,03	105,46
SABADO	98,06	86,97	88,33	79,65
DOMINGO	98,86	99,98	101,36	103,01
LUNES	98,86	100,25	101,34	102,99
MARTES	97,08	100,13	101,36	103,01
MIÉRCOLES	100,58	99,68	101,36	103,01
JUEVES	97,19	99,91	101,21	102,86

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Demanda diaria durante las semanas de marzo de 2014**

DIA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
DOMINGO	40,3361	56,4283	40,1332	49,4207
LUNES	40,4076	56,4166	40,2530	49,4310
MARTES	40,3776	56,5366	40,0370	48,3415
MIÉRCOLES	40,1796	56,3206	40,1810	49,5729
JUEVES	40,2816	56,4106	40,0850	49,3748
VIERNES	46,0495	62,1544	54,6842	56,3218
SABADO	34,5923	50,6904	34,4133	42,5387
Sumatoria	282,2244	394,9574	289,7865	345,0014
Promedio m³/dia	40,3178	56,4225	41,3981	49,2859

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de marzo de 2014**

DIA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
DOMINGO	100,05	100,01	96,94	100,27
LUNES	100,22	99,99	97,23	100,29
MARTES	100,15	100,20	96,71	98,08
MIÉRCOLES	99,66	99,82	97,06	100,58
JUEVES	99,91	99,98	96,83	100,18
VIERNES	114,22	110,16	132,09	114,28
SABADO	85,80	89,84	83,13	86,31

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Demanda diaria durante las semanas de abril de 2014**

DIA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
DOMINGO	50,0149	49,6420	30,4490	
LUNES	56,8733	56,4355	34,9393	
MARTES	43,1804	42,8006	25,0013	27,2993
MIÉRCOLES	50,0330	49,6355	30,5556	31,6951
JUEVES	50,0213	49,6473	30,5556	36,0732
VIERNES	50,0438	49,6473	30,5615	
SABADO	50,0331	49,6827	30,6618	
Sumatoria	350,1996	347,4909	212,7243	95,0676
Promedio m³/día	50,0285	49,6416	30,3892	13,5811

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de abril de 2014**

DIA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
DOMINGO	99,97	100,00	100,20	
LUNES	113,68	113,69	114,97	
MARTES	86,31	86,22	82,27	201,01
MIÉRCOLES	100,01	99,99	100,55	233,38
JUEVES	99,99	100,01	100,55	265,61
VIERNES	100,03	100,01	100,57	
SABADO	100,01	100,08	100,90	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Consumos promedios diarios en metros cúbicos durante el período de investigación**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	7,2212	6,5842	6,8799	9,0982	7,1789	8,0406	7,6149
08:00	4,5354	2,5373	2,2484	3,2718	2,3265	2,2234	2,5543
10:00	4,9379	4,9531	4,7660	4,8809	5,1372	5,1061	5,0089
12:00	5,3252	5,1773	5,0349	5,1673	5,2898	5,3260	5,1595
14:00	4,7027	4,6346	4,3664	4,7149	4,8516	4,6929	4,6134
16:00	5,4623	5,3171	5,0988	5,2364	5,3310	5,3897	5,3426
18:00	4,5233	4,5512	4,4150	4,5698	4,6681	4,6502	4,5321
20:00	5,2539	5,0443	4,8856	5,1378	5,0854	5,1462	5,0600
Suma	41,9620	38,7990	37,6949	42,0772	39,8685	40,5750	39,8858
Prom m ³ /h	2,9973	2,7714	2,6925	3,0055	2,8477	2,8982	2,8490

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Porcentajes del promedio diario del período de investigación**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
06:00	240,93	219,67	229,54	303,55	239,51	268,26	254,06
08:00	151,32	84,65	75,02	109,16	77,62	74,18	85,22
10:00	164,75	165,25	159,01	162,84	171,40	170,36	167,11
12:00	177,67	172,73	167,98	172,40	176,49	177,69	172,14
14:00	156,90	154,63	145,68	157,31	161,87	156,57	153,92
16:00	182,24	177,40	170,11	174,70	177,86	179,82	178,25
18:00	150,91	151,84	147,30	152,47	155,74	155,15	151,21
20:00	175,29	168,30	163,00	171,42	169,67	171,69	168,82

Fuente: elaboración propia.

Tabla LV. **Consumo promedio y porcentaje de la demanda media durante el período de investigación**

HORA	CONSUMO m³	porcentaje demanda media
06:00	7,5168	262,3
08:00	2,8139	98,2
10:00	4,9700	173,4
12:00	5,2114	181,8
14:00	4,6538	162,4
16:00	5,3111	185,3
18:00	4,5585	159,1
20:00	5,0876	177,5
Total m ³	40,1232	
Prom m ³ /h	2,8659	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. **Cálculo de la demanda diaria promedio durante el período de investigación**

	LUN	MAR	MIÉR	JUEv	VIER	SÁB	DOM	DEMANDA PROMEDIO
m³	1009,85	916,97	933,22	968,56	1007,08	931,17	904,67	953,07
PORCENTAJE DE LA DEMANDA MEDIA	106,0	96,2	97,9	101,6	105,7	97,7	94,9	100,0

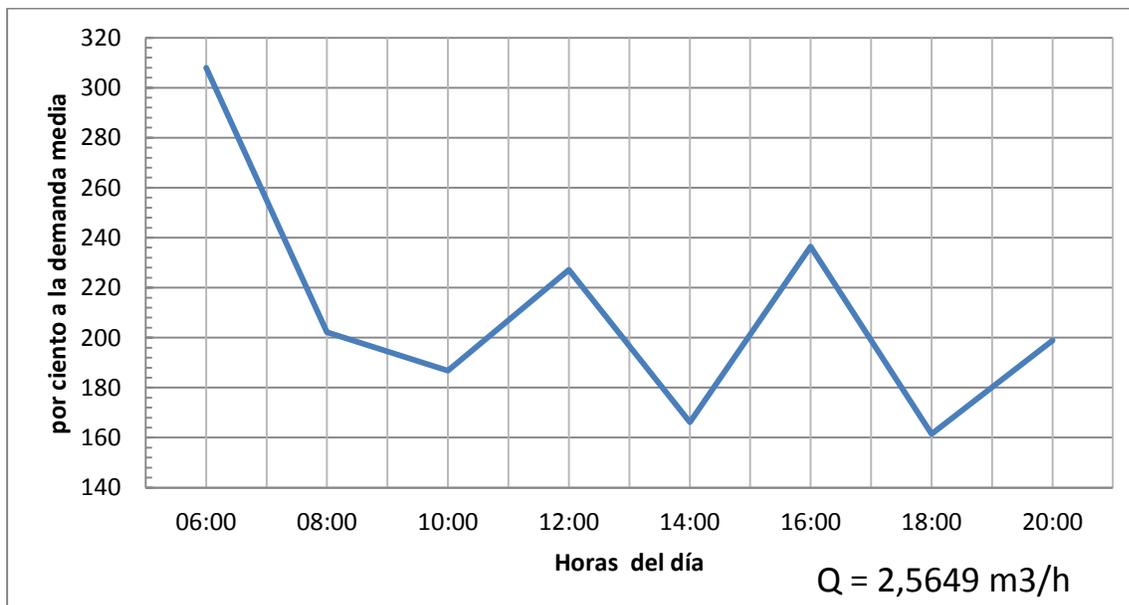
Fuente: elaboración propia.

5.3. Curvas de variación

Gráfica de la demanda promedio de los días lunes a domingo, en los meses de investigación.

A continuación, se presenta solamente la gráfica del promedio de los lunes de diciembre de 2013; las gráficas del resto de los días se presentan en el apéndice, de la figura 1 a la figura 21.

Figura 15. **Demanda promedio de los lunes de diciembre de 2013**

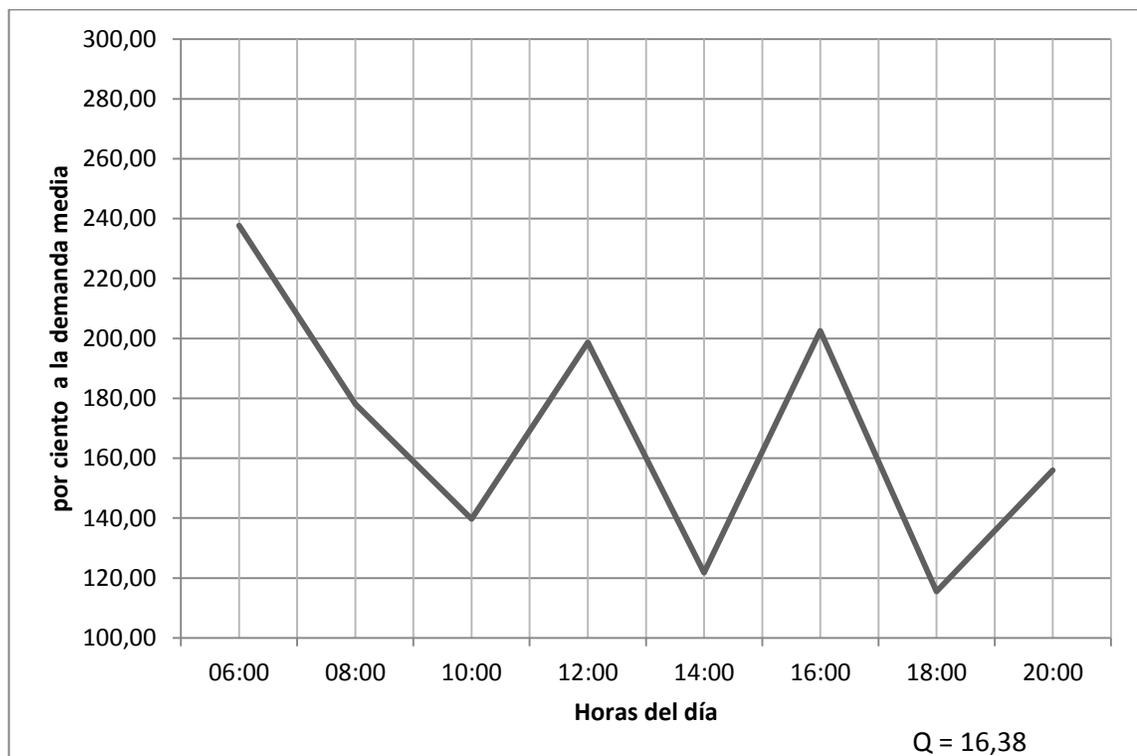


Fuente: elaboración propia, con programa Excel 2010.

Gráficas de la demanda promedio semanal durante los meses de investigación.

A continuación se presenta solamente la gráfica del promedio de la semana del 1 al 7 de diciembre de 2013; las gráficas del resto de las semanas se presentan en el apéndice.

Figura 16. **Demanda promedio de la semana del 1 al 7 de diciembre de 2013**

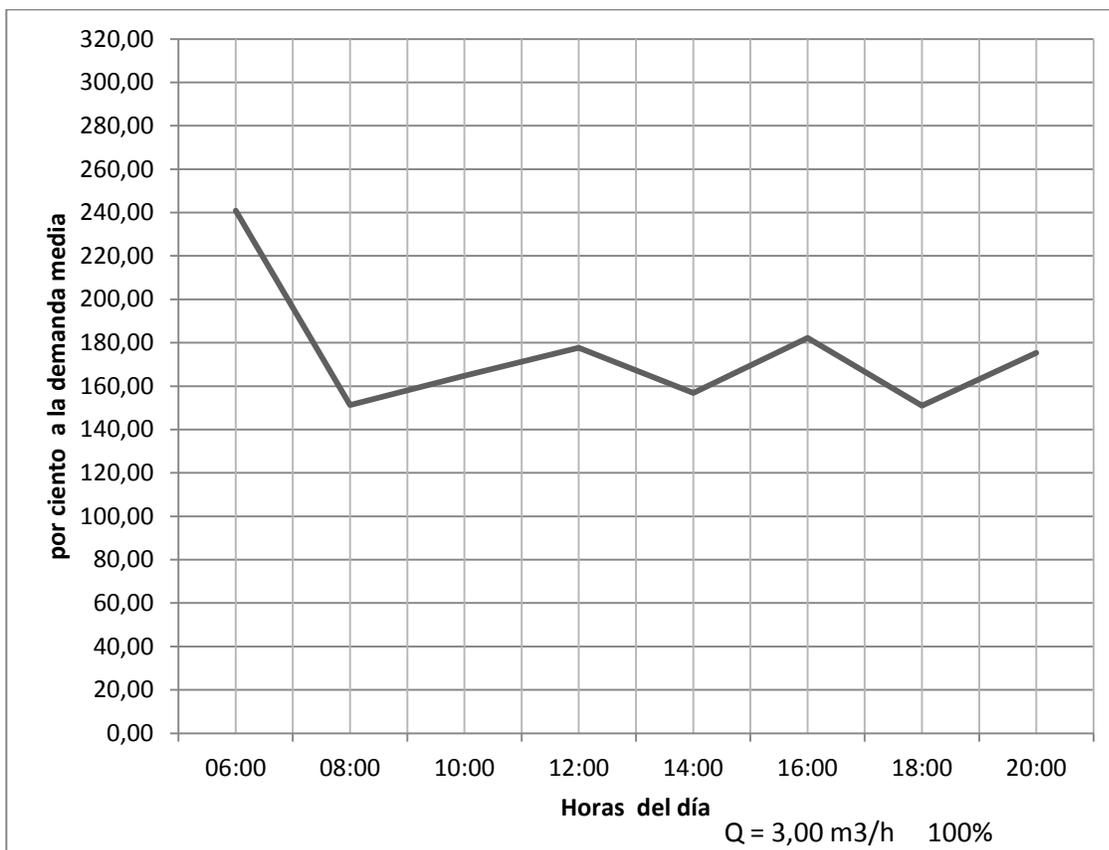


Fuente: elaboración propia, con programa Excel 2010.

Gráfica de la demanda promedio de los días lunes a domingo, durante el período de investigación.

A continuación, se presenta solamente la gráfica del promedio de los días lunes del período de investigación. Las gráficas del resto de los días de la semana se presentan en el apéndice.

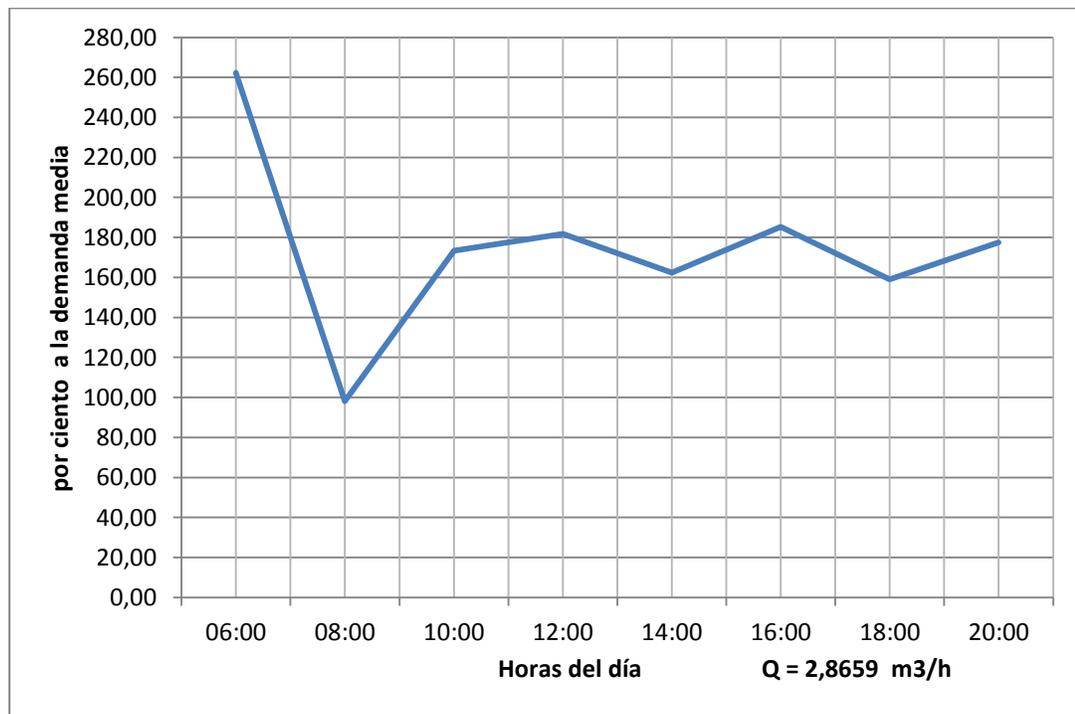
Figura 17. Demanda promedio de los lunes del período de investigación semana del 1 al 7 de diciembre de 2013



Fuente: elaboración propia, con programa Excel 2010.

Gráfica de la demanda promedio general durante el período de investigación.

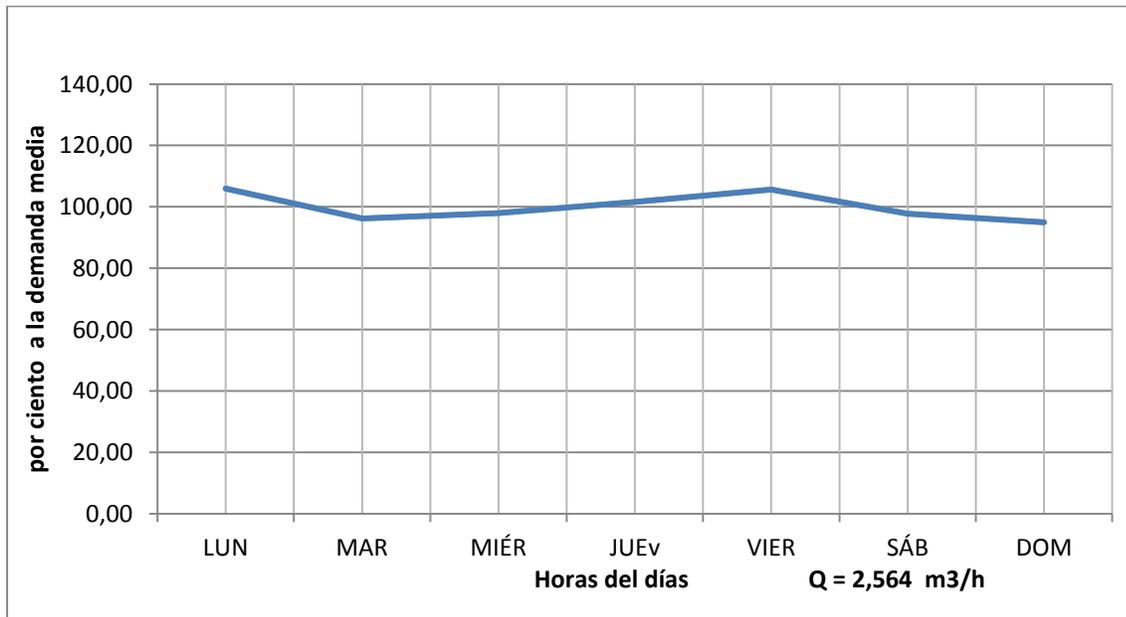
Figura 18. **Demanda promedio general del período de investigación**



Fuente: elaboración propia, con programa Excel 2010.

Gráfica de la demanda diaria promedio durante el período de investigación.

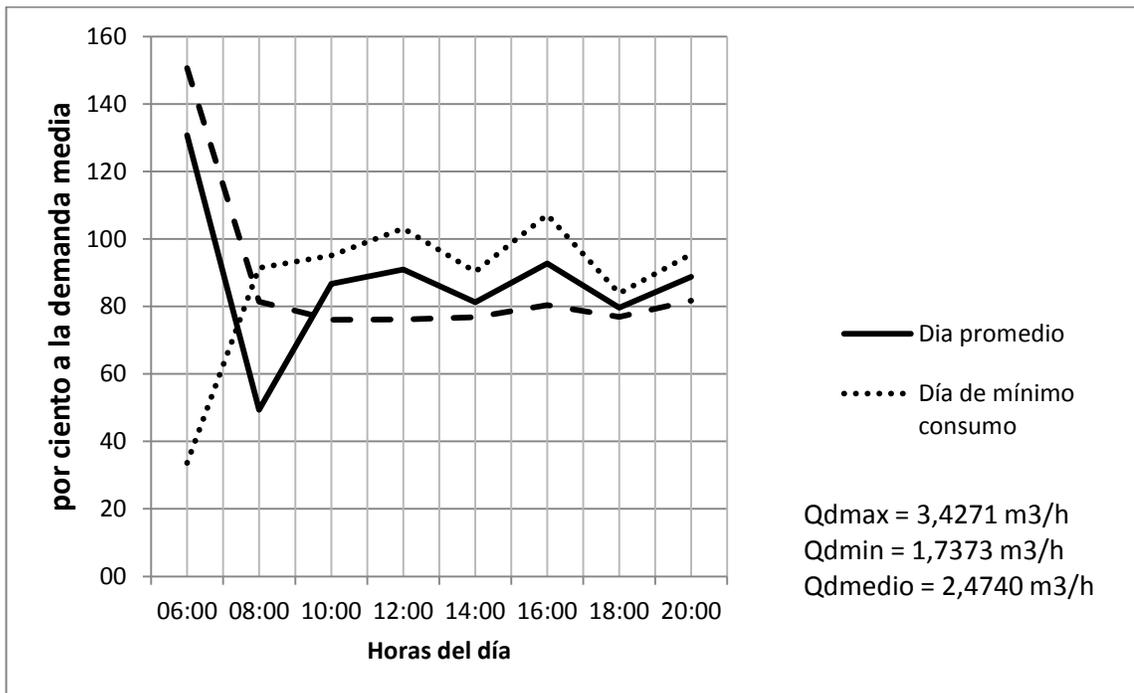
Figura 19. **Demanda diaria promedio en el período de investigación**



Fuente: elaboración propia, con programa Excel 2010.

Gráfica de la demanda en los días de máximo consumo, mínimo consumo y día promedio.

Figura 20. **Demanda en los días de máximo y mínimo consumo y día promedio**



Fuente: elaboración propia, con programa Excel 2010.

6. DISCUSIONES

Gráfica de la demanda en los días de máximo consumo, mínimo consumo y día promedio.

- La cuota per cápita real de consumo en la comunidad Rancho Alegre, del proyecto de abastecimiento de agua potable, donde se aplicaron los criterios de diseño de las guías existentes de Guatemala en los estudios preliminares, dio como resultado una dotación de 103,75 litros por habitante por día y la dotación de diseño inicial que se utilizó según la *Guía de Normas para el Diseño de Abastecimiento de Agua Potable en las Zonas Rurales*, fue de 150 litros por habitante por día.

Por lo anterior, se puede observar que se tiene un sobredimensionamiento respecto a la dotación de consumo que la Guía presenta para las áreas rurales en general, la cual hace evidente que se pudo haber tenido un costo innecesario en la construcción del proyecto de abastecimiento de agua para esta comunidad.

- Como ya se ha mencionado, todos los componentes del sistema actual de la comunidad Rancho Alegre están funcionando adecuadamente, a pesar que los parámetros de diseño fueron elegidos sin una base con estudios preliminares que se acercaran a la realidad. Es por esto que se tiene una diferencia o variación significativa entre los parámetros determinados por medio de la investigación que se realizó en la comunidad, respecto a los parámetros que se utilizaron en el diseño.

La siguiente tabla muestra la diferencia que existe entre los parámetros que fueron utilizados con base en las guías existentes y los parámetros que se determinaron por medio de la investigación realizada en la comunidad Rancho Alegre.

Tabla LVII. Comparación entre los parámetros de diseño inicial y parámetros encontrados en la investigación

	Parámetros utilizados en el diseño (según Guías de diseño)	Parámetros encontrados en la investigación
Dotación de consumo	150 l/hab/día	103,75 l/hab/día
Coefficiente de Variación Diaria (K_1)	1,5	1,3
Coefficiente de Variación Horaria (K_2)	2	1,78

Fuente: elaboración propia.

Generalmente, al diseñar un proyecto de abastecimiento de agua potable, se toman a criterio los parámetros generales que se encuentran plasmados en las guías y normas actuales. La tabla anterior brinda los parámetros esenciales para el diseños de proyectos de abastecimiento de agua específicamente para la región VI de Guatemala, que ayudarán a optimizar los recursos al momento de la ejecución y al mismo tiempo brindarán la seguridad del buen funcionamiento de todos los elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua.

CONCLUSIONES

1. La implementación de la micromedición en el consumo de agua potable, permitió determinar la cuota per cápita real de consumo en la comunidad Rancho Alegre, el cual fue de 103,75 litros por habitante por día. Este valor está por debajo del valor, por el cual fue diseñado el sistema de abastecimiento de agua que fue de 150 litros por habitante por día, demuestra que se puede utilizar en las comunidades rurales de la región XIII de Guatemala en la ejecución de proyectos rurales de abastecimiento de agua potable a construirse a futuro.
2. Los parámetros encontrados tales como: coeficiente de variación diaria (K1), coeficiente de variación horaria (K2) y la dotación de consumo per cápita, serán efectivos para la optimización de los recursos necesarios, con el fin de no llevar el costo del proyecto a una suma demasiado elevada.
3. La dotación de producción per cápita que se determinó, con un valor de 138,3 litros por habitante por día, permite saber que el sistema de agua potable en la aldea Rancho Alegre, abastece de forma eficiente a toda la población, ya que la dotación de consumo tiene un valor de 103,75 litros por habitante por día.

4. Los parámetros iniciales, los cuales fueron tomados de una forma empírica con base en las normas y guías para el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable existentes en Guatemala, no presentan riesgos en cuanto a dicho abastecimiento de agua a la comunidad. Sin embargo, se afirma que se pueden emplear parámetros que darían las mismas o mejores condiciones de funcionalidad y que obedecen a datos con un sustento con base en resultados de investigaciones aplicadas, y que al mismo tiempo reflejan en forma real y objetiva los usos y costumbres de las comunidades rurales de esta región.

RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los datos calculados se puede dar cuenta que los desperdicios del agua potable en esta comunidad es aproximadamente un 37,17 por ciento, esto debido a que en esta comunidad las personas utilizan el agua para riego de los cultivos, por lo que hay que hacerle saber a las personas que se está dando mal uso al agua en la comunidad.
2. En vista de la necesidad que existe y del problema que se afronta por no existir datos suficientes sobre la demanda de agua en el área rural, se sugiere la continuación del presente estudio, por lo menos hasta completar seis meses de investigación sobre el consumo de agua de estas regiones.
3. Según las condiciones del servicio y la capacidad económica que se brinde para este estudio, tratar de realizar investigaciones de este tipo en todas las regiones de Guatemala, de esta forma, tener la información necesaria para la ejecución de nuevos proyectos de abastecimiento de agua potable en todas las zonas rurales.
4. Para controlar las variaciones en el consumo de agua potable y poder obtener los datos necesarios para realizar investigaciones sobre demandas, es necesario contar con la instalación de medidores de caudal automáticos, que registren las variaciones del consumo por medio gráficos en la salida de cada una de las plantas de purificación, o bien a la salida de cada uno de los tanques de abastecimiento.

5. Los parámetros y resultados obtenidos y presentados en esta investigación, no pueden ser usados en forma generalizada para cualquier región de Guatemala, ya que estos están fuertemente influenciados por las características propias del sector estudiado (región XIII de Guatemala), los cuales difieren mucho de las otras regiones.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUÍZ, Pedro. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 1*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 170 p.
2. DE LEÓN OBIOLS, Julio Enrique. *Investigación de variaciones horarias y diarias en el consumo de agua potable en el sector sur oriental de la capital de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1969. 40 p.
3. FUENTES BARRERA, Guillermo Andrés. *La macromedición de tipo proporcional como una herramienta para la gestión del agua en acueductos de pequeñas localidades y/o zonas rurales*. Colombia: Pereira, 2009. 72 p.
4. INSIVUMEH. *Zonas climáticas de Guatemala* [en línea]. <<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>> [Consulta: 27 de junio de 2013].
5. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Selección e instalación de equipos de macromedición*. México: Secretaría de Medio Ambiente, 2007. 113 p.

6. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; Instituto de Fomento Municipal. *Guía de normas para el diseño de abastecimientos de agua potable en las zonas rurales de Guatemala*. Volumen I. Guatemala: MSPAS; INFOM, 2011. 62 p.

7. _____, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en las zonas rurales*. Guatemala: INFOM; UNEPAR, 1997. 66 p.

APÉNDICES

Tablas de recopilación de información, cálculos, cuadros analíticos

A continuación se presentan las anotaciones de lecturas de contadores de febrero 2014 de la casa 10 a la casa de la aldea Rancho Alegre.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA N°	10

Figura 21. Apéndice 1. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 10**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1195,6480	1195,9013	1196,1534	1196,4054	1196,6588	1196,9107	1197,1628
08:00	1195,6488	1195,9023	1196,1578	1196,4058	1196,6588	1196,9123	1197,2138
10:00	1195,7008	1195,9523	1196,2058	1196,4564	1196,7098	1196,9623	1197,2473
12:00	1195,7328	1195,9868	1196,2423	1196,4948	1196,7473	1196,9949	1197,2703
14:00	1195,7558	1196,0088	1196,2604	1196,5198	1196,7753	1197,0198	1197,3093
16:00	1195,7973	1196,0469	1196,2996	1196,5538	1196,8053	1197,0668	1197,3423
18:00	1195,8274	1196,0898	1196,3343	1196,5851	1196,8403	1197,0968	1197,3628
20:00	1195,8479	1196,1004	1196,3529	1196,6056	1196,8598	1197,1133	1197,3918

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 10

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1197,4156	1197,6684	1197,9209	1198,1729	1198,4254	1198,6780	1198,9303
08:00	1197,4156	1197,6688	1197,9253	1198,1730	1198,4255	1198,6783	1198,9813
10:00	1197,4673	1197,7198	1197,9733	1198,2239	1198,4773	1198,7298	1199,0148
12:00	1197,5000	1197,7623	1198,0078	1198,2578	1198,5148	1198,7628	1199,0378
14:00	1197,5278	1197,7853	1198,0378	1198,3003	1198,5333	1198,7854	1199,0768
16:00	1197,5638	1197,8153	1198,0669	1198,3197	1198,5748	1198,8246	1199,1098
18:00	1197,5953	1197,8476	1198,1001	1198,3543	1198,6049	1198,8575	1199,1303
20:00	1197,6155	1197,8679	1198,1223	1198,3758	1198,6260	1198,8779	1199,1593

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 10

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1199,1963	1199,4612	1199,7268	1199,9920	1200,2575	1200,5229	1200,7881
08:00	1199,1967	1199,4616	1199,7268	1199,9920	1200,2583	1200,5234	1200,8089
10:00	1199,2487	1199,5131	1199,7778	1200,0431	1200,3093	1200,5747	1200,8248
12:00	1199,2807	1199,5459	1199,8112	1200,0767	1200,3425	1200,6077	1200,8323
14:00	1199,3033	1199,5691	1199,8345	1200,1094	1200,3655	1200,6304	1200,8414
16:00	1199,3452	1199,6077	1199,8750	1200,1394	1200,4042	1200,6696	1200,8529
18:00	1199,3754	1199,6407	1199,9065	1200,1717	1200,4370	1200,7024	1200,8659
20:00	1199,3958	1199,6613	1199,9266	1200,1921	1200,4576	1200,7228	1200,8744

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 10**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1200,9052	1201,0211	1201,1378	1201,2541	1201,3705	1201,4870	1201,6033
08:00	1200,9056	1201,0230	1201,1379	1201,2544	1201,3705	1201,4870	1201,6241
10:00	1200,9274	1201,0428	1201,1585	1201,2787	1201,3913	1201,5087	1201,6399
12:00	1200,9462	1201,0579	1201,1742	1201,2909	1201,4071	1201,5240	1201,6474
14:00	1200,9492	1201,0662	1201,1817	1201,3051	1201,4245	1201,5312	1201,6566
16:00	1200,9609	1201,0747	1201,1938	1201,3092	1201,4238	1201,5442	1201,6681
18:00	1200,9695	1201,0868	1201,2025	1201,3194	1201,4355	1201,5524	1201,6811
20:00	1200,9834	1201,0989	1201,2154	1201,3320	1201,4484	1201,5677	1201,6896

Fuente: elaboración propia.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA N°	11

Apéndice 5. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 11**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1745,3180	1745,7378	1746,1564	1746,5749	1746,9948	1747,4132	1747,8318
08:00	1745,3188	1745,7388	1746,1608	1746,5753	1746,9948	1747,4148	1747,8828
10:00	1745,3708	1745,7888	1746,2088	1746,6259	1747,0458	1747,4648	1747,9168
12:00	1745,4033	1745,8238	1746,2458	1746,6648	1747,0838	1747,4979	1748,0003
14:00	1745,4868	1745,9063	1746,3244	1746,7503	1747,1723	1747,5833	1748,0628
16:00	1745,5518	1745,9679	1746,3871	1746,8078	1747,2258	1747,6538	1748,1253
18:00	1745,6114	1746,0403	1746,4513	1746,8686	1747,2903	1747,7133	1748,1983
20:00	1745,6844	1746,1034	1746,5224	1746,9416	1747,3623	1747,7823	1748,2273

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 11**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1748,2511	1748,6704	1749,0894	1749,5079	1749,9269	1750,3460	1750,7648
08:00	1748,2511	1748,6708	1749,0938	1749,5080	1749,9270	1750,3463	1750,8158
10:00	1748,3028	1748,7218	1749,1418	1749,5589	1749,9788	1750,3978	1750,8498
12:00	1748,3360	1748,7648	1749,1768	1749,5933	1750,0168	1750,4313	1750,9333
14:00	1748,4243	1748,8483	1749,2673	1749,6963	1750,0958	1750,5144	1750,9958
16:00	1748,4838	1748,9018	1749,3199	1749,7392	1750,1608	1750,5771	1751,0583
18:00	1748,5448	1748,9636	1749,3826	1749,8033	1750,2204	1750,6395	1751,1313
20:00	1748,6175	1749,0364	1749,4573	1749,8773	1750,2940	1750,7124	1751,1603

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 11

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1751,1973	1751,6287	1752,0608	1752,4925	1752,9245	1753,3564	1753,7881
08:00	1751,1977	1751,6291	1752,0608	1752,4925	1752,9253	1753,3569	1753,8249
10:00	1751,2497	1751,6806	1752,1118	1752,5436	1752,9763	1753,4082	1753,9125
12:00	1751,2822	1751,7139	1752,1457	1752,5777	1753,0100	1753,4417	1753,9616
14:00	1751,3653	1751,7976	1752,2295	1752,6709	1753,0935	1753,5249	1754,0363
16:00	1751,4307	1751,8597	1752,2935	1752,7244	1753,1557	1753,5876	1754,1149
18:00	1751,4904	1751,9222	1752,3545	1752,7862	1753,2180	1753,6499	1754,1975
20:00	1751,5633	1751,9953	1752,4271	1752,8591	1753,2911	1753,7228	1754,2881

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 11

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1754,3188	1754,8484	1755,3788	1755,9088	1756,4388	1756,9690	1757,4989
08:00	1754,3192	1754,8503	1755,3789	1755,9091	1756,4388	1756,9690	1757,5357
10:00	1754,3570	1754,8861	1755,4154	1755,9493	1756,4756	1757,0066	1757,6234
12:00	1754,4476	1754,9730	1755,5030	1756,0333	1756,5632	1757,0937	1757,6725
14:00	1754,4922	1755,0229	1755,5521	1756,0891	1756,6222	1757,1425	1757,7472
16:00	1754,5695	1755,0970	1755,6297	1756,1588	1756,6870	1757,2211	1757,8257
18:00	1754,6451	1755,1761	1755,7054	1756,2360	1756,7658	1757,2963	1757,9084
20:00	1754,7286	1755,2579	1755,7880	1756,3183	1756,8483	1757,3812	1757,9989

Fuente: elaboración propia.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA N°	12

Apéndice 9. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 12**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1244,6066	1244,9761	1245,3443	1245,7124	1246,0819	1246,4499	1246,8182
08:00	1244,6074	1244,9771	1245,3487	1245,7128	1246,0819	1246,4515	1246,8840
10:00	1244,6742	1245,0418	1245,4115	1245,7782	1246,1477	1246,5163	1246,9361
12:00	1244,7248	1245,0950	1245,4666	1245,8352	1246,2038	1246,5675	1246,9966
14:00	1244,7854	1245,1545	1245,5222	1245,8977	1246,2693	1246,6300	1247,0424
16:00	1244,8336	1245,1994	1245,5682	1245,9385	1246,3061	1246,6838	1247,0955
18:00	1244,8839	1245,2624	1245,6230	1245,9900	1246,3613	1246,7339	1247,1345
20:00	1244,9229	1245,2915	1245,6601	1246,0289	1246,3992	1246,7689	1247,1866

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 12**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1247,1889	1247,5596	1247,9300	1248,2999	1248,6704	1249,0409	1249,4111
08:00	1247,1889	1247,5600	1247,9344	1248,3000	1248,6705	1249,0412	1249,4769
10:00	1247,2554	1247,6258	1247,9972	1248,3657	1248,7371	1249,1075	1249,5290
12:00	1247,3067	1247,6869	1248,0503	1248,4182	1248,7932	1249,1591	1249,5895
14:00	1247,3720	1247,7474	1248,1178	1248,4983	1248,8492	1249,2192	1249,6353
16:00	1247,4148	1247,7842	1248,1537	1248,5245	1248,8975	1249,2652	1249,6885
18:00	1247,4665	1247,8367	1248,2071	1248,5792	1248,9477	1249,3183	1249,7274
20:00	1247,5051	1247,8754	1248,2477	1248,6192	1248,9873	1249,3571	1249,7795

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 12**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1249,7804	1250,1487	1250,5176	1250,8861	1251,2549	1251,6236	1251,9237
08:00	1249,7808	1250,1491	1250,5176	1250,8861	1251,2557	1251,6241	1251,9644
10:00	1249,8476	1250,2153	1250,5834	1250,9520	1251,3215	1251,6651	1252,0047
12:00	1249,8982	1250,2667	1250,6354	1251,0042	1251,3733	1251,7049	1252,0561
14:00	1249,9584	1250,3275	1250,6962	1251,0744	1251,4338	1251,7560	1252,0891
16:00	1250,0070	1250,3729	1250,7435	1251,1112	1251,4793	1251,7892	1252,1407
18:00	1250,0574	1250,4260	1250,7951	1251,1637	1251,5323	1251,8406	1252,1887
20:00	1250,0962	1250,4651	1250,8337	1251,2025	1251,5713	1251,8885	1252,2237

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 12**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	1252,2248	1252,5248	1252,8255	1253,1259	1253,4263	1253,7269	1254,0272
08:00	1252,2252	1252,5267	1252,8256	1253,1262	1253,4263	1253,7269	1254,0679
10:00	1252,2669	1252,5664	1252,8661	1253,1704	1253,4670	1253,7684	1254,1082
12:00	1252,3102	1252,6059	1252,9063	1253,2070	1253,5073	1253,8082	1254,1596
14:00	1252,3571	1252,6581	1252,9577	1253,2651	1253,5686	1253,8593	1254,1926
16:00	1252,3926	1252,6905	1252,9936	1253,2931	1253,5917	1253,8961	1254,2442
18:00	1252,4413	1252,7427	1253,0424	1253,3434	1253,6435	1253,9444	1254,2922
20:00	1252,4902	1252,7898	1253,0903	1253,3910	1253,6914	1253,9947	1254,3272

Fuente: elaboración propia.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA N°	13

Apéndice 13. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 13**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	2216,3180	2216,7378	2217,1564	2217,5749	2217,9948	2218,4132	2218,8318
08:00	2216,3188	2216,7388	2217,1608	2217,5753	2217,9948	2218,4148	2218,8658
10:00	2216,3538	2216,7718	2217,1918	2217,6089	2218,0288	2218,4478	2218,9168
12:00	2216,4033	2216,8238	2217,2458	2217,6648	2218,0838	2218,4979	2218,9793
14:00	2216,4658	2216,8853	2217,3034	2217,7293	2218,1513	2218,5623	2219,0628
16:00	2216,5518	2216,9679	2217,3871	2217,8078	2218,2258	2218,6538	2219,1253
18:00	2216,6114	2217,0403	2217,4513	2217,8686	2218,2903	2218,7133	2219,1983
20:00	2216,6844	2217,1034	2217,5224	2217,9416	2218,3623	2218,7823	2219,2273

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. **Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 13**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	2219,2511	2219,6704	2220,0894	2220,5079	2220,9269	2221,3460	2221,7648
08:00	2219,2511	2219,6708	2220,0938	2220,5080	2220,9270	2221,3463	2221,7988
10:00	2219,2858	2219,7048	2220,1248	2220,5419	2220,9618	2221,3808	2221,8498
12:00	2219,3360	2219,7648	2220,1768	2220,5933	2221,0168	2221,4313	2221,9123
14:00	2219,4033	2219,8273	2220,2463	2220,6753	2221,0748	2221,4934	2221,9958
16:00	2219,4838	2219,9018	2220,3199	2220,7392	2221,1608	2221,5771	2222,0583
18:00	2219,5448	2219,9636	2220,3826	2220,8033	2221,2204	2221,6395	2222,1313
20:00	2219,6175	2220,0364	2220,4573	2220,8773	2221,2940	2221,7124	2222,1603

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. **Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 13**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	2222,1973	2222,6287	2223,0608	2223,4925	2223,9245	2224,3564	2224,7881
08:00	2222,1977	2222,6291	2223,0608	2223,4925	2223,9253	2224,3569	2224,8666
10:00	2222,2327	2222,6636	2223,0948	2223,5266	2223,9593	2224,3912	2224,9811
12:00	2222,2822	2222,7139	2223,1457	2223,5777	2224,0100	2224,4417	2225,0620
14:00	2222,3443	2222,7766	2223,2085	2223,6499	2224,0725	2224,5039	2225,1390
16:00	2222,4307	2222,8597	2223,2935	2223,7244	2224,1557	2224,5876	2225,2199
18:00	2222,4904	2222,9222	2223,3545	2223,7862	2224,2180	2224,6499	2225,3008
20:00	2222,5633	2222,9953	2223,4271	2223,8591	2224,2911	2224,7228	2225,3942

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. **Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 13**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	2225,4249	2226,0606	2226,6969	2227,3330	2227,9691	2228,6054	2229,2414
08:00	2225,4253	2226,0625	2226,6970	2227,3333	2227,9691	2228,6054	2229,3198
10:00	2225,5048	2226,1399	2226,7753	2227,4153	2228,0476	2228,6847	2229,4344
12:00	2225,6223	2226,2537	2226,8898	2227,5262	2228,1621	2228,7987	2229,5153
14:00	2225,6987	2226,3354	2226,9707	2227,6138	2228,2529	2228,8793	2229,5923
16:00	2225,7782	2226,4118	2227,0506	2227,6857	2228,3200	2228,9601	2229,6732
18:00	2225,8562	2226,4933	2227,1287	2227,7653	2228,4011	2229,0377	2229,7541
20:00	2225,9380	2226,5733	2227,2095	2227,8458	2228,4819	2229,1209	2229,8474

Fuente: elaboración propia.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA N°	14

Apéndice 17. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 14**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	3060,7001	3061,1509	3061,6005	3062,0500	3062,5009	3062,9503	3063,3999
08:00	3060,7009	3061,1519	3061,6049	3062,0504	3062,5009	3062,9519	3063,4649
10:00	3060,7669	3061,2159	3061,6669	3062,1150	3062,5659	3063,0159	3063,5159
12:00	3060,8164	3061,2679	3061,7209	3062,1709	3062,6209	3063,0660	3063,5784
14:00	3060,8789	3061,3294	3061,7785	3062,2354	3062,6884	3063,1304	3063,6619
16:00	3060,9649	3061,4120	3061,8622	3062,3139	3062,7629	3063,2219	3063,7244
18:00	3061,0245	3061,4844	3061,9264	3062,3747	3062,8274	3063,2814	3063,7974
20:00	3061,0975	3061,5475	3061,9975	3062,4477	3062,8994	3063,3504	3063,8264

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 18. Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 14

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	3063,8502	3064,3005	3064,7505	3065,2000	3065,6500	3066,1001	3066,5499
08:00	3063,8502	3064,3009	3064,7549	3065,2001	3065,6501	3066,1004	3066,6149
10:00	3063,9159	3064,3659	3064,8169	3065,2650	3065,7159	3066,1659	3066,6659
12:00	3063,9661	3064,4259	3064,8689	3065,3164	3065,7709	3066,2164	3066,7284
14:00	3064,0334	3064,4884	3064,9384	3065,3984	3065,8289	3066,2785	3066,8119
16:00	3064,1139	3064,5629	3065,0120	3065,4623	3065,9149	3066,3622	3066,8744
18:00	3064,1749	3064,6247	3065,0747	3065,5264	3065,9745	3066,4246	3066,9474
20:00	3064,2476	3064,6975	3065,1494	3065,6004	3066,0481	3066,4975	3066,9764

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 19. Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 14

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	3067,0134	3067,4758	3067,9389	3068,4016	3068,8646	3069,3275	3069,7902
08:00	3067,0138	3067,4762	3067,9389	3068,4016	3068,8654	3069,3280	3070,0192
10:00	3067,0798	3067,5417	3068,0039	3068,4667	3068,9304	3069,3933	3070,1852
12:00	3067,1293	3067,5920	3068,0548	3068,5178	3068,9811	3069,4438	3070,3842
14:00	3067,1914	3067,6547	3068,1176	3068,5900	3069,0436	3069,5060	3070,5465
16:00	3067,2778	3067,7378	3068,2026	3068,6645	3069,1268	3069,5897	3070,7792
18:00	3067,3375	3067,8003	3068,2636	3068,7263	3069,1891	3069,6520	3070,9415
20:00	3067,4104	3067,8734	3068,3362	3068,7992	3069,2622	3069,7249	3071,1569

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 20. **Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 14**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	3071,1876	3072,5839	3073,9809	3075,3775	3076,7742	3078,1711	3079,5677
08:00	3071,1880	3072,5858	3073,9810	3075,3778	3076,7742	3078,1711	3079,7967
10:00	3071,4180	3072,8138	3074,2098	3075,6103	3077,0032	3078,4009	3079,9627
12:00	3071,5870	3072,9790	3074,3757	3075,7726	3077,1692	3078,5664	3080,1617
14:00	3071,7815	3073,1788	3074,5747	3075,9783	3077,3781	3078,7651	3080,3240
16:00	3071,9463	3073,3405	3074,7399	3076,1357	3077,5306	3078,9313	3080,5567
18:00	3072,1761	3073,5738	3074,9698	3076,3670	3077,7634	3079,1606	3080,7190
20:00	3072,3393	3073,7352	3075,1320	3076,5290	3077,9257	3079,3253	3080,9344

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan los cuadros de cálculo de consumo de agua potable en metros cúbicos de febrero de 2014 de la casa 10 a la 14 de la aldea Rancho Alegre. Esto se realizó con base en los cuadros analíticos de las anotaciones de lectura de los contadores, restando a cada una de las lecturas la inmediata anterior. Solamente se presentan los cuadros de febrero para ejemplificar lo que se realizó en todo el período de estudio.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

CÁLCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA N°	10

Apéndice 21. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 10**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0037	0,0536	0,0532	0,0527	0,0534	0,0511	0,0497
08:00	0,0010	0,0012	0,0046	0,0006	0,0028	0,0018	0,0512
10:00	0,0522	0,0502	0,0482	0,0508	0,0512	0,0502	0,0337
12:00	0,0322	0,0347	0,0367	0,0386	0,0377	0,0328	0,0232
14:00	0,0232	0,0222	0,0183	0,0252	0,0282	0,0251	0,0392
16:00	0,0417	0,0383	0,0394	0,0342	0,0302	0,0472	0,0332
18:00	0,0303	0,0431	0,0349	0,0315	0,0352	0,0302	0,0207
20:00	0,0207	0,0108	0,0188	0,0207	0,0197	0,0167	0,0292

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 22. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 10**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0240	0,0531	0,0532	0,0508	0,0498	0,0522	0,0526
08:00	0,0002	0,0006	0,0046	0,0003	0,0003	0,0005	0,0512
10:00	0,0519	0,0512	0,0482	0,0511	0,0520	0,0517	0,0337
12:00	0,0329	0,0427	0,0347	0,0341	0,0377	0,0332	0,0232
14:00	0,0280	0,0232	0,0302	0,0427	0,0187	0,0228	0,0392
16:00	0,0362	0,0302	0,0293	0,0196	0,0417	0,0394	0,0332
18:00	0,0317	0,0325	0,0334	0,0348	0,0303	0,0331	0,0207
20:00	0,0204	0,0205	0,0224	0,0217	0,0213	0,0206	0,0292

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 23. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 10**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0372	0,0656	0,0657	0,0656	0,0656	0,0655	0,0655
08:00	0,0006	0,0006	0,0002	0,0002	0,0010	0,0007	0,0210
10:00	0,0522	0,0517	0,0512	0,0513	0,0512	0,0515	0,0160
12:00	0,0322	0,0330	0,0336	0,0338	0,0334	0,0332	0,0077
14:00	0,0228	0,0234	0,0235	0,0329	0,0232	0,0229	0,0094
16:00	0,0421	0,0388	0,0407	0,0302	0,0389	0,0394	0,0117
18:00	0,0304	0,0332	0,0317	0,0325	0,0330	0,0330	0,0132
20:00	0,0206	0,0208	0,0203	0,0206	0,0208	0,0206	0,0087

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 24. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 10**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0309	0,0379	0,0390	0,0389	0,0386	0,0388	0,0358
08:00	0,0006	0,0021	0,0003	0,0005	0,0002	0,0002	0,0210
10:00	0,0220	0,0200	0,0208	0,0245	0,0210	0,0218	0,0160
12:00	0,0190	0,0152	0,0159	0,0123	0,0160	0,0155	0,0077
14:00	0,0032	0,0085	0,0077	0,0144	0,0176	0,0074	0,0094
16:00	0,0119	0,0088	0,0123	0,0044	-0,0005	0,0132	0,0117
18:00	0,0088	0,0123	0,0089	0,0104	0,0119	0,0084	0,0132
20:00	0,0141	0,0123	0,0131	0,0128	0,0131	0,0155	0,0087

Fuente: elaboración propia.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA N°	11

Apéndice 25. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 11**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0044	0,0543	0,0539	0,0534	0,0541	0,0518	0,0504
08:00	0,0017	0,0019	0,0053	0,0013	0,0023	0,0025	0,0519
10:00	0,0529	0,0509	0,0489	0,0515	0,0519	0,0509	0,0349
12:00	0,0334	0,0359	0,0379	0,0398	0,0389	0,0340	0,0844
14:00	0,0844	0,0834	0,0795	0,0864	0,0894	0,0863	0,0634
16:00	0,0659	0,0625	0,0636	0,0584	0,0544	0,0714	0,0634
18:00	0,0605	0,0733	0,0651	0,0617	0,0654	0,0604	0,0739
20:00	0,0739	0,0640	0,0720	0,0739	0,0729	0,0699	0,0299

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 26. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 11**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0247	0,0538	0,0539	0,0515	0,0505	0,0529	0,0533
08:00	0,0009	0,0013	0,0053	0,0010	0,0010	0,0012	0,0519
10:00	0,0526	0,0519	0,0489	0,0518	0,0527	0,0524	0,0349
12:00	0,0341	0,0439	0,0359	0,0353	0,0389	0,0344	0,0844
14:00	0,0892	0,0844	0,0914	0,1039	0,0799	0,0840	0,0634
16:00	0,0604	0,0544	0,0535	0,0438	0,0659	0,0636	0,0634
18:00	0,0619	0,0627	0,0636	0,0650	0,0605	0,0633	0,0739
20:00	0,0736	0,0737	0,0756	0,0749	0,0745	0,0738	0,0299

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 27. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 11**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0379	0,0663	0,0664	0,0663	0,0663	0,0662	0,0662
08:00	0,0013	0,0013	0,0009	0,0009	0,0017	0,0014	0,0377
10:00	0,0529	0,0524	0,0519	0,0520	0,0519	0,0522	0,0885
12:00	0,0334	0,0342	0,0348	0,0350	0,0346	0,0344	0,0500
14:00	0,0840	0,0846	0,0847	0,0941	0,0844	0,0841	0,0756
16:00	0,0663	0,0630	0,0649	0,0544	0,0631	0,0636	0,0794
18:00	0,0606	0,0634	0,0619	0,0627	0,0632	0,0632	0,0835
20:00	0,0738	0,0740	0,0735	0,0738	0,0740	0,0738	0,0915

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 28. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 11**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0316	0,1207	0,1218	0,1217	0,1214	0,1216	0,1186
08:00	0,0013	0,0028	0,0010	0,0012	0,0009	0,0009	0,0377
10:00	0,0387	0,0367	0,0375	0,0412	0,0377	0,0385	0,0885
12:00	0,0915	0,0877	0,0884	0,0848	0,0885	0,0880	0,0500
14:00	0,0455	0,0508	0,0500	0,0567	0,0599	0,0497	0,0756
16:00	0,0781	0,0750	0,0785	0,0706	0,0657	0,0794	0,0794
18:00	0,0765	0,0800	0,0766	0,0781	0,0796	0,0761	0,0835
20:00	0,0844	0,0826	0,0834	0,0831	0,0834	0,0858	0,0915

Fuente: elaboración propia.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA N°	12

Apéndice 29. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 12**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,1260	0,0537	0,0533	0,0528	0,0535	0,0512	0,0498
08:00	0,0013	0,0015	0,0049	0,0009	0,0007	0,0021	0,0663
10:00	0,0673	0,0653	0,0633	0,0659	0,0663	0,0653	0,0526
12:00	0,0511	0,0536	0,0556	0,0575	0,0566	0,0517	0,0610
14:00	0,0610	0,0600	0,0561	0,0630	0,0660	0,0629	0,0463
16:00	0,0488	0,0454	0,0465	0,0413	0,0373	0,0543	0,0537
18:00	0,0508	0,0636	0,0554	0,0520	0,0557	0,0507	0,0394
20:00	0,0394	0,0295	0,0375	0,0394	0,0384	0,0354	0,0526

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 30. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 12**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0028	0,0550	0,0551	0,0527	0,0517	0,0541	0,0545
08:00	0,0005	0,0009	0,0049	0,0006	0,0006	0,0008	0,0663
10:00	0,0670	0,0663	0,0633	0,0662	0,0671	0,0668	0,0526
12:00	0,0518	0,0616	0,0536	0,0530	0,0566	0,0521	0,0610
14:00	0,0658	0,0610	0,0680	0,0805	0,0565	0,0606	0,0463
16:00	0,0433	0,0373	0,0364	0,0267	0,0488	0,0465	0,0537
18:00	0,0522	0,0530	0,0539	0,0553	0,0508	0,0536	0,0394
20:00	0,0391	0,0392	0,0411	0,0404	0,0400	0,0393	0,0526

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 31. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 12**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0014	0,0529	0,0530	0,0529	0,0529	0,0528	0,0357
08:00	0,0009	0,0009	0,0005	0,0005	0,0013	0,0010	0,0412
10:00	0,0673	0,0668	0,0663	0,0664	0,0663	0,0415	0,0408
12:00	0,0511	0,0519	0,0525	0,0527	0,0523	0,0403	0,0518
14:00	0,0606	0,0612	0,0613	0,0707	0,0610	0,0515	0,0335
16:00	0,0492	0,0459	0,0478	0,0373	0,0460	0,0337	0,0522
18:00	0,0509	0,0537	0,0522	0,0530	0,0535	0,0520	0,0485

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 32. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 12**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0016	0,0351	0,0362	0,0361	0,0358	0,0360	0,0330
08:00	0,0009	0,0024	0,0006	0,0008	0,0005	0,0005	0,0412
10:00	0,0422	0,0402	0,0410	0,0447	0,0412	0,0420	0,0408
12:00	0,0438	0,0400	0,0407	0,0371	0,0408	0,0403	0,0518
14:00	0,0473	0,0526	0,0518	0,0585	0,0617	0,0515	0,0335
16:00	0,0360	0,0329	0,0364	0,0285	0,0236	0,0373	0,0522
18:00	0,0493	0,0528	0,0494	0,0509	0,0524	0,0489	0,0485
20:00	0,0494	0,0476	0,0484	0,0481	0,0484	0,0508	0,0355

Fuente: elaboración propia.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA N°	13

Apéndice 33. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 13**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,1045	0,0538	0,0534	0,0529	0,0536	0,0513	0,0499
08:00	0,0012	0,0014	0,0048	0,0008	0,0129	0,0020	0,0344
10:00	0,0354	0,0334	0,0314	0,0340	0,0344	0,0334	0,0514
12:00	0,0499	0,0524	0,0544	0,0563	0,0554	0,0505	0,0629
14:00	0,0629	0,0619	0,0580	0,0649	0,0679	0,0648	0,0839
16:00	0,0864	0,0830	0,0841	0,0789	0,0749	0,0919	0,0629
18:00	0,0600	0,0728	0,0646	0,0612	0,0649	0,0599	0,0734
20:00	0,0734	0,0635	0,0715	0,0734	0,0724	0,0694	0,0294

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 34. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 13**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0242	0,0533	0,0534	0,0510	0,0500	0,0524	0,0528
08:00	0,0004	0,0008	0,0048	0,0005	0,0005	0,0007	0,0344
10:00	0,0351	0,0344	0,0314	0,0343	0,0352	0,0349	0,0514
12:00	0,0506	0,0604	0,0524	0,0518	0,0554	0,0509	0,0629
14:00	0,0677	0,0629	0,0699	0,0824	0,0584	0,0625	0,0839
16:00	0,0809	0,0749	0,0740	0,0643	0,0864	0,0841	0,0629
18:00	0,0614	0,0622	0,0631	0,0645	0,0600	0,0628	0,0734
20:00	0,0731	0,0732	0,0751	0,0744	0,0740	0,0733	0,0294

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 35. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 13**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0374	0,0658	0,0659	0,0658	0,0658	0,0657	0,0657
08:00	0,0008	0,0008	0,0004	0,0004	0,0012	0,0009	0,0789
10:00	0,0354	0,0349	0,0344	0,0345	0,0344	0,0347	0,1149
12:00	0,0499	0,0507	0,0513	0,0515	0,0511	0,0509	0,0813
14:00	0,0625	0,0631	0,0632	0,0726	0,0629	0,0626	0,0774
16:00	0,0868	0,0835	0,0854	0,0749	0,0836	0,0841	0,0813
18:00	0,0601	0,0629	0,0614	0,0622	0,0627	0,0627	0,0813
20:00	0,0733	0,0735	0,0730	0,0733	0,0735	0,0733	0,0937

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 36. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 13**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0311	0,1230	0,1241	0,1240	0,1237	0,1239	0,1209
08:00	0,0008	0,0023	0,0005	0,0007	0,0004	0,0004	0,0789
10:00	0,0799	0,0779	0,0787	0,0824	0,0789	0,0797	0,1149
12:00	0,1179	0,1141	0,1148	0,1112	0,1149	0,1144	0,0813
14:00	0,0768	0,0821	0,0813	0,0880	0,0912	0,0810	0,0774
16:00	0,0799	0,0768	0,0803	0,0724	0,0675	0,0812	0,0813
18:00	0,0784	0,0819	0,0785	0,0800	0,0815	0,0780	0,0813
20:00	0,0822	0,0804	0,0812	0,0809	0,0812	0,0836	0,0937

Fuente: elaboración propia.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ
CASA N°	14

Apéndice 37. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 14**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0001	0,0534	0,0530	0,0525	0,0532	0,0509	0,0495
08:00	0,0008	0,0010	0,0044	0,0004	0,0045	0,0016	0,0650
10:00	0,0660	0,0640	0,0620	0,0646	0,0650	0,0640	0,0510
12:00	0,0495	0,0520	0,0540	0,0559	0,0550	0,0501	0,0625
14:00	0,0625	0,0615	0,0576	0,0645	0,0675	0,0644	0,0835
16:00	0,0860	0,0826	0,0837	0,0785	0,0745	0,0915	0,0625
18:00	0,0596	0,0724	0,0642	0,0608	0,0645	0,0595	0,0730
20:00	0,0730	0,0631	0,0711	0,0730	0,0720	0,0690	0,0290

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 38. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 14**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0238	0,0529	0,0530	0,0506	0,0496	0,0520	0,0524
08:00	0,0000	0,0004	0,0044	0,0001	0,0001	0,0003	0,0650
10:00	0,0657	0,0650	0,0620	0,0649	0,0658	0,0655	0,0510
12:00	0,0502	0,0600	0,0520	0,0514	0,0550	0,0505	0,0625
14:00	0,0673	0,0625	0,0695	0,0820	0,0580	0,0621	0,0835
16:00	0,0805	0,0745	0,0736	0,0639	0,0860	0,0837	0,0625
18:00	0,0610	0,0618	0,0627	0,0641	0,0596	0,0624	0,0730
20:00	0,0727	0,0728	0,0747	0,0740	0,0736	0,0729	0,0290

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 39. **Cálculo de consumo en m3 de la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 14**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0370	0,0654	0,0655	0,0654	0,0654	0,0653	0,0653
08:00	0,0004	0,0004	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005	0,2290
10:00	0,0660	0,0655	0,0650	0,0651	0,0650	0,0653	0,1660
12:00	0,0495	0,0503	0,0509	0,0511	0,0507	0,0505	0,1990
14:00	0,0621	0,0627	0,0628	0,0722	0,0625	0,0622	0,1623
16:00	0,0864	0,0831	0,0850	0,0745	0,0832	0,0837	0,2327
18:00	0,0597	0,0625	0,0610	0,0618	0,0623	0,0623	0,1623
20:00	0,0729	0,0731	0,0726	0,0729	0,0731	0,0729	0,2153

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 40. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 14**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	0,0307	0,2446	0,2457	0,2456	0,2453	0,2455	0,2425
08:00	0,0004	0,0019	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	0,2290
10:00	0,2300	0,2280	0,2288	0,2325	0,2290	0,2298	0,1660
12:00	0,1690	0,1652	0,1659	0,1623	0,1660	0,1655	0,1990
14:00	0,1945	0,1998	0,1990	0,2057	0,2089	0,1987	0,1623
16:00	0,1648	0,1617	0,1652	0,1573	0,1524	0,1661	0,2327
18:00	0,2298	0,2333	0,2299	0,2314	0,2329	0,2294	0,1623
20:00	0,1632	0,1614	0,1622	0,1619	0,1622	0,1646	0,2153

Fuente: elaboración propia.

Los cuadros que a continuación se presentan, corresponden a la medición de consumo diario de macromedición, que se realizó durante el período de investigación.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



CUADRO CONSUMO DIARIO DE MACROMEDICIÓN

COMUNIDAD	RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO	SUMPANGO
DEPARTAMENTO	SACATEPÉQUEZ

Apéndice 41. **Consumo diario de macromedición en m³ de noviembre de 2013**

	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
VIERNES		88,00	131,00	73,00	156,00
SÁBADO	115,00	91,00	127,00	115,00	131,00
DOMINGO	100,00	131,00	79,00	83,00	176,00
LUNES	95,00	85,00	85,00	94,00	
MARTES	125,00	105,00	75,00	103,00	
MIÉRCOLES	99,00	98,00	93,00	109,00	
JUEVES	101,00	110,00	90,00	111,00	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 42. **Consumo diario de macromedición en m3 de diciembre de 2013**

	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
DOMINGO	95,00	145,00	110,00	113,00	131,00
LUNES	78,00	81,00	83,35	122,00	125,00
MARTES	71,00	100,13	120,00		
MIÉRCOLES	100,00	102,33	111,00		
JUEVES	105,00	92,00	99,00	131,00	
VIERNES	68,00	78,00	137,00	88,00	
SÁBADO	88,00	84,00	82,98	78,00	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 43. **Consumo diario de macromedición en m3 de enero de 2014**

	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
MIERCOLES		145,00	65,00	155,00	163,00
JUEVES	97,00	114,00	73,00	121,00	55,00
VIERNES	105,00	101,00	86,00	67,00	94,00
SABADO	79,00	69,00	94,00	73,00	
DOMINGO	88,00	55,00	61,00	84,00	
LUNES	125,00	99,00	89,00	78,00	
MARTES	92,00	131,00	103,00	155,00	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 44. **Consumo diario de macromedición en m3 de febrero de 2014**

	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
SABADO	132,00	97,20	135,00	141,00
DOMINGO	66,00	98,00	121,00	94,00
LUNES	77,00	81,00	93,00	113,00
MARTES	82,00	105,00	81,00	77,00
MIERCOLES	115,00	123,00	74,53	105,00
JUEVES	59,00	88,00	56,87	129,00
VIERNES	71,00	111,00	79,00	117,00

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 45. **Consumo diario de macromedición en m3 de marzo de 2014**

	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
SABADO	71,21	127,00	138,00	62,00
DOMINGO	103,45	79,00	127,00	89,98
LUNES	99,53	87,00	92,00	101,00
MARTES	86,78	108,00	68,00	99,00
MIERCOLES	117,89	126,00	85,00	96,00
JUEVES	69,98	133,00	109,00	76,78
VIERNES	111,00	81,00	92,00	85,00

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 46. **Consumo diario de macromedición en m3 de abril de 2014**

	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 21 AL 27	SEMANA DEL 28AL 30
MARTES	98,70	107,00	127,00	156,00
MIERCOLES	165,00	73,00	162,00	131,00
JUEVES	55,00	81,00	171,00	176,00
VIERNES	82,00	138,00	75,00	
SABADO	125,60	87,14	114,00	
DOMINGO	73,45	65,98	91,00	
LUNES	83,00	105,00	81,53	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 47. **Consumo total de macromedición en m3**

MESES (2013-2014)	VOLUMEN DE AGUA PRODUCIDA (m3)
NOVIEMBRE	2916,00
DICIEMBRE	2818,80
ENERO	2916,00
FEBRERO	2721,60
MARZO	2721,60
ABRIL	2624,40
SUMA TOTAL DE LOS DÍAS DE INVESTIGACIÓN:	16718,40

Fuente: elaboración propia.

Los siguientes cuadros, corresponden a la suma total de consumo registrado durante todo el período de investigación (suma total de micromedición).

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



CONSUMO TOTAL DE MICROMEDICIÓN

COMUNIDAD RANCHO ALEGRE
MUNICIPIO SUMPANGO
DEPARTAMENTO SACATEPÉQUEZ

Apéndice 48. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 1 al 7 de noviembre de 2013**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	SUMA
06:00		0,0000	6,9796	6,9905	6,8751	6,9426	6,9601	34,7480
08:00		5,6093	5,0619	4,8737	4,9653	4,7252	4,8161	30,0515
10:00		4,8937	4,1604	4,2764	4,3239	4,7840	4,4040	26,8424
12:00		4,2662	4,2508	4,2443	4,2157	4,0074	4,3068	25,2913
14:00		4,8984	4,9368	4,9481	5,5385	4,9466	4,3883	29,6566
16:00		4,4884	4,4604	4,5793	3,9573	4,4870	4,4523	26,4246
18:00		4,0763	4,0913	4,0201	4,1065	4,1324	4,1223	24,5489
20:00		4,2485	4,3364	4,3079	4,2840	4,4178	4,3650	25,9595
Suma		32,4807	38,2777	38,2402	38,2663	38,4430	37,8148	
Prom m ³ /h		2,3201	2,7341	2,7314	2,7333	2,7459	2,7011	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 49. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 8 al 14 de noviembre de 2013**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	SUMA
06:00	0,1886	6,1914	6,2136	6,6289	6,2921	6,2830	6,5321	38,3297
08:00	5,2392	5,3381	5,4049	4,9680	5,3270	5,3458	5,1035	36,7265
10:00	4,2085	4,2541	4,1617	4,3181	4,4424	4,1964	4,3073	29,8885
12:00	4,9899	5,0984	4,9661	4,8245	4,7098	4,9326	4,9158	34,4371
14:00	3,6008	3,6443	3,8949	3,9359	4,3541	4,5820	4,0054	28,0174
16:00	5,4625	5,5292	5,3215	5,5389	5,0704	4,8495	5,5975	37,3696
18:00	3,2436	3,2489	3,4550	3,3110	3,4050	3,4586	3,3112	23,4333
20:00	5,4185	5,4253	5,2929	5,3945	5,3820	5,4192	4,7914	37,1238
Suma	32,3516	38,7297	38,7107	38,9197	38,9827	39,0672	38,5642	
Prom m3/h	2,3108	2,7664	2,7651	2,7800	2,7845	2,7905	2,7546	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 50. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 15 al 21 de noviembre de 2013**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	SUMA
06:00	1,7116	8,3595	6,8542	7,1265	7,0592	6,8835	6,9120	44,9066
08:00	3,8046	3,8162	5,2480	5,0648	4,9508	4,1888	4,0452	31,1184
10:00	4,1978	4,1986	4,1385	3,8465	4,1338	3,5292	3,5648	27,6092
12:00	4,8922	4,8940	5,5007	4,9336	4,8919	4,4806	4,4332	34,0261
14:00	4,1339	4,1345	3,8462	4,1660	3,7812	3,0337	2,9972	26,0927
16:00	5,1208	5,1227	4,7636	4,6106	5,2710	4,7599	4,6226	34,2712
18:00	3,3347	3,3352	3,3828	3,3365	3,4736	2,7447	2,9121	22,5196
20:00	5,1624	5,2644	5,3354	5,1822	5,0425	4,5282	4,4870	35,0021
Suma	32,3580	39,1251	39,0693	38,2668	38,6040	34,1488	33,9741	
Prom m3/h	2,3113	2,7946	2,7907	2,7333	2,7574	2,4392	2,4267	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 51. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 22 al 28 de noviembre de 2013**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	SUMA
06:00	0,9379	15,4634	15,0851	15,0678	15,0541	15,1260	15,1166	91,8509
08:00	2,5492	2,5594	2,8358	2,8303	2,8593	2,7323	2,7466	19,1129
10:00	2,6519	2,6618	2,6261	2,6008	2,6303	2,6306	2,7919	18,5933
12:00	2,8739	2,8941	2,9382	2,9958	2,9451	2,9369	2,7433	20,3272
14:00	2,5179	2,5178	2,5467	2,5377	2,5601	2,4229	2,4578	17,5608
16:00	2,9867	2,9968	2,8312	2,9276	2,8750	2,8441	2,8321	20,2934
18:00	2,3393	2,3492	2,5210	2,4350	2,4856	2,5002	2,5049	17,1350
20:00	2,6616	2,6718	2,6910	2,6630	2,6814	2,6485	2,5882	18,6054
Suma	19,5185	34,1141	34,0749	34,0581	34,0908	33,8415	33,7813	
Prom m3/h	1,3942	2,4367	2,4339	2,4327	2,4351	2,4173	2,4130	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 52. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 29 al 30 de noviembre de 2013**

HORA	VIER	SAB	SUMA
06:00	0,6369	5,8814	6,5183
08:00	3,9987	4,2895	8,2883
10:00	3,6295	3,4375	7,0670
12:00	4,6897	4,7624	9,4521
14:00	3,2052	3,0909	6,2961
16:00	4,7205	4,7153	9,4358
18:00	3,1168	3,1164	6,2331
20:00	4,5800	4,5469	9,1268
Suma	28,5773	33,8403	
Prom m3/h	2,0412	2,4172	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 53. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 1 al 7 de diciembre de 2013**

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	SUMA
06:00	0,3924	7,8497	7,7101	7,8643	7,8263	7,7236	7,7598	47,1262
08:00	3,9488	4,0870	4,2803	4,1982	4,1814	4,2127	4,2623	29,1706
10:00	3,2111	3,2895	3,2239	3,2190	3,2913	3,3818	3,2746	22,8912
12:00	4,6175	4,6430	4,6805	4,7006	4,6359	4,6074	4,6693	32,5542
14:00	2,8716	2,8778	2,8361	2,8610	2,8431	2,8073	2,8619	19,9589
16:00	4,6711	4,7866	4,7522	4,6825	4,7139	4,8776	4,7055	33,1894
18:00	2,7485	2,6585	2,7067	2,7374	2,7374	2,5815	2,7500	18,9200
20:00	3,6996	3,6706	3,6896	3,6533	3,6962	3,6032	3,5506	25,5631
Suma	26,1605	33,8626	33,8795	33,9163	33,9254	33,7952	33,8339	
Prom m3/h	1,8686	2,4188	2,4200	2,4226	2,4232	2,4139	2,4167	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 54. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 8 al 14 de diciembre de 2013**

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	SUMA
06:00	0,1673	5,6420	5,2695	5,3167	5,3645	5,3534	5,2543	32,3677
08:00	4,2394	3,9766	4,3254	4,3320	4,3050	4,1899	4,3042	29,6725
10:00	3,7030	3,7449	3,9693	3,7630	3,7040	3,8224	3,7632	26,4698
12:00	4,8424	4,8024	4,5615	5,0226	4,7579	4,8475	4,7891	33,6234
14:00	3,2140	3,2497	3,3205	3,0372	3,3615	3,1551	3,2727	22,6105
16:00	4,9202	5,1282	5,0173	4,9595	4,9015	4,9088	4,9627	34,7982
18:00	3,0075	2,9072	2,9483	2,9833	2,9770	3,0240	3,0234	20,8707
20:00	3,9820	3,9600	3,9485	4,0087	4,0914	4,0420	3,7745	27,8070
Suma	28,0757	33,4109	33,3603	33,4229	33,4628	33,3429	33,1441	
Prom m3/h	2,0054	2,3865	2,3829	2,3874	2,3902	2,3816	2,3674	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 55. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 15 al 21 de diciembre de 2013**

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	SUMA
06:00	0,8252	8,3036	8,0755	7,9509	8,0921	8,2151	7,9657	49,4281
08:00	3,6815	3,9750	3,9939	4,2170	4,0497	4,6735	4,8388	29,4294
10:00	3,3317	3,2125	3,2705	3,3872	3,4464	4,0013	3,9888	24,6384
12:00	4,5125	4,6869	4,6480	4,5431	4,4799	5,1115	5,0220	33,0040
14:00	2,9141	2,8006	2,8438	2,8570	2,8386	3,4614	3,5717	21,2871
16:00	4,7343	4,6851	4,7506	4,7270	4,7515	5,4604	5,3550	34,4638
18:00	2,6338	2,6858	2,7703	2,6627	2,6685	3,4049	3,4950	20,3208
20:00	4,4231	4,5374	4,3231	4,4750	4,4363	4,9415	3,8621	30,9985
Suma	27,0562	34,8869	34,6757	34,8198	34,7629	39,2696	38,0990	
Prom m3/h	1,9326	2,4919	2,4768	2,4871	2,4831	2,8050	2,7214	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 56. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 22 al 28 de diciembre de 2013**

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	SUMA
06:00	0,9472	16,7543			0,0000	16,8149	16,6964	51,2128
08:00	3,0252	3,1040			3,0866	3,1142	3,1930	15,5230
10:00	3,2193	3,2772			3,2463	3,2292	3,2546	16,2267
12:00	3,1028	3,0854			3,1460	3,1716	3,1610	15,6668
14:00	2,9733	3,0139			3,0615	3,0454	3,0527	15,1467
16:00	3,2770	3,2616			3,3139	3,3023	3,2994	16,4541
18:00	3,1304	3,1899			3,1253	3,1649	3,1705	15,7810
20:00	2,8676	2,8272			2,9052	2,9013	2,8808	14,3820
Suma	22,5427	38,5135			21,8847	38,7436	38,7084	
Prom m3/h	1,6102	2,7510			1,5632	2,7674	2,7649	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 57. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 29 al 31 de diciembre de 2013**

HORA	DOM	LUN	SUMA
06:00	0,5137	16,3802	16,8939
08:00	2,9017	3,1303	6,0320
10:00	3,2728	3,3553	6,6281
12:00	3,2275	3,3013	6,5288
14:00	3,1521	3,0756	6,2277
16:00	3,3449	3,4967	6,8416
18:00	3,2369	3,1484	6,3853
20:00	3,0062	2,9779	5,9841
Suma	22,6559	38,8656	
Prom m3/h	1,6183	2,7761	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 58. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 1 al 7 de enero de 2014**

HORA	MIER	JUEV	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	SUMA
06:00		0,0000	5,0374	4,7872	4,8885	4,8386	5,2669	24,8186
08:00		4,6497	4,9115	5,1401	5,1228	5,1834	4,5840	29,5915
10:00		4,4191	4,4612	4,4791	4,4792	4,4191	4,5390	26,7967
12:00		5,4672	5,4202	5,3911	5,3801	5,3749	5,4718	32,5052
14:00		3,9033	3,9451	4,0168	3,9926	4,0582	3,8419	23,7578
16:00		5,6012	5,8123	5,6393	5,6404	5,5812	5,5882	33,8626
18:00		4,5425	3,8463	3,9479	3,9236	3,9171	4,0187	24,1961
20:00		4,7879	5,3291	5,3482	5,3794	5,4944	5,2071	31,5460
Suma		33,3709	38,7629	38,7496	38,8065	38,8668	38,5176	
Prom m3/h		2,3836	2,7688	2,7678	2,7719	2,7762	2,7513	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 59. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 8 al 14 de enero de 2014**

HORA	MIER	JUEV	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	SUMA
06:00	6,9732	9,8097	9,8292	9,0495	9,7873	9,8994	8,7280	64,0764
08:00	4,3095	4,2861	4,2867	4,7070	4,1757	4,5395	4,3557	30,6602
10:00	3,7399	3,6799	3,6138	3,5914	3,6335	3,2707	3,6315	25,1607
12:00	5,4230	4,4899	4,5026	4,5171	4,5301	4,4861	4,5177	32,4665
14:00	3,1990	3,2168	3,1925	3,1880	3,1938	3,1668	3,1854	22,3423
16:00	4,7978	4,7627	4,8476	4,7482	4,7253	4,7834	4,7732	33,4383
18:00	3,7656	3,2372	3,3328	3,1001	3,1419	4,1507	3,1632	23,8915
20:00	4,0659	4,5891	4,6321	4,7010	4,6602	4,6166	4,6245	31,8893
Suma	36,2740	38,0715	38,2372	37,6024	37,8478	38,9133	36,9791	
Prom m ³ /h	2,5910	2,7194	2,7312	2,6859	2,7034	2,7795	2,6414	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 60. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 15 al 21 de enero de 2014**

HORA	MIER	JUEV	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	SUMA
06:00	1,0976	6,7824	6,8163	6,7913	6,8085	7,0215	6,8960	42,2136
08:00	3,6513	4,8241	4,6982	4,7622	4,7559	7,2222	6,4391	36,3532
10:00	4,2122	4,0914	4,2394	4,1137	4,1740	4,8404	5,8021	31,4733
12:00	5,1175	4,9975	4,8291	4,9238	4,9604	6,7507	6,7817	38,3607
14:00	3,3903	3,6048	3,6489	3,7731	3,6867	5,4565	5,4620	29,0223
16:00	5,3045	5,2823	5,3276	5,2090	5,2885	6,7742	6,5254	39,7115
18:00	3,5592	3,5539	3,5612	3,5997	3,5924	4,4313	4,5426	26,8402
20:00	5,1364	5,1326	5,1232	5,1085	5,1638	6,3352	4,8097	36,8093
Suma	31,4689	38,2689	38,2439	38,2814	38,4302	48,8321	47,2587	
Prom m ³ /h	2,2478	2,7335	2,7317	2,7344	2,7450	3,4880	3,3756	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 61. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 22 al 28 de enero de 2014**

HORA	MIER	JUEV	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	SUMA
06:00	1,5266	4,8001	4,8838	4,8766	5,7653	5,2866	4,7313	31,8702
08:00	5,2280	6,4667	6,7446	7,2932	5,8841	5,9158	6,4964	44,0288
10:00	6,0589	6,1006	5,9461	5,1216	5,7088	6,3402	6,2004	41,4765
12:00	6,8769	7,4633	7,0335	6,9291	7,0977	7,0398	6,9308	49,3712
14:00	5,9755	5,6668	6,1240	6,8645	5,4360	5,4130	5,7169	41,1967
16:00	6,5093	6,1299	6,1143	5,5242	6,8630	6,7153	6,7265	44,5825
18:00	4,6940	4,7210	4,8120	4,8863	4,6276	4,8084	4,8120	33,3612
20:00	6,3489	6,4255	6,5780	6,5279	6,5167	6,4771	6,4943	45,3683
Suma	43,2181	47,7737	48,2361	48,0234	47,8992	47,9962	48,1085	
Prom m3/h	3,0870	3,4124	3,4454	3,4302	3,4214	3,4283	3,4363	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 62. **Consumo total de micromedición en m3 de la semana del 29 al 31 de enero de 2014**

HORA	MIER	JUEV	VIER	SUMA
06:00	12,3559	5,4302	5,1860	22,9721
08:00	5,9371	6,5639	6,4799	18,9809
10:00	6,0046	5,9718	5,8963	17,8727
12:00	7,1482	7,1104	6,7438	21,0024
14:00	5,7752	5,3461	5,3918	16,5132
16:00	6,3371	6,7554	6,6363	19,7287
18:00	4,4093	4,5979	4,5062	13,5133
20:00	6,5141	6,5488	6,5683	19,6312
Suma	54,4816	48,3244	47,4085	
Prom m3/h	3,8915	3,4517	3,3863	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 63. **Consumo total de micromedición en m3 durante el período de investigación**

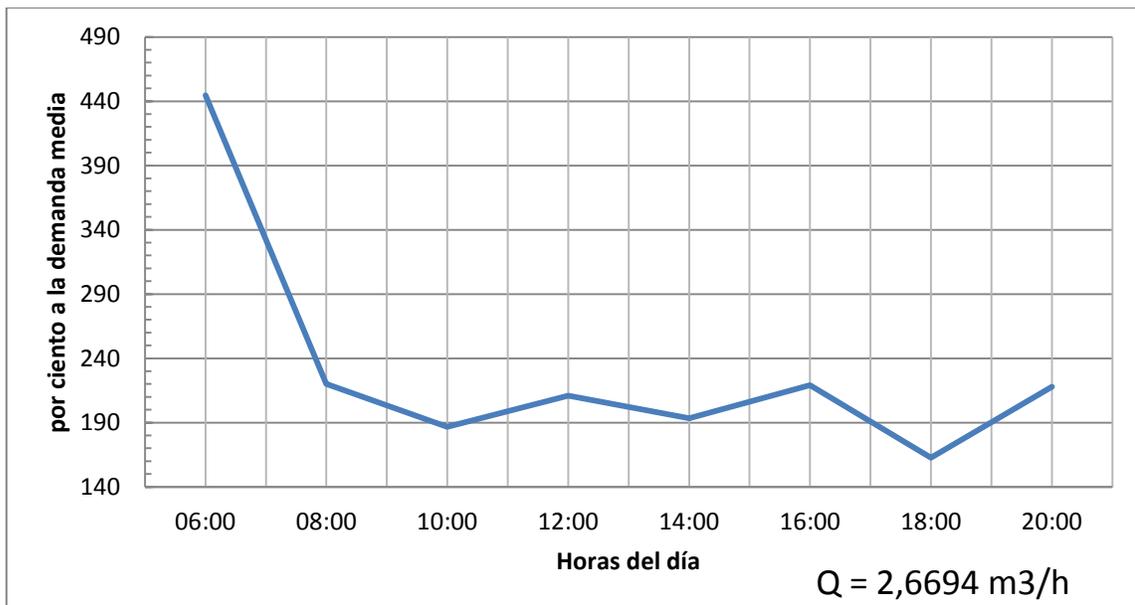
HORA	M3
06:00	1255,7378
08:00	473,6386
10:00	833,0009
12:00	873,2919
14:00	780,0581
16:00	890,2344
18:00	764,2843
20:00	852,5514
Suma	6722,7975
Prom m3/h	480,1998

Fuente: elaboración propia.

Gráficas de variaciones horarias y diarias en el consumo

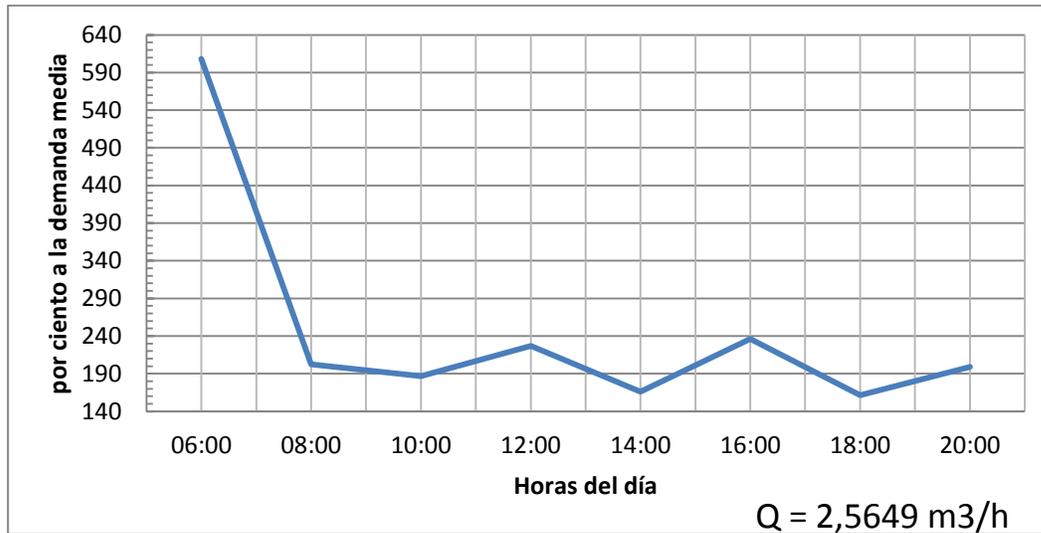
Gráficas de la demanda promedio de los días lunes a domingo, en los meses de investigación.

Apéndice 64. Promedio de los lunes de noviembre de 2013



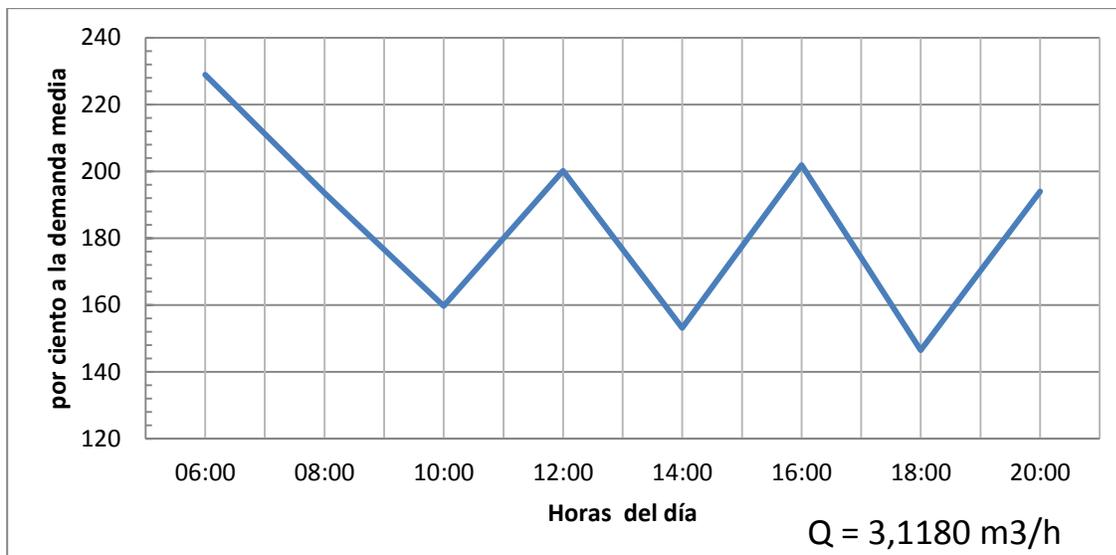
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 65. Promedio de los lunes de diciembre de 2013



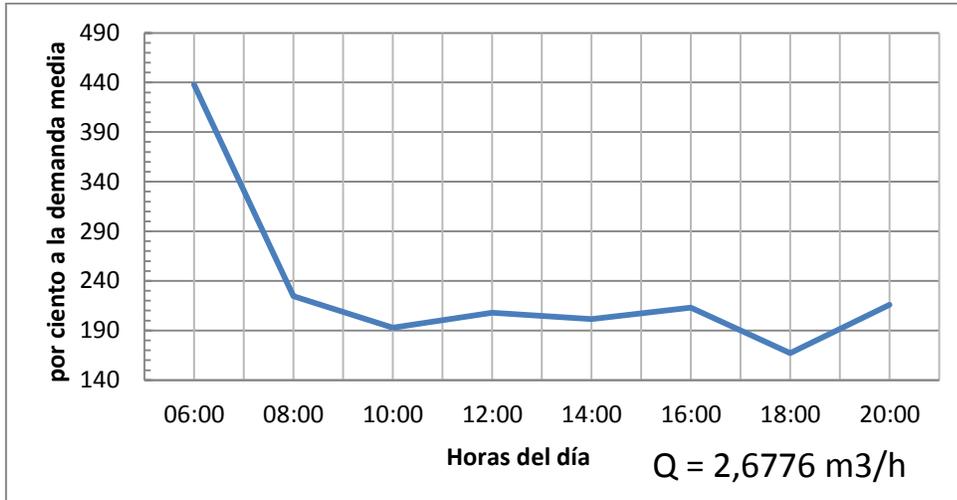
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 66. Promedio de los lunes de enero de 2014



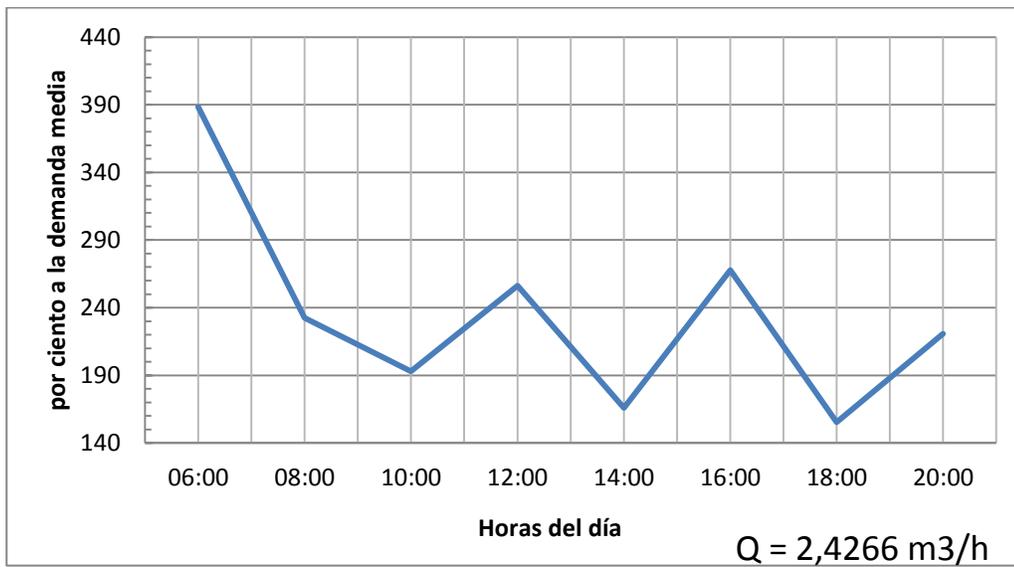
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 67. **Promedio de los martes de noviembre de 2013**



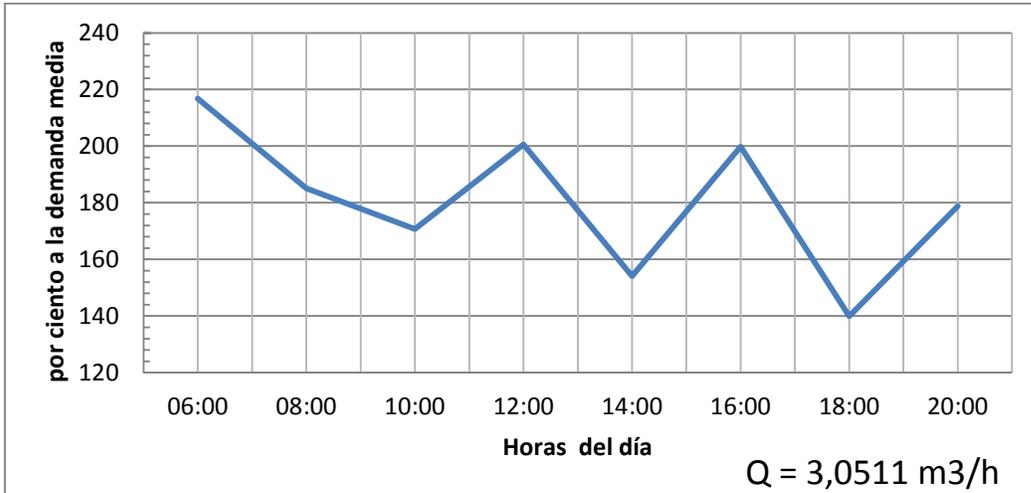
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 68. **Promedio de los martes de diciembre de 2013**



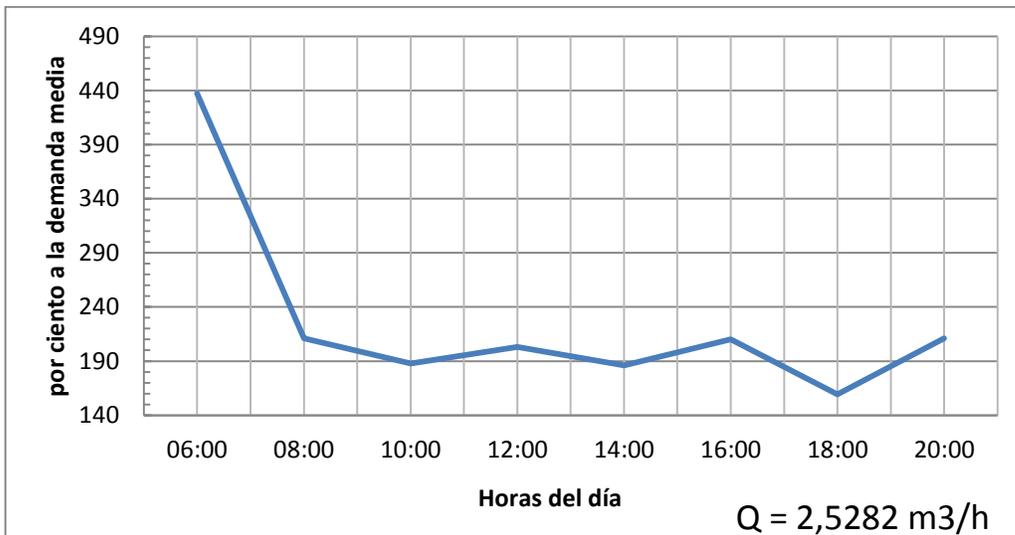
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 69. Promedio de los martes de enero de 2014



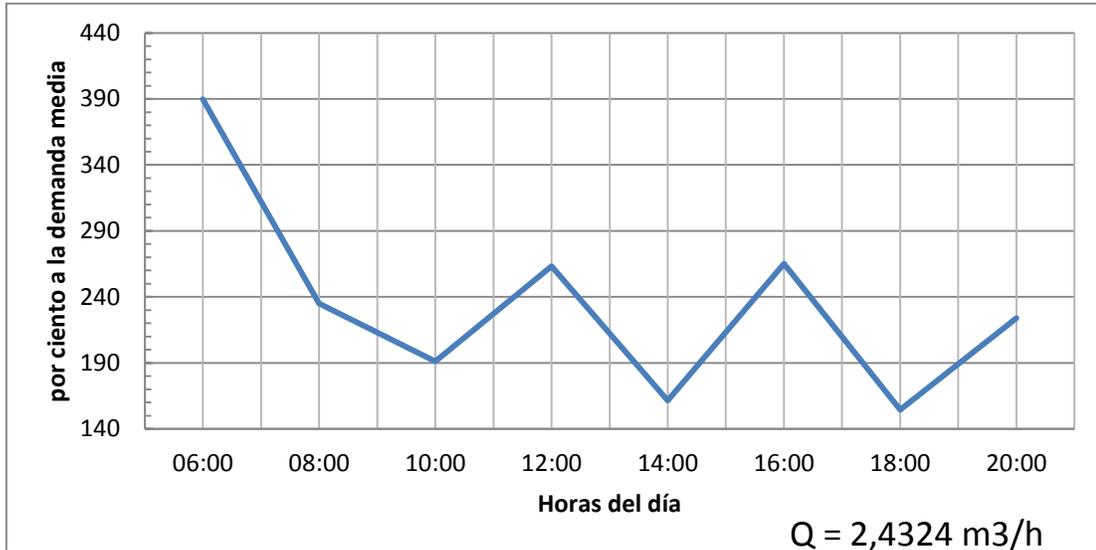
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 70. Promedio de los miércoles de noviembre de 2013



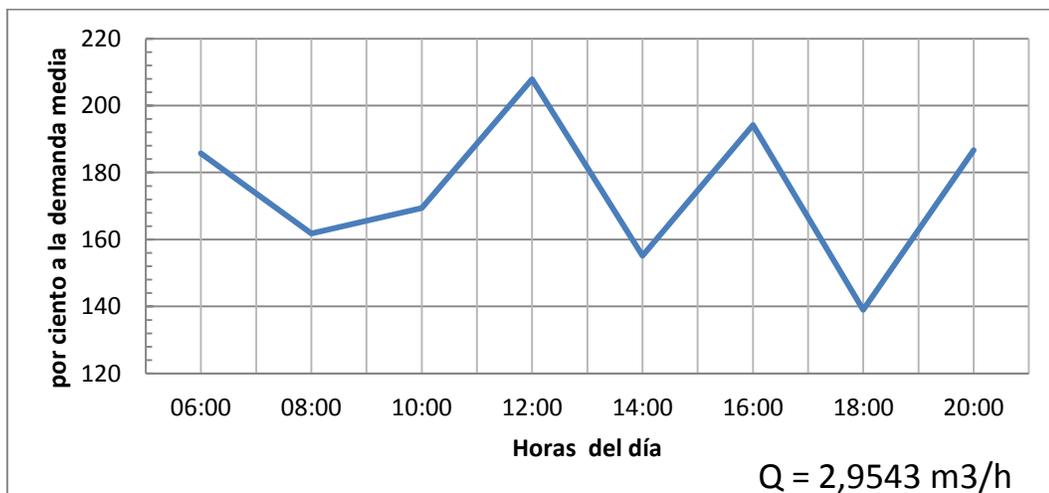
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 71. Promedio de los miércoles de diciembre de 2013



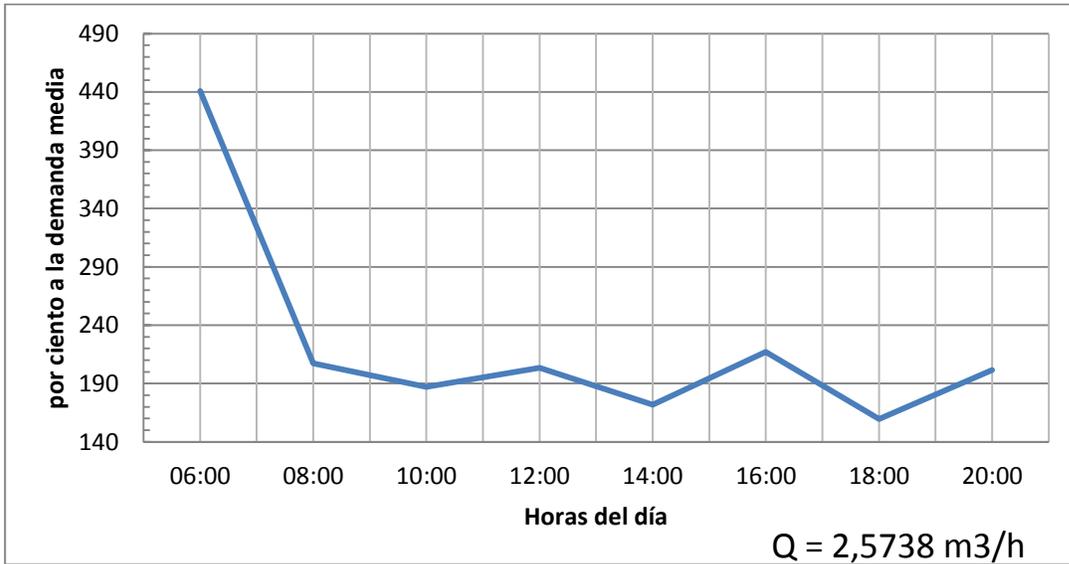
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 72. Promedio de los miércoles de enero de 2014



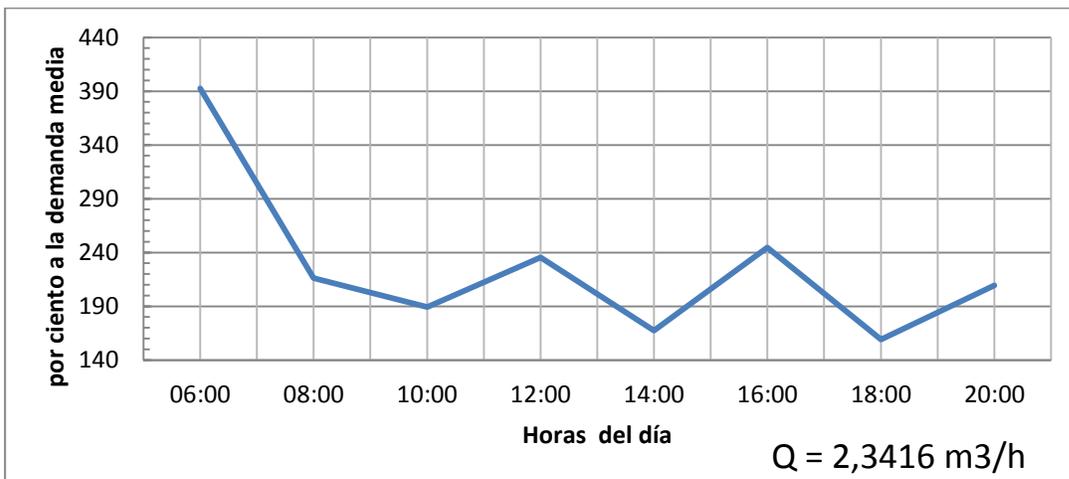
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 73. Promedio de los jueves de noviembre de 2013



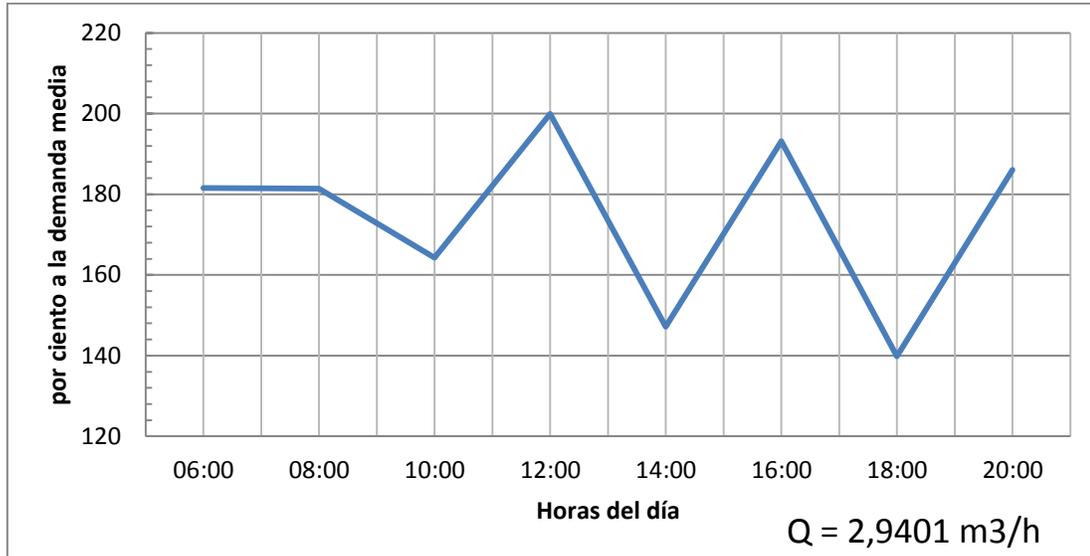
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 74. Promedio de los jueves de diciembre de 2013



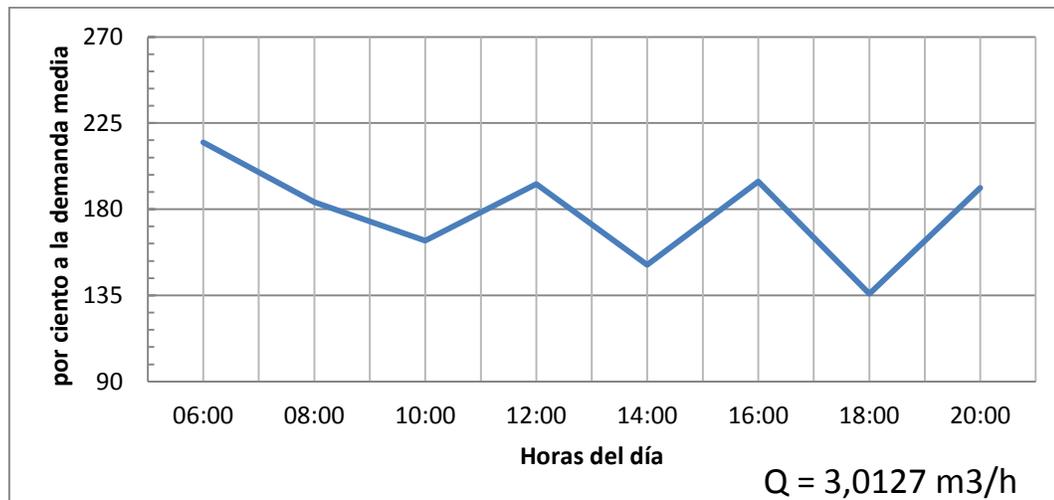
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 75. Promedio de los jueves de enero de 2014



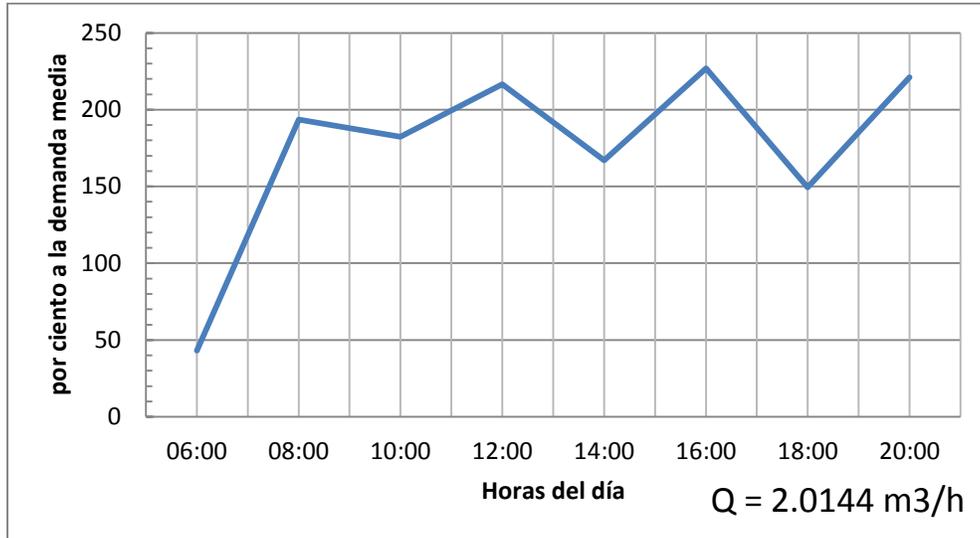
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 76. Promedio de los viernes de noviembre de 2013



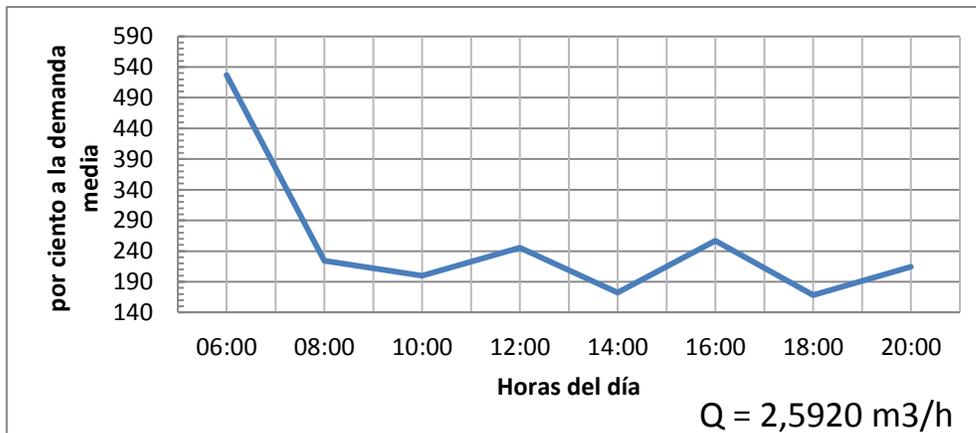
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 77. **Promedio de los viernes de diciembre de 2013**



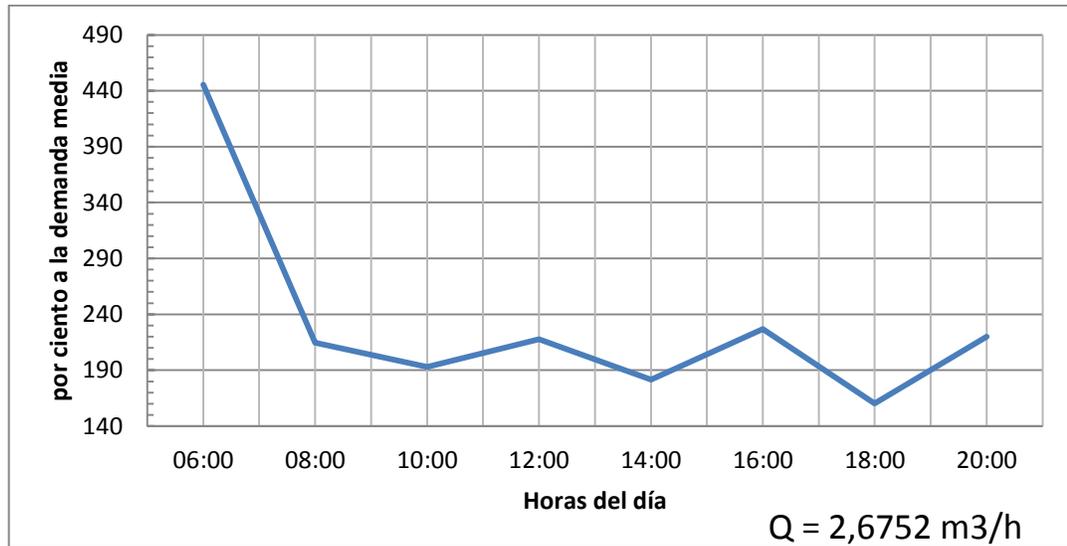
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 78. **Promedio de los viernes de enero de 2014**



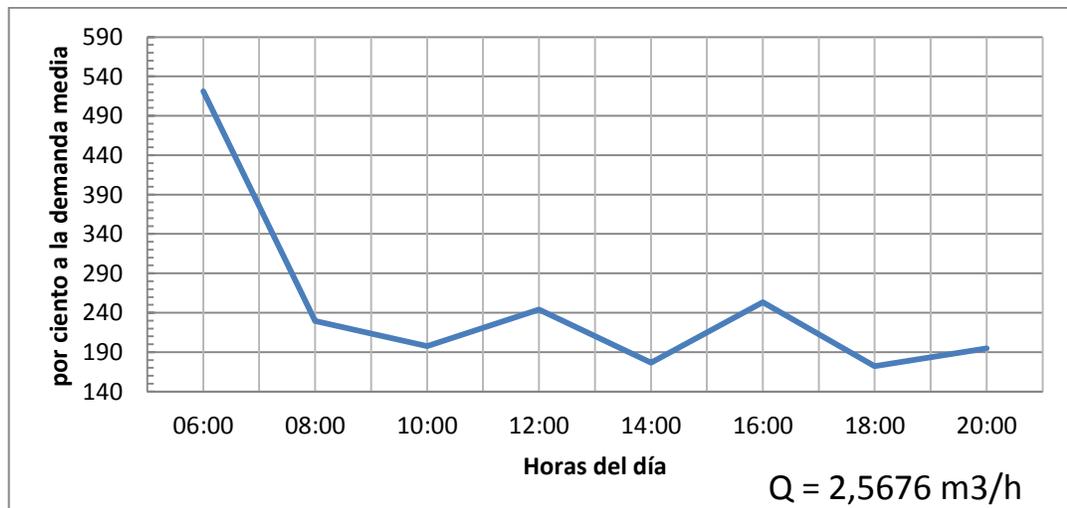
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 79. Promedio de los sábados de noviembre de 2013



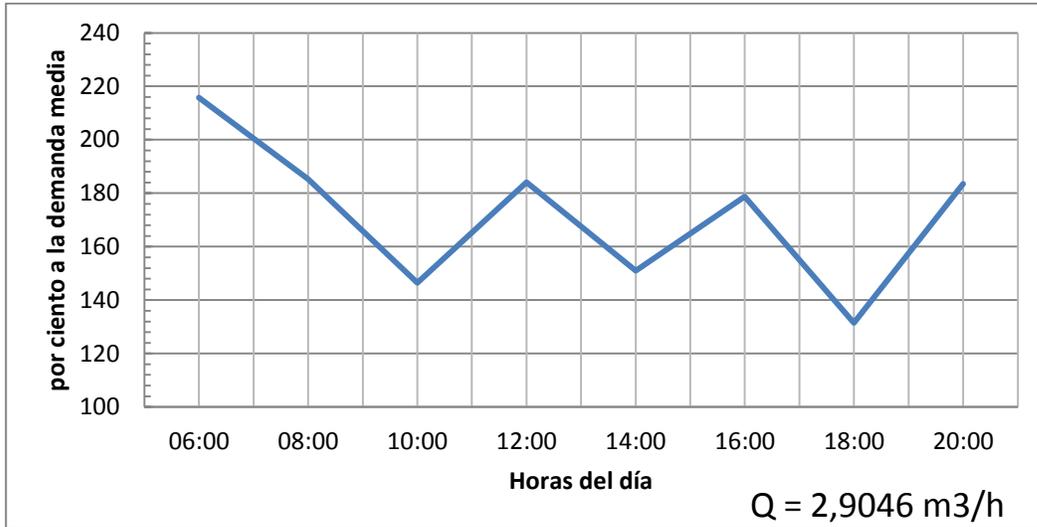
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 80. Promedio de los sábados de diciembre de 2013



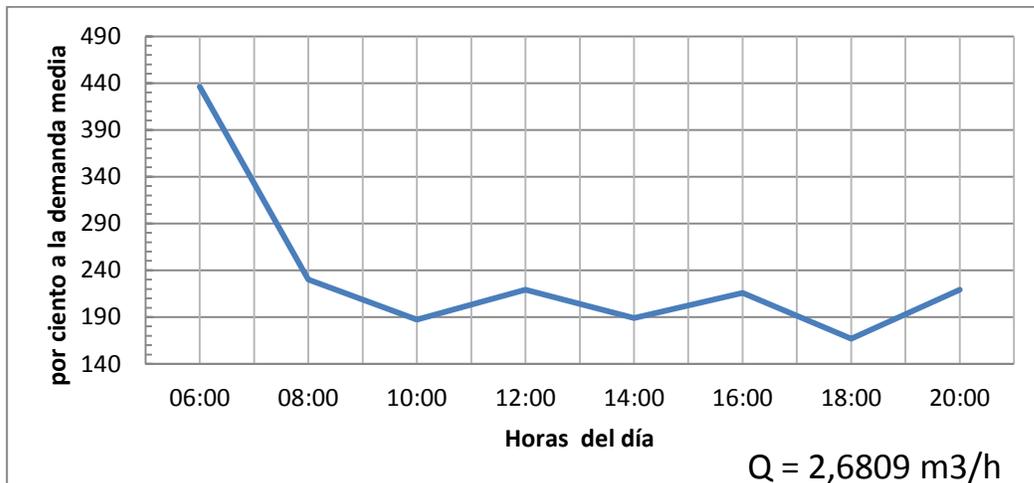
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 81. Promedio de los sábados de enero de 2014



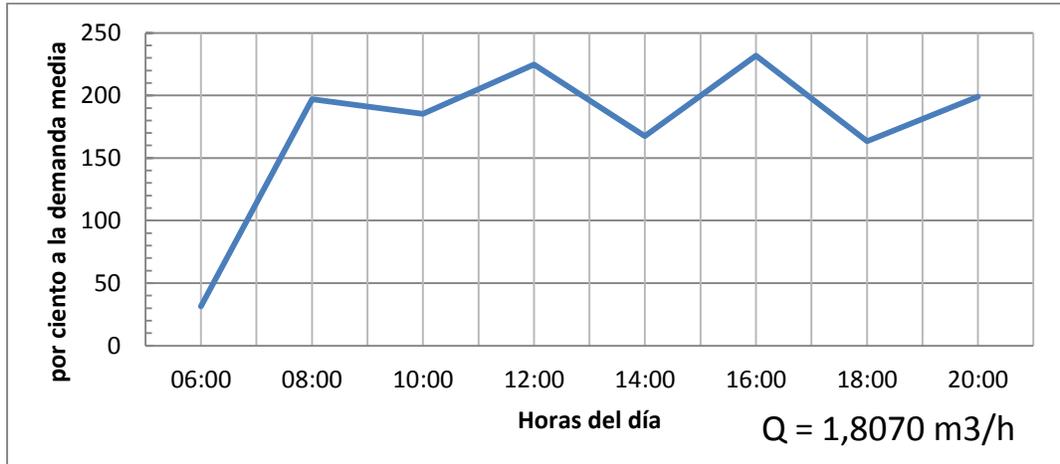
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 82. Promedio de los domingos de noviembre de 2013



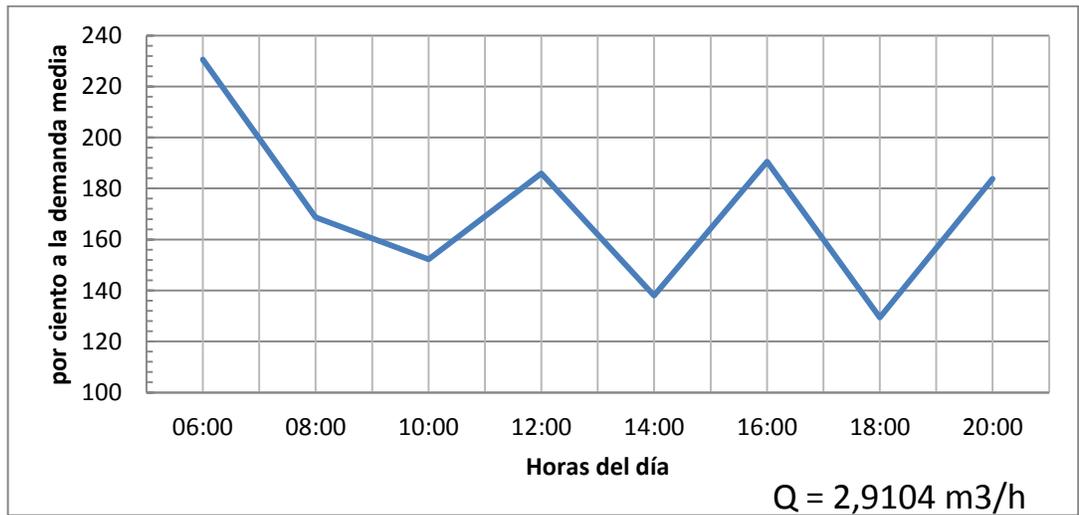
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 83. **Promedio de los domingo de diciembre de 2013**



Fuente: elaboración propia.

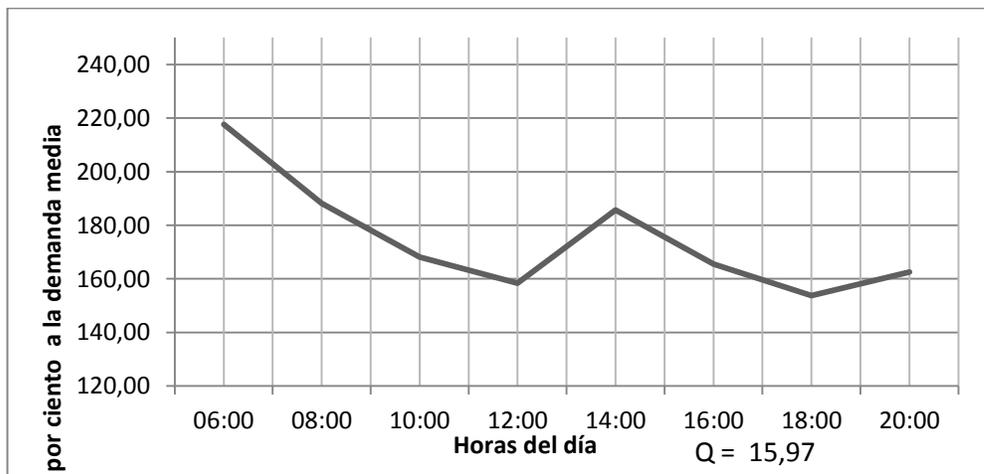
Apéndice 84. **Promedio de los domingos de enero de 2014**



Fuente: elaboración propia.

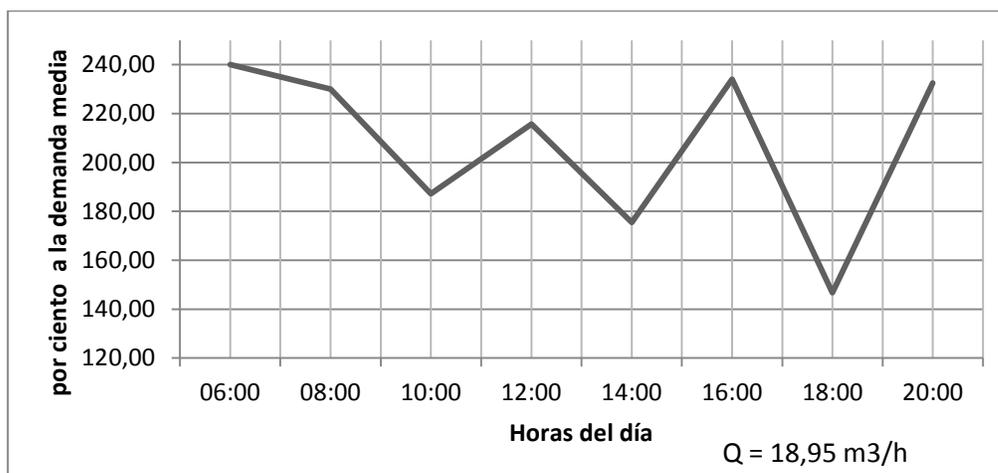
Gráficas de la demanda promedio semanal durante los meses de investigación.

Apéndice 85. **Promedio en la semana del 1 al 7 de noviembre de 2013**



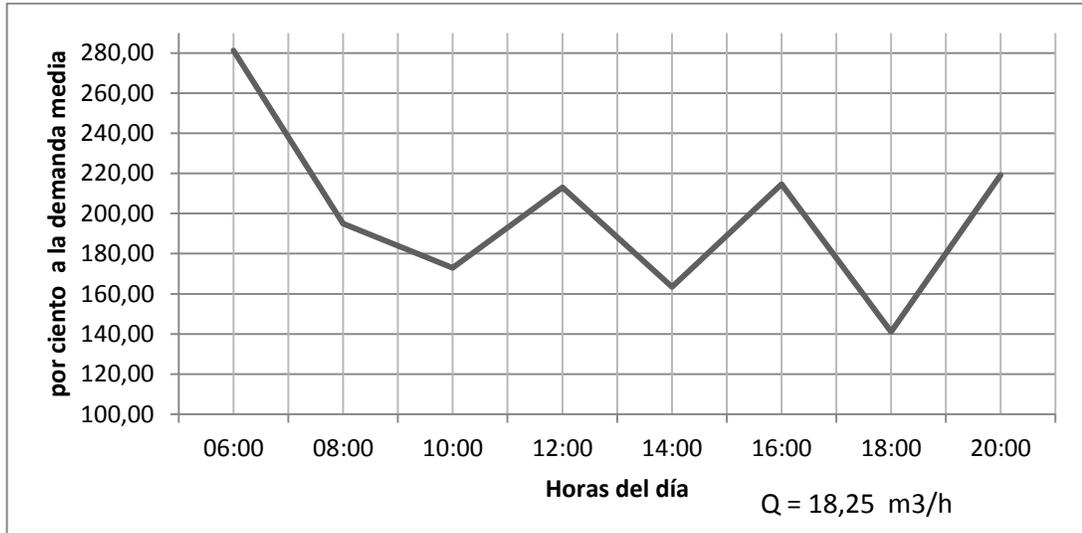
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 86. **Promedio en la semana del 8 al 14 de noviembre de 2013**



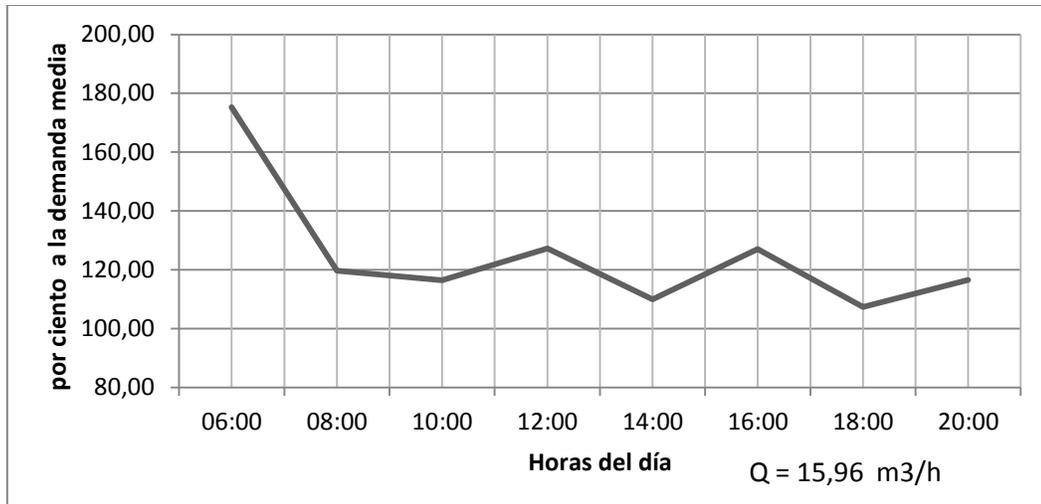
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 87. **Promedio en la semana del 15 al 21 de noviembre de 2013**



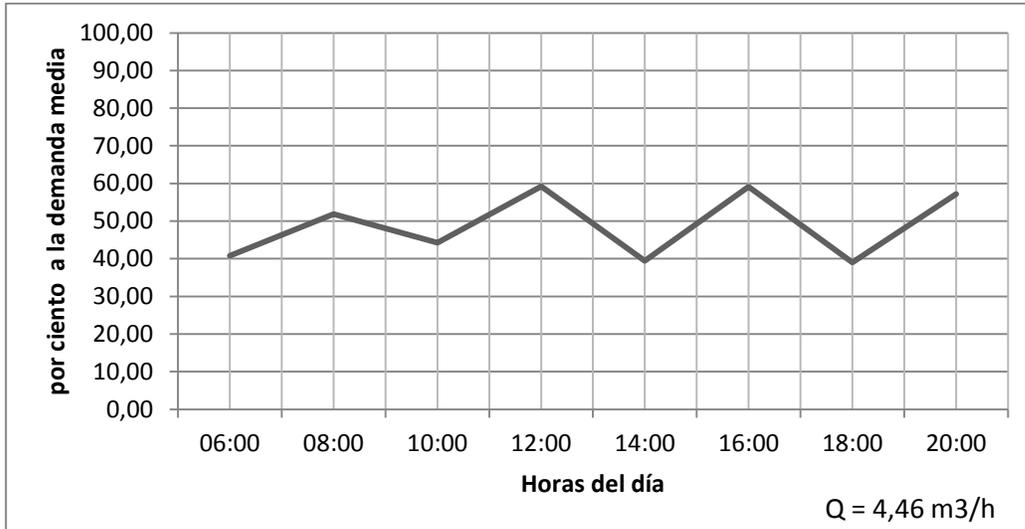
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 88. **Promedio en la semana del 22 al 28 de noviembre de 2013**



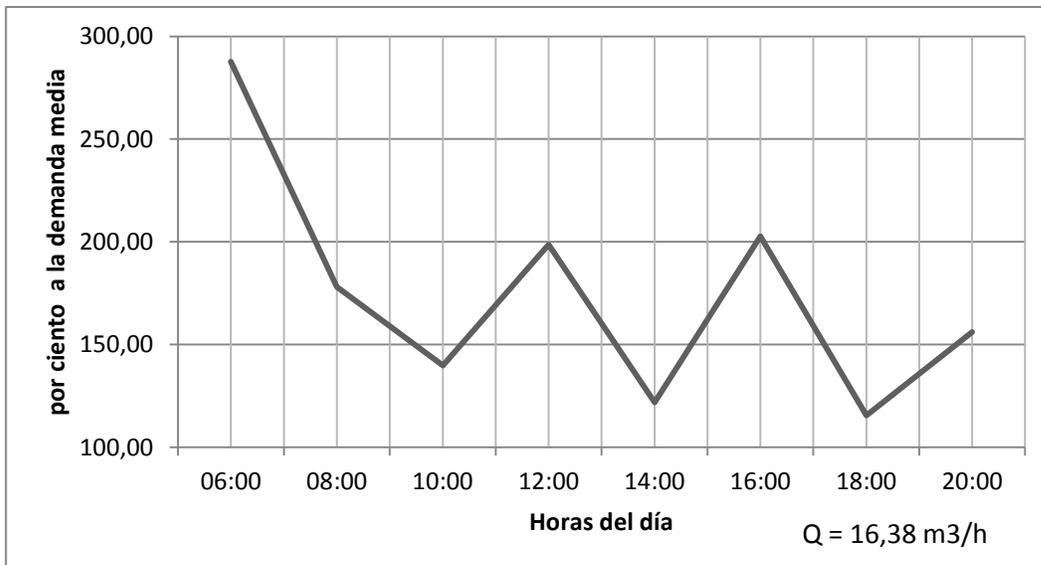
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 89. **Promedio en la semana del 29 al 30 de noviembre de 2013**



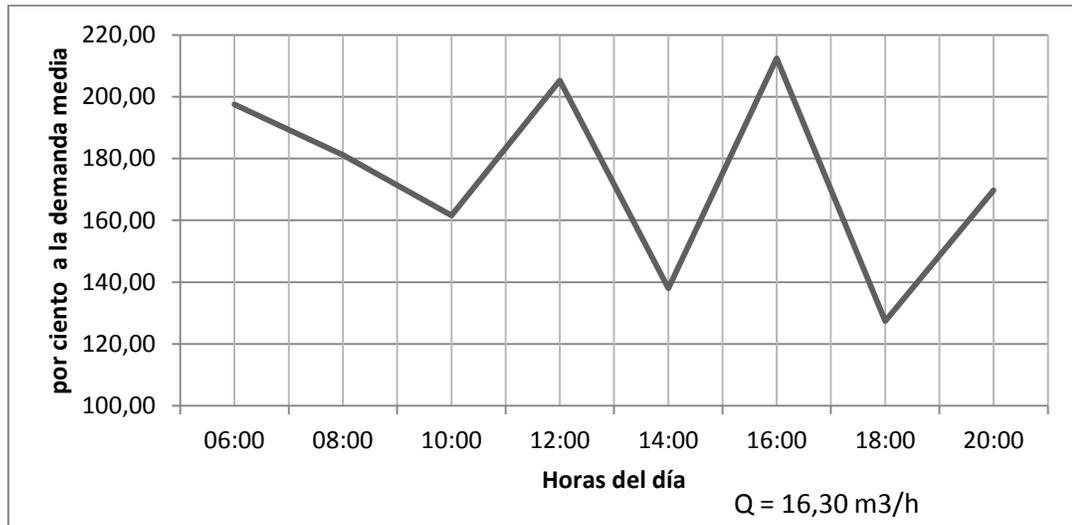
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 90. **Promedio en la semana del 1 al 7 de diciembre de 2013**



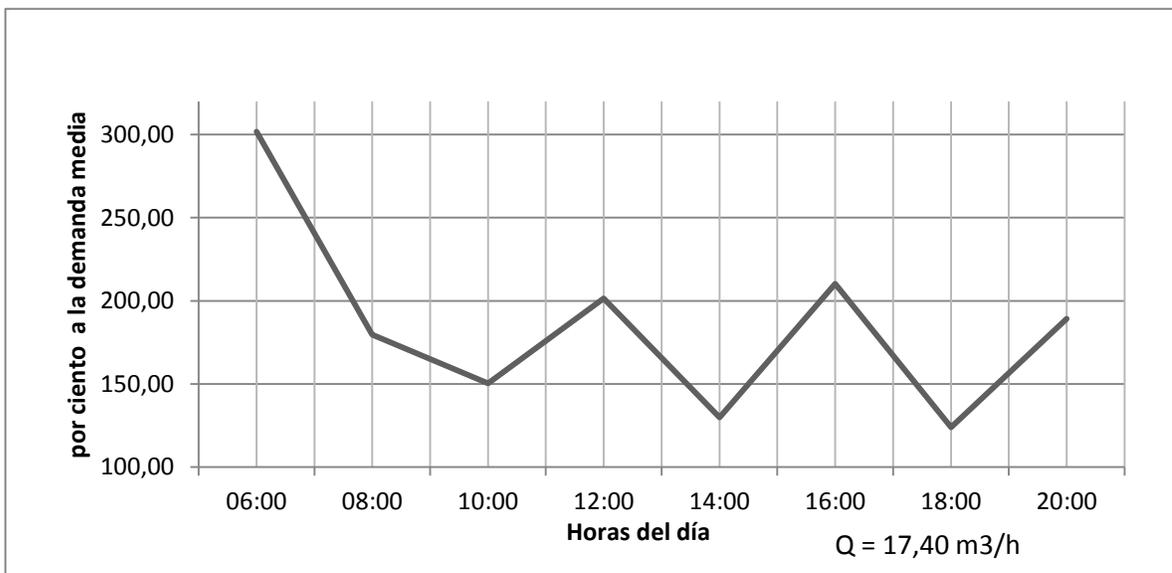
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 91. **Promedio en la semana del 8 al 14 de diciembre de 2013**



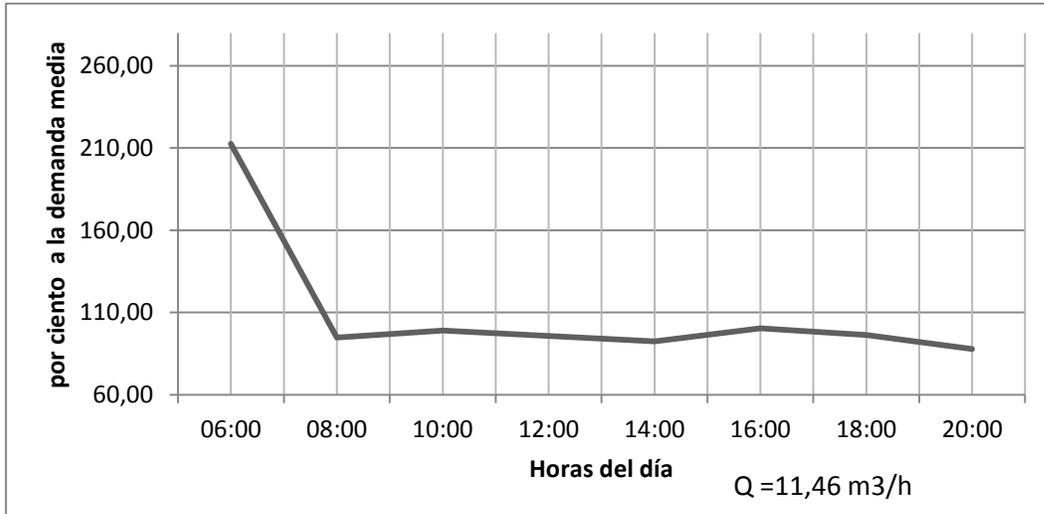
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 92. **Promedio en la semana del 15 al 21 de diciembre de 2013**



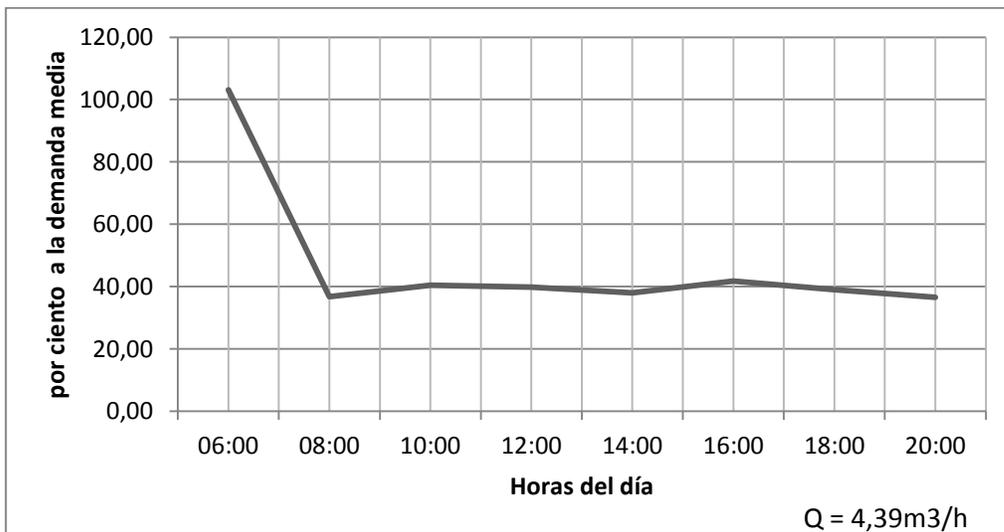
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 93. **Promedio en la semana del 22 al 28 de diciembre de 2013**



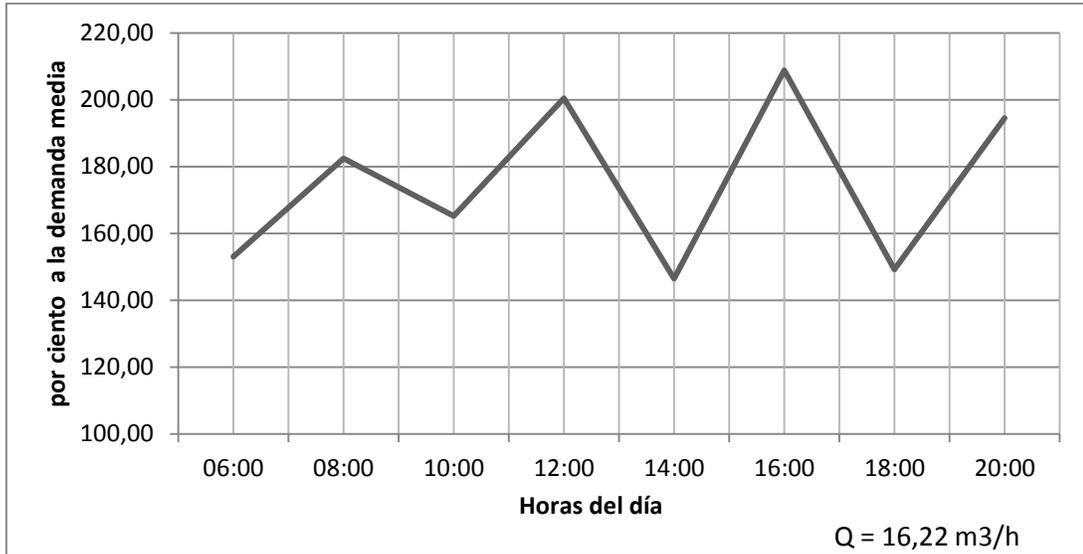
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 94. **Promedio en la semana del 29 al 31 de diciembre de 2013**



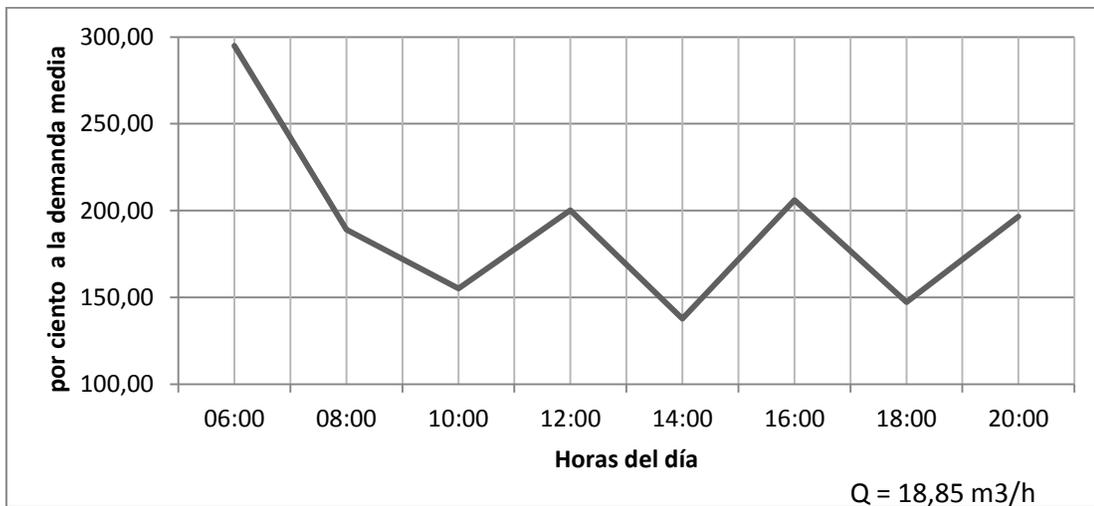
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 95. Promedio en la semana del 1 al 7 de enero de 2014



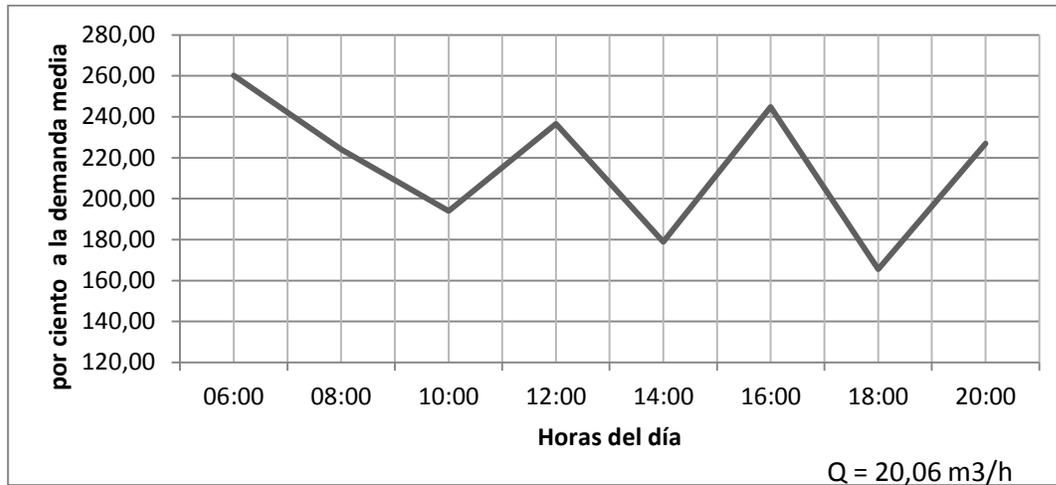
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 96. Promedio en la semana del 8 al 14 de enero de 2014



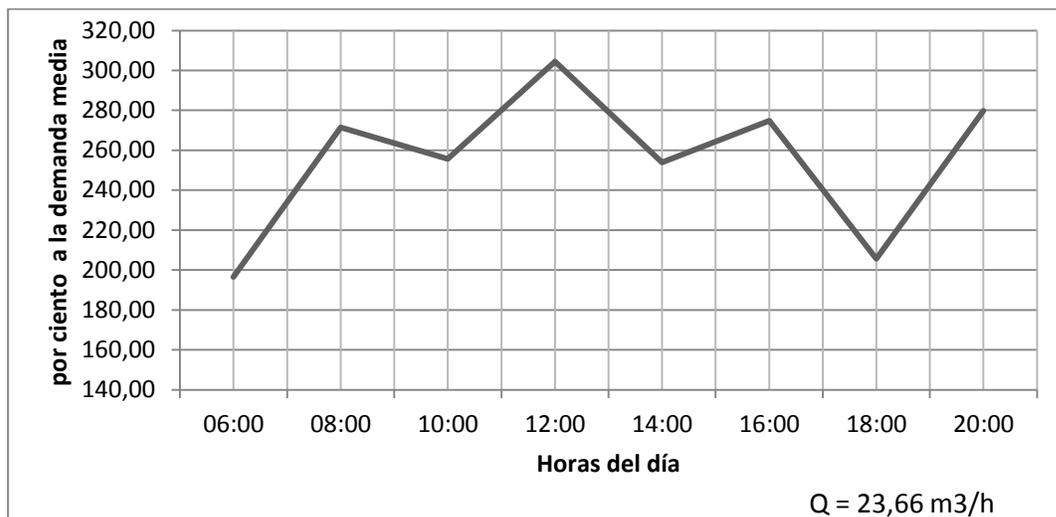
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 97. **Promedio en la semana del 15 al 21 de enero de 2014**



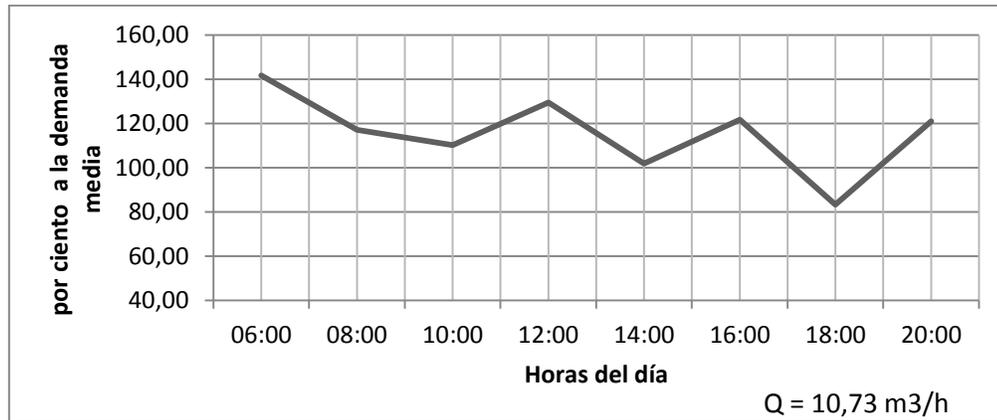
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 98. **Promedio en la semana del 22 al 28 de enero de 2014**



Fuente: elaboración propia.

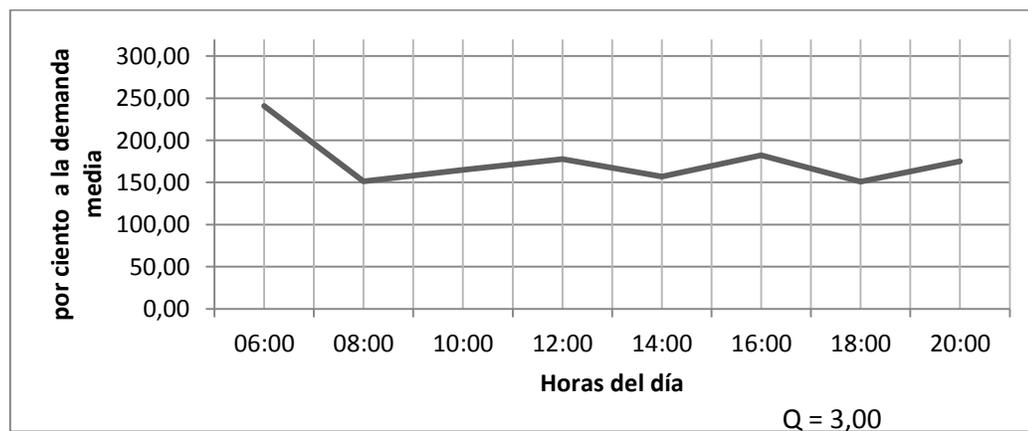
Apéndice 99. **Promedio en la semana del 29 al 31 de enero de 2014**



Fuente: elaboración propia.

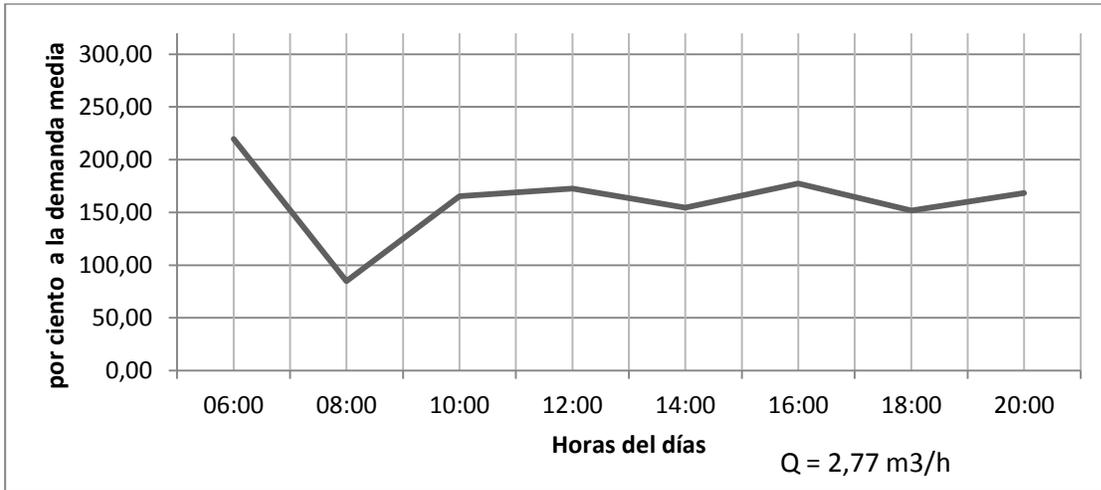
Gráfica de la demanda promedio de los días lunes a domingo, durante el período de investigación.

Apéndice 100. **Promedio de la demanda de los lunes durante el período de investigación**



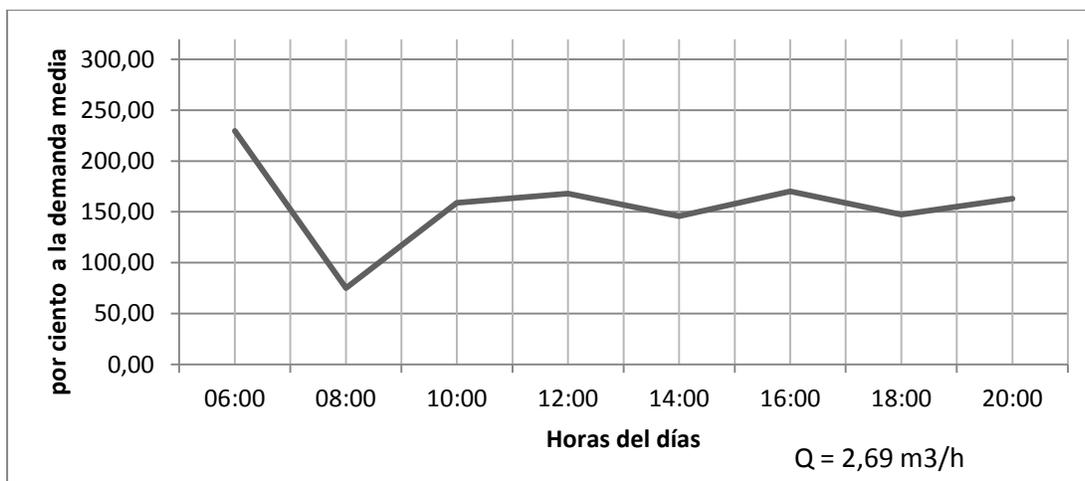
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 101. **Promedio de la demanda de los martes durante el período de investigación**



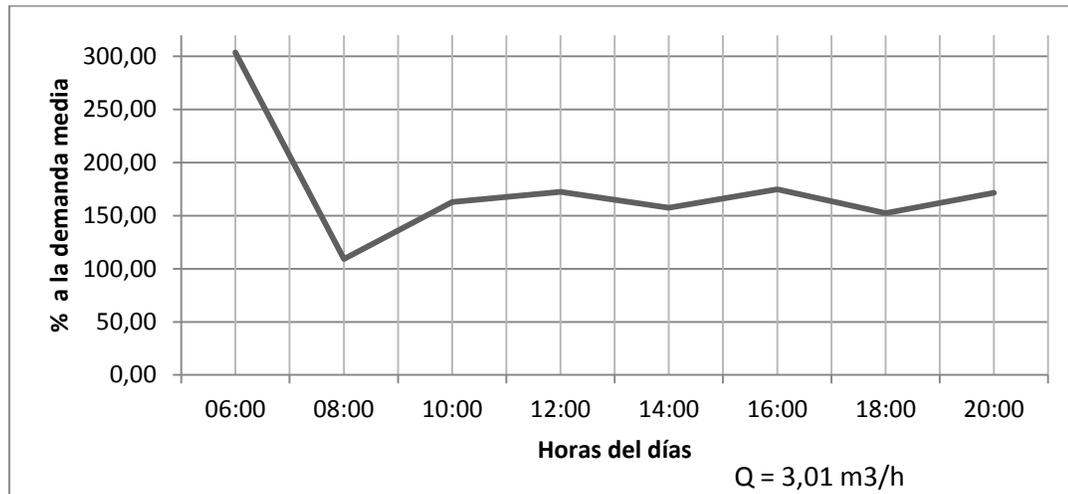
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 102. **Promedio de la demanda de los miércoles durante el período de investigación**



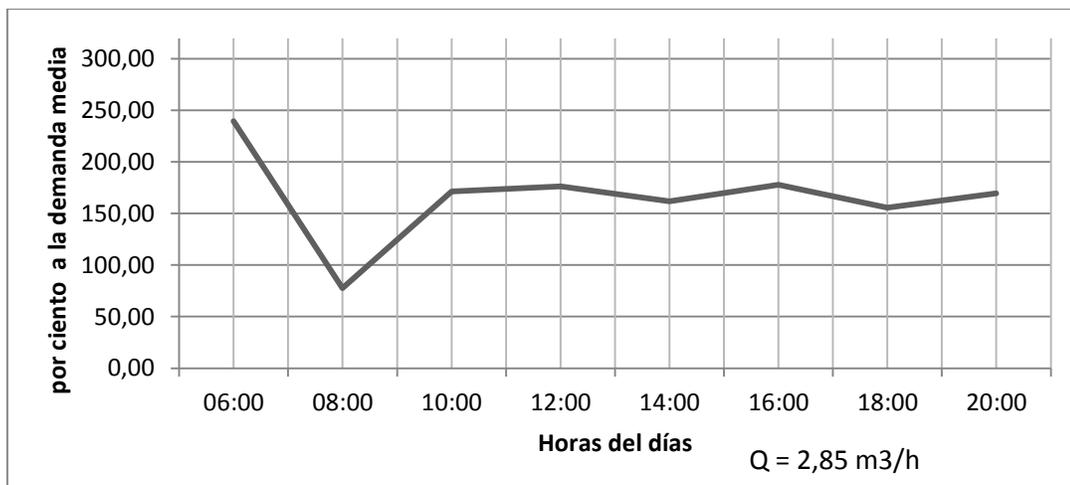
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 103. **Promedio de la demanda de los jueves durante el período de investigación**



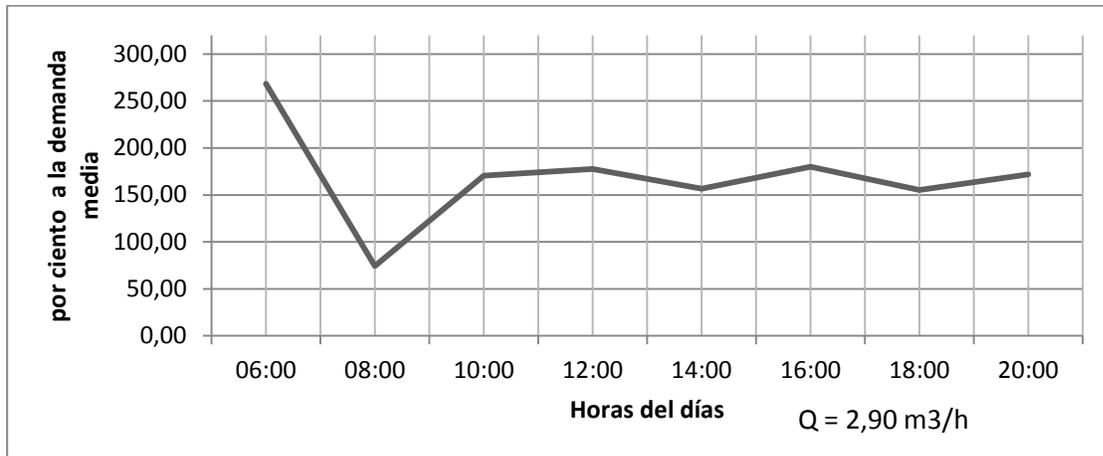
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 104. **Promedio de la demanda de los viernes durante el período de investigación**



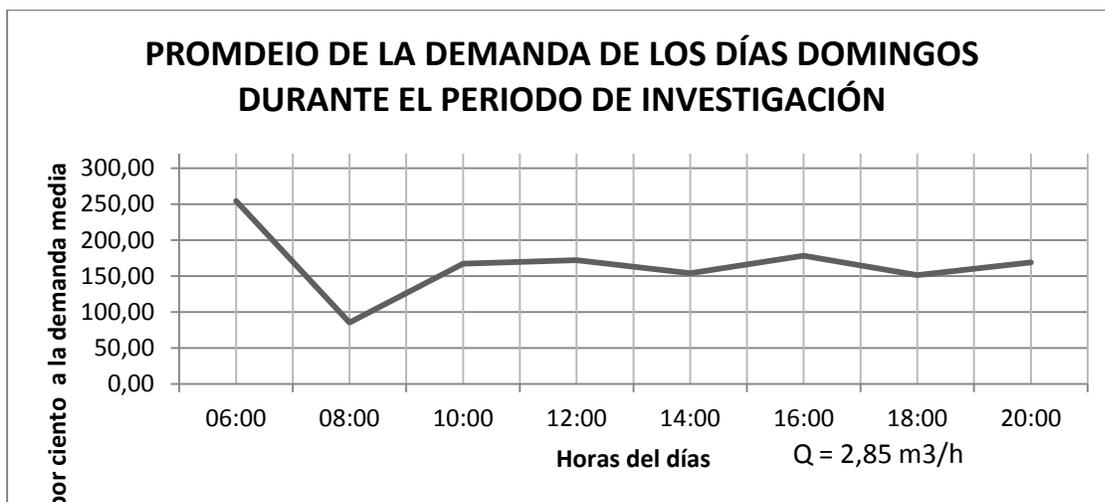
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 105. **Promedio de la demanda de los sábados durante el período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 106. **Promedio de la demanda de los domingos durante el período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

