



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

**SEGUNDA FASE DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS  
DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN  
LA ALDEA RANCHO ALEGRE, SUMPANGO, SACATÉPEQUEZ**

**Victor Magdiel de León de León**  
Asesorado por el Ing. Juan Carlos Linares Cruz

Guatemala, enero de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SEGUNDA FASE DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS  
DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN  
LA ALDEA RANCHO ALEGRE, SUMPANGO, SACATÉPEQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**VICTOR MAGDIEL DE LEÓN DE LEÓN**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS LINARES CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
EXAMINADOR	Ing. José Gabriel Ordóñez Morales
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:

### **SEGUNDA FASE DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE, SUMPANGO, SACATÉPEQUEZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 5 de mayo de 2015.



**Victor Magdiel de León de León**





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

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



Guatemala, 12 de octubre de 2015

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

Señor Coordinador:

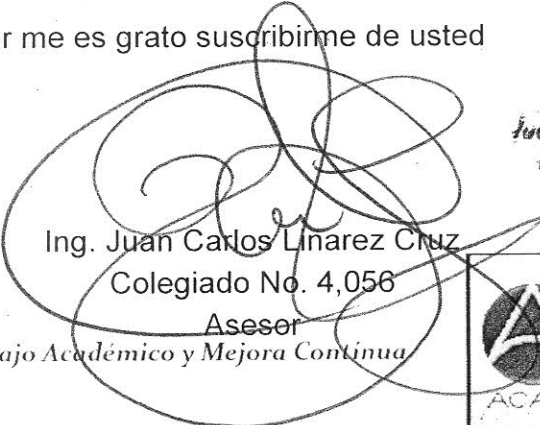
De la manera más atenta y por este medio, le informo a usted que, como asesor del estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Civil, Víctor Magdiel de León de León, procedí a revisar el trabajo de graduación, cuyo título es SEGUNDA FASE DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE, SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ

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, Víctor Magdiel de León de León.

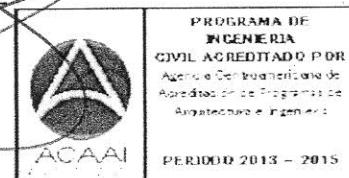
Sin otro particular me es grato suscribirme de usted

Atentamente,

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

Juan Carlos Linarez Cruz  
INGENIERO SANITARIA  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIADO No. 4056

Más 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



Guatemala, 16 de octubre de 2015

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

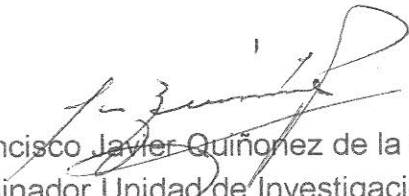
Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado **SEGUNDA FASE DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE, SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ**, realizado por el estudiante Victor Magdiel de León de León, quien conto con la asesoría del Ing. Juan Carlos Linares Cruz.

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

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

Atentamente,

  
Ing. Francisco Javier Quirón 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 Linarez Cruz y del Coordinador de la Unidad de Investigación Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, al trabajo de graduación del estudiante Víctor Magdiel de León de León, titulado SEGUNDA FASE DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE, SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

*[Handwritten Signature]*  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2015

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Ref. DTG.006.2015

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: **SEGUNDA FASE DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA RANCHO ALEGRE, SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario: **Víctor Magdiel de León de León**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

*907/132*  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, enero de 2016

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por acompañarme, guiarme, brindándome salud, sabiduría y perseverancia durante todo el período de mi vida, por permitirme alcanzar esta meta.
- Mis padres** Herminia de León Calderón, por su amor, comprensión, dedicación, apoyo incondicional, y por ser una guía en mi vida.  
Edis Magdiel de León Jeréz (q. e. p. d. )
- Mis hermanos** Melina Loyreth de León de León y Agustín Pérez, por ser parte de la trayectoria de mi vida.
- Mis sobrinos** Joel Simeón, Adriana Simeón, Jennifer Pérez, Fernando Pérez, Alise Pérez, por ser los seres que causan alegría en mi vida.
- Toda mi familia** Tíos, primos, cuñados, por acompañarme en cada etapa de mi vida y en especial a mis tías Balbina de León y Natalia de León por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por permitirme cumplir esta meta siendo el pilar principal en los momentos difíciles y la luz que siempre me ha guiado.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por abrirme las puertas y formarme como profesional.
<b>Mis padres</b>	Por el amor, la confianza y el apoyo incondicional.
<b>Mi asesor</b>	Ingeniero Juan Carlos Linares Cruz, por su valiosa colaboración e instrucción, dedicando su tiempo en la elaboración de este trabajo.
<b>Mi novia</b>	Rita Estrada, por el apoyo y comprensión.
<b>Mis amigos y compañeros</b>	Con quienes he compartido momentos de alegría y momentos difíciles.

## ÍNDICE GENERAL

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

1.8.1.2.	Caudal máximo horario .....	9
2.	PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	11
2.1.	Guías actuales de diseño.....	11
2.2.	Macro y micromedidores instalados en el sistema de agua potable .....	12
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
3.1.	Etapa 1.....	13
3.2.	Etapa 2.....	13
3.3.	Etapa 3.....	17
3.4.	Etapa 4.....	23
4.	RESULTADOS.....	25
4.1.	Macromedición.....	25
4.2.	Micromedición.....	25
4.3.	Estado actual de las unidades del sistema .....	26
5.	ANÁLISIS Y CÁLCULOS .....	31
5.1.	Cuadros analíticos.....	43
5.2.	Cuadros de consumo .....	43
5.3.	Curvas de variación.....	70
6.	DISCUSIONES .....	75
	CONCLUSIONES.....	77
	RECOMENDACIONES.....	79
	BIBLIOGRAFÍA.....	81
	APÉNDICES.....	83



ANEXOS ..... 169



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de la aldea Rancho Alegre .....	2
2.	Viviendas habitadas de la aldea Rancho Alegre .....	14
3.	Panorama de la aldea Rancho Alegre .....	15
4.	Lectura de contadores.....	16
5.	Tanque de almacenamiento.....	27
6.	Depósito de cloración.....	28
7.	Tanque de distribución aldea Rancho Alegre.....	28
8.	Micromedidor (contador).....	29
9.	Siembra en la aldea Rancho Alegre.....	29
10.	Coeficiente de variación diaria <i>versus</i> probabilidad de ocurrencia.....	33
11.	Coeficiente de variación horaria <i>versus</i> probabilidad de ocurrencia .....	36
12.	Porcentaje de volumen de regulación <i>versus</i> probabilidad de ocurrencia .....	39
13.	Demanda promedio de los días lunes de septiembre de 2014 .....	70
14.	Demanda promedio de la semana del 1 al 7 de septiembre de 2014 ....	71
15.	Demanda promedio de los lunes del período de investigación .....	72
16.	Demanda promedio general del período de investigación .....	73
17.	Demanda diaria promedio en el período de investigación.....	74
18.	Demanda en los días de máximo y mínimo consumo y día promedio ...	74

## TABLAS

I.	Resultados obtenidos en la primera fase de investigación en la aldea Rancho Alegre.....	XVIII
II.	Coeficientes de variación obtenidos en investigación primera fase ...	XIX
III.	Anotaciones de consumo.....	17
IV.	Cálculo de consumos en metros cúbicos.....	18
V.	Consumo de cada uno de los días de la primera semana de febrero...	26
VI.	Coeficiente de variación diaria ( $K_1$ ) para cada día .....	32
VII.	Coeficiente de variación horaria ( $K_2$ ) para cada día.....	35
VIII.	Porcentajes de volumen de regulación para cada día de investigación .....	38
IX.	Resumen anual del porcentaje de pérdidas.....	40
X.	Consumos horarios y porcentajes en el día de máximo consumo .....	44
XI.	Consumos horarios y porcentajes en el día de mínimo consumo.....	45
XII.	Consumos horarios y porcentajes en el día promedio .....	46
XIII.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos de septiembre de 2014 .....	47
XIV.	Porcentaje de la demanda media diaria en los días de septiembre 2014 .....	47
XV.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos de octubre de 2014 .....	48
XVI.	Porcentaje de la demanda media diaria en los días de octubre de 2014 .....	48
XVII.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos de noviembre de 2014 .....	49
XVIII.	Porcentaje de la demanda media diaria en los días promedio de noviembre de 2015.....	49

XIX.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos de diciembre de 2014 .....	50
XX.	Porcentaje de la demanda media diaria en los días promedio de diciembre 2014.....	50
XXI.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos de enero de 2015....	51
XXII.	Porcentaje de demanda diaria en los días promedio de enero de 2015 .....	51
XXIII.	Consumos promedios diarios en metro metros cúbicos de febrero de 2015 .....	52
XXIV.	Porcentaje de demanda diaria en los días promedio de febrero de 2015 .....	52
XXV.	Consumos promedios semanales en metros cúbicos de septiembre de 2014 .....	53
XXVI.	Porcentaje de la demanda media semanal de septiembre de 2014 .....	53
XXVII.	Consumos promedios semanales en metros cúbicos de octubre de 2014 .....	54
XXVIII.	Porcentaje de la demanda media semanal de octubre de 2014.....	54
XXIX.	Consumos promedios semanales en metros cúbicos de noviembre de 2014 .....	55
XXX.	Porcentaje de la demanda media semanal de noviembre de 2014.....	55
XXXI.	Consumos promedios semanales en metros cúbicos de diciembre de 2014 .....	56
XXXII.	Porcentaje de la demanda media semanal de diciembre de 2014.....	56
XXXIII.	Consumo promedio semanales en metros cúbicos enero de 2015....	57
XXXIV.	Porcentaje de la demanda media semanal de enero de 2015.....	57
XXXV.	Consumo promedio semanal en metros cúbicos de febrero de 2015 .....	58
XXXVI.	Porcentaje de la demanda media semanal de febrero de 2015.....	58

XXXVII.	Consumo promedio durante septiembre de 2014 .....	59
XXXVIII.	Consumo promedio durante octubre de 2014 .....	59
XXXIX.	Consumo promedio durante noviembre de 2014 .....	60
XL.	Consumo promedio durante diciembre de 2014 .....	60
XLI.	Consumo promedio durante enero de 2015.....	61
XLII.	Consumo promedio durante febrero de 2015 .....	61
XLIII.	Demanda diaria durante las semanas de septiembre de 2014 .....	62
XLIV.	Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de septiembre de 2014 .....	62
XLV.	Demanda diaria durante las semanas de octubre de 2014.....	63
XLVI.	Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de octubre de 2014 .....	63
XLVII.	Demanda diaria durante las semanas de noviembre de 2014 .....	64
XLVIII.	Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de noviembre 2014 .....	64
XLIX.	Demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2014 .....	65
L.	Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2014.....	65
LI.	Demanda diaria durante las semanas de enero de 2015.....	66
LII.	Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de enero de 2015 .....	66
LIII.	Demanda diaria durante las semanas de febrero de 2015 .....	67
LIV.	Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de febrero de 2015 .....	67
LV.	Consumos promedios diarios en metros cúbicos durante el período de investigación .....	68
LVI.	Porcentaje del promedio diario del período de investigación .....	68
LVII.	Consumo promedio y porcentaje de la demanda media durante el período de investigación .....	69

LVIII.	Cálculo de la demanda diaria promedio durante el período de investigación.....	69
LIX.	Comparación entre los parámetros de diseño inicial y parámetros encontrados en la investigación .....	76





## GLOSARIO

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



## RESUMEN

En la presente investigación se procedió a evaluar, mediante detalladas mediciones como una segunda fase, el consumo de agua potable para actualizar y comparar los criterios o los parámetros de diseño que fueron utilizados en el proyecto de abastecimiento de agua potable en la aldea Rancho Alegre, Sumpango, Sacatepéquez.

Para ello, fue necesario seguir realizando 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. De esta manera, se pudo conocer los máximos y mínimos consumos para determinar los coeficientes de variación. Luego, se compararon los parámetros de diseño de la red de distribución existente para establecer si son los adecuados o si es necesario modificar dicha red de distribución.

Esta investigación se realizó en dos fases, cada fase estuvo dividida en cuatro etapas. En la etapa uno de la segunda fase se llevó a cabo una capacitación a través de la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil.

En la etapa dos de la segunda fase se continuó con la inspección de 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. También se obtuvieron lecturas a cada hora, iniciando a las 6 de la mañana y terminando a las 8 de la noche. Estos datos se tabularon para su registro.

En la etapa tres de la segunda fase se realizó una capacitación para desarrollar los cálculos correspondientes con los datos obtenidos en las lecturas. En la etapa cuatro de la segunda fase se procedió a presentar los resultados obtenidos durante la investigación en el presente trabajo.

## OBJETIVOS

### General

Evaluar y actualizar, mediante la primera y segunda fase, los criterios o parámetros de diseño utilizados en el proyecto construido de abastecimiento de agua potable en la aldea Rancho Alegre, Sumpango, Sacatepéquez.

### Específicos

1. Determinar, mediante la segunda fase, la cuota *per capita* real de consumo en la aldea Rancho Alegre, Sumpango, 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 parámetros reales de diseño que caractericen a la aldea Rancho Alegre, Sumpango.
3. Determinar y verificar los criterios o parámetros de diseño establecidos en el estudio inicial, para determinar si cumplen su aplicabilidad en el funcionamiento del sistema construido de abastecimiento de agua potable, con los calculados en el periodo comprendido de septiembre de 2014 a febrero de 2015.
4. Actualizar los criterios o parámetros de diseño, para garantizar el buen funcionamiento de los proyectos a construirse a futuro.



## 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 del sector encargadas de desarrollar los estudios, ejecutar los proyectos y de las poblaciones a ser atendidas. Asimismo, hay una falta de personal capacitado en investigación y de recursos e instalaciones adecuadas.

El sobredimensionamiento de los sistemas construidos de abastecimiento de agua potable, que se ha 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 tanto, en este trabajo se determinan 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 esta investigación será la continuación de la primera fase, en la cual obtuvieron los siguientes resultados con la implementación de los componentes de macro y micomedición en el sistema de agua potable.

Tabla I. **Resultados obtenidos en la primera fase de investigación en la aldea Rancho Alegre**

	Parámetros utilizados en el diseño (según guías de diseño)	Parámetros encontrados en la investigación
Dotación de consumo	150 lt/hab/día	103,75 lt/hab/día
Coefficiente de variación diaria (K1)	1,5	1,3
Coefficiente de variación horaria (K2)	2	1,78

Fuente: elaboración propia.

Con los resultados obtenidos en la primera fase, se tienen conocimientos más amplios sobre el comportamiento real que caracteriza a la aldea en estudio. En la segunda fase de investigación se continuará con la recopilación de la información necesaria para integrar los principales parámetros de diseño acorde con las necesidades de la aldea, así como la eficiencia de los diversos componentes de los sistemas que se encuentran en operación.

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 I brinda los parámetros esenciales para el diseño de proyectos de abastecimiento de agua, específicamente para la región V de Guatemala, las cuales ayudarán a optimizar los recursos al momento de la ejecución y brindarán la seguridad del buen funcionamiento de todos los elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua. Con la segunda fase de investigación se pretende integrar los resultados obtenidos de



la primera fase para verificar el comportamiento de los parámetros de diseño en la aldea Rancho Alegre.

Se continuará con la medición de la macro y micromedición, para seguir con la toma de datos, calcular en esta segunda fase nuevamente los parámetros de diseño en el sistema de abastecimiento de agua potable y, de esta forma, tener un mejor control en el abastecimiento de agua.

La primera fase fue realizada de noviembre de 2013 a abril del 2014, como proyecto de trabajo de graduación del estudiante César Augusto Solís Sul con la orientación de la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, en esta primera fase se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla II. **Coefficientes de variación obtenidos en investigación primera fase**

Coeficiente de variación diaria (K1)	Coeficiente de variación horaria (K2)	Dotación de consumo
1,3	1,78	103,75 lt/hab/día

Fuente: elaboración propia.

La Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil contempla este tipo de estudio como una línea de investigación y se planificó que de septiembre de 2014 a febrero de 2015 se realice la segunda fase, como

complemento a la línea de investigación de la primera. Su finalidad es obtener datos fiables y reales para realizar la evaluación de los parámetros de diseño en el consumo de agua potable en la aldea Rancho Alegre, Sumpango, Sacatepéquez.

# **1. DESCRIPCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

## **1.1. Ubicación del área servida**

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 regularmente corren ríos, conos volcánicos y pequeños valles.

No obstante que 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 que sus habitantes son 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 aldea Rancho Alegre.

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



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### **1.3. Colindancias**

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

### **1.4. Clima**

Según la clasificación de zonas de vida, por el sistema Holdrige, el municipio de Sumpango se encuentra ubicado en un bosque húmedo montañoso central bajo subtropical, cuyo símbolo es BH-MB. Esto indica que sus condiciones son las siguientes: el patrón de lluvia varía entre 1 972 mm y 1 588 mm, con un promedio de 1 344 mm/año, y la temperatura varía entre 16-23 grados. La evapotranspiración potencial media es de 0,75 mm/día. La topografía es variable, alcanzando algunas partes pendientes más del 30 % de inclinación y la elevación 1 900 metros sobre el nivel del mar.

### **1.5. Servicios básicos**

Los servicios identificados en la aldea Rancho Alegre fueron: agua potable y electricidad, colaborando de manera directa para mejorar la calidad de vida de los habitantes, se observó que no se cuenta con servicio de drenaje.

#### **1.5.1. Viviendas**

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

### **1.5.2. Sistema de abastecimiento actual**

La aldea 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. 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 aldea. 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.

## **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 describe a continuación algunos factores que determinan la regulación del consumo de agua potable.

### **1.7.1. Calidad del agua**

El río Chirres abastece los tanques públicos de las aldeas El Tunino, Rancho Alegre y El Rejón. Este río presenta agentes contaminantes de origen agroquímico, basura y aguas servidas.

La aldea Rancho Alegre cuenta con un sistema de cloración para el agua que se distribuye a la población.

### **1.7.2. Presión en la línea de conducción (impulsión) 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 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 (m.c.a.) y 57 (m.c.a.).

### **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.

### **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, entre otros; además del número de jardines particulares que son regados y cantidad de vehículos que son lavados.

Para la aldea 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 aldea 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 aldea.

Un 80 % 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 son comercializados en Guatemala y Antigua Guatemala. Además, un 10 % de la población de la aldea se dedica a trabajar en las maquilas y otro 10 % se dedica 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

$Q_{\text{md}}$  = caudal medio diario

Para el pronóstico inicial o demanda de agua potable de la aldea Rancho Alegre, el caudal máximo diario se calculó con base en un caudal medio de 9,48 lt/s y un factor de día máximo de 1,5, dando como resultado un caudal máximo diario de 14,22 lt/s.

#### **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 máxima se encuentra entre 2 y 3. El factor a utilizar dependerá del tamaño de la población a servir.

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

Donde

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

fhm = factor de hora máxima

Qmd = 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 lt/s.

## 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 en 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 capita*, 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 como, 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 18 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 ha aplicado en la utilización de los parámetros de diseño con y sin uso de normas o guías, conlleva una deficiencia en el servicio o a una sobreestimación de dicho sistema. Por tal razón, se realizó el estudio en 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 aldea Rancho Alegre cuenta con conexiones domiciliarias en cada vivienda (micromedidores), esto facilita la lectura del consumo por parte de los habitantes de dicha aldea. No obstante, se presenta la dificultad o imposibilidad de obtener una macromedición, es decir, la lectura total de agua que sale del tanque.

### **3. METOLOGÍA 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 de macromedición, con el fin de hacer más eficientes y confiables los resultados de los parámetros de 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 de los planos de diseño, tanto iniciales como finales (ver anexo 5).

Además, se tuvo el conocimiento acerca de los parámetros de diseño que se utilizaron para llevar a cabo la ejecución del proyecto de abastecimiento de agua potable.

#### **3.2. Etapa 2**

Se llevó a cabo el estudio del sistema actual de la aldea de Rancho Alegre, Sumpango, Sacatepéquez. El estudio se enfocó a 60 viviendas de esta aldea. Este se realizó con una inspección inicial a todo el sistema de abastecimiento de agua potable conforme a los planos iniciales de diseño proporcionados por el Programa de abastecimiento de agua potable y

saneamiento rural. También 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 aldea desde el 2010 hasta la fecha.

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

Figura 2. **Viviendas habitadas de la aldea Rancho Alegre**



Fuente: aldea Rancho Alegre.



Figura 3. **Panorama de la aldea Rancho Alegre**



Fuente: aldea Rancho Alegre.

En la aldea, 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 dos horas, iniciándose a las 6 de la mañana y concluyéndose a las 8 de la noche, específicamente a 60 casas de la aldea Rancho Alegre, considerando que este es el en el que usualmente se presentan los consumos domiciliarios en el área de investigación. En la siguiente imagen se muestra la actividad de muestreo.

**Figura 4. Lectura de contadores**



Fuente: aldea Rancho Alegre.

Los datos obtenidos se registraron en una ficha específica (ver apéndices 1 al 25). 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 III muestra un ejemplo de la información de una semana ya tabulada de una casa en estudio:

Tabla III. **Anotaciones de consumo**

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

**ANOTACIONES DE CONSUMO SEGUNDA FASE**

<b>ALDEA</b>	Rancho Alegre
<b>MUNICIPIO</b>	Sumpango
<b>DEPARTAMENTO</b>	Sacatépequez
<b>PROPIETARIO</b>	Enrique Gerónimo Choreque

Semana del 22 al 28 de enero de 2015

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	1 707,5327	1 708,3613	1 709,0968	1 709,9802	1 710,6557	1 711,4624	1 712,1012
08:00	1 707,6204	1 708,4982	1 709,2952	1 710,1501	1 710,8723	1 711,5518	1 712,2639
10:00	1 707,7812	1 708,5546	1 709,3106	1 710,3038	1 710,8868	1 711,6137	1 712,3550
12:00	1 707,8909	1 708,6513	1 709,4310	1 710,3443	1 711,0167	1 711,7168	1 712,4136
14:00	1 708,0078	1 708,6836	1 709,5845	1 710,3686	1 711,1034	1 711,7306	1 712,5373
16:00	1 708,0590	1 708,8447	1 709,6229	1 710,4980	1 711,1683	1 711,8269	1 712,5503
18:00	1 708,1687	1 708,9414	1 709,6766	1 710,5384	1 711,2405	1 711,8888	1 712,5958
20:00	1 708,1760	1 708,9817	1 709,7456	1 710,5546	1 711,2766	1 711,9645	1 712,6154

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 el cálculo de los consumos en metros cúbicos, registrados por cada uno de los contadores instalados en cada vivienda de la aldea.

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

Tabla IV. **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 SEGUNDA FASE

<b>ALDEA</b>	Rancho Alegre
<b>MUNICIPIO</b>	Sumpango
<b>DEPARTAMENTO</b>	Sacatepequez
<b>PROPIETARIO</b>	Eulalia Tay Soltero

Semana del \_\_1\_\_ al \_\_7\_\_ de \_\_febrero\_\_ de 2015

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 - 8:00	0,1345	0,0897	0,1608	0,1150	0,1758	0,1298	0,0106
08:00 - 10:00	0,0906	0,1546	0,1164	0,1332	0,1231	0,0623	0,1215
10:00 - 12:00	0,0373	0,0120	0,1053	0,0121	0,0879	0,1090	0,0919
12:00 - 14:00	0,0640	0,0938	0,0277	0,0908	0,0410	0,0156	0,0158
14:00 - 16:00	0,0213	0,1195	0,0166	0,1150	0,0176	0,0883	0,1162
16:00 - 18:00	0,1066	0,0299	0,0887	0,0242	0,0996	0,0415	0,0687
18:00 - 20:00	0,0640	0,0418	0,0277	0,0484	0,0117	0,0623	0,0634
20:00 - 22:00	0,0267	0,0538	0,0111	0,0666	0,0293	0,0104	0,0423

Fuente: elaboración propia.

Habiendo tabulado los datos correspondientes a cada una de las 60 viviendas y obtenido el consumo en metros cúbicos, se efectúan 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 obtener resultados finales de los promedios de cada mes. Para determinar este parámetro, se debe obtener la sumatoria del consumo total de un mes de investigación (ver apéndices 57 a 85).

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

Donde

$Q_{pMensual}$  : caudal promedio registrado en un mes en metro cúbico por día.

- Coeficiente de variación diaria: se calculó el valor del coeficiente de variación Diaria ( $K_1$ ) 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  $K_1$  de todos los días del mes en estudio, determinándose sus frecuencias, con la finalidad de obtener su probabilidad de ocurrencia.

Al reajustar todos los valores obtenidos a una distribución normal y considerando una probabilidad de ocurrencia de un 95 % 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

$\sigma$  = desviación estándar

Para una 95 % de confiabilidad el valor de Z es 1,65, entonces:

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

- Coeficiente de variación horaria: se calculó el valor del coeficiente de variación horaria ( $K_2$ ) 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  $K_2$  determinándose sus frecuencias finales en función de la probabilidad de ocurrencia real.

Al reajustar los valores obtenidos a una distribución normal y considerando una probabilidad de 95 % de confiabilidad, se obtuvo que:

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

Donde

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

$\sigma$  = desviación estándar

Para un 95 % de confiabilidad el valor de z es 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 (% Vr) 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 % 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

$\sigma$  = desviación estándar

Para un 95 % de confiabilidad el valor de Z = 1,65, entonces:

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

- Porcentaje de pérdidas: para la determinación del porcentaje de pérdidas 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 apéndices 57 a 85).

Luego de obtener 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 capita*: con 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

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



- Dotación de consumo *per capita*: con 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

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

### 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 llegar a los resultados obtenidos de 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 aldea en estudio durante el período de investigación y el promedio de consumo en metros cúbicos por hora. En los apéndices 50 a 55 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 3.

Tabulando los datos de las horas y días establecidos, como se muestra en la tabla V, se determinó y sumó el consumo en metros cúbicos de cada uno de los días del período de investigación (ver tabla LV).

Tabla V. **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

**ALDEA** Rancho Alegre  
**MUNICIPIO** Sumpango  
**DEPARTAMENTO** Sacatepequez  
**PROPIETARIO** Isabel Chocón Sicajau

HORA	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
06:00 - 8:00	0,1337	0,1360	0,1088	0,1818	0,1464	0,1530	0,0968
08:00 - 10:00	0,1680	0,0544	0,1251	0,1234	0,0537	0,1108	0,0823
10:00 - 12:00	0,0047	0,0816	0,0762	0,0260	0,0586	0,1002	0,0726
12:00 - 14:00	0,0980	0,0181	0,0000	0,0195	0,0293	0,0264	0,0436
14:00 - 16:00	0,0560	0,0725	0,0762	0,1104	0,0732	0,0158	0,0145
16:00 - 18:00	0,0373	0,0861	0,0653	0,0779	0,0342	0,0844	0,0774
18:00 - 20:00	0,0280	0,0045	0,0544	0,0454	0,0683	0,0264	0,0387
20:00 - 22:00	0,0187	0,0000	0,0381	0,0649	0,0244	0,0105	0,0581

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3. Estado actual de las unidades del sistema

El circuito de distribución de agua potable de la aldea 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 % 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, 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 por riesgos externos al sistema. Estos pueden ser causados por vandalismo o por eventos naturales 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 aldea Rancho Alegre, la se beneficia de este servicio.

**Figura 5. Tanque de almacenamiento**



Fuente: aldea Rancho Alegre.

Figura 6. **Depósito de cloración**



Fuente: aldea Rancho Alegre.

Figura 7. **Tanque de distribución aldea Rancho Alegre**



Fuente: aldea Rancho Alegre

Figura 8. **Micromedidor (contador)**



Fuente: aldea Rancho Alegre.

Figura 9. **Siembra en la aldea Rancho Alegre**



Fuente: aldea Rancho Alegre.





## 5. ANÁLISIS Y CÁLCULOS

A continuación se presenta el análisis de los datos de consumo de la aldea Rancho Alegre, Sumpango Sacatépequez.

- Cálculo del consumo promedio mensual

Se calcula el consumo total durante el período de investigación (6 meses) (ver apéndices 57 a 85).

$$Q_{\text{pmensual}} = \frac{\sum \text{consumo total en el período de investigación}}{\text{Núm. total de días}}$$

$$Q_{\text{pmensual}} = \frac{4\,978,3340 \text{ m}^3}{172 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{pmensual}} = 28,9438 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Coeficiente de variación diaria K1

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 los coeficientes de variación diaria ( $K_1$ ) de cada

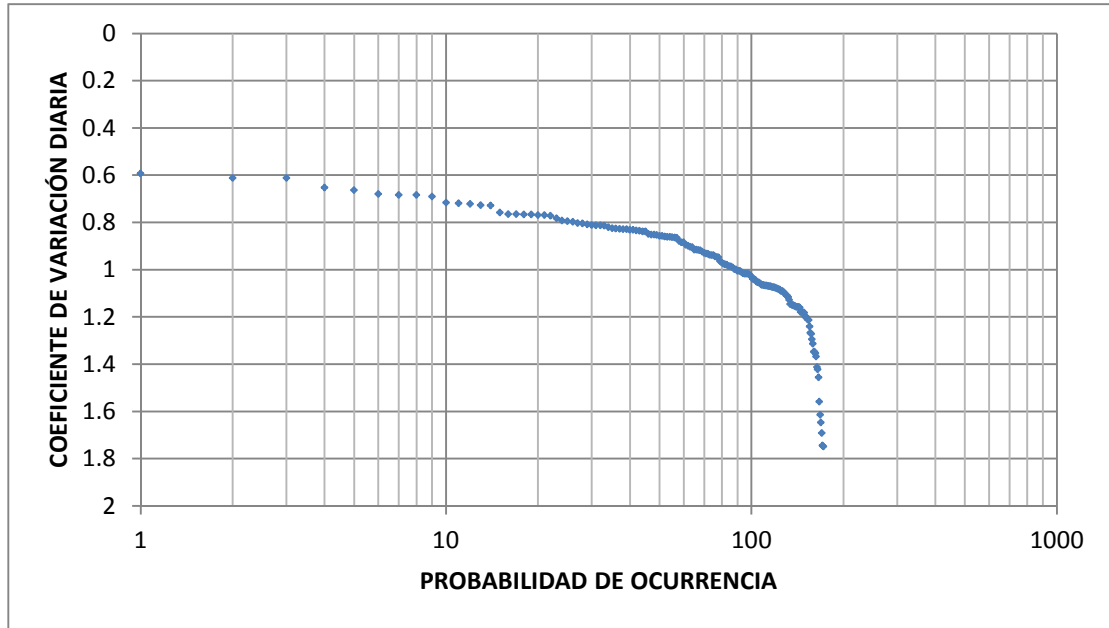
día del período de investigación, los cuales se ordenaron en forma ascendente sin importar la fecha de los días.

Tabla VI. **Coefficiente de variación diaria (K<sub>v</sub>) para cada día**

k1									
0,5923	0,6106	0,6107	0,6514	0,6629	0,6783	0,6822	0,6826	0,6897	0,7145
0,7177	0,721	0,7256	0,7273	0,7568	0,7635	0,7636	0,7648	0,7656	0,7676
0,7684	0,7704	0,7818	0,7913	0,7937	0,797	0,8022	0,8025	0,8072	0,8106
0,811	0,8112	0,812	0,8197	0,8241	0,8244	0,8259	0,8272	0,8282	0,8298
0,8307	0,8331	0,834	0,8364	0,8375	0,8476	0,8506	0,8511	0,8517	0,8561
0,8562	0,8581	0,8603	0,8603	0,8618	0,8627	0,8635	0,8778	0,8825	0,8836
0,8944	0,8983	0,9027	0,9039	0,9141	0,9149	0,915	0,9169	0,9228	0,9274
0,9307	0,9315	0,9358	0,9371	0,9376	0,9422	0,9459	0,9467	0,9634	0,9685
0,9744	0,976	0,9778	0,9835	0,9851	0,9855	0,9905	0,9971	0,9988	1,0036
1,0041	1,0046	1,0102	1,0149	1,0157	1,0162	1,0164	1,0177	1,0229	1,0286
1,0371	1,04	1,042	1,05	1,0521	1,0544	1,0583	1,0631	1,0635	1,0643
1,0662	1,0663	1,0676	1,0682	1,0689	1,0701	1,0721	1,073	1,0743	1,0757
1,0776	1,08	1,0826	1,0841	1,0884	1,0887	1,0919	1,0953	1,1007	1,1074
1,1096	1,114	1,1264	1,1447	1,1449	1,1485	1,149	1,151	1,152	1,1553
1,1564	1,1566	1,1569	1,1594	1,1778	1,178	1,1785	1,1806	1,1812	1,1984
1,1988	1,2031	1,2096	1,2122	1,2388	1,2665	1,271	1,2929	1,3119	1,3457
1,3468	1,353	1,3664	1,4115	1,4212	1,4548	1,5574	1,6126	1,6454	1,6908
1,7428	1,7469								

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Coefficiente de variación diaria versus probabilidad de ocurrencia**



Fuente: elaboración propia.

La figura 10 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 0,22.

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

$\sigma = 0,22$  obtenido en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla VI.

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

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

$$1,65 = \frac{K_1 - 0,95}{0,22}$$

$$K_1 = 1,65(0,22) + 1,00$$

$$K_1 = 1,358 \cong 1,36$$

- Coeficiente de variación horaria  $K_2$

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

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

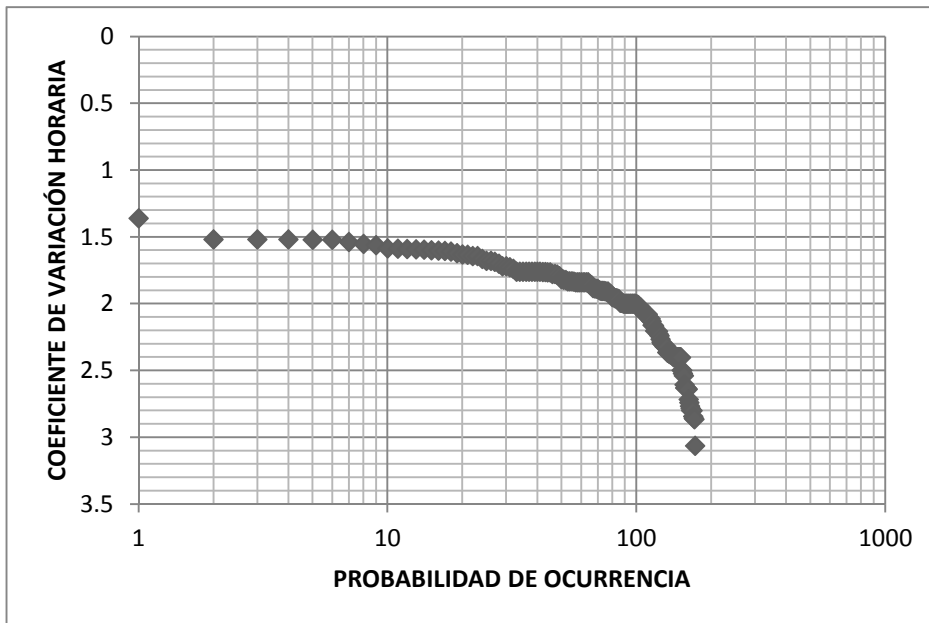
La siguiente tabla muestra los coeficientes de variación horaria ( $K_2$ ) de cada día del período de investigación, los cuales se ordenaron en forma ascendente sin importar la fecha de los días.

Tabla VII. **Coefficiente de variación horaria (K<sub>2</sub>) para cada día**

k2									
1,3600	1,5193	1,5194	1,5194	1,5199	1,5204	1,5379	1,5524	1,5616	1,5851
1,5878	1,5897	1,5929	1,5958	1,6000	1,6013	1,6060	1,6086	1,6214	1,6320
1,6346	1,6438	1,6440	1,6646	1,6800	1,6800	1,6863	1,7004	1,7189	1,7189
1,7272	1,7393	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600
1,7600	1,7622	1,7630	1,7653	1,7661	1,7763	1,7777	1,7829	1,7950	1,8154
1,8210	1,8233	1,8327	1,8327	1,8327	1,8340	1,8398	1,8400	1,8400	1,8400
1,8400	1,8400	1,8400	1,8400	1,8531	1,8620	1,8815	1,8842	1,8868	1,8910
1,8999	1,9047	1,9048	1,9054	1,9077	1,9091	1,9094	1,9226	1,9312	1,9493
1,9533	1,9585	1,9586	1,9626	1,9670	1,9920	1,9920	1,9950	2,0000	2,0000
2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0052
2,0080	2,0117	2,0254	2,0292	2,0488	2,0620	2,0632	2,0785	2,0785	2,0785
2,0786	2,1015	2,1129	2,1137	2,1313	2,1600	2,1600	2,1679	2,2030	2,2033
2,2049	2,2064	2,2284	2,2400	2,2666	2,2883	2,3002	2,3045	2,3086	2,3200
2,3200	2,3200	2,3632	2,3655	2,3704	2,3763	2,3773	2,3778	2,3797	2,3928
2,4000	2,4000	2,4000	2,4000	2,4000	2,4000	2,4000	2,4000	2,4000	2,4000
2,4015	2,4974	2,4992	2,5223	2,5394	2,6073	2,6295	2,6295	2,6295	2,6368
2,6407	2,7159	2,7401	2,7662	2,7841	2,8000	2,8000	2,8000	2,8442	2,8585
2,8639	3,0636	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Coefficiente de variación horaria versus probabilidad de ocurrencia**



Fuente: elaboración propia.

La figura 11 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 0,35.

$$\bar{K}_2 = 2,61$$

$\sigma = 0,35$  obtenido en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla VII.

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

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

$$1,65 = \frac{K_2 - 1,56}{0,35}$$

$$K_2 = 1,65 (0,35) + 2,04$$

$$K_2 = 2,614 \cong 2,6$$

- 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 VIII) y se determinaron sus frecuencias, reajustando estos valores a una distribución normal y considerando una probabilidad de un 95 % de confiabilidad, se obtuvieron los siguientes valores:

$$Z = 1,65$$

$\sigma = 0,02$  obtenido en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla VII.

$$\overline{\%V_r} = 0,47$$

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

%Vr									
0,5620	0,5765	0,5794	0,5823	0,5968	0,6055	0,6228	0,6460	0,6692	0,6837
0,7098	0,7098	0,7387	0,7561	0,7706	0,7735	0,7764	0,7764	0,7764	0,7793
0,7793	0,7822	0,7909	0,8025	0,8054	0,8285	0,8372	0,8372	0,8372	0,8372
0,8401	0,8517	0,8546	0,8546	0,8546	0,8575	0,8575	0,8575	0,8575	0,8575
0,8575	0,8575	0,8575	0,8575	0,8604	0,8633	0,8691	0,8720	0,8749	0,8749
0,8749	0,8749	0,8749	0,8749	0,8749	0,8778	0,8807	0,8836	0,8836	0,8836
0,8836	0,8865	0,8865	0,8865	0,8865	0,8865	0,8894	0,8894	0,8923	0,8952
0,8981	0,8981	0,8981	0,8981	0,8981	0,9039	0,9067	0,9125	0,9125	0,9125
0,9125	0,9125	0,9125	0,9125	0,9154	0,9154	0,9154	0,9212	0,9241	0,9270
0,9299	0,9328	0,9357	0,9415	0,9415	0,9415	0,9415	0,9415	0,9415	0,9415
0,9444	0,9444	0,9473	0,9531	0,9618	0,9734	0,9734	0,9734	0,9908	0,9908
0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	1,0023	1,0690				

Fuente: elaboración propia.

Entonces:

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

$$1,65 = \frac{\%V_r - 0,47}{0,02}$$

Despejando  $\%V_r$  se tiene que:

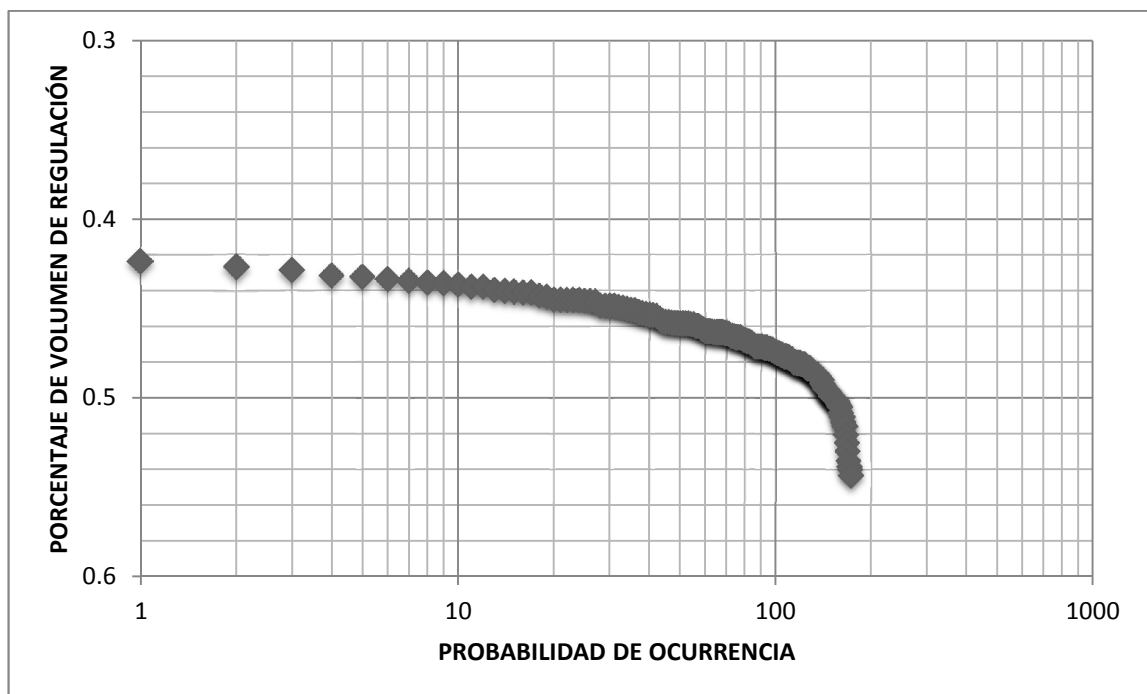
$$\%V_r = 01,65(0,02) + 0,47$$

$$\%V_r = 0,51 \%$$



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 0,02.

Figura 12. **Porcentaje de volumen de regulación versus probabilidad de ocurrencia**



Fuente: elaboración propia.

- Porcentaje de pérdidas

Se procedió, en primer lugar, a calcular los volúmenes totales de cada mes de investigación. En los apéndices se muestran las tablas de consumos diarios de macromedición, de la 50 a la 55 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 IX se especifica el volumen de agua producida, volumen de agua contabilizada en los seis meses de investigación y el volumen de agua no contabilizada. Donde el porcentaje de pérdida es:

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

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

MESES (2014-2015)	VOLUMEN DE AGUA PRODUCIDA (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE AGUA CONTABILIZADO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE AGUA NO CONTABILIZADO (m <sup>3</sup> )	PORCENTAJE DE PERDIDAS
SEPTIEMBRE	2 916	1 206,7419	1 709,2581	58,62
OCTUBRE	3 013,2	1 220,1535	1 793,0465	59,51
NOVIEMBRE	2 916	1 165,9356	1 750,0644	60,02
DICIEMBRE	3 013,2	1 087,4008	1 925,7992	63,91
ENERO	3 013,2	1 223,3849	1 789,8151	59,40
FEBRERO	2 721,6	1 265,1843	1 456,4157	53,51
SUMA	1 7593,2	7 168,801		
PROMEDIO MENSUAL	2 932,20	2 048,23		59,16

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se puede decir que el porcentaje de pérdidas promedio es de 59,16 %.

- Dotaciones

- Dotación de producción *per capita*

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:

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

$$Q_{\text{producido}} = \frac{2\,932,20 \text{ m}^3}{30 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{producido}} = 97,74 \text{ m}^3/\text{día}$$

Sabiendo que la población servida fue de 1 932 habitantes, se tiene que:

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

$$\text{Dot. producción} = \frac{97,74 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 1\,000}{648 \text{ hab.}}$$

$$\text{Dot. producción} = 150,83 \text{ l/hab/día}$$

- Dotación de consumo *per capita*

El valor del consumo promedio de agua contabilizada durante el período de investigación fue de 829,72 metros cúbicos y la población servida de las 60 viviendas fue de 360 habitantes, por lo tanto, se tiene que:

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

$$Q_{\text{contabilizado}} = \frac{829,70 \text{ m}^3}{30 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{contabilizado}} = 27,65 \text{ m}^3/\text{día}$$

Luego;

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

$$\text{Dot. consumo} = \frac{27,65 \text{ m}^3/\text{día} \times 1\,000}{360 \text{ hab.}}$$

$$\text{Dot. consumo} = 79,69 \text{ l/hab/día}$$

### **5.1. Cuadros analíticos**

En los apéndices del 1 al 25 se muestran las anotaciones de las lecturas de los contadores en enero de 2015, de la casa 20 a la casa 24 de la aldea Rancho Alegre. Solamente se presentan los cuadros de enero para ejemplificar lo que se realizó en todo el periodo de estudio para sesenta casas.

### **5.2. Cuadros de consumo**

En los apéndice del 26 al 49 se presentan los cálculos de consumo de agua potable en metros cúbicos de enero de 2015, de la casa 20 a la casa 24 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 enero 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 porcentajes de las demandas en cada uno de los días, semanas y meses del período investigado.

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

<b>Sábado 29 de noviembre de 2014 (día de máximo consumo)</b>			
<b>HORA</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Porcentaje de la demanda media</b>
06:00 - 8:00	9,3657	4,6828	160,47
08:00 - 10:00	6,9372	3,4686	118,86
10:00 - 12:00	2,8392	1,4196	48,65
12:00 - 14:00	2,1951	1,0975	37,61
14:00 - 16:00	2,4005	1,2002	41,13
16:00 - 18:00	7,7281	3,8641	132,42
18:00 - 20:00	6,5206	3,2603	111,72
20:00 - 22:00	2,8678	1,4339	49,14
Demanda	40,8541		
Demanda promedio.	2,9182		

Fuente: elaboración propia.

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

<b>Sábado 7 de diciembre de 2014 (día de mínimo consumo)</b>			
<b>HORA</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>consumo (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Porcentaje de la demanda</b>
06:00 - 8:00	1,02	0,51	232,78
08:00 - 10:00	1,03	0,52	236,10
10:00 - 12:00	0,24	0,12	54,75
12:00 - 14:00	0,26	0,13	59,72
14:00 – 16:00	0,24	0,12	53,97
16:00 – 18:00	0,10	0,05	22,38
18:00 – 20:00	0,13	0,07	30,38
20:00 – 22:00	0,04	0,02	9,92
Demanda	3,06		
Demanda promedio	0,22		

Fuente: elaboración propia.

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

Domingo 19 de octubre de 2014 (día de mínimo consumo)			
HORA	Consumo (m³)	consumo (m³/h)	Porcentaje de la demanda
06:00	4,3404	2,1708	177,22
08:00	3,0398	1,5199	124,12
10:00	2,1302	1,0650	86,98
12:00	1,2530	0,6264	51,16
14:00	1,5958	0,7978	65,16
16:00	2,1321	1,0660	87,05
18:00	1,7413	0,8706	71,10
20:00	0,9115	0,4557	37,22
Demanda	17,1440		
Demanda promedio	1,2246		

Fuente: elaboración propia.



Tabla XIII. **Consumos promedios diarios en metros cúbicos de septiembre de 2014**

<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
06:00 - 8:00	4,7894	6,0386	3,2564	6,5875	3,8308	5,8472	6,2474
08:00 - 10:00	4,7118	3,8466	3,0935	7,9356	4,9286	4,3354	5,5600
10:00 - 12:00	4,0255	3,2613	4,7226	3,9811	3,0163	3,2640	3,1986
12:00 - 14:00	2,4772	3,1203	4,1476	3,0959	2,7761	2,2670	2,3503
14:00 - 16:00	2,1810	2,5035	2,5562	2,0549	2,5746	1,6803	1,7527
16:00 - 18:00	3,7453	2,8756	3,0556	4,7412	4,2589	4,3945	2,2375
18:00 - 20:00	4,5192	3,0954	4,2764	5,6999	3,5737	2,9658	3,2279
20:00 - 22:00	2,1914	2,0053	3,5124	4,8754	1,7346	1,7754	2,0397
Suma	28,6408	26,7467	28,6207	38,9715	26,6938	26,5295	26,6142
Promedio	2,0458	1,9105	2,0443	2,7837	1,9067	1,8950	1,9010

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Porcentaje de la demanda media diaria en los días de septiembre 2014**

<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
06:00 - 8:00	234,11	316,08	248,58	236,65	200,91	308,57	328,64
08:00 - 10:00	230,32	201,34	171,18	285,08	258,49	228,78	292,48
10:00 - 12:00	196,77	170,71	197,46	143,01	158,20	172,24	168,26
12:00 - 14:00	121,09	163,33	178,30	111,22	145,60	119,64	123,63
14:00 - 16:00	106,61	131,04	116,29	73,82	135,03	88,67	92,20
16:00 - 18:00	183,07	150,52	171,55	170,32	223,37	231,90	117,70
18:00 - 20:00	220,90	162,02	184,58	204,76	187,43	156,51	169,80
20:00 - 22:00	107,12	104,96	132,07	175,14	90,98	93,69	107,30

Fuente: elaboración propia.

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

<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
06:00 - 8:00	5,1904	5,2312	4,6528	6,2490	4,6629	3,8149	4,6298
08:00 - 10:00	5,2101	4,7827	4,5428	5,4178	4,2761	6,0246	6,4363
10:00 - 12:00	1,9600	1,5520	3,6264	3,0397	3,6871	4,4384	4,3566
12:00 - 14:00	2,8133	2,7282	4,1695	2,7174	1,8008	2,7910	2,8835
14:00 - 16:00	1,1833	2,9644	3,2850	2,4093	2,4728	1,5486	2,9167
16:00 - 18:00	3,3827	3,3187	2,6494	2,7335	3,3550	3,5471	3,0098
18:00 - 20:00	2,4900	2,2145	3,5887	2,9853	3,7810	3,1754	3,2770
20:00 - 22:00	1,4780	3,7709	2,3618	2,3188	2,6148	3,7942	0,6707
Suma	23,7078	26,5625	28,8764	27,8708	26,6506	29,1343	28,1803
Promedio	1,6934	1,8973	2,0626	1,9908	1,9036	2,0810	2,0129

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Porcentaje de la demanda media diaria en los días de octubre de 2014**

<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
06:00 - 8:00	306,51	275,71	225,58	313,90	244,95	246,22	230,01
08:00 - 10:00	307,67	252,08	220,25	272,15	224,63	244,04	319,75
10:00 - 12:00	115,74	81,80	175,82	152,69	193,69	206,80	216,44
12:00 - 14:00	166,13	143,79	202,15	136,50	94,60	187,67	143,25
14:00 - 16:00	69,88	156,24	159,26	121,02	129,90	95,88	144,90
16:00 - 18:00	199,76	174,91	128,45	137,31	176,25	129,50	149,53
18:00 - 20:00	147,04	116,72	173,99	149,96	198,62	154,61	162,80
20:00 - 22:00	87,28	198,75	114,51	116,48	137,36	135,29	33,32

Fuente: elaboración propia.

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

<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
06:00 - 8:00	4,6819	6,8139	6,7416	5,8358	6,9518	6,0858	5,2449
08:00 - 10:00	5,3493	4,8275	3,6940	4,2343	4,3862	5,5640	4,9626
10:00 - 12:00	2,8058	2,8349	3,1095	5,2565	4,0423	3,5279	2,0984
12:00 - 14:00	2,7750	2,8875	2,1299	3,3517	4,2956	1,7975	2,9882
14:00 - 16:00	2,4347	5,2053	4,4532	1,5412	1,2184	2,4783	2,8843
16:00 - 18:00	3,1037	2,5345	1,8163	3,6575	3,6078	2,3779	2,9576
18:00 - 20:00	2,4406	2,1250	2,6517	2,2964	1,3652	3,1426	2,4979
20:00 - 22:00	1,8157	1,3062	1,5467	2,5465	2,3549	1,7251	1,9814
Suma	25,4067	28,5347	26,1429	28,7198	28,2222	26,6991	25,6153
Promedio	1,8148	2,0382	1,8674	2,0514	2,0159	1,9071	1,8297

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XVIII. Porcentaje de la demanda media diaria en los días promedio de noviembre de 2015**

<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
06:00 - 8:00	257,99	334,31	361,02	284,47	344,85	319,12	286,66
08:00 - 10:00	294,77	236,85	197,82	206,41	217,58	291,75	271,23
10:00 - 12:00	154,61	139,09	166,52	256,24	200,53	184,99	114,69
12:00 - 14:00	152,91	141,67	114,06	163,38	213,09	94,25	163,32
14:00 - 16:00	134,16	255,39	238,48	75,13	60,44	129,95	157,64
16:00 - 18:00	171,03	124,35	97,27	178,29	178,97	124,69	161,65
18:00 - 20:00	134,49	104,26	142,00	111,94	67,72	164,79	136,52
20:00 - 22:00	100,05	64,08	82,83	124,13	116,82	90,46	108,29

Fuente: elaboración propia.

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

<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
06:00 - 8:00	5,6179	4,5070	2,9538	6,6214	4,6866	5,5613	6,1550
08:00 - 10:00	5,3125	4,0755	3,6550	4,5728	5,1418	6,4619	4,9889
10:00 - 12:00	4,1685	2,8424	1,1365	3,5957	3,3606	3,2578	2,7168
12:00 - 14:00	4,4135	1,7770	1,2058	1,7697	1,7904	2,1834	2,1285
14:00 - 16:00	2,4227	3,3696	1,2916	3,2965	2,9282	1,6584	2,1627
16:00 - 18:00	1,5512	2,3742	2,3000	2,4276	2,7823	2,7842	3,5415
18:00 - 20:00	3,5940	2,1318	2,0627	2,1593	3,7155	1,3295	2,7364
20:00 - 22:00	2,5362	1,4870	1,1788	1,0387	1,3321	0,9828	3,9599
<b>Suma</b>	<b>29,6165</b>	<b>22,5645</b>	<b>15,7843</b>	<b>25,4818</b>	<b>25,7374</b>	<b>24,2193</b>	<b>28,3898</b>
<b>Promedio</b>	<b>2,1155</b>	<b>1,6117</b>	<b>1,1275</b>	<b>1,8201</b>	<b>1,8384</b>	<b>1,7300</b>	<b>2,0278</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Porcentaje de la demanda media diaria en los días promedio de diciembre 2014**

<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
06:00 - 8:00	265,56	279,64	261,99	326,84	254,93	321,47	303,52
08:00 - 10:00	251,13	252,86	324,18	232,89	279,69	373,53	246,02
10:00 - 12:00	197,05	176,35	100,80	193,22	182,80	188,32	133,98
12:00 - 14:00	208,63	110,25	106,95	172,48	97,39	126,21	104,96
14:00 - 16:00	114,52	209,07	114,56	170,58	159,28	95,87	106,65
16:00 - 18:00	73,33	147,30	204,00	89,11	151,34	160,94	174,64
18:00 - 20:00	169,89	132,27	182,95	134,34	202,11	76,85	134,94
20:00 - 22:00	119,89	92,26	104,56	80,55	72,46	56,81	195,28

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Consumos promedios diarios en metros cúbicos de enero de 2015**

<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
06:00 - 8:00	7,3842	7,1178	7,2798	2,3401	4,9538	3,6995	7,8242
08:00 - 10:00	4,8730	5,1856	4,8950	5,9872	3,8970	6,5643	6,1400
10:00 - 12:00	3,1163	2,6885	3,5629	3,3786	1,8202	4,1210	5,5687
12:00 - 14:00	2,3774	3,4886	1,6242	2,9017	2,8123	3,5684	2,7366
14:00 - 16:00	3,0423	1,4026	4,0606	3,5139	2,8625	3,3027	1,6704
16:00 - 18:00	4,9108	3,9560	3,0631	2,9972	2,3059	2,6974	4,5892
18:00 - 20:00	2,0955	2,2383	2,0278	2,5973	1,9328	3,6748	0,9786
20:00 - 22:00	0,5736	2,3765	1,1616	1,2968	2,3619	1,8206	1,6234
<b>Suma</b>	<b>28,3731</b>	<b>28,4539</b>	<b>27,6751</b>	<b>25,0128</b>	<b>22,9465</b>	<b>29,4486</b>	<b>31,1312</b>
<b>Promedio</b>	<b>2,0267</b>	<b>2,0324</b>	<b>1,9768</b>	<b>1,7866</b>	<b>1,6390</b>	<b>2,1035</b>	<b>2,2237</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Porcentaje de demanda diaria en los días promedio de enero de 2015**

<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
06:00 - 8:00	364,35	350,21	368,26	130,98	302,24	175,87	273,06
08:00 - 10:00	240,45	255,14	247,62	335,11	237,76	312,07	302,05
10:00 - 12:00	153,76	132,28	180,24	189,11	111,05	195,91	183,52
12:00 - 14:00	117,30	171,65	82,17	162,41	171,58	169,64	165,20
14:00 - 16:00	150,11	69,01	205,41	196,68	174,65	157,01	142,34
16:00 - 18:00	242,31	194,64	154,95	167,76	140,69	128,24	155,57
18:00 - 20:00	103,40	110,13	102,58	145,37	117,92	174,70	97,99
20:00 - 22:00	28,30	116,93	58,76	72,58	144,11	86,55	80,27

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXIII. Consumos promedios diarios en metro metros cúbicos de febrero de 2015**

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
06:00 - 8:00	3,7930	6,7171	6,3782	6,0420	6,7770	4,7203	5,5249
08:00 - 10:00	7,4868	5,9604	7,2054	6,1986	6,3058	6,8117	3,9186
10:00 - 12:00	3,9882	4,2531	5,5895	4,8534	3,6255	2,9383	3,6074
12:00 - 14:00	2,6585	2,3743	3,8251	2,6411	2,9495	2,6349	2,8803
14:00 - 16:00	4,5860	2,4884	3,8086	3,2775	2,6797	4,5200	2,9771
16:00 - 18:00	2,6525	3,7183	3,2647	3,8406	3,3684	3,4007	4,5043
18:00 - 20:00	3,5211	2,6002	4,1096	3,3453	2,5509	3,2006	3,2889
20:00 - 22:00	2,4995	2,7852	2,1393	1,4039	1,1380	3,6005	1,7213
<b>Suma</b>	<b>31,1856</b>	<b>30,8971</b>	<b>36,3202</b>	<b>31,6023</b>	<b>29,3948</b>	<b>31,8272</b>	<b>28,4228</b>
<b>Promedio</b>	<b>2,2275</b>	<b>2,2069</b>	<b>2,5943</b>	<b>2,2573</b>	<b>2,0996</b>	<b>2,2734</b>	<b>2,0302</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXIV. Porcentaje de demanda diaria en los días promedio de febrero de 2015**

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
06:00 - 8:00	170,28	304,37	245,85	267,66	322,77	207,63	272,14
08:00 - 10:00	336,10	270,08	277,74	274,60	300,33	299,63	193,02
10:00 - 12:00	179,04	192,72	215,45	215,01	172,68	129,25	177,69
12:00 - 14:00	119,35	107,58	147,44	117,00	140,48	115,90	141,87
14:00 - 16:00	205,88	112,75	146,80	145,20	127,63	198,82	146,64
16:00 - 18:00	119,08	168,48	125,84	170,14	160,43	149,59	221,87
18:00 - 20:00	158,07	117,82	158,41	148,20	121,49	140,79	162,00
20:00 - 22:00	112,21	126,20	82,46	62,19	54,20	158,38	84,78

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Consumos promedios semanales en metros cúbicos de septiembre 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 30
06:00 - 8:00	25,6246	44,9342	21,1016	40,5201	20,2472
08:00 - 10:00	26,5480	42,1075	24,8772	37,4218	10,5385
10:00 - 12:00	25,2053	15,2656	33,9930	23,1353	7,5399
12:00 - 14:00	24,1683	10,3421	16,8735	25,3999	7,2744
14:00 - 16:00	17,4223	7,1613	15,0020	18,7899	5,3404
16:00 - 18:00	27,5489	26,7579	20,8853	18,1788	10,7391
18:00 - 20:00	31,3625	39,6820	18,3502	15,5338	7,6000
20:00 - 22:00	23,9515	19,4830	18,0948	9,3861	3,6273
Suma	201,8313	205,7337	169,1775	188,3659	72,9068
Promedio	14,4165	14,6953	12,0841	13,4547	5,2076

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Porcentaje de la demanda media semanal de septiembre 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 - 8:00	177,74	305,77	174,62	301,16	388,80
08:00 - 10:00	184,15	286,54	205,87	278,13	202,37
10:00 - 12:00	174,84	103,88	281,30	171,95	144,79
12:00 - 14:00	167,64	70,38	139,63	188,78	139,69
14:00 - 16:00	120,85	48,73	124,15	139,65	102,55
16:00 - 18:00	191,09	182,09	172,83	135,11	206,22
18:00 - 20:00	217,55	270,03	151,85	115,45	145,94
20:00 - 22:00	166,14	132,58	149,74	69,76	69,65

Fuente: elaboración propia

Tabla XXVII. **Consumos promedios semanales en metros cúbicos de octubre de 2014**

<b>HORA</b>	<b>SEMANA DEL 1 AL 7</b>	<b>SEMANA DEL 8 AL 14</b>	<b>SEMANA DEL 15 AL 21</b>	<b>SEMANA DEL 22 AL 28</b>	<b>SEMANA DEL 29 AL 31</b>
06:00 - 8:00	30,9954	32,3097	35,0415	28,3269	26,6153
08:00 - 10:00	36,3245	39,3799	32,8515	35,0352	17,4073
10:00 - 12:00	17,9611	21,4735	18,4279	25,7140	17,4174
12:00 - 14:00	14,0888	16,1536	14,4755	22,8303	20,7538
14:00 - 16:00	11,4989	17,2691	12,2002	24,2071	10,1124
16:00 - 18:00	17,3018	22,2146	26,3638	23,0074	7,8356
18:00 - 20:00	20,2480	24,8995	14,1859	23,4754	13,5936
20:00 - 22:00	14,9683	27,8887	11,1740	13,4688	7,8326
Suma	148,4184	173,6999	153,5464	182,5963	113,7354
Promedio	10,6013	12,4071	10,9676	13,0426	8,1240

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Porcentaje de la demanda media semanal de octubre de 2014**

<b>HORA</b>	<b>SEMANA DEL 1 AL 7</b>	<b>SEMANA DEL 8 AL 14</b>	<b>SEMANA DEL 15 AL 21</b>	<b>SEMANA DEL 22 AL 28</b>	<b>SEMANA DEL 29 AL 31</b>
06:00 - 8:00	292,37	260,41	319,50	217,19	327,62
08:00 - 10:00	342,64	317,40	299,53	268,62	214,27
10:00 - 12:00	169,42	173,07	168,02	197,15	214,40
12:00 - 14:00	132,90	130,20	131,98	175,04	255,46
14:00 - 16:00	108,47	139,19	111,24	185,60	124,48
16:00 - 18:00	163,20	179,05	240,38	176,40	96,45
18:00 - 20:00	191,00	200,69	129,34	179,99	167,33
20:00 - 22:00	141,19	224,78	101,88	103,27	96,41

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXIX. **Consumos promedios semanales en metros cúbicos de noviembre 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 30
06:00 - 8:00	23,8771	49,3671	36,7414	42,2085	28,5590
08:00 - 10:00	18,9529	35,1261	38,0655	36,7150	13,7387
10:00 - 12:00	18,7634	21,5811	21,3581	29,6534	8,9721
12:00 - 14:00	25,2140	12,6296	21,8812	17,2181	8,7442
14:00 - 16:00	23,1447	19,4533	14,7512	25,0437	3,8312
16:00 - 18:00	14,7495	22,5539	18,0196	22,4490	7,7849
18:00 - 20:00	9,0461	13,6828	16,1242	19,8909	12,9743
20:00 - 22:00	8,5156	10,4741	14,7842	12,0028	11,0352
Suma	142,2633	184,8679	181,7255	205,1813	95,6396
Promedio	10,1617	13,2048	12,9804	14,6558	6,8314

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Porcentaje de la demanda media semanal de noviembre 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 - 8:00	234,97	373,86	283,05	288,00	418,06
08:00 - 10:00	186,51	266,01	293,25	250,52	201,11
10:00 - 12:00	184,65	163,43	164,54	202,33	131,34
12:00 - 14:00	248,13	95,64	168,57	117,48	128,00
14:00 - 16:00	227,77	147,32	113,64	170,88	56,08
16:00 - 18:00	145,15	170,80	138,82	153,17	113,96
18:00 - 20:00	89,02	103,62	124,22	135,72	189,92
20:00 - 22:00	83,80	79,32	113,90	81,90	161,54

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Consumos promedios semanales en metros cúbicos de diciembre 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 - 8:00	45,8120	52,9145	30,8164	13,7228	14,2255
08:00 - 10:00	33,3772	40,1082	40,4228	25,2503	10,7180
10:00 - 12:00	28,2766	23,5558	19,3055	11,6381	9,6845
12:00 - 14:00	15,4716	14,3067	14,7774	9,5084	14,4053
14:00 - 16:00	25,3277	23,6144	10,7501	7,8488	8,0616
16:00 - 18:00	21,1422	25,6313	17,9689	11,1387	1,3889
18:00 - 20:00	19,7325	15,4808	20,4265	14,9683	8,0966
20:00 - 22:00	10,3579	12,4838	15,1764	11,3676	5,8787
Suma	199,4976	208,0956	169,6440	105,4430	72,4592
Promedio	14,2498	14,8640	12,1174	7,5316	5,1757

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Porcentaje de la demanda media semanal de diciembre 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 - 8:00	321,49	355,99	254,31	182,20	274,85
08:00 - 10:00	234,23	269,84	333,59	335,26	207,09
10:00 - 12:00	198,43	158,48	159,32	154,52	187,12
12:00 - 14:00	108,57	96,25	121,95	126,25	278,33
14:00 - 16:00	177,74	158,87	88,72	104,21	155,76
16:00 - 18:00	148,37	172,44	148,29	147,89	26,83
18:00 - 20:00	138,48	104,15	168,57	198,74	156,44
20:00 - 22:00	72,69	83,99	125,24	150,93	113,58

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Consumo promedio semanales en metros cúbicos enero de 2015**

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 - 8:00	25,9820	47,6076	36,7176	43,9881	19,0959
08:00 - 10:00	21,5338	35,8124	34,0940	43,9936	31,1835
10:00 - 12:00	14,9731	33,9239	22,7906	23,0628	11,5936
12:00 - 14:00	10,4006	16,9983	13,3993	26,9803	19,5411
14:00 - 16:00	7,3867	17,9792	21,2525	22,8927	19,5878
16:00 - 18:00	20,3337	27,5331	25,9607	21,8968	10,3547
18:00 - 20:00	13,3022	14,4178	9,0587	19,4380	14,1688
20:00 - 22:00	8,4237	14,6290	8,2177	10,7462	8,3206
Suma	122,3358	208,9014	171,4912	212,9986	133,8460
Promedio	8,7383	14,9215	12,2494	15,2142	9,5604

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Porcentaje de la demanda media semanal de enero de 2015**

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 - 8:00	297,34	319,05	299,75	289,13	199,74
08:00 - 10:00	246,43	240,00	278,33	289,16	326,17
10:00 - 12:00	171,35	227,35	186,06	151,59	121,27
12:00 - 14:00	119,02	113,92	109,39	177,34	204,40
14:00 - 16:00	84,53	120,49	173,50	150,47	204,88
16:00 - 18:00	232,70	184,52	211,93	143,92	108,31
18:00 - 20:00	152,23	96,62	73,95	127,76	148,20
20:00 - 22:00	96,40	98,04	67,09	70,63	87,03

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Consumo promedio semanal en metros cúbicos de febrero de 2015**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
06:00 - 8:00	43,1624	44,6549	40,9320	31,0605
08:00 - 10:00	43,1414	39,0582	52,7169	40,6330
10:00 - 12:00	23,9274	34,4869	24,5704	32,4373
12:00 - 14:00	18,9865	17,1066	18,8970	24,8644
14:00 - 16:00	26,6814	28,2580	14,4009	28,0089
16:00 - 18:00	24,5028	23,8691	23,5177	27,1081
18:00 - 20:00	17,1502	20,4690	26,5690	26,2783
20:00 - 22:00	13,1588	11,6374	19,5755	16,7794
Suma	210,7109	219,5401	221,1794	227,1698
Promedio	15,0508	15,6814	15,7985	16,2264

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Porcentaje de la demanda media semanal de febrero de 2015**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
06:00 - 8:00	286,78	284,76	259,09	191,42
08:00 - 10:00	286,64	249,07	333,68	250,41
10:00 - 12:00	158,98	219,92	155,52	199,90
12:00 - 14:00	126,15	109,09	119,61	153,23
14:00 - 16:00	177,28	180,20	91,15	172,61
16:00 - 18:00	162,80	152,21	148,86	167,06
18:00 - 20:00	113,95	130,53	168,17	161,95
20:00 - 22:00	87,43	74,21	123,91	103,41

Fuente: elaboración propia.

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

Hora	Consumo (m <sup>3</sup> )	Porcentaje demanda media
06:00 - 8:00	152,4278	254,65
08:00 - 10:00	141,4930	236,38
10:00 - 12:00	105,1391	175,65
12:00 - 14:00	84,0582	140,43
14:00 - 16:00	63,7160	106,45
16:00 - 18:00	104,1100	173,93
18:00 - 20:00	112,5285	187,99
20:00 - 22:00	74,5427	124,53
Suma	838,0152	
Promedio	59,8582	

Fuente: elaboración propia.

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

Hora	Consumo (m <sup>3</sup> )	Porcentaje demanda media
06:00 - 8:00	153,2890	253,27
08:00 - 10:00	160,9984	266,01
10:00 - 12:00	100,9938	166,87
12:00 - 14:00	88,3020	145,90
14:00 - 16:00	75,2877	124,39
16:00 - 18:00	96,7232	159,81
18:00 - 20:00	96,4023	159,28
20:00 - 22:00	75,3324	124,47
Suma	847,3288	
Promedio	60,5235	

Fuente: elaboración propia.

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

Hora	Consumo (m <sup>3</sup> )	Porcentaje demanda media
06:00 - 8:00	180,7531	312,54
08:00 - 10:00	142,5982	246,56
10:00 - 12:00	100,3281	173,48
12:00 - 14:00	85,6871	148,16
14:00 - 16:00	86,2241	149,09
16:00 - 18:00	85,5569	147,94
18:00 - 20:00	71,7183	124,01
20:00 - 22:00	56,8117	98,23
Suma	809,6775	
Promedio	57,8341	

Fuente: elaboración propia.

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

Hora	Consumo (m <sup>3</sup> )	Porcentaje demanda media
06:00 - 8:00	157,4911	291,98
08:00 - 10:00	149,8766	277,87
10:00 - 12:00	92,4606	171,42
12:00 - 14:00	68,4695	126,94
14:00 - 16:00	75,6026	140,16
16:00 - 18:00	77,2700	143,26
18:00 - 20:00	78,7046	145,92
20:00 - 22:00	55,2644	102,46
Suma	755,1394	
Promedio	53,9385	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Consumo promedio durante enero de 2015**

Hora	Consumo (m <sup>3</sup> )	Porcentaje demanda media
06:00 - 8:00	173,3913	285,73
08:00 - 10:00	166,6172	274,57
10:00 - 12:00	106,3440	175,24
12:00 - 14:00	87,3196	143,89
14:00 - 16:00	89,0990	146,83
16:00 - 18:00	106,0790	174,81
18:00 - 20:00	70,3855	115,99
20:00 - 22:00	50,3372	82,95
Suma	849,5729	
Promedio	60,6838	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Consumo promedio durante febrero de 2015**

Hora	Consumo (m <sup>3</sup> )	Porcentaje demanda media
06:00 - 8:00	159,8097	254,65
08:00 - 10:00	175,5495	279,73
10:00 - 12:00	115,4219	183,92
12:00 - 14:00	79,8546	127,24
14:00 - 16:00	97,3492	155,12
16:00 - 18:00	98,9977	157,75
18:00 - 20:00	90,4665	144,15
20:00 - 22:00	61,1511	97,44
Suma	878,6002	
Promedio	62,7572	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Demanda diaria durante las semanas de septiembre de 2014**

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
LUNES	24,6514	26,9603	0,0000	22,0973	40,8541
MARTES	29,0614	21,0015	29,3995	22,2182	32,0526
MIÉRCOLES	34,1105	24,6350	33,4391	22,2983	
JUEVES	34,0969	50,4437	29,2378	42,1076	
VIERNES	28,3016	28,8603	22,9035	26,7097	
SÁBADO	27,8840	19,7441	35,0116	23,4784	
DOMINGO	23,7255	34,0887	19,1861	29,4564	
Sumatoria	201,8313	205,7337	169,1775	188,3659	72,9068
Promedio	28,8330	29,3905	24,1682	26,9094	10,4153

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de septiembre 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
LUNES	85,50	91,73	0,00	82,12	392,25
MARTES	100,79	71,46	121,65	82,57	307,75
MIÉRCOLES	118,30	83,82	138,36	82,86	
JUEVES	118,26	171,63	120,98	156,48	
VIERNES	98,16	98,20	94,77	99,26	
SÁBADO	96,71	67,18	144,87	87,25	
DOMINGO	82,29	115,99	79,39	109,46	

Fuente: elaboración propia.



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

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
MIÉRCOLES	22,9738	26,1267	24,2409	22,1016	48,9388
JUEVES	26,4839	23,5020	26,8432	23,3649	39,1599
VIERNES	24,9427	24,5338	25,4076	24,8996	33,4694
SÁBADO	24,7819	34,8222	30,7712	26,1619	
DOMINGO	23,0694	37,4216	17,1440	35,0863	
LUNES	17,6733	24,2096	19,6338	33,3146	
MARTES	23,4617	30,9725	20,6798	31,1361	
Sumatoria	163,3868	201,5886	164,7204	196,0651	121,5680
Promedio	23,3410	28,7984	23,5315	28,0093	17,3669

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de octubre 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
MIÉRCOLES	98,43	90,72	103,01	78,91	281,79
JUEVES	113,47	81,61	114,07	83,42	225,49
VIERNES	106,86	85,19	107,97	88,90	192,72
SÁBADO	106,17	120,92	130,77	93,40	
DOMINGO	98,84	129,94	72,86	125,27	
LUNES	75,72	84,07	83,44	118,94	
MARTES	100,52	107,55	87,88	111,16	

Fuente: elaboración propia.

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

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	-----	30,8038	24,9933	27,1373	50,5612
DOMINGO	-----	20,8693	31,1902	30,9388	45,0784
LUNES	23,9409	23,2191	28,4662	26,0005	
MARTES	41,1348	21,9037	26,4801	24,6201	
MIÉRCOLES	24,0166	30,7829	18,8550	30,9171	
JUEVES	24,9690	30,0190	28,5124	31,3790	
VIERNES	28,2021	27,2700	23,2282	34,1885	
Sumatoria	142,2633	184,8679	181,7255	205,1813	95,6396
Promedio	20,3233	26,4097	25,9608	29,3116	13,6628

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de noviembre 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
SÁBADO	0,00	116,64	96,27	92,58	370,06
DOMINGO	0,00	79,02	120,14	105,55	329,94
LUNES	117,80	87,92	109,65	88,70	0,00
MARTES	202,40	82,94	102,00	83,99	
MIÉRCOLES	118,17	116,56	72,63	105,48	
JUEVES	122,86	113,67	109,83	107,05	
VIERNES	138,77	103,26	89,47	116,64	

Fuente: elaboración propia.

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

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
LUNES	32,6009	31,3350	21,0516	24,1122	38,9826
MARTES	31,5122	23,8620	23,9716		33,4766
MIÉRCOLES	28,9101	26,5381	23,4734		
JUEVES	36,7881	34,6863	30,4527		
VIERNES	22,1586	34,6979	23,8515	22,2418	
SÁBADO	22,6283	26,4583	19,7585	28,0323	
DOMINGO	24,8995	30,5181	27,0847	31,0568	
Sumatoria	199,4976	208,0956	169,6440	105,4430	72,4592
Promedio	28,4997	29,7279	24,2349	15,0633	10,3513

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2014**

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
LUNES	114,39	105,41	86,86	160,07	376,60
MARTES	110,57	80,27	98,91	0,00	323,40
MIÉRCOLES	101,44	89,27	96,86	0,00	0,00
JUEVES	129,08	116,68	125,66	0,00	
VIERNES	77,75	116,72	98,42	147,66	
SÁBADO	79,40	89,00	81,53	186,10	
DOMINGO	87,37	102,66	111,76	206,18	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Demanda diaria durante las semanas de enero de 2015**

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
JUEVES	0,0000	29,3747	17,6754	30,3906	47,6232
VIERNES	0,0000	28,5248	20,7735	25,8862	39,5480
SÁBADO	19,9621	31,0931	22,1352	27,3780	46,6747
DOMINGO	24,1401	33,4846	33,5570	33,3431	
LUNES	24,0431	30,6317	25,5753	33,2423	
MARTES	29,4116	28,6679	24,8361	30,9002	
MIÉRCOLES	24,7789	27,1245	26,9387	31,8583	
Sumatoria	122,3358	208,9014	171,4912	212,9986	133,8460
Promedio	17,4765	29,8431	24,4987	30,4284	19,1209

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de enero de 2015**

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
JUEVES	0,00	98,43	72,15	99,88	249,06
VIERNES	0,00	95,58	84,79	85,07	206,83
SÁBADO	114,22	104,19	90,35	89,98	244,10
DOMINGO	138,13	112,20	136,97	109,58	
LUNES	137,57	102,64	104,39	109,25	
MARTES	168,29	96,06	101,38	101,55	
MIÉRCOLES	141,78	90,89	109,96	104,70	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Demanda diaria durante las semanas de febrero de 2015**

DIA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
LUNES	30,1019	30,8610	29,6079	34,1716
MARTES	29,0760	29,7711	31,6023	33,1388
MIÉRCOLES	36,6587	37,9705	31,7017	38,9498
JUEVES	30,8641	31,2600	31,0297	33,2555
VIERNES	25,5429	27,4000	33,1326	31,5038
SÁBADO	29,0474	30,1605	35,8563	32,2448
DOMINGO	29,4200	32,1169	28,2490	23,9053
Sumatoria	210,7109	219,5401	221,1794	227,1698
Promedio	30,1016	31,3629	31,5971	32,4528

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de febrero de 2015**

DÍA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
LUNES	100,00	98,40	93,70	105,30
MARTES	96,59	94,92	100,02	102,11
MIÉRCOLES	121,78	121,07	100,33	120,02
JUEVES	102,53	99,67	98,20	102,47
VIERNES	84,86	87,36	104,86	97,08
SÁBADO	96,50	96,17	113,48	99,36
DOMINGO	97,74	102,40	89,40	73,66

Fuente: elaboración propia.

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

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
06:00 - 8:00	5,0556	6,0096	5,1022	5,5112	5,2719	4,9501	5,9100
08:00 - 10:00	5,2726	4,7168	4,4823	5,7227	4,7660	5,9683	5,3195
10:00 - 12:00	3,2471	2,9166	3,5290	3,9553	3,2198	3,6092	3,5314
12:00 - 14:00	2,8644	2,7077	2,8378	2,7511	2,7043	2,5513	2,6743
14:00 - 16:00	2,5316	2,9849	3,1691	2,7037	2,4723	2,5590	2,4136
16:00 - 18:00	3,0360	3,0907	2,6749	3,3585	3,2452	3,1493	3,4527
18:00 - 20:00	3,0090	2,4172	3,0969	3,1506	2,8227	2,9528	2,6610
20:00 - 22:00	1,8044	2,2468	1,9671	2,2129	1,9662	2,2438	1,9988
Suma	26,8207	27,0903	26,8592	29,3661	26,4684	27,9839	27,9612
Promedio	1,9158	1,9350	1,9185	2,0976	1,8906	1,9988	1,9972

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LVI. Porcentaje del promedio diario del período de investigación**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
06:00 - 8:00	263,89	310,57	265,94	262,74	278,85	247,65	295,91
08:00 - 10:00	275,22	243,76	233,64	272,82	252,09	298,59	266,35
10:00 - 12:00	169,50	150,73	183,94	188,57	170,31	180,56	176,81
12:00 - 14:00	149,52	139,93	147,92	131,16	143,04	127,64	133,90
14:00 - 16:00	132,15	154,26	165,19	128,90	130,77	128,02	120,85
16:00 - 18:00	158,48	159,73	139,42	160,11	171,65	157,56	172,87
18:00 - 20:00	157,07	124,92	161,42	150,20	149,30	147,72	133,23
20:00 - 22:00	94,19	116,11	102,53	105,50	104,00	112,26	100,07

Fuente: elaboración propia.

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

HORA	CONSUMO (m <sup>3</sup> )	Porcentaje demanda media
06:00 - 8:00	5,4015	274,91
08:00 - 10:00	5,1783	263,55
10:00 - 12:00	3,4298	174,56
12:00 - 14:00	2,7273	138,81
14:00 - 16:00	2,6906	136,94
16:00 - 18:00	3,1439	160,01
18:00 - 20:00	2,8729	146,22
20:00 - 22:00	2,0628	104,99
Total m3	27,5071	
Promedio	1,9648	

Fuente: elaboración propia.

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

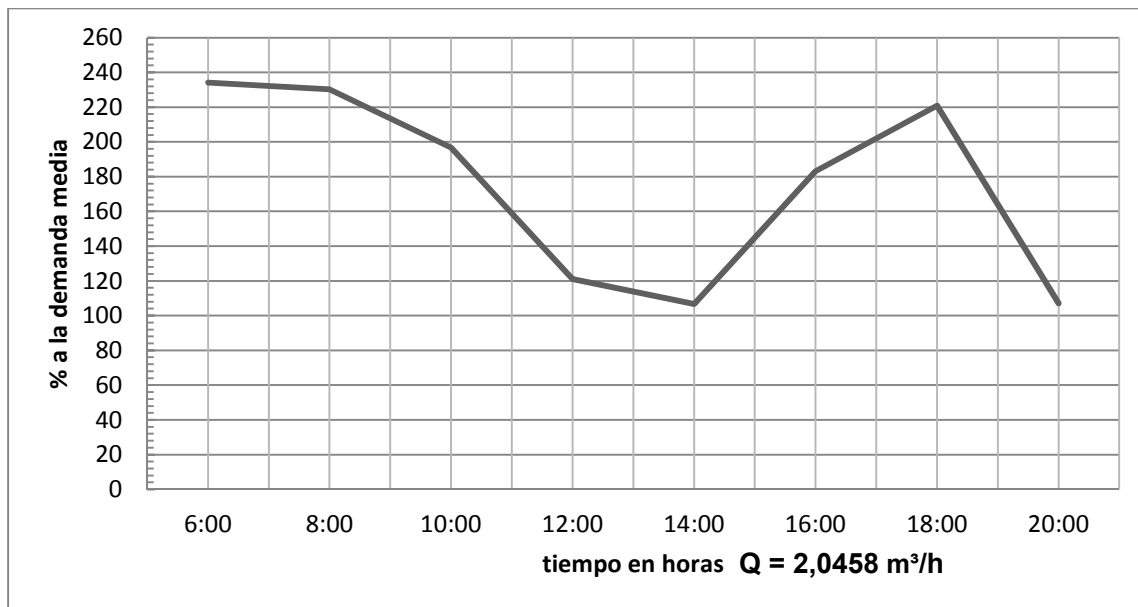
	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	DOM	DEMANDA PROMEDIO
<b>CONSUMO (m<sup>3</sup>)</b>	697,34	704,35	698,34	763,52	688,18	727,58	699,03	711,19
<b>PORCENTAJE DE LA DEMANDA MEDIA</b>	98,1	99,0	98,2	107,4	96,8	102,3	98,3	100,00

Fuente: elaboración propia.

### 5.3. Curvas de variación

A continuación, se presenta solamente la gráfica del promedio de los lunes de septiembre de 2014; las gráficas del resto de los días se presentan en los apéndices del 87 al 128.

Figura 13. **Demanda promedio de los días lunes de septiembre de 2014**

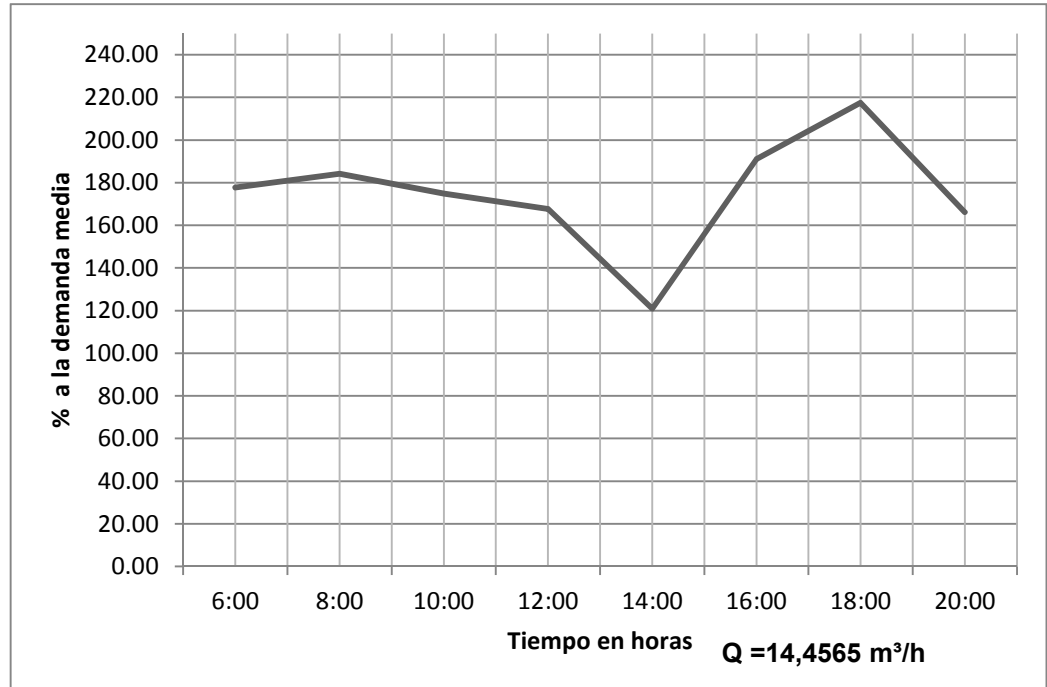


Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta solamente la gráfica del promedio de la semana del 1 al 7 de septiembre de 2015; las gráficas del resto de las semanas se presentan en los apéndices del 129 al 157.



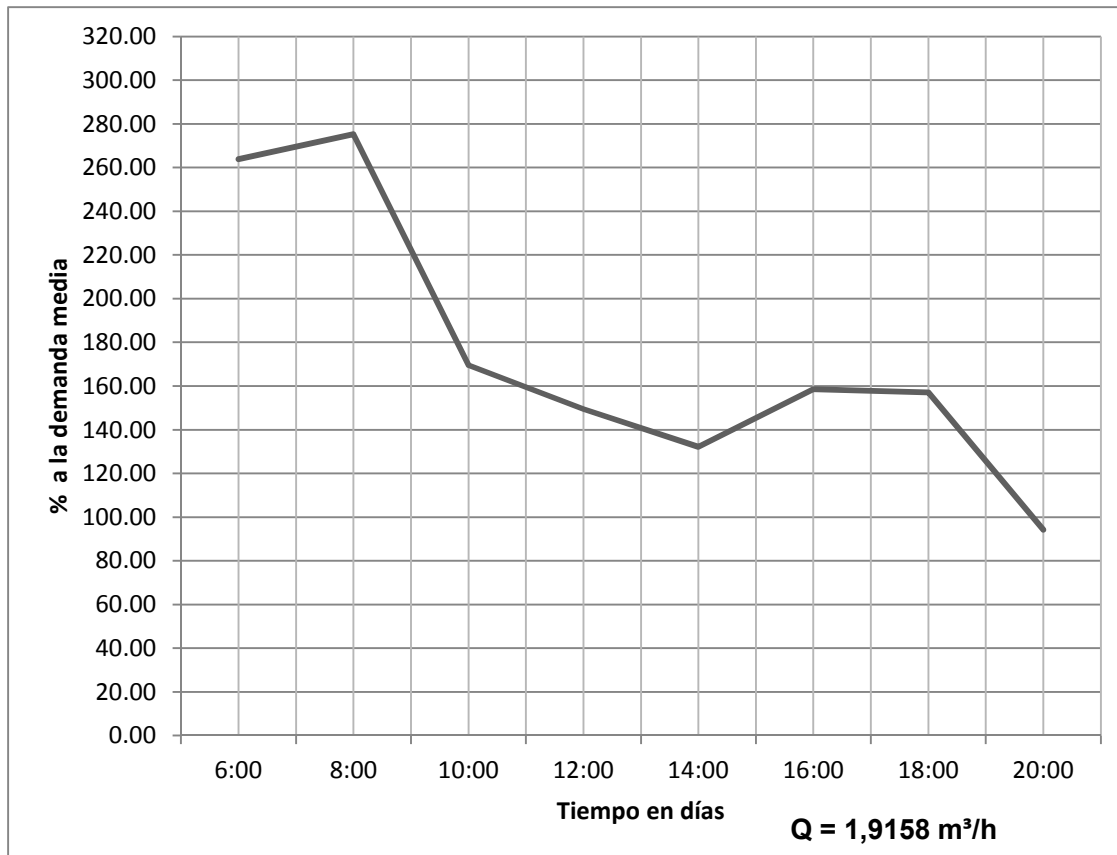
Figura 14. **Demanda promedio de la semana del 1 al 7 de septiembre de 2014**



Fuente: elaboración propia.

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 los apéndices del 158 al 164.

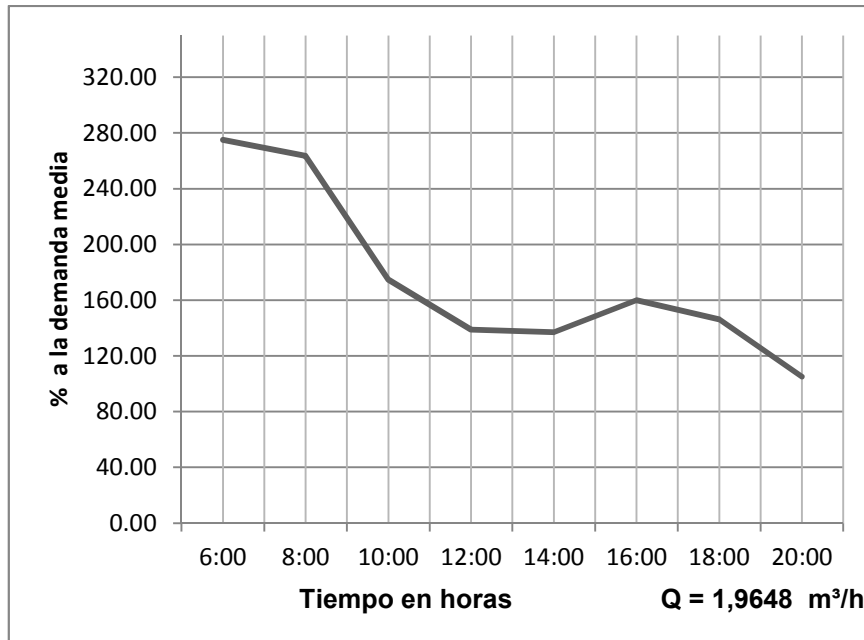
Figura 15. **Demanda promedio de los lunes del período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta la gráfica de la demanda promedio general durante el período de investigación.

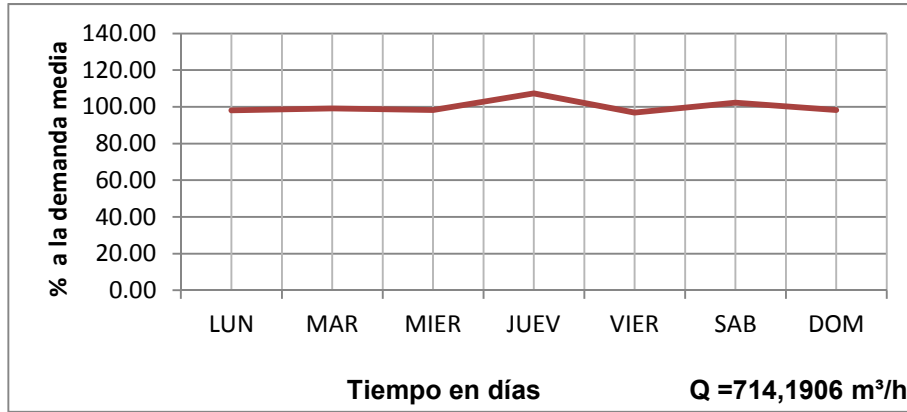
Figura 16. **Demanda promedio general del período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

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

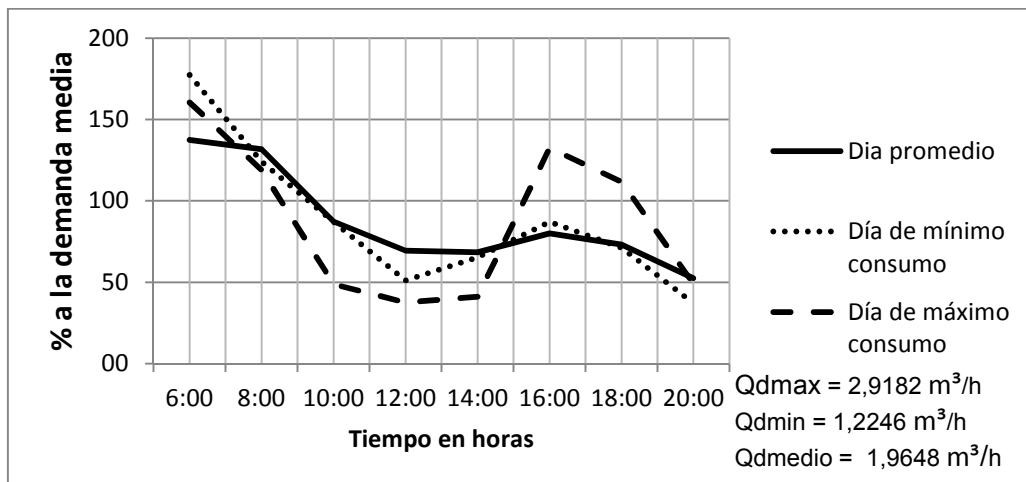
Figura 17. **Demanda diaria promedio en el período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta la gráfica de la demanda en los días de máximo consumo, mínimo consumo y día promedio.

Figura 18. **Demanda en los días de máximo y mínimo consumo y día promedio**



Fuente: elaboración propia.

## 6. DISCUSIONES

La cuota *per capita* real de consumo en la aldea 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 76,8261 lt/hab/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 lt/hab/día. Por lo anterior, se observa que se existe sobredimensionamiento respecto a la dotación de consumo que la guía presenta para las áreas rurales en general. Esto hace evidente que se pudo haber incurrido un costo innecesario en la construcción del proyecto de abastecimiento de agua para esta aldea.

Como ya se ha mencionado, todos los componentes del sistema actual de la aldea Rancho Alegre están funcionando adecuadamente, a pesar de 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 aldea y los parámetros que se utilizaron en el diseño.

La tabla XLIX 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 las investigaciones realizadas en la aldea Rancho Alegre.

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

	<b>Parámetros utilizados en el diseño (según guías de diseño)</b>	<b>Parámetros encontrados en la investigación fase 1</b>	<b>Parámetros encontrados en la investigación fase 2</b>
<b>Dotación de consumo</b>	<b>150 lt/hab/día</b>	<b>103,75 lt/hab/día</b>	<b>76,8261 lt/hab/día</b>
<b>Coefficiente de variación diaria (K<sub>1</sub>)</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,36</b>
<b>Coefficiente de variación horaria (K<sub>2</sub>)</b>	<b>2</b>	<b>1,78</b>	<b>2,61</b>

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 diseño de proyectos de abastecimiento de agua, específicamente para la región V 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 capita real de consumo en la aldea Rancho Alegre, el cual fue de 76,8261 lt/hab/día. Este valor está por debajo del valor con el que fue diseñado el sistema de abastecimiento de agua, 150 lt/hab/día. Esto demuestra que se puede utilizar en las comunidades rurales de la región V de Guatemala en la ejecución de proyectos rurales de abastecimiento de agua potable a construirse a futuro.
2. Los parámetros encontrados en la primera fase y segunda fase, como coeficiente de variación diaria (K1), coeficiente de variación horaria (K2) y la dotación de consumo per capita, 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 capita que se determinó en el estudio de la segunda fase, con un valor de 150,83 litros por habitante por día, permite saber que el sistema de agua potable en la aldea Rancho Alegre sigue abasteciendo de forma eficiente a toda la población, ya que la dotación de consumo tiene un valor de 76,8261 litros por habitante por día.
4. Los parámetros de la primera fase con los encontrados actualmente son datos que tuvieron variaciones entre ambos dentro del rango de diseño, esto se debe a que fueron en diferentes épocas del año. La primera fase

se elaboró noviembre de 2013 a abril de 2014 y la segunda fase de septiembre de 2014 a febrero de 2015, añadiendo que algunos contadores no se encontraban en óptimas condiciones y en algunas de las casas presentaban fugas de agua en las tuberías.

5. Los parámetros iniciales, los cuales fueron tomados de 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 al abastecimiento de agua a la aldea. 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, reflejando en forma real y objetiva los usos y costumbres de las comunidades rurales de esta región.



## RECOMENDACIONES

1. Según las condiciones del servicio y la capacidad económica que se brinde para este estudio, continuar las investigaciones de este tipo en todas las regiones de Guatemala y, de esta forma, tener la información necesaria para la ejecución de nuevos proyectos de abastecimiento de agua potable en todas las zonas rurales.
2. Antes de empezar a realizar las lecturas a los contadores, es fundamental realizar una revisión, para verificar que se encuentren en un buen estado para obtener resultados de mayor exactitud.
3. Para controlar las variaciones en el consumo de agua potable y 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 medios 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.
4. 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 V 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. 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*. Vol. I. Guatemala: MSPAS; Infom, 2011. 62 p.

6. \_\_\_\_\_ . Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en las zonas rurales*. Guatemala: Unepar, 1997. 66 p.
7. Secretaria de Medio Ambiente. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: selección e instalación de equipos de macromedición*. México: Secretaría de Medio Ambiente, 2007. 113 p.
8. SOLIS FARFAN, Edvin Jesús. *Diseño del edificio de dos niveles para centro polideportivo municipal y diseño del sistema de agua potable por bombeo y gravedad, para la Aldea Rancho Alegre, municipio de Sumpango departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 263 p.
9. SOLIS SUL, Cesar. *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 de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 192 p

## **APÉNDICES**



## APÉNDICES

### Tablas de recopilación de información, cálculos, cuadros analíticos

A continuación se presentan las anotaciones de lecturas de contadores de enero 2015 de la casa 20 a la casa 24 de la Aldea Rancho Alegre.

#### Apéndice 1. **Anotaciones de lecturas en la semana del 1 al 7 de enero de 2015, casa 20**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00			958,4366	958,6160	958,8234	959,0016	959,2285
08:00			958,4719	958,6584	958,8415	959,0428	959,2529
10:00			958,4923	958,6970	958,8686	959,0469	959,2755
12:00			958,4960	958,7186	958,8686	959,0840	959,2906
14:00			958,5128	958,7222	958,8904	959,0902	959,2981
16:00			958,5313	958,7492	958,9212	959,1190	959,3459
18:00			958,5704	958,7510	958,9502	959,1437	959,3515
20:00			958,5890	958,7690	958,9502	959,1664	959,3553

Fuente: elaboración propia

**Apéndice 2. Anotaciones de lecturas en la semana del 8 al 14 de enero de 2015, casa 20**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	959,3724	959,6805	959,9031	960,2088	960,5038	960,7744	961,0074
08:00	959,4304	959,7044	959,9545	960,2692	960,5414	960,8273	961,0347
10:00	959,4743	959,7332	960,0230	960,3059	960,5762	960,8650	961,0824
12:00	959,4818	959,7596	960,0487	960,3453	960,5993	960,8826	961,0892
14:00	959,5373	959,8027	960,0487	960,3453	960,6109	960,8902	961,1278
16:00	959,5701	959,8147	960,0916	960,3689	960,6844	960,9330	961,1460
18:00	959,6004	959,8291	960,1201	960,3820	960,6931	960,9380	961,1732
20:00	959,6206	959,8602	960,1458	960,4083	960,6989	960,9506	961,1778

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 3. Anotaciones de lecturas en la semana del 15 al 21 de enero de 2015, casa 20**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	961,1807	961,3342	961,4724	961,6832	961,9056	962,0419	962,2426
08:00	961,2172	961,3597	961,5274	961,7137	961,9235	962,0788	962,2798
10:00	961,2503	961,3821	961,5290	961,7594	961,9502	962,1012	962,2876
12:00	961,2590	961,3956	961,5611	961,7695	961,9562	962,1173	962,2934
14:00	961,2642	961,4001	961,5795	961,8102	961,9800	962,1413	962,3267
16:00	961,2921	961,4240	961,5917	961,8584	962,0083	962,1606	962,3501
18:00	961,3008	961,4360	961,6009	961,8609	962,0098	962,1766	962,3638
20:00	961,3043	961,4540	961,6070	961,8609	962,0098	962,1879	962,3834

Fuente: elaboración propia



**Apéndice 4. Anotaciones de lecturas en la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 20**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	962,4162	962,6612	962,8577	963,1387	963,3740	963,6355	963,8551
08:00	962,4430	962,6968	962,9183	963,1987	963,4434	963,6655	963,9158
10:00	962,4922	962,7115	962,9230	963,2530	963,4481	963,6863	963,9498
12:00	962,5258	962,7366	962,9597	963,2673	963,4898	963,7209	963,9717
14:00	962,5615	962,7450	963,0066	963,2758	963,5175	963,7255	964,0179
16:00	962,5772	962,7869	963,0183	963,3216	963,5384	963,7579	964,0227
18:00	962,6107	962,8121	963,0347	963,3359	963,5615	963,7786	964,0397
20:00	962,6130	962,8225	963,0558	963,3416	963,5731	963,8040	964,0470

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 5. Anotaciones de lecturas en la semana del 28 al 31 de enero de 2015, casa 20**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00	964,0749	964,5180	964,8373
08:00	964,2080	964,5891	964,8987
10:00	964,2169	964,5955	964,9793
12:00	964,2879	964,6440	965,0253
14:00	964,3412	964,7054	965,0752
16:00	964,3900	964,7183	965,1021
18:00	964,4255	964,7442	965,1596
20:00	964,4566	964,7797	965,1635

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 6. Anotaciones de lecturas en la semana del 1 al 7 de enero de 2015, casa 21**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00			467,5965	467,6459	467,7020	467,7530	467,8160
08:00			467,6063	467,6571	467,7072	467,7645	467,8227
10:00			467,6119	467,6673	467,7151	467,7656	467,8289
12:00			467,6130	467,6730	467,7151	467,7760	467,8330
14:00			467,6176	467,6740	467,7213	467,7777	467,8351
16:00			467,6228	467,6811	467,7302	467,7858	467,8481
18:00			467,6336	467,6816	467,7386	467,7927	467,8497
20:00			467,6388	467,6864	467,7386	467,7990	467,8507

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 7. Anotaciones de lecturas en la semana del 8 al 14 de enero de 2015, casa 21**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	467,8553	467,9454	468,0134	468,1067	468,1961	468,2696	468,3401
08:00	467,8721	467,9527	468,0288	468,1262	468,2059	468,2856	468,3483
10:00	467,8847	467,9615	468,0494	468,1381	468,2149	468,2970	468,3628
12:00	467,8869	467,9696	468,0571	468,1509	468,2209	468,3023	468,3649
14:00	467,9029	467,9829	468,0571	468,1509	468,2239	468,3046	468,3766
16:00	467,9124	467,9865	468,0700	468,1585	468,2430	468,3175	468,3821
18:00	467,9211	467,9910	468,0785	468,1628	468,2452	468,3190	468,3904

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 8. Anotaciones de lecturas en la semana del 15 al 21 de enero de 2015, casa 21**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	468,3926	468,4414	468,4844	468,5514	468,6223	468,6668	468,7316
08:00	468,4043	468,4493	468,5019	468,5610	468,6282	468,6786	468,7438
10:00	468,4149	468,4563	468,5024	468,5755	468,6370	468,6858	468,7463
12:00	468,4177	468,4604	468,5126	468,5787	468,6389	468,6910	468,7483
14:00	468,4194	468,4618	468,5185	468,5916	468,6467	468,6987	468,7591
16:00	468,4283	468,4692	468,5224	468,6069	468,6560	468,7049	468,7668
18:00	468,4310	468,4729	468,5253	468,6077	468,6564	468,7101	468,7713
20:00	468,4322	468,4785	468,5273	468,6077	468,6564	468,7137	468,7777

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 9. Anotaciones de lecturas en la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 21**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	468,7882	468,8549	468,9081	468,9835	469,0516	469,1220	469,1838
08:00	468,7955	468,8646	468,9237	469,0011	469,0700	469,1304	469,2012
10:00	468,8089	468,8687	468,9249	469,0170	469,0713	469,1362	469,2109
12:00	468,8180	468,8755	468,9344	469,0212	469,0823	469,1460	469,2171
14:00	468,8277	468,8778	468,9465	469,0237	469,0897	469,1473	469,2302
16:00	468,8320	468,8893	468,9495	469,0371	469,0952	469,1563	469,2316
18:00	468,8411	468,8961	468,9538	469,0413	469,1014	469,1622	469,2365
20:00	468,8417	468,8990	468,9592	469,0430	469,1044	469,1693	469,2386

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Anotaciones de lecturas en la semana del 29 al 31 de enero de 2015, casa 21**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00	469,2461	469,3572	469,4390
08:00	469,2795	469,3749	469,4567
10:00	469,2818	469,3766	469,4799
12:00	469,2996	469,3886	469,4932
14:00	469,3130	469,4039	469,5076
16:00	469,3252	469,4072	469,5153
18:00	469,3341	469,4136	469,5319
20:00	469,3419	469,4225	469,5330

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Anotaciones de lecturas en la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 22**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00			2 124,3383	2 125,0977	2 125,9717	2 126,7481	2 127,7399
08:00			2 124,4881	2 125,2752	2 126,0499	2 126,9315	2 127,8416
10:00			2 124,5748	2 125,4362	2 126,1671	2 126,9499	2 127,9355
12:00			2 124,5906	2 125,5265	2 126,1671	2 127,1150	2 127,9981
14:00			2 124,6616	2 125,5416	2 126,2609	2 127,1425	2 128,0294
16:00			2 124,7404	2 125,6544	2 126,3938	2 127,2709	2 128,2280
18:00			2 124,9060	2 125,6620	2 126,5188	2 127,3809	2 128,2515
20:00			2 124,9849	2 125,7372	2 126,5188	2 127,4818	2 128,2672

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 12. Anotaciones de lecturas en la semana del 8 al 14 de enero de 2015, casa 22**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	2 128,3365	2 129,5195	2 130,4022	2 131,5515	2 132,6788	2 133,6938	2 134,5946
08:00	2 128,5567	2 129,6159	2 130,5939	2 131,7853	2 132,8186	2 133,8971	2 134,7017
10:00	2 128,7232	2 129,7315	2 130,8495	2 131,9276	2 132,9476	2 134,0423	2 134,8892
12:00	2 128,7519	2 129,8376	2 130,9454	2 132,0801	2 133,0336	2 134,1101	2 134,9160
14:00	2 128,9625	2 130,0111	2 130,9454	2 132,0801	2 133,0766	2 134,1391	2 135,0678
16:00	2 129,0870	2 130,0593	2 131,1051	2 132,1716	2 133,3496	2 134,3037	2 135,1392
18:00	2 129,2019	2 130,1172	2 131,2116	2 132,2224	2 133,3819	2 134,3230	2 135,2463
20:00	2 129,2784	2 130,2425	2 131,3075	2 132,3241	2 133,4034	2 134,3714	2 135,2641

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 13. Anotaciones de lecturas en la semana del 15 al 21 de enero de 2015, casa 22**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	2 135,2752	2 135,8220	2 136,3267	2 137,1244	2 137,9850	2 138,5652	2 139,3781
08:00	2 135,4047	2 135,9145	2 136,5356	2 137,2392	2 138,0614	2 138,7201	2 139,5137
10:00	2 135,5220	2 135,9960	2 136,5414	2 137,4114	2 138,1759	2 138,8144	2 139,5423
12:00	2 135,5528	2 136,0450	2 136,6633	2 137,4497	2 138,2014	2 138,8818	2 139,5637
14:00	2 135,5713	2 136,0613	2 136,7329	2 137,6028	2 138,3032	2 138,9828	2 139,6851
16:00	2 135,6701	2 136,1483	2 136,7794	2 137,7845	2 138,4241	2 139,0637	2 139,7708
18:00	2 135,7009	2 136,1918	2 136,8142	2 137,7941	2 138,4305	2 139,1310	2 139,8208
20:00	2 135,7133	2 136,2570	2 136,8374	2 137,7941	2 138,4305	2 139,1782	2 139,8922

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 14. Anotaciones de lecturas en la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 22**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	2 139,9970	2 141,0231	2 141,8339	2 142,8908	2 143,7806	2 144,8967	2 145,8517
08:00	2 140,1093	2 141,1728	2 142,0632	2 143,1133	2 144,0752	2 145,0275	2 146,1143
10:00	2 140,3152	2 141,2344	2 142,0809	2 143,3147	2 144,0949	2 145,1180	2 146,2613
12:00	2 140,4556	2 141,3400	2 142,2201	2 143,3677	2 144,2716	2 145,2689	2 146,3558
14:00	2 140,6054	2 141,3752	2 142,3974	2 143,3994	2 144,3895	2 145,2891	2 146,5554
16:00	2 140,6709	2 141,5513	2 142,4417	2 143,5690	2 144,4778	2 145,4299	2 146,5764
18:00	2 140,8113	2 141,6569	2 142,5038	2 143,6220	2 144,5760	2 145,5204	2 146,6499
20:00	2 140,8206	2 141,7009	2 142,5835	2 143,6431	2 144,6251	2 145,6311	2 146,6814

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 15. Anotaciones de lecturas en la semana del 29 al 31 de enero de 2015, casa 22**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00	2 146,7976	2 148,4608	2 149,6820
08:00	2 147,2969	2 148,7291	2 149,9308
10:00	2 147,3302	2 148,7535	2 150,2574
12:00	2 147,5965	2 148,9365	2 150,4440
14:00	2 147,7963	2 149,1682	2 150,6462
16:00	2 147,9794	2 149,2170	2 150,7550
18:00	2 148,1126	2 149,3146	2 150,9883
20:00	2 148,2291	2 149,4487	2 151,0039

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 16. Anotaciones de lecturas en la semana del 1 al 7 de enero de 2015, casa 23**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00			2 350,7036	2 351,1819	2 351,7372	2 352,2279	2 352,8608
08:00			2 350,7977	2 351,2952	2 351,7861	2 352,3464	2 352,9234
10:00			2 350,8522	2 351,3981	2 351,8595	2 352,3583	2 352,9811
12:00			2 350,8621	2 351,4558	2 351,8595	2 352,4650	2 353,0196
14:00			2 350,9067	2 351,4654	2 351,9182	2 352,4828	2 353,0388
16:00			2 350,9562	2 351,5375	2 352,0014	2 352,5658	2 353,1610
18:00			2 351,0603	2 351,5423	2 352,0797	2 352,6369	2 353,1754
20:00			2 351,1098	2 351,5904	2 352,0797	2 352,7021	2 353,1850

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 17. Anotaciones de lecturas en la semana del 8 al 14 de enero de 2015, casa 23**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	2 353,2295	2 354,0019	2 354,5931	2 355,3769	2 356,1827	2 356,8069	2 357,4066
08:00	2 353,3722	2 354,0667	2 354,7193	2 355,5571	2 356,2656	2 356,9432	2 357,4764
10:00	2 353,4801	2 354,1445	2 354,8875	2 355,6668	2 356,3420	2 357,0405	2 357,5986
12:00	2 353,4987	2 354,2158	2 354,9505	2 355,7843	2 356,3930	2 357,0859	2 357,6160
14:00	2 353,6352	2 354,3324	2 354,9505	2 355,7843	2 356,4185	2 357,1054	2 357,7149
16:00	2 353,7158	2 354,3648	2 355,0557	2 355,8549	2 356,5804	2 357,2157	2 357,7615
18:00	2 353,7903	2 354,4037	2 355,1258	2 355,8940	2 356,5995	2 357,2287	2 357,8313
20:00	2 353,8399	2 354,4880	2 355,1888	2 355,9724	2 356,6123	2 357,2611	2 357,8429

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 18. Anotaciones de lecturas en la semana del 15 al 21 de enero de 2015, casa 23**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	2 357,8503	2 358,2749	2 358,6513	2 359,2617	2 359,9142	2 360,3438	2 360,9448
08:00	2 357,9520	2 358,3435	2 358,8115	2 359,3492	2 359,9710	2 360,4567	2 361,0497
10:00	2 358,0440	2 358,4041	2 358,8160	2 359,4804	2 360,0563	2 360,5253	2 361,0717
12:00	2 358,0682	2 358,4404	2 358,9094	2 359,5096	2 360,0752	2 360,5744	2 361,0883
14:00	2 358,0828	2 358,4525	2 358,9628	2 359,6263	2 360,1510	2 360,6480	2 361,1821
16:00	2 358,1603	2 358,5171	2 358,9984	2 359,7648	2 360,2410	2 360,7069	2 361,2483
18:00	2 358,1845	2 358,5494	2 359,0251	2 359,7721	2 360,2457	2 360,7559	2 361,2870
20:00	2 358,1942	2 358,5979	2 359,0429	2 359,7721	2 360,2457	2 360,7903	2 361,3422

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 19. Anotaciones de lecturas en la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 23**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	2 361,4287	2 362,1726	2 362,7414	2 363,5204	2 364,1902	2 365,0234	2 365,7438
08:00	2 361,5109	2 362,2768	2 362,9088	2 363,6882	2 364,4095	2 365,1219	2 365,9430
10:00	2 361,6617	2 362,3196	2 362,9217	2 363,8401	2 364,4241	2 365,1900	2 366,0545
12:00	2 361,7645	2 362,3932	2 363,0233	2 363,8800	2 364,5556	2 365,3037	2 366,1262
14:00	2 361,8741	2 362,4177	2 363,1528	2 363,9040	2 364,6434	2 365,3188	2 366,2776
16:00	2 361,9221	2 362,5402	2 363,1851	2 364,0319	2 364,7092	2 365,4249	2 366,2935
18:00	2 362,0249	2 362,6137	2 363,2304	2 364,0718	2 364,7822	2 365,4931	2 366,3493
20:00	2 362,0317	2 362,6443	2 363,2887	2 364,0878	2 364,8188	2 365,5764	2 366,3732

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 20. **Anotaciones de lecturas en la semana del 29 al 31 de enero de 2015, casa 23**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00	2 366,4582	2 367,7938	2 368,8152
08:00	2 366,8571	2 368,0162	2 369,0312
10:00	2 366,8837	2 368,0365	2 369,3146
12:00	2 367,0964	2 368,1881	2 369,4765
14:00	2 367,2560	2 368,3802	2 369,6520
16:00	2 367,4022	2 368,4207	2 369,7464
18:00	2 367,5086	2 368,5016	2 369,9489
20:00	2 367,6017	2 368,6128	2 369,9624

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 21. **Anotaciones de lecturas en la semana del 1 al 7 de enero de 2015, casa 24**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00			2 293,5189	2 294,2650	2 295,1302	2 295,8993	2 296,8739
08:00			2 293,6659	2 294,4405	2 295,2078	2 296,0801	2 296,9729
10:00			2 293,7510	2 294,5997	2 295,3242	2 296,0982	2 297,0643
12:00			2 293,7665	2 294,6891	2 295,3242	2 296,2609	2 297,1253
14:00			2 293,8361	2 294,7040	2 295,4172	2 296,2881	2 297,1557
16:00			2 293,9135	2 294,8156	2 295,5491	2 296,4146	2 297,3492
18:00			2 294,0759	2 294,8230	2 295,6733	2 296,5231	2 297,3720
20:00			2 294,1533	2 294,8975	2 295,6733	2 296,6226	2 297,3873

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 22. Anotaciones de lecturas en la semana del 8 al 14 de enero de 2015, casa 24**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	2 297,4565	2 298,5115	2 299,3434	2 300,4593	2 301,5949	2 302,4602	2 303,2974
08:00	2 297,6500	2 298,6025	2 299,5791	2 300,7148	2 301,7097	2 302,6495	2 303,3963
10:00	2 297,7963	2 298,7116	2 299,7929	2 300,8703	2 301,8156	2 302,7847	2 303,5695
12:00	2 297,8216	2 298,8116	2 299,9128	2 301,0370	2 301,8862	2 302,8478	2 303,5942
14:00	2 298,0066	2 298,9753	2 299,9328	2 301,0370	2 301,9215	2 302,8749	2 303,7344
16:00	2 298,1160	2 299,0208	2 300,0827	2 301,1370	2 302,1457	2 303,0281	2 303,8004
18:00	2 298,2169	2 299,0753	2 300,0927	2 301,1925	2 302,1722	2 303,0461	2 303,8994
20:00	2 298,2842	2 299,1935	2 300,1926	2 301,3036	2 302,1898	2 303,0912	2 303,9159

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 23. Anotaciones de lecturas en la semana del 15 al 21 de enero de 2015, casa 24**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	2 303,9260	2 304,5771	2 305,1392	2 305,8696	2 306,9305	2 307,7027	2 308,6038
08:00	2 304,0829	2 304,6794	2 305,3807	2 306,0895	2 307,0379	2 307,8705	2 308,7647
10:00	2 304,2250	2 304,7697	2 305,3874	2 306,2891	2 307,1989	2 307,9727	2 308,7985
12:00	2 304,2623	2 304,8239	2 305,5284	2 306,4010	2 307,2347	2 308,0457	2 308,8239
14:00	2 304,2847	2 304,8419	2 305,6089	2 306,4197	2 307,3778	2 308,1552	2 308,9678
16:00	2 304,4043	2 304,9382	2 305,6626	2 306,5596	2 307,5478	2 308,2427	2 309,0694
18:00	2 304,4417	2 304,9864	2 305,7028	2 306,5689	2 307,5567	2 308,3157	2 309,1287
20:00	2 304,4567	2 305,0586	2 305,7297	2 306,6622	2 307,5567	2 308,3668	2 309,2133

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 24. Anotaciones de lecturas en la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 24**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00	2 309,3500	2 310,3899	2 311,1891	2 312,2732	2 313,1973	2 314,3498	2 315,3703
08:00	2 309,4648	2 310,5364	2 311,4228	2 312,5050	2 313,4977	2 314,4901	2 315,6475
10:00	2 309,6752	2 310,5968	2 311,4408	2 312,7148	2 313,5177	2 314,5872	2 315,8028
12:00	2 309,8186	2 310,7002	2 311,5826	2 312,7700	2 313,6980	2 314,7491	2 315,9025
14:00	2 309,9717	2 310,7347	2 311,7633	2 312,8031	2 313,8182	2 314,7706	2 316,1132
16:00	2 310,0386	2 310,9071	2 311,8084	2 312,9798	2 313,9083	2 314,9217	2 316,1354
18:00	2 310,1821	2 311,0105	2 311,8717	2 313,0350	2 314,0084	2 315,0188	2 316,2130
20:00	2 310,1916	2 311,0536	2 311,9529	2 313,0571	2 314,0585	2 315,1375	2 316,2463

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 25. Anotaciones de lecturas en la semana del 29 al 31 de enero de 2015, casa 24**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00	2 316,3649	2 317,4104	2 318,2054
08:00	2 316,6776	2 317,5830	2 318,3755
10:00	2 316,6985	2 317,5987	2 318,5987
12:00	2 316,8652	2 317,7164	2 318,7263
14:00	2 316,9903	2 317,8655	2 318,8645
16:00	2 317,1050	2 317,8969	2 318,9389
18:00	2 317,1884	2 317,9597	2 319,0983
20:00	2 317,2613	2 318,0460	2 319,1090

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan los cuadros de cálculo de consumo de agua potable en metros cúbicos de enero de 2015 de la casa 20 a la casa 24 de la aldea Rancho Alegre. Esto 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 enero para ejemplificar lo que se realizó en todo el período de estudio.

**Apéndice 26. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de enero de 2015, casa 20**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00			0,0000	0,0270	0,0543	0,0515	0,0621
08:00 - 10:00			0,0353	0,0425	0,0181	0,0412	0,0245
10:00 - 12:00			0,0204	0,0385	0,0272	0,0041	0,0226
12:00 - 14:00			0,0037	0,0216	0,0000	0,0371	0,0151
14:00 - 16:00			0,0167	0,0036	0,0217	0,0062	0,0075
16:00 - 18:00			0,0186	0,0270	0,0308	0,0288	0,0478
18:00 - 20:00			0,0390	0,0018	0,0290	0,0247	0,0056
20:00 - 22:00			0,0186	0,0180	0,0000	0,0227	0,0038

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 27. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de enero de 2015, casa 20**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0171	0,0599	0,0428	0,0630	0,0955	0,0755	0,0568
08:00 - 10:00	0,0580	0,0240	0,0514	0,0604	0,0376	0,0529	0,0273
10:00 - 12:00	0,0439	0,0288	0,0685	0,0367	0,0347	0,0378	0,0477
12:00 - 14:00	0,0076	0,0264	0,0257	0,0394	0,0232	0,0176	0,0068
14:00 - 16:00	0,0555	0,0431	0,0000	0,0000	0,0116	0,0076	0,0386
16:00 - 18:00	0,0328	0,0120	0,0428	0,0236	0,0735	0,0428	0,0182
18:00 - 20:00	0,0303	0,0144	0,0286	0,0131	0,0087	0,0050	0,0273
20:00 - 22:00	0,0202	0,0312	0,0257	0,0262	0,0058	0,0126	0,0045

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 28. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de enero de 2015, casa 20**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0029	0,0299	0,0184	0,0762	0,0446	0,0321	0,0547
08:00 - 10:00	0,0366	0,0255	0,0551	0,0305	0,0179	0,0369	0,0372
10:00 - 12:00	0,0331	0,0225	0,0015	0,0457	0,0268	0,0225	0,0078
12:00 - 14:00	0,0087	0,0135	0,0321	0,0102	0,0060	0,0160	0,0059
14:00 - 16:00	0,0052	0,0045	0,0184	0,0406	0,0238	0,0241	0,0332
16:00 - 18:00	0,0279	0,0240	0,0122	0,0482	0,0283	0,0193	0,0235
18:00 - 20:00	0,0087	0,0120	0,0092	0,0025	0,0015	0,0160	0,0137
20:00 - 22:00	0,0035	0,0180	0,0061	0,0000	0,0000	0,0112	0,0196

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 29. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 20**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0328	0,0482	0,0351	0,0829	0,0324	0,0624	0,0510
08:00 - 10:00	0,0268	0,0356	0,0606	0,0600	0,0695	0,0300	0,0607
10:00 - 12:00	0,0492	0,0147	0,0047	0,0543	0,0046	0,0208	0,0340
12:00 - 14:00	0,0335	0,0251	0,0368	0,0143	0,0417	0,0346	0,0219
14:00 - 16:00	0,0358	0,0084	0,0468	0,0086	0,0278	0,0046	0,0462
16:00 - 18:00	0,0157	0,0419	0,0117	0,0457	0,0208	0,0323	0,0049
18:00 - 20:00	0,0335	0,0251	0,0164	0,0143	0,0232	0,0208	0,0170
20:00 - 22:00	0,0022	0,0105	0,0211	0,0057	0,0116	0,0254	0,0073

Fuente: elaboración propia

**Apéndice 30. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de enero de 2015, casa 21**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00			0,0000	0,0071	0,0157	0,0144	0,0170
08:00 - 10:00			0,0098	0,0112	0,0052	0,0115	0,0067
10:00 - 12:00			0,0057	0,0102	0,0078	0,0012	0,0062
12:00 - 14:00			0,0010	0,0057	0,0000	0,0104	0,0041
14:00 - 16:00			0,0046	0,0010	0,0063	0,0017	0,0021
16:00 - 18:00			0,0052	0,0071	0,0089	0,0081	0,0131
18:00 - 20:00			0,0108	0,0005	0,0084	0,0069	0,0015
20:00 - 22:00			0,0052	0,0048	0,0000	0,0063	0,0010

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 31. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de enero de 2015, casa 21**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0046	0,0184	0,0129	0,0204	0,0248	0,0228	0,0172
08:00 - 10:00	0,0167	0,0074	0,0154	0,0196	0,0098	0,0160	0,0083
10:00 - 12:00	0,0127	0,0088	0,0206	0,0119	0,0090	0,0114	0,0145
12:00 - 14:00	0,0022	0,0081	0,0077	0,0128	0,0060	0,0053	0,0021
14:00 - 16:00	0,0160	0,0132	0,0000	0,0000	0,0030	0,0023	0,0117
16:00 - 18:00	0,0095	0,0037	0,0129	0,0077	0,0191	0,0129	0,0055
18:00 - 20:00	0,0087	0,0044	0,0086	0,0043	0,0023	0,0015	0,0083
20:00 - 22:00	0,0058	0,0096	0,0077	0,0085	0,0015	0,0038	0,0014

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 32. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de enero de 2015, casa 21**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0009	0,0093	0,0058	0,0241	0,0146	0,0103	0,0179
08:00 - 10:00	0,0117	0,0079	0,0175	0,0097	0,0058	0,0119	0,0122
10:00 - 12:00	0,0106	0,0070	0,0005	0,0145	0,0088	0,0072	0,0026
12:00 - 14:00	0,0028	0,0042	0,0102	0,0032	0,0019	0,0052	0,0019
14:00 - 16:00	0,0017	0,0014	0,0058	0,0129	0,0078	0,0077	0,0109
16:00 - 18:00	0,0089	0,0074	0,0039	0,0153	0,0093	0,0062	0,0077
18:00 - 20:00	0,0028	0,0037	0,0029	0,0008	0,0005	0,0052	0,0045
20:00 - 22:00	0,0011	0,0056	0,0019	0,0000	0,0000	0,0036	0,0064

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 33. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 21**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0105	0,0132	0,0091	0,0243	0,0086	0,0175	0,0145
08:00 - 10:00	0,0073	0,0097	0,0156	0,0176	0,0184	0,0084	0,0173
10:00 - 12:00	0,0134	0,0040	0,0012	0,0159	0,0012	0,0058	0,0097
12:00 - 14:00	0,0091	0,0069	0,0095	0,0042	0,0111	0,0097	0,0062
14:00 - 16:00	0,0097	0,0023	0,0121	0,0025	0,0074	0,0013	0,0132
16:00 - 18:00	0,0043	0,0115	0,0030	0,0134	0,0055	0,0091	0,0014
18:00 - 20:00	0,0091	0,0069	0,0042	0,0042	0,0061	0,0058	0,0048
20:00 - 22:00	0,0006	0,0029	0,0054	0,0017	0,0031	0,0071	0,0021

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 34. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 21**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 - 8:00	0,0076	0,0153	0,0166
08:00 - 10:00	0,0334	0,0177	0,0177
10:00 - 12:00	0,0022	0,0016	0,0232
12:00 - 14:00	0,0178	0,0121	0,0133
14:00 - 16:00	0,0134	0,0153	0,0144
16:00 - 18:00	0,0123	0,0032	0,0077
18:00 - 20:00	0,0089	0,0064	0,0166
20:00 - 22:00	0,0078	0,0089	0,0011

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 35. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de enero de 2015, casa 22**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00			0,0000	0,1129	0,2345	0,2293	0,2581
08:00 - 10:00			0,1498	0,1774	0,0782	0,1834	0,1017
10:00 - 12:00			0,0867	0,1610	0,1172	0,0183	0,0939
12:00 - 14:00			0,0158	0,0903	0,0000	0,1651	0,0626
14:00 - 16:00			0,0710	0,0151	0,0938	0,0275	0,0313
16:00 - 18:00			0,0789	0,1129	0,1329	0,1284	0,1987
18:00 - 20:00			0,1656	0,0075	0,1251	0,1101	0,0235
20:00 - 22:00			0,0789	0,0753	0,0000	0,1009	0,0156

Fuente: elaboración propia.



**Apéndice 36. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de enero de 2015, casa 22**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0693	0,2410	0,1598	0,2440	0,3548	0,2904	0,2232
08:00 - 10:00	0,2202	0,0964	0,1917	0,2338	0,1398	0,2033	0,1071
10:00 - 12:00	0,1666	0,1157	0,2556	0,1423	0,1290	0,1452	0,1875
12:00 - 14:00	0,0287	0,1060	0,0959	0,1525	0,0860	0,0678	0,0268
14:00 - 16:00	0,2106	0,1735	0,0000	0,0000	0,0430	0,0290	0,1518
16:00 - 18:00	0,1244	0,0482	0,1598	0,0915	0,2731	0,1646	0,0714
18:00 - 20:00	0,1149	0,0578	0,1065	0,0508	0,0323	0,0194	0,1071
20:00 - 22:00	0,0766	0,1253	0,0959	0,1017	0,0215	0,0484	0,0179

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 37. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de enero de 2015, casa 22**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0110	0,1088	0,0696	0,2870	0,1909	0,1347	0,1999
08:00 - 10:00	0,1296	0,0924	0,2089	0,1148	0,0764	0,1549	0,1357
10:00 - 12:00	0,1172	0,0816	0,0058	0,1722	0,1146	0,0943	0,0286
12:00 - 14:00	0,0309	0,0489	0,1219	0,0383	0,0255	0,0674	0,0214
14:00 - 16:00	0,0185	0,0163	0,0696	0,1531	0,1018	0,1010	0,1214
16:00 - 18:00	0,0987	0,0870	0,0464	0,1818	0,1209	0,0808	0,0857
18:00 - 20:00	0,0309	0,0435	0,0348	0,0096	0,0064	0,0674	0,0500
20:00 - 22:00	0,0123	0,0653	0,0232	0,0000	0,0000	0,0471	0,0714

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 38. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 22**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,1049	0,2025	0,1330	0,3073	0,1375	0,2716	0,2206
08:00 - 10:00	0,1123	0,1497	0,2293	0,2225	0,2946	0,1308	0,2626
10:00 - 12:00	0,2059	0,0616	0,0177	0,2013	0,0196	0,0905	0,1470
12:00 - 14:00	0,1404	0,1056	0,1392	0,0530	0,1768	0,1509	0,0945
14:00 - 16:00	0,1498	0,0352	0,1773	0,0318	0,1178	0,0201	0,1996
16:00 - 18:00	0,0655	0,1761	0,0443	0,1695	0,0884	0,1408	0,0210
18:00 - 20:00	0,1404	0,1056	0,0620	0,0530	0,0982	0,0905	0,0735
20:00 - 22:00	0,0094	0,0440	0,0798	0,0212	0,0491	0,1107	0,0315

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 39. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 29 al 31 de enero de 2015, casa 22**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 - 8:00	0,1161	0,2317	0,2333
08:00 - 10:00	0,4994	0,2683	0,2488
10:00 - 12:00	0,0333	0,0244	0,3266
12:00 - 14:00	0,2663	0,1829	0,1866
14:00 - 16:00	0,1997	0,2317	0,2022
16:00 - 18:00	0,1831	0,0488	0,1089
18:00 - 20:00	0,1332	0,0976	0,2333
20:00 - 22:00	0,1165	0,1342	0,0156

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 40. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de enero de 2015, casa 23**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00			0,0000	0,0721	0,1468	0,1482	0,1587
08:00 - 10:00			0,0941	0,1133	0,0489	0,1186	0,0625
10:00 - 12:00			0,0545	0,1029	0,0734	0,0119	0,0577
12:00 - 14:00			0,0099	0,0577	0,0000	0,1067	0,0385
14:00 - 16:00			0,0446	0,0096	0,0587	0,0178	0,0192
16:00 - 18:00			0,0495	0,0721	0,0832	0,0830	0,1222
18:00 - 20:00			0,1040	0,0048	0,0783	0,0711	0,0144
20:00 - 22:00			0,0495	0,0481	0,0000	0,0652	0,0096

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 41. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de enero de 2015, casa 23**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0445	0,1620	0,1051	0,1881	0,2103	0,1947	0,1454
08:00 - 10:00	0,1427	0,0648	0,1262	0,1802	0,0829	0,1363	0,0698
10:00 - 12:00	0,1079	0,0778	0,1682	0,1097	0,0765	0,0973	0,1222
12:00 - 14:00	0,0186	0,0713	0,0631	0,1175	0,0510	0,0454	0,0175
14:00 - 16:00	0,1365	0,1167	0,0000	0,0000	0,0255	0,0195	0,0989
16:00 - 18:00	0,0806	0,0324	0,1051	0,0705	0,1619	0,1103	0,0465
18:00 - 20:00	0,0744	0,0389	0,0701	0,0392	0,0191	0,0130	0,0698
20:00 - 22:00	0,0496	0,0842	0,0631	0,0784	0,0127	0,0324	0,0116

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 42. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de enero de 2015, casa 23**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0074	0,0807	0,0534	0,2187	0,1421	0,0981	0,1545
08:00 - 10:00	0,1017	0,0686	0,1602	0,0875	0,0568	0,1128	0,1049
10:00 - 12:00	0,0920	0,0606	0,0045	0,1312	0,0853	0,0687	0,0221
12:00 - 14:00	0,0242	0,0363	0,0935	0,0292	0,0189	0,0491	0,0166
14:00 - 16:00	0,0145	0,0121	0,0534	0,1167	0,0758	0,0736	0,0938
16:00 - 18:00	0,0775	0,0646	0,0356	0,1385	0,0900	0,0589	0,0662
18:00 - 20:00	0,0242	0,0323	0,0267	0,0073	0,0047	0,0491	0,0386
20:00 - 22:00	0,0097	0,0484	0,0178	0,0000	0,0000	0,0343	0,0552

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 43. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 23**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0865	0,1409	0,0971	0,2318	0,1023	0,2046	0,1673
08:00 - 10:00	0,0822	0,1041	0,1674	0,1678	0,2193	0,0985	0,1992
10:00 - 12:00	0,1508	0,0429	0,0129	0,1518	0,0146	0,0682	0,1115
12:00 - 14:00	0,1028	0,0735	0,1016	0,0400	0,1316	0,1136	0,0717
14:00 - 16:00	0,1097	0,0245	0,1294	0,0240	0,0877	0,0152	0,1514
16:00 - 18:00	0,0480	0,1225	0,0324	0,1279	0,0658	0,1061	0,0159
18:00 - 20:00	0,1028	0,0735	0,0453	0,0400	0,0731	0,0682	0,0558
20:00 - 22:00	0,0069	0,0306	0,0582	0,0160	0,0365	0,0833	0,0239

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 44. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 23**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 - 8:00	0,0850	0,1921	0,2024
08:00 - 10:00	0,3989	0,2225	0,2159
10:00 - 12:00	0,0266	0,0202	0,2834
12:00 - 14:00	0,2127	0,1517	0,1619
14:00 - 16:00	0,1595	0,1921	0,1754
16:00 - 18:00	0,1463	0,0404	0,0945
18:00 - 20:00	0,1064	0,0809	0,2024
20:00 - 22:00	0,0931	0,1112	0,0135

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 45. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de enero de 2015, casa 24**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00			0,0000	0,1116	0,2327	0,2260	0,2513
08:00 - 10:00			0,1470	0,1755	0,0776	0,1808	0,0990
10:00 - 12:00			0,0851	0,1593	0,1164	0,0181	0,0914
12:00 - 14:00			0,0155	0,0893	0,0000	0,1627	0,0609
14:00 - 16:00			0,0696	0,0149	0,0931	0,0271	0,0305
16:00 - 18:00			0,0774	0,1116	0,1319	0,1266	0,1935
18:00 - 20:00			0,1625	0,0074	0,1241	0,1085	0,0228
20:00 - 22:00			0,0774	0,0744	0,0000	0,0995	0,0152

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 46. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de enero de 2015, casa 24**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0692	0,2273	0,1499	0,2666	0,2913	0,2704	0,2062
08:00 - 10:00	0,1935	0,0909	0,2356	0,2555	0,1147	0,1893	0,0990
10:00 - 12:00	0,1464	0,1091	0,2138	0,1555	0,1059	0,1352	0,1732
12:00 - 14:00	0,0252	0,1000	0,1199	0,1667	0,0706	0,0631	0,0247
14:00 - 16:00	0,1851	0,1637	0,0200	0,0000	0,0353	0,0270	0,1402
16:00 - 18:00	0,1094	0,0455	0,1499	0,1000	0,2242	0,1532	0,0660
18:00 - 20:00	0,1009	0,0546	0,0100	0,0556	0,0265	0,0180	0,0990
20:00 - 22:00	0,0673	0,1182	0,0999	0,1111	0,0177	0,0451	0,0165

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 47. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de enero de 2015, casa 24**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,0101	0,1204	0,0805	0,1399	0,2684	0,1460	0,2370
08:00 - 10:00	0,1570	0,1023	0,2416	0,2199	0,1073	0,1679	0,1608
10:00 - 12:00	0,1420	0,0903	0,0067	0,1996	0,1610	0,1022	0,0339
12:00 - 14:00	0,0374	0,0542	0,1409	0,1119	0,0358	0,0730	0,0254
14:00 - 16:00	0,0224	0,0181	0,0805	0,0187	0,1431	0,1095	0,1439
16:00 - 18:00	0,1196	0,0963	0,0537	0,1399	0,1700	0,0876	0,1016
18:00 - 20:00	0,0374	0,0482	0,0403	0,0093	0,0089	0,0730	0,0593
20:00 - 22:00	0,0149	0,0722	0,0268	0,0933	0,0000	0,0511	0,0847

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 48. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de enero de 2015, casa 24**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
06:00 - 8:00	0,1367	0,1983	0,1355	0,3202	0,1402	0,2913	0,2328
08:00 - 10:00	0,1148	0,1465	0,2337	0,2319	0,3004	0,1403	0,2772
10:00 - 12:00	0,2104	0,0603	0,0181	0,2098	0,0200	0,0971	0,1552
12:00 - 14:00	0,1435	0,1034	0,1418	0,0552	0,1803	0,1618	0,0998
14:00 - 16:00	0,1530	0,0345	0,1806	0,0331	0,1202	0,0216	0,2107
16:00 - 18:00	0,0669	0,1724	0,0452	0,1767	0,0901	0,1511	0,0222
18:00 - 20:00	0,1435	0,1034	0,0632	0,0552	0,1001	0,0971	0,0776
20:00 - 22:00	0,0096	0,0431	0,0813	0,0221	0,0501	0,1187	0,0333

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 49. Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 29 al 31 de enero de 2015, casa 24**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 - 8:00	0,1186	0,1491	0,1594
08:00 - 10:00	0,3127	0,1726	0,1701
10:00 - 12:00	0,0208	0,0157	0,2232
12:00 - 14:00	0,1668	0,1177	0,1276
14:00 - 16:00	0,1251	0,1491	0,1382
16:00 - 18:00	0,1147	0,0314	0,0744
18:00 - 20:00	0,0834	0,0628	0,1594
20:00 - 22:00	0,0730	0,0863	0,0106

Fuente: elaboración propia.

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

**Apéndice 50. Consumo diario de macromedición en metros cúbicos de septiembre 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 30
LUNES	80,4505	83,4674	0	79,0316	81,3344
MARTES	78,9264	81,8861	81,8861	77,5343	79,7936
MIÉRCOLES	76,7491	79,6272	79,6272	75,3955	0
JUEVES	80,9404	83,9756	83,9756	79,5128	0
VIERNES	74,5718	77,3683	77,3683	73,2566	0
SÁBADO	75,1162	77,933	77,933	73,7913	0
DOMINGO	77,5656	80,4743	80,4743	76,1975	0

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 51. Consumo diario de macromedición en metros cúbicos de octubre 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
MIÉRCOLES	77,3301	80,3212	85,357	78,0259	80,3278
JUEVES	75,8651	78,7995	83,7399	76,5478	78,806
VIERNES	73,7723	76,6257	81,4299	74,4361	76,6321
SÁBADO	77,801	80,8103	85,8767	78,501	0
DOMINGO	71,6795	74,452	79,1198	72,3244	0
LUNES	72,2027	74,9954	79,6973	72,8523	0
MARTES	74,5571	77,4409	82,2961	75,228	0

Fuente: elaboración propia.



**Apéndice 52. Consumo diario de macromedición en metros cúbicos de noviembre 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 30
SABADO	0	79,3342	82,7086	81,2447	79,4229
DOMINGO	0	77,8313	81,1417	79,7056	77,9183
LUNES	78,1872	75,6842	78,9034	81,7394	
MARTES	82,457	79,8173	83,2123	81,7394	
MIÉRCOLES	75,9691	73,5372	76,665	75,308	
JUEVES	76,5236	74,0739	77,2246	75,8577	
VIERNES	79,019	76,4894	79,7428	78,3313	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 53. Consumo diario de macromedición en metros cúbicos de diciembre 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 30
LUNES	80,3414	82,9535	84,4599	78,4289	80,4395
MARTES	78,8194	81,382	82,8599	0	78,9156
MIÉRCOLES	76,645	79,137	80,5741	0	0
JUEVES	80,8306	83,4586	84,9743	0	0
VIERNES	74,4707	76,892	78,2883	72,698	0
SÁBADO	75,0143	77,4532	78,8598	73,2286	0
DOMINGO	77,4604	79,9789	81,4313	75,6165	0

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 54. Consumo diario de macromedición en metros cúbicos de enero de 2015**

	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
JUEVES	0	78,2269	83,1245	80,3479	84,1611
VIERNES	0	76,745	81,5497	78,8258	82,5667
SÁBADO	72,9018	74,6279	79,3001	76,6513	80,289
DOMINGO	76,8829	78,7033	83,6306	80,8372	
LUNES	70,8336	72,5108	77,0504	74,4768	
MARTES	71,3507	73,04	77,6128	75,0204	
MIÉRCOLES	73,6773	75,4218	80,1437	77,4667	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 55. Consumo diario de macromedición en metros cúbicos de febrero de 2015**

	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
DOMINGO	79,4338	80,3369	90,2952	89,476
LUNES	77,929	78,8149	88,5846	87,781
MARTES	75,7792	76,6407	86,1409	85,3594
MIÉRCOLES	79,9175	80,8261	90,8451	90,0209
JUEVES	73,6294	74,4665	83,6972	82,9379
VIERNES	74,1669	75,0101	84,3081	83,5433
SÁBADO	76,5854	77,456	87,0573	86,2675

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 56. **Consumo total de macromedición en metros cúbicos**

SEPTIEMBRE	2 286,164 m <sup>3</sup>
OCTUBRE	2 407,8509 m <sup>3</sup>
NOVIEMBRE	2 199,7891 m <sup>3</sup>
DICIEMBRE	2 135,6117 m <sup>3</sup>
ENERO	2 247,9767 m <sup>3</sup>
FEBRERO	2 297,3068 m <sup>3</sup>
SUMA TOTAL DE LOS DÍAS DE INVESTIGACIÓN:	13 574,6992m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

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

**Apéndice 57. Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 1 al 7 septiembre de 2014**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	SUMA
06:00 - 8:00	0,0000	5,6729	3,4347	6,7339	1,2976	1,9464	6,5390	25,6246
08:00 - 10:00	4,9344	1,4176	3,1454	5,8716	3,5099	3,1011	4,5680	26,5480
10:00 - 12:00	4,8534	2,1550	1,9979	3,0636	5,6076	5,4109	2,1168	25,2053
12:00 - 14:00	3,4973	4,1271	8,6521	0,9578	2,6093	3,1491	1,1757	24,1683
14:00 - 16:00	2,4783	3,4823	2,2166	0,9722	4,0340	2,2458	1,9933	17,4223
16:00 - 18:00	4,0749	3,2536	4,9765	5,3041	3,9684	4,2138	1,7576	27,5489
18:00 - 20:00	2,7899	5,6021	4,9990	6,8016	3,6702	4,3913	3,1084	31,3625
20:00 - 22:00	2,0233	3,3509	4,6882	4,3921	3,6046	3,4256	2,4667	23,9515
<b>Suma</b>	<b>24,6514</b>	<b>29,0614</b>	<b>34,1105</b>	<b>34,0969</b>	<b>28,3016</b>	<b>27,8840</b>	<b>23,7255</b>	
<b>Promedio</b>	<b>1,7608</b>	<b>2,0758</b>	<b>2,4365</b>	<b>2,4355</b>	<b>2,0215</b>	<b>1,9917</b>	<b>1,6947</b>	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 58. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de septiembre de 2014**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	SUMA
06:00 - 8:00	5,4145	6,3975	3,6937	10,6330	7,6224	4,0048	7,1682	44,9342
08:00 - 10:00	3,6328	8,0426	1,8874	7,1602	5,5434	7,0549	8,7863	42,1075
10:00 - 12:00	4,0239	0,2114	1,2619	4,5996	0,7070	0,2821	4,1798	15,2656
12:00 - 14:00	1,5094	0,5641	3,6016	1,0785	2,3289	0,5135	0,7462	10,3421
14:00 - 16:00	1,9487	0,4683	2,4422	0,5243	0,3385	0,2985	1,1409	7,1613
16:00 - 18:00	0,3525	1,1901	2,2775	9,5048	5,6923	4,3326	3,4083	26,7579
18:00 - 20:00	7,1231	3,0333	6,0437	9,9498	4,9061	2,1824	6,4436	39,6820
20:00 - 22:00	2,9555	1,0944	3,4271	6,9935	1,7217	1,0754	2,2155	19,4830
<b>Suma</b>	<b>26,9603</b>	<b>21,0015</b>	<b>24,6350</b>	<b>50,4437</b>	<b>28,8603</b>	<b>19,7441</b>	<b>34,0887</b>	
<b>Promedio</b>	<b>1,9257</b>	<b>1,5001</b>	<b>1,7596</b>	<b>3,6031</b>	<b>2,0615</b>	<b>1,4103</b>	<b>2,4349</b>	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 59. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de septiembre de 2014**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	SUMA
06:00 - 8:00		0,0000	1,3776	1,4195	2,0922	10,1084	6,1039	21,1016
08:00 - 10:00		2,6805	4,2321	7,6495	7,7244	0,7838	1,8068	24,8772
10:00 - 12:00		6,0461	12,9016	5,5175	1,5167	5,8804	2,1306	33,9930
12:00 - 14:00		5,0833	1,7239	3,4399	1,0543	3,9028	1,6691	16,8735
14:00 - 16:00		4,2652	3,0652	1,9186	0,4774	3,4726	1,8030	15,0020
16:00 - 18:00		4,5391	2,8919	1,5086	4,2886	5,7315	1,9255	20,8853
18:00 - 20:00		3,7362	3,0450	1,4680	4,6666	3,5370	1,8975	18,3502
20:00 - 22:00		3,0491	4,2016	6,3161	1,0834	1,5951	1,8496	18,0948
Suma		29,3995	33,4391	29,2378	22,9035	35,0116	19,1861	
Promedio		2,1000	2,3885	2,0884	1,6360	2,5008	1,3704	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 60. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de septiembre de 2014**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	SUMA
06:00 - 8:00	4,3775	7,2411	4,5193	7,5636	4,3108	7,3293	5,1785	40,5201
08:00 - 10:00	3,3429	3,4911	3,1090	11,0610	2,9369	6,4018	7,0791	37,4218
10:00 - 12:00	4,3856	3,1933	2,7291	2,7436	4,2341	1,4823	4,3672	23,1353
12:00 - 14:00	2,7071	0,7477	2,6129	6,9074	5,1121	1,5028	5,8100	25,3999
14:00 - 16:00	1,8964	1,3618	2,5008	4,8045	5,4486	0,7041	2,0736	18,7899
16:00 - 18:00	2,8255	2,3842	2,0766	2,6474	3,0865	3,3000	1,8586	18,1788
18:00 - 20:00	1,6431	2,0264	3,0177	4,5800	1,0518	1,7527	1,4622	15,5338
20:00 - 22:00	0,9191	1,7726	1,7328	1,8001	0,5289	1,0054	1,6272	9,3861
Suma	22,0973	22,2182	22,2983	42,1076	26,7097	23,4784	29,4564	
Promedio	1,5784	1,5870	1,5927	3,0077	1,9078	1,6770	2,1040	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 61. **Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 29 al 30 de septiembre de 2014**

HORA	LUNES	MARTES	SUMA
06:00 - 8:00	9,3657	10,8815	20,2472
08:00 - 10:00	6,9372	3,6013	10,5385
10:00 - 12:00	2,8392	4,7007	7,5399
12:00 - 14:00	2,1951	5,0793	7,2744
14:00 - 16:00	2,4005	2,9399	5,3404
16:00 - 18:00	7,7281	3,0110	10,7391
18:00 - 20:00	6,5206	1,0794	7,6000
20:00 - 22:00	2,8678	0,7595	3,6273
Suma	40,8541	32,0526	
Promedio	2,9182	2,2895	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 62. **Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de octubre de 2014**

HORA	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	SUMA
06:00 - 8:00	5,4825	5,3654	3,7832	5,8285	2,4427	3,5827	4,5102	30,9954
08:00 - 10:00	3,4066	5,7578	5,7369	5,7573	5,6723	6,1109	3,8827	36,3245
10:00 - 12:00	2,7040	3,4772	2,0038	3,0504	3,4401	1,9868	1,2988	17,9611
12:00 - 14:00	2,3992	2,8651	1,4882	2,1914	2,2798	1,2263	1,6387	14,0888
14:00 - 16:00	0,3115	1,6577	2,0457	1,8823	1,4453	1,3873	2,7690	11,4989
16:00 - 18:00	1,4062	2,1942	3,7164	2,8575	2,7343	2,3135	2,0798	17,3018
18:00 - 20:00	3,8640	2,8445	3,4584	1,9757	3,9014	1,0550	3,1489	20,2480
20:00 - 22:00	3,3999	2,3219	2,7102	1,2388	1,1535	0,0107	4,1334	14,9683
Suma	22,9738	26,4839	24,9427	24,7819	23,0694	17,6733	23,4617	
Promedio	1,6410	1,8917	1,7816	1,7701	1,6478	1,2624	1,6758	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 63. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de octubre de 2014**

HORA	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	SUMA
06:00 - 8:00	2,8212	5,4047	2,9441	3,8507	7,5203	4,8419	4,9268	32,3097
08:00 - 10:00	3,5644	4,2309	3,6801	5,2801	12,8174	5,3262	4,4808	39,3799
10:00 - 12:00	3,8386	3,5261	2,2080	2,8141	4,1275	3,1472	1,8120	21,4735
12:00 - 14:00	1,3709	2,5779	1,7174	2,3759	2,7318	2,6632	2,7166	16,1536
14:00 - 16:00	2,4676	1,8786	2,9441	3,5217	2,9942	1,4525	2,0106	17,2691
16:00 - 18:00	1,9193	2,1144	4,1708	2,9165	4,7572	1,9368	4,3997	22,2146
18:00 - 20:00	5,7577	1,8868	3,6799	5,7596	2,2501	2,6631	2,9021	24,8995
20:00 - 22:00	4,3870	1,8827	3,1895	8,3036	0,2231	2,1788	7,7240	27,8887
Suma	26,1267	23,5020	24,5338	34,8222	37,4216	24,2096	30,9725	
Promedio	1,8662	1,6787	1,7524	2,4873	2,6730	1,7293	2,2123	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 64. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de octubre de 2014**

HORA	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	SUMA
06:00 - 8:00	4,0854	5,9233	4,5733	4,6474	4,3404	4,6747	6,7971	35,0415
08:00 - 10:00	5,9344	5,3849	4,8274	7,2476	3,0398	3,7399	2,6777	32,8515
10:00 - 12:00	1,6996	2,4231	2,7949	6,5345	2,1302	0,3739	2,4717	18,4279
12:00 - 14:00	2,1290	1,8847	0,5081	3,6871	1,2530	3,3659	1,6478	14,4755
14:00 - 16:00	5,8351	0,4578	2,2866	0,6402	1,5958	0,5609	0,8238	12,2002
16:00 - 18:00	3,3448	5,9232	2,5409	4,5734	2,1321	2,6178	5,2317	26,3638
18:00 - 20:00	1,1854	2,6924	5,3354	0,3694	1,7413	2,2440	0,6180	14,1859
20:00 - 22:00	0,0273	2,1539	2,5409	3,0716	0,9115	2,0568	0,4120	11,1740
Suma	24,2409	26,8432	25,4076	30,7712	17,1440	19,6338	20,6798	
Promedio	1,7315	1,9174	1,8148	2,1979	1,2246	1,4024	1,4771	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 65. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de octubre de 2014**

HORA	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	SUMA
06:00 - 8:00	2,6714	2,8038	5,3499	0,9332	4,2156	7,6624	4,6906	28,3269
08:00 - 10:00	3,1618	5,8413	2,2499	5,8135	4,2155	5,6635	8,0897	35,0352
10:00 - 12:00	0,2179	4,2057	5,2500	5,3544	7,7287	2,3319	0,6253	25,7140
12:00 - 14:00	3,3258	1,1682	1,2499	2,9096	5,2695	3,9978	4,9095	22,8303
14:00 - 16:00	4,0184	2,5701	4,2500	0,1503	5,6316	1,3326	6,2541	24,2071
16:00 - 18:00	6,3548	1,8692	0,3000	3,8412	2,4158	6,6629	1,5636	23,0074
18:00 - 20:00	2,1730	2,8036	2,5001	4,5968	5,2152	3,9977	2,1889	23,4754
20:00 - 22:00	0,1785	2,1029	3,7499	2,5629	0,3946	1,6657	2,8144	13,4688
Suma	22,1016	23,3649	24,8996	26,1619	35,0863	33,3146	31,1361	
Promedio	1,5787	1,6689	1,7785	1,8687	2,5062	2,3796	2,2240	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 66. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 29 al 31 de octubre de 2014**

HORA	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SUMA
06:00 - 8:00	8,2035	11,7479	6,6640	26,6153
08:00 - 10:00	6,6469	5,8741	4,8864	17,4073
10:00 - 12:00	9,6721	1,5664	6,1790	17,4174
12:00 - 14:00	11,6226	5,0909	4,0403	20,7538
14:00 - 16:00	3,7923	5,4823	0,8378	10,1124
16:00 - 18:00	0,2220	1,5664	6,0472	7,8356
18:00 - 20:00	4,9631	4,6992	3,9313	13,5936
20:00 - 22:00	3,8164	3,1328	0,8834	7,8326
Suma	48,9388	39,1599	33,4694	
Promedio	3,4956	2,7971	2,3907	

Fuente: elaboración propia.



**Apéndice 67. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de noviembre de 2014**

HORA	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SUMA
06:00 - 8:00			0,0000	9,1675	4,8558	3,1088	6,7451	23,8771
08:00 - 10:00			6,9087	7,8985	2,9426	0,7175	0,4856	18,9529
10:00 - 12:00			5,0816	0,9524	3,5836	5,1954	3,9504	18,7634
12:00 - 14:00			3,0430	6,3223	4,1918	3,6665	7,9904	25,2140
14:00 - 16:00			5,1511	7,6635	4,9071	2,2145	3,2086	23,1447
16:00 - 18:00			1,8016	5,7046	0,1295	4,4655	2,6483	14,7495
18:00 - 20:00			0,8153	1,3277	2,6590	3,1807	1,0635	9,0461
20:00 - 22:00			1,1396	2,0984	0,7472	2,4200	2,1103	8,5156
Suma			23,9409	41,1348	24,0166	24,9690	28,2021	
Promedio			1,7101	2,9382	1,7155	1,7835	2,0144	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 68. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 noviembre de 2014**

HORA	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SUMA
06:00 - 8:00	9,2471	6,1989	4,6748	6,0326	9,1477	8,6472	5,4188	49,3671
08:00 - 10:00	8,7009	2,5476	5,2690	4,1532	3,5221	6,3021	4,6311	35,1261
10:00 - 12:00	0,3039	3,7490	3,2304	0,9168	3,7058	5,6507	4,0246	21,5811
12:00 - 14:00	5,0751	0,8622	0,1388	0,6802	1,8682	1,5451	2,4600	12,6296
14:00 - 16:00	2,9364	3,2906	3,1986	3,6760	4,5800	0,9182	0,8535	19,4533
16:00 - 18:00	1,9816	3,8938	2,7606	2,6199	2,1885	4,7678	4,3418	22,5539
18:00 - 20:00	1,5313	0,2684	2,2979	1,5843	4,2665	1,5451	2,1892	13,6828
20:00 - 22:00	1,0275	0,0588	1,6490	2,2406	1,5043	0,6428	3,3510	10,4741
Suma	30,8038	20,8693	23,2191	21,9037	30,7829	30,0190	27,2700	
Promedio	2,2003	1,4907	1,6585	1,5645	2,1988	2,1442	1,9479	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 69. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 noviembre de 2014**

HORA	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SUMA
06:00 - 8:00	3,0018	4,5388	8,4676	6,0277	4,7261	4,4352	5,5441	36,7414
08:00 - 10:00	6,8827	9,7440	3,4464	5,4710	1,8854	5,2731	5,3630	38,0655
10:00 - 12:00	2,8981	0,2040	2,5707	3,8394	2,2701	6,3975	3,1783	21,3581
12:00 - 14:00	1,8618	5,3742	4,2133	2,3305	2,0467	2,6089	3,4460	21,8812
14:00 - 16:00	1,6621	3,5956	0,3395	5,2961	3,3790	0,2446	0,2343	14,7512
16:00 - 18:00	3,7083	2,9983	3,6875	0,3000	0,9726	4,2418	2,1111	18,0196
18:00 - 20:00	2,8904	3,1144	2,6143	2,4070	1,1561	2,7921	1,1499	16,1242
20:00 - 22:00	2,0881	1,6209	3,1269	0,8085	2,4190	2,5193	2,2016	14,7842
Suma	24,9933	31,1902	28,4662	26,4801	18,8550	28,5124	23,2282	
Promedio	1,7852	2,2279	2,0333	1,8914	1,3468	2,0366	1,6592	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 70. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de noviembre de 2014**

HORA	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SUMA
06:00 - 8:00	4,4786	0,6293	5,5853	6,0277	8,2366	7,1518	10,0991	42,2085
08:00 - 10:00	3,4806	7,5385	5,7730	1,7874	6,4260	4,6443	7,0652	36,7150
10:00 - 12:00	6,8242	5,1807	0,3405	5,6309	2,8787	3,7824	5,0161	29,6534
12:00 - 14:00	0,9454	1,0655	3,7050	2,2169	0,4128	5,5864	3,2862	17,2181
14:00 - 16:00	4,9367	6,5607	1,0495	4,1855	4,9467	2,7876	0,5771	25,0437
16:00 - 18:00	2,4413	3,8694	4,1651	1,5135	3,9748	1,1549	5,3299	22,4490
18:00 - 20:00	3,7263	3,6974	4,0349	3,1811	2,5252	1,6678	1,0582	19,8909
20:00 - 22:00	0,3043	2,3974	1,3472	0,0771	1,5163	4,6039	1,7567	12,0028
Suma	27,1373	30,9388	26,0005	24,6201	30,9171	31,3790	34,1885	
Promedio	1,9384	2,2099	1,8572	1,7586	2,2084	2,2414	2,4420	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 71. **Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 29 al 30 de noviembre de 2014**

HORA	SABADO	DOMINGO	SUMA
06:00 - 8:00	13,7014	14,8576	28,5590
08:00 - 10:00	8,7557	4,9829	13,7387
10:00 - 12:00	7,6136	1,3585	8,9721
12:00 - 14:00	1,1052	7,6390	8,7442
14:00 - 16:00	2,8564	0,9748	3,8312
16:00 - 18:00	3,7584	4,0265	7,7849
18:00 - 20:00	7,5651	5,4093	12,9743
20:00 - 22:00	5,2054	5,8297	11,0352
Suma	50,5612	45,0784	
Promedio	3,6115	3,2199	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 72. **Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de diciembre de 2014**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	SUMA
06:00 - 8:00	11,5903	0,6278	6,0026	9,1603	5,9829	4,9783	7,4699	45,8120
08:00 - 10:00	3,3617	7,2189	6,7288	2,5650	4,6533	3,6206	5,2288	33,3772
10:00 - 12:00	5,8830	5,4613	0,0602	8,4275	1,9943	2,7154	3,7350	28,2766
12:00 - 14:00	0,8404	0,9415	4,3544	3,2977	0,2216	4,0731	1,7429	15,4716
14:00 - 16:00	4,7625	6,9050	0,9557	6,3756	3,5454	2,0365	0,7470	25,3277
16:00 - 18:00	2,2412	4,0804	4,8297	2,1984	2,8806	0,6789	4,2330	21,1422
18:00 - 20:00	3,3617	3,7663	4,5159	4,6864	1,7728	1,1313	0,4979	19,7325
20:00 - 22:00	0,5602	2,5110	1,4627	0,0771	1,1078	3,3942	1,2449	10,3579
Suma	32,6009	31,5122	28,9101	36,7881	22,1586	22,6283	24,8995	
Promedio	2,3286	2,2509	2,0650	2,6277	1,5828	1,6163	1,7785	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 73. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de diciembre de 2014**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	SUMA
06:00 - 8:00	6,7315	7,0702	5,2457	9,7122	10,3783	7,6729	6,1036	52,9145
08:00 - 10:00	9,9465	2,8634	6,1471	6,5903	3,8167	5,5562	5,1881	40,1082
10:00 - 12:00	0,3602	4,2951	3,7445	1,3875	4,1638	5,0271	4,5776	23,5558
12:00 - 14:00	5,8823	0,9545	0,2661	1,0406	2,0935	1,3230	2,7467	14,3067
14:00 - 16:00	3,3612	3,8179	3,6245	5,8967	5,2047	0,7938	0,9156	23,6144
16:00 - 18:00	2,2408	4,5338	3,1495	4,1623	2,4288	4,2332	4,8828	25,6313
18:00 - 20:00	1,6807	0,2386	2,5112	2,4281	4,8577	1,3230	2,4415	15,4808
20:00 - 22:00	1,1319	0,0884	1,8495	3,4687	1,7542	0,5291	3,6621	12,4838
Suma	31,3350	23,8620	26,5381	34,6863	34,6979	26,4583	30,5181	
Promedio	2,2382	1,7044	1,8956	2,4776	2,4784	1,8899	2,1799	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 74. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de diciembre de 2014**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	SUMA
06:00 - 8:00	3,4072	4,7942	3,5210	7,6131	2,3852	3,9517	5,1439	30,8164
08:00 - 10:00	3,2936	5,2738	5,3989	9,1359	5,9628	6,9154	4,4424	40,4228
10:00 - 12:00	2,8231	3,1163	1,8779	4,5679	3,5778	2,1734	1,1691	19,3055
12:00 - 14:00	2,3526	2,6370	1,4084	2,7407	2,3851	1,3832	1,8705	14,7774
14:00 - 16:00	0,2352	1,4383	1,8779	0,9136	1,4311	1,5807	3,2734	10,7501
16:00 - 18:00	1,4116	1,9177	3,5210	3,3499	2,8622	2,5685	2,3381	17,9689
18:00 - 20:00	3,9995	2,6369	3,2864	1,5225	4,0547	1,1855	3,7410	20,4265
20:00 - 22:00	3,5288	2,1575	2,5820	0,6091	1,1926	0,0000	5,1064	15,1764
Suma	21,0516	23,9716	23,4734	30,4527	23,8515	19,7585	27,0847	
Promedio m <sup>3</sup> /h	1,5037	1,7123	1,6767	2,1752	1,7037	1,4113	1,9346	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 75. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 diciembre de 2014**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	SUMA
06:00 - 8:00					0,0000	5,6424	5,9025	13,7228
08:00 - 10:00					6,1343	9,7555	5,0964	25,2503
10:00 - 12:00					3,7064	3,1154	1,3857	11,6381
12:00 - 14:00					2,4614	1,9542	2,1537	9,5084
14:00 - 16:00					1,5315	2,2227	3,7149	7,8488
16:00 - 18:00					2,9575	3,6562	2,7121	11,1387
18:00 - 20:00					4,1767	1,6780	4,2651	14,9683
20:00 - 22:00					1,2738	0,0080	5,8263	11,3676
Suma					22,2418	28,0323	31,0568	
Promedio					1,5887	2,0023	2,2183	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 76. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 29 al 31 de diciembre de 2014**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	SUMA
06:00 - 8:00	4,1826	10,0429		14,2255
08:00 - 10:00	5,6965	5,0215		10,7180
10:00 - 12:00	8,3455	1,3391		9,6845
12:00 - 14:00	10,0534	4,3519		14,4053
14:00 - 16:00	3,3749	4,6868		8,0616
16:00 - 18:00	0,0498	1,3391		1,3889
18:00 - 20:00	4,0794	4,0172		8,0966
20:00 - 22:00	3,2005	2,6782		5,8787
Suma	38,9826	33,4766		
Promedio	2,7845	2,3912		

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 77. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de enero de 2015**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	SUMA
06:00 - 8:00			0,0000	3,627	7,2130	7,0028	8,1445	25,9820
08:00 - 10:00			4,6254	5,6935	2,4043	5,6022	3,2085	21,5338
10:00 - 12:00			2,6778	5,1670	3,6064	0,5602	2,9616	14,9731
12:00 - 14:00			0,4868	2,8974	0,0000	5,0419	1,9744	10,4006
14:00 - 16:00			2,1910	0,4829	2,8853	0,8403	0,9872	7,3867
16:00 - 18:00			2,4343	3,6217	4,0873	3,9216	6,2688	20,3337
18:00 - 20:00			5,1123	0,2414	3,8468	3,3614	0,7404	13,3022
20:00 - 22:00			2,4344	2,4145	0,0000	3,0811	0,4936	8,4237
Suma			19,9621	24,1401	24,0431	29,4116	24,7789	
Promedio			1,4259	1,7243	1,7174	2,1008	1,7699	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 78. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de enero de 2015**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	SUMA
06:00 - 8:00	2,2419	7,1312	4,7019	8,0831	10,0683	8,6003	6,7810	47,6076
08:00 - 10:00	6,3421	2,8525	5,6905	7,6859	3,9661	6,0203	3,2550	35,8124
10:00 - 12:00	4,7978	3,4230	7,3497	4,6956	3,6613	4,3002	5,6962	33,9239
12:00 - 14:00	0,8273	3,1376	2,8122	4,9603	2,4407	2,0067	0,8136	16,9983
14:00 - 16:00	6,0662	5,1346	0,0633	0,0234	1,2205	0,8600	4,6112	17,9792
16:00 - 18:00	3,5847	1,4262	4,6531	3,0761	7,7494	4,8736	2,1699	27,5331
18:00 - 20:00	3,3088	1,7114	3,0031	1,6507	0,9153	0,5734	3,2550	14,4178
20:00 - 22:00	2,2059	3,7083	2,8193	3,3094	0,6102	1,4334	0,5425	14,6290
Suma	29,3747	28,5248	31,0931	33,4846	30,6317	28,6679	27,1245	
Promedio	2,0982	2,0375	2,2209	2,3918	2,1880	2,0477	1,9375	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 79. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de enero de 2015**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	SUMA
06:00 - 8:00	0,3249	4,1702	2,6699	9,9224	7,6015	4,5251	7,5037	36,7176
08:00 - 10:00	5,0558	3,5315	7,9241	4,1787	3,1490	5,1031	5,1519	34,0940
10:00 - 12:00	4,6347	3,0747	0,2257	6,0769	4,5325	3,1124	1,1336	22,7906
12:00 - 14:00	1,2696	1,8851	4,6251	1,4217	1,0851	2,2709	0,8417	13,3993
14:00 - 16:00	0,7996	0,6284	2,6922	5,1752	4,0743	3,2919	4,5908	21,2525
16:00 - 18:00	3,8405	3,3443	1,7575	6,3239	4,8150	2,7028	3,1767	25,9607
18:00 - 20:00	1,2695	1,6824	1,3328	0,3551	0,2957	2,2375	1,8857	9,0587
20:00 - 22:00	0,4807	2,4568	0,9079	0,1030	0,0222	1,5925	2,6547	8,2177
Suma	17,6754	20,7735	22,1352	33,5570	25,5753	24,8361	26,9387	
Promedio	1,2625	1,4838	1,5811	2,3969	1,8268	1,7740	1,9242	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 80. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de enero de 2015**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	SUMA
06:00 - 8:00	4,5532	5,9538	4,1245	9,6695	4,6539	8,3430	6,6902	43,9881
08:00 - 10:00	3,5232	4,4007	7,1133	7,0021	9,9727	4,0170	7,9647	43,9936
10:00 - 12:00	6,4595	1,8121	0,5499	6,3352	0,6649	2,7810	4,4602	23,0628
12:00 - 14:00	4,4041	3,1063	4,3170	1,6671	5,9836	4,6350	2,8672	26,9803
14:00 - 16:00	4,6976	1,0355	5,4992	1,0003	3,9891	0,6180	6,0531	22,8927
16:00 - 18:00	2,0552	5,1771	1,3748	5,3349	2,9917	4,3260	0,6371	21,8968
18:00 - 20:00	4,4042	3,1064	1,9248	1,6672	3,3243	2,7811	2,2301	19,4380
20:00 - 22:00	0,2935	1,2943	2,4747	0,6668	1,6621	3,3990	0,9558	10,7462
Suma	30,3906	25,8862	27,3780	33,3431	33,2423	30,9002	31,8583	
Promedio	2,1708	1,8490	1,9556	2,3816	2,3744	2,2072	2,2756	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 81. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 29 al 31 de enero de 2015**

HORA	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	SUMA
06:00 - 8:00	4,5806	7,5141	7,0012	19,0959
08:00 - 10:00	15,0148	8,7006	7,4680	31,1835
10:00 - 12:00	1,0010	0,7909	9,8017	11,5936
12:00 - 14:00	8,0078	5,9323	5,6010	19,5411
14:00 - 16:00	6,0060	7,5141	6,0677	19,5878
16:00 - 18:00	5,5054	1,5819	3,2673	10,3547
18:00 - 20:00	4,0039	3,1638	7,0012	14,1688
20:00 - 22:00	3,5036	4,3503	0,4667	8,3206
Suma	47,6232	39,5480	46,6747	
Promedio	3,4017	2,8249	3,3339	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 82. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de enero de 2015**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	SUMA
06:00 - 8:00	7,0070	4,5348	8,4320	6,9651	9,2592	6,3857	0,5786	43,1624
08:00 - 10:00	4,9484	7,8211	6,1061	8,0649	6,4816	3,0651	6,6543	43,1414
10:00 - 12:00	2,0375	0,6045	5,5244	0,7333	4,6296	5,3641	5,0340	23,9274
12:00 - 14:00	3,4929	4,7465	1,4537	5,4987	2,1605	0,7663	0,8679	18,9865
14:00 - 16:00	1,1643	6,0464	0,8724	6,9652	0,9259	4,3423	6,3650	26,6814
16:00 - 18:00	5,8215	1,5116	4,6520	1,4663	5,2468	2,0434	3,7612	24,5028
18:00 - 20:00	3,4929	2,1163	1,4538	2,9328	0,6174	3,0652	3,4718	17,1502
20:00 - 22:00	1,4554	2,7208	0,5816	4,0324	1,5432	0,5109	2,3145	13,1588
Suma	29,4200	30,1019	29,0760	36,6587	30,8641	25,5429	29,0474	
Promedio	2,1014	2,1501	2,0769	2,6185	2,2046	1,8245	2,0748	

Fuente: elaboración propia.



**Apéndice 83. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de enero de 2015**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	SUMA
06:00 - 8:00	6,7091	0,6148	6,5760	9,4547	7,8150	6,8500	6,6353	44,6549
08:00 - 10:00	3,7642	7,0697	7,4726	2,6474	6,5646	5,2060	6,3337	39,0582
10:00 - 12:00	7,8418	5,3484	1,9728	8,6985	2,8133	3,2881	4,5240	34,4869
12:00 - 14:00	0,9411	0,9222	4,4837	3,4037	0,3127	4,9320	2,1113	17,1066
14:00 - 16:00	5,6461	6,7624	0,8966	6,5806	5,0016	2,4659	0,9048	28,2580
16:00 - 18:00	2,5094	3,9960	5,0815	2,2690	4,0639	0,8220	5,1272	23,8691
18:00 - 20:00	3,7641	4,6107	1,1955	4,9166	2,5007	1,3701	2,1113	20,4690
20:00 - 22:00	0,9410	1,5369	2,0924	0,0000	2,1883	2,4659	2,4128	11,6374
Suma	32,1169	30,8610	29,7711	37,9705	31,2600	27,4000	30,1605	
Promedio	2,2941	2,2044	2,1265	2,7122	2,2329	1,9571	2,1543	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 84. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de enero de 2015**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	SUMA
06:00 - 8:00	5,8052	5,9217	4,7404	7,9256	3,1030	6,6265	6,8097	40,9320
08:00 - 10:00	4,1894	6,5136	7,2686	9,5103	7,7574	11,5964	5,8812	52,7169
10:00 - 12:00	3,5911	3,8490	2,5281	4,7553	4,6545	3,6447	1,5477	24,5704
12:00 - 14:00	2,9924	3,2569	1,8961	2,8532	3,1029	2,3192	2,4762	18,8970
14:00 - 16:00	0,2994	1,7764	2,5282	0,9510	1,8618	2,6506	4,3335	14,4009
16:00 - 18:00	1,7954	2,3686	4,7404	3,4871	3,7237	4,3073	3,0953	23,5177
18:00 - 20:00	5,0873	3,2568	4,4243	1,5852	5,2749	1,9879	4,9525	26,5690
20:00 - 22:00	4,4887	2,6648	3,4762	0,6340	1,5516	0,0000	6,7602	19,5755
Suma	28,2490	29,6079	31,6023	31,7017	31,0297	33,1326	35,8563	
Promedio	2,0178	2,1148	2,2573	2,2644	2,2164	2,3666	2,5612	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 85. Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de enero de 2015**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	SUMA
06:00 - 8:00	2,5783	4,1006	7,1202	1,1673	3,9907	7,2459	4,8576	31,0605
08:00 - 10:00	2,7727	8,5429	2,9945	8,5989	3,9907	5,3557	8,3778	40,6330
10:00 - 12:00	0,9592	6,1509	6,9871	8,1709	7,3162	2,2053	0,6477	32,4373
12:00 - 14:00	4,0946	1,7086	1,6636	3,5446	4,9883	3,7805	5,0843	24,8644
14:00 - 16:00	4,7985	3,7589	5,6562	0,7374	5,3209	1,2602	6,4768	28,0089
16:00 - 18:00	7,8909	2,7337	0,3993	5,8363	2,3279	6,3008	1,6192	27,1081
18:00 - 20:00	0,8112	4,1006	3,3272	7,0036	4,9883	3,7805	2,2669	26,2783
20:00 - 22:00	0,0000	3,0754	4,9908	3,8909	0,3326	1,5752	2,9146	16,7794
Suma	23,9053	34,1716	33,1388	38,9498	33,2555	31,5038	32,2448	
Promedio	1,7075	2,4408	2,3671	2,7821	2,3754	2,2503	2,3032	

Fuente: elaboración propia.

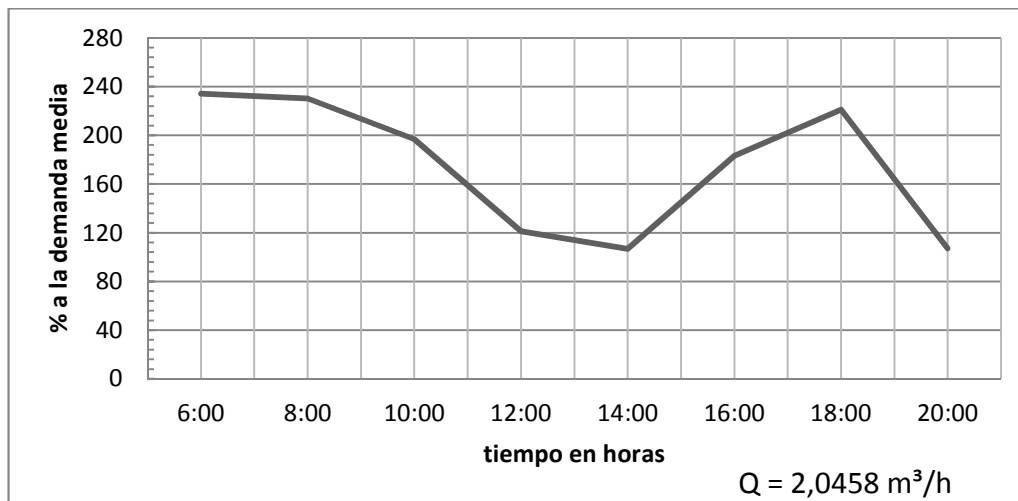
**Apéndice 86. Consumo total de micromedición en metros cúbicos durante el período de investigación**

HORA	M3
06:00 - 8:00	1 098,3041
08:00 - 10:00	984,4491
10:00 - 12:00	666,7029
12:00 - 14:00	562,9353
14:00 - 16:00	544,9605
16:00 - 18:00	612,4710
18:00 - 20:00	574,3486
20:00 - 22:00	732,2522
Suma	5 776,4237
Promedio	4 12,60169

Fuente: elaboración propia.

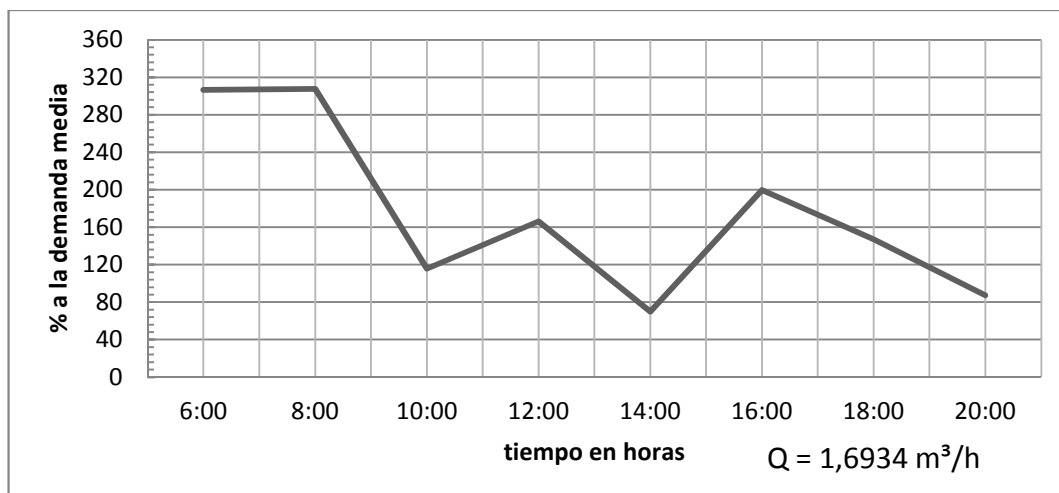
A continuación se presentan las gráficas de la demanda promedio de los días lunes a domingo, en los meses de investigación.

**Apéndice 87. Promedio de los lunes de septiembre de 2014**



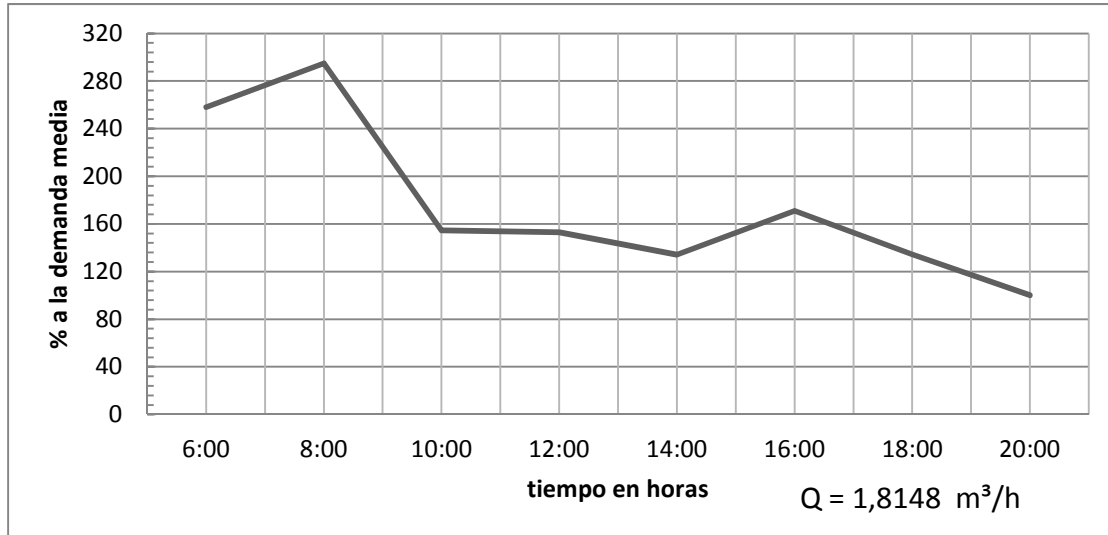
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 88. Promedio de los lunes de octubre de 2014**



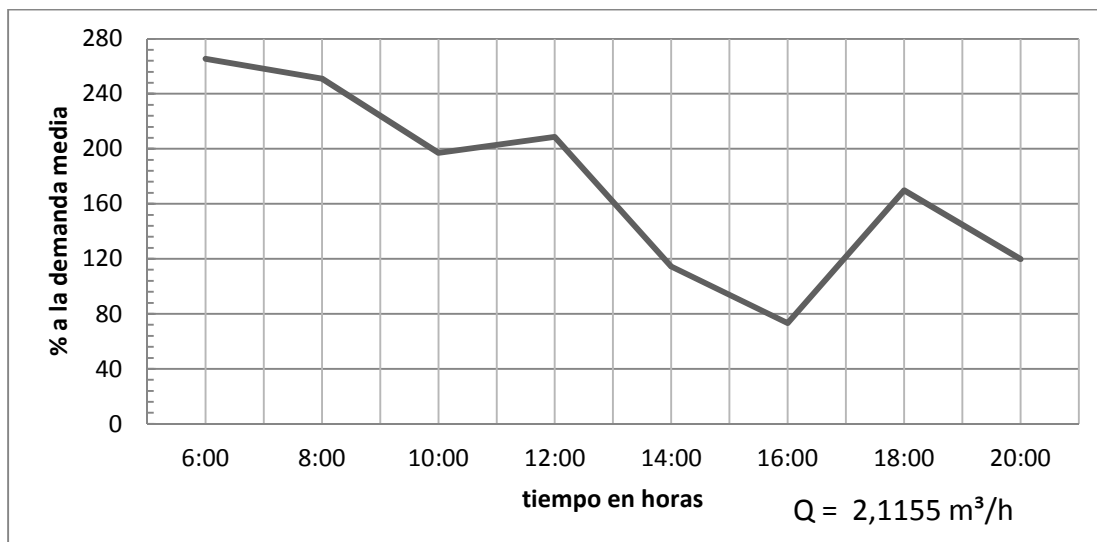
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 89. **Promedio de los lunes de noviembre de 2014**



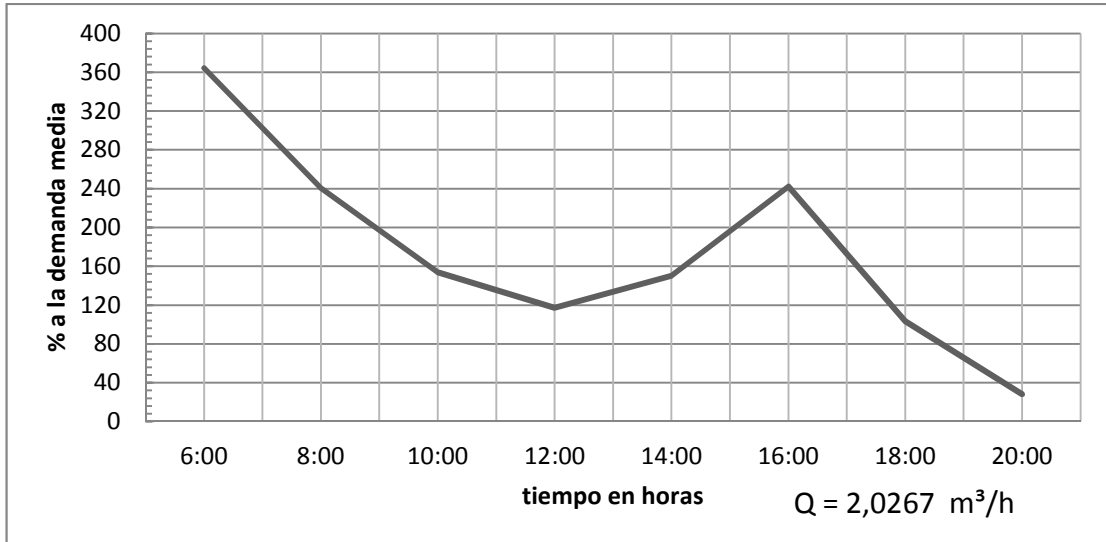
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 90. **Promedio de los lunes de diciembre de 2014**



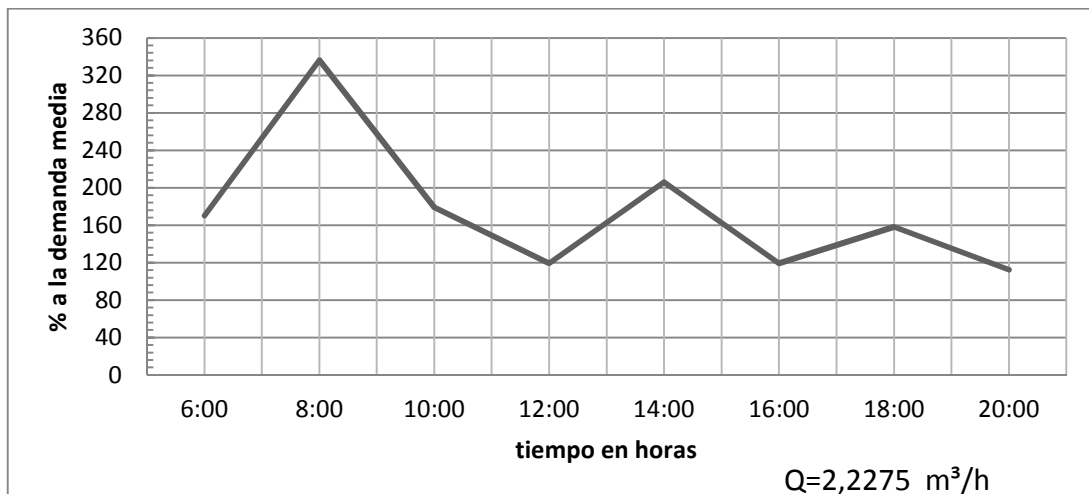
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 91. **Promedio de los lunes de enero de 2015**



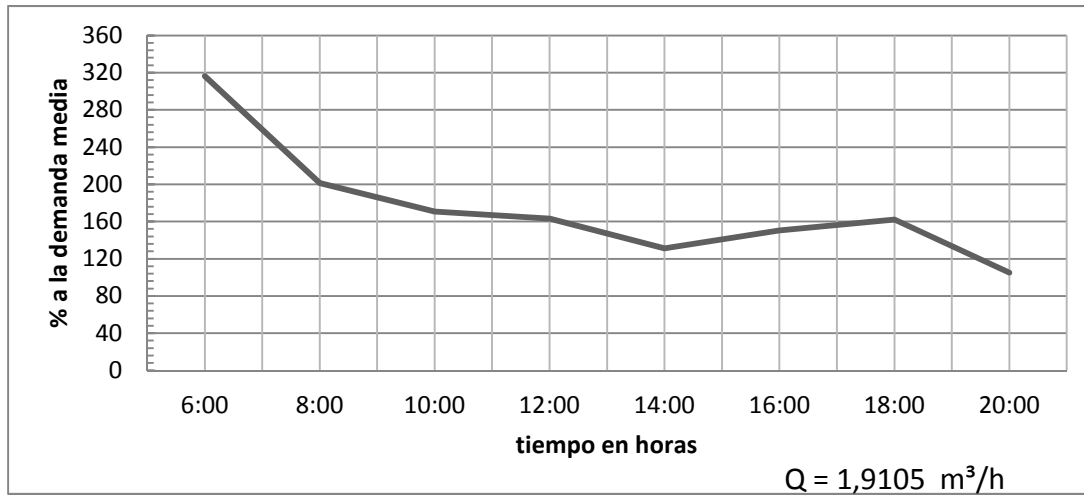
Fuente: elaboración propia

Apéndice 92. **Promedio de los lunes de febrero de 2015**



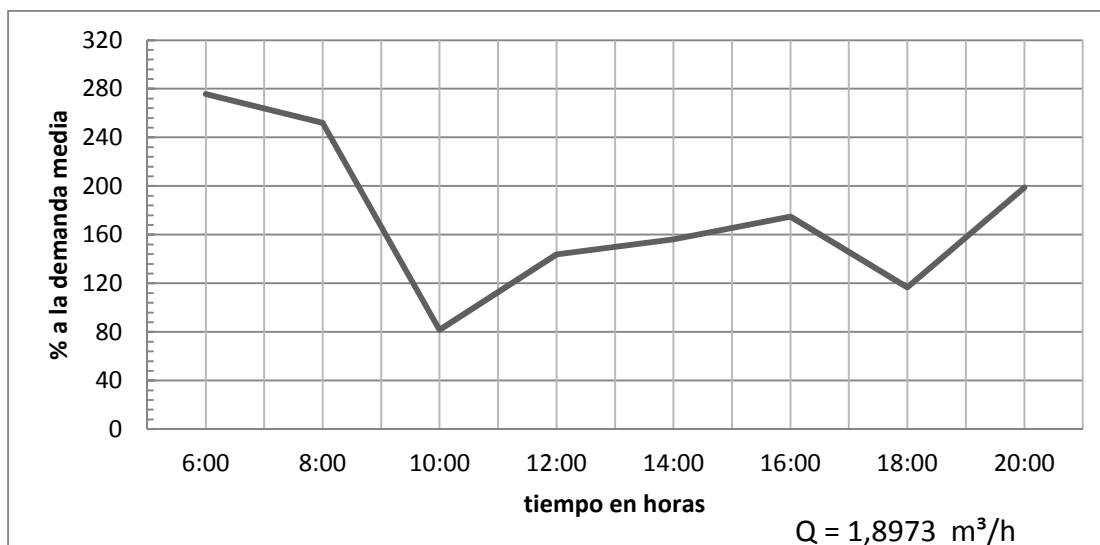
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 93. **Promedio de los martes de septiembre de 2014**



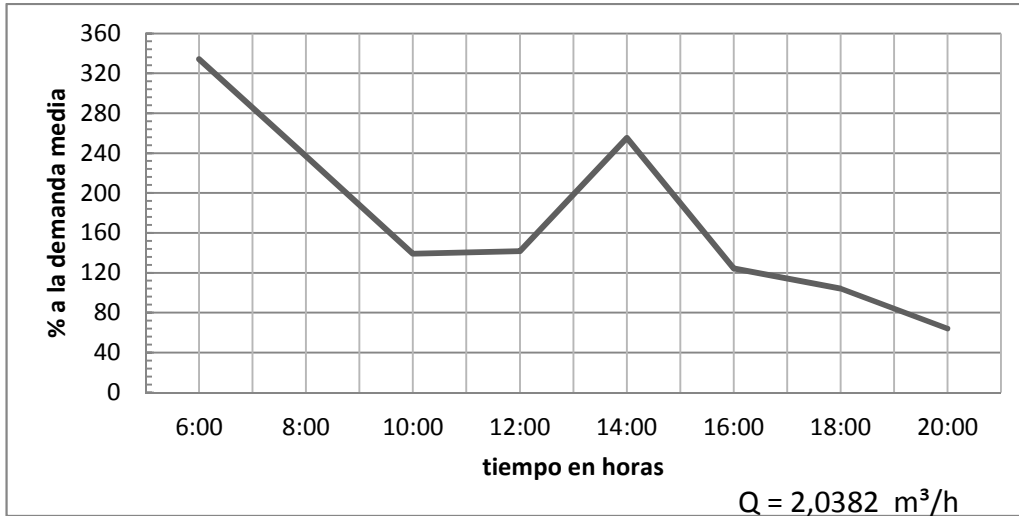
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 94. **Promedio de los martes de octubre de 2014**



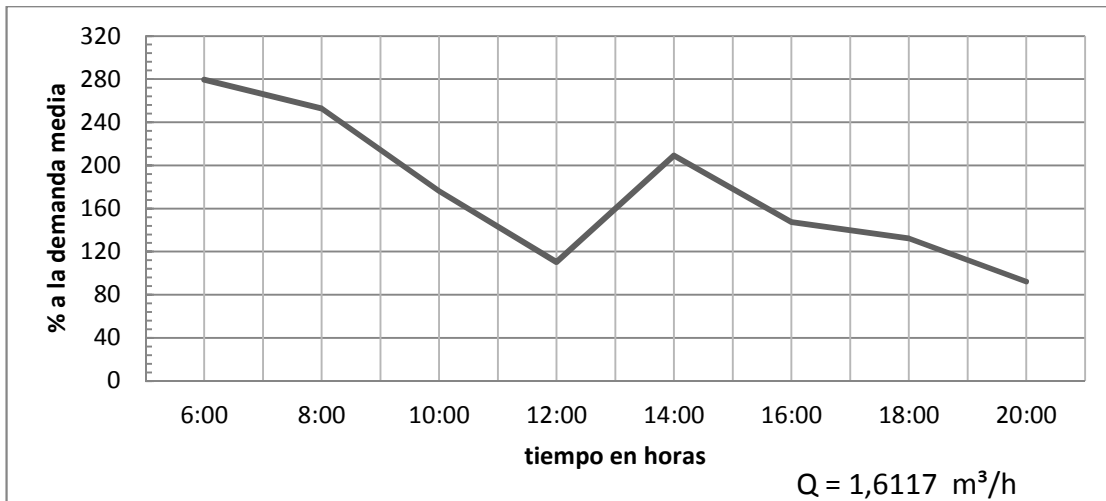
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 95. **Promedio de los martes de noviembre de 2014**



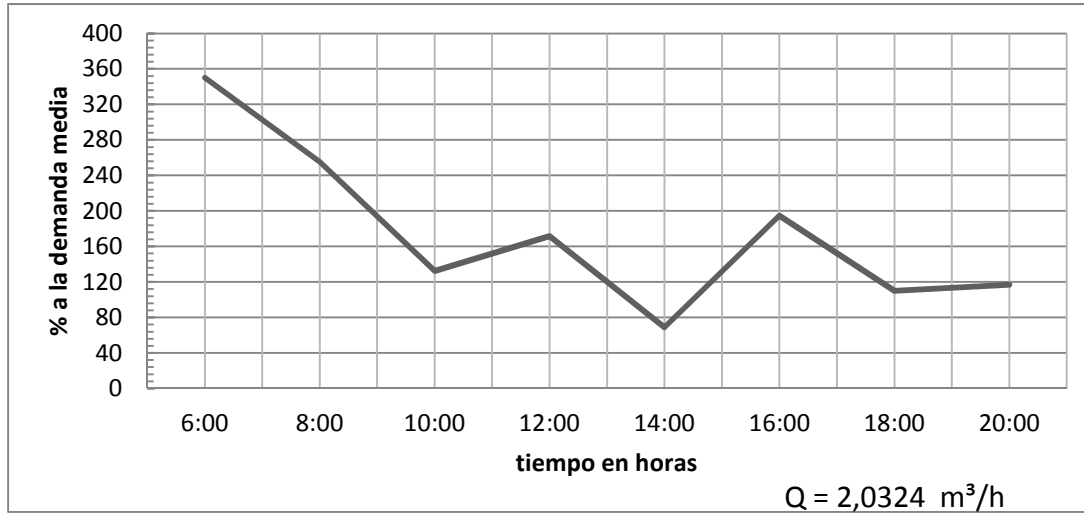
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 96. **Promedio de los martes de diciembre de 2014**



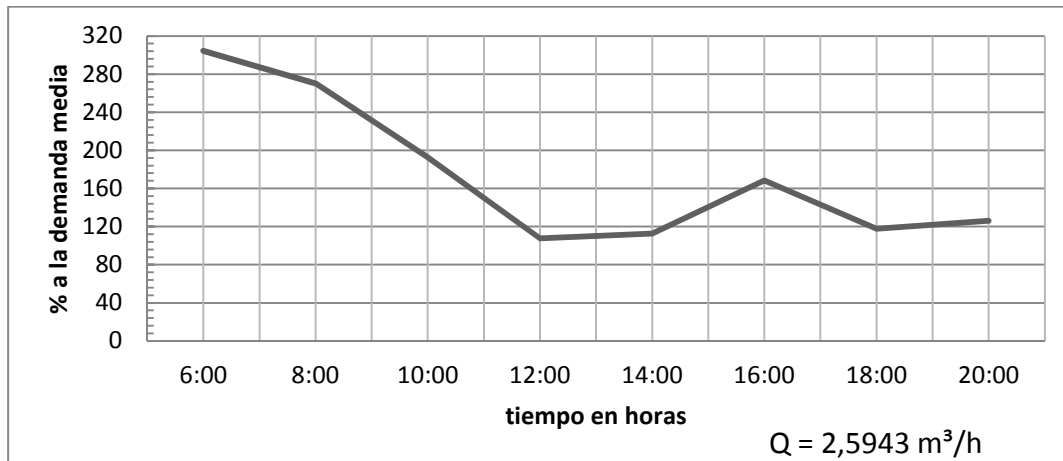
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 97. Promedio de los martes de enero de 2015



Fuente: elaboración propia.

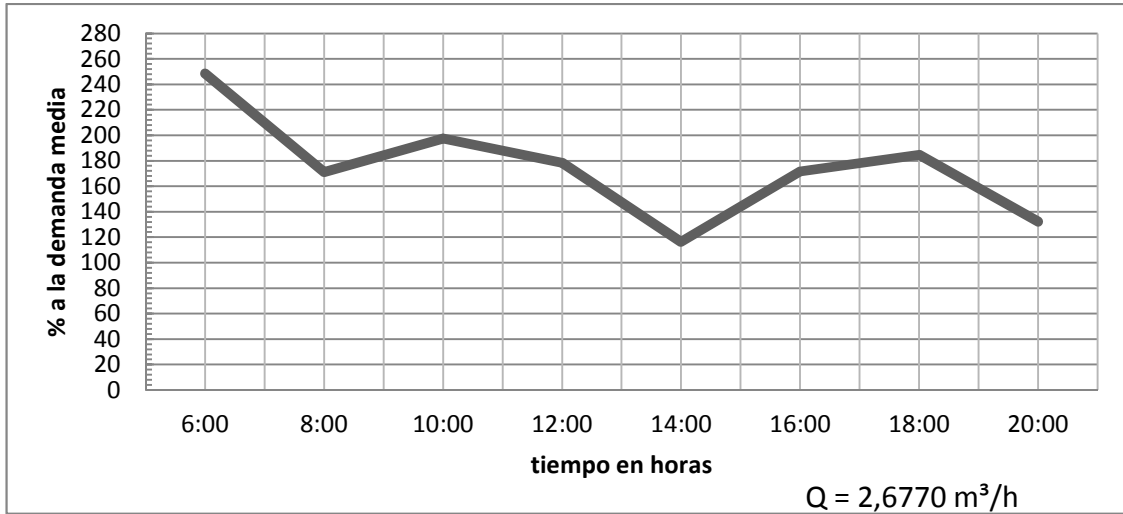
Apéndice 98. Promedio de los martes de febrero de 2015



Fuente: elaboración propia.

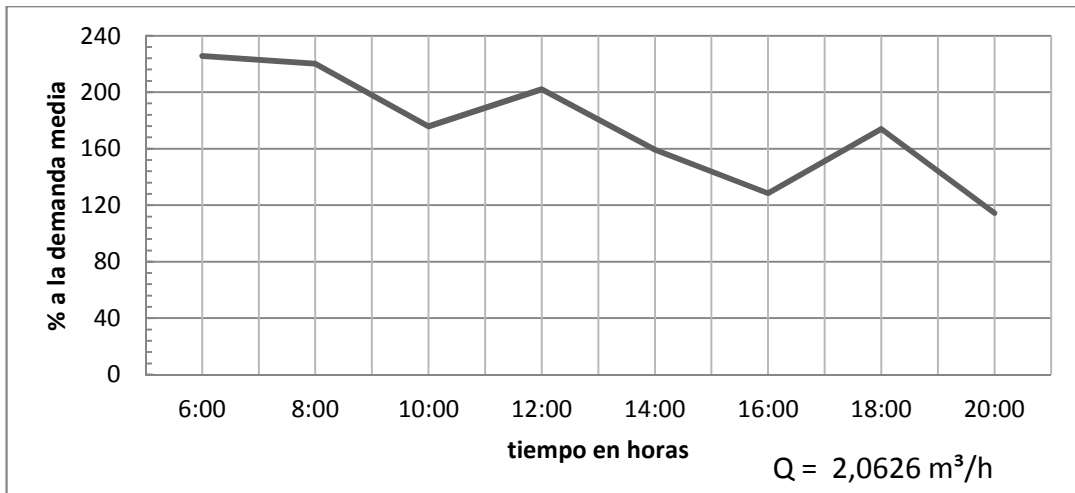


Apéndice 99. **Promedio de los miércoles de septiembre de 2014**



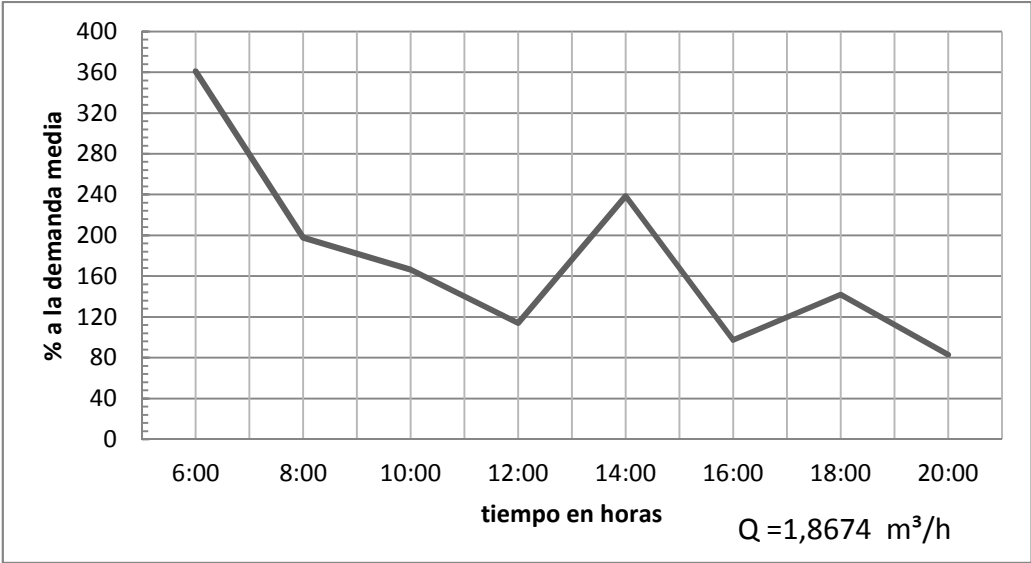
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 100. **Promedio de los miércoles de octubre de 2014**



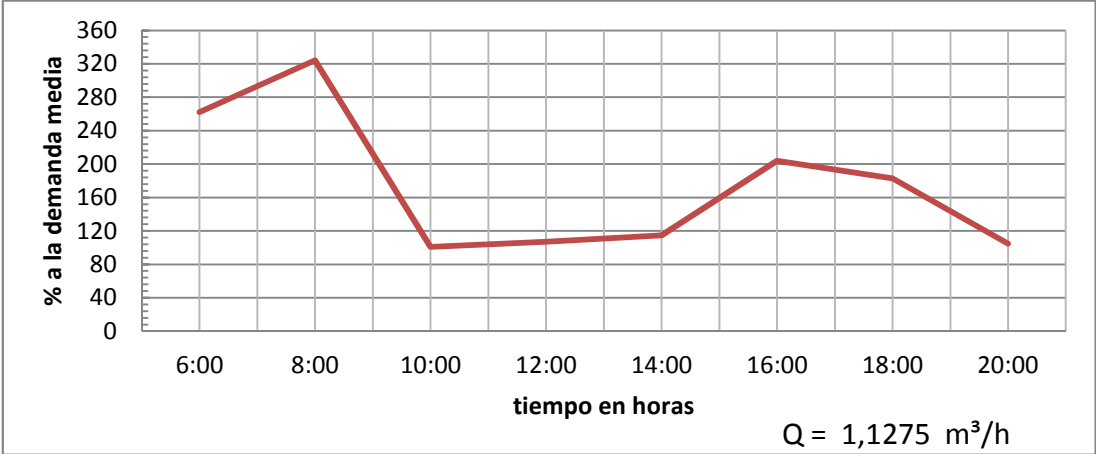
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 101. Promedio de los miércoles de noviembre de 2014



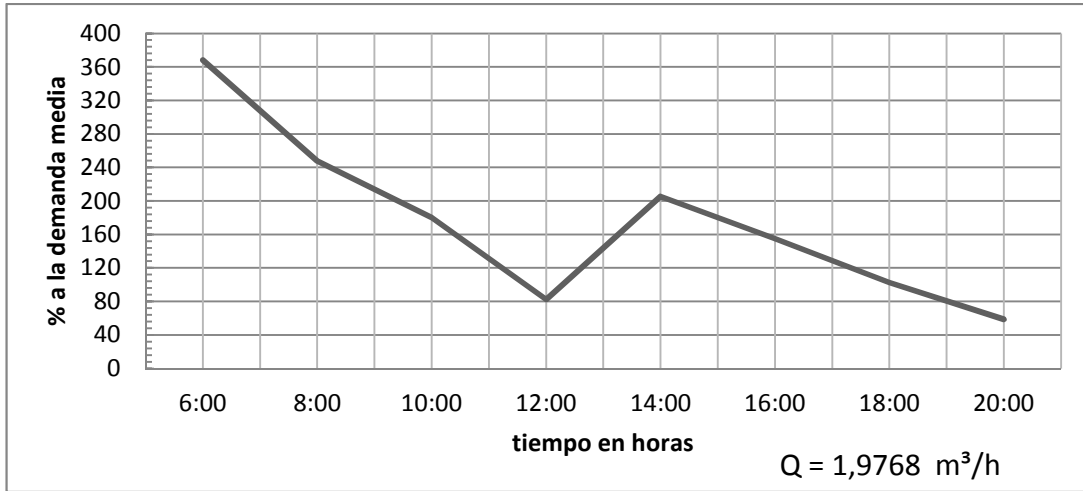
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 102. Promedio de los miércoles de diciembre de 2014



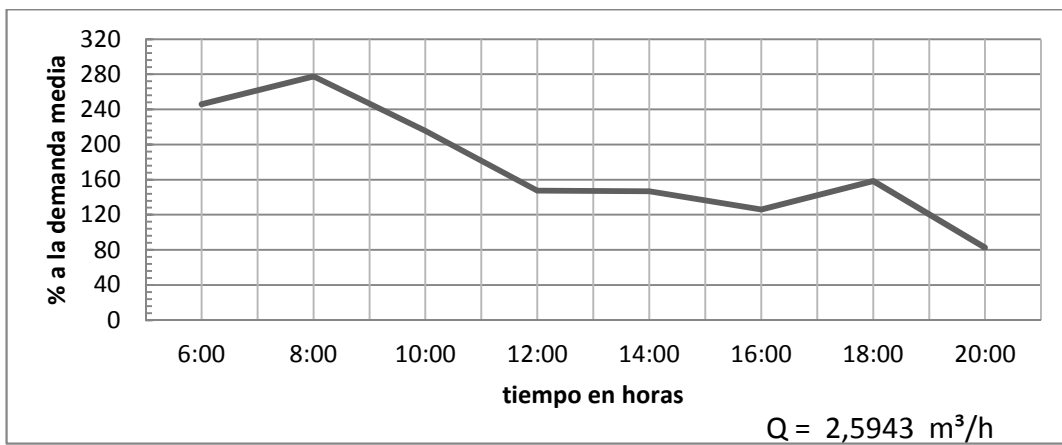
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 103. Promedio de los miércoles de enero de 2015



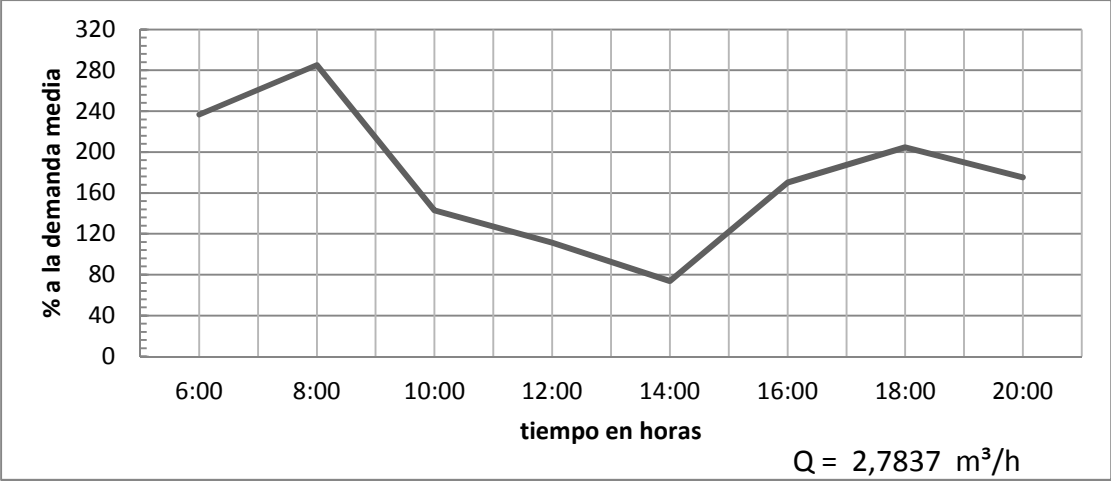
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 104. Promedio de los miércoles de febrero de 2015



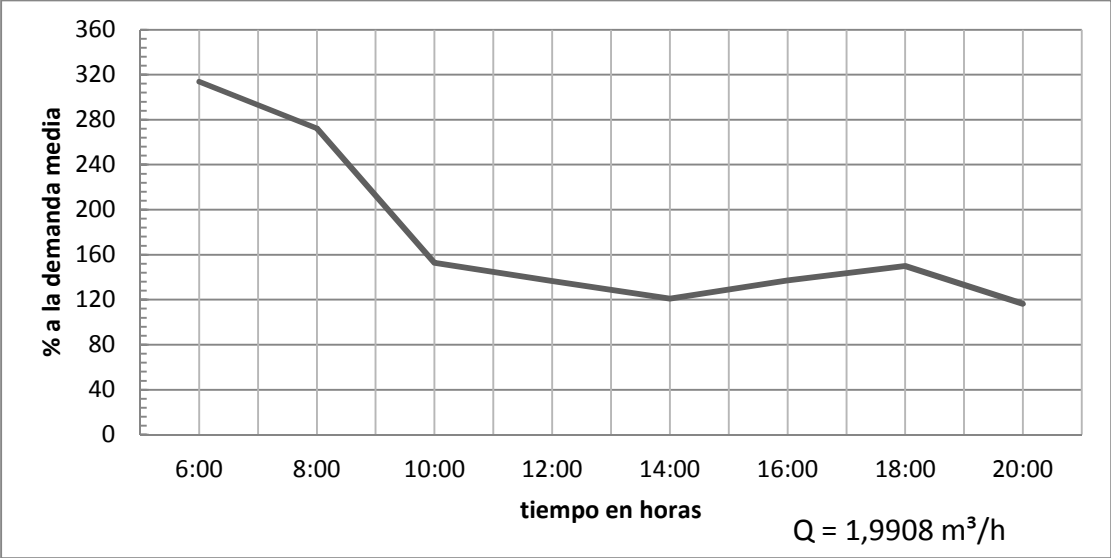
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 105. Promedio de los jueves de septiembre de 2014**



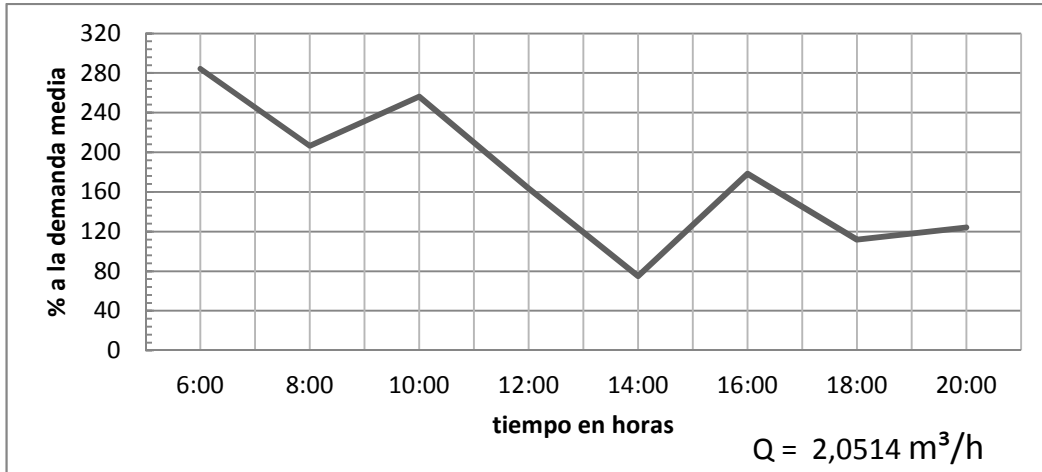
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 106. Promedio de los jueves de octubre de 2014**



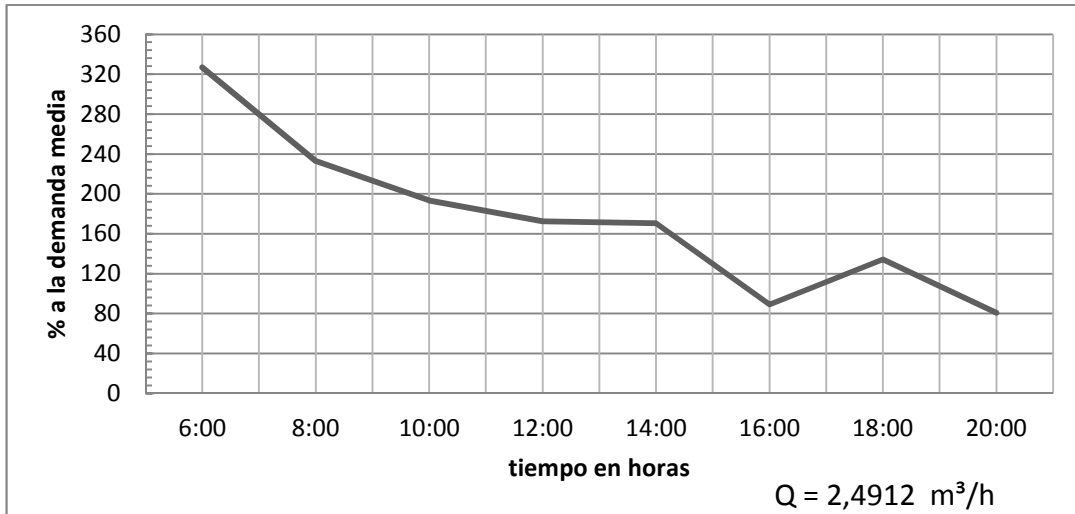
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 107. Promedio de los jueves de noviembre de 2014



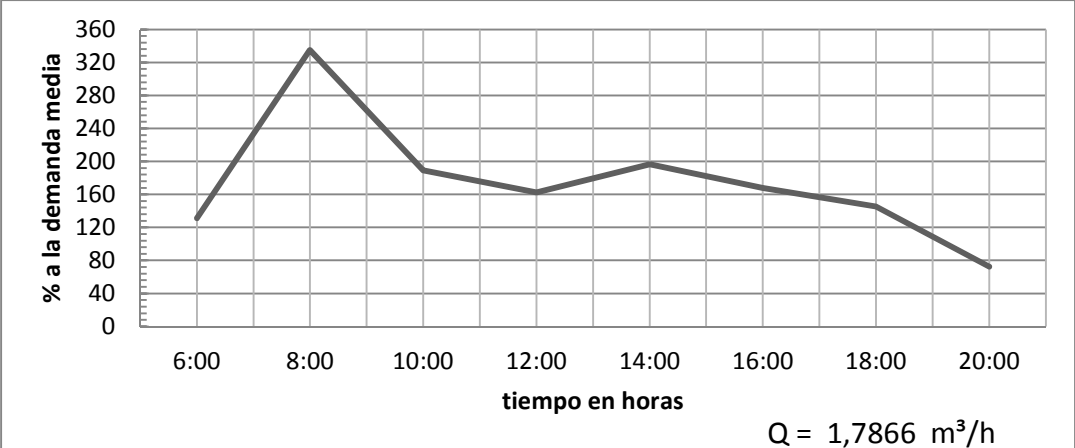
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 108. Promedio de los jueves de diciembre de 2014



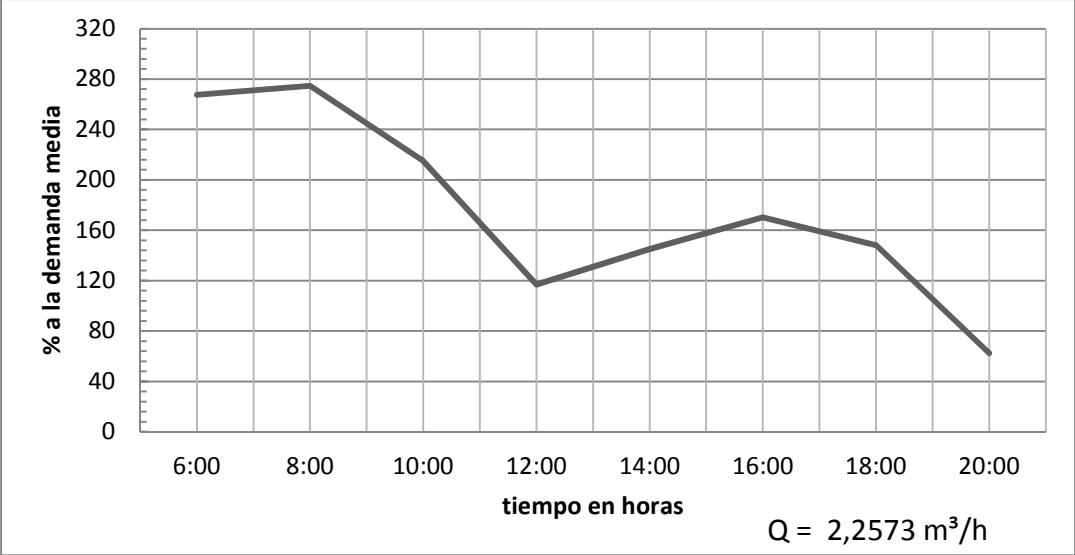
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 109. Promedio de los jueves de enero de 2015



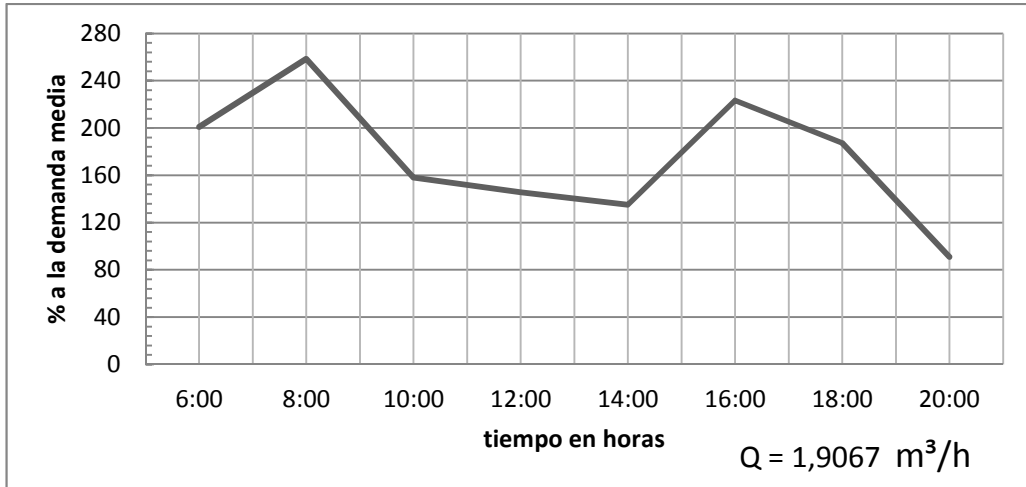
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 110. Promedio de los jueves febrero de 2015



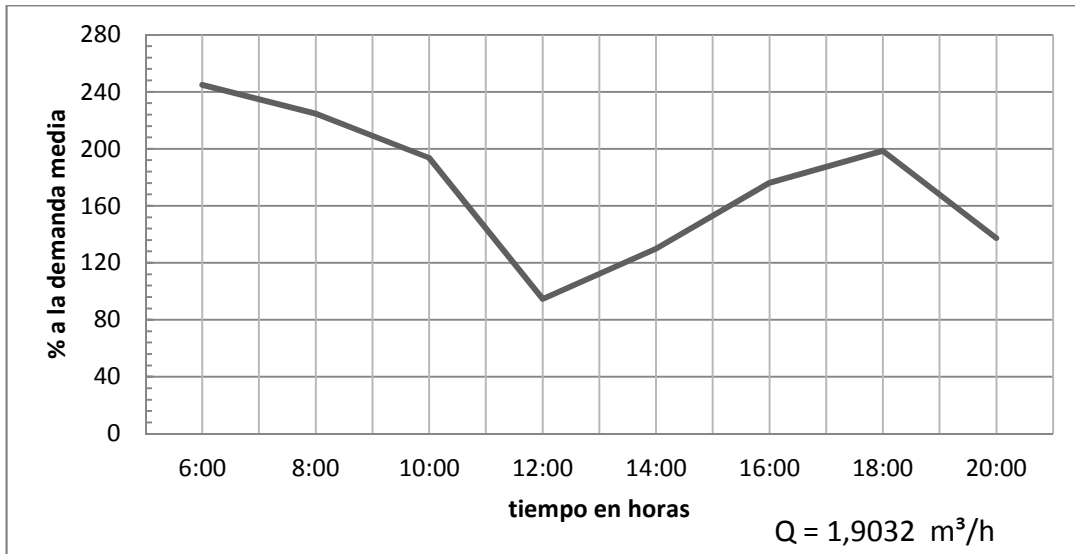
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 111. Promedio de los viernes de septiembre de 2014**



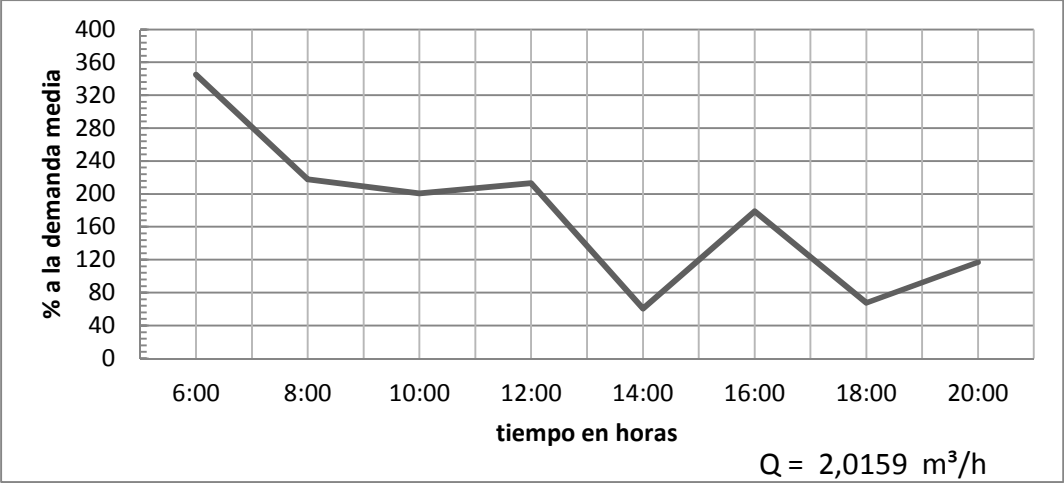
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 112. Promedio de los viernes de octubre de 2014**



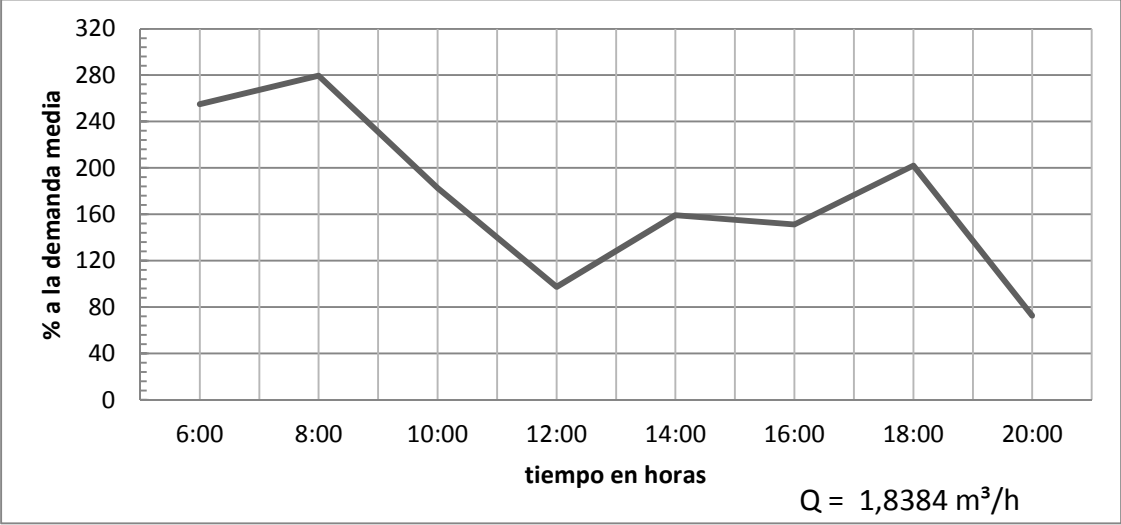
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 113. Promedio de los viernes de noviembre de 2014**



Fuente: elaboración propia.

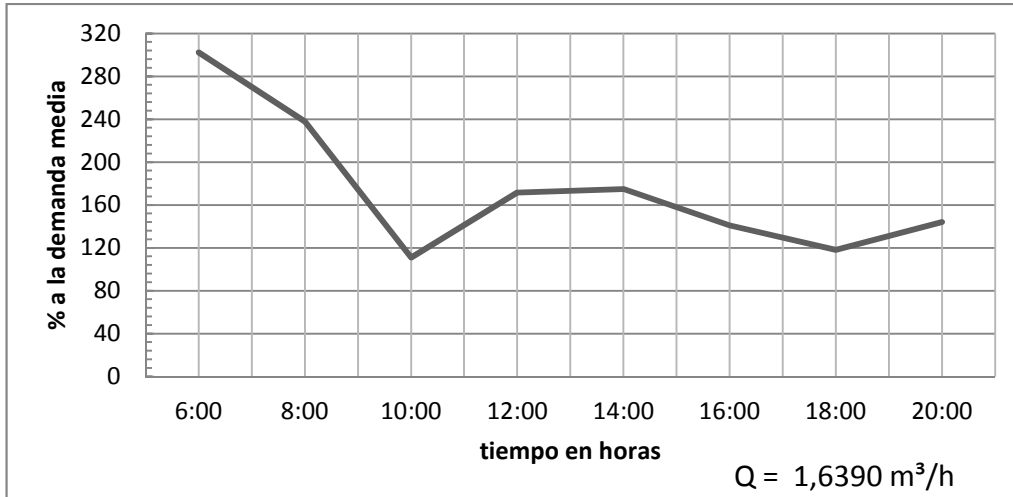
**Apéndice 114. Promedio de los viernes de diciembre de 2014**



Fuente: elaboración propia.

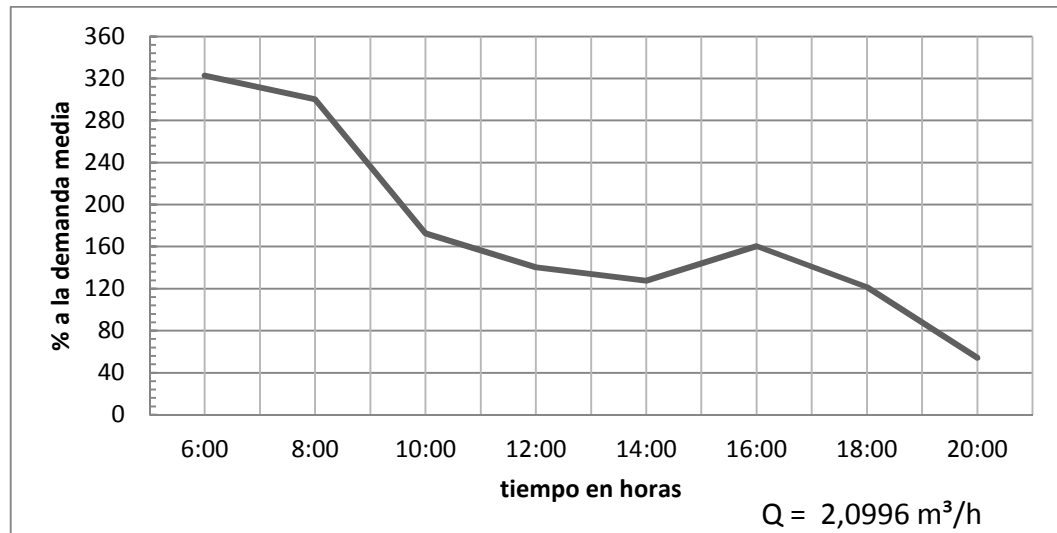


Apéndice 115. Promedio de los viernes de enero de 2015



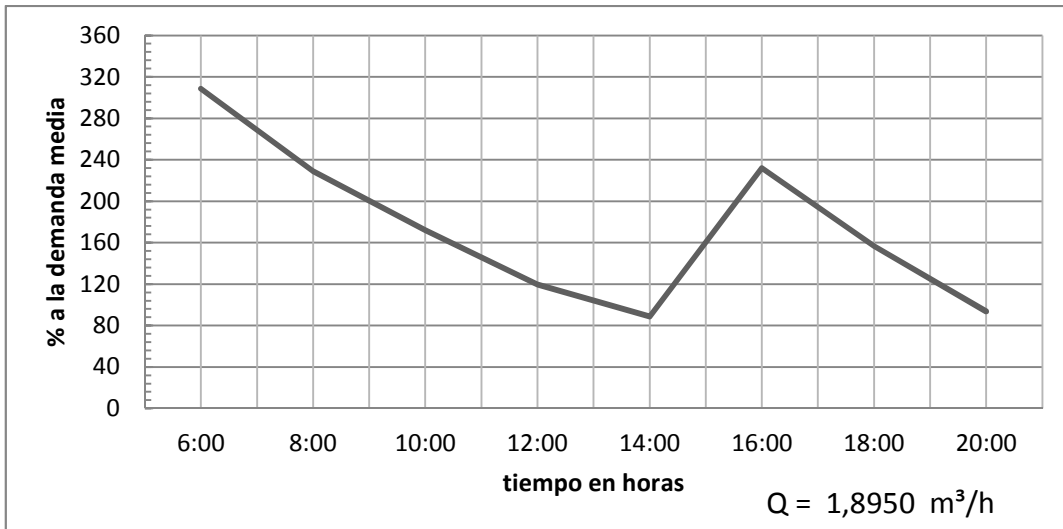
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 116. Promedio de los viernes de febrero de 2015



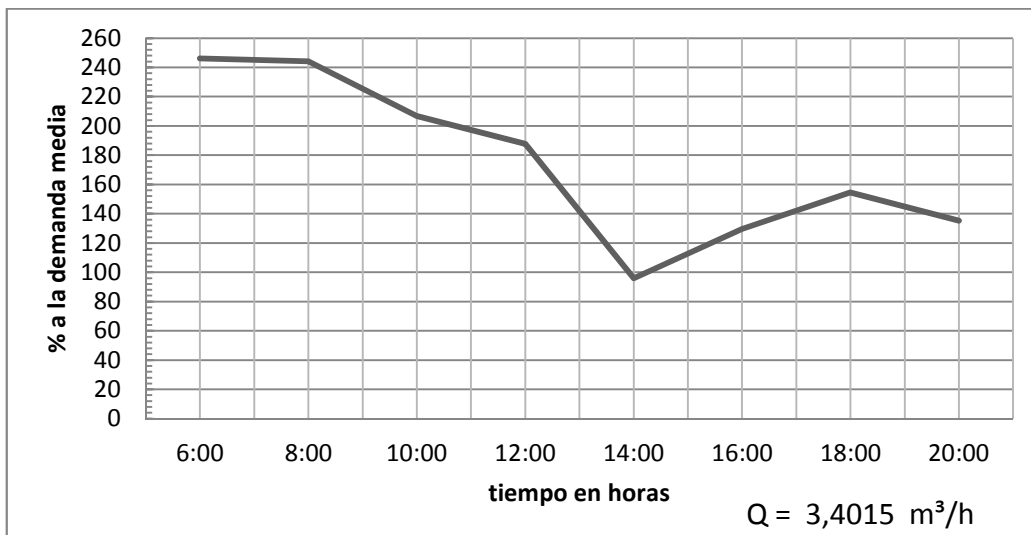
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 117. Promedio de los sábados de septiembre de 2014



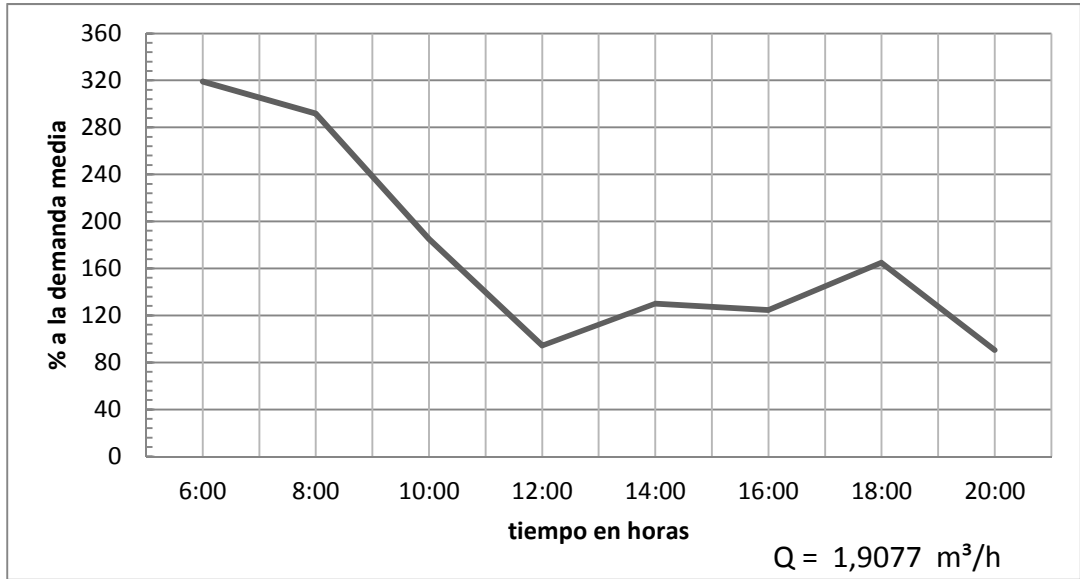
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 118. Promedio de los sábados de octubre de 2014



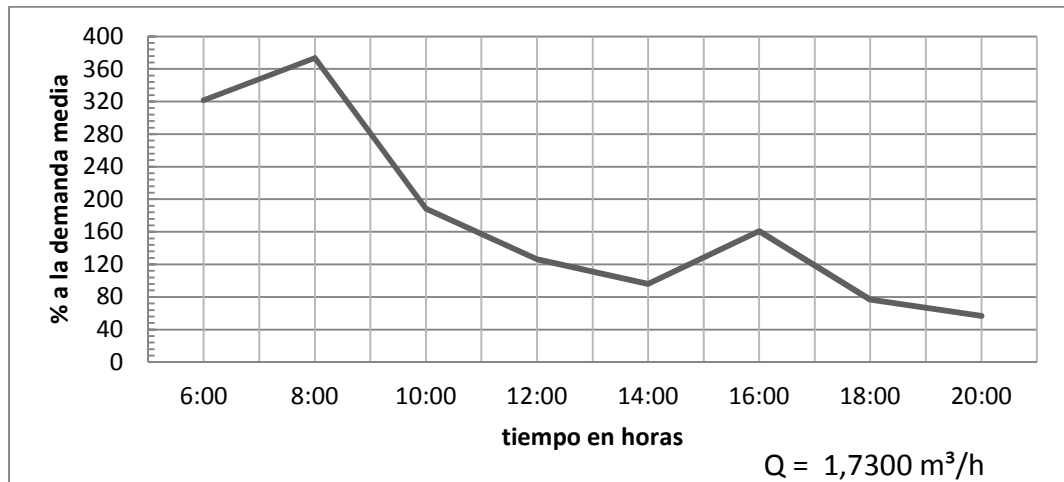
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 119. Promedio de los sábados de noviembre de 2014



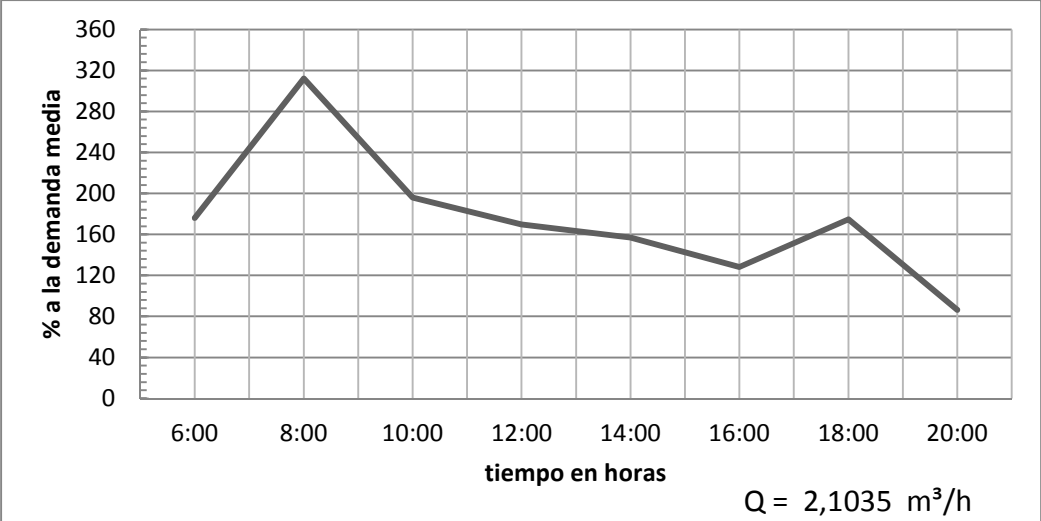
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 120. Promedio de los sábados de diciembre de 2014



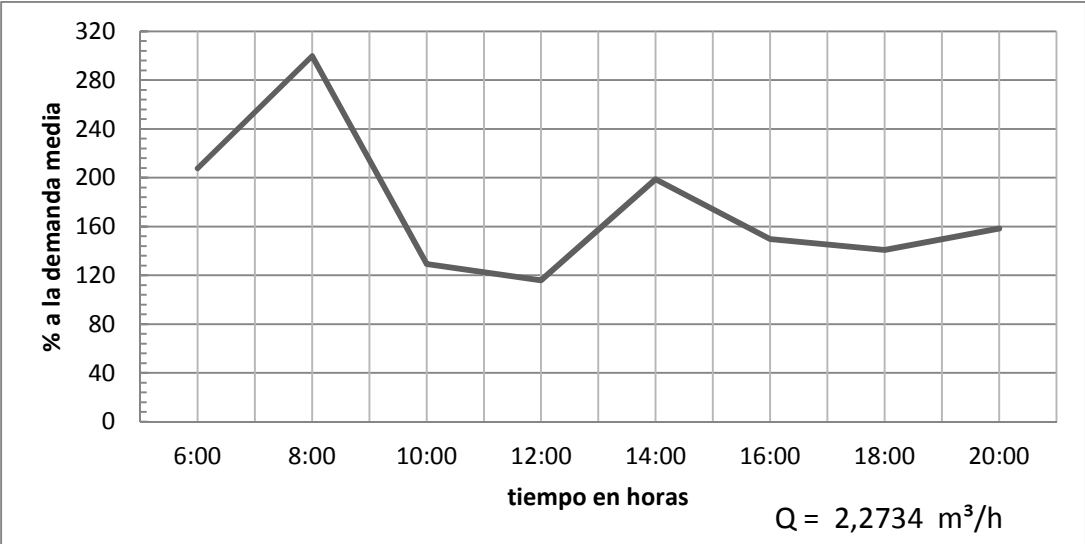
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 121. Promedio de los sábados de enero de 2015



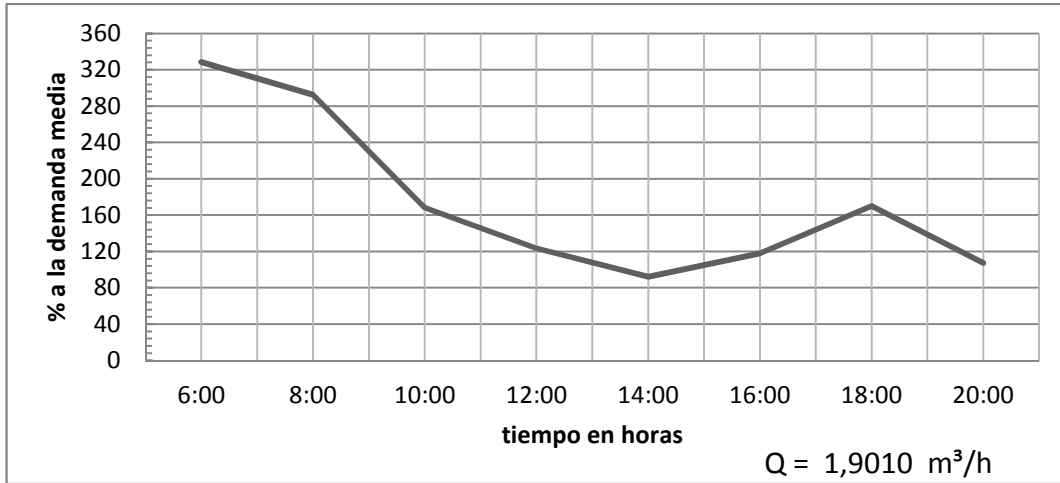
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 122. Promedio de los sábados de febrero de 2015



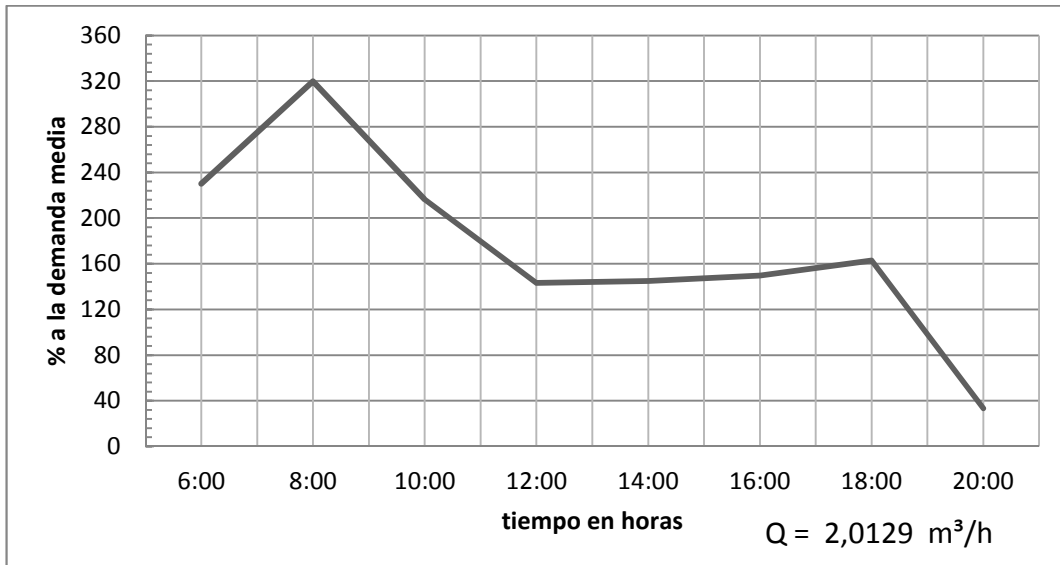
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 123. Promedio de los domingos de septiembre de 2014



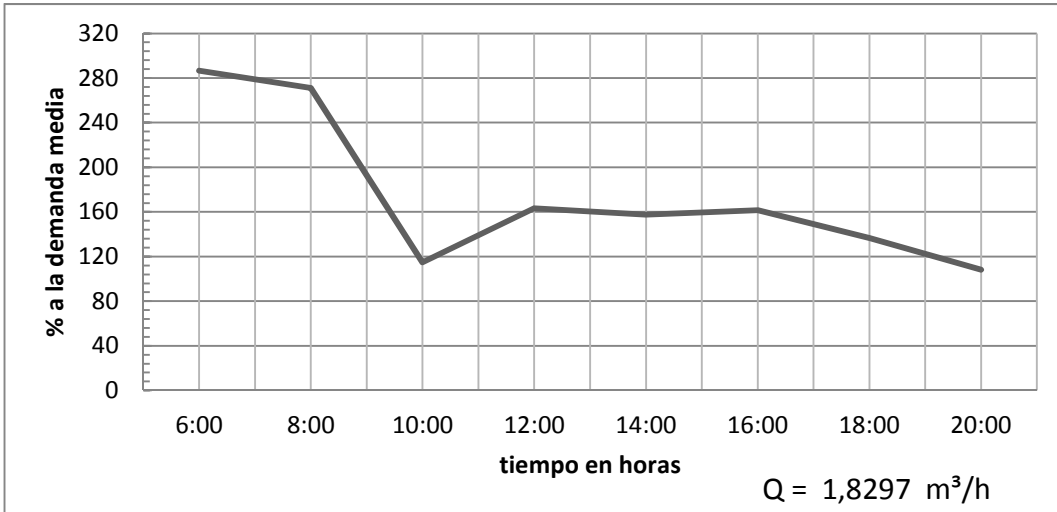
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 124. Promedio de los domingos de octubre de 2014



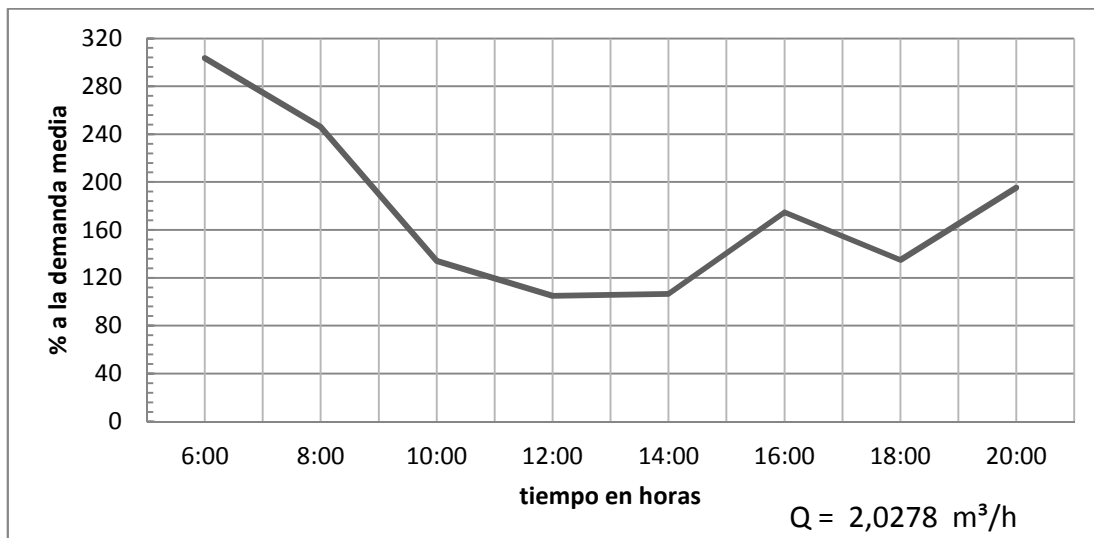
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 125. **Promedio de los domingo de noviembre de 2014**



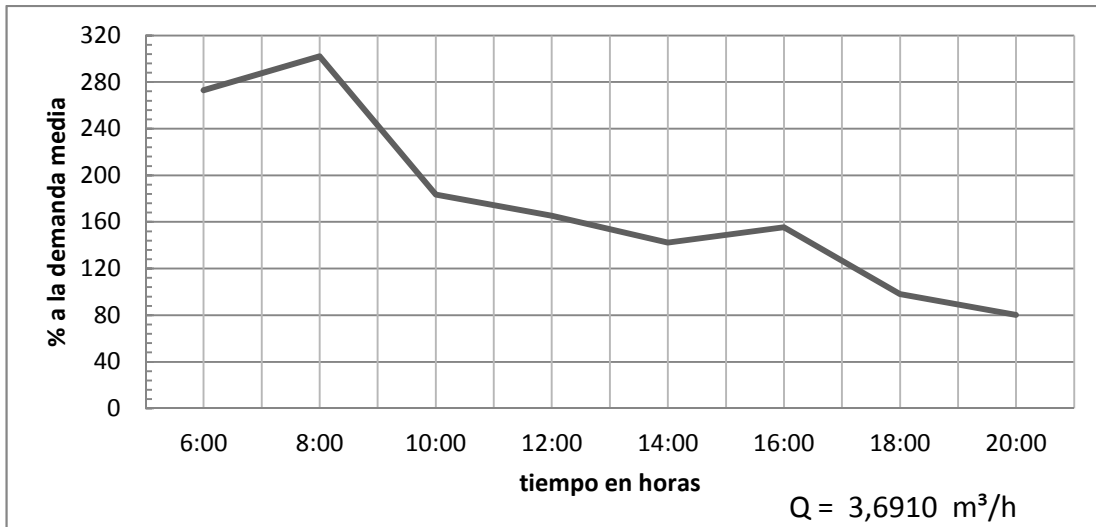
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 126. **Promedio de los domingo de diciembre de 2014**



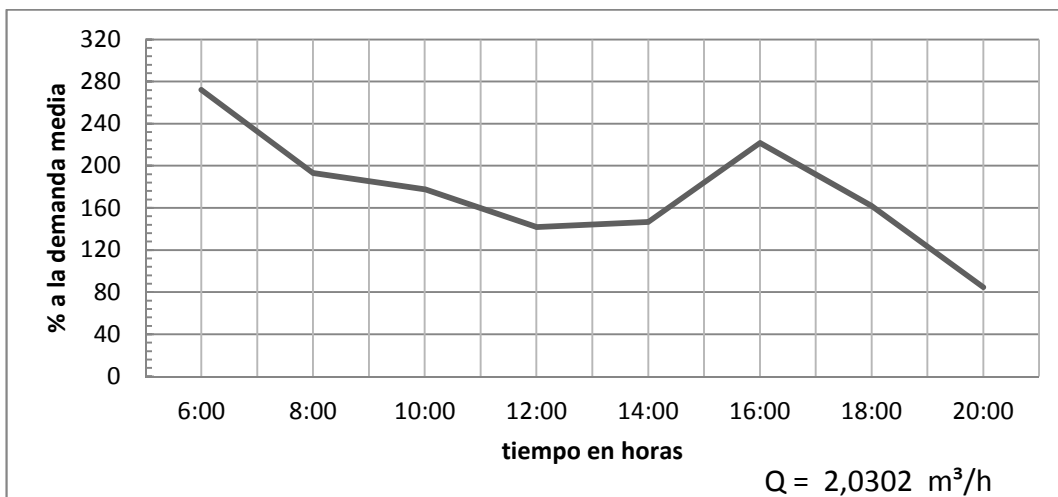
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 127. Promedio de los domingos de enero de 2015



Fuente: elaboración propia.

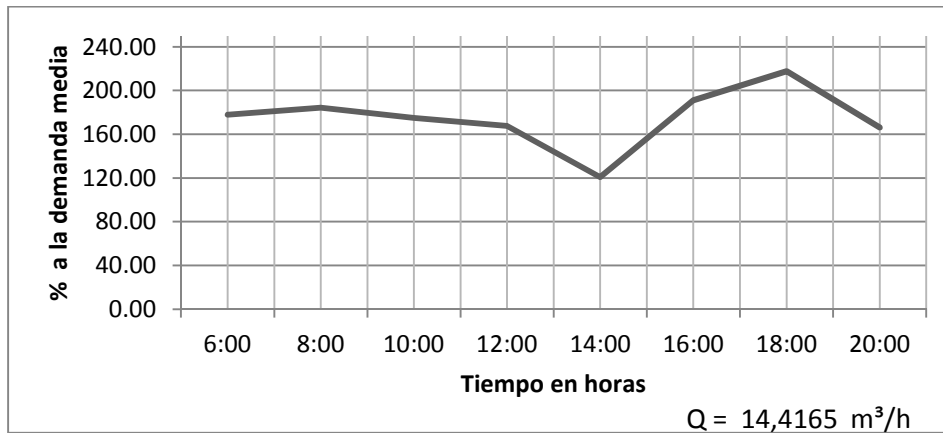
Apéndice 128. Promedio de los domingo de febrero de 2015



Fuente: elaboración propia.

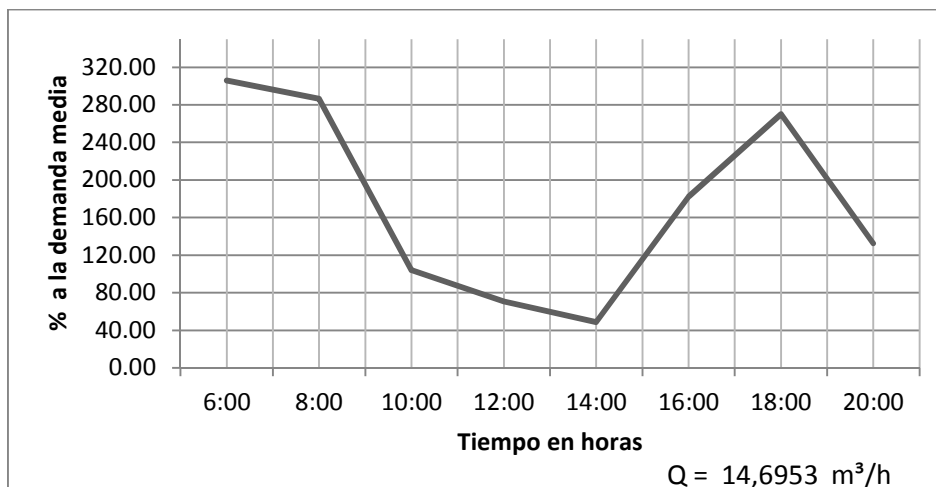
Gráficas de la demanda promedio semanal durante los meses de investigación.

Apéndice 129. Promedio en la semana del 1 al 7 de septiembre de 2014



Fuente: elaboración propia.

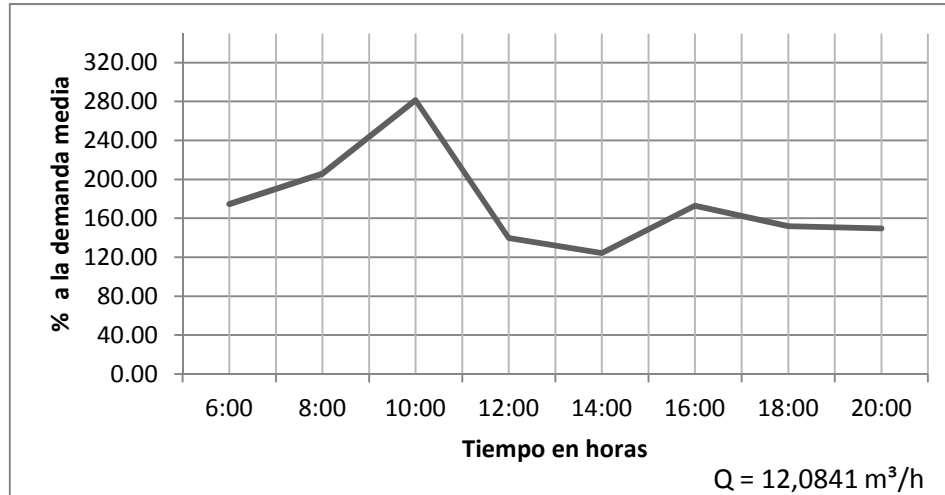
Apéndice 130. Promedio en la semana del 8 al 14 de septiembre de 2014



Fuente: elaboración propia.

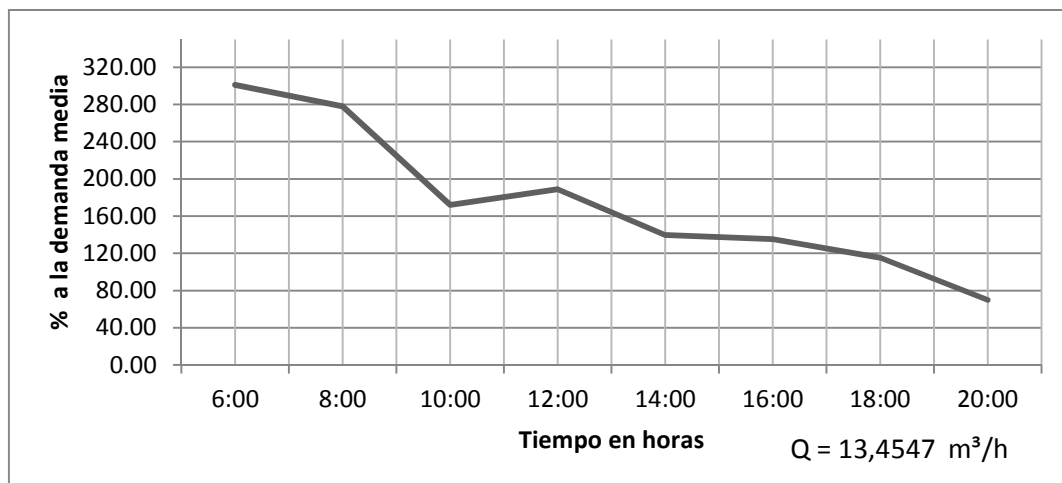


Apéndice 131. **Promedio en la semana del 15 al 21 de septiembre de 2014**



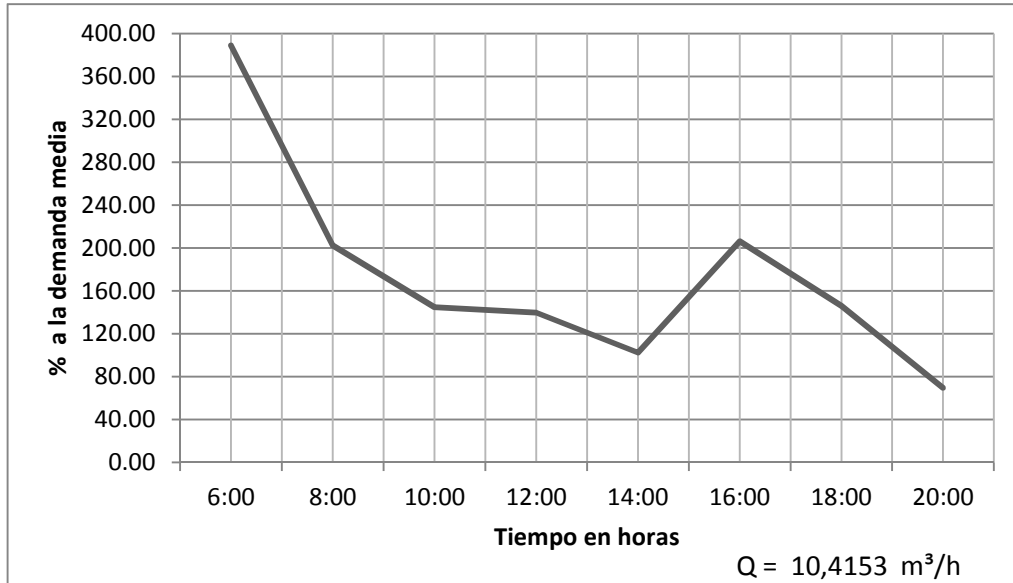
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 132. **Promedio en la semana del 22 al 28 de septiembre de 2014**



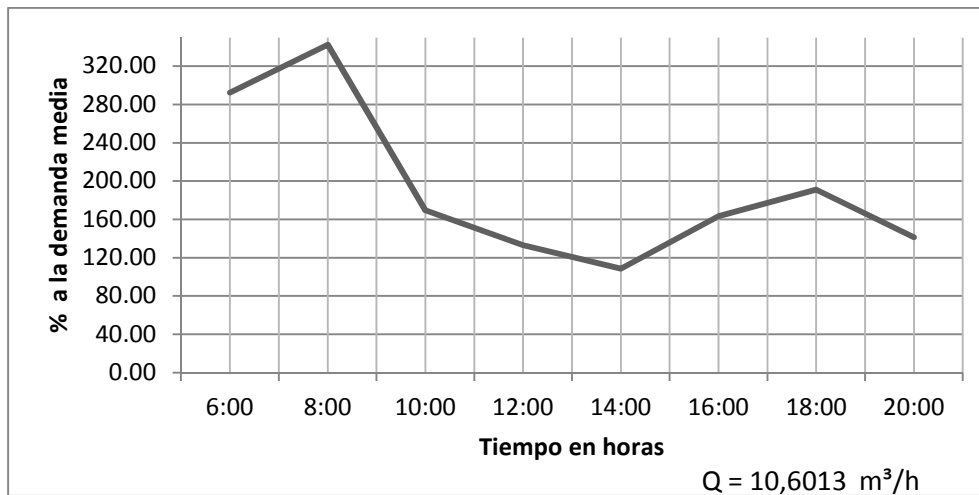
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 133. **Promedio en la semana del 29 al 30 de septiembre de 2014**



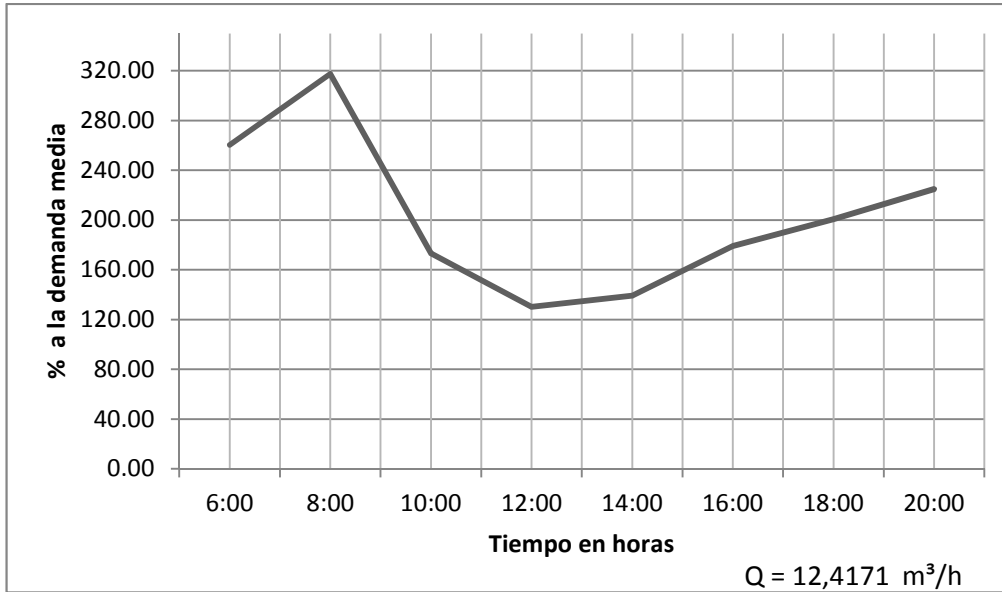
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 134. **Promedio en la semana del 1 al 7 de octubre de 2014**



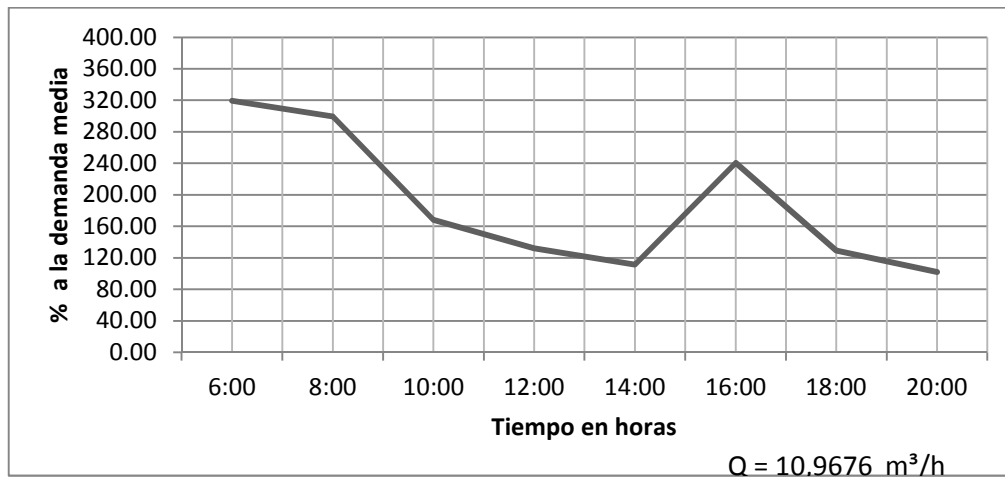
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 135. Promedio en la semana del 8 al 14 de octubre de 2014



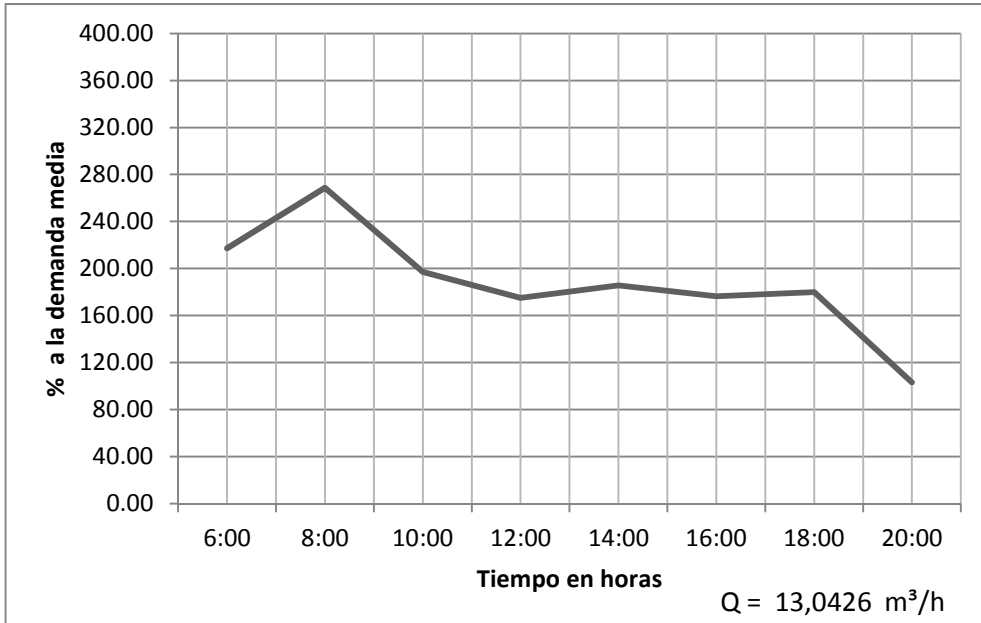
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 136. Promedio en la semana del 15 al 21 de octubre de 2014



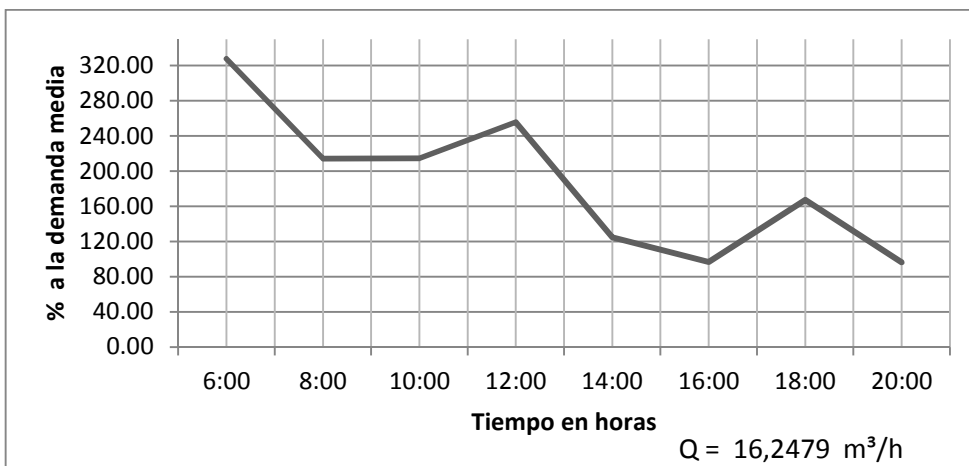
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 137. **Promedio en la semana del 22 al 28 de octubre de 2014**



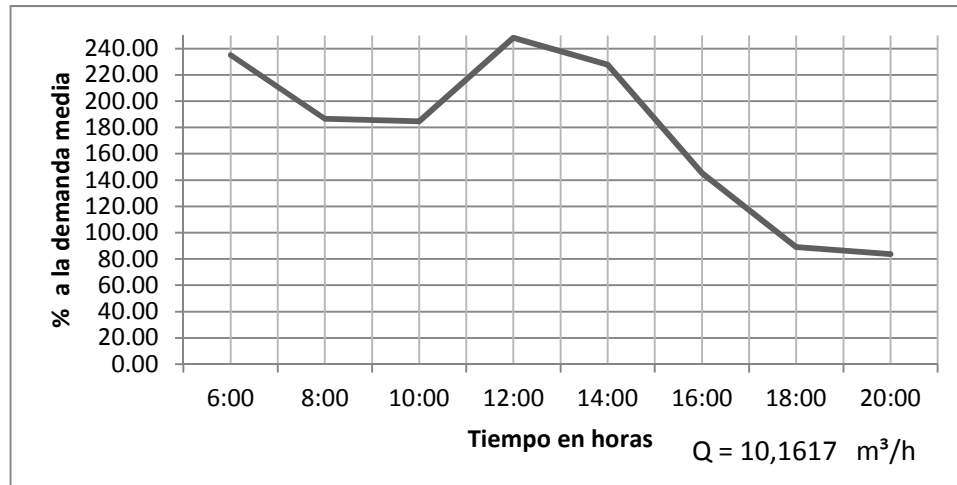
Fuente: elaboración propia

Apéndice 138. **Promedio en la semana del 29 al 31 de octubre de 2014**



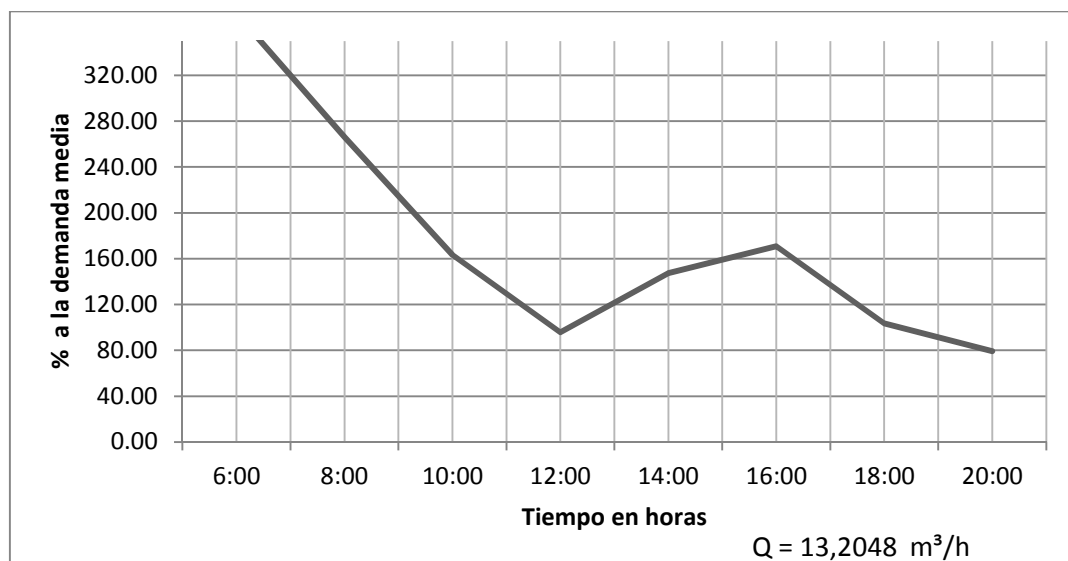
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 139. **Promedio en la semana del 1 al 7 de noviembre de 2014**



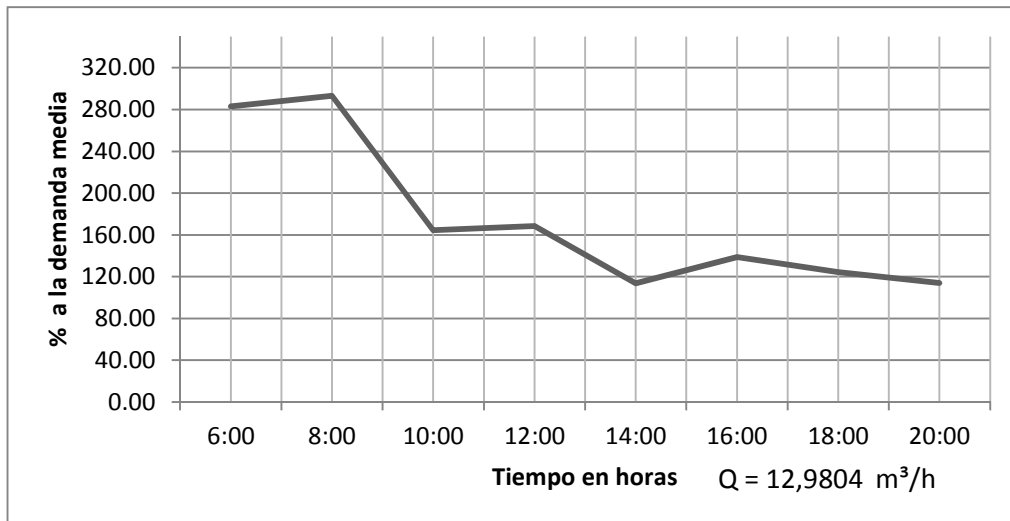
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 140. **Promedio en la semana del 8 al 14 de noviembre de 2014**



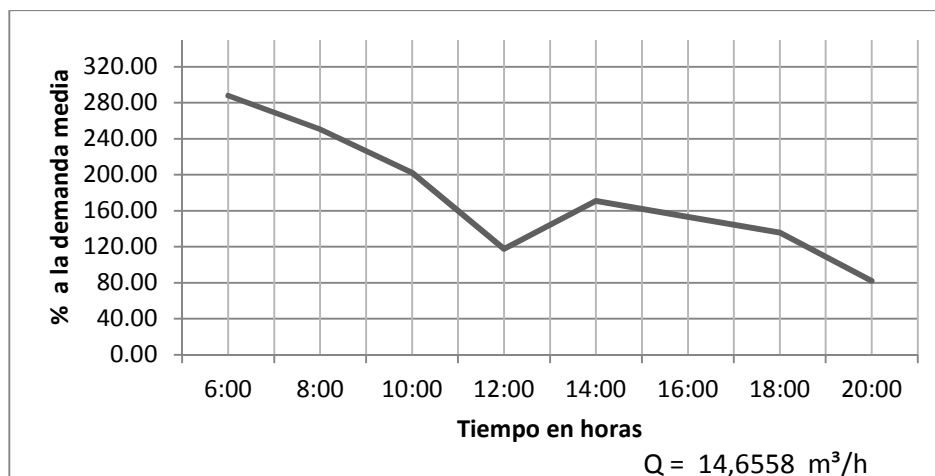
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 141. **Promedio en la semana del 15 al 21 de noviembre de 2014**



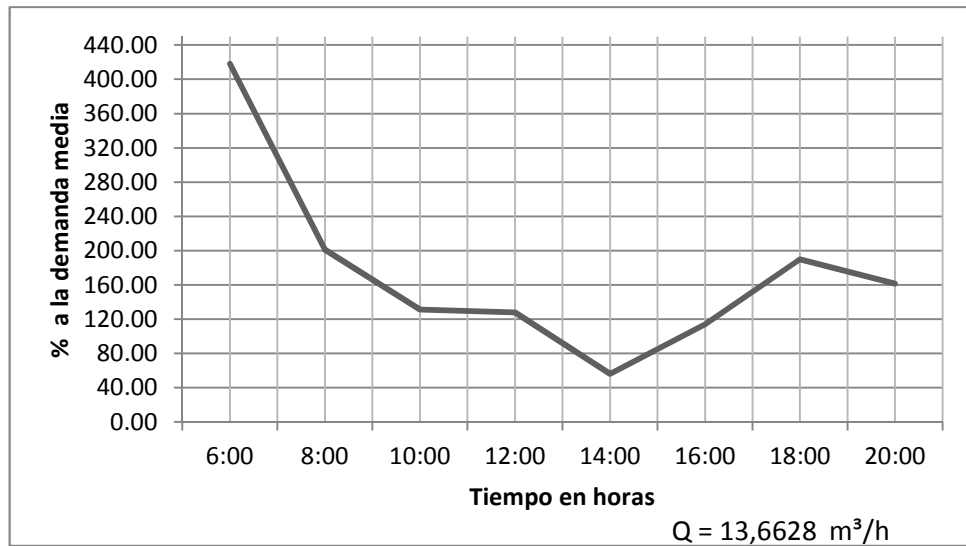
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 142. **Promedio en la semana del 22 al 28 de noviembre de 2014**



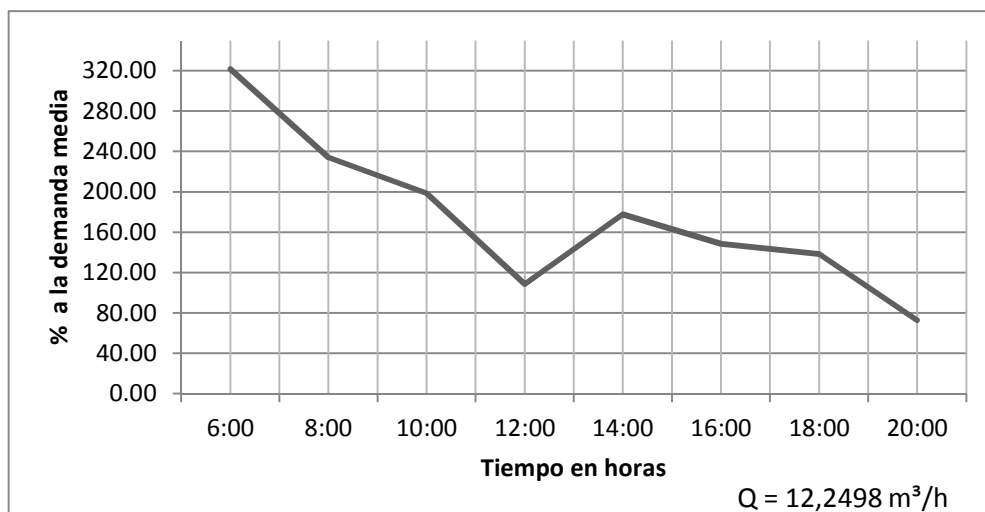
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 143. **Promedio en la semana del 29 al 30 de noviembre de 2014**



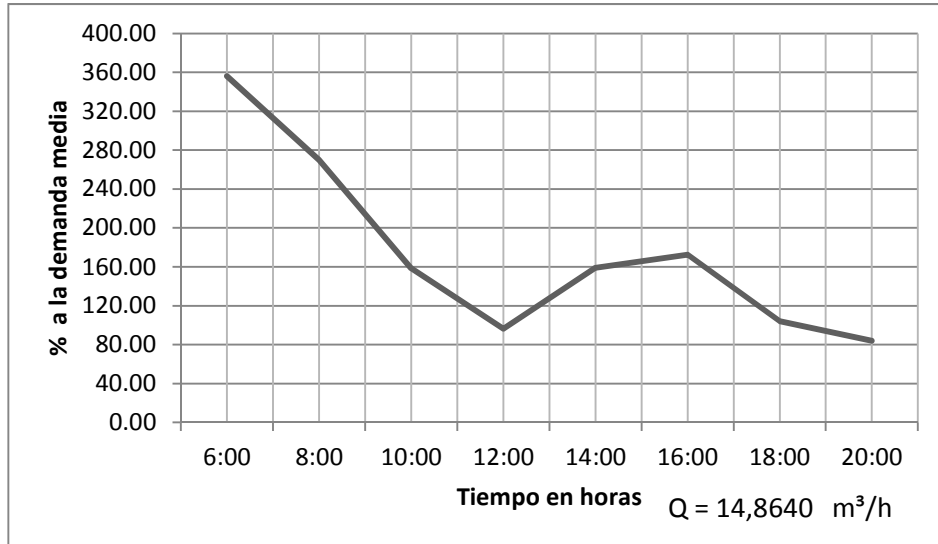
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 144. **Promedio en la semana del 1 al 7 de diciembre de 2014**



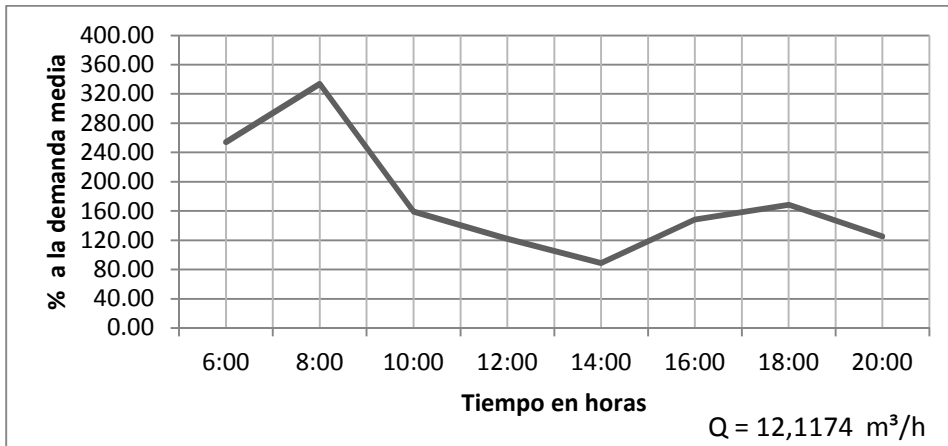
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 145. **Promedio en la semana del 8 al 14 de diciembre de 2014**



Fuente: elaboración propia.

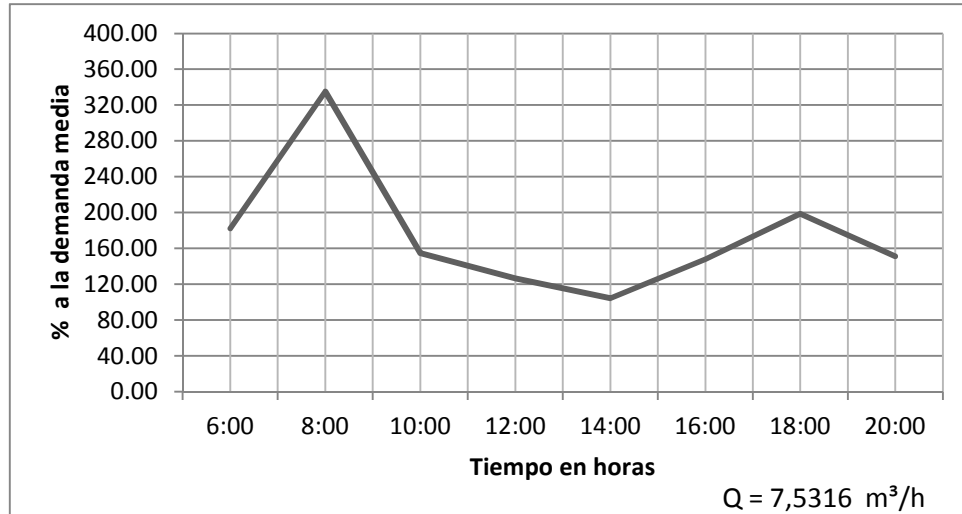
Apéndice 146. **Promedio en la semana del 15 al 21 de diciembre de 2014**



Fuente: elaboración propia.

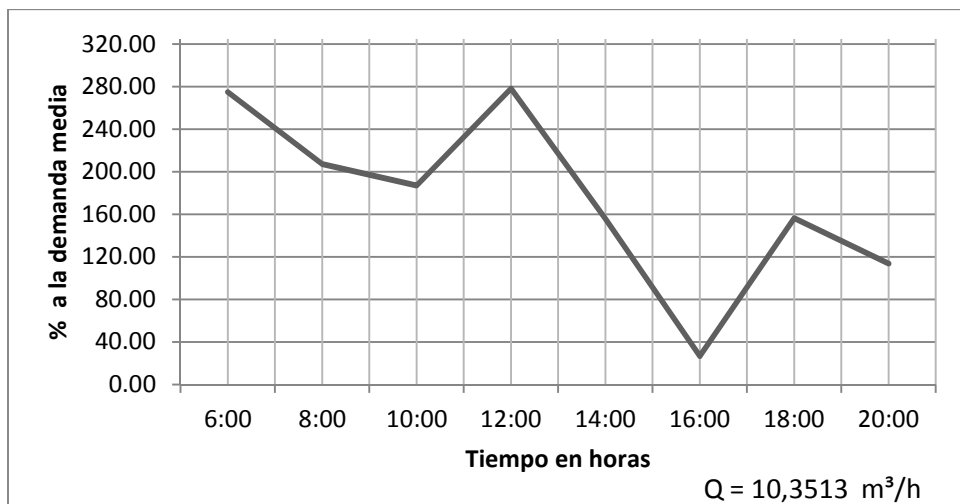


Apéndice 147. **Promedio en la semana del 22 al 28 de diciembre de 2014**



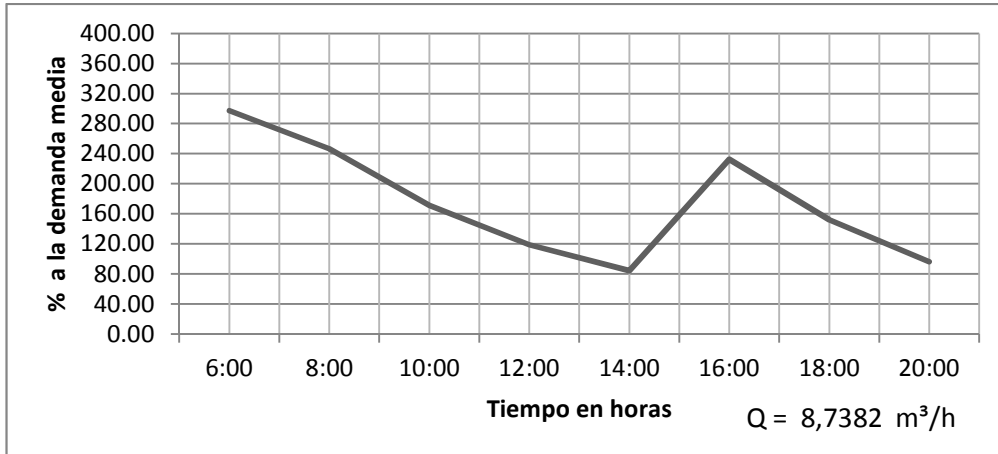
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 148. **Promedio en la semana del 29 al 31 de diciembre 2014**



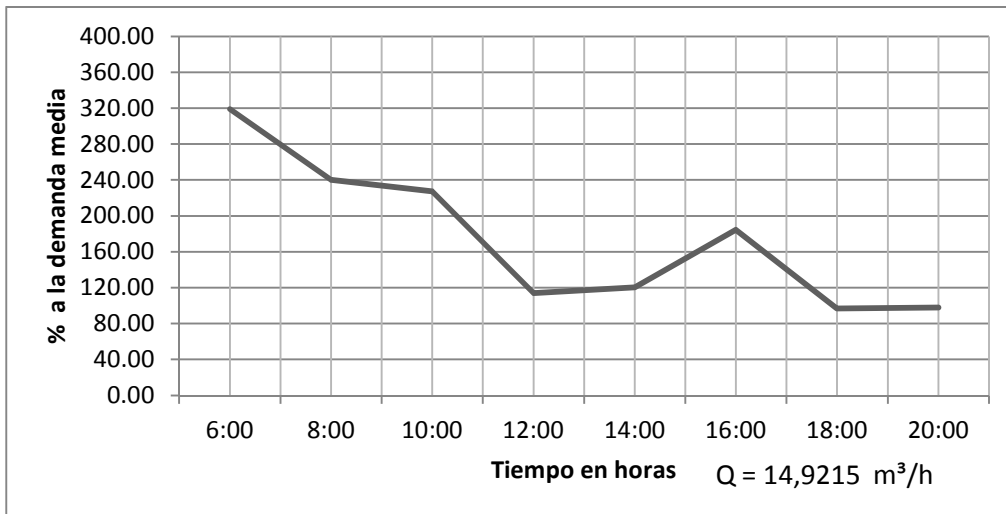
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 149. **Promedio en la semana del 1 al 7 de enero de 2015**



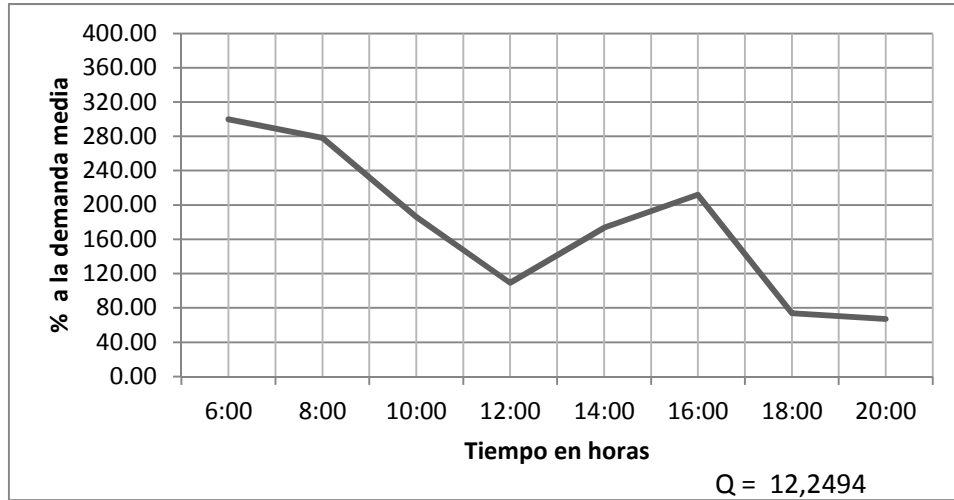
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 150. **Promedio en la semana del 8 al 14 de enero de 2015**



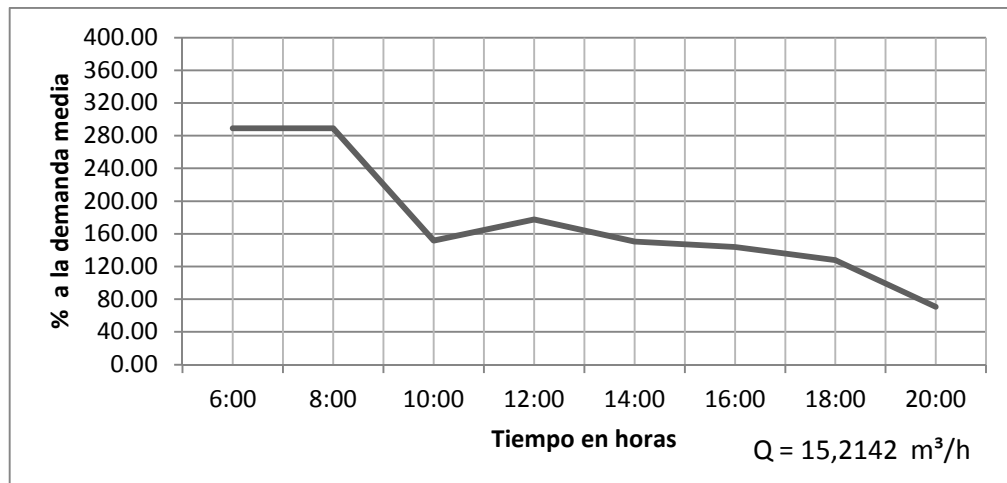
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 151. **Promedio en la semana del 15 al 21 de enero de 2015**



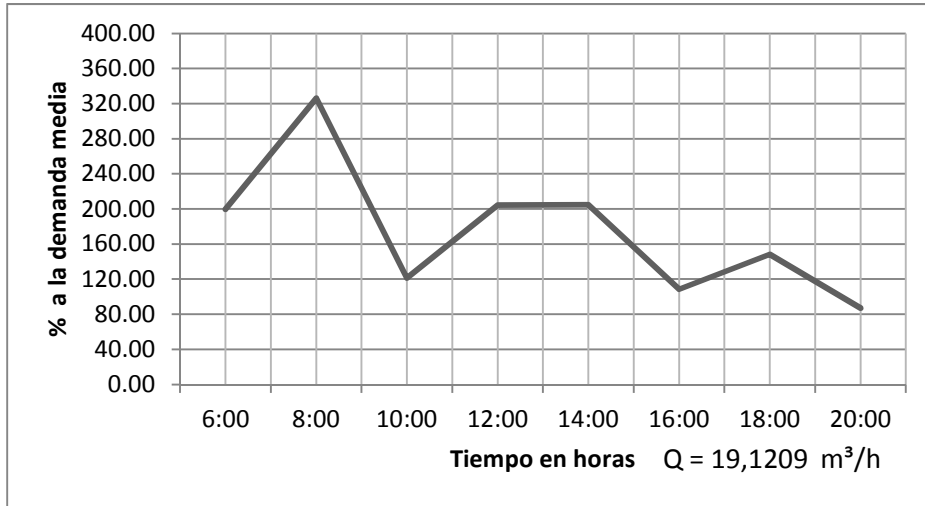
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 152. **Promedio en la semana del 22 al 28 de enero de 2015**



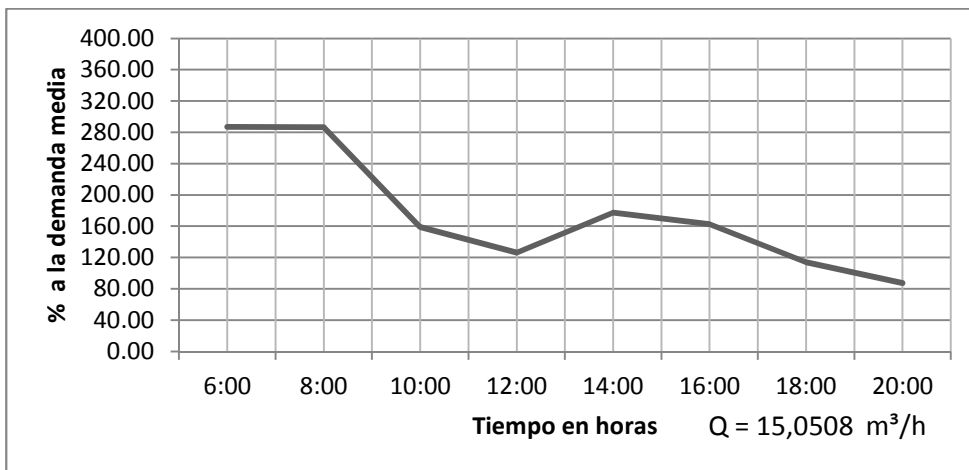
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 153. Promedio en la semana del 29 al 31 de enero de 2015



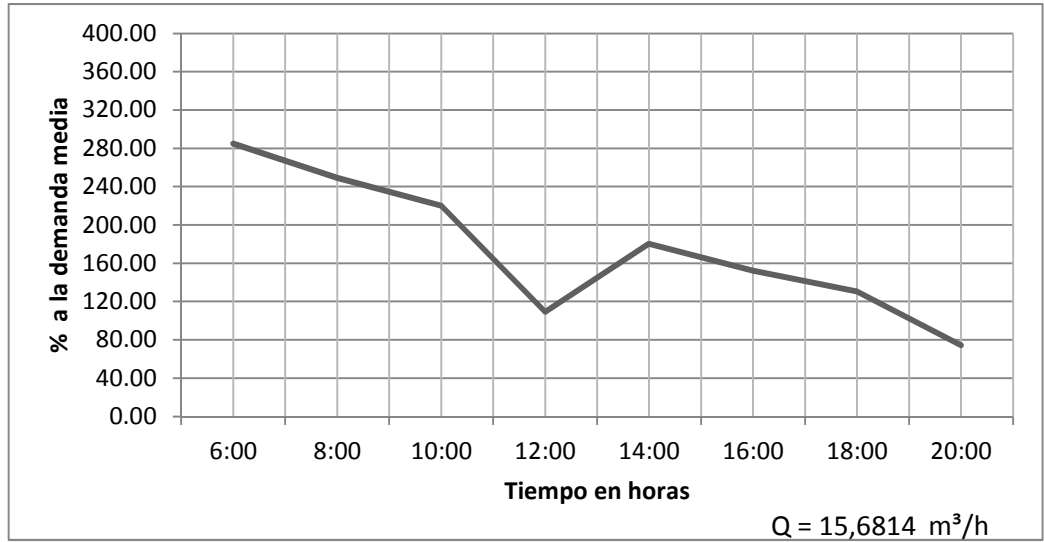
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 154. Promedio en la semana del 1 al 7 de febrero de 2015



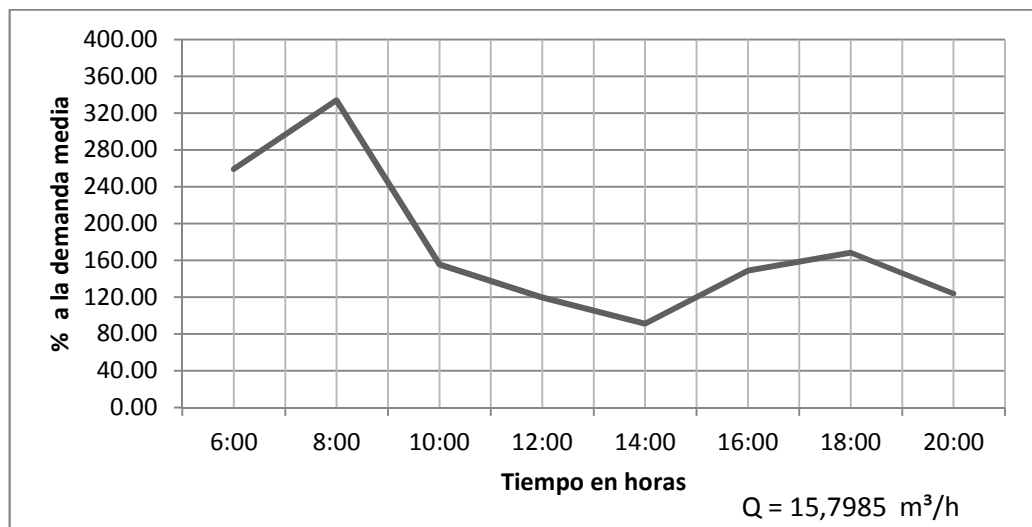
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 155. **Promedio en la semana del 8 al 14 de febrero de 2015**



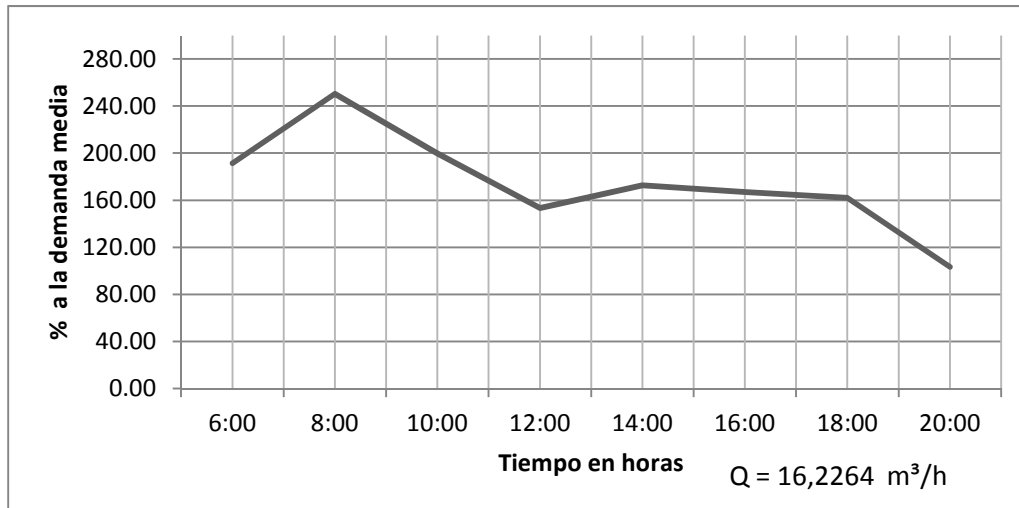
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 156. **Promedio en la semana del 15 al 21 de febrero de 2015**



Fuente: elaboración propia.

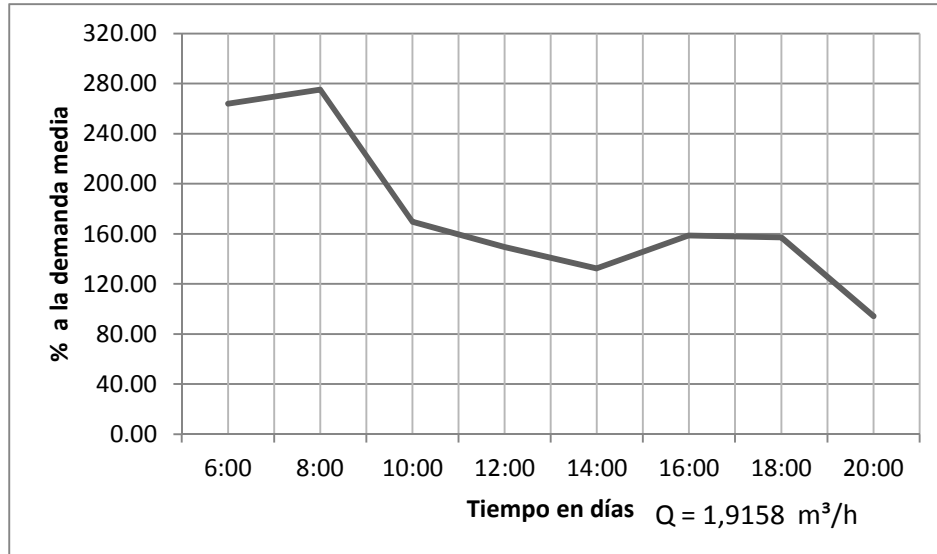
Apéndice 157. **Promedio en la semana del 22 al 28 de febrero de 2015**



Fuente: elaboración propia.

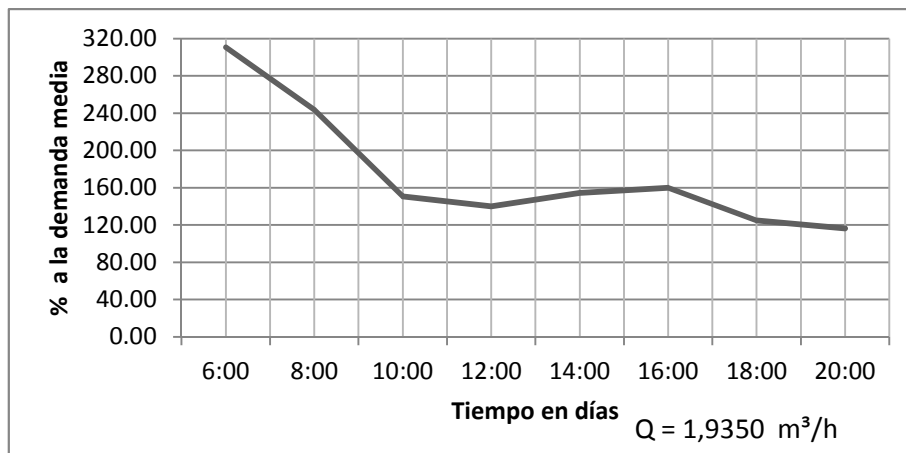
A continuación se presentan las gráficas de la demanda promedio de los días lunes a domingo, durante el período de investigación.

Apéndice 158. **Promedio de la demanda de los lunes durante el período de investigación**



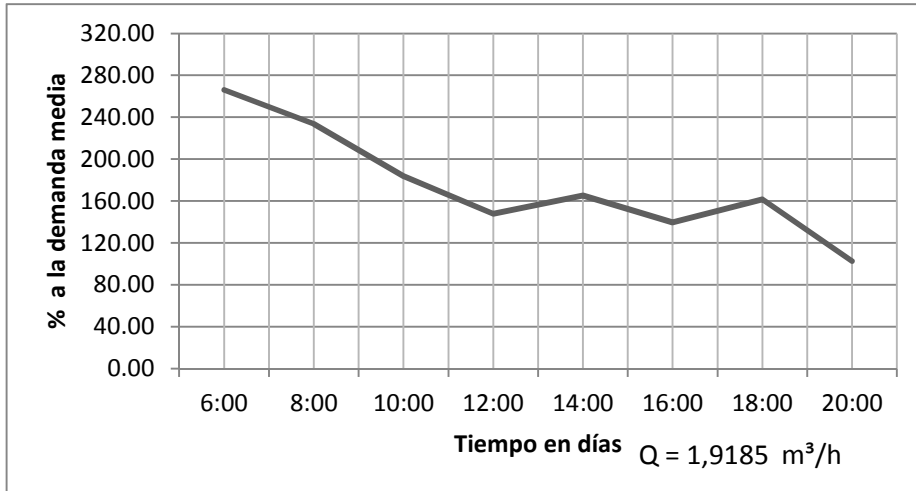
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 159. **Promedio de la demanda de los martes durante el período de investigación**



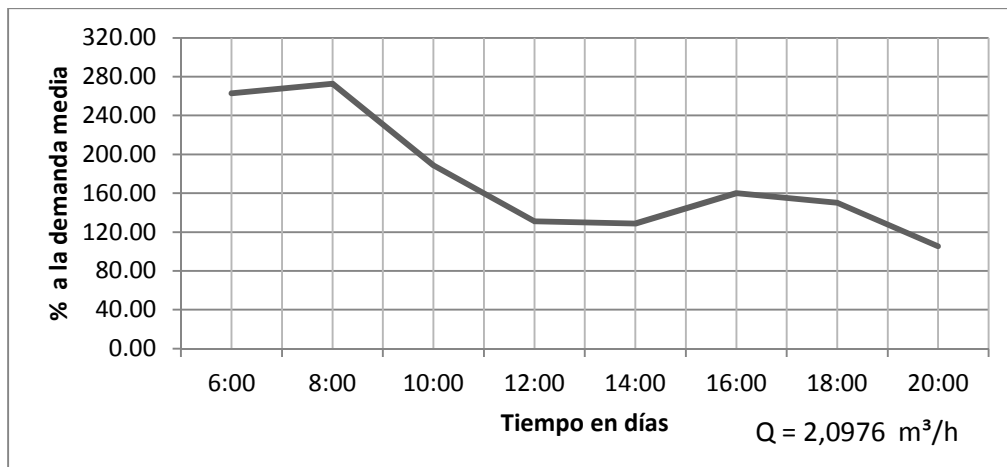
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 160. **Promedio de la demanda de los miércoles durante el período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

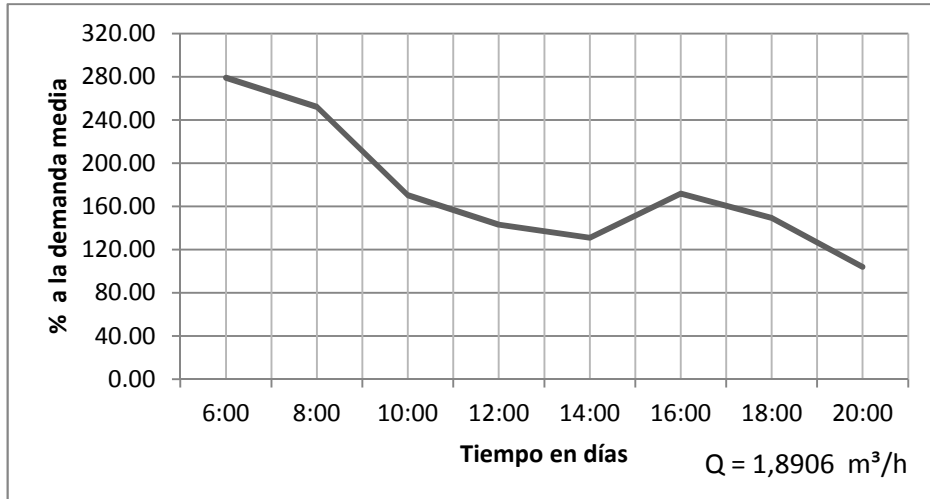
Apéndice 161. **Promedio de la demanda de los jueves durante el período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

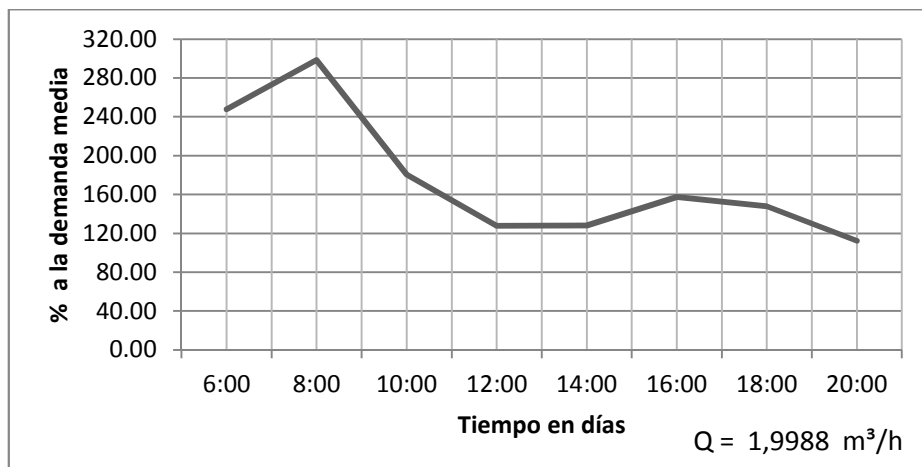


Apéndice 162. **Promedio de la demanda de los viernes durante el período de investigación**



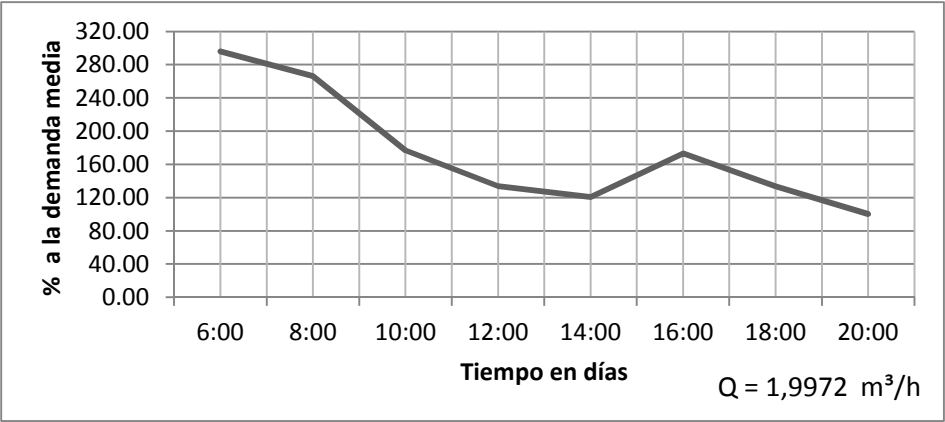
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 163. **Promedio de la demanda de los sábados durante el período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 164. **Promedio de la demanda de los domingos durante el período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

## **ANEXOS**



## Anexo 1. **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 y 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 micro molinete.

- 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 m.c.a. (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 Tubo 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 éstas 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 pulgadas a 72 pulgadas. Sin embargo, es necesario realizar verificaciones periódicas de su exactitud y análisis físico químicos del agua, para garantizar su confiabilidad.

Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.  
Comisión Nacional del Agua, México.

## Anexo 2. **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.

Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.  
Comisión Nacional del Agua, México.

### Anexo 3. **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 de consumo 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.

Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.  
Comisión Nacional del Agua, México.



#### **Anexo 4. 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 aldea 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 éste 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.

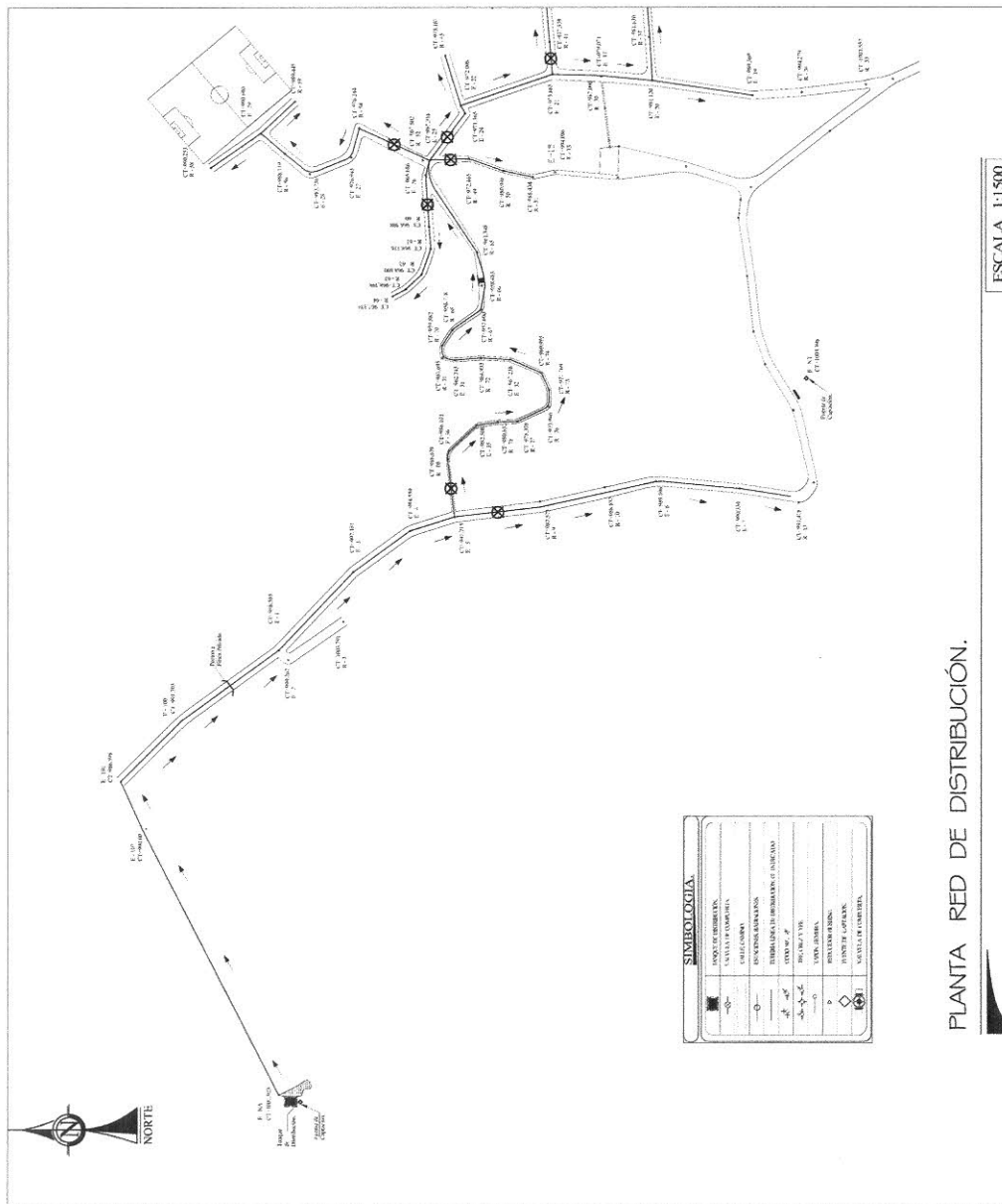
En general se plantea, sin embargo, que esto tiene sus desventajas, pues el medidor está sujeto a daños por agentes externos como el clima, inundación e inclusive robo. Es importante enfatizar en los cuidados que deben tenerse cuando se instalan los medidores por encima de la superficie, ya que estos han sido contruidos 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.

Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.  
Comisión Nacional del Agua, México.

Anexo 5. **Plano inicial del proyecto de abastecimiento de agua potable, Rancho Alegre, Sumpango Sacatepéquez.**



Fuente: Municipalidad de Sumpango Sacatepéquez.

