



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 PUERTA PARADA,  
MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**

**Ludín Jeremías Godínez Fuentes**

Asesorado por el Ing. Juan Carlos Linares Cruz

Guatemala, mayo 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 PUERTA PARADA,  
MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUDIN JEREMÍAS GODÍNEZ FUENTES**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS LINARES CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MAYO 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
SECRETARIO	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADORA	Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
EXAMINADOR	Ing. Daniel Alfredo Cruz Pineda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

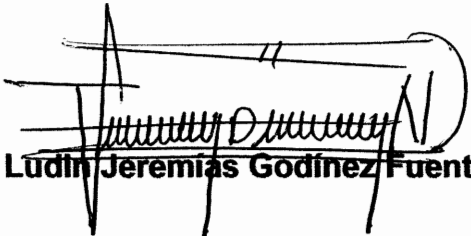


## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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 PUERTA PARADA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de octubre de 2014.



**Ludín Jeremías Godínez Fuentes**







Guatemala, 17 de febrero de 2016

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

Señor Director:

De la manera muy atenta y por este medio, le informo a usted que, como asesor del estudiantes universitario de la carrera de Ingeniería Civil, Ludin Jeremías Godínez Fuentes, 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 PUERTA PARADA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA.**

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 virtud, lo doy por aprobado y revisado el trabajo de graduación del estudiante, Ludin Jeremías Godínez Fuentes.

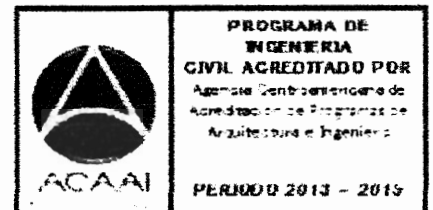
Sin otro particular me es grato suscribirme de usted

Atentamente,

*Juan Carlos Linarez Cruz*  
ASESOR INGENIERIA SANITARIA  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado No. 4,058

Ing. Juan Carlos Linarez Cruz  
Colegiado No. 4,058  
Asesor

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



Guatemala, 17 de febrero de 2016

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería

Señor Director:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación **“SEGUNDA FASE DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA PUERTA PARADA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA”**, desarrollado por el estudiante universitari **Ludín Jeremías Godínez Fuentes**, quien contó con la asesoría del Ingeniero Juan Carlos Linares Cruz.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Godínez Fuentes**, satisface los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

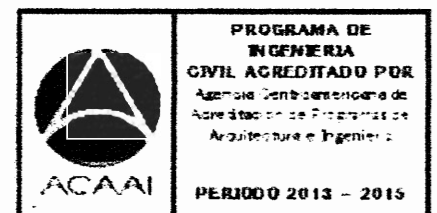
Atentamente,

Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
Coordinador Unidad de Investigación –UIEIC-



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

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







**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Carlos Linares Cruz y del Coordinador de la Unidad de Investigación Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, al trabajo de graduación del estudiante Ludin Jeremías Godínez Fuentes, titulado **SEGUNDA FASE DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA PUERTA PARADA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, mayo 2016

/mrrm.

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





Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.227.2016

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 PUERTA PARADA, MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PINULA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Ludín Jeremías Godínez Fuentes**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

*9/07/16*  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Poianco  
Decano



Guatemala, mayo de 2016

/cc





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Gracias por darme la vida y ser mi Padre Celestial, por darme salud, sabiduría, por las bendiciones que ha derramado en mi vida, ya que sin Él no hubiera alcanzado el éxito.
- Mis padres** Héctor Geremías Godínez Ardeano y Dávila Nové Fuentes Pojoy, por creer en mí, por su esfuerzo económico, su paciencia, su amor y en especial, por sus consejos para vivir con tranquilidad y alegría.
- Mis hermanos** Mirna, Emilsa, Frannil, Mervin, Lusvin Godínez Fuentes, por el apoyo moral que me han brindado en cada etapa de mi formación profesional y en mi vida.
- Mis sobrinos** Cristian, Alan Carreto Godínez y Yeily Godínez Orozco, por hacerme reír con su inocencia de la vida.
- Toda mi familia** Por todo su apoyo moral y en especial a mi abuela Bacilia Ardeano.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Por ser una institución importante en mi vida y en mi carrera.

**Facultad de Ingeniería** Por ser mi segundo hogar y lograr mis sueños.

**Mis amigos de la Facultad** Gracias por brindarme su amistad y su apoyo.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	III
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. DESCRIPCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	1
1.1. Ubicación del área servida .....	1
1.2. Topografía .....	1
1.3. Clima .....	2
1.4. Sistema de abastecimiento actual .....	3
1.4.1. Tipo de consumidor .....	3
1.5. Factores que influyen en el consumo de agua potable .....	4
1.5.1. Calidad del agua.....	4
1.5.2. Presión en la línea de conducción (impulsión) y red de distribución .....	5
1.5.3. Población.....	6
1.5.4. Características socioeconómicas .....	6
1.6. Medición de caudales.....	7
1.6.1. Conceptos fundamentales sobre medición de caudales .....	7
1.6.1.1. Caudal máximo diario .....	8
1.6.1.2. 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 DE LA SEGUNDA FASE.....	15
3.1.	Etapa 1. Procesos de medición y búsqueda de información...	15
3.2.	Etapa 2. Estudio del sistema actual y recopilación de datos...	15
3.3.	Etapa 3. Desarrollo de cuadros analíticos.....	20
3.4.	Etapa 4. Obtención de resultados .....	26
4.	RESULTADOS.....	27
4.1.	Macromedición.....	27
4.2.	Micromedición .....	27
4.3.	Estado actual de las unidades del sistema .....	28
5.	ANÁLISIS Y CÁLCULOS .....	31
5.1	Cuadros analíticos.....	40
5.2	Cuadros de consumo .....	40
5.3.	Curvas de variación.....	46
6.	DISCUSIONES .....	51
	CONCLUSIONES.....	53
	RECOMENDACIONES .....	55
	BIBLIOGRAFÍA.....	57
	APÉNDICES.....	59
	ANEXOS.....	113

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de la aldea Puerta Parada .....	2
2.	Viviendas de la aldea Puerta Parada I .....	16
3.	Viviendas de la aldea Puerta Parada II .....	17
4.	Panorama de la aldea Puerta Parada .....	17
5.	Lectura de contadores.....	18
6.	Tanque de almacenamiento.....	29
7.	Micromedidor (contador) .....	30
8.	Caseta de control de bombeo .....	30
9.	Coefficiente de variación diaria contra probabilidad de ocurrencia .....	33
10.	Coefficiente de variación diaria contra probabilidad de ocurrencia .....	34
11.	Porcentaje de volumen de regulación contra probabilidad de ocurrencia .....	37
12.	Demanda promedio de los lunes de febrero de 2015 .....	46
13.	Demanda promedio de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015.....	47
14.	Demanda promedio de los lunes del período de investigación .....	48
15.	Demanda promedio general del período de investigación .....	48
16.	Demanda diaria promedio en el período de investigación.....	49
17.	Demanda en los días de máximo, mínimo consumo y día promedio .....	50

## TABLAS

I.	Resultados obtenidos en la segunda fase de investigación en la aldea Puerta Parada .....	19
II.	Cálculo de consumos en metros cúbicos .....	20
III.	Cálculo de cada uno de los días de la primera semana de febrero de 2015.....	28
IV.	Coeficiente de variación diaria (K1) para cada día .....	32
V.	Coeficiente de variación diaria (K2) para cada día .....	34
VI.	Porcentajes de volúmenes de regulación para cada día de investigación....	36
VII.	Resumen anual del porcentaje de pérdidas .....	38
VIII.	Consumos, horarios y porcentajes en el día máximo consumo.....	41
IX.	Consumos, horarios y porcentajes en el día de mínimo consumo.....	41
X.	Consumos, horarios y porcentajes en el día promedio.....	42
XI.	Consumos, promedios diarios en metros cúbicos de febrero de 2015.....	42
XII.	Porcentajes de la demanda media diaria en los días de febrero de 2015.....	43
XIII.	Consumo promedio semanal en metros cúbicos de febrero de 2015.....	43
XIV.	Porcentajes de la demanda media semanal de febrero de 2015.....	44
XV.	Consumo promedio durante febrero de 2015.....	44
XVI.	Demanda diaria durante las semanas de febrero de 2015 .....	45
XVII.	Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de febrero de 2015 .....	45
XVIII.	Cálculo de la demanda diaria promedio durante el periodo de investigación... ..	46



XIX. Comparación entre los parámetros de diseño inicial y parámetros encontrados en la primera y segunda fase de investigación... ..... 52



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Q</b>	Caudal
<b>Qmax diario</b>	Caudal máximo diario
<b>Qmd</b>	Caudal medio diario
<b>K1</b>	Coeficiente de variación diaria
<b>K2</b>	Coeficiente de variación horaria
<b>fdm</b>	Factor de día máximo
<b>Lt/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>mca</b>	Metros columna de agua
<b>M3</b>	Metros cúbicos



## GLOSARIO

<b>Abastecer</b>	Proveer a alguien de aquello que necesita.
<b>Caudal</b>	Cantidad de fluido, medido en volumen, que se mueve en una unidad de tiempo.
<b>Cloración</b>	Procedimiento de desinfección de aguas mediante el empleo de cloro o compuestos clorados.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros/habitante/día.
<b>FIS</b>	Fondo de Inversión Social (extinto).
<b>Fonapaz</b>	Fondo Nacional para la Paz (extinto).
<b>Macromedidor</b>	Aparato para medir el volumen de agua que circula por una cañería cerca del tanque de distribución.
<b>Micromedidor</b>	Instrumento de medición que determina la cantidad de agua que entra en una determinada vivienda.
<b>MSPAS</b>	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

<b>NGO</b>	Norma Guatemalteca Obligatoria.
<b>Orografía</b>	Parte de la geografía física que se dedica a la descripción de las montañas a través de sus representaciones cartográficas.
<b>Per cápita</b>	Consumo de agua potable por cabeza, de cada una de las viviendas.
<b>Potabilización</b>	Proceso que se lleva a cabo sobre cualquier agua para transformarla en agua potable y de esta manera hacerla absolutamente apta para el consumo humano. Mayormente se realiza sobre aguas originadas en manantiales naturales y en aguas subterráneas.
<b>Saneamiento</b>	Acondicionamiento de un lugar o una cosa a una situación de higiene.
<b>Unepar</b>	Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales.

## **RESUMEN**

En la presente investigación se procedió a tomar lecturas de los micromedidores a 60 viviendas de la aldea Puerta Parada del municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala, estas se realizaron juntamente con los empleados de la Municipalidad de Santa Catarina Pinula, para evaluar los parámetros de diseño en el consumo de agua potable.

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

La segunda fase, también se realizó en cuatro etapas. En la primera se llevó a cabo una capacitación a través de la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil.

En la segunda etapa se continuó con la inspección inicial a todo el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad, con la finalidad de verificar las características de su funcionamiento; se tomaron lecturas cada dos horas las 24 horas del día en la salida del tanque de distribución; así también, las lecturas en los micromedidores de las viviendas a cada dos horas iniciando a las 6:00 a. m., y terminando a las 10:00 p.m. Los datos obtenidos se tabularon en cuadros para su registro y control.

La tercera etapa consta de fórmulas y parámetros usados para el diseño y desarrollo de cálculos correspondientes con los datos obtenidos en las lecturas.

En la cuarta y última etapa se presentan los resultados obtenidos durante la investigación.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar y actualizar los criterios o parámetros de diseño utilizados en el proyecto construido de abastecimiento de agua potable en la aldea Puerta Parada del municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala.

### **Específicos**

1. Determinar la cuota per cápita real de consumo en la aldea Puerta Parada del municipio de Santa Catarina Pinula, en el proyecto de abastecimiento de agua potable, donde se aplicaron los criterios de diseño de las guías existentes del país en los estudios preliminares.
2. Determinar los parámetros de diseños con los datos obtenidos en esta investigación, compararlos con la primera fase y compararlos con los parámetros utilizados en el diseño de abastecimiento de agua potable de la aldea Puerta Parada del municipio de Santa Catarina Pinula.



## 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 y las ejecuciones de los proyectos, y de las poblaciones a ser atendidas. Generando costos altos de construcción y rehabilitación, esa deficiencia en los sistemas de abastecimiento reduce el periodo de diseño de su funcionamiento, dando como resultado proyectos en abandono

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

La presente investigación es la continuación de la primera fase, en donde se obtuvo resultados de los coeficientes diarios y horarios en el sistema de agua potable, de la aldea Puerta Parada del municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala, los cuales se muestran en la anexo 1a.

Con los resultados obtenidos en la primera fase se tienen, preliminarmente conocimientos más amplios sobre el comportamiento real que caracteriza a la aldea en estudio, en la segunda fase de investigación se continuó 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 de la primera fase de investigación en campo, brinda los parámetros esenciales para el diseño de proyectos de abastecimiento de agua, específicamente para la Región I 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, asimismo en esta fase de investigación se integran los resultados obtenidos de la primera con la segunda para verificar el comportamiento de los parámetros de diseño en la aldea Puerta Parada.

Además, se realizó la medición de la macromedición y micromedición, para continuar con la toma de datos y 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 parámetro en el consumo de agua potable.

La primera fase fue realizada de marzo a julio del 2014 como proyecto de trabajo de graduación, con la orientación de la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, los resultados se muestran en el anexo 1b.

La Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil contempla este tipo de estudio como una línea de investigación, la primera fase fue

realizada en marzo a julio de 2014, y se planificó para febrero de 2015 la segunda fase, con la finalidad de obtener datos fiables y reales, para realizar la evaluación de los parámetros de diseño en el consumo de agua potable en la aldea Puerta Parada, municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala.



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

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

La aldea Puerta Parada se encuentra ubicada a 6,9 km de la cabecera municipal, con una extensión de 9,115 km cuadrados, la cual colinda al sur con Muxbal, Don Justo; al norte con la ciudad de Guatemala; al este con Piedra Parada, El Rosario, Cristo Rey, Manzano y La Libertad; al oeste con Nueva Concepción y San Rafael. Asimismo, se encuentra geográficamente ubicada con latitud 14° 33' 46,40" N y una longitud 90° 27' 42,98" O y su altitud son de 1 550 metros sobre el nivel del mar<sup>1</sup>.

## **1.2. Topografía**

La aldea Puerta Parada presenta una topografía quebrada con pendientes pronunciadas, debido a que se ubica en terrenos montañosos, esto ha permitido variedad en el uso de la tierra. Por su ubicación geográfica, la aldea ha tenido un desarrollo económico, en los últimos años se ha convertido en área de desarrollos urbanísticos y comerciales, lo cual ha ido modificando la topografía de las áreas intervenidas, cabe mencionar que todo el municipio de Santa Catarina Pinula presenta topografía invariable.

La figura 1 muestra la localización de la aldea Puerta Parada.

---

<sup>1</sup>Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de Santa Catarina Pinula.

Figura 1. **Ubicación de la aldea Puerta Parada**



Fuente: Google Maps /Puerta Parada.<https://www.google.com.gt/maps/@14.5634594,-90.4623297,1239m/data=!3m1!1e3>. Consulta: 5 de noviembre de 2015.

### 1.3. **Clima**

Se marcan dos estaciones al año, el verano abarca los meses de noviembre a abril y la época lluviosa de mayo a octubre. Según las unidades bioclimáticas, la temperatura media anual es de 13 a 27 grados centígrados<sup>2</sup>.

Anteriormente era un poco frío debido a que la cubierta forestal era mucho mayor que actualmente. Esto se debe a que la población ha ido creciendo constantemente cada año, por lo que se ha tenido la necesidad de crear caseríos o aldeas donde las familias puedan vivir, y por ende las zonas boscosas han ido desapareciendo.

---

<sup>2</sup>Instituto Nacional Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh).



#### **1.4. Sistema de abastecimiento actual**

La aldea Puerta Parada cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable a través de conexiones domiciliarias, la comunidad cuenta con medidores (micromedición), y sistema de clorificación de agua potable. El servicio lo provee la fuente de agua municipal y la asociación de vecinos.

El agua es suministrada desde la fuente principal, constituida por un pozo mecánico ubicado estratégicamente; el agua es bombeada hacia un tanque de almacenamiento con capacidad de 50 metros cúbicos; del tanque de almacenamiento se lleva a las viviendas y comercios por medio de una red de distribución de tuberías de PVC de distintos diámetros.

##### **1.4.1. Tipo de consumidor**

Para todo tipo de investigación de consumo de agua potable es necesario determinar el uso que esta recibe para atender más eficientemente la demanda de parte de la comunidad. Para este caso, está claro que todas las viviendas de la aldea Puerta Parada usan el agua específicamente para satisfacer sus necesidades diarias, incluyendo la obtención de productos agrícolas. No teniendo ninguna actividad comercial, industrial u otra en la cual el consumo de agua potable sería altamente elevado. En la segunda fase de investigación se tomó en cuenta información de los caudales de las áreas comerciales y de áreas industriales.

Los sistemas de agua potable rural no cuentan con una regulación jurídico-institucional y no están sujetos al cumplimiento del régimen de concesiones sanitarias. Se forman y constituyen como un servicio particular, bajo la forma de un comité o cooperativa u otra figura jurídica que acuerden los

interesados, obteniendo los permisos de funcionamiento del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).

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

### **1.5. 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 determinar la dotación total necesaria para una población, es indispensable su estudio detallado y cuidadoso.

A continuación, algunos factores que determinan la regulación del consumo de agua potable.

#### **1.5.1. Calidad del agua**

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

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

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

La Municipalidad de Santa Catarina Pinula lleva registro de la calidad de agua de la aldea Puerta Parada, según sus registros, la calidad del agua para consumo humano es adecuada, las medidas preventivas, controles y desinfección que implementa la Municipalidad a la fuente que abastece a la comunidad, que es por medio de pozo mecánico, son regulados por el MSPAS.

### **1.5.2. Presión en la línea de conducción (impulsión) y red de distribución**

La presión en la línea de conducción y en la red de distribución es un factor muy importante que se debe tener en cuenta para 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 Puerta Parada, están determinadas por las diferentes alturas que tiene el terreno, estas varían entre 49 metros columna de agua (mca) y 77 mca, ver anexo 2, página 120, curvas de presión.

### **1.5.3. Población**

El proyecto de abastecimiento de agua potable de la aldea Puerta Parada, fue diseñado tomando en cuenta el crecimiento poblacional, con una tasa de crecimiento de 2,456 por ciento (según parámetros de diseño empleados por parte de la Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de Santa Catarina Pinula). La población actual de la aldea Puerta Parada es de 1 298 habitantes. Diseñándose así el proyecto para una población futura de 2 161 habitantes, con un período de diseño de 21 años. Ver anexo 6, página 124, pronóstico de demanda de agua potable, aldea Puerta Parada, Santa Catarina Pinula.

### **1.5.4. 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 Puerta Parada, el nivel socioeconómico 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. Se puede mencionar que, la aldea tiene un alto nivel económico social, la cual permite un consumo de agua potable estable, ya que todas las residencias se encuentran habitadas y las áreas comerciales son muy visitadas por los residentes y las personas que por allí transitan.

Actualmente, la aldea Puerta Parada cuenta con todas sus calles pavimentadas, y con todos los servicios básicos por parte de la Municipalidad,

## **1.6. 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.

### **1.6.1. 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.

#### **1.6.1.1. Caudal máximo diario**

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

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

Donde

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

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

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

Para el pronóstico inicial o demanda de agua potable de la aldea Puerta Parada, el caudal máximo diario se calculó con base en un caudal medio de 12,53 lt/s y un factor de día máximo de 1,5, dando como resultado un caudal máximo diario de 18,79 lt/s. Ver anexo 6, página 124. Pronóstico de demanda de agua potable, aldea Puerta Parada, Santa Catarina Pinula.

### 1.6.1.2. Caudal máximo horario

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

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

Donde

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

$f_{\text{hm}}$  = factor de hora máxima

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

Al igual que, para el cálculo del caudal máximo diario, el caudal máximo horario se calculó con base en caudal medio, utilizando un factor de hora máxima con un valor de 2, dando como resultado un caudal de 25,06 lt/s. Ver anexo 6, página 124. Pronóstico de demanda de agua potable, aldea Puerta Parada, Santa Catarina Pinula.





## 2. PROBLEMÁTICA ACTUAL

### 2.1. Guías actuales de diseño

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

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

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

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

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

El sobredimensionamiento de los sistemas construidos de abastecimiento de agua potable que se han aplicado en la utilización de los parámetros de diseño con y sin uso de normas o guías, conllevan a, ya sea una deficiencia en el servicio, o bien, a una sobreestimación de dicho sistema. Por tal razón, se realizó el estudio a la aldea Puerta Parada, 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 Puerta Parada cuenta con conexiones domiciliarias en cada vivienda (micromedidores), esto facilita la lectura del consumo por parte de los habitantes de dicha comunidad. No obstante, se presenta la dificultad o imposibilidad de obtener una macromedición, es decir, la lectura total de agua que sale del tanque de abastecimiento, la cual es distribuida a toda la comunidad, por no contar con un medidor total que brinde dicha información la cual es de suma importancia.

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

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



### **3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE LA SEGUNDA FASE**

#### **3.1. Etapa 1. Procesos de medición y búsqueda de información**

En esta primera etapa se procedió, por medio de inducciones, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la toma de lecturas, 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 que, como finalidad tiene la investigación.

También se realizó la búsqueda de información bibliográfica, libros, normas y manuales con temas relacionados a dicha investigación para construir el marco conceptual. La mayor información se obtuvo, en primer lugar, de los planos de diseño, tanto iniciales como finales. Así como la información proporcionada por la Dirección Municipal de Planificación local.

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. Ver anexo 6, página 124.

#### **3.2. Etapa 2. Estudio del sistema actual y recopilación de datos**

Se llevó a cabo el estudio del sistema actual. Este se enfocó a 60 viviendas de esta comunidad. Se realizó con una inspección inicial a todo el sistema de abastecimiento de agua potable conforme a planos iniciales de

diseño proporcionados por el Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Rural, de la misma manera, proporcionaron los planos finales de la construcción del sistema, determinando que su funcionamiento está en actividad constante las 24 horas del día, abasteciendo a toda la aldea desde el 2000 hasta la fecha.

Las figuras 2, 3 y 4 muestran el estado de la aldea Puerta Parada, municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala.

**Figura 2. Viviendas de la aldea Puerta Parada I**



Fuente: calle principal de la aldea Puerta Parada.

Figura 3. **Viviendas de la aldea Puerta Parada II**



Fuente: aldea Puerta Parada.

Figura 4. **Panorama de la aldea Puerta Parada**



Fuente: Google Maps /Puerta Parada.<https://www.google.com.gt/maps/@14.5634594,-90.4623297,1239m/data=!3m1!1e3>. Consulta: 12 de noviembre de 2015.

En la aldea, por parte de la Municipalidad de esa jurisdicción, 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 6:00 a.m. y concluyéndose a las 10:00 p.m., específicamente a 60 casas, considerando que este es el período de tiempo en el que usualmente se presentan los consumos domiciliarios en esta área de investigación.

En la figura 5 se muestra un ejemplo de un micromedidor para la toma de lecturas.

Figura 5. **Lectura de contadores**



Fuente: aldea Puerta Parada.

Los datos obtenidos se registraron en una ficha específica, ver apéndice 1.



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

Tabla I. **Resultados obtenidos en la segunda fase de investigación en la aldea Puerta Parada**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL							
CUADRO DIARIO DE MICROMEDICIÓN FASE II							
LECTURAS							
COMUNIDAD	ALDEA PUERTA PARADA						
MUNICIPIO	SANTA CATARINA PINULA						
DEPARTAMENTO	GUATEMALA						
CASA núm.	1						
Semana del __1__ al __7__ de __febrero__ de 2015							
HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	18 280,346	18 280,574	18 280,804	18 281,035	18 281,218	18 281,466	18 281,667
10:00	18 280,363	18 280,596	18 280,825	18 281,050	18 281,240	18 281,483	18 281,689
12:00	18 280,379	18 280,632	18 280,863	18 281,060	18 281,280	18 281,499	18 281,752
14:00	18 280,406	18 280,659	18 280,890	18 281,086	18 281,309	18 281,526	18 281,779
16:00	18 280,424	18 280,681	18 280,851	18 281,101	18 281,360	18 281,571	18 281,801
18:00	18 280,439	18 280,717	18 280,949	18 281,137	18 281,400	18 281,586	18 281,837
20:00	18 280,493	18 280,744	18 280,976	18 281,163	18 281,429	18 281,613	18 281,864
22:00	18 280,511	18 280,765	18 281,023	18 281,178	18 281,451	18 281,631	18 281,885

Fuente: elaboración propia.

### 3.3. Etapa 3. Desarrollo de cuadros analíticos

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

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

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

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL								
CUADRO DIARIO DE MICROMEDICIÓN FASE II								
METROS CÚBICOS								
COMUNIDAD	ALDEA PUERTA PARADA							
MUNICIPIO	SANTA CATARINA PINULA							
DEPARTAMENTO	GUATEMALA							
CASA núm.	1							
Semana del __1__ al __7__ de __febrero__ de 2015								
HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
06:00 08:00	0,0156	0,0632	0,0386	0,01	0,04	0,0156	0,036	
08:00 10:00	0,0178	0,0216	0,021	0,015	0,022	0,0178	0,0216	
10:00 12:00	0,0156	0,036	0,0386	0,01	0,04	0,0156	0,0632	
12:00 14:00	0,027	0,0272	0,0265	0,026	0,029	0,027	0,0272	
14:00 16:00	0,0178	0,0216	0,021	0,015	0,051	0,0448	0,0216	
16:00 18:00	0,0156	0,036	0,0386	0,036	0,04	0,0156	0,036	
18:00 20:00	0,054	0,0272	0,0265	0,026	0,029	0,027	0,0272	
20:00 22:00	0,0178	0,0216	0,0475	0,015	0,022	0,0178	0,0216	

Fuente: elaboración propia.

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

- Consumo promedio mensual: se inicia el proceso de evaluación mediante el cálculo del valor de consumo promedio mensual ( $Q_p$  mensual) para lograr obtener resultados finales del promedio del mes. Para poder determinar este parámetro, se debe obtener la sumatoria del consumo total del mes de investigación. ver apéndice 2. Consumo total de micromedición.

Entonces

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

Donde

$$Q_{p \text{ mensual}} = \text{caudal promedio registrado en un mes en m}^3/\text{día}$$

- Coeficiente de variación diaria: se calculó el valor del coeficiente de variación diaria ( $K_1$ ) de todos los días típicos del 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.

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

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

Donde

Z = valor obtenido mediante niveles de confianza

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

$\sigma$  = desviación estándar

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

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

- Coeficiente de variación horaria: se calculó el valor del coeficiente de variación horaria ( $K_2$ ) de todos los días típicos del 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.

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

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

Donde

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

$\sigma$  = desviación estándar

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

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

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

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

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

Donde

% Vr = porcentaje de volumen de regulación

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

$\sigma$  = desviación estándar

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

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

- Porcentaje de pérdidas: para la determinación del porcentaje de pérdidas del mes 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 el mes en estudio. Ver apéndice 2<sup>a</sup>. Consumo total de micromedición.

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

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

Donde el porcentaje de pérdidas será

$$\% \text{ pérdidas} = \frac{\text{vol. de agua contabilizada}}{\text{vol. de agua producida}} \times 100$$

- Dotaciones

Dotación de producción per cápita

Teniendo el valor del consumo promedio de agua producida en el mes de investigación y la población servida se tiene que

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

Luego

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

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

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

Luego

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

### **3.4. Etapa 4. Obtención de resultados**

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 consumo diario y mensual, 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



## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Macromedición**

Para llegar a los resultados obtenidos respecto a la macromedición fue necesario hacer un cuadro de consumo total, sumando los datos obtenidos de los aforos medidos a la entrada del tanque de purificación, este cuadro indica el comportamiento del uso del agua de la comunidad en estudio, durante el período de investigación y el promedio de consumo en metros cúbicos por hora. En el apéndice 3 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 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 III, se determinó y sumó el consumo en metros cúbicos de cada uno de los días del período de investigación. Con eso se obtuvo el consumo total de micromedición. Ver apéndice 2.

Tabla III. **Cálculo de cada uno de los días de la primera semana de febrero de 2015**

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
<b>CUADRO DIARIO DE MICROMEDICIÓN FASE II</b> <b>METROS CÚBICOS</b>							
<b>COMUNIDAD</b>	ALDEA PUERTA PARADA						
<b>MUNICIPIO</b>	SANTA CATARINA PINULA						
<b>DEPARTAMENTO</b>	GUATEMALA						
<b>CASA núm.</b>	1						
Semana del __1__ al __7__ de __febrero__ de 2015							
HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0156	0,0632	0,0386	0,01	0,04	0,0156	0,036
08:00 10:00	0,0178	0,0216	0,021	0,015	0,022	0,0178	0,0216
10:00 12:00	0,0156	0,036	0,0386	0,01	0,04	0,0156	0,0632
12:00 14:00	0,027	0,0272	0,0265	0,026	0,029	0,027	0,0272
14:00 16:00	0,0178	0,0216	0,021	0,015	0,051	0,0448	0,0216
16:00 18:00	0,0156	0,036	0,0386	0,036	0,04	0,0156	0,036
18:00 20:00	0,054	0,0272	0,0265	0,026	0,029	0,027	0,0272
20:00 22:00	0,0178	0,0216	0,0475	0,015	0,022	0,0178	0,0216
<b>SUMA</b>	<b>0,181</b>	<b>0,254</b>	<b>0,258</b>	<b>0,153</b>	<b>0,273</b>	<b>0,181</b>	<b>0,254</b>
<b>PROM M3/H</b>	<b>0,020</b>	<b>0,028</b>	<b>0,029</b>	<b>0,017</b>	<b>0,030</b>	<b>0,020</b>	<b>0,028</b>

Fuente: elaboración propia.

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

El circuito de distribución de agua potable de la aldea Puerta Parada se encuentra en muy buenas condiciones. Los medidores instalados actualmente

están realizando su función satisfactoriamente, brindando datos del consumo de cada vivienda, sin embargo, no se utilizan para llevar un control de dicho consumo, ni para efectuar ningún tipo de cobro por el servicio.

Hasta ahora, todas las unidades del sistema tales como: línea de conducción, línea y red de distribución, equipo de bombeo, filtros de potabilización y tanques de almacenamiento, no han mostrado mal funcionamiento.

Las figuras 6, 7 y 8 muestran el tanque de almacenamiento de agua potable, la cara de frente de un contador y la caseta de bombeo.

**Figura 6. Tanque de almacenamiento**



Fuente: aldea Puerta Parada.

Figura 7. **Micromedidor (contador)**



Fuente: aldea Puerta Parada.

Figura 8. **Caseta de control de bombeo**



Fuente: aldea Puerta Parada.

## 5. ANÁLISIS Y CÁLCULOS

Análisis de los datos de consumo de la aldea Puerta Parada del municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala.

- Cálculo del consumo promedio mensual

Se calcula el consumo total de micromedición durante el período de investigación de un mes. Ver apéndice 1.

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

$$Q_{p \text{ mensual}} = \frac{3\,428,7338 \text{ m}^3}{28 \text{ días}}$$

$$Q_{p \text{ mensual}} = 122,4548 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Coeficiente de variación diaria  $K_1$

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

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

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

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

K						
0,6592	0,6596	0,6612	0,6709	0,6766	0,8321	0,8353
0,8374	0,8435	0,8539	0,9196	0,9254	0,9487	0,9552
0,9832	1,0011	1,0029	1,0264	1,0412	1,0486	1,0908
1,2022	1,3325	1,3463	1,3576	1,3984	1,4011	1,4891

Fuente: elaboración propia

La figura 9 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 0,245.

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

$\sigma = 0,245$  calculado en una hoja de cálculo con base en los datos de la IV.

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

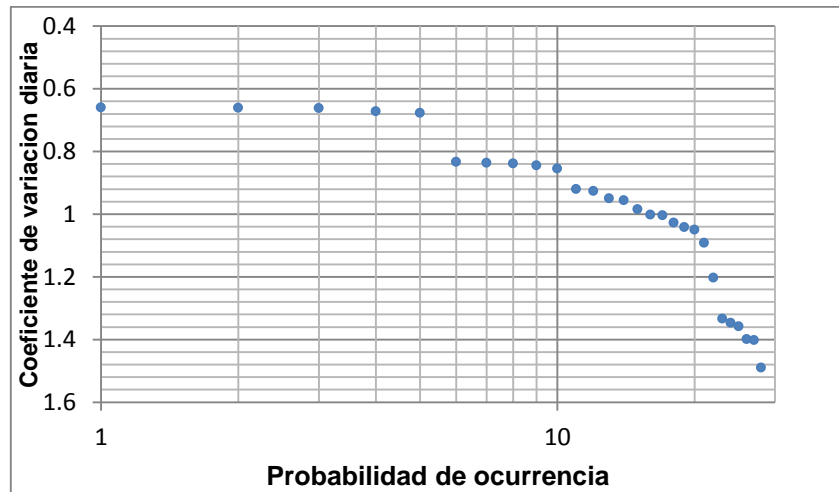
$$Z = \frac{K_1 - \bar{K}_1}{\sigma}$$

$$1,65 = \frac{K_1 - 1}{0,245}$$

$$K_1 = 1,65(0,245) + 0,95$$

$$K_1 = 1,4036 \cong 1,40$$

Figura 9. **Coefficiente de variación diaria contra probabilidad de ocurrencia**



Fuente: elaboración propia.

- Coeficiente de variación horaria  $K_2$

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

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

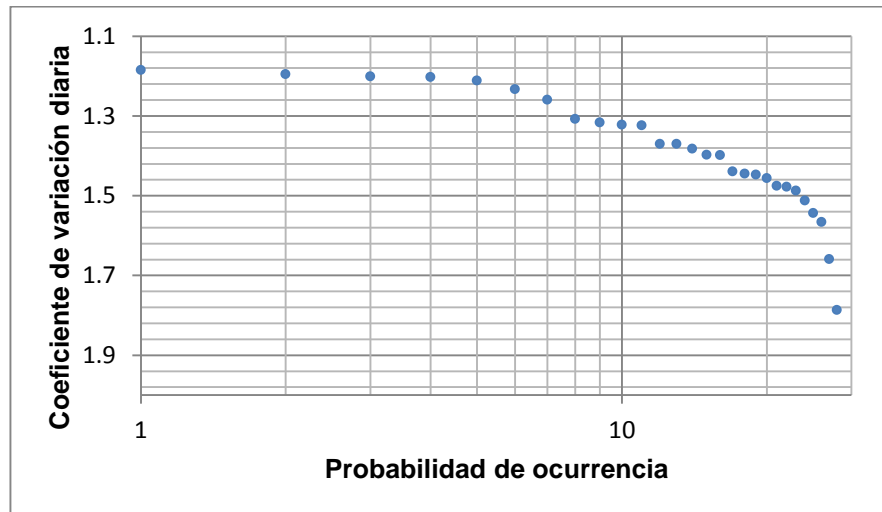
La tabla V muestra el coeficiente de variación horaria ( $K_2$ ) de cada día del período de investigación, los cuales se ordenaron en forma ascendente sin importar la fecha.

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

K2						
1,1845	1,1951	1,2005	1,2018	1,2109	1,2326	1,2589
1,3076	1,3161	1,3220	1,3234	1,3699	1,3702	1,3820
1,3973	1,3979	1,4389	1,4443	1,4472	1,4554	1,4749
1,4774	1,4873	1,5120	1,5429	1,5652	1,6584	1,7866

Fuente: elaboración propia.

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



Fuente: elaboración propia.

La figura 10 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 0,144.

$$\bar{K}_2 = 1,39$$



$\sigma = 0,144$  calculado en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla V.

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

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

$$1,65 = \frac{K_2 - 1,39}{0,144}$$

$$K_2 = 1,65 (0,144) + 1,39$$

$$K_2 = 1,6296 \cong 1,63$$

- El porcentaje de volumen de regulación: de los cuadros diarios de macromedición se tomaron los porcentajes de volúmenes de regulación (% Vr) de los días típicos del mes en estudio. Los valores obtenidos se ordenaron en forma creciente sin importar la fecha (ver tabla VI) y se determinaron sus frecuencias, reajustando estos valores a una distribución normal y considerando una probabilidad de un 95 por ciento de confiabilidad, se obtuvieron los siguientes valores:

$$Z = 1,65$$

$\sigma = 0,21$  calculado en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla V.

$$\overline{\% V_r} = 2,47$$

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

Vr						
1,8287	2,1366	2,2212	2,2310	2,3144	2,3253	2,3392
2,3489	2,3791	2,4045	2,4383	2,4623	2,4663	2,4792
2,5016	2,5065	2,5196	2,5563	2,5938	2,6265	2,6428
2,6526	2,6688	2,6691	2,6820	2,7199	2,7993	2,8565

Fuente: elaboración propia.

Entonces

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

$$1,65 = \frac{\% Vr - 2,47}{0,21}$$

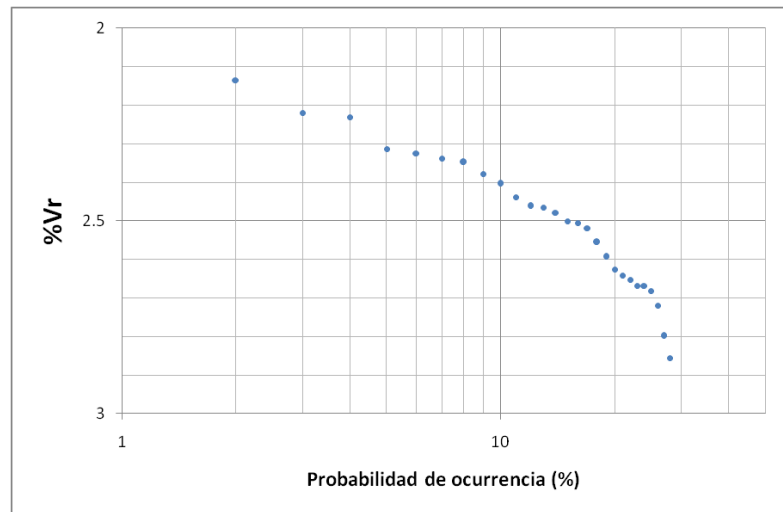
Despejando % Vr se tiene que

$$\% Vr = 0,21(1,65) + 2,47$$

$$\% Vr = 2,83$$

La figura 11 representa la distribución normal de los porcentajes de volumen de regulación (% Vr) de todos los días de investigación, de donde se obtuvo una desviación estándar con un valor de 0,21.

Figura 11. **Porcentaje de volumen de regulación contra probabilidad de ocurrencia**



Fuente: elaboración propia.

- **Porcentajes de pérdida:** se procedió, en primer lugar, a calcular el volumen total del mes de investigación. En el apéndice 3 se muestran las tablas de consumos diarios de macromedición. Luego se calculó el volumen de agua no contabilizada de la siguiente forma:

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

En la tabla VII se especifica el volumen de agua producida, volumen de agua contabilizada y no contabilizada en el mes de investigación.

Donde el porcentaje de pérdida es:

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

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

MES DE 2015	VOLUMEN DE AGUA PRODUCIDA (m3)	VOLUMEN DE AGUA CONTABILIZADA (m3)	VOLUMEN DE AGUA NO CONTABILIZADA (m3)	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
FEBRERO	9 434,44	6 343,1518	3 091,2825	32,7659

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se puede decir que el porcentaje de pérdidas promedio es de 47,66 por ciento.

Dotación de producción per cápita: el valor del consumo promedio de agua producida en la aldea Puerta Parada durante el mes de recolección de datos, fue de 9 434,44 metros cúbicos y la población servida fue de 240 habitantes.

Por lo tanto se tiene que

$$Q \text{ producido} = \frac{\text{Vol. promedio de agua producido por mes- vol. producido para las industrias}}{\text{Núm. de días por mes}}$$

$$Q \text{ producido} = \frac{9\,434,44 \text{ m}^3 - 7\,614,44 \text{ m}^3}{28 \text{ días}}$$

$$Q \text{ producido} = 65 \text{ m}^3/\text{día}$$

Sabiendo que la población servida fue de 240 habitantes se tiene que:

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

$$\text{Dot. producción} = \frac{65 \text{ (m}^3\text{/día)} * 1\ 000}{240 \text{ hab.}}$$

$$\text{Dot. producción} = 270,8 \text{ lt/hab/día}$$

Consumo per cápita, el valor del consumo promedio de agua contabilizada durante el período de investigación fue de 9 434,44 metros cúbicos y la población servida de las 60 vivienda, fue de 240 habitantes, por lo tanto se tiene que

$$\text{Q contabilizado} = \frac{\text{Vol. promedio producido por mes} - \text{vol. producido para las industrias}}{\text{Núm. de días por mes}}$$

$$\text{Q contabilizado} = \frac{6\ 343,15753 \text{ m}^3 - 5\ 363,16 \text{ m}^3}{28 \text{ días}}$$

$$\text{Q contabilizado} = 34,9999 \text{ m}^3\text{/días}$$

Luego

$$\text{Dot. consumo} = \frac{\text{Q contabilizado} * 1\ 000}{\text{Pob. servida}}$$

$$\text{Dot. consumo} = \frac{34,9999 \text{ (m}^3\text{/días)} * 1\ 000}{240 \text{ hab.}}$$

$$\text{Dot. consumo} = 145,83 \text{ lt/hab/día}$$

## **5.1 Cuadros analíticos**

En los apéndices se muestran las anotaciones de las lecturas de los contadores en febrero de 2015, de la casa 1 a la 60, así como también, sus respectivas figuras de la aldea Puerta Parada.

## **5.2 Cuadros de consumo**

En los apéndices se presentan los cálculos de consumo de agua potable en metros cúbicos de febrero de 2015, de la casa 1 a la 10, de la aldea. Esto se realizó con base en los cuadros analíticos de las anotaciones de lectura de los contadores ya señalados.

A continuación se presentan las tablas del VIII al XVIII de los cálculos de consumos horarios y porcentajes de las demandas en cada uno de los días, semanas del mes del período de investigación de la segunda fase.

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

<b>DOMINGO 8 DE FEBRERO (día de máximo consumo)</b>			
<b>HORA</b>	<b>Consumo en m3</b>	<b>consumo m3/h</b>	<b>% de la demanda media</b>
06:00 08:00	19,2956	9,6478	74,1
08:00 10:00	19,5760	9,788	75,1
10:00 12:00	19,4276	9,7138	74,6
12:00 14:00	40,7215	20,36075	156,3
14:00 16:00	18,7510	9,3755	72,0
16:00 18:00	19,7236	9,8618	75,7
18:00 20:00	20,4395	10,21975	78,5
20:00 22:00	24,4115	12,20575	93,7
<b>Demanda</b>	<b>182,3463</b>		
<b>Demanda Prom m3/h</b>	<b>13,0247</b>		

Fuente: elaboración propia.

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

<b>MIÉRCOLES 25 DE FEBRERO (día de mínimo consumo)</b>			
<b>HORA</b>	<b>Consumo en m3</b>	<b>consumo m3/h</b>	<b>% de la demanda</b>
06:00 08:00	12,1139	6,05695	105,0
08:00 10:00	9,3755	4,68775	81,3
10:00 12:00	11,5595	5,77975	100,2
12:00 14:00	8,7293	4,36465	75,7
14:00 16:00	11,7920	5,896	102,3
16:00 18:00	9,3823	4,69115	81,4
18:00 20:00	7,8160	3,908	67,8
20:00 22:00	9,9590	4,9795	86,4
<b>Demanda</b>	<b>80,7275</b>		
<b>Demanda Prom m3/h</b>	<b>5,7663</b>		

Fuente: elaboración propia.

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

Dia promedio			
HORA	Consumo en m3	consumo m3/h	% de la demanda
06:00 08:00	15,7394	7,8697	90,0
08:00 10:00	14,8974	7,4487	85,2
10:00 12:00	16,7038	8,3519	95,5
12:00 14:00	17,1242	8,5621	97,9
14:00 16:00	15,1906	7,5953	86,8
16:00 18:00	14,1481	7,0741	80,9
18:00 20:00	13,6912	6,8456	78,3
20:00 22:00	14,9601	7,4801	85,5
<b>Demanda</b>	<b>122,4548</b>		
<b>Demanda Prom m3/h</b>	<b>8,7468</b>		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Consumos, promedios diarios en metros cúbicos de febrero de 2015**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	72,0134	52,1586	72,9951	56,3210	49,4432	67,0872	70,6836
08:00 10:00	63,4519	66,2736	63,2223	49,8029	56,9844	56,1544	61,2376
10:00 12:00	60,0142	70,8593	85,5817	63,5041	61,2177	65,8064	60,7237
12:00 14:00	78,5532	66,0427	63,8863	59,2950	61,3769	71,8512	78,4710
14:00 16:00	68,4704	53,4916	59,7468	52,4584	65,5474	67,8389	57,7834
16:00 18:00	55,8642	45,6056	69,6541	52,8141	54,7302	59,9610	57,5185
18:00 20:00	58,2092	54,5362	51,4055	51,6347	53,4932	62,1082	51,9657
20:00 22:00	58,3374	59,9091	58,3928	49,3154	72,4314	59,9079	60,5899
<b>Suma</b>	<b>514,9139</b>	<b>468,8767</b>	<b>524,8846</b>	<b>435,1456</b>	<b>475,2244</b>	<b>510,7152</b>	<b>498,9734</b>
<b>Prom m3/h</b>	<b>36,7796</b>	<b>33,4912</b>	<b>37,4918</b>	<b>31,0818</b>	<b>33,9446</b>	<b>36,4797</b>	<b>35,6410</b>

Fuente: elaboración propia.



Tabla XII. **Porcentajes de la demanda media diaria en los días de febrero de 2015**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	195,7973	155,7383	194,6964	181,2023	145,6585	183,9030	198,3213
08:00 10:00	172,5194	197,8837	168,6299	160,2316	167,8747	153,9335	171,8181
10:00 12:00	163,1727	211,5759	228,2680	204,3126	180,3459	180,3920	170,3762
12:00 14:00	213,5784	197,1942	170,4009	190,7706	180,8149	196,9624	220,1709
14:00 16:00	186,1642	159,7184	159,3598	168,7751	193,1011	185,9636	162,1264
16:00 18:00	151,8892	136,1719	185,7851	169,9195	161,2339	164,3683	161,3832
18:00 20:00	158,2651	162,8374	137,1115	166,1250	157,5897	170,2543	145,8033
20:00 22:00	158,6136	178,8802	155,7484	158,6631	213,3812	164,2228	170,0008

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **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 08:00	129,3292	101,7118	101,2782	108,3829
08:00 10:00	115,0510	107,1129	93,4097	101,5535
10:00 12:00	119,4035	110,7143	131,1600	106,4293
12:00 14:00	109,5927	136,0422	99,4405	134,4009
14:00 16:00	105,5748	114,8859	101,2072	103,6690
16:00 18:00	100,5789	111,9160	96,2217	87,4311
18:00 22:00	88,7529	107,8067	86,6632	100,1299
22:00 22:00	102,2773	115,5589	93,3112	107,7365
<b>sumatoria</b>	<b>870,5603</b>	<b>905,7487</b>	<b>802,6917</b>	<b>849,7331</b>
<b>promedio m3/h</b>	<b>62,1829</b>	<b>64,6963</b>	<b>57,3351</b>	<b>60,6952</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Porcentajes 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 08:00	207,9820	157,2142	176,6425	178,5691
08:00 10:00	185,0204	165,5625	162,9188	167,3171
10:00 12:00	192,0199	171,1292	228,7603	175,3504
12:00 14:00	176,2426	210,2781	173,4373	221,4357
14:00 16:00	169,7811	177,5771	176,5187	170,8026
16:00 18:00	161,7469	172,9866	167,8233	144,0494
18:00 22:00	142,7288	166,6349	151,1520	164,9716
22:00 22:00	164,4782	178,6174	162,7470	177,5041

Fuente: elaboración propia.

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

HORA	CONSUMO M3	% DEMANDA MEDIA
06:00 08:00	15,7394	179,9
08:00 10:00	14,8974	170,3
10:00 12:00	16,7038	191,0
12:00 14:00	17,1242	195,8
14:00 16:00	15,1906	173,7
16:00 18:00	14,1481	161,8
18:00 20:00	13,6912	156,5
20:00 22:00	14,9601	171,0
<b>Total m3</b>	<b>122,4548</b>	
<b>prom m3/h</b>	<b>8,7468</b>	

Fuente: elaboración propia.

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

<b>DIA</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>
LUNES	103,2934	116,9665	128,4122	166,2418
MARTES	171,5663	82,1595	102,5434	112,6075
MIÉRCOLES	147,2205	125,6922	171,2444	80,7275
JUEVES	82,8475	113,3154	116,1705	122,8122
VIERNES	127,4962	164,8663	80,9685	101,8934
SÁBADO	104,5602	120,4025	122,5862	163,1663
DOMINGO	133,5762	182,3463	80,7665	102,2844
<b>sumatoria</b>	<b>870,5603</b>	<b>905,7487</b>	<b>802,6917</b>	<b>849,7331</b>
<b>promedio m3/día</b>	<b>124,3658</b>	<b>129,3927</b>	<b>114,6702</b>	<b>121,3904</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Porcentajes de la demanda diaria durante las semanas de febrero de 2015**

<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>
LUNES	83,0561	90,3965	111,9839	136,9480
MARTES	137,9530	63,4963	89,4246	92,7647
MIÉRCOLES	118,3770	97,1401	149,3364	66,5024
JUEVES	66,6160	87,5748	101,3083	101,1712
VIERNES	102,5171	127,4155	70,6099	83,9386
SÁBADO	<b>84,0748</b>	<b>93,0520</b>	<b>106,9032</b>	<b>134,4145</b>
DOMINGO	<b>107,4059</b>	<b>140,9248</b>	<b>70,4337</b>	<b>84,2607</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Cálculo de la demanda diaria promedio durante el periodo de investigación**

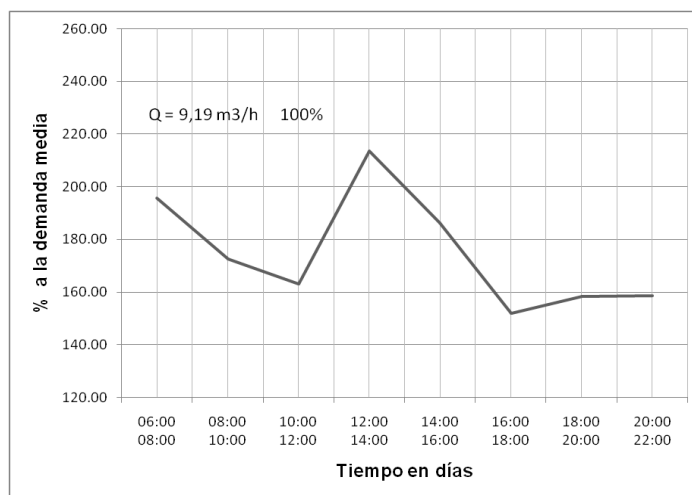
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	DEMANDA PROMEDIO
<b>M3</b>	498,9734	514,9139	468,8767	524,8846	435,1456	475,2244	510,7152	489,8191
<b>% DE LA DEMANDA MEDIA</b>	101,9	105,1	95,7	107,2	88,8	97,0	104,3	100,00

Fuente: elaboración propia.

### 5.3. Curvas de variación

Es la gráfica de la demanda promedio de los días lunes a domingo en el mes de investigación. A continuación se presenta en la figura 12 el promedio de los lunes de febrero de 2015 solamente; las figuras del resto de los días se presentan en el apéndice 5b al 5h. Ver página 105.

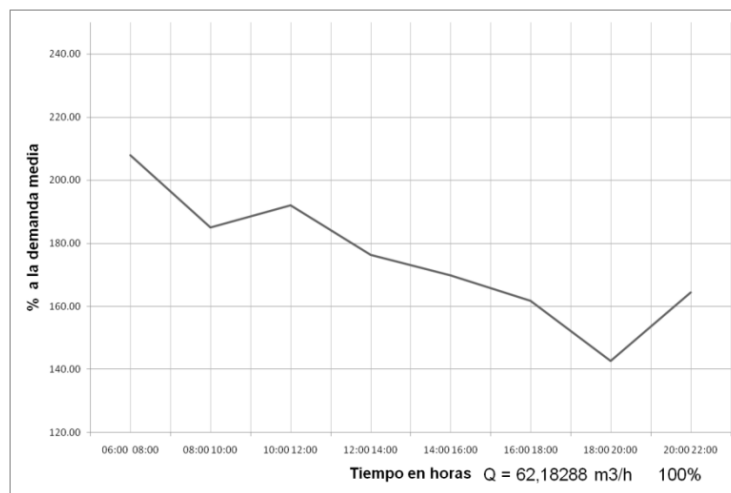
Figura 12. **Demanda promedio de los lunes de febrero de 2015**



Fuente: elaboración propia.

A continuación, en la figura 13 se presenta el promedio de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015; las figuras del resto de la semana se incluyen en el apéndice 6b al 6e, ver página 109.

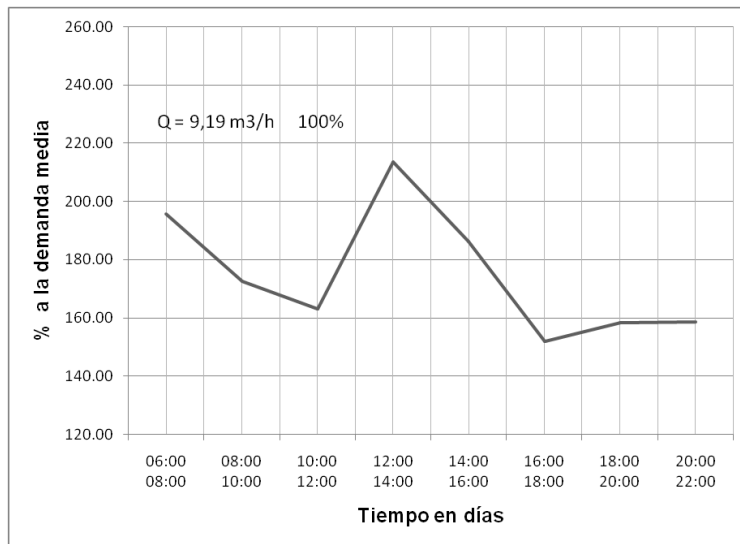
Figura 13. **Demanda promedio de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015**



Fuente: elaboración propia.

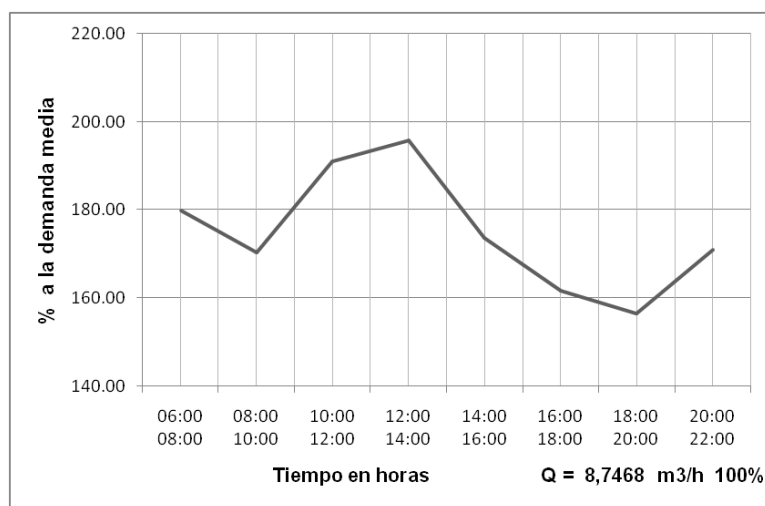
A continuación, en la figura 14 se presenta el promedio del día lunes del período de investigación, y en la figura 15 se presenta la demanda promedio general del periodo de investigación.

Figura 14. **Demanda promedio de los lunes del período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

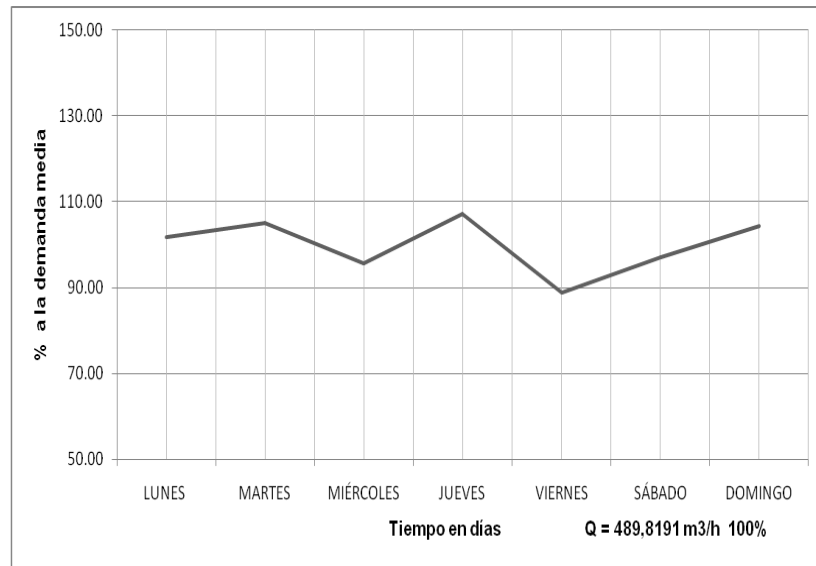
Figura 15. **Demanda promedio general del período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

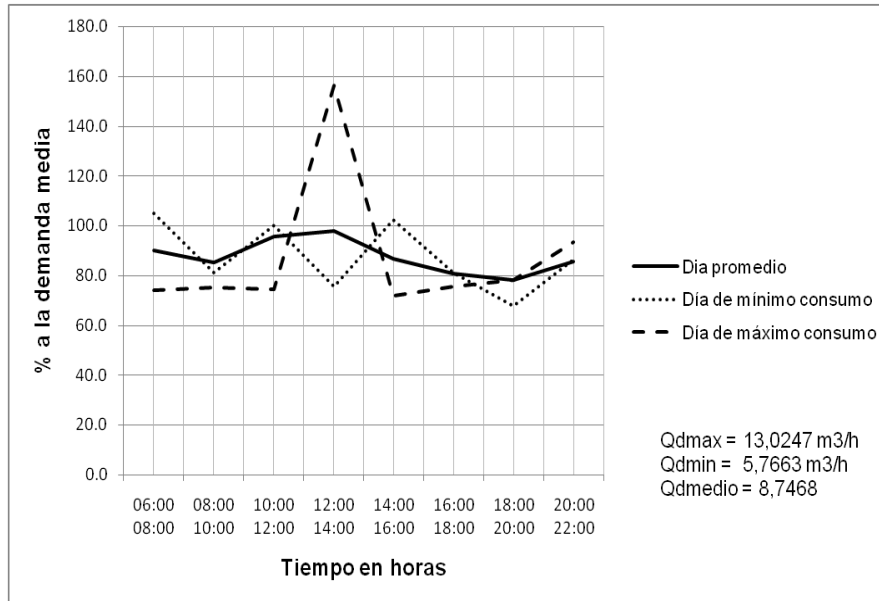
En la figura 16 se muestra la demanda diaria promedio durante el período de investigación, y en la figura 17 se presenta la demanda en los días de máximo, mínimo consumo y día promedio.

Figura 16. **Demanda diaria promedio en el período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Demanda en los días de máximo, mínimo consumo y día promedio**



Fuente: elaboración propia.



## 6. DISCUSIONES

La cuota per cápita real de consumo en la aldea Puerta Parada, del proyecto de abastecimiento de agua potable, aplicando la metodología de investigación en la obtención de este parámetro, dio como resultado una dotación de 145,83 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 160 lt/hab/día. Se puede observar que se tiene un sobredimensionamiento respecto a la dotación de consumo que la guía presenta para las áreas rurales en general, lo que hace evidente que se pudo haber tenido un costo innecesario en la construcción del proyecto de abastecimiento de agua para la comunidad.

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

La tabla XIX muestra la diferencia que existe entre los parámetros que fueron utilizados con base en las guías existentes y los parámetros que se determinaron por medio de la investigación en la primera fase de y los parámetros que se establecieron por medio de la investigación en la segunda fase.

Tabla XIX. **Comparación entre los parámetros de diseño inicial y parámetros encontrados en la primera y segunda fase de investigación**

	<b>Parámetros utilizados en el diseño (según guías de diseño)</b>	<b>Parámetros encontrados en la primera fase de investigación</b>	<b>Parámetros encontrados en la segunda fase de investigación</b>
Dotación de consumo	160 lt/hab/día	133,76 lt/hab/día	145,83 lt/hab/día
Coefficiente de variación diaria (K1)	1,50	0,75	1,40
Coefficiente de variación horaria (K2)	3,00	3,09	1,63

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 XIX brinda los parámetros esenciales para el diseño de proyectos de abastecimiento de agua, específicamente para la Región I de Guatemala, que ayudarán a optimizar los recursos al momento de la ejecución y al mismo tiempo brindarán la seguridad de buen funcionamiento de todos los elementos que comprenden dicho sistema, donde se ha comparado la primera con la segunda fase de investigación con el diseño actual de la aldea Puerta Parada.

## CONCLUSIONES

1. La implementación de la micromedición en el consumo de agua potable permitió determinar la cuota per cápita real de la segunda fase en el consumo en la aldea Puerta Parada, el cual fue de 145,83 lt/hab/día, y en la primera fase fue de 133,76 lt/hab/día. Esta variación dependió de que en la primera fase no se tomaron en cuenta algunos centros industriales y centro comerciales, pero está por debajo del valor que fue diseñado el sistema de abastecimiento de agua, el cual corresponde a 160 lt/hab/día, esto demuestra que se puede utilizar en proyectos de abastecimiento de agua potable en las comunidades rurales en la Región I de Guatemala. En esta sección se colocan las conclusiones finales del trabajo de graduación.

Los parámetros encontrados, tales como coeficiente de variación diaria (K1), y coeficiente de variación horaria (k2), variaron con diferencia a la primera fase de investigación, ya que no se tomaron en cuenta los centros comerciales y unas industrias y la dotación de consumo per cápita, se analizó con base en la población, excluyendo a las industrias y a los centros comerciales.

2. La dotación de producción per capita que se determinó con un valor de 270,8 lt/hab/día permite saber que el sistema de agua potable en la aldea Puerta Parada abastece de forma eficiente a toda la población, ya que la dotación de consumo tiene un valor de 145,83 lt/hab/día.



## RECOMENDACIONES

1. Considerando que existe un problema que se afronta por no existir datos suficientes sobre la demanda de agua en el área rural, es importante que se haga un estudio dividido en dos fases, donde se recopilen las micromediciones y macromediciones del lugar de investigación, y se determinen los caudales de las viviendas en estudio.
2. Según las condiciones del servicio y la capacidad económica que se brinde para este estudio se debe realizar investigaciones de este tipo en todas las regiones de Guatemala, para tener bases de información de nuevos proyectos.
3. Para encontrar las variaciones en el consumo de agua potable se debe instalar un macromedidor (contador) en la salida del tanque de almacenamiento y asimismo se debe de instalar micromedidores (contadores) en cada una de las viviendas en donde se suministra el agua potable del tanque de almacenamiento.
4. Los parámetros y resultados obtenidos y presentados en esta investigación solo son útiles en esta región y no se debe utilizar en otras regiones de Guatemala, ya que cada región tiene diferentes necesidades.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, 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. AÍFAN PAMAL, Héctor Eduardo. *Diseño de sistema de distribución de agua potable para la cabecera municipal de San Juan Alotenango, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 20 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. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Instituto de Fomento Municipal. *Guía de normas para el diseño de abastecimiento de agua potable en las zonas rurales de Guatemala*. Volumen I. Guatemala: MSPAS; Infom-Unepar, 2011. 62 p.
5. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable en las zonas rurales*. Guatemala: Infom-Unepar, 1997.66 p.





## APÉNDICES

### Apéndice 1. **Tabla de recopilación de información, cálculos cuadros analíticos**

Anotaciones de lecturas de contadores durante el mes de febrero de la casa 1 a la 10, de la aldea Puerta Parada.

#### Apéndice 1a. **Anotaciones de las lecturas de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 1**

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
<b>CUADRO DIARIO DE MICROMEDICIÓN FASE II</b>							
<b>LECTURAS</b>							
<b>COMUNIDAD</b>	ALDEA PUERTA PARADA						
<b>MUNICIPIO</b>	SANTA CATARINA PINULA						
<b>DEPARTAMENTO</b>	GUATEMALA						
<b>CASA núm.</b>	1						
Semana del __1__ al __7__ de __febrero__ de 2015							
HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	18 280,346	18 280,574	18 280,804	18 281,035	18 281,218	18 281,466	18 281,667
10:00	18 280,363	18 280,596	18 280,825	18 281,050	18 281,240	18 281,483	18 281,689
12:00	18 280,379	18 280,632	18 280,863	18 281,060	18 281,280	18 281,499	18 281,752
14:00	18 280,406	18 280,659	18 280,890	18 281,086	18 281,309	18 281,526	18 281,779
16:00	18 280,424	18 280,681	18 280,851	18 281,101	18 281,360	18 281,571	18 281,801
18:00	18 280,439	18 280,717	18 280,949	18 281,137	18 281,400	18 281,586	18 281,837
20:00	18 280,493	18 280,744	18 280,976	18 281,163	18 281,429	18 281,613	18 281,864
22:00	18 280,511	18 280,765	18 281,023	18 281,178	18 281,451	18 281,631	18 281,885

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 1b. Anotaciones de las lecturas en la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 1**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	18 281,924	18 282,155	18 282,338	18 282,586	18 282,787	18 283,044	18 283,301
10:00	18 281,945	18 282,170	18 282,389	18 282,603	18 282,809	18 283,065	18 283,316
12:00	18 281,983	18 282,180	18 282,429	18 282,619	18 282,845	18 283,103	18 283,326
14:00	18 282,010	18 282,206	18 282,458	18 282,646	18 282,872	18 283,130	18 283,352
16:00	18 282,031	18 282,247	18 282,389	18 282,691	18 282,893	18 283,151	18 283,572
18:00	18 282,069	18 282,257	18 282,520	18 282,706	18 282,957	18 283,189	18 283,649
20:00	18 282,096	18 282,283	18 282,549	18 282,733	18 282,984	18 283,242	18 283,675
22:00	18 282,143	18 282,298	18 282,571	18 282,751	18 283,005	18 283,263	18 283,690

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 1c. Anotaciones de las lecturas en la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 1**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	18283,730	18283,978	18284,179	18284,436	18284,667	18284,850	18285,098
10:00	18283,752	18283,995	18284,165	18284,457	18284,682	18284,872	18285,116
12:00	18283,792	18284,011	18284,206	18284,495	18284,692	18284,912	18285,131
14:00	18283,843	18284,038	18284,170	18284,522	18284,718	18284,941	18285,185
16:00	18283,865	18284,056	18284,165	18284,483	18284,733	18284,963	18285,203
18:00	18283,905	18284,071	18284,179	18284,606	18284,769	18285,003	18285,219
20:00	18283,934	18284,125	18284,170	18284,633	18284,795	18285,061	18285,246
22:00	18283,956	18284,143	18284,165	18284,654	18284,810	18285,083	18285,263

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1d. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 1**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	18285,326	18285,556	18285,940	18286,152	18286,371	18286,572	18286,829
10:00	18285,348	18285,656	18285,955	18286,174	18286,389	18286,594	18286,850
12:00	18285,384	18285,694	18285,965	18286,214	18286,404	18286,630	18286,888
14:00	18285,411	18285,721	18285,991	18286,243	18286,431	18286,684	18286,915
16:00	18285,433	18285,801	18286,006	18286,174	18286,476	18286,706	18286,936
18:00	18285,469	18285,840	18286,042	18286,305	18286,492	18286,742	18286,975
20:00	18285,496	18285,866	18286,068	18286,334	18286,519	18286,769	18287,001
22:00	18285,518	18285,931	18286,083	18286,356	18286,536	18286,791	18287,049

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1e. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 2**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	2 004,451	2 004,593	2 004,841	2 004,932	2 005,160	2 005,338	2 005,509
10:00	2 004,467	2 004,630	2 004,847	2 004,957	2 005,206	2 005,387	2 005,546
12:00	2 004,487	2 004,642	2 004,857	2 004,998	2 005,215	2 005,407	2 005,558
14:00	2 004,516	2 004,710	2 004,861	2 005,018	2 005,246	2 005,436	2 005,592
16:00	2 004,527	2 004,747	2 004,851	2 005,043	2 005,261	2 005,447	2 005,663
18:00	2 004,540	2 004,759	2 004,877	2 005,084	2 005,270	2 005,460	2 005,675
20:00	2 004,570	2 004,793	2 004,881	2 005,123	2 005,301	2 005,490	2 005,709
22:00	2 004,581	2 004,830	2 004,891	2 005,148	2 005,316	2 005,501	2 005,746

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1f. **Anotaciones de de las lecturas en la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 2**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	2 005,761	2 005,848	2 006,087	2 006,514	2 006,685	2 006,933	2 007,024
10:00	2 005,767	2 005,909	2 006,102	2 006,530	2 006,722	2 006,939	2 007,049
12:00	2 005,777	2 005,950	2 006,122	2 006,550	2 006,734	2 006,949	2 007,090
14:00	2 005,781	2 005,969	2 006,153	2 006,608	2 006,768	2 006,953	2 007,110
16:00	2 005,787	2 005,994	2 006,164	2 006,619	2 006,805	2 006,963	2 007,154
18:00	2 005,797	2 006,035	2 006,209	2 006,632	2 006,817	2 006,973	2 007,195
20:00	2 005,801	2 006,055	2 006,479	2 006,662	2 006,851	2 006,977	2 007,215
22:00	2 005,807	2 006,080	2 006,494	2 006,673	2 006,922	2 006,983	2 007,240

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1g. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 2**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	2007,252	2007,430	2007,601	2007,849	2007,960	2008,168	2008,346
10:00	2007,267	2007,446	2007,638	2007,855	2007,985	2008,183	2008,362
12:00	2007,276	2007,466	2007,650	2007,865	2008,026	2008,333	2008,382
14:00	2007,307	2007,495	2007,684	2007,873	2008,045	2008,373	2008,411
16:00	2007,322	2007,535	2007,721	2007,863	2008,070	2008,388	2008,451
18:00	2007,331	2007,548	2007,733	2007,889	2008,111	2008,397	2008,464
20:00	2007,362	2007,578	2007,767	2007,893	2008,131	2008,490	2008,494
22:00	2007,408	2007,589	2007,838	2007,899	2008,156	2008,505	2008,505

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1h. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 2**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	2008,682	2008,930	2009,021	2009,280	2009,427	2009,598	2009,846
10:00	2008,719	2008,936	2009,046	2009,295	2009,443	2009,669	2009,852
12:00	2008,765	2008,946	2009,087	2009,304	2009,492	2009,681	2009,862
14:00	2008,799	2008,950	2009,126	2009,335	2009,521	2009,715	2009,866
16:00	2008,836	2008,960	2009,151	2009,295	2009,532	2009,752	2009,872
18:00	2008,848	2008,970	2009,192	2009,359	2009,545	2009,764	2009,886
20:00	2008,882	2008,974	2009,212	2009,390	2009,575	2009,798	2009,890
22:00	2008,919	2008,980	2009,237	2009,405	2009,586	2009,835	2009,896

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1i. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 3**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
08:00	690,490	691,368	692,110	694,200	697,800	702,390	703,368
10:00	690,630	691,468	692,360	694,430	698,170	702,530	703,388
12:00	690,720	691,536	692,670	694,830	699,170	702,620	703,456
14:00	690,920	691,616	692,770	695,200	700,090	702,720	703,536
16:00	691,060	691,636	692,460	695,430	700,460	702,960	703,556
18:00	691,150	691,704	693,430	696,200	701,460	703,050	703,571
20:00	691,250	691,784	693,530	696,570	701,920	703,150	703,651
22:00	691,390	691,804	693,780	696,800	702,290	703,290	703,671

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1j. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 3**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	704,110	709,200	712,800	717,390	718,368	719,110	721,570
10:00	704,360	709,430	713,170	717,580	718,388	719,360	721,800
12:00	704,670	709,830	714,170	717,670	718,456	719,670	722,200
14:00	704,770	710,200	714,630	717,770	718,536	719,870	722,570
16:00	705,120	710,800	713,630	717,910	718,556	720,120	722,800
18:00	705,430	711,200	716,000	718,000	718,656	720,430	723,200
20:00	705,530	711,570	716,460	718,100	718,736	720,530	723,570
22:00	705,780	711,800	717,290	718,240	718,756	720,780	723,800

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1k. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 3**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	724,800	729,390	730,368	731,210	733,200	736,800	741,290
10:00	725,170	729,530	730,388	731,460	733,430	737,140	741,430
12:00	726,630	729,620	730,456	731,770	734,200	738,600	741,520
14:00	727,090	729,720	730,466	731,870	734,570	739,060	741,620
16:00	727,460	729,860	730,486	731,460	734,800	739,400	741,760
18:00	728,460	729,950	730,554	732,430	735,200	740,400	741,850
20:00	728,920	730,050	730,634	732,530	735,570	740,860	741,950
22:00	729,290	730,290	730,654	732,780	735,800	741,200	742,190

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1l. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 3**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	742,348	743,010	745,100	754,100	758,590	759,568	760,310
10:00	742,368	743,260	745,330	754,440	758,730	759,588	760,560
12:00	742,436	743,570	745,730	755,440	758,920	759,656	760,870
14:00	742,516	743,670	746,470	756,360	759,020	759,816	760,970
16:00	742,536	744,020	746,700	755,360	759,160	759,836	761,220
18:00	742,604	744,330	747,100	757,700	759,250	759,904	761,630
20:00	742,684	744,430	747,470	758,160	759,350	759,984	761,730
22:00	742,704	744,680	747,700	758,500	759,490	760,004	761,980

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1m. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 4**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	4 349,600	4 355,200	4 362,200	4 371,150	4 374,420	4 375,470	4 376,580
10:00	4 349,740	4 355,500	4 363,500	4 371,227	4 374,425	4 375,610	4 376,880
12:00	4 352,740	4 355,700	4 364,700	4 371,377	4 374,465	4 375,700	4 377,080
14:00	4 352,840	4 357,200	4 366,300	4 372,277	4 374,740	4 375,800	4 378,580
16:00	4 352,980	4 357,500	4 365,100	4 372,354	4 374,745	4 376,050	4 380,380
18:00	4 354,760	4 359,200	4 368,800	4 373,404	4 374,785	4 376,140	4 380,580
20:00	4 354,860	4 360,700	4 369,600	4 374,304	4 375,060	4 376,240	4 382,080
22:00	4 355,000	4 361,000	4 370,900	4 374,381	4 375,340	4 376,380	4 382,380

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 1n. Anotaciones de las lecturas en la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 4**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	4 383,580	4 392,530	4 396,075	4 396,850	4 398,560	4 409,960	4 418,910
10:00	4 384,880	4 392,607	4 396,080	4 397,090	4 400,560	4 411,260	4 418,987
12:00	4 386,080	4 392,757	4 396,120	4 397,180	4 402,260	4 412,460	4 420,037
14:00	4 386,880	4 393,657	4 396,395	4 397,280	4 403,760	4 413,260	4 420,937
16:00	4 388,180	4 394,634	4 396,080	4 397,420	4 406,760	4 415,360	4 421,014
18:00	4 389,380	4 394,784	4 396,440	4 397,510	4 406,960	4 416,560	4 421,164
20:00	4 390,180	4 395,684	4 396,715	4 397,610	4 408,460	4 417,360	4 422,064
22:00	4 392,280	4 395,761	4 396,720	4 397,750	4 408,760	4 418,660	4 422,141

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 1ñ. Anotaciones de las lecturas en la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 4**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	4422,180	4423,230	4424,340	4431,340	4440,290	4443,560	4444,610
10:00	4422,185	4423,370	4424,640	4432,640	4440,367	4443,840	4444,750
12:00	4422,225	4423,460	4424,840	4434,640	4440,517	4443,880	4444,840
14:00	4422,775	4423,660	4426,340	4435,440	4442,317	4444,155	4444,940
16:00	4422,780	4423,800	4428,140	4434,240	4442,394	4444,160	4445,180
18:00	4422,820	4423,890	4428,340	4437,940	4442,544	4444,200	4445,270
20:00	4423,095	4423,990	4429,840	4438,740	4443,444	4444,475	4445,370
22:00	4423,100	4424,130	4430,140	4440,040	4443,521	4444,480	4445,510

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 1o. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 4**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	4445,720	4452,720	4461,670	4464,940	4465,990	4467,100	4474,100
10:00	4446,020	4454,020	4462,647	4464,945	4466,130	4467,400	4475,400
12:00	4446,220	4455,220	4462,797	4465,260	4466,320	4467,600	4476,600
14:00	4447,720	4456,820	4463,697	4465,535	4466,420	4469,100	4477,400
16:00	4448,020	4458,120	4463,774	4465,495	4466,560	4469,400	4478,700
18:00	4449,720	4459,320	4463,924	4465,580	4466,650	4469,600	4480,700
20:00	4451,220	4460,120	4464,824	4465,855	4466,750	4471,100	4481,500
22:00	4451,520	4461,420	4464,901	4465,860	4466,890	4472,900	4482,800

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1p. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 5**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	10 509,500	10 551,000	10 555,770	10 597,170	10 638,170	10 659,670	10 701,170
10:00	10 513,500	10 551,680	10 561,770	10 603,170	10 640,170	10 663,670	10 701,850
12:00	10 522,900	10 552,710	10 566,370	10 608,170	10 642,170	10 676,270	10 702,850
14:00	10 529,300	10 552,740	10 570,370	10 616,170	10 643,170	10 679,470	10 702,910
16:00	10 533,300	10 553,440	10 569,770	10 618,170	10 645,170	10 683,470	10 703,610
18:00	10 542,800	10 554,440	10 576,970	10 626,170	10 647,170	10 692,970	10 704,610
20:00	10 546,000	10 554,470	10 580,970	10 630,170	10 648,170	10 696,170	10 704,640
22:00	10 550,000	10 555,170	10 586,970	10 635,170	10 650,170	10 700,170	10 705,340

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1q. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 5**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	10 705,940	10 739,340	10 763,340	10 785,840	10 827,350	10 832,110	10 865,510
10:00	10 711,940	10 742,140	10 765,340	10 793,040	10 828,050	10 838,110	10 868,310
12:00	10 712,740	10 744,140	10 767,340	10 802,540	10 829,050	10 838,910	10 870,310
14:00	10 720,740	10 747,340	10 768,340	10 805,640	10 829,080	10 842,910	10 873,510
16:00	10 726,740	10 753,340	10 767,340	10 809,640	10 829,780	10 852,910	10 876,310
18:00	10 727,340	10 755,340	10 773,340	10 819,140	10 830,780	10 853,510	10 881,510
20:00	10 731,340	10 758,540	10 774,340	10 822,340	10 830,810	10 857,510	10 884,710
22:00	10 737,340	10 761,340	10 776,340	10 826,340	10 831,510	10 863,510	10 887,510

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1r. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 5**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	10890,510	10927,010	10968,510	10973,280	11006,680	11030,680	11053,180
10:00	10892,510	10931,010	10969,210	10979,280	11009,480	11032,680	11057,180
12:00	10894,510	10940,510	10970,210	10979,880	11011,480	11035,680	11066,680
14:00	10895,510	10943,710	10970,240	10983,880	11017,880	11036,680	11069,880
16:00	10897,510	10950,910	10970,970	10983,280	11020,680	11038,680	11073,880
18:00	10899,510	10960,410	10971,970	10994,680	11022,680	11040,680	11083,380
20:00	10900,510	10963,610	10971,980	10998,680	11025,880	11041,680	11089,680
22:00	10902,510	10967,510	10972,680	11004,680	11028,680	11043,680	11093,680

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1s. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 5**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	11095,500	11103,450	11132,850	11156,850	11179,350	11220,880	11225,620
10:00	11096,230	11109,450	11135,650	11158,850	11183,350	11221,580	11231,620
12:00	11096,360	11110,250	11140,850	11160,850	11196,050	11222,580	11232,220
14:00	11096,390	11114,250	11144,050	11161,850	11199,150	11222,610	11240,220
16:00	11097,090	11120,250	11146,850	11160,850	11203,150	11223,290	11246,220
18:00	11098,120	11120,850	11148,850	11166,850	11212,650	11224,290	11247,020
20:00	11098,150	11124,850	11152,050	11167,850	11215,850	11224,320	11251,020
22:00	11098,850	11130,850	11154,850	11169,850	11219,850	11225,020	11257,020

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1t. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 6**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	2 250,200	2 266,000	2 290,500	2 344,300	2 361,700	2 366,500	2 377,500
10:00	2 251,400	2 267,500	2 304,900	2 346,600	2 362,700	2 367,700	2 379,000
12:00	2 252,400	2 269,500	2 308,900	2 351,100	2 363,000	2 368,700	2 381,000
14:00	2 253,500	2 275,500	2 318,200	2 352,600	2 363,200	2 369,900	2 387,000
16:00	2 254,700	2 277,000	2 304,800	2 354,900	2 364,200	2 372,200	2 394,500
18:00	2 255,700	2 279,000	2 327,200	2 357,700	2 364,400	2 373,200	2 396,500
20:00	2 256,800	2 285,000	2 336,500	2 359,200	2 364,500	2 374,300	2 402,500
22:00	2 258,000	2 286,500	2 341,500	2 361,500	2 365,500	2 375,500	2 404,000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1u. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 6**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	2 412,000	2 481,800	2 499,200	2 505,100	2 515,000	2 545,500	2 599,300
10:00	2 418,000	2 484,100	2 500,300	2 506,300	2 516,500	2 550,500	2 601,600
12:00	2 423,000	2 486,900	2 500,500	2 507,300	2 518,500	2 554,500	2 604,400
14:00	2 445,000	2 489,900	2 500,600	2 508,400	2 524,500	2 563,800	2 605,900
16:00	2 450,000	2 492,200	2 500,300	2 509,600	2 526,000	2 568,800	2 608,200
18:00	2 460,700	2 495,200	2 501,800	2 510,600	2 528,000	2 572,800	2 611,000
20:00	2 470,000	2 496,700	2 502,000	2 511,800	2 540,000	2 582,200	2 612,500
22:00	2 479,000	2 499,000	2 503,000	2 513,000	2 541,500	2 596,500	2 616,500

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1v. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 6**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	2616,900	2621,500	2632,500	2663,000	2718,300	2734,200	2739,000
10:00	2617,900	2622,700	2634,000	2668,000	2720,600	2735,200	2740,200
12:00	2618,100	2624,800	2642,000	2681,300	2723,400	2735,500	2741,200
14:00	2618,200	2625,900	2648,000	2690,600	2724,900	2735,600	2742,300
16:00	2619,200	2627,200	2649,500	2686,600	2727,200	2736,600	2744,700
18:00	2619,400	2628,200	2651,500	2699,600	2730,000	2736,900	2745,700
20:00	2619,500	2629,300	2657,500	2709,000	2731,700	2737,000	2746,800
22:00	2620,500	2630,500	2659,000	2714,000	2734,000	2738,000	2748,000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1w. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 6**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	2750,000	2783,200	2838,300	2855,700	2860,500	2871,500	2911,400
10:00	2757,500	2788,200	2840,600	2856,800	2861,700	2873,000	2916,400
12:00	2759,500	2792,200	2843,400	2857,000	2862,700	2875,000	2920,400
14:00	2765,500	2812,200	2846,400	2857,100	2863,800	2881,000	2929,700
16:00	2767,000	2817,200	2848,700	2856,800	2866,200	2882,500	2934,700
18:00	2769,000	2821,200	2851,500	2858,400	2867,200	2884,500	2938,700
20:00	2775,000	2830,500	2853,000	2858,500	2868,300	2890,500	2948,000
22:00	2776,500	2835,500	2855,500	2859,500	2869,500	2898,000	2953,000

Fuente: elaboración propia.

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

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	4 006,140	4 006,500	4 007,390	4 007,980	4 008,250	4 008,495	4 008,860
10:00	4 006,150	4 006,580	4 007,450	4 008,010	4 008,280	4 008,505	4 008,990
12:00	4 006,205	4 006,780	4 007,540	4 008,060	4 008,320	4 008,540	4 009,190
14:00	4 006,225	4 006,880	4 007,590	4 008,080	4 008,330	4 008,570	4 009,240
16:00	4 006,235	4 006,960	4 007,500	4 008,110	4 008,360	4 008,580	4 009,320
18:00	4 006,270	4 007,170	4 007,800	4 008,160	4 008,420	4 008,615	4 009,530
20:00	4 006,290	4 007,220	4 007,850	4 008,180	4 008,430	4 008,650	4 009,580
22:00	4 006,300	4 007,300	4 007,910	4 008,210	4 008,460	4 008,660	4 009,660

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1y. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 7**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	4 009,750	4 010,320	4 010,910	4 011,155	4 011,520	4 012,410	4 012,980
10:00	4 009,810	4 010,350	4 010,940	4 011,165	4 011,600	4 012,470	4 013,010
12:00	4 009,940	4 010,400	4 010,990	4 011,202	4 011,800	4 012,610	4 013,080
14:00	4 009,990	4 010,720	4 011,000	4 011,222	4 011,850	4 012,660	4 013,100
16:00	4 010,050	4 010,750	4 010,960	4 011,232	4 011,930	4 012,720	4 013,130
18:00	4 010,150	4 010,800	4 011,080	4 011,267	4 012,190	4 012,820	4 013,180
20:00	4 010,200	4 010,820	4 011,090	4 011,310	4 012,240	4 012,870	4 013,200
22:00	4 010,260	4 010,870	4 011,120	4 011,320	4 012,320	4 012,930	4 013,230

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1z. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 7**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	4013,270	4013,515	4013,680	4014,570	4015,160	4015,430	4015,675
10:00	4013,300	4013,545	4013,560	4014,680	4015,190	4015,460	4015,685
12:00	4013,350	4013,580	4013,680	4014,770	4015,240	4015,500	4015,720
14:00	4013,360	4013,605	4013,530	4014,820	4015,260	4015,520	4015,750
16:00	4013,390	4013,615	4013,610	4014,680	4015,290	4015,550	4015,775
18:00	4013,440	4013,650	4013,690	4014,980	4015,340	4015,600	4015,810
20:00	4013,450	4013,670	4013,530	4015,030	4015,360	4015,610	4015,830
22:00	4013,480	4013,680	4013,560	4015,090	4015,390	4015,640	4015,840

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1aa. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 7**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	4016,220	4016,930	4017,500	4017,800	4018,035	4018,400	4019,290
10:00	4016,300	4016,990	4017,530	4017,830	4018,045	4018,480	4019,350
12:00	4016,370	4017,080	4017,580	4017,870	4018,080	4018,680	4019,440
14:00	4016,420	4017,220	4017,600	4017,880	4018,100	4018,780	4019,490
16:00	4016,500	4017,280	4017,650	4017,830	4018,133	4018,860	4019,850
18:00	4016,710	4017,340	4017,700	4017,960	4018,170	4019,070	4019,950
20:00	4016,760	4017,390	4017,720	4017,970	4018,190	4019,120	4020,000
22:00	4016,840	4017,450	4017,750	4018,000	4018,200	4019,200	4020,060

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1ab. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 8**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	3 187,030	3 187,350	3 187,540	3 188,100	3 188,920	3 190,630	3 190,920
10:00	3 187,100	3 187,366	3 187,670	3 188,150	3 189,050	3 190,650	3 190,966
12:00	3 187,130	3 187,386	3 187,700	3 188,370	3 189,710	3 190,730	3 190,986
14:00	3 187,180	3 187,416	3 187,790	3 188,490	3 189,790	3 190,780	3 191,016
16:00	3 187,200	3 187,432	3 187,670	3 188,530	3 190,190	3 190,800	3 191,032
18:00	3 187,230	3 187,452	3 187,870	3 188,640	3 190,390	3 190,830	3 191,052
20:00	3 187,280	3 187,482	3 187,950	3 188,760	3 190,470	3 190,880	3 191,082
22:00	3 187,300	3 187,500	3 188,000	3 188,800	3 190,600	3 190,900	3 191,100

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1ac. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 8**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	3 191,220	3 191,700	3 192,520	3 193,430	3 194,720	3 194,940	3 195,500
10:00	3 191,270	3 191,870	3 192,650	3 193,450	3 194,736	3 194,990	3 195,550
12:00	3 191,300	3 191,970	3 192,780	3 193,750	3 194,756	3 195,020	3 195,650
14:00	3 191,390	3 192,090	3 192,940	3 193,800	3 194,786	3 195,190	3 195,890
16:00	3 191,440	3 192,130	3 192,820	3 193,870	3 194,802	3 195,240	3 195,930
18:00	3 191,470	3 192,240	3 193,190	3 194,630	3 194,852	3 195,270	3 196,040
20:00	3 191,550	3 192,360	3 193,270	3 194,680	3 194,882	3 195,350	3 196,160
22:00	3 191,600	3 192,400	3 193,400	3 194,700	3 194,900	3 195,400	3 196,200

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1ad. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 8**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	3196,320	3197,280	3197,520	3197,740	3198,300	3199,120	3200,030
10:00	3196,450	3197,300	3197,536	3197,790	3198,350	3199,250	3200,100
12:00	3196,660	3197,330	3197,556	3197,820	3198,450	3199,380	3200,130
14:00	3196,740	3197,380	3197,586	3197,910	3198,690	3199,460	3200,180
16:00	3196,870	3197,400	3197,632	3197,950	3198,730	3199,590	3200,200
18:00	3196,990	3197,430	3197,652	3198,070	3198,840	3199,790	3200,230
20:00	3197,070	3197,480	3197,682	3198,150	3198,960	3199,870	3200,280
22:00	3197,200	3197,500	3197,700	3198,200	3199,000	3200,000	3200,300

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 1ae. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 8**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	3200,320	3200,540	3201,100	3201,920	3202,830	3203,150	3203,410
10:00	3200,366	3200,590	3201,150	3202,050	3202,850	3203,166	3203,460
12:00	3200,386	3200,700	3201,250	3202,260	3202,880	3203,186	3203,490
14:00	3200,416	3200,790	3201,370	3202,340	3202,930	3203,216	3203,580
16:00	3200,432	3200,840	3201,530	3202,220	3202,950	3203,232	3203,630
18:00	3200,452	3200,870	3201,640	3202,590	3202,980	3203,252	3203,660
20:00	3200,482	3200,950	3201,760	3202,670	3203,030	3203,282	3203,740
22:00	3200,500	3201,000	3201,800	3202,800	3203,100	3203,300	3203,790

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1af. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 9**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	280,826	280,894	281,000	281,180	281,850	282,560	282,654
10:00	280,830	280,910	281,016	281,230	281,890	282,564	282,660
12:00	280,840	280,914	281,066	281,260	282,090	282,574	282,664
14:00	280,856	280,924	281,076	281,360	282,150	282,606	282,674
16:00	280,860	280,930	281,030	281,490	282,190	282,610	282,680
18:00	280,870	280,934	281,126	281,520	282,450	282,620	282,684
20:00	280,886	280,944	281,136	281,600	282,510	282,636	282,694
22:00	280,890	280,950	281,150	281,650	282,550	282,640	282,700

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1ag. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 9**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	282,750	282,930	283,600	284,810	284,894	285,010	285,260
10:00	282,766	282,980	283,640	284,814	284,900	285,026	285,310
12:00	282,806	283,010	283,900	284,840	284,914	285,066	285,340
14:00	282,816	283,190	283,960	284,856	284,924	285,076	285,440
16:00	282,836	283,240	283,760	284,860	284,930	285,096	285,490
18:00	282,876	283,270	284,600	284,870	284,934	285,126	285,520
20:00	282,886	283,350	284,660	284,886	284,944	285,136	285,600
22:00	282,900	283,400	284,800	284,890	284,950	285,150	285,650

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1ah. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 9**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	285,850	286,560	286,654	286,760	287,830	288,500	289,210
10:00	285,950	286,564	286,660	286,776	287,880	288,540	289,214
12:00	286,150	286,590	286,664	287,036	287,910	288,740	289,224
14:00	286,210	286,606	286,674	287,046	288,090	288,800	289,240
16:00	286,250	286,610	286,680	287,670	288,140	288,910	289,244
18:00	286,450	286,620	286,684	287,776	288,170	289,110	289,254
20:00	286,510	286,636	286,694	287,786	288,250	289,170	289,270
22:00	286,550	286,640	286,700	287,800	288,300	289,210	289,290

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1ai. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 9**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	289,294	289,420	289,580	290,250	290,960	291,054	291,150
10:00	289,300	289,436	289,630	290,290	290,980	291,060	291,166
12:00	289,314	289,466	289,660	290,490	290,990	291,064	291,206
14:00	289,324	289,476	289,760	290,550	291,006	291,074	291,216
16:00	289,330	289,496	289,810	290,350	291,010	291,080	291,236
18:00	289,334	289,526	289,840	290,790	291,020	291,084	291,276
20:00	289,344	289,536	290,000	290,910	291,036	291,094	291,286
22:00	289,350	289,550	290,050	290,950	291,040	291,100	291,300

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1aj. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 10**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	1 053,760	1 058,630	1 063,000	1 070,900	1 079,600	1 081,960	1 086,930
10:00	1 055,160	1 059,880	1 063,100	1 070,930	1 079,900	1 083,460	1 088,130
12:00	1 055,210	1 059,930	1 063,760	1 073,230	1 080,400	1 083,510	1 088,230
14:00	1 055,310	1 060,010	1 064,020	1 074,530	1 080,600	1 083,610	1 088,310
16:00	1 056,810	1 061,170	1 063,620	1 074,560	1 080,900	1 085,110	1 089,470
18:00	1 056,900	1 061,220	1 064,550	1 077,560	1 081,400	1 085,200	1 089,520
20:00	1 057,100	1 061,300	1 064,810	1 078,860	1 081,600	1 085,400	1 089,600
22:00	1 058,600	1 062,600	1 064,910	1 078,900	1 081,900	1 086,900	1 090,900

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1ak. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 10**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	1 091,300	1 094,200	1 100,700	1 103,260	1 108,230	1 112,600	1 115,500
10:00	1 091,400	1 094,230	1 101,000	1 104,660	1 109,430	1 112,940	1 115,530
12:00	1 091,820	1 095,230	1 101,700	1 104,710	1 109,480	1 113,360	1 116,530
14:00	1 092,080	1 096,530	1 101,900	1 104,810	1 109,610	1 113,620	1 117,830
16:00	1 092,180	1 097,860	1 101,400	1 106,310	1 110,770	1 113,720	1 117,860
18:00	1 092,850	1 098,860	1 102,700	1 106,500	1 110,820	1 114,150	1 120,160
20:00	1 093,110	1 100,160	1 102,900	1 106,700	1 110,900	1 114,410	1 121,460
22:00	1 093,210	1 100,200	1 103,200	1 108,200	1 112,200	1 114,510	1 121,500

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1al. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 10**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	1122,200	1126,760	1132,580	1136,900	1139,800	1146,300	1148,860
10:00	1122,500	1128,160	1133,780	1137,000	1139,830	1146,600	1150,260
12:00	1123,000	1128,210	1133,830	1137,420	1140,830	1147,300	1150,310
14:00	1123,200	1129,210	1133,910	1137,920	1143,430	1147,500	1150,410
16:00	1123,500	1130,710	1135,070	1137,520	1143,460	1147,800	1152,010
18:00	1124,000	1130,800	1135,120	1138,450	1144,460	1148,300	1152,100
20:00	1124,200	1131,000	1135,200	1138,710	1145,760	1148,500	1152,300
22:00	1124,500	1132,500	1136,500	1138,810	1145,800	1148,800	1153,800

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1am. **Anotaciones de las lecturas en la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 10**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
08:00	1153,830	1158,200	1161,100	1167,600	1170,160	1175,130	1179,500
10:00	1155,030	1158,540	1161,130	1167,900	1171,560	1176,330	1179,600
12:00	1155,080	1158,960	1163,430	1168,400	1171,610	1176,380	1180,020
14:00	1155,210	1159,220	1164,730	1168,600	1171,710	1176,460	1180,280
16:00	1156,370	1159,320	1164,760	1168,100	1173,310	1177,620	1180,380
18:00	1156,420	1159,750	1165,760	1169,600	1173,400	1177,720	1180,810
20:00	1156,500	1160,010	1167,060	1169,800	1173,600	1177,800	1181,310
22:00	1157,800	1160,110	1167,100	1170,100	1175,100	1179,100	1181,410

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Cálculo de consumos en metros cúbicos**

A continuación se presentan los cuadros de cálculo de consumo de agua potable en metros cúbicos de febrero de 2015, de la casa 1 a la 60 de la aldea Puerta Parada. Esto se realizó con base en los cuadros analíticos de las anotaciones de la lectura de los contadores, restando a cada una de las lecturas la inmediata anterior. Se muestran los cuadros de febrero para ejemplificar lo que se realizó en el período de investigación.

Apéndice 2a. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del  
1 al 7 de febrero de 2015, casa 1**

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
<b>CUADRO DIARIO DE MICROMEDICIÓN FASE II</b> <b>METROS CÚBICOS</b>							
<b>COMUNIDAD</b>	<u>ALDEA PUERTA PARADA</u>						
<b>MUNICIPIO</b>	<u>SANTA CATARINA PINULA</u>						
<b>DEPARTAMENTO</b>	<u>GUATEMALA</u>						
<b>CASA núm.</b>	<u>1</u>						
Semana del <u> 1 </u> al <u> 7 </u> de <u> febrero </u> de 2015							
HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0156	0,0632	0,0386	0,01	0,04	0,0156	0,036
08:00 10:00	0,0178	0,0216	0,021	0,015	0,022	0,0178	0,0216
10:00 12:00	0,0156	0,036	0,0386	0,01	0,04	0,0156	0,0632
12:00 14:00	0,027	0,0272	0,0265	0,026	0,029	0,027	0,0272
14:00 16:00	0,0178	0,0216	0,021	0,015	0,051	0,0448	0,0216
16:00 18:00	0,0156	0,036	0,0386	0,036	0,04	0,0156	0,036
18:00 20:00	0,054	0,0272	0,0265	0,026	0,029	0,027	0,0272
20:00 22:00	0,0178	0,0216	0,0475	0,015	0,022	0,0178	0,0216

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2b. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 1**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0386	0,0100	0,0400	0,0156	0,0360	0,0386	0,0360
08:00 10:00	0,0210	0,0150	0,0510	0,0178	0,0216	0,0210	0,0150
10:00 12:00	0,0386	0,0100	0,0400	0,0156	0,0360	0,0386	0,0100
12:00 14:00	0,0265	0,0260	0,0290	0,0270	0,0272	0,0265	0,0260
14:00 16:00	0,0210	0,0410	0,0220	0,0448	0,0216	0,0210	0,2200
16:00 18:00	0,0386	0,0100	0,0400	0,0156	0,0632	0,0386	0,0770
18:00 20:00	0,0265	0,0260	0,0290	0,0270	0,0272	0,0530	0,0260
20:00 22:00	0,0475	0,0150	0,0220	0,0178	0,0216	0,0210	0,0150

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2c. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 1**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0400	0,0156	0,0360	0,0386	0,0100	0,0400	0,0156
08:00 10:00	0,0220	0,0178	0,0216	0,0210	0,0150	0,0220	0,0178
10:00 12:00	0,0400	0,0156	0,0632	0,0386	0,0100	0,0400	0,0156
12:00 14:00	0,0510	0,0270	0,0272	0,0265	0,0260	0,0290	0,0540
14:00 16:00	0,0220	0,0178	0,0216	0,0210	0,0150	0,0220	0,0178
16:00 18:00	0,0400	0,0156	0,0360	0,0632	0,0360	0,0400	0,0156
18:00 20:00	0,0290	0,0540	0,0272	0,0265	0,0260	0,0580	0,0270
20:00 22:00	0,0220	0,0178	0,0216	0,0210	0,0150	0,0220	0,0178

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2d. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 1**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0632	0,0386	0,0100	0,0690	0,0156	0,0360	0,0386
08:00 10:00	0,0216	0,1000	0,0150	0,0220	0,0178	0,0216	0,0210
10:00 12:00	0,0360	0,0386	0,0100	0,0400	0,0156	0,0360	0,0386
12:00 14:00	0,0272	0,0265	0,0260	0,0290	0,0270	0,0544	0,0265
14:00 16:00	0,0216	0,0800	0,0150	0,0220	0,0448	0,0216	0,0210
16:00 18:00	0,0360	0,0386	0,0360	0,0400	0,0156	0,0360	0,0386
18:00 20:00	0,0272	0,0265	0,0260	0,0290	0,0270	0,0272	0,0265
20:00 22:00	0,0216	0,0650	0,0150	0,0220	0,0178	0,0216	0,0475

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2e. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 2**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0510	0,0120	0,0100	0,0410	0,0090	0,0220	0,0120
08:00 10:00	0,0160	0,0370	0,0060	0,0250	0,0460	0,0490	0,0370
10:00 12:00	0,0200	0,0120	0,0100	0,0410	0,0090	0,0200	0,0120
12:00 14:00	0,0290	0,0680	0,0040	0,0195	0,0310	0,0290	0,0340
14:00 16:00	0,0110	0,0370	0,0060	0,0250	0,0150	0,0110	0,0710
16:00 18:00	0,0130	0,0120	0,0100	0,0410	0,0090	0,0130	0,0120
18:00 20:00	0,0300	0,0340	0,0040	0,0390	0,0310	0,0300	0,0340
20:00 22:00	0,0110	0,0370	0,0100	0,0250	0,0150	0,0110	0,0370

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 2f. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 2**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0140	0,0410	0,0200	0,0220	0,0120	0,0100	0,0410
08:00 10:00	0,0060	0,0605	0,0150	0,0160	0,0370	0,0060	0,0250
10:00 12:00	0,0100	0,0410	0,0200	0,0200	0,0120	0,0100	0,0410
12:00 14:00	0,0040	0,0195	0,0310	0,0580	0,0340	0,0040	0,0195
14:00 16:00	0,0060	0,0250	0,0460	0,0110	0,0370	0,0100	0,0445
16:00 18:00	0,0100	0,0410	0,0100	0,0130	0,0120	0,0100	0,0410
18:00 20:00	0,0040	0,0195	0,2700	0,0300	0,0340	0,0040	0,0195
20:00 22:00	0,0060	0,0250	0,0150	0,0110	0,0710	0,0060	0,0250

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2g. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 2**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0090	0,0220	0,0120	0,0100	0,0605	0,0090	0,0220
08:00 10:00	0,0150	0,0160	0,0370	0,0060	0,0250	0,0150	0,0160
10:00 12:00	0,0090	0,0200	0,0120	0,0100	0,0410	0,1500	0,0200
12:00 14:00	0,0310	0,0290	0,0340	0,0080	0,0195	0,0400	0,0290
14:00 16:00	0,0150	0,0400	0,0370	0,0060	0,0250	0,0150	0,0400
16:00 18:00	0,0090	0,0130	0,0120	0,0100	0,0410	0,0090	0,0130
18:00 20:00	0,0310	0,0300	0,0340	0,0040	0,0195	0,0930	0,0300
20:00 22:00	0,0460	0,0110	0,0710	0,0060	0,0250	0,0150	0,0110

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2h. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 2**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0120	0,0100	0,0410	0,0400	0,0220	0,0120	0,0100
08:00 10:00	0,0370	0,0060	0,0250	0,0150	0,0160	0,0710	0,0060
10:00 12:00	0,0460	0,0100	0,0410	0,0090	0,0490	0,0120	0,0100
12:00 14:00	0,0340	0,0040	0,0390	0,0310	0,0290	0,0340	0,0040
14:00 16:00	0,0370	0,0100	0,0250	0,0150	0,0110	0,0370	0,0060
16:00 18:00	0,0120	0,0100	0,0410	0,0090	0,0130	0,0120	0,0140
18:00 20:00	0,0340	0,0040	0,0195	0,0310	0,0300	0,0340	0,0040
20:00 22:00	0,0370	0,0060	0,0250	0,0150	0,0110	0,0370	0,0060

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2i. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 la 7 de febrero de 2015, casa 3**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,1900	0,0680	0,3100	0,4000	1,0000	0,0900	0,0680
08:00 10:00	0,1400	0,1000	0,2500	0,2300	0,3700	0,1400	0,0200
10:00 12:00	0,0900	0,0680	0,3100	0,4000	1,0000	0,0900	0,0680
12:00 14:00	0,2000	0,0800	0,1000	0,3700	0,9200	0,1000	0,0800
14:00 16:00	0,1400	0,0200	0,2500	0,2300	0,3700	0,2400	0,0200
16:00 18:00	0,0900	0,0680	0,4100	0,7700	1,0000	0,0900	0,0148
18:00 20:00	0,1000	0,0800	0,1000	0,3700	0,4600	0,1000	0,0800
20:00 22:00	0,1400	0,0200	0,2500	0,2300	0,3700	0,1400	0,0200

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2j. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 3**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,3100	0,4000	1,0000	0,0900	0,0680	0,3100	0,7700
08:00 10:00	0,2500	0,2300	0,3700	0,1900	0,0200	0,2500	0,2300
10:00 12:00	0,3100	0,4000	1,0000	0,0900	0,0680	0,3100	0,4000
12:00 14:00	0,1000	0,3700	0,4600	0,1000	0,0800	0,2000	0,3700
14:00 16:00	0,3500	0,6000	0,3700	0,1400	0,0200	0,2500	0,2300
16:00 18:00	0,3100	0,4000	1,0000	0,0900	0,1000	0,3100	0,4000
18:00 20:00	0,1000	0,3700	0,4600	0,1000	0,0800	0,1000	0,3700
20:00 22:00	0,2500	0,2300	0,8300	0,1400	0,0200	0,2500	0,2300

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2k. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 3**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	1,0000	0,0900	0,0680	0,4100	0,4000	1,0000	0,0900
08:00 10:00	0,3700	0,1400	0,0200	0,2500	0,2300	0,3400	0,1400
10:00 12:00	1,4600	0,0900	0,0680	0,3100	0,7700	1,4600	0,0900
12:00 14:00	0,4600	0,1000	0,0100	0,1000	0,3700	0,4600	0,1000
14:00 16:00	0,3700	0,1400	0,0200	0,2500	0,2300	0,3400	0,1400
16:00 18:00	1,0000	0,0900	0,0680	0,3100	0,4000	1,0000	0,0900
18:00 20:00	0,4600	0,1000	0,0800	0,1000	0,3700	0,4600	0,1000
20:00 22:00	0,3700	0,2400	0,0200	0,2500	0,2300	0,3400	0,2400

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2l. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 3**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,1480	0,3100	0,4000	1,0000	0,0900	0,0680	0,3100
08:00 10:00	0,0200	0,2500	0,2300	0,3400	0,1400	0,0200	0,2500
10:00 12:00	0,0680	0,3100	0,4000	1,0000	0,1900	0,0680	0,3100
12:00 14:00	0,0800	0,1000	0,7400	0,9200	0,1000	0,1600	0,1000
14:00 16:00	0,0200	0,3500	0,2300	0,3400	0,1400	0,0200	0,2500
16:00 18:00	0,0680	0,3100	0,4000	1,0000	0,0900	0,0680	0,4100
18:00 20:00	0,0800	0,1000	0,3700	0,4600	0,1000	0,0800	0,1000
20:00 22:00	0,0200	0,2500	0,2300	0,3400	0,1400	0,0200	0,2500

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2m. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 4**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	1,0000	0,2000	1,2000	0,1500	0,0400	0,0900	0,2000
08:00 10:00	0,1400	0,3000	1,3000	0,0770	0,0050	0,1400	0,3000
10:00 12:00	3,0000	0,2000	1,2000	0,1500	0,0400	0,0900	0,2000
12:00 14:00	0,1000	1,5000	1,6000	0,9000	0,2750	0,1000	1,5000
14:00 16:00	0,1400	0,3000	1,3000	0,0770	0,0050	0,2500	1,8000
16:00 18:00	1,7800	1,7000	1,2000	1,0500	0,0400	0,0900	0,2000
18:00 20:00	0,1000	1,5000	0,8000	0,9000	0,2750	0,1000	1,5000
20:00 22:00	0,1400	0,3000	1,3000	0,0770	0,2800	0,1400	0,3000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2n. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 4**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	1,2000	0,1500	0,3150	0,0900	0,8000	1,2000	0,1500
08:00 10:00	1,3000	0,0770	0,0050	0,2400	2,0000	1,3000	0,0770
10:00 12:00	1,2000	0,1500	0,0400	0,0900	1,7000	1,2000	1,0500
12:00 14:00	0,8000	0,9000	0,2750	0,1000	1,5000	0,8000	0,9000
14:00 16:00	1,3000	0,9770	0,0050	0,1400	3,0000	2,1000	0,0770
16:00 18:00	1,2000	0,1500	0,0400	0,0900	0,2000	1,2000	0,1500
18:00 20:00	0,8000	0,9000	0,2750	0,1000	1,5000	0,8000	0,9000
20:00 22:00	2,1000	0,0770	0,0050	0,1400	0,3000	1,3000	0,0770

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2ñ. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 4**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0400	0,0900	0,2000	1,2000	0,1500	0,0400	0,0900
08:00 10:00	0,0050	0,1400	0,3000	1,3000	0,0770	0,2800	0,1400
10:00 12:00	0,0400	0,0900	0,2000	2,0000	0,1500	0,0400	0,0900
12:00 14:00	0,5500	0,2000	1,5000	0,8000	1,8000	0,2750	0,1000
14:00 16:00	0,0050	0,1400	1,8000	1,3000	0,0770	0,0050	0,2400
16:00 18:00	0,0400	0,0900	0,2000	1,2000	0,1500	0,0400	0,0900
18:00 20:00	0,2750	0,1000	1,5000	0,8000	0,9000	0,2750	0,1000
20:00 22:00	0,0050	0,1400	0,3000	1,3000	0,0770	0,0050	0,1400

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2o. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del  
22 al 28 de febrero de 2015, casa 4**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,2000	1,2000	0,1500	0,0400	0,0900	0,2000	1,2000
08:00 10:00	0,3000	1,3000	0,9770	0,0050	0,1400	0,3000	1,3000
10:00 12:00	0,2000	1,2000	0,1500	0,3150	0,1900	0,2000	1,2000
12:00 14:00	1,5000	1,6000	0,9000	0,2750	0,1000	1,5000	0,8000
14:00 16:00	0,3000	1,3000	0,0770	0,0050	0,1400	0,3000	1,3000
16:00 18:00	1,7000	1,2000	0,1500	0,0400	0,0900	0,2000	2,0000
18:00 20:00	1,5000	0,8000	0,9000	0,2750	0,1000	1,5000	0,8000
20:00 22:00	0,3000	1,3000	0,0770	0,0050	0,1400	1,8000	1,3000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2p. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del  
1 al 7 de febrero de 2015, casa 4**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	9,5000	1,0000	0,6000	10,0000	3,0000	9,5000	1,0000
08:00 10:00	4,0000	0,6800	6,0000	6,0000	2,0000	4,0000	0,6800
10:00 12:00	9,4000	1,0300	4,6000	5,0000	2,0000	12,6000	1,0000
12:00 14:00	6,4000	0,0300	4,0000	8,0000	1,0000	3,2000	0,0600
14:00 16:00	4,0000	0,7000	6,0000	2,0000	2,0000	4,0000	0,7000
16:00 18:00	9,5000	1,0000	0,6000	8,0000	2,0000	9,5000	1,0000
18:00 20:00	3,2000	0,0300	4,0000	4,0000	1,0000	3,2000	0,0300
20:00 22:00	4,0000	0,7000	6,0000	5,0000	2,0000	4,0000	0,7000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2q. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 5**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,6000	2,0000	2,0000	9,5000	1,0100	0,6000	2,0000
08:00 10:00	6,0000	2,8000	2,0000	7,2000	0,7000	6,0000	2,8000
10:00 12:00	0,8000	2,0000	2,0000	9,5000	1,0000	0,8000	2,0000
12:00 14:00	8,0000	3,2000	1,0000	3,1000	0,0300	4,0000	3,2000
14:00 16:00	6,0000	6,0000	3,0000	4,0000	0,7000	10,0000	2,8000
16:00 18:00	0,6000	2,0000	2,0000	9,5000	1,0000	0,6000	5,2000
18:00 20:00	4,0000	3,2000	1,0000	3,2000	0,0300	4,0000	3,2000
20:00 22:00	6,0000	2,8000	2,0000	4,0000	0,7000	6,0000	2,8000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2r. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 5**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	3,0000	9,5000	1,0000	0,6000	2,0000	2,0000	9,5000
08:00 10:00	2,0000	4,0000	0,7000	6,0000	2,8000	2,0000	4,0000
10:00 12:00	2,0000	9,5000	1,0000	0,6000	2,0000	3,0000	9,5000
12:00 14:00	1,0000	3,2000	0,0300	4,0000	6,4000	1,0000	3,2000
14:00 16:00	2,0000	7,2000	0,7300	6,0000	2,8000	2,0000	4,0000
16:00 18:00	2,0000	9,5000	1,0000	4,8000	2,0000	2,0000	9,5000
18:00 20:00	1,0000	3,2000	0,0100	4,0000	3,2000	1,0000	6,3000
20:00 22:00	2,0000	3,9000	0,7000	6,0000	2,8000	2,0000	4,0000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2s. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 5**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	1,8200	4,6000	2,0000	2,0000	9,5000	1,0300	0,6000
08:00 10:00	0,7300	6,0000	2,8000	2,0000	4,0000	0,7000	6,0000
10:00 12:00	0,1300	0,8000	5,2000	2,0000	12,7000	1,0000	0,6000
12:00 14:00	0,0300	4,0000	3,2000	1,0000	3,1000	0,0300	8,0000
14:00 16:00	0,7000	6,0000	2,8000	3,0000	4,0000	0,6800	6,0000
16:00 18:00	1,0300	0,6000	2,0000	2,0000	9,5000	1,0000	0,8000
18:00 20:00	0,0300	4,0000	3,2000	1,0000	3,2000	0,0300	4,0000
20:00 22:00	0,7000	6,0000	2,8000	2,0000	4,0000	0,7000	6,0000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2t. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 6**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	2,2000	8,0000	4,0000	2,8000	0,2000	1,0000	2,0000
08:00 10:00	1,2000	1,5000	14,4000	2,3000	1,0000	1,2000	1,5000
10:00 12:00	1,0000	2,0000	4,0000	4,5000	0,3000	1,0000	2,0000
12:00 14:00	1,1000	6,0000	9,3000	1,5000	0,2000	1,2000	6,0000
14:00 16:00	1,2000	1,5000	5,0000	2,3000	1,0000	2,3000	7,5000
16:00 18:00	1,0000	2,0000	4,0000	2,8000	0,2000	1,0000	2,0000
18:00 20:00	1,1000	6,0000	9,3000	1,5000	0,1000	1,1000	6,0000
20:00 22:00	1,2000	1,5000	5,0000	2,3000	1,0000	1,2000	1,5000

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 2u. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 6**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	8,0000	2,8000	0,2000	2,1000	2,0000	4,0000	2,8000
08:00 10:00	6,0000	2,3000	1,1000	1,2000	1,5000	5,0000	2,3000
10:00 12:00	5,0000	2,8000	0,2000	1,0000	2,0000	4,0000	2,8000
12:00 14:00	22,0000	3,0000	0,1000	1,1000	6,0000	9,3000	1,5000
14:00 16:00	5,0000	2,3000	1,0000	1,2000	1,5000	5,0000	2,3000
16:00 18:00	10,7000	3,0000	0,2000	1,0000	2,0000	4,0000	2,8000
18:00 20:00	9,3000	1,5000	0,2000	1,2000	12,0000	9,4000	1,5000
20:00 22:00	9,0000	2,3000	1,0000	1,2000	1,5000	14,3000	4,0000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2v. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 6**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,4000	1,0000	2,0000	4,0000	4,3000	0,2000	1,0000
08:00 10:00	1,0000	1,2000	1,5000	5,0000	2,3000	1,0000	1,2000
10:00 12:00	0,2000	2,1000	8,0000	13,3000	2,8000	0,3000	1,0000
12:00 14:00	0,1000	1,1000	6,0000	9,3000	1,5000	0,1000	1,1000
14:00 16:00	1,0000	1,3000	1,5000	5,0000	2,3000	1,0000	2,4000
16:00 18:00	0,2000	1,0000	2,0000	4,0000	2,8000	0,3000	1,0000
18:00 20:00	0,1000	1,1000	6,0000	9,4000	1,7000	0,1000	1,1000
20:00 22:00	1,0000	1,2000	1,5000	5,0000	2,3000	1,0000	1,2000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2w. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 6**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	2,0000	6,7000	2,8000	0,2000	1,0000	2,0000	13,4000
08:00 10:00	7,5000	5,0000	2,3000	1,1000	1,2000	1,5000	5,0000
10:00 12:00	2,0000	4,0000	2,8000	0,2000	1,0000	2,0000	4,0000
12:00 14:00	6,0000	20,0000	3,0000	0,1000	1,1000	6,0000	9,3000
14:00 16:00	1,5000	5,0000	2,3000	1,0000	2,4000	1,5000	5,0000
16:00 18:00	2,0000	4,0000	2,8000	0,3000	1,0000	2,0000	4,0000
18:00 20:00	6,0000	9,3000	1,5000	0,1000	1,1000	6,0000	9,3000
20:00 22:00	1,5000	5,0000	2,5000	1,0000	1,2000	7,5000	5,0000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2x. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 7**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0400	0,2000	0,0900	0,0700	0,0400	0,0350	0,2000
08:00 10:00	0,0100	0,0800	0,0600	0,0300	0,0300	0,0100	0,1300
10:00 12:00	0,0550	0,2000	0,0900	0,0500	0,0400	0,0350	0,2000
12:00 14:00	0,0200	0,1000	0,0500	0,0200	0,0100	0,0300	0,0500
14:00 16:00	0,0100	0,0800	0,0600	0,0300	0,0300	0,0100	0,0800
16:00 18:00	0,0350	0,2100	0,1500	0,0500	0,0600	0,0350	0,2100
18:00 20:00	0,0200	0,0500	0,0500	0,0200	0,0100	0,0350	0,0500
20:00 22:00	0,0100	0,0800	0,0600	0,0300	0,0300	0,0100	0,0800

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2y. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 7**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0900	0,0500	0,0400	0,0350	0,2000	0,0900	0,0500
08:00 10:00	0,0600	0,0300	0,0300	0,0100	0,0800	0,0600	0,0300
10:00 12:00	0,1300	0,0500	0,0500	0,0370	0,2000	0,1400	0,0700
12:00 14:00	0,0500	0,3200	0,0100	0,0200	0,0500	0,0500	0,0200
14:00 16:00	0,0600	0,0300	0,0300	0,0100	0,0800	0,0600	0,0300
16:00 18:00	0,1000	0,0500	0,0500	0,0350	0,2600	0,1000	0,0500
18:00 20:00	0,0500	0,0200	0,0100	0,0430	0,0500	0,0500	0,0200
20:00 22:00	0,0600	0,0500	0,0300	0,0100	0,0800	0,0600	0,0300

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2z. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 7**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0400	0,0350	0,2000	0,0900	0,0700	0,0400	0,0350
08:00 10:00	0,0300	0,0300	0,0800	0,1100	0,0300	0,0300	0,0100
10:00 12:00	0,0500	0,0350	0,2000	0,0900	0,0500	0,0400	0,0350
12:00 14:00	0,0100	0,0250	0,0500	0,0500	0,0200	0,0200	0,0300
14:00 16:00	0,0300	0,0100	0,1300	0,0600	0,0300	0,0300	0,0250
16:00 18:00	0,0500	0,0350	0,2100	0,1000	0,0500	0,0500	0,0350
18:00 20:00	0,0100	0,0200	0,0500	0,0500	0,0200	0,0100	0,0200
20:00 22:00	0,0300	0,0100	0,0800	0,0600	0,0300	0,0300	0,0100

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2aa. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 7**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,3800	0,0900	0,0500	0,0500	0,0350	0,2000	0,0900
08:00 10:00	0,0800	0,0600	0,0300	0,0300	0,0100	0,0800	0,0600
10:00 12:00	0,0700	0,0900	0,0500	0,0400	0,0350	0,2000	0,0900
12:00 14:00	0,0500	0,1400	0,0200	0,0100	0,0200	0,1000	0,0500
14:00 16:00	0,0800	0,0600	0,0500	0,0300	0,0330	0,0800	0,3600
16:00 18:00	0,2100	0,0600	0,0500	0,0500	0,0370	0,2100	0,1000
18:00 20:00	0,0500	0,0500	0,0200	0,0100	0,0200	0,0500	0,0500
20:00 22:00	0,0800	0,0600	0,0300	0,0300	0,0100	0,0800	0,0600

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2ab. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 8**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0300	0,0500	0,0400	0,1000	0,1200	0,0300	0,0200
08:00 10:00	0,0700	0,0160	0,1300	0,0500	0,1300	0,0200	0,0460
10:00 12:00	0,0300	0,0200	0,0300	0,2200	0,6600	0,0800	0,0200
12:00 14:00	0,0500	0,0300	0,0900	0,1200	0,0800	0,0500	0,0300
14:00 16:00	0,0200	0,0160	0,0500	0,0400	0,4000	0,0200	0,0160
16:00 18:00	0,0300	0,0200	0,0300	0,1100	0,2000	0,0300	0,0200
18:00 20:00	0,0500	0,0300	0,0800	0,1200	0,0800	0,0500	0,0300
20:00 22:00	0,0200	0,0180	0,0500	0,0400	0,1300	0,0200	0,0180

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2ac.

**Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 8**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,1200	0,1000	0,1200	0,0300	0,0200	0,0400	0,1000
08:00 10:00	0,0500	0,1700	0,1300	0,0200	0,0160	0,0500	0,0500
10:00 12:00	0,0300	0,1000	0,1300	0,3000	0,0200	0,0300	0,1000
12:00 14:00	0,0900	0,1200	0,1600	0,0500	0,0300	0,1700	0,2400
14:00 16:00	0,0500	0,0400	0,1300	0,0700	0,0160	0,0500	0,0400
16:00 18:00	0,0300	0,1100	0,1200	0,7600	0,0500	0,0300	0,1100
18:00 20:00	0,0800	0,1200	0,0800	0,0500	0,0300	0,0800	0,1200
20:00 22:00	0,0500	0,0400	0,1300	0,0200	0,0180	0,0500	0,0400

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2ad.

**Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 8**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,1200	0,0800	0,0200	0,0400	0,1000	0,1200	0,0300
08:00 10:00	0,1300	0,0200	0,0160	0,0500	0,0500	0,1300	0,0700
10:00 12:00	0,2100	0,0300	0,0200	0,0300	0,1000	0,1300	0,0300
12:00 14:00	0,0800	0,0500	0,0300	0,0900	0,2400	0,0800	0,0500
14:00 16:00	0,1300	0,0200	0,0460	0,1300	0,0400	0,1300	0,0200
16:00 18:00	0,1200	0,0300	0,0200	0,0300	0,1100	0,2000	0,0300
18:00 20:00	0,0800	0,0500	0,0300	0,0800	0,1200	0,0800	0,0500
20:00 22:00	0,1300	0,0200	0,0180	0,0500	0,0400	0,1300	0,0200

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2ae. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 8**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0200	0,0400	0,1000	0,1200	0,0300	0,0500	0,1100
08:00 10:00	0,0460	0,0500	0,0500	0,1300	0,0200	0,0160	0,0500
10:00 12:00	0,0200	0,1100	0,1000	0,2100	0,0300	0,0200	0,0300
12:00 14:00	0,0300	0,0900	0,1200	0,0800	0,0500	0,0300	0,0900
14:00 16:00	0,0160	0,0500	0,1600	0,1300	0,0200	0,0160	0,0500
16:00 18:00	0,0200	0,0300	0,1100	0,1200	0,0300	0,0200	0,0300
18:00 20:00	0,0300	0,0800	0,1200	0,0800	0,0500	0,0300	0,0800
20:00 22:00	0,0180	0,0500	0,0400	0,1300	0,0700	0,0180	0,0500

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2af. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 9**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0260	0,0040	0,0500	0,0300	0,2000	0,0100	0,0140
08:00 10:00	0,0040	0,0160	0,0160	0,0500	0,0400	0,0040	0,0060
10:00 12:00	0,0100	0,0040	0,0500	0,0300	0,2000	0,0100	0,0040
12:00 14:00	0,0160	0,0100	0,0100	0,1000	0,0600	0,0320	0,0100
14:00 16:00	0,0040	0,0060	0,0200	0,1300	0,0400	0,0040	0,0060
16:00 18:00	0,0100	0,0040	0,0300	0,0300	0,2600	0,0100	0,0040
18:00 20:00	0,0160	0,0100	0,0100	0,0800	0,0600	0,0160	0,0100
20:00 22:00	0,0040	0,0060	0,0140	0,0500	0,0400	0,0040	0,0060

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2ag.

**Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 9**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0500	0,0300	0,2000	0,0100	0,0040	0,0600	0,1100
08:00 10:00	0,0160	0,0500	0,0400	0,0040	0,0060	0,0160	0,0500
10:00 12:00	0,0400	0,0300	0,2600	0,0260	0,0140	0,0400	0,0300
12:00 14:00	0,0100	0,1800	0,0600	0,0160	0,0100	0,0100	0,1000
14:00 16:00	0,0200	0,0500	0,0400	0,0040	0,0060	0,0200	0,0500
16:00 18:00	0,0400	0,0300	0,6000	0,0100	0,0040	0,0300	0,0300
18:00 20:00	0,0100	0,0800	0,0600	0,0160	0,0100	0,0100	0,0800
20:00 22:00	0,0140	0,0500	0,1400	0,0040	0,0060	0,0140	0,0500

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2ah.

**Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 9**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,2000	0,0100	0,0140	0,0600	0,0300	0,2000	0,0100
08:00 10:00	0,1000	0,0040	0,0060	0,0160	0,0500	0,0400	0,0040
10:00 12:00	0,2000	0,0260	0,0040	0,2600	0,0300	0,2000	0,0100
12:00 14:00	0,0600	0,0160	0,0100	0,0100	0,1800	0,0600	0,0160
14:00 16:00	0,0400	0,0040	0,0060	0,7000	0,0500	0,1100	0,0040
16:00 18:00	0,2000	0,0100	0,0040	0,0300	0,0300	0,2000	0,0100
18:00 20:00	0,0600	0,0160	0,0100	0,0100	0,0800	0,0600	0,0160
20:00 22:00	0,0400	0,0040	0,0060	0,0140	0,0500	0,0400	0,0200

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2ai. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 9**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0040	0,0700	0,0300	0,2000	0,0100	0,0140	0,0500
08:00 10:00	0,0060	0,0160	0,0500	0,0400	0,0200	0,0060	0,0160
10:00 12:00	0,0140	0,0300	0,0300	0,2000	0,0100	0,0040	0,0400
12:00 14:00	0,0100	0,0100	0,1000	0,0600	0,0160	0,0100	0,0100
14:00 16:00	0,0060	0,0200	0,0500	0,0400	0,0040	0,0060	0,0200
16:00 18:00	0,0040	0,0300	0,0300	0,2000	0,0100	0,0040	0,0400
18:00 20:00	0,0100	0,0100	0,1600	0,1200	0,0160	0,0100	0,0100
20:00 22:00	0,0060	0,0140	0,0500	0,0400	0,0040	0,0060	0,0140

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2aj. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015, casa 10**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,1600	0,0300	0,4000	6,0000	0,7000	0,0600	0,0300
08:00 10:00	1,4000	1,2500	0,1000	0,0300	0,3000	1,5000	1,2000
10:00 12:00	0,0500	0,0500	0,6600	2,3000	0,5000	0,0500	0,1000
12:00 14:00	0,1000	0,0800	0,2600	1,3000	0,2000	0,1000	0,0800
14:00 16:00	1,5000	1,1600	0,1000	0,0300	0,3000	1,5000	1,1600
16:00 18:00	0,0900	0,0500	0,4300	3,0000	0,5000	0,0900	0,0500
18:00 20:00	0,2000	0,0800	0,2600	1,3000	0,2000	0,2000	0,0800
20:00 22:00	1,5000	1,3000	0,1000	0,0400	0,3000	1,5000	1,3000

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 2ak.

**Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015, casa 10**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,4000	1,0000	0,5000	0,0600	0,0300	0,4000	1,0000
08:00 10:00	0,1000	0,0300	0,3000	1,4000	1,2000	0,3400	0,0300
10:00 12:00	0,4200	1,0000	0,7000	0,0500	0,0500	0,4200	1,0000
12:00 14:00	0,2600	1,3000	0,2000	0,1000	0,1300	0,2600	1,3000
14:00 16:00	0,1000	1,3300	0,3000	1,5000	1,1600	0,1000	0,0300
16:00 18:00	0,6700	1,0000	0,5000	0,1900	0,0500	0,4300	2,3000
18:00 20:00	0,2600	1,3000	0,2000	0,2000	0,0800	0,2600	1,3000
20:00 22:00	0,1000	0,0400	0,3000	1,5000	1,3000	0,1000	0,0400

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2l.

**Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de febrero de 2015, casa 10**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,7000	2,2600	0,0800	0,4000	1,0000	0,5000	0,0600
08:00 10:00	0,3000	1,4000	1,2000	0,1000	0,0300	0,3000	1,4000
10:00 12:00	0,5000	0,0500	0,0500	0,4200	1,0000	0,7000	0,0500
12:00 14:00	0,2000	1,0000	0,0800	0,5000	2,6000	0,2000	0,1000
14:00 16:00	0,3000	1,5000	1,1600	0,1000	0,0300	0,3000	1,6000
16:00 18:00	0,5000	0,0900	0,0500	0,4300	1,0000	0,5000	0,0900
18:00 20:00	0,2000	0,2000	0,0800	0,2600	1,3000	0,2000	0,2000
20:00 22:00	0,3000	1,5000	1,3000	0,1000	0,0400	0,3000	1,5000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2am. **Cálculo de consumo en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de febrero de 2015, casa 10**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	0,0300	0,4000	1,0000	0,5000	0,0600	0,0300	0,4000
08:00 10:00	1,2000	0,3400	0,0300	0,3000	1,4000	1,2000	0,1000
10:00 12:00	0,0500	0,4200	2,3000	0,5000	0,0500	0,0500	0,4200
12:00 14:00	0,1300	0,2600	1,3000	0,2000	0,1000	0,0800	0,2600
14:00 16:00	1,1600	0,1000	0,0300	0,3000	1,6000	1,1600	0,1000
16:00 18:00	0,0500	0,4300	1,0000	0,7000	0,0900	0,1000	0,4300
18:00 20:00	0,0800	0,2600	1,3000	0,2000	0,2000	0,0800	0,5000
20:00 22:00	1,3000	0,1000	0,0400	0,3000	1,5000	1,3000	0,1000

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Cuadro consumo diario de macromedición**

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

Apéndice 3a. **Consumo semanal de macromedición en metros cúbicos de febrero de 2015**

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA</b>				
<b>CUADRO CONSUMO DIARIO FASE II</b>				
<b>COMUNIDAD</b> <b>MUNICIPIO</b> <b>DEPARTAMENTO</b>			<b>ALDEA PUERTA PARADA</b> <b>SANTA CATARINA PINULA</b> <b>GUATEMALA</b>	
HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 14 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
06:00 08:00	300	308	308	312
08:00 10:00	294	275	293	305
10:00 12:00	298	286	281	294
12:00 14:00	285	290	282	286
14:00 16:00	305	310	293	274
16:00 18:00	286	296	287	309
18:00 20:00	296	278	301	311
20:00 22:00	291	305	306	289

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3b. **Consumo total de macromedición en metros cúbicos**

<b>Mes de 2015</b>	<b>Molumen de agua producida (m3)</b>
Febrero	9 434,44

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Consumo total de micromedición**

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

Apéndice 4a. **Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL							
CUADRO DIARIO DE MICROMEDICIÓN FASE II							
METROS CÚBICOS							
COMUNIDAD	ALDEA PUERTA PARADA						
MUNICIPIO	SANTA CATARINA PINULA						
DEPARTAMENTO	GUATEMALA						
HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	24,1159	17,0692	19,3836	27,3700	13,7049	16,5556	11,1300
08:00 10:00	14,6915	13,8846	30,8580	16,6640	11,1215	17,0148	10,8166
10:00 12:00	20,2296	10,8480	20,6436	21,6540	11,6035	22,2776	12,1472
12:00 14:00	14,5860	15,1642	23,4015	19,8585	8,9863	11,4880	16,1082
14:00 16:00	17,2938	10,3306	18,5810	11,0530	10,2870	19,1148	18,9146
16:00 18:00	18,2936	10,5020	13,2336	23,2360	8,8833	16,7816	9,6488
18:00 20:00	10,1630	13,6672	20,3395	12,9990	7,5560	10,3210	13,7072
20:00 22:00	14,2028	11,8276	25,1255	14,3860	10,7050	13,9428	12,0876
suma	133,5762	103,2934	171,5663	147,2205	82,8475	127,4962	104,5602
prom m3/h	9,5412	7,3781	12,2547	10,5158	5,9177	9,1069	7,4686

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4b. **Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	19,2956	13,2270	9,9820	18,2296	11,2600	13,7816	15,9360
08:00 10:00	19,5760	15,3355	9,5040	17,7618	12,6566	19,5090	12,7700
10:00 12:00	19,4276	14,2620	12,2735	18,8636	13,2760	15,1376	17,4740
12:00 14:00	40,7215	16,9305	9,8330	11,6330	15,8222	24,5805	16,5215
14:00 16:00	18,7510	17,3190	11,9270	16,2108	14,8406	24,4550	11,3825
16:00 18:00	19,7236	13,7470	9,9240	18,8816	12,6112	18,0816	18,9470
18:00 20:00	20,4395	14,0495	8,0300	10,1090	20,9272	20,5260	13,7255
20:00 22:00	24,4115	12,0960	10,6860	14,0028	11,9216	28,7950	13,6460
suma	182,3463	116,9665	82,1595	125,6922	113,3154	164,8663	120,4025
prom m3/h	13,0247	8,3548	5,8685	8,9780	8,0940	11,7762	8,6002

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4c. **Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 15 al 21 de febrero de 2015**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	15,5769	19,7856	9,2800	15,2816	15,1065	9,5180	16,7296
08:00 10:00	10,1435	15,3818	12,6046	19,4210	11,9970	9,6800	14,1818
10:00 12:00	10,6245	18,9916	18,6552	33,5046	17,5940	13,2345	18,5556
12:00 14:00	7,4233	11,9970	15,3622	23,6655	21,4175	8,5410	11,0340
14:00 16:00	10,7980	19,3668	11,9406	20,6910	10,5480	10,4750	17,3878
16:00 18:00	8,7093	18,8616	9,0020	18,1542	13,9460	10,4850	17,0636
18:00 20:00	7,5560	10,0830	13,8372	20,4815	12,9055	8,5990	13,2010
20:00 22:00	9,9350	13,9448	11,8616	20,0450	12,6560	10,4360	14,4328
suma	80,7665	128,4122	102,5434	171,2444	116,1705	80,9685	122,5862
prom m3/h	5,7690	9,1723	7,3245	12,2317	8,2979	5,7835	8,7562

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4d. **Consumo total de micromedición en metros cúbicos de la semana del 22 al 28 de febrero de 2015**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	11,6952	21,9316	13,5130	12,1139	16,2496	9,5880	23,2916
08:00 10:00	16,8266	18,8500	13,3070	9,3755	14,0278	10,7806	18,3860
10:00 12:00	10,4420	15,9126	19,2870	11,5595	21,0306	10,5680	17,6296
12:00 14:00	15,7402	34,4615	17,4460	8,7293	13,0690	16,7674	28,1875
14:00 16:00	10,9406	21,4540	11,0430	11,7920	16,7828	11,5026	20,1540
16:00 18:00	10,7920	12,7536	13,4460	9,3823	17,3736	9,3820	14,3016
18:00 20:00	13,8072	20,4095	12,3295	7,8160	10,2460	14,0472	21,4745
20:00 22:00	12,0406	20,4690	12,2360	9,9590	14,0328	19,2576	19,7415
suma	102,2844	166,2418	112,6075	80,7275	122,8122	101,8934	163,1663
prom m3/h	7,3060	11,8744	8,0434	5,7663	8,7723	7,2781	11,6547

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 5. Integración promedio de los consumos diarios en metros cúbicos y sus respectivas figuras**

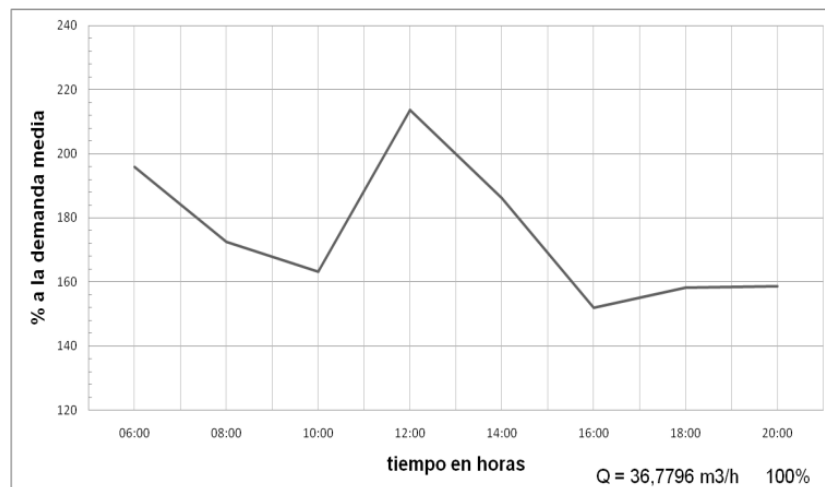
A continuación se presenta la integración promedio de consumos de lunes a domingo, así como también sus respectivas figuras.

**Apéndice 5a. Consumo total de micromedición en metros cúbicos promedio de lunes a viernes de febrero de 2015**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
06:00 08:00	72,0134	52,1586	72,9951	56,3210	49,4432	67,0872	70,6836
08:00 10:00	63,4519	66,2736	63,2223	49,8029	56,9844	56,1544	61,2376
10:00 12:00	60,0142	70,8593	85,5817	63,5041	61,2177	65,8064	60,7237
12:00 14:00	78,5532	66,0427	63,8863	59,2950	61,3769	71,8512	78,4710
14:00 16:00	68,4704	53,4916	59,7468	52,4584	65,5474	67,8389	57,7834
16:00 18:00	55,8642	45,6056	69,6541	52,8141	54,7302	59,9610	57,5185
18:00 20:00	58,2092	54,5362	51,4055	51,6347	53,4932	62,1082	51,9657
20:00 22:00	58,3374	59,9091	58,3928	49,3154	72,4314	59,9079	60,5899
Suma	514,9139	468,8767	524,8846	435,1456	475,2244	510,7152	498,9734
Prom m3/h	36,7796	33,4912	37,4918	31,0818	33,9446	36,4797	35,6410

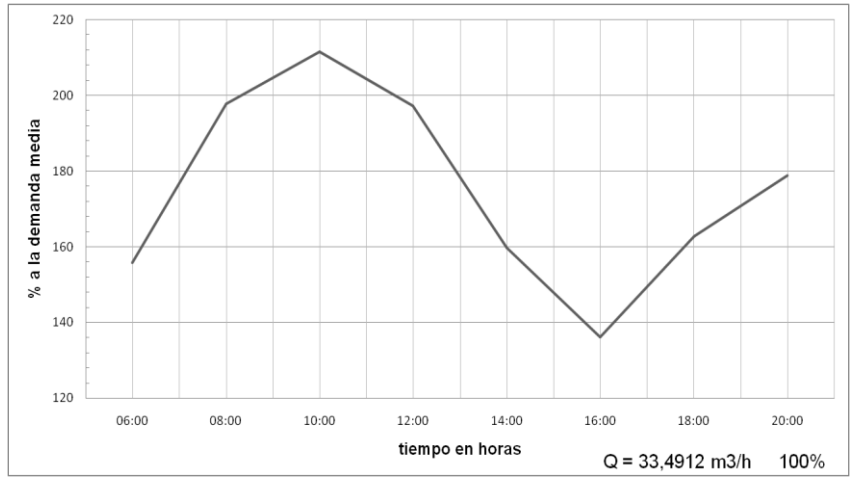
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 5b. Consumo promedio del lunes de febrero de 2015**



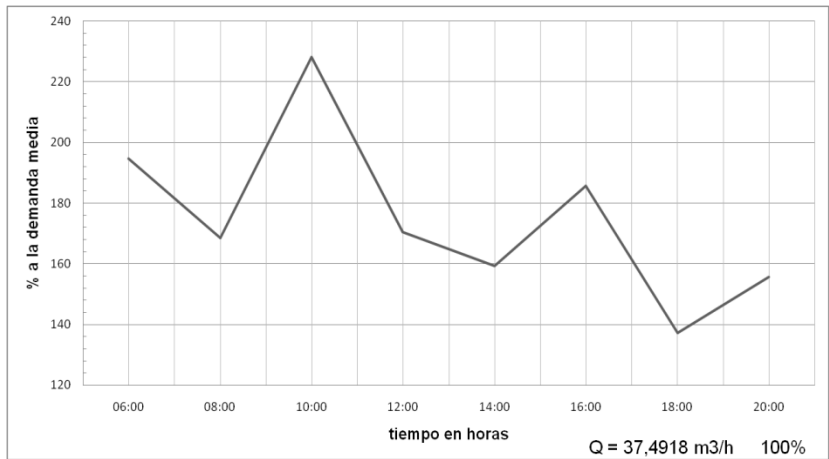
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5c. **Consumo promedio del día martes de febrero de 2015**



Fuente: elaboración propia.

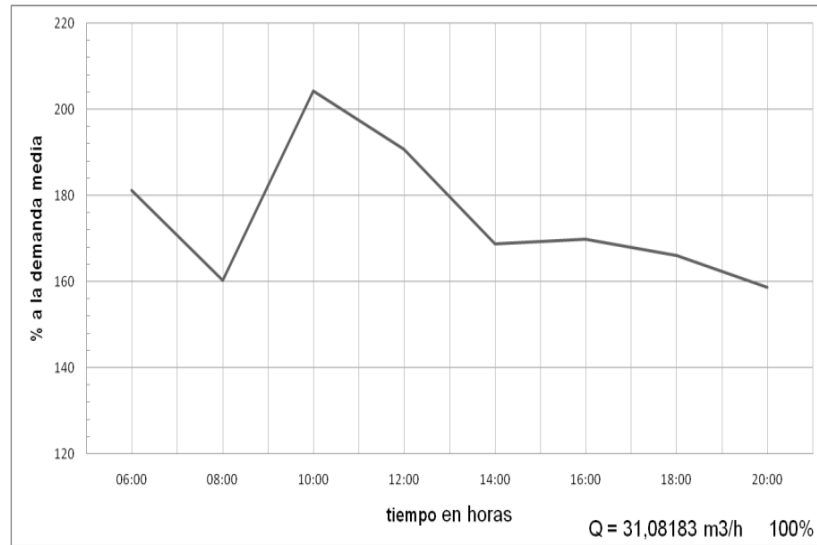
Apéndice 5d. **Consumo promedio del miércoles de febrero de 2015**



Fuente: elaboración propia.

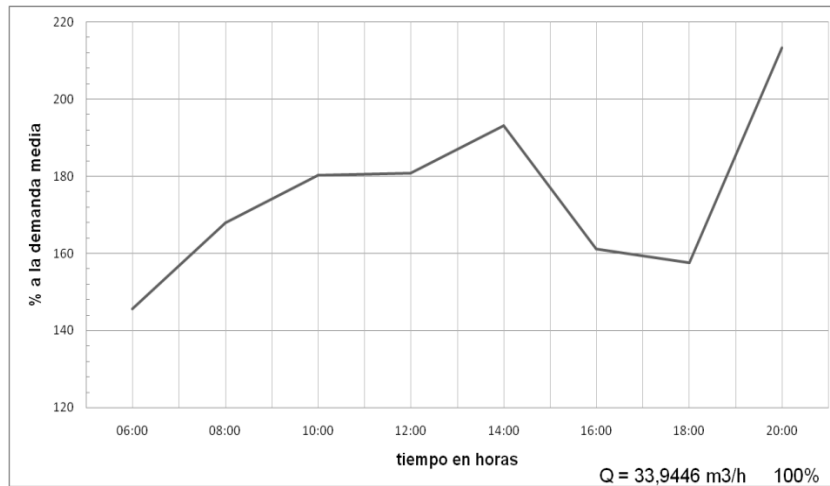


Apéndice 5e. **Consumo promedio del jueves de febrero de 2015**



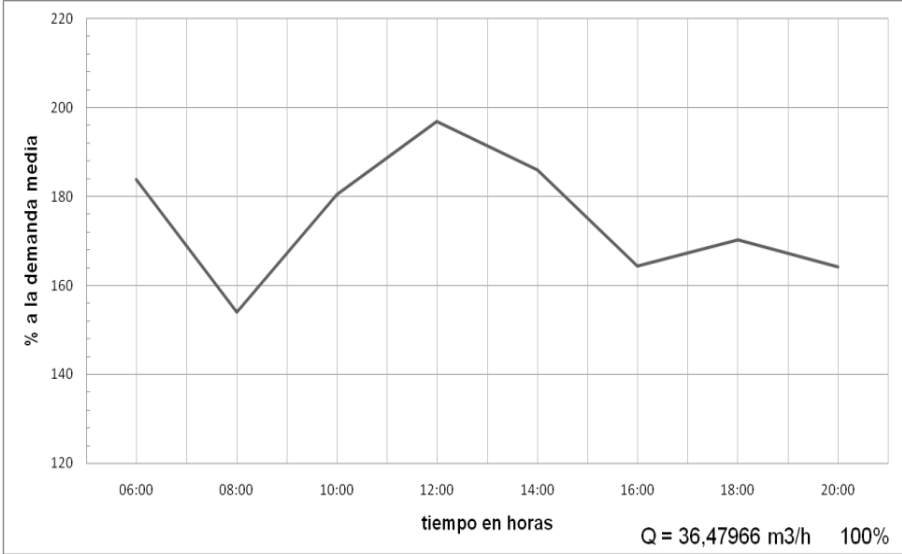
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5f. **Consumo promedio del viernes de febrero de 2015**



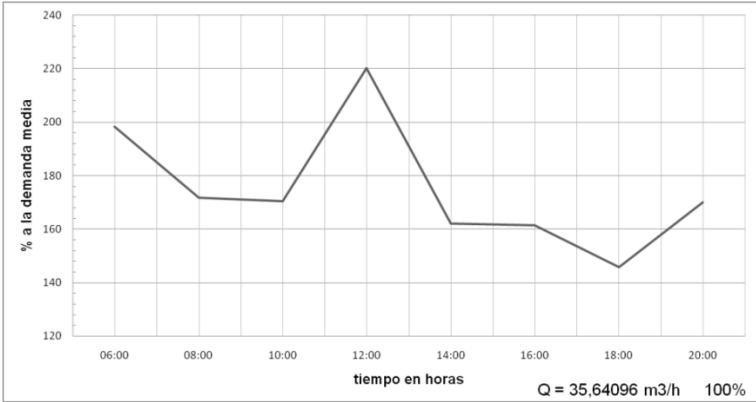
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5g. **Consumo promedio del sábado de febrero de 2015**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5h. **Consumo promedio del domingo de febrero de 2015**



Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 6. Consumo promedio semanal en metros cúbicos y sus respectivas figuras**

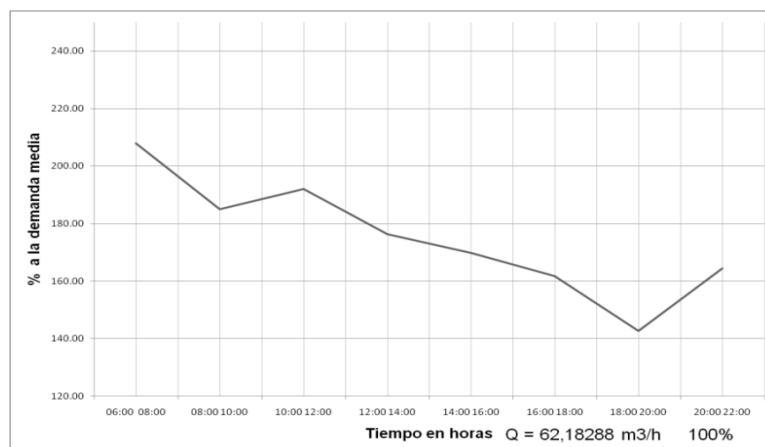
A continuación se presenta la integración promedio de consumos semanales, así como también sus respectivas figuras.

**Apéndice 6a. Consumos promedios semanales 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 08:00	207,9820	157,2142	176,6425	178,5691
08:00 10:00	185,0204	165,5625	162,9188	167,3171
10:00 12:00	192,0199	171,1292	228,7603	175,3504
12:00 14:00	176,2426	210,2781	173,4373	221,4357
14:00 16:00	169,7811	177,5771	176,5187	170,8026
16:00 18:00	161,7469	172,9866	167,8233	144,0494
18:00 20:00	142,7288	166,6349	151,1520	164,9716
20:00 22:00	164,4782	178,6174	162,7470	177,5041

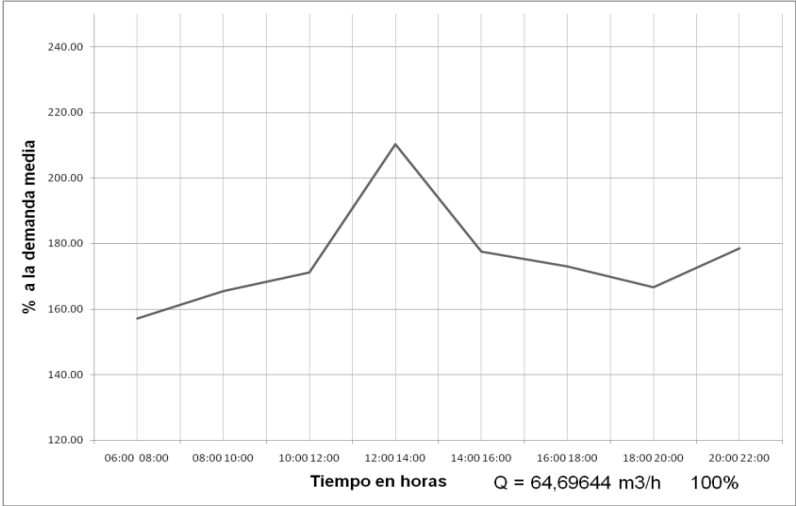
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 6b. Consumo promedio de la semana del 1 al 7 de febrero de 2015**



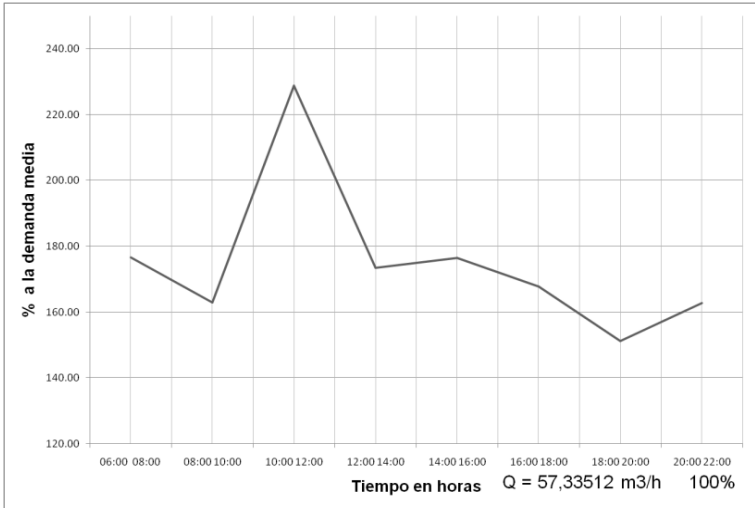
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6c. **Consumo promedio de la semana del 8 al 14 de febrero de 2015**



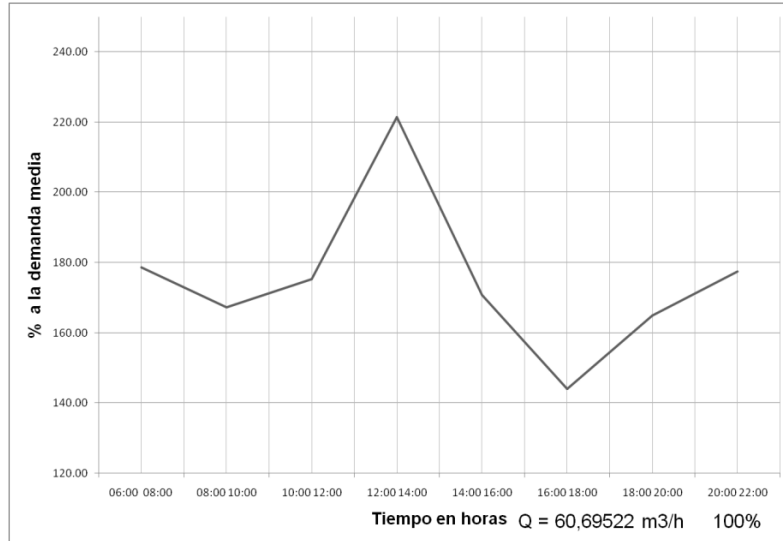
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6d. **Consumo promedio de la semana del 15 al 24 de febrero de 2015**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6e. **Consumo promedio de la semana del 15 al 24 de febrero de 2015**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Consumo promedio durante febrero en metros cúbicos y su respectiva figura**

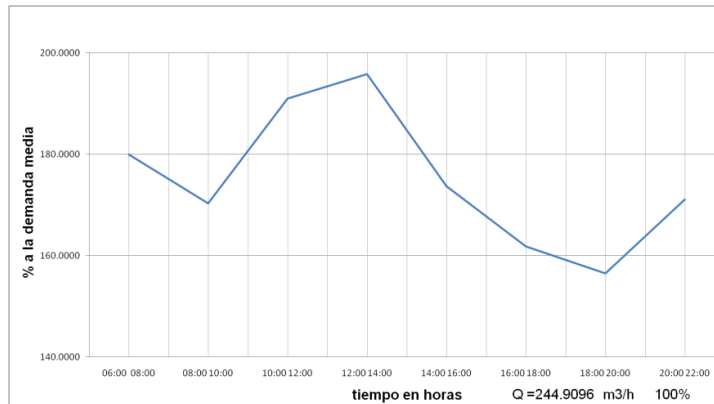
A continuación se presenta la integración del consumo promedio mensual en metros cúbicos, así como también su respectiva figura.

Apéndice 7a. **Consumo del mes de febrero de 2015**

Hora	Consumo m3	% de demanda media
06:00 08:00	440,7021	179,9448
08:00 10:00	417,1271	170,3188
10:00 12:00	467,7071	190,9714
12:00 14:00	479,4763	195,7769
14:00 16:00	425,3369	173,6710
16:00 18:00	396,1477	161,7527
18:00 20:00	383,3527	156,5283
20:00 22:00	418,8839	171,0362
Suma	3428,7338	
Prom m3/h	244,9096	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7b. **Consumo del mes de febrero de 2015**



Fuente: elaboración propia.

## ANEXOS

### Anexo 1. **Datos obtenidos en la primera fase**

#### Anexo 1a. **Comparación de resultados obtenidos en la primera fase de investigación con la diseñada en la aldea Puerta Parada**

	<b>Parámetros utilizados en el diseño (según Guías de diseño)</b>	<b>Parámetros investigados en campo</b>
Dotación de consumo	160 lt/hab/día	133,76 lt/hab/día
Coeficiente de variación diaria (K1)	1,5	0,75
Coeficiente de variación horaria (K2)	3	3,09

Fuente: tesis de la evaluación de los parámetros de diseño en el consumo de agua potable en la aldea Puerta Parada , municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala.

Anexo 1b **Resultados obtenidos en la primera fase de investigación en aldea Puerta Parada**

<b>Coeficiente de variación diaria (K1)</b>	<b>Coeficiente de variación horaria (K2)</b>	<b>Dotación de consumo</b>
0,75	3,09	133,76 lt/hab/día

Fuente: tesis de la evaluación de los parámetros de diseño en el consumo de agua potable en la aldea Puerta Parada , municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala.

Anexo 2. **Tipos de mediciones**

Anexo 2a. **Instrumentos de medición de caudal en tuberías cerradas y a presión**

Existe una variedad de medidores que tienen su aplicación en los sistemas de agua potable y alcantarillado; sus diseños están hechos 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 pueden encontrar: tipo Woltmann, de hélice o propela, de tipo turbina y tipo micromolinete.

- **Medidores de presión diferencial**

Otra forma de medir flujos en conductos cerrados a presión, es por medio de elementos que producen pérdida de presión durante el proceso. Los medidores de presión diferencial son utilizados, específicamente, en la macromedición. A 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:

- Venturi
- Dall (Venturi modificado)
- Tobera

- Placa de Orificio
- Pitot simplex,
- Tubo
- Pitot cole
- Pitot modificado Annubar
- Medidor ultrasónico

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

Para uso en sistemas de agua potable, 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, únicamente puede usarse en aguas que contengan sólidos en suspensión.

El uso de este equipo es recomendable para todo tipo de tubería y en diámetros de 2” a 72”. Sin embargo, es necesario realizar verificaciones

periódicas de su exactitud y análisis físico químicos del agua, para garantizar su confiabilidad

#### Anexo 2b. **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.

#### Anexo 2c. **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 en acciones de soporte como son: supervisión, mantenimiento de medidores, verificación de medidores (laboratorio), etc.

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.

## Anexo 2d. **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 Puerta Parada, no todos los contadores o medidores están instalados dentro de los límites de la vivienda, sino que, varios contadores fueron colocados sobre la banqueta, lo cual los expone a una probabilidad mayor de riesgos, pero resulta en ventaja para ciertas actividades de inspección.

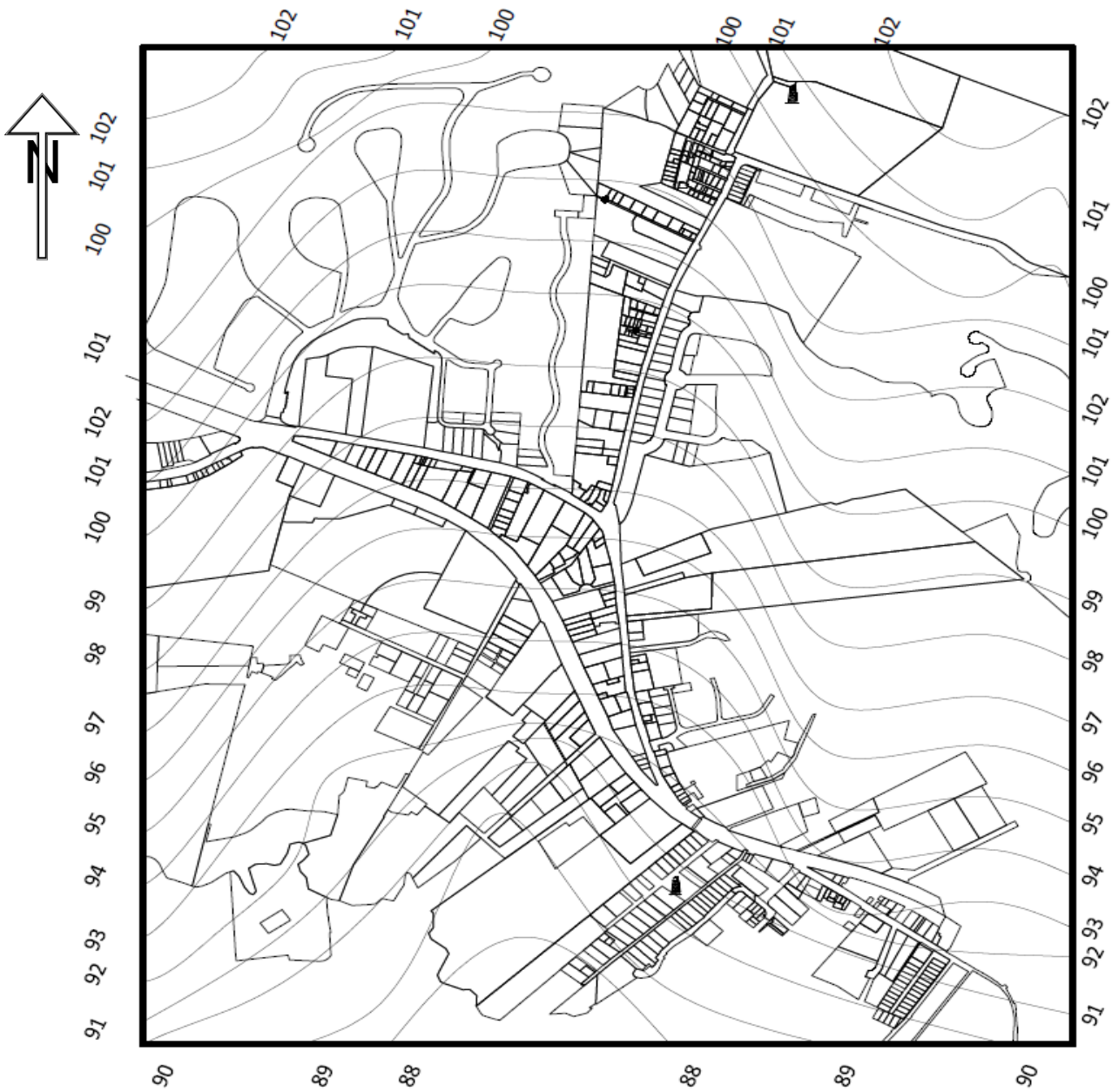
Desde el punto de vista de los encargados de la toma de lecturas, la instalación de los medidores fuera del domicilio trae más ventajas, ya que este se encuentra al alcance para efectuar lecturas, inspección, retiro o cambio, sin necesidad de entrar a la vivienda, lo que facilita el trabajo y evita la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

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

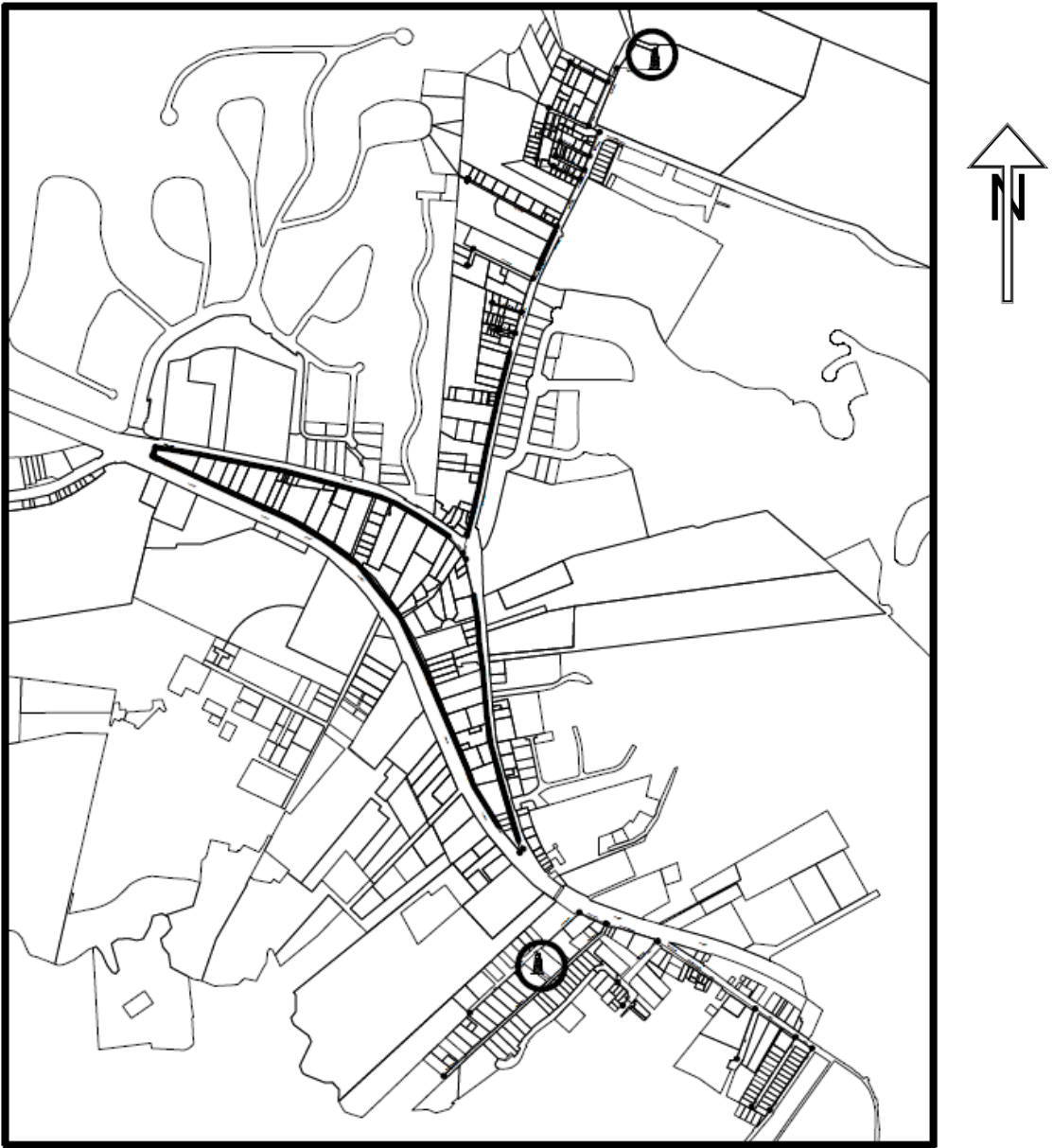
mantenimiento preventivo y correctivo, a fin de que se garanticen las inversiones.

Anexo 2. **Curvas de presión, aldea Puerta Parada, Santa Catarina pinula**



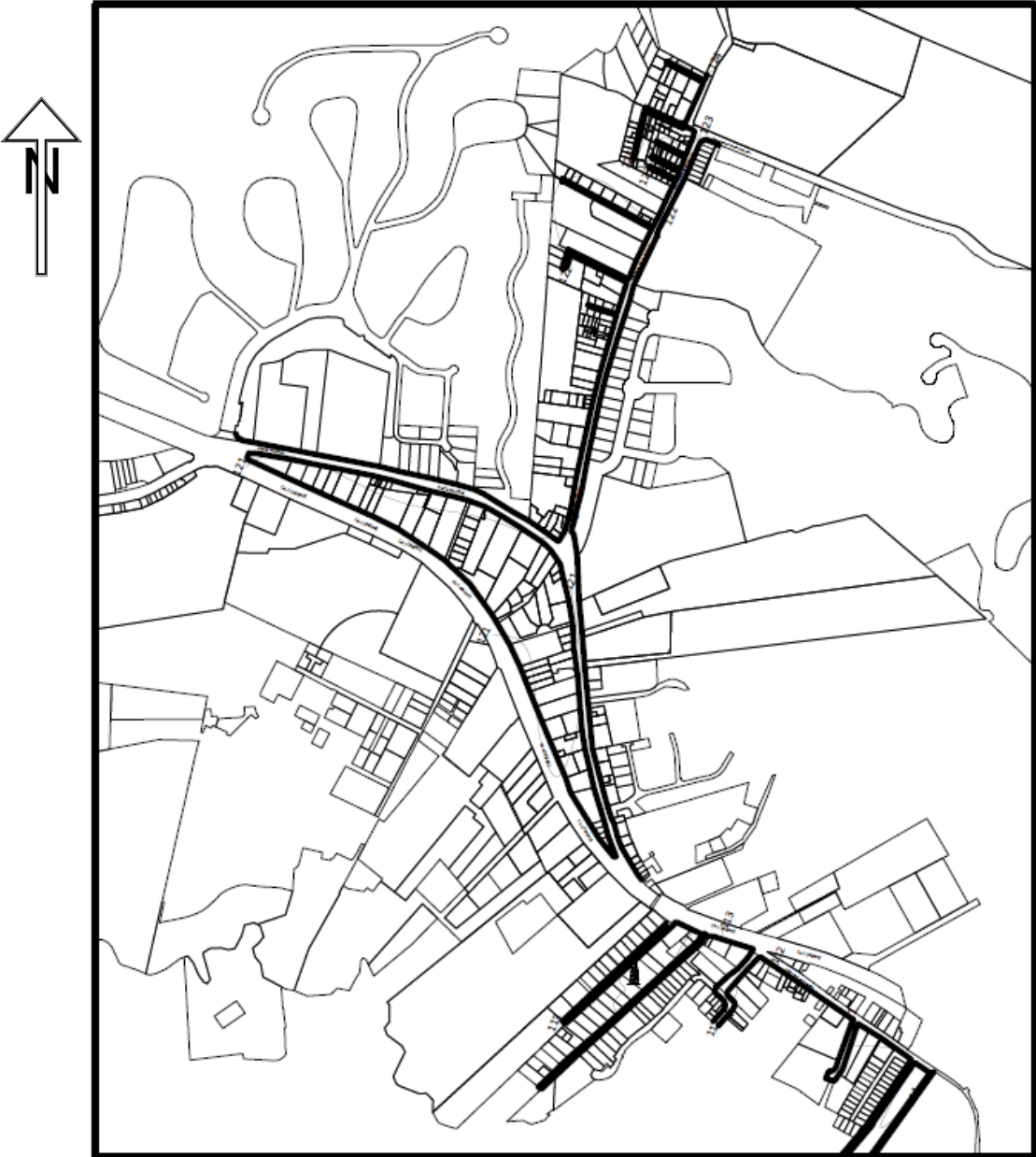
Fuente: Unepar. Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Rural.

**Anexo 3. Plano inicial del proyecto de abastecimiento de agua potable  
aldea Puerta Parada, Santa Catarina Pinula**



Fuente: Unepar. Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Rural.

Anexo 4. **Plano final del proyecto de abastecimiento de agua potable, aldea Puerta Parada, Santa Catarina Pinula**



Fuente: Unepar. Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Rural.



Anexo 5. **Red de distribución de la aldea Puerta Parada, Santa Catarina Pinula**



Fuente: Unepar. Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Rural.

Anexo 6. Pronostico del consumo de agua potable, aldea Puerta Parada, Santa Catarina Pinula

PRONOSTICO DE DEMANDA DE AGUA POTABLE													
LOCALIDAD	ALDEA PUERTA PARADA	MUNICIPIO	SANTA CATARINA PINULA	DEPARTAMENTO	GUATEMALA								
POBLACION	1298	AÑO	2013	TASA DE CRECI.	2.456	PERIODO DE DISEÑO	40	PERDIDAS Y FUGAS	CAUDAL MEDIO	CAUDAL DIA MAXIMO	CAUDAL HORA MAXIMO		
DOTACION POBLACION SERVIDA		160	POBLACION TOTAL		POBLACION SERVIDA DIRECTAMENTE		CONSUMO DOMESTICO	CONSUMO INDUSTRIAL	CONSUMO OFICIAL	10	0	1.8	
No.	AÑO						1	0	2	3			
1	2013	1298	0	8.3	0	0.17	8.3	0	0.17	0.83	9.3	16.74	27.9
2	2014	1330	32	8.64	0	0.17	8.64	0	0.17	0.864	9.674	17.4132	29.022
3	2015	1363	65	8.9	0	0.18	8.9	0	0.18	0.89	9.97	17.946	29.91
4	2016	1396	98	8.31	0	0.19	8.31	0	0.19	0.831	9.331	16.7958	27.993
5	2017	1430	132	9	0	0.19	9	0	0.19	0.9	10.09	18.162	30.27
6	2018	1465	167	9.07	0	0.2	9.07	0	0.2	0.907	10.177	18.3186	30.531
7	2019	1501	203	10	0	0.21	10	0	0.21	1	11.21	20.178	33.63
8	2020	1538	240	10.4	0	0.21	10.4	0	0.21	1.04	11.65	20.97	34.95
9	2021	1576	278	10.71	0	0.22	10.71	0	0.22	1.071	12.001	21.6018	36.003
10	2022	1615	317	11.03	0	0.23	11.03	0	0.23	1.103	12.363	22.2534	37.089
11	2023	1654	356	11.36	0	0.23	11.36	0	0.23	1.136	12.726	22.9068	38.178
12	2024	1695	397	11.7	0	0.24	11.7	0	0.24	1.17	13.11	23.598	39.33
13	2025	1737	439	12.08	0	0.25	12.08	0	0.25	1.208	13.538	24.3684	40.614
14	2026	1779	481	12.42	0	0.26	12.42	0	0.26	1.242	13.922	25.0596	41.766
15	2027	1823	525	12.7	0	0.26	12.7	0	0.26	1.27	14.23	25.614	42.69
16	2028	1868	570	13.17	0	0.27	13.17	0	0.27	1.317	14.757	26.5626	44.271
17	2029	1914	616	14.3	0	0.28	14.3	0	0.28	1.43	16.01	28.818	48.03
18	2030	1961	663	14	0	0.29	14	0	0.29	1.4	15.69	28.242	47.07
19	2031	2009	711	15.27	0	0.3	15.27	0	0.3	1.527	17.097	30.7746	51.291
20	2032	2058	760	15.73	0	0.31	15.73	0	0.31	1.573	17.613	31.7034	52.839
21	2033	2109	811	16.2	0	0.32	16.2	0	0.32	1.62	18.14	32.652	54.42

Fuente: Unepar. Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Rural.



