



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

**EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE
RURAL EN 4 COMUNIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL**

Víctor Antonio Soto Alvarado

Asesorado por el Ing. Carlos Enrique Hurtado Flores

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE
RURAL EN 4 COMUNIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

VÍCTOR ANTONIO SOTO ALVARADO

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ENRIQUE HURTADO FLORES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| VOCAL I | Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno |
| VOCAL II | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL III | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV | Br. Juan Carlos Molina Jiménez |
| VOCAL V | Br. Mario Maldonado Muralles |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO


| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Roberto Mayorga Rouge |
| EXAMINADOR | Ing. Sidney Alexander Samuels Milson |
| EXAMINADOR | Ing. Buena Ventura Coronado Castillo |
| EXAMINADOR | Ing. Rafael Ángel Bolaños Escobar |
| SECRETARIO | Ing. René Andrino Guzmán |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL EN 4 COMUNIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuelade Ingeniería Civil,
con fecha noviembre del 2010



Víctor Antonio Soto Alvarado

Guatemala, 24 de agosto de 2012

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **"EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL EN 4 COMUNIDADES DEL ANTIPLANO CENTRAL"**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Víctor Antonio Soto Alvarado.

Considero este trabajo bien desarrollado, y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,



Ing. Carlos Enrique Hurtado Flores

Ingeniero Civil **Carlos Enrique Hurtado Flores**
Colegiado 854 **INGENIERO CIVIL**
COLEGIADO 854



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
26 de septiembre de 2012

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

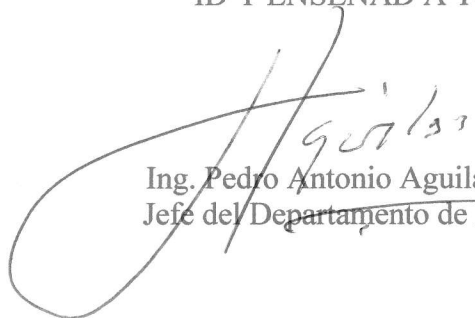
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL EN 4 COMUNIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Víctor Antonio Soto Alvarado, quien contó con la asesoría del Ing. Carlos Enrique Hurtado Flores.

Considero este trabajo está bien desarrollado y representa un aporte para el área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Carlos Enrique Hurtado Flores y del Jefe del Departamento de Hidráulica, Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco, al trabajo de graduación del estudiante Víctor Antonio Soto Alvarado, titulado **EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL EN 4 COMUNIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

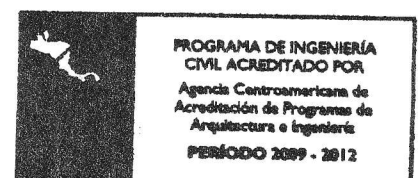

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2012.

/bbdeb.

Más de **130** Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 625.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL EN 4 COMUNIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL**, presentado por el estudiante universitario **Víctor Antonio Soto Alvarado**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 26 de noviembre de 2012

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Padre, Hijo y Espíritu Santo, por darme la oportunidad de utilizar los dones y virtudes que me ha concedido para poder servirlo.
- Mi madre** Margarita Magali Alvarado Valdez (q.e.p.d.), por la confianza que depositó en mí.
- .
- Mi esposa** Selma Iracema Verónica Castellanos Sarti, por apoyarme en los momentos que necesitaba concentrarme en mis estudios.
- .
- Mis hijos** María Fernanda y José Eduardo, por formar parte importante en mi vida y honrarlos con el trabajo efectuado en el cumplimiento de mi carrera.
- Mi amigo** Ing. Carlos Enrique Hurtado, por insistir para que culminara mi carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

**La Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Fuente inagotable de conocimientos para todos aquellos que desean superarse y formarse profesionalmente.

Facultad de Ingeniería

Que me permitió adquirir los conocimientos académicos que han sido la base del éxito en el desempeño de mi trabajo.

**Mis amigos de la
facultad**

Raúl Rodríguez y José Rivera, por su apoyo durante mi carrera.

Mi amigo de trabajo

José Andrés Lam, por su colaboración.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS..... | IX |
| GLOSARIO..... | XI |
| RESUMEN..... | XIII |
| OBJETIVOS | XV |
| INTRODUCCIÓN..... | XVII |
| | |
| 1. DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES | 1 |
| 1.1. Aspectos socioecológicos..... | 1 |
| 1.1.1. Descripción de la comunidad | 1 |
| 1.1.1.1. Caserío Chingonzales..... | 1 |
| 1.1.1.2. Aldea Pacacay | 2 |
| 1.1.1.3. Aldea Paraxquín..... | 2 |
| 1.1.1.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 3 |
| 1.1.2. Actividad económica | 3 |
| 1.1.2.1. Caserío Chingonzales..... | 4 |
| 1.1.2.2. Aldea Pacacay | 4 |
| 1.1.2.3. Aldea Paraxquín..... | 5 |
| 1.1.2.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 6 |
| 1.1.3. Idioma y religión..... | 6 |
| 1.1.3.1. Caserío Chingonzales..... | 7 |
| 1.1.3.2. Aldea Pacacay y aldea Paraxquín..... | 7 |
| 1.1.3.3. Sector uno de la aldea Cojoljuyú..... | 7 |
| 1.1.4. Organización de la comunidad..... | 8 |
| 1.2. Aspectos físicos del área | 8 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.2.1. | Localización y colindancias | 8 |
| 1.2.1.1. | Caserío Chigonzales | 8 |
| 1.2.1.2. | Aldea Pacacay..... | 9 |
| 1.2.1.3. | Aldea Paraxquín | 9 |
| 1.2.1.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 9 |
| 1.2.2. | Coordenadas geográficas..... | 9 |
| 1.2.2.1. | Caserío Chigonzales | 10 |
| 1.2.2.2. | Aldea Pacacay..... | 11 |
| 1.2.2.3. | Aldea Paraxquín | 12 |
| 1.2.2.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 13 |
| 1.2.3. | Topografía..... | 13 |
| 1.2.3.1. | Caserío Chigonzales | 14 |
| 1.2.3.2. | Aldea Pacacay..... | 14 |
| 1.2.3.3. | Aldea Paraxquín | 14 |
| 1.2.3.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 14 |
| 1.2.4. | Clima | 15 |
| 1.2.4.1. | Caserío Chigonzales | 15 |
| 1.2.4.2. | Aldea Pacacay..... | 15 |
| 1.2.4.3. | Aldea Paraxquín | 16 |
| 1.2.4.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 16 |
| 1.2.5. | Vías de acceso..... | 17 |
| 1.2.5.1. | Caserío Chigonzales | 17 |
| 1.2.5.2. | Aldea Pacacay..... | 17 |
| 1.2.5.3. | Aldea Paraxquín | 18 |
| 1.2.5.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 18 |
| 1.2.6. | Servicios públicos..... | 18 |
| 1.2.6.1. | Caserío Chigonzales | 18 |
| 1.2.6.2. | Aldea Pacacay..... | 19 |
| 1.2.6.3. | Aldea Paraxquín | 20 |

| | | | |
|------|----------|--|----|
| | 1.2.6.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 20 |
| 2. | | DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS ANALIZADOS | 23 |
| 2.1. | | Caserío Chigonzales | 23 |
| | 2.1.1. | Parámetros de diseño | 23 |
| | 2.1.2. | Fuentes de abastecimiento | 24 |
| | 2.1.3. | Captaciones | 24 |
| | 2.1.4. | Línea de conducción | 25 |
| | 2.1.5. | Tanque de distribución | 25 |
| | 2.1.6. | Línea de distribución | 26 |
| | 2.1.7. | Conexiones domiciliarias | 26 |
| 2.2. | | Aldea Pacacay | 27 |
| | 2.2.1. | Parámetros de diseño | 27 |
| | 2.2.1.1. | Sector surtido por la fuente del nacimiento denominado Paley | 28 |
| | 2.2.1.2. | Sector surtido por la fuente del nacimiento denominado Patup | 28 |
| | 2.2.2. | Fuentes de abastecimiento | 29 |
| | 2.2.3. | Captaciones | 29 |
| | 2.2.4. | Línea de conducción | 30 |
| | 2.2.5. | Tanque de distribución | 30 |
| | 2.2.6. | Línea de distribución | 32 |
| | 2.2.7. | Conexiones domiciliarias | 32 |
| 2.3. | | Aldea Paraxquín | 33 |
| | 2.3.1. | Parámetros de diseño con que fueron diseñados .. | 33 |
| | 2.3.2. | Fuentes de abastecimiento | 34 |
| | 2.3.3. | Captaciones | 34 |
| | 2.3.4. | Línea de conducción | 35 |
| | 2.3.5. | Tanque de distribución | 35 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.3.6. | Línea de distribución | 35 |
| 2.3.7. | Conexiones domiciliarias | 36 |
| 2.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 37 |
| 2.4.1. | Parámetros de diseño con que fueron diseñados ... | 37 |
| 2.4.2. | Fuentes de abastecimiento..... | 38 |
| 2.4.3. | Captaciones | 38 |
| 2.4.4. | Línea de conducción | 38 |
| 2.4.5. | Tanque de distribución | 39 |
| 2.4.6. | Línea de distribución | 39 |
| 2.4.7. | Conexiones domiciliarias..... | 40 |
| 3. | RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS A CADA SISTEMA..... | 41 |
| 3.1. | Censo de población, vivienda y servicios | 41 |
| 3.1.1. | Tabulación de los datos obtenidos por el INE, del censo del mes de agosto de 2002 | 43 |
| 3.2. | Aforo de las fuentes de agua..... | 44 |
| 3.3. | Procedimiento seguido para el cálculo de variaciones en el consumo | 45 |
| 3.3.1. | Medición de las variaciones diarias y horarias en el consumo | 46 |
| 3.3.1.1. | Caserío Chigonzales | 49 |
| 3.3.1.2. | Aldea Pacacay..... | 51 |
| 3.3.1.3. | Aldea Paraxquín | 53 |
| 3.3.1.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 55 |
| 3.3.2. | Determinación del volumen de los tanques de distribución | 57 |
| 3.3.2.1. | Caserío Chigonzales | 58 |
| 3.3.2.2. | Aldea Pacacay..... | 60 |

| | | | |
|------|----------|--|----|
| | 3.3.2.3. | Aldea Paraxquín..... | 62 |
| | 3.3.2.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 63 |
| 3.4. | | Análisis físico - químico y bacteriológico del agua | 65 |
| | 3.4.1. | Caserío Chigonzales..... | 65 |
| | 3.4.2. | Aldea Pacacay | 67 |
| | 3.4.3. | Aldea Paraxquín | 68 |
| | 3.4.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú..... | 70 |
| 4. | | ANÁLISIS DE MEDICIONES REALIZADAS..... | 73 |
| 4.1. | | Comparación del crecimiento pronosticado contra el crecimiento real en las comunidades estudiadas | 73 |
| | 4.1.1. | Caserío Chigonzales..... | 74 |
| | 4.1.2. | Aldea Pacacay | 75 |
| | 4.1.3. | Aldea Paraxquín | 76 |
| | 4.1.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú..... | 78 |
| 4.2. | | Análisis de caudales de conducción | 79 |
| | 4.2.1. | Caudal medio..... | 79 |
| | | 4.2.1.1. Caserío Chigonzales | 80 |
| | | 4.2.1.2. Aldea Pacacay | 83 |
| | | 4.2.1.3. Aldea Paraxquín..... | 85 |
| | | 4.2.1.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 87 |
| | 4.2.2. | Dotación..... | 88 |
| | | 4.2.2.1. Caserío Chigonzales | 90 |
| | | 4.2.2.2. Aldea Pacacay | 90 |
| | | 4.2.2.3. Aldea Paraxquín..... | 91 |
| | | 4.2.2.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 92 |
| | 4.2.3. | El factor de máximo consumo diario | 92 |
| | | 4.2.3.1. Caserío Chigonzales | 93 |
| | | 4.2.3.2. Aldea Pacacay | 93 |

| | | | |
|-----------------------|----------|--|-----|
| | 4.2.3.3. | Aldea Paraxquín | 94 |
| | 4.2.3.4. | Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 94 |
| 4.3. | | Análisis de las demandas en la red de distribución | 95 |
| | 4.3.1. | Demanda promedio en la red de distribución..... | 95 |
| | | 4.3.1.1. Caserío Chigonzales | 96 |
| | | 4.3.1.2. Aldea Pacacay..... | 97 |
| | | 4.3.1.3. Aldea Paraxquín | 98 |
| | | 4.3.1.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 99 |
| | 4.3.2. | El factor de máximo consumo horario..... | 100 |
| | | 4.3.2.1. Caserío Chigonzales | 101 |
| | | 4.3.2.2. Aldea Pacacay..... | 101 |
| | | 4.3.2.3. Aldea Paraxquín | 102 |
| | | 4.3.2.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 102 |
| | 4.3.3. | Gasto instantáneo | 103 |
| | | 4.3.3.1. Caserío Chigonzales | 103 |
| | | 4.3.3.2. Aldea Pacacay..... | 105 |
| | | 4.3.3.3. Aldea Paraxquín | 107 |
| | | 4.3.3.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú | 109 |
| 4.4. | | Resumen del análisis de las mediciones realizadas | 111 |
| CONCLUSIONES | | | 115 |
| RECOMENDACIONES | | | 117 |
| BIBLIOGRAFÍA | | | 119 |
| APÉNDICES | | | 121 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Ubicación del caserío Chigonzales | 10 |
| 2. | Ubicación de la aldea Pacacay | 11 |
| 3. | Ubicación de la aldea Paraxquín | 12 |
| 4. | Ubicación de la aldea Cojoljuyú | 13 |
| 5. | Esquema de medición dentro del tanque de distribución | 47 |

TABLAS

| | | |
|-------|--|----|
| I. | Tubería de la línea de distribución Chigonzales | 26 |
| II. | Tubería de la línea de distribución Pacacay | 32 |
| III. | Tubería de la línea de distribución Paraxquín | 36 |
| IV. | Tubería de la línea de distribución Cojoljuyú | 39 |
| V. | Censo de población | 41 |
| VI. | Censo de vivienda | 42 |
| VII. | Censo de servicios | 42 |
| VIII. | Censo agosto 2002 | 43 |
| IX. | Aforos en época de estiaje | 45 |
| X. | Alturas en tanque de distribución del 11 al 24 de enero de 2011 | 49 |
| XI. | Alturas en tanque de distribución del 25 de enero al 8 de febrero de 2011 | 50 |
| XII. | Alturas en tanque de distribución del 14 al 28 de febrero de 2011 | 51 |
| XIII. | Alturas en tanque de distribución del 29 de febrero al 14 de marzo de 2011 | 52 |

| | | |
|---------|---|----|
| XIV. | Alturas en tanque de distribución del 21 de marzo al 4 de abril de 2011 | 53 |
| XV. | Alturas en tanque de distribución del 5 al 19 de abril de 2011 | 54 |
| XVI. | Alturas en tanque de distribución del 25 de abril al 9 de mayo de 2011 | 55 |
| XVII. | Alturas en tanque de distribución del 10 al 24 de mayo de 2011 ... | 56 |
| XVIII. | Consumos acumulados en porcentaje respecto al consumo promedio general diario Chigonzales | 59 |
| XIX. | Consumos acumulados en porcentaje respecto al consumo promedio general diario Pacacay | 61 |
| XX. | Consumos acumulados en porcentaje respecto al consumo promedio general diario Paraxquín | 63 |
| XXI. | Consumos acumulados en porcentaje respecto al consumo promedio general diario Cojoljuyú | 64 |
| XXII. | Resultados de las pruebas fisicoquímicas Chigonzales | 66 |
| XXIII. | Resultados de las pruebas bacteriológicas Chigonzales | 66 |
| XXIV. | Resultados de las pruebas fisicoquímicas Pacacay | 67 |
| XXV. | Resultados de las pruebas bacteriológicas Pacacay | 68 |
| XXVI. | Resultados de las pruebas fisicoquímicas Paraxquín | 69 |
| XXVII. | Resultados de las pruebas bacteriológicas Paraxquín | 69 |
| XXVIII. | Resultados de las pruebas fisicoquímicas Cojoljuyú | 70 |
| XXIX. | Resultados de las pruebas bacteriológicas Cojoljuyú | 71 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|-------------------------|------------------------------|
| Ca | Calcio |
| cm | centímetro |
| Cl⁻ | Cloruro |
| PVC | Cloruro de polivinilo |
| μS | Conductividad |
| ∅ | Diámetro |
| CaCO₂ | Dureza total |
| °C | Grados Celsius |
| Hab | Habitante |
| Fe | Hierro |
| Psi | Libras por pulgada cuadrada |
| L/Hab/día | litros por habitante por día |

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| L/s | litros por segundo |
| Mg | Magnesio |
| Mn | Manganeso |
| m c a | metros columna de agua |
| mg/L | Miligramos por litro |
| mL | Mililitros |
| mm/año | Milímetros por año |
| NO₃⁻ | Nitrato |
| NO₂⁻ | Nitrito |
| NMP | Número más probable |
| % | Porcentaje |
| SO₄²⁻ | Sulfato |
| u | Unidades |
| Viv | Vivienda |

GLOSARIO

| | |
|-----------------------------------|--|
| Acueducto | Obra para conducir agua. Se le denomina así al conjunto de elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua. |
| Aforo | Determina el caudal de las corrientes de agua. |
| Agua potable | Agua sanitariamente segura y que es agradable a los sentidos. |
| Agua sanitariamente segura | Agua incapaz de transmitir enfermedades, libre de concentraciones excesivas de sustancias minerales, orgánicas y libre de toxicidad. |
| Brote definido | Surgimiento de agua que sale a la superficie del suelo, denominado también afloramiento, manantial o nacimiento de agua. |
| CARE | Organización de desarrollo que fortalece la capacidad de los guatemalteco más necesitados por alcanzar un mejor nivel de vida. |
| ENCOVI | Encuesta Nacional de condiciones de Vida. |

UNEPAR

Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos
Rurales.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, contiene en forma detallada el procedimiento con el cual se desarrolló el proyecto denominado: Evaluación de los criterios de diseño en sistemas de agua potable rural en 4 comunidades del altiplano central.

El mismo contiene la investigación realizada, la cual genera la información monográfica del lugar. Ésta muestra a su vez, las condiciones físicas, económicas y sociales de la población, así como las características constructivas, de cada uno de los proyectos que fueron estudiados.

Se buscó evaluar cada uno de los proyectos con la utilización racional y eficiente de los recursos disponibles, y así obtener información real del proyecto. En esta evaluación se determinaron los consumos promedios que utiliza cada una de las poblaciones, mediciones efectuadas en un tiempo de 30 días, a intervalos de 1 hora, con lo cual se logra determinar la dotación con que se abastece la comunidad, factor muy importante en las bases de diseño.

Con estos consumos obtenidos, se lograron determinar los caudales diarios y horarios promedio máximos, caudales instantáneos, factores de día y hora máxima, y porcentajes de almacenamiento.

Se efectuó el censo correspondiente, con la idea de obtener la tasa de crecimiento poblacional real, para luego compararla con la establecida en el diseño de estos proyectos.

Se tomaron muestras de agua de los nacimientos, y de la red de distribución; específicamente de un chorro domiciliar, con el fin de investigar el grado de contaminación con que se ingieren las aguas de los nacimientos en las comunidades.

Todo lo anterior ha conducido a establecer los valores o parámetros reales que han de considerarse para un diseño, comparados con los inicialmente utilizados en el mismo, estableciendo las diferencias para saber cuáles considerar en diseños futuros de proyectos de similares condiciones.

OBJETIVOS

General

Contribuir a las investigaciones que sobre este campo se han realizado para proveer al diseñador de información básica y parámetros de diseño más apegados a la realidad del medio, con el fin de realizar los diseños de abastecimiento de agua potable de forma efectiva y económica.

Específicos

1. Determinar si en los estudios de ampliación o mejoramiento de sistemas de abastecimiento de agua, es necesaria la evaluación operacional del sistema actualmente en uso.
2. Evaluar los acueductos, en cuatro comunidades del altiplano central.
3. Realizar una comparación entre los diseños y la situación de los proyectos una vez construidos, determinando si los parámetros utilizados durante el diseño reflejan la realidad.
4. Analizar los consumos de agua de la población y sus variaciones diarias y horarias, con el fin de establecer los factores de día máximo y hora máxima.

5. Determinar el crecimiento poblacional de la comunidad objeto del estudio, a fin de compararlo con el pronosticado al inicio de la planificación, para determinar si las tasas asumidas corresponden al crecimiento real.
6. Conocer el consumo domiciliar de las localidades para determinar una demanda promedio.
7. Conocer el tipo de mantenimiento y operación dada en cada uno de los proyectos.

INTRODUCCIÓN

Dentro del altiplano central, se encuentra el departamento de Chimaltenango, el cual se cataloga según el ENCOVI (2006), como uno de los 3 departamentos con mejor cobertura del servicio de agua, con chorro de uso exclusivo dentro de la vivienda. Lo que se logró con sistemas de abastecimiento de agua; unos por gravedad y otros por bombeo. En su mayoría, estos proyectos poseen obras accesorias, línea de conducción y línea de distribución, contándose con unos pocos sistemas de chorro por llenacántaros.

Los proyectos del altiplano central, en su mayoría fueron construidos con la tecnología de la época; en su funcionamiento actual se puede detectar que no fue bien considerado en su período de diseño, el crecimiento acelerado de la población, situación que afecta a muchos sistemas de agua, acortándose así, el tiempo de funcionamiento eficiente de éstos.

Anteriormente, se disponía de financiamientos fáciles, tanto nacionales como internacionales para la realización de proyectos, y al no exigirse la administración, operación y mantenimiento y uso racional del agua, se perdió la posibilidad de hacer autosuficiente el ingreso para cubrir los rubros mencionados.

En la actualidad, muchos sistemas de acueductos del país son incapaces de proveer de agua potable, en cantidad y calidad deseadas a las comunidades del área rural, situación que día a día convierte en una urgente necesidad la mejora de los sistemas actuales y de ampliar la cobertura de dichos servicios para la población que aún carece de ellos.

Por otra parte, de todos es conocido el hecho que la disposición de recursos económicos en el país, para satisfacer las múltiples demandas de servicios básicos, es sumamente limitada, razón por la cual es necesario establecer mecanismos que permitan; en alguna forma priorizar las inversiones, de manera que los recursos se inviertan de forma eficiente y eficaz.

Por los argumentos indicados y con la intención de que sea bien utilizada la infraestructura existente, se ha elaborado el presente trabajo de investigación, deseando despertar el interés por la evaluación para realizar los estudios adecuados, en la elaboración de mejoras y ampliaciones de los sistemas de agua en funcionamiento y con propiedad diseñar y ejecutar lo necesario para contribuir con llevar salud a las comunidades del país a través de agua sanitariamente segura y en cantidad suficiente.

El presente trabajo muestra un informe de la evaluación a 4 sistemas de agua, ubicados en comunidades de Chigonzales, Pacayay, Paraxquín y sector sur de Cojoljuyú, del departamento de Chimaltenango, que permitan establecer, comparándolo con los datos de diseño y su proyección en el tiempo, el comportamiento que debiera tener a la fecha.

Consta de cuatro capítulos. El capítulo I, referente a la parte de investigación, presenta los aspectos sociológicos y físicos del área de cada una de las comunidades.

El capítulo II, provee de una descripción general de los sistemas, parámetros de diseño y elementos que conforman cada uno de los sistemas evaluados, al momento de su construcción.

En el capítulo III, se presentan las evaluaciones varios años después de haber sido construidos, esto con el fin de determinar si los criterios de diseño se apegan a la realidad. Para esto se efectuaron censos, aforos, determinación de consumos, etc.

En el capítulo IV, se efectúan los análisis correspondientes a las evaluaciones efectuadas a cada uno de los sistemas.

Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

1. DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES

1.1. Aspectos socioecológicos

Los aspectos socioecológicos, ayudan en la comprensión de la estructura social y entorno de las comunidades, investigando en los campos económicos, religiosos, políticos y culturales, entre otros.

1.1.1. Descripción de la comunidad

Comprende la información necesaria para conocer ciertos elementos de carácter histórico, étnico, físico y poblacional, que proporciona un panorama de la comunidad que ha sido investigada.

1.1.1.1. Caserío Chingonzales

Antiguamente la comunidad estaba constituida como una finca, la cual se encuentra en la aldea Barituc. Cuentan los miembros de la comunidad que en esta se encontraba una vivienda, la cual fungía como guardanía y estaba habitada por un guardián, quien se apellidaba González, así fue como el sector fue conocido como Chingonzales, quedando ese nombre para representar a la comunidad que luego se fue formando.

Actualmente esta comunidad cuenta con una población de 1 150 habitantes, siendo en su mayoría indígenas. Los cuales habitan en 230 viviendas; en su mayoría de paredes de block, techos de lámina, pisos de tierra y/o de cemento.

El cambio que se dio en la construcción, se debe en gran parte a que en 1976, la comunidad sufrió los estragos del terremoto, por lo que muchas de sus viviendas de adobe fueron destruidas.

Estas viviendas se encuentran distribuidas en forma dispersa y sin ningún ordenamiento.

1.1.1.2. Aldea Pacacay

Su nombre se deriva de pacayas; según manifestaron los habitantes, una de las primeras familias que habitó en dicha comunidad, sembraban gran cantidad de pacayas, por lo que se fue conociendo este sector por estos sembradillos, por lo que con el tiempo se le denominó así a la comunidad.

Los hombres inician la historia en 1960, mencionando que en esa época sólo habían 20 familias, no contaban con infraestructura ni autoridades locales, lo positivo era que contaban con mucha montaña.

La aldea actualmente cuenta con 263 viviendas, de las cuales el 80 por ciento son de paredes de adobe, el resto de madera y caña de bambú, con techos de lámina de zinc y teja de barro, y los pisos son de tierra. La distribución de las viviendas es dispersa.

1.1.1.3. Aldea Paraxquín

La aldea actualmente se encuentra conformada por 3 sectores; siendo estos: Paraxquín, Chicapir y los Planes; según documentos históricos de los antiguos habitantes del actual territorio, revelan la existencia de Kaqchiqueles en este espacio geográfico.

El sector en estudio, cuenta con un total de 500 viviendas; a pesar de que toda esta región fue afectada por el terremoto de 1976, las viviendas continúan con la misma tendencia que antes de éste; paredes de adobe, techos de lámina de zinc y de teja de barro cocido y pisos de tierra, situación completamente ligada a su situación económica.

1.1.1.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

El sector sur de la aldea Cojoljuyú, fue formada luego que la comunidad de San Juan Comalapa fuera trasladada y ubicada en ese sector en 1870.

En 1976, esta comunidad sufrió el embate del terremoto, provocando la destrucción de la mayoría de sus viviendas; entre 1979 y 1985, vivieron los estragos del conflicto armado interno. La comunidad de Cojoljuyú cuenta con una población de 182 habitantes, los cuales habitan en 30 viviendas, que se edificaron con paredes de block y adobe, sus techos son de lámina de zinc en un 80 por ciento y el resto de teja de barro cocido, piso de cemento y tierra. Sus viviendas en su mayoría, no se encuentran dispersas.

1.1.2. Actividad económica

Las actividades económicas, son aquellas que permiten la generación de riqueza dentro de una comunidad mediante la extracción, transformación y distribución de los recursos naturales, teniendo como fin la satisfacción de las necesidades humanas.

1.1.2.1. Caserío Chigonzales

En el caserío, tradicionalmente es el hombre el responsable de conseguir el recurso económico, para el gasto de la familia. Muchas personas trabajan en su comunidad como agricultores y otros dejan a su familia para conseguir trabajo en la ciudad capital o en otro departamento.

Los que trabajan en el campo tienen ingresos mensuales de aproximadamente Q. 300,00; lo que traducido a un año asciende a la cantidad de Q. 3 600,00. Quienes trabajan fuera de la comunidad obtienen ingresos un poco más altos que los anteriores.

Sus habitantes se dedican en mayoría a la agricultura, especialmente a la siembra de maíz, frijol y café.

Los productos cultivados en el lugar, se utilizan tanto para el consumo como para la comercialización en la cabecera municipal de Chimaltenango.

La comunidad no cuenta con mercado, solamente existen pequeñas tiendas de artículos de consumo básico.

1.1.2.2. Aldea Pacacay

En la aldea, existe la tendencia de que el hombre es el responsable directamente de proveer el recurso económico para su familia y entre su principal actividad se encuentra la agricultura, en la que sobresale la siembra de maíz y frijol, los cuales en la mayoría de las ocasiones, son más para el consumo diario.

Otros tipos de cultivos, que siembran para luego comercializarlos en la cabecera municipal o con revendedores que llegan a comprarles, son: café, jocote, aguacate, brócoli, ejote francés, tomate, chile y arveja.

Según se encuestó, la tenencia de la tierra es privada, ya que cada habitante cuenta con su pequeña parcela, para la siembra de sus cultivos; por lo mismo no existen bosques ni suelos comunales/municipales.

1.1.2.3. Aldea Paraxquín

Es parte de la idiosincrasia de los pueblos del área rural, en la que es el hombre el indicado de proveer del recurso económico a su familia y la aldea Paraxquín no es la excepción, con la diferencia que en esta comunidad los habitantes tienen mayor diversidad de actividades para llevar a cabo su cometido, tales actividades son la sastrería, panadería, obreros y agricultores, siendo la mayor actividad; la agricultura, dándole un uso a la tierra netamente agrícola, sembrando en ésta: maíz, frijol, arveja, café y jocote, los cuales son en parte, para el consumo humano (maíz y frijol) y el resto lo comercializan en la plaza de la cabecera municipal, que es Tecpán Guatemala.

Las mujeres también contribuyen a la economía familiar, al vender parte de los productos artesanales que elaboran, animales domésticos y los productos derivados de éstos.

Con este tipo de actividades las familias obtienen un ingreso promedio mensual de Q. 500,00; lo que suma al año una cantidad de Q. 6 000,00.

1.1.2.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

En la comunidad, es el hombre el responsable de conseguir los ingresos económicos, para los gastos de la familia, sin embargo, la mujer también contribuye con la economía familiar.

Los ingresos familiares normalmente se obtienen de las jornadas diarias de trabajo de campo, cuyo ingreso mensual oscila entre Q.200,00 a Q.900,00, que en un año suman la cantidad mínima de Q.2 400,00.

Aducen que las personas que trabajan fuera de la comunidad obtienen ingresos superiores a los anteriormente indicados.

1.1.3. Idioma y religión

En Guatemala, el español es el idioma oficial junto con los idiomas mayas, usualmente estas lenguas se clasifican en 21, siendo las de mayor habla el Q'eqchi', el K'iche', Kaqchiquel y el T'zutujil, ambas guardan gran concordancia entre sí.

En cuanto a la religión oficial en Guatemala, es el catolicismo, con libertad de cultos (protestantes y creencias indígenas). Muchos guatemaltecos indígenas han incorporado formas tradicionales de adoración. El protestantismo y las religiones tradicionales indígenas son practicadas en el 40 por ciento y el 1 por ciento de la población, respectivamente.

1.1.3.1. Caserío Chigonzales

El idioma en el caserío es el Kaqchiquel nortero y el español, en la escuela se imparten las clases solamente en español. Las religiones que se practican en este caserío son la católica y la evangélica. La fiesta patronal se celebra el 24 de abril, y es en conmemoración del Hermano Pedro de San José de Betancourt, para los que profesan la religión católica.

1.1.3.2. Aldea Pacacay y aldea Paraxquín

En las aldeas la mayoría de la población es Kaqchiquel, que tiene como lengua en primer orden el Kaqchiquel, en segundo orden el Q'eqchi' y en tercero el español.

Las religiones que profesan en estas comunidades son, la católica y evangélica, existen 1 iglesia católica, 9 iglesias evangélicas y una maya.

1.1.3.3. Sector uno de la aldea Cojoljuyú

En la aldea de Cojoljuyú se hablan los mismos idiomas que en la cabecera municipal, que son el Kaqchiquel y el español, las religiones que profesan son la católica y evangélica, siendo la primera la que cuenta con un 80 por ciento de la población de la aldea como seguidores de la misma, ya que existen muchas cofradías y efectúan bastantes ceremonias católicas.

1.1.4. Organización de la comunidad

Las cuatro comunidades se organizan en Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES), lo que permite que las mujeres y hombres de la comunidad analicen su realidad y se pongan de acuerdo para definir qué hacer por mejorarla. Adicionalmente al COCODE, existen comités de agua, que velan específicamente por nuevos proyectos o por el mantenimiento del existente.

1.2. Aspectos físicos del área

Los aspectos físicos que presentan cada una de las comunidades analizadas, permiten conocer su ubicación, clima, topografía, vías de acceso y los servicios públicos, con que cuentan.

1.2.1. Localización y colindancias

La localización, es la determinación del lugar en el cual se halla la población analizada, apoyándose en las colindancias de otras poblaciones cercanas a esta, con el fin de lograr una rápida ubicación de manera sencilla.

1.2.1.1. Caserío Chigonzales

La comunidad pertenece a la aldea Barituc, municipio de San Martín Jilotepeque del departamento de Chimaltenango, en la región central, limitada al norte por el caserío Chuisac, al sur por el caserío Patzocon, al oriente por el barrio San José El Guite y al occidente por caserío El Sargento 1.

1.2.1.2. Aldea Pacacay

La comunidad pertenece al municipio de Tecpán Guatemala del departamento de Chimaltenango, ubicada en la parte norte de dicho municipio, limitada al norte con el departamento del Quiché, al sur por la aldea Pachichay, al oriente por Palanquín y al occidente por aldea Paley.

1.2.1.3. Aldea Paraxquín

La comunidad de la aldea Paraxquín, municipio de Tecpán Guatemala, región central, limitada al norte por la aldea de Tierra Colorada, al sur por el caserío Pulay, al oriente por la aldea La Garrucha y al occidente por el caserío Pichacacay.

1.2.1.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Se encuentra dentro del área de la cabecera municipal de San Juan Comalapa, en el departamento de Chimaltenango. Las colindancias del municipio son: al norte con San José Poaquil, al noreste con San Martín Jilotepeque, al sur con Santa Cruz Balanyá y al oeste con Tecpán Guatemala.

1.2.2. Coordenadas geográficas

Son un sistema de referencia que utiliza las 2 coordenadas angulares, latitud (norte y sur) y longitud (este y oeste) y sirve para expresar la posición de cualquier punto de la superficie de la tierra. Estas coordenadas se suelen expresar en grados sexagesimales.

1.2.2.1. Caserío Chigonzales

Se sitúa al nororiente del departamento y a una altura aproximada de 1 786 metros sobre el nivel del mar; sus coordenadas geográficas son: latitud norte 14 grados 46 minutos 51 segundos y longitud: oeste 90 grados 47 minutos 35 segundos.

Figura 1. Ubicación del caserío Chigonzales

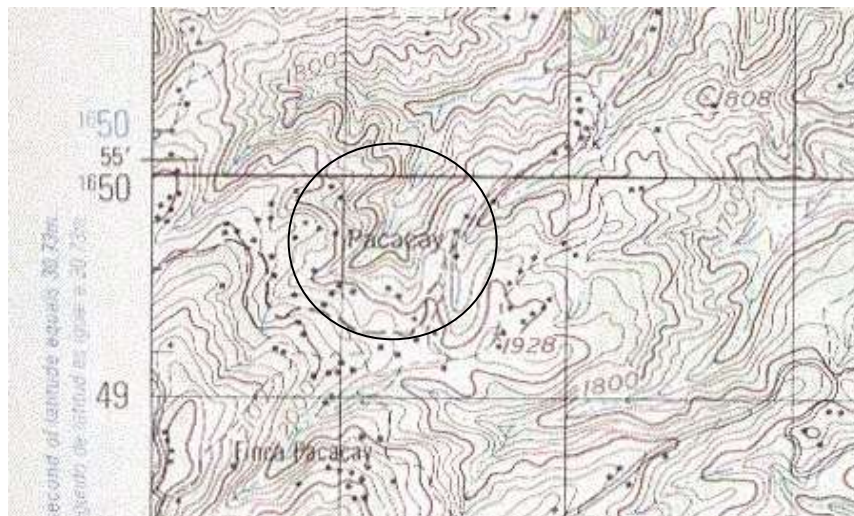


Fuente: Instituto Geográfico Nacional – IGN, Hoja 1:50 000 No. 163 III. 1966.

1.2.2.2. Aldea Pacacay

Se sitúa al norte del departamento y a una altura aproximada de 2 100 metros sobre el nivel del mar, sus coordenadas geográficas son: latitud: norte 16 grados 49 minutos y longitud: oeste 91 grados 13 minutos 59,88 segundos.

Figura 2. Ubicación de la aldea Pacacay

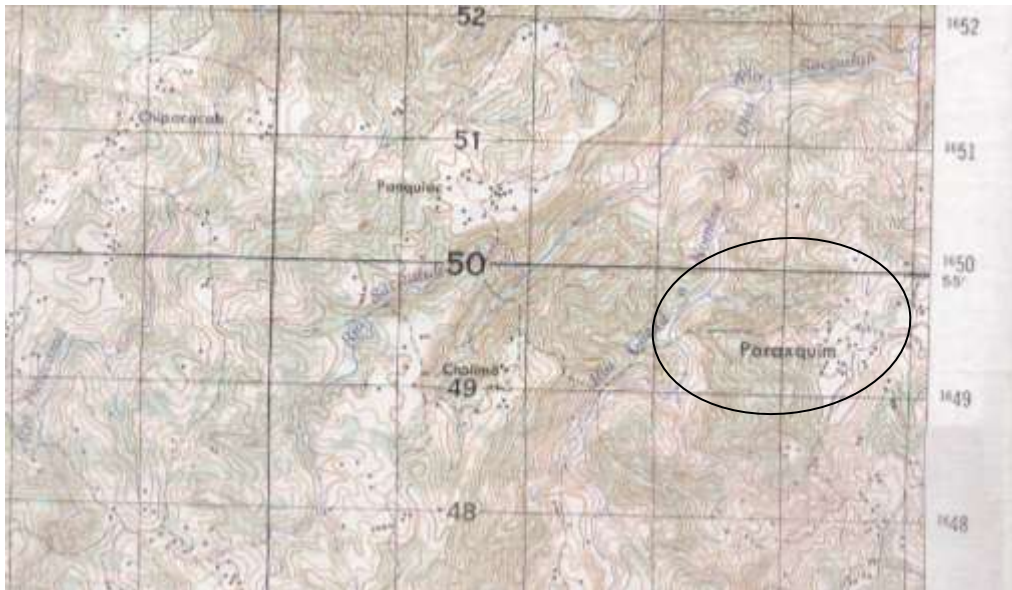


Fuente: Instituto Geográfico Nacional – IGN, Hoja 1:50 000 No. 163 III. 1966.

1.2.2.3. Aldea Paraxquín

Se sitúa al norte del departamento y a una altura aproximada entre los 1 850 y 2 032 metros sobre el nivel del mar, sus coordenadas geográficas son: latitud: norte 16 grados 49 minutos 0,12 segundos y longitud: oeste 91 grados.

Figura 3. Ubicación de la aldea Paraxquín

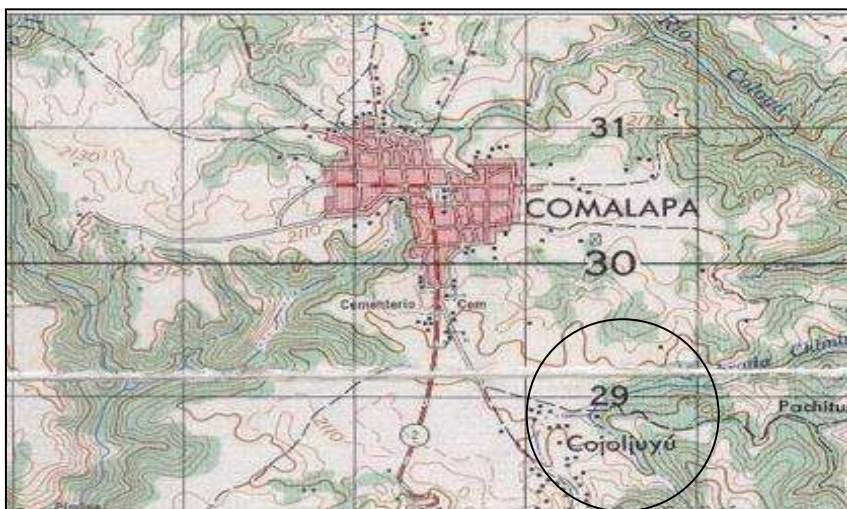


Fuente: Instituto Geográfico Nacional – IGN, Hoja 1:50 000 No. 163 III. 1966.

1.2.2.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Se sitúa al sur de la cabecera municipal del departamento y a una altura aproximada de 2 100 metros sobre el nivel del mar, sus coordenadas geográficas son: latitud: norte 14 grados 52 minutos 34 segundos y longitud: oeste 90 grados 03 minutos 18 segundos.

Figura 4. Ubicación de la aldea Cojoljuyú



Fuente: Instituto Geográfico Nacional – IGN, Hoja 1:50 000 No. 163 III. 1966.

1.2.3. Topografía

El país de Guatemala tiene una topografía montañosa, a excepción del área de la costa sur y las tierras del norte. Lo atraviesan 2 cadenas montañosas, desde oeste a este, y entre estas dos cadenas se encuentra localizado el altiplano central.

1.2.3.1. Caserío Chigonzales

La aldegoza de una topografía peculiar por pertenecer al altiplano del país, en donde su conformación montañosa es variable y de características diversas.

1.2.3.2. Aldea Pacacay

La aldea se encuentra a una altura menor que la aldea de Paraxquín, con terrenos con pendientes más moderadas, pero siempre con quebradas; la misma comunidad cuenta con una quebrada de un tamaño considerable, que la divide en dos.

1.2.3.3. Aldea Paraxquín

Se encuentra en un terreno quebrado, con fuertes pendientes; posee algunas quebradas en invierno, que drenan de manera natural hacia el río Güexa.

El tipo de suelo en el área donde se encuentran los nacimientos, es tierra negra con piedra y abundante vegetación.

1.2.3.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

La aldea es bastante regular, por estar ubicada en un valle rodeado de cerros poblados de especies forestales, contando con terrenos planos; pero por la falta de tierras cultivan sobre las pendientes. Sus accidentes orográficos son: cerro de Boviquirej, Chogüichuc, Panabajal, Sarimá, Cojoljuyú, Chuanimaché, Puculaj, Xebuchuc.

1.2.4. Clima

En Guatemala existe una diversidad de climas, debido a la topografía existente, con contrastes dramáticos entre las zonas bajas con un clima tropical, cálido y las regiones altas, en las cuales, el clima es de frío de montaña.

1.2.4.1. Caserío Chigonzales

De acuerdo con la ubicación geográfica de la aldea de Chigonzales y por su altitud, el clima que prevalece es templado, los pobladores indican que en los últimos años no ha habido cambios en la temperatura, ni alteración en la época lluviosa.

Cuenta con temperaturas que oscilan entre los 23,4 grados Celsius como máximo, y los 12,2 grados Celsius como mínimo, con una precipitación anual de 1 272,7 milímetros.

1.2.4.2. Aldea Pacacay

Por su ubicación geográfica y por su altitud, que alcanza los 2 350 metros sobre el nivel del mar, el clima que prevalece es frío; indicando que en los últimos años han experimentado cambios en la temperatura al manifestarse mucho calor.

También ha ocurrido alteración en la época lluviosa y en el volumen de las lluvias, causando problemas de sequía o de inundaciones con las consecuentes pérdidas de las siembras.

La temperatura oscila entre los 25 grados Celsius como máximo y los 10 grados Celsius como mínimo, con un registro de precipitación pluvial de 1 000 milímetros anuales.

1.2.4.3. Aldea Paraxquín

La aldea se encuentra localizada entre los 1 850 y 2 020 metros sobre el nivel del mar, lo que indica que es una región templada – fría.

La temperatura a lo largo del año oscila entre los 2 grados Celsius y los 30 grados centígrados, siendo febrero y julio los meses más fríos y cálidos, respectivamente.

El régimen de lluvia de esta zona, es del orden de los 1 300 milímetros anuales, teniéndose registros como mes más lluvioso, el de junio, en el que se han registrado hasta 300 milímetros de lluvia en 21 días.

1.2.4.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Este sector se encuentra ubicado a una altura sobre el nivel del mar de 2 100 metros; posee un clima frío, con una temperatura promedio de 17 grados Celsius, cuenta con una humedad relativa del 80 por ciento, llegando a una precipitación anual de 1 000 milímetros, siendo el número de días al año de lluvia de 130. La estación seca o verano abarca de noviembre a marzo y la lluviosa durante los meses restantes.

1.2.5. Vías de acceso

Para circular o desplazarse de la ciudad capital a los distintos departamentos, municipios, aldeas y caseríos, existe una red de autopistas, carreteras y caminos de terracería, las cuales se encuentran caracterizadas por su uso e importancia.

1.2.5.1. Caserío Chigonzales

La cabecera departamental está a 67 kilómetros de la ciudad capital, siendo éstos sobre carretera asfaltada de primer orden CA1, que conduce al occidente del país, de la cabecera departamental hay que recorrer 18 kilómetros sobre carretera asfaltada de segundo orden RD-1, a la cabecera municipal y la cabecera municipal está a 2,5 kilómetros del caserío Chigonzales, carretera de terracería transitable en todo tiempo.

1.2.5.2. Aldea Pacacay

El acceso a la aldea de Pacacay se realiza inicialmente, de la misma forma como para Paraxquín, ya que se llega a las Galeras de Chichabac y luego se enfila 28 kilómetros por el camino de terracería; ésta se encuentra en buen estado y es transitable en todo el año, siendo la distancia de Guatemala a la comunidad de 125 kilómetros.

1.2.5.3. Aldea Paraxquín

El acceso a la aldea, se realiza mediante el recorrido de 97 kilómetros, utilizando la Carretera Panamericana, totalmente asfaltada, hasta el lugar conocido como las Galeras de Chichabac. De este cruce hasta la aldea, se recorren 26 kilómetros de terracería en buen estado; utilizando 123 kilómetros desde la ciudad de Guatemala hasta el centro de la población.

1.2.5.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Para el acceso se recorren 60 kilómetros de la ciudad capital a la cabecera municipal de San Juan Comalapa, carretera que se encuentra asfaltada.

De la cabecera municipal hasta el sector sur de la aldea Cojoljuyú, hay que recorrer un camino de terracería de aproximadamente 2 kilómetros.

1.2.6. Servicios públicos

Es el conjunto de prestaciones reservadas al Estado, a la órbita de las administraciones públicas y que tienen como finalidad la satisfacción de necesidades colectivas de manera regular y continua.

1.2.6.1. Caserío Chigonzales

Cuenta con una escuela donde se imparte la enseñanza primaria, y a la cual asisten 120 niños de los 150 que están en edad de hacerlo, la razón por la que no asisten los restantes 30, es la escasez de recursos económicos.

Existe servicio eléctrico del tipo monofásico, con escaso alumbrado público en las calles y en promedio se considera que pagan por este servicio Q. 60,00 al mes/por vivienda.

En cuanto a salud, no cuentan con centro de salud en la comunidad; promotores de salud visitan la población muy irregularmente y cuando atienden, lo hacen en una vivienda de los beneficiarios, la mayor incidencia de enfermedades estomacales se produce en los cambios de estaciones.

Cuentan con letrinas, las que son del tipo de pozo ciego, estando en muy mal estado debido a las condiciones precarias con que se vive. La basura por lo regular la queman y en algunos casos la usan de abono.

La comunidad no cuenta con mercado, solamente existen pequeñas tiendas de artículos de consumo básico. Cuenta con salón comunal y una iglesia católica.

1.2.6.2. Aldea Pacacay

En cuanto a los servicios, la aldea cuenta con una escuela de educación primaria, un puesto de salud, un salón comunal, 8 iglesias entre católicas y evangélicas. Además de los servicios mencionados cuentan con tiendas, molinos de nixtamal y un transporte, los cuales satisfacen parte de las necesidades de la comunidad.

La comunidad si cuenta con alumbrado público, pero éste es deficiente en su mantenimiento, pero en el caso del servicio eléctrico domiciliario, el 100 por ciento de las viviendas lo poseen, el cual es brindado por la empresa DEOCSA.

Solamente el 75 por ciento de las viviendas cuentan con letrinas, las que son del tipo de pozo ciego, estando en muy mal estado. Aproximadamente el 40 por ciento de las letrinas utilizan taza de concreto; el resto tiene taza de madera. La mayoría tiene paredes de madera, en algunos casos sin puertas. La basura por lo regular la queman y en algunos casos la usan de abono.

1.2.6.3. Aldea Paraxquín

Los vecinos de la aldea cuentan con los siguientes servicios: un establecimiento educativo de nivel preprimario y primario, que proporciona educación desde párvulos hasta sexto grado, atendido por 5 centros educativos: 2 escuelas de preprimaria, 2 escuelas de primaria y 1 instituto de educación básica.

Cuentan con un puesto de salud y comadronas que prestan los servicios de salud a la población, normalmente las personas acuden a dicho puesto de salud para que les diagnostiquen su enfermedad y les receten medicina química para su curación; en tanto las comadronas prestan sus servicios a las mujeres embarazadas para la asistencia prenatal, en el parto y post natal.

La comunidad no cuenta con alumbrado público, pero en el caso del servicio eléctrico domiciliario el 100 por ciento de las viviendas lo poseen, el cual es brindado por la empresa DEOCSA.

1.2.6.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Los vecinos cuentan con un establecimiento educativo de nivel primario; los habitantes que desean continuar estudios básicos y de diversificado se trasladan hacia el instituto de la cabecera municipal de San Juan Comalapa.

En la comunidad se cuenta con un promotor de salud, dos comadronas y varias curanderas, quienes se encargan de la salud de los habitantes y la población acude a ellos para buscar curación de los males que los aquejan.

Por su cercanía a la cabecera municipal, aprovechan el centro de salud de la cabecera, el cual provee a la comunidad de medicamentos a precios módicos; además desarrolla campañas de vacunación bajo la dirección del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, brindando mensualmente consulta médica.

La comunidad si cuenta con alumbrado público, en el caso del servicio eléctrico domiciliar el 100 por ciento de las viviendas lo poseen.

No cuentan con alcantarillado, por lo que utilizan un sistema de letrización, con una cobertura del 95 por ciento de las viviendas, a pesar de su cercanía con la cabecera municipal no cuenta con un servicio de recolección de residuos sólidos.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS ANALIZADOS

2.1. Caserío Chigonzales

Los vecinos del caserío, consientes de la necesidad de ampliar el sistema de agua potable, que en ese momento era insuficiente para sus necesidades básicas y que les permitiera mejorar sus condiciones de vida, gestionan ante la Municipalidad de San Martín Jilotepeque, la realización del estudio de ampliación del proyecto de agua potable, para obtener los fondos necesarios que les permita la ejecución del proyecto, el cual consistió en un sistema por gravedad, dada la existencia de dos fuentes con suficiente agua aprovechable, que se encontraba a una distancia que les permitía encausarlos hasta tal punto que se lograba almacenar y distribuir de forma adecuada por un sistema de conexiones domiciliarias.

2.1.1. Parámetros de diseño

Para el diseño del proyecto de introducción de agua al caserío, se tomaron como base los siguientes parámetros:

| | |
|-----------------------|-----------------|
| Fuente: | Brote definido |
| Sistema: | Gravedad |
| Número de viviendas: | 175 unid |
| Población actual: | 875 hab |
| Período de diseño: | 21 años |
| Densidad de vivienda: | 5 hab/viv |
| Tasa de crecimiento: | 1% |
| Población de diseño: | 1078 habitantes |
| Dotación: | 70 l/h/día |

| | |
|------------------------|-----------|
| Factor de día máximo: | 1,2 |
| Factor de hora máximo: | 1,5 |
| Aforo de la fuente: | 1,078 l/s |
| Caudal medio: | 0,873 l/s |
| Caudal máximo diario: | 1,048 l/s |
| Caudal máximo horario: | 1,310 l/s |

2.1.2. Fuentes de abastecimiento

En el caserío de Chigonzales se captaron 2 nacimientos próximos entre sí, denominados Panicuy y Barituc, existiendo una distancia entre los nacimientos de 2 750 metros, con una diferencia de nivel de 35 metros. La diferencia de nivel entre los nacimientos y el tanque de distribución es de 350 metros aproximadamente, estando ubicados en dirección sur de la población, a una distancia de 17,5 kilómetros.

2.1.3. Captaciones

Se construyeron dos captaciones totalmente de forma independiente:

Se construyó para la fuente del nacimiento Panicuy, una captación con muro de mampostería de un largo 1,50 metros y una altura de 1,30 metros, más 2 aletones de 1,50 metros de longitud y una altura promedio de 1,20 metros. Para protegerla se construyó una losa de concreto reforzado, prevista de acceso; la captación está compuesta además por desagüe, rebalse y caja de válvulas.

Se construyó para la fuente del nacimiento Patup, una captación con muro de mampostería de un largo de 1,00 metro y una altura de 1,00 metro, más 2 aletones de 0,50 metros de longitud con igual altura que el muro, con su sello sanitario, losa de concreto reforzado, caja de válvula con desagüe y rebalse.

2.1.4. Línea de conducción

La línea de conducción es de aproximadamente 1 7500 metros lineales de longitud, desarrollada con tubería de cloruro de polivinilo (PVC), con 12 800 metros lineales de tubería con un diámetro de 2 pulgadas y 4 700 metros lineales de tubería con un diámetro de 1 ¼ pulgadas; además, cuenta con 3 pasos aéreos de 24 y 12 metros. Cuenta con la instalación de 8 cajas de concreto armado de 0,60 metros de largo por 0,40 metros, en las cuales se colocaron 4 válvulas de aire y con 4 válvulas de compuerta de 4 pulgadas de diámetro, las cuales son de limpieza.

2.1.5. Tanque de distribución

Se construyó el tanque de distribución, con una capacidad de almacenaje de 46 metros cúbicos, encontrándose en uno de los lugares más altos de la aldea, el cual consta de una sola cámara de concreto reforzado. Éste cuenta con las siguientes dimensiones internas: 4,26 metros de largo, 4,26 metros de ancho y una altura de 2,55 metros.

Dicho tanque cuenta con tres salidas independientes para los tres sectores ya mencionados, estas salidas tiene cajas de concreto armado con sus llaves de compuerta, con 2 unidades de 1 pulgada de diámetro y 1 de 1 ½ pulgadas de diámetro, respectivamente.

Este tanque se encuentra de forma superficial, no enterrado porque al inicio de la distribución es muy poca la altura de este punto respecto a las primeras viviendas.

2.1.6. Línea de distribución

La red de distribución tiene una longitud aproximada de 6 498,00 metros lineales de tubería, la cual es de plástico rígido de cloruro de polivinilo (PVC), con las siguientes dimensiones:

Tabla I. Tubería de la línea de distribución Chigonzales

| No. | Longitud | Díametro | Material | Presión |
|-----|----------|----------|----------|---------|
| | metros | pulgadas | | PSI |
| 1 | 312 | 2" | pvc | 160 |
| 2 | 1 110 | 1 1/2" | pvc | 160 |
| 3 | 684 | 1 1/4" | pvc | 160 |
| 4 | 1 542 | 1" | pvc | 160 |
| 5 | 2 850 | 3/4" | pvc | 250 |

Fuente: elaboración propia.

2.1.7. Conexiones domiciliarias

Se instalaron 175 conexiones domiciliarias con chorros, con un vástago de 1,00 metro de alto, de hierro galvanizado, con lo que se cubrió el 100 por ciento de las viviendas, haciendo un total aproximado de 1 950 metros lineales.

2.2. Aldea Pacacay

Con el propósito de integrar a las comunidades del área rural, dentro del proceso de desarrollo nacional, la UNEPAR por medio de su sección de promoción comunal, orientó a la comunidad de Pacacay sobre los beneficios que proporciona el agua, en salud y producción al obtener cambios en la ocupación de la comunidad.

Habiendo conformidad e interés por parte de la comunidad en cuanto a la forma de trabajo de la UNEPAR, se hicieron los análisis, a fin de determinar la factibilidad de construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable, llegándose a la conclusión de la viabilidad de dicha construcción, por lo que se incluyó en el programa UNEPAR-CARE.

En los estudios preliminares, se determinó que la fuente que reúne las características más adecuadas para la introducción de agua, se localiza hacia el sur del centro de la comunidad y la cual consta de dos nacimientos, denominados como Paley y Patup, existiendo una diferencia de nivel considerable entre ambos, lo que provocó que el proyecto se constituyera en dos sistemas completamente independientes, los cuales tienen su propia captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución correspondiente, para cada una de las viviendas, por medio de conexiones domiciliarias.

2.2.1. Parámetros de diseño

Para el proyecto de introducción de agua potable de la aldea de Pacacay, se tomaron como base los siguientes parámetros:

2.2.1.1. Sector surtido por la fuente del nacimiento denominado Paley

En vista de la topografía del sector y de la ubicación del nacimiento Paley, se determino abastecer a un segmento de la comunidad, para lo cual se tomaron en cuenta los parámetros que a continuación se describen:

| | |
|------------------------|--------------------------|
| Fuente: | Brote definido |
| Sistema: | Gravedad |
| Población actual: | 106 hab |
| Período de diseño: | 20 años |
| Tasa de crecimiento: | 2,9 por ciento |
| Población de diseño: | 188 hab |
| Dotación: | 90 litros/ habitante/día |
| Factor de día máximo: | 1.5 |
| Factor de hora máximo: | 3 |
| Aforo de la fuente: | 0,53 l/s |
| Caudal medio: | 0,20 l/s |
| Caudal máximo diario: | 0,30 l/s |
| Caudal máximo horario: | 0,60 l/s |

2.2.1.2. Sector surtido por la fuente del nacimiento denominado Patup

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Fuente: | Brote definido |
| Sistema: | Gravedad |
| Población actual: | 464 hab |
| Período de diseño: | 20 años |
| Tasa de crecimiento: | 2,9 por ciento |
| Población de diseño: | 827 hab |
| Dotación: | 90 litros/habitante/día |
| Factor de día máximo: | 1,5 |
| Factor de hora máximo: | 3 |
| Aforo de la fuente: | 1,36 l/s |
| Caudal medio: | 0,86 l/s |
| Caudal máximo diario: | 1,30 l/s |
| Caudal máximo horario: | 2,58 l/s |

2.2.2. Fuentes de abastecimiento

Para la aldea Pacacay, se captaron dos nacimientos, los cuales les denominaban Paley y Patup siendo la diferencia de niveles entre estos dos nacimientos de 133 metros.

Por tal motivo el proyecto se subdivide en 2 sectores; en el Paley alto y el de Patup bajo, funcionando ambos independientemente. Se localizan a 3 000 metros en dirección sur de la aldea de Pacacay.

2.2.3. Captaciones

En la aldea de Pacacay se construyeron las dos captaciones totalmente de forma independiente:

Se construyó para la fuente del nacimiento Paley una captación tipo A, la cual tiene un brote definido; en ésta se construyó un muro de mampostería, de las siguientes medidas: muro con una longitud de 2 metros, más 2 aletones de 1 metro y altura de 0,80 metros, con su respectiva losa de concreto reforzado y sello sanitario.

Se construyó para la fuente del nacimiento Patup una captación tipo B, la cual tiene 2 brotes definidos, para lo que se construyó un muro de mampostería de las siguientes medidas: brote No.1 longitud de 4 metros más 2 aletones de 0,80 metros y altura de 1 metro; brote No.2 longitud de 2 metros y aletones de 1 metro y altura de 1 metro, ambas cuentan con su respectiva losa de concreto reforzado y sello sanitario.

Para la unificación de los caudales, se construyó una caja de 1 metro cúbico, ésta a su vez tiene caja con válvula de compuerta y rebalse.

2.2.4. Línea de conducción

En la aldea Pacacay, se construyeron 2 líneas de conducción: para el sector de Paley la línea de conducción es de aproximadamente de 600 metros lineales, con 350 metros lineales de tubería PVC de diámetro de 1 ½ pulgadas y 250 metros lineales de tubería PVC de diámetro de ¾ de pulgada. Además, cuenta con 1 caja con válvula de globo, para el control del paso del agua.

Para el sector Patup, la línea de conducción es de aproximadamente 1 250 metros lineales, con tubería PVC de diámetro de 2 ½ pulgadas, paso aéreo de 18 metros con tubería de hierro galvanizado, y cuenta con 1 caja con válvula de globo de 2 ½ pulgadas y una caja de concreto de 0,60 metros x 0,40 metros con una válvula de compuerta, para limpieza.

2.2.5. Tanque de distribución

En la aldea Pacacay, se construyeron 2 tanques de distribución de la forma siguiente:

Para el sector Paley, el tanque tiene una capacidad de almacenamiento de 13 metros cúbicos, encontrándose en uno de los lugares más altos del sector a servir, el cual consta de una sola cámara, de mampostería.

Éste cuenta con las siguientes dimensiones internas: 2,70 metros de largo, 2,70 metros de ancho y una altura de 1,80 metros. Dicho tanque cuenta con una salida para el sector ya mencionado. Este tanque no cuenta con hipoclorador incorporado, además tiene en la entrada y en la salida cajas con válvula de compuerta, para control del flujo y se encuentra enterrado.

Debido a la tormenta Aghata, ocurrida en 2008, un sector de la línea de conducción, estaba parcialmente dañada, por lo cual el suministro a este tanque era irregular, situación que provocó excluir este sector, lo que no perjudica el estudio, ya que son sectores independientes, como se había manifestado anteriormente.

Para el sector Patup, el tanque tiene una capacidad de almacenamiento de 30 metros cúbicos, encontrándose en uno de los lugares más altos del sector a servir, el cual consta de una sola cámara, de mampostería.

Cuenta con las siguientes dimensiones internas: 5 metros de largo, 4 metros de ancho y una altura de 1,50 metros. Dicho tanque cuenta con una salida para el sector ya mencionado.

Este tanque no cuenta con hipoclorador incorporado, además tiene en la entrada y en la salida, cajas con válvulas de compuerta, para control del flujo. No se encuentra enterrado debido a la poca diferencia de altura con las primeras viviendas.

2.2.6. Línea de distribución

Las redes de distribución de la aldea Pacacay están constituidas por tuberías que partieron de cada tanque de distribución hasta la conexión domiciliar, la longitud total de la red en ambos sectores es de aproximadamente 4 280 metros lineales de tubería de PVC; además cuenta con 2 pasos aéreos con tubería de hierro galvanizado, uno de 18 metros con un diámetro de 1 ¼ pulgadas y otro de 24 metros con un diámetro de 2 pulgadas. También fueron construidas 4 cajas de mampostería de 1 metro cúbico, con su respectiva válvula de flote, con el fin de disminuir las presiones estáticas en esos puntos.

Tabla II. Tubería de la línea de distribución Pacacay

| No. | Longitud | Díametro | Material | Presión |
|-----|----------|----------|----------|---------|
| | metros | pulgadas | | PSI |
| 1 | 1 600 | 2" | pvc | 160 |
| 2 | 400 | 1 1/2" | pvc | 160 |
| 3 | 530 | 1 1/4" | pvc | 160 |
| 4 | 950 | 1" | pvc | 160 |
| 5 | 800 | 3/4" | pvc | 250 |

Fuente: elaboración propia.

2.2.7. Conexiones domiciliarias

En la aldea Pacacay, se colocaron 102 conexiones domiciliarias, constituidas cada una con llave de chorro sin rosca para manguera, cubriendo el 100 por ciento de las viviendas, con una longitud promedio por acometida de 25 metros, haciendo un total de 2 550 metros.

2.3. Aldea Paraxquín

Los habitantes de la aldea, en vista de carecer de un sistema apropiado de agua potable, puesto que anteriormente solamente utilizaban para abastecerse de agua el caudal proveniente de 3 nacimientos; ubicados en diferentes puntos de la comunidad en época de invierno, puesto que en verano dichos afloramientos se secan y el acarreo se hacía obligatorio desde el río Güexá, el cual se encuentra ubicado a 7 u 8 kilómetros de distancia de la comunidad.

Por lo anterior los vecinos adquirieron 2 nacimientos denominados Chichiac y Chuajuyú, los cuales en todo tiempo tienen un caudal suficiente para poder dotar a dicha comunidad del vital líquido mediante conexiones domiciliarias.

Para este proyecto se captaron los 3 brotes de los nacimientos mencionados y transportando los caudales por medio de una línea de conducción hasta un tanque de almacenamiento, en un punto tal que fuera el más alto, para luego distribuirlo por medio de una red con acometidas domiciliarias, a las viviendas de esta comunidad.

2.3.1. Parámetros de diseño con que fueron diseñados

Para el diseño del proyecto de introducción de agua potable a la aldea, se tomaron como base los siguientes parámetros:

| | |
|-----------------------|-----------------|
| Fuente: | Brote definido |
| Sistema: | Gravedad |
| Población actual: | 1071 habitantes |
| Período de diseño: | 22 años |
| Densidad de vivienda: | 5,58 hab/viv |

| | |
|------------------------|--------------------------|
| Tasa de crecimiento: | 2,85 % |
| Población de diseño: | 1987 hab |
| Dotación: | 100 litros/habitante/día |
| Factor de día máximo: | 1,5 |
| Factor de hora máximo: | 2,5 |
| Aforo de la fuente: | 5,28 l/s |
| Caudal medio: | 2,30 l/s |
| Caudal máximo diario: | 3,45 l/s |
| Caudal máximo horario: | 5,75 l/s |

2.3.2. Fuentes de abastecimiento

En el sistema de la aldea Paraxquín, se captaron 2 nacimientos, los cuales fueron denominados como Chuajuyú y Chichiac, siendo la diferencia de altura entre los 2 de 10 metros y la distancia entre ambos de 40 metros; existe una diferencia de nivel con el tanque de distribución de 32 metros. Se localizan a 4 700 metros aproximadamente en dirección noroeste, de la aldea Paraxquín.

2.3.3. Captaciones

En la aldease construyó, para la fuente denominada Chuajuyú, que tiene 2 brotes definidos, un muro de mampostería, de las siguientes medidas: brote No. 1 longitud de 4 metros más 2 aletones de 1,50 metros y altura de 1,40 metros; brote No. 2 longitud de 6 metros y aletones de 2 metros y 1 metro, con una altura de 1,70 metros; para la fuente denominada Chichia, que solo tiene 1 brote definido, se construyó un muro de mampostería, de las siguientes medidas: longitud de 4 metros y aletones de 1,50 metros, con una altura 1,50 metros.

Ambas tienen su respectiva losa de concreto reforzado y sello sanitario, captación con una caja al frente de 1 metro cúbico, con salida hacia una caja con válvula de compuerta.

2.3.4. Línea de conducción

En la aldea de Paraxquín, la línea de conducción es aproximadamente de 4 700 metros lineales de longitud, desarrollada con tubería de cloruro de polivinilo (PVC), con 3 800 metros lineales de tubería con un diámetro de 4 pulgadas y 900 metros lineales de tubería con un diámetro de 3 pulgadas. Además cuenta con 2 pasos aéreos de 30 metros y 20 metros. Cuenta con la instalación de 10 cajas de concreto armado de 0,60 metros de largo por 0,40 metros, en las cuales se colocaron válvulas de aire, 3 cajas de las medidas descritas con anterioridad, en las cuales se colocaron válvulas de compuerta de 4 pulgadas de diámetro, las cuales son de limpieza.

2.3.5. Tanque de distribución

En la aldea Paraxquín, se construyó el tanque de distribución con una capacidad de almacenamiento de 65 metros cúbicos, encontrándose en uno de los lugares más altos de la aldea, el cual consta de una sola cámara de concreto reforzado. Este cuenta con las siguientes dimensiones internas: 8,60 metros de largo, 4 metros de ancho y una altura de 1,94 metros. Dicho tanque cuenta con 3 salidas independientes para los 3 sectores ya mencionados.

2.3.6. Línea de distribución

La red de distribución que se construyó, es de aproximadamente 4 700 metros de longitud, de cloruro de polivinilo (PVC) y los diámetros instalados y sus longitudes son:

Tabla III. **Tubería de la línea de distribución Paraxquín**

| No. | Longitud | Díametro | Material | Presión |
|-----|----------|----------|----------|---------|
| | metros | pulgadas | | PSI |
| 1 | 528 | 3 | pvc | 160 |
| 2 | 1 590 | 2 1/2" | pvc | 160 |
| 3 | 720 | 1 1/2" | pvc | 160 |
| 4 | 2 250 | 1 1/4" | pvc | 160 |
| 5 | 1 590 | 1" | pvc | 160 |
| 6 | 276 | 3/4" | pvc | 250 |

Fuente: elaboración propia.

Debido a lo quebrado de la topografía de la aldea Paraxquín, el proyecto se construyó en 3 tramos independientes, a partir del tanque de distribución y por las diferencias de alturas tan grandes, se construyeron 10 cajas de mampostería con el fin de romper la presión en aquellos puntos donde se instalaron cajas con una capacidad de 1 metro cúbico, con sus respectivas válvulas de flote. También se instalaron 2 cajas de mampostería con su respectiva válvula de compuerta, para efectuar la limpieza de la tubería en determinado momento y la instalación de otra caja de mampostería con una válvula de aire de $\frac{3}{4}$ pulgada de diámetro.

2.3.7. Conexiones domiciliarias

En la aldea Paraxquín, se construyó un total de 203 conexiones domiciliarias, que cubrían al inicio el 100 por ciento de las viviendas sin servicio de agua potable, la longitud promedio de éstas fue de aproximadamente 32 metros, lo que hizo un total de 6 496 metros.

2.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Debido a la falta de un sistema de agua potable que alivie las necesidades de los habitantes del sector sur de la aldea de Cojoljuyú, se requirió la construcción de una obra que además de ser auto sostenible, llenara las expectativas de la población para salir adelante, evitando enfermedades gastrointestinales y de origen hídrico.

Por la distancia a recorrer por cada uno de los usuarios para obtener una mínima cantidad de agua de ríos cercanos, los cuales ya habían sido declarados contaminados, se hizo necesaria la construcción de un sistema de agua por gravedad, a partir de las dos fuentes de abastecimiento de agua potable, propiedad de la comunidad por medio de una línea de conducción hacia un tanque de almacenamiento, luego distribuyendo el agua mediante red de distribución, con caja rompe presión, y acometidas domiciliarias.

2.4.1. Parámetros de diseño con que fueron diseñados

Para el diseño del proyecto de introducción de agua potable al sector sur de la aldea Cojoljuyú, se tomaron como base los siguientes parámetros:

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Fuente: | Brote definido |
| Sistema: | Gravedad |
| Población actual: | 150 hab |
| Período de diseño: | 20 años |
| Densidad de vivienda: | 6 hab/viv |
| Tasa de crecimiento: | 2,92% |
| Población de diseño: | 258 hab |
| Dotación: | 90 litros/habitante/día |
| Factor de día máximo: | 1,5 |
| Factor de hora máximo: | 2,5 |
| Aforo de la fuente: | 0,69 l/s |
| Caudal medio: | 0,27 l/s |

Caudal máximo diario: 0,40 l/s
Caudal máximo horario: 0,67 l/s

2.4.2. Fuentes de abastecimiento

En el sistema del sector sur de la aldea Cojoljuyú, se captaron 2 nacimientos, los cuales fueron denominados como Chicolaj y Chicalí, siendo la diferencia de altura entre los 2 de 32 metros y la distancia entre ambos de 112 metros; los cuales se localizan a 200 metros en dirección noroeste, de la aldea Cojoljuyú.

2.4.3. Captaciones

En el sector sur de la aldea Cojoljuyú, se construyeron captaciones para las fuentes denominadas Chicolaj y Chicalí; la primera de las 2 no es un brote definido, por lo que se construyó un muro de 5 m y 0,80 metros de altura, con 2 pequeños aletones de 0,50 metros de largo por la misma altura del muro, y en el segundo nacimiento, el cual si es de brote definido, se construyó una captación con muro de 1,50 metros y los aletones con longitud de 0,60 metros, la altura de ambos es de 1,20 metros, estructura que cuenta con su respectiva losa de concreto reforzado y sello sanitario. Además, ambas cuentan con caja de válvulas de control del flujo.

2.4.4. Línea de conducción

La línea de conducción, es de aproximadamente de 192 metros lineales de longitud, desarrollada con tubería de cloruro de polivinilo (PVC), con 174 metros lineales de tubería, con un diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada y 18 metros lineales de tubería con un diámetro de $\frac{1}{2}$ pulgada.

2.4.5. Tanque de distribución

En el sector sur se construyó el tanque de distribución con una capacidad de almacenamiento de 10 metros cúbicos, encontrándose en uno de los lugares más altos de la aldea, el cual consta de una sola cámara, de mampostería. Este cuenta con las siguientes dimensiones internas: 2,60 metros de largo, 2,60 metros de ancho y una altura de 1,50 metros.

Dicho tanque cuenta con una salida para el sector ya mencionado, este tanque se encuentra de forma superficial, no enterrado porque al inicio de la distribución es muy poca la altura de este punto respecto a las primeras viviendas.

2.4.6. Línea de distribución

La red de distribución tiene una longitud aproximada de 744 metros lineales de tubería, la cual es de plástico rígido de cloruro de polivinilo (PVC) con las siguientes dimensiones:

Tabla IV. Tubería de la línea de distribución Cojoljuyú

| No. | Longitud | Díametro | Material | Presión |
|-----|----------|----------|----------|---------|
| | metros | pulgadas | | PSI |
| 1 | 180 | 1 1/4" | pvc | 160 |
| 2 | 204 | 1" | pvc | 160 |
| 3 | 192 | 3/4" | pvc | 250 |
| 4 | 168 | 1/2" | pvc | 315 |

Fuente: elaboración propia.

2.4.7. Conexiones domiciliarias

En el sector sur de la aldea Cojoljuyú, se colocaron 25 conexiones domiciliarias, constituida cada una con llave de chorro, sin rosca para manguera, cubriendo el 100 por ciento de la viviendas, con una longitud promedio de 4 metros por acometida, lo que hizo un total aproximado de 600 metros.

3. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS A CADA SISTEMA

3.1. Censo de población, vivienda y servicios

El censo de población, vivienda y servicios, se levantó específicamente para el presente estudio, en cada una de las comunidades en estudio. Se hace notar que la encuesta fue realizada conjuntamente con integrantes del comité de agua potable de cada una de las comunidades. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla V. Censo de población

| | Caserío Chingonzales | Aldea Pacacay | Aldea Paraxquín | Aldea Cojoljuyú |
|---|-------------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Población total | | | | |
| Número viviendas | 230 | 263 | 500 | 30 |
| Población total | 1 134 | 1 594 | 3 006 | 182 |
| Habitantes/vivienda | 5 | 6 | 6 | 6 |
| Número de personas por edades | | | | |
| Menores de 1 año | 170 | 296 | 624 | 27 |
| DE 1 AÑO A 6 AÑOS | 123 | 338 | 497 | 44 |
| De 7 años a 15 años | 151 | 252 | 560 | 40 |
| Adultos | 690 | 708 | 1 325 | 71 |
| Número de personas con educación | | | | |
| Alfabetos | 498 | 572 | 1 034 | 71 |
| Número de personas por sexo | | | | |
| Masculino | 590 | 860 | 1 533 | 94 |
| Femenino | 544 | 734 | 1 473 | 88 |
| Número de personas por carácter étnico | | | | |
| Indígenas | 1 130 | 1 594 | 3 006 | 180 |
| Ladinos | 4 | 2 | 0 | 2 |
| Número de personas según su ocupación | | | | |
| Agricultores | 84 | 118 | 218 | 13 |
| Jornaleros | 232 | 328 | 624 | 34 |
| Obreros | 17 | 42 | 46 | 5 |
| Comerciantes | 25 | 15 | 15 | 3 |
| Otros | 10 | 1 | 16 | 1 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Censo de vivienda

| | Caserío Chingonzales | Aldea Pacacay | Aldea Paraxquín | Aldea Cojoljuyú |
|---|----------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Número de viviendas según régimen de propiedad | | | | |
| Propia | 226 | 263 | 494 | 30 |
| Alquilada | 4 | 0 | 6 | 182 |
| Número de viviendas con el uso correspondiente | | | | |
| Residencial | 221 | 260 | 488 | 29 |
| Comercial | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Residencial y comercial | 9 | 3 | 2 | 1 |
| Número de viviendas con un determinado tipo de techo | | | | |
| Teja de barro | 103 | 58 | 55 | 12 |
| Lámina de Zinc | 127 | 217 | 445 | 18 |
| Número de viviendas con un determinado piso | | | | |
| Cemento | 47 | 115 | 110 | 9 |
| Tierra | 183 | 148 | 390 | 21 |
| Número de viviendas con un determinado tipo de pared | | | | |
| Adobe | 160 | 149 | 355 | 15 |
| Block | 32 | 78 | 65 | 12 |
| Madera | 38 | 36 | 80 | 3 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Censo de servicios

| | Caserío Chingonzales | Aldea Pacacay | Aldea Paraxquín | Aldea Cojoljuyú |
|--|----------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Número de viviendas con servicios | | | | |
| Agua | 230 | 263 | 500 | 30 |
| Drenaje Sanitario | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Electricidad | 210 | 258 | 465 | 29 |
| Número de viviendas según su abastecimiento | | | | |
| Conexión domiciliar | 221 | 261 | 500 | 30 |
| Pozo propio | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Acarreada de río | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Acarreada del vecino | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Sin conexión | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Número de artefactos sanitarios | | | | |
| Inodoros | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Letrinas de pozo seco | 117 | 237 | 460 | 8 |
| Letrina lavable | 109 | 0 | 0 | 12 |
| Otros (aire libre) | 4 | 26 | 40 | 0 |
| Pila | 230 | 263 | 500 | 10 |
| Baños | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Lavamanos | 0 | 5 | 0 | 10 |

Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Tabulación de los datos obtenidos por el INE, del censo del mes de agosto de 2002

Considerando la importancia que tiene el estudio de la población, en la investigación de demandas de agua, se estudió el censo general realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el 2002.

Tabla VIII. Censo agosto 2002

| | Caserío Chingonzales | Aldea Pacacay | Aldea Paraxquín | Aldea Cojoljuyú |
|---|----------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Población total | | | | |
| Número viviendas | 68 | 107 | 173 | 160 |
| Población total | 511 | 719 | 1187 | 815 |
| Habitantes/vivienda | 8 | 7 | 7 | 5 |
| Número de personas por edades | | | | |
| Menores de 1 año | 76 | 146 | 215 | 123 |
| DE 1 AÑO A 6 AÑOS | 456 | 130 | 199 | 137 |
| De 7 años a 15 años | 390 | 443 | 773 | 555 |
| Adultos | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Número de personas con educación | | | | |
| Alfabetos | 310 | 296 | 432 | 477 |
| Número de personas por sexo | | | | |
| Masculino | 266 | 343 | 575 | 415 |
| Femenino | 245 | 376 | 612 | 400 |
| Número de personas por carácter étnico | | | | |
| Indígenas | 509 | 719 | 1161 | 801 |
| Ladinos | 2 | 0 | 26 | 14 |

Fuente: elaboración propia.

3.2. Aforo de las fuentes de agua

Uno de los parámetros más importantes en el diseño de un proyecto de abastecimiento de agua potable, es el aforo de las fuentes de agua que abastecerán a la comunidad del vital líquido para su desarrollo y sostenibilidad. Cuando se quiere iniciar un proyecto, uno de los primeros pasos para determinar su prefactibilidad, es el de aforar la o las fuentes que se propongan para dicho proyecto, ya que de la cantidad que se obtenga se determinará si puede cubrir la demanda existente en la comunidad, por lo que efectuar una correcta medición del caudal de la fuente, mediante un aforo en tiempo de estiaje, es sumamente importante.

Existen varios tipos de aforos, entre los más importantes se encuentran: método volumétrico, método del flotador, método de vertedero, etc.

En este estudio se utilizó el método volumétrico, el cual consiste en determinar el tiempo que se tarda en llenar un recipiente con un volumen determinado. Siendo recomendable efectuar de 3 a 5 mediciones por cada aforo del que se desee determinar su valor.

Los aforos se efectuaron de la siguiente manera: se cerró completamente la válvula que controla la salida del caudal de la caja de captación, hasta que el nivel del agua dentro de la caja llegara a la altura del rebalse, donde se colocó un recipiente de 20 litros y se procedió a tomar el tiempo de llenado.

A continuación se presentan los valores obtenidos en promedio de los aforos efectuados en las comunidades estudiadas:

Tabla IX. **Aforos en época de estiaje**

| | Caserío Chingonzales | Aldea Pacacay | Aldea Paraxquín | Sector sur de la aldea Cojoljuyú |
|-------|----------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|
| AFORO | 1,22 litros/s. | 1,5 litros/s | 6,15 litros/s | 0,19 litros/s |
| FECHA | 6 de enero | 13 de febrero | 20 de marzo | 26 de abril |

Fuente: elaboración propia.

3.3. Procedimiento seguido para el cálculo de variaciones en el consumo

En esta sección se presentan los consumos de agua potable de las poblaciones analizadas, sus variaciones diarias y horarias, ya que estos parámetros son sumamente importantes en el diseño de un abastecimiento de agua potable.

Los resultados obtenidos se compararán, con los adoptados en el diseño original para poder evaluarlos.

En un sistema público de abastecimiento de agua potable, el consumo varía continuamente en función del tiempo y además influye el clima, costumbres, estándares de vida, condiciones socioeconómicas y presión de servicio en la red de distribución, entre otros factores.

Dentro de un mismo mes, existen días en que la demanda de agua sube sobre los demás, es decir, que existen variaciones diarias en el consumo.

Durante el día, el caudal consumido en una red varía continuamente y durante las horas diurnas el caudal sobrepasa el valor del caudal medio y durante el período nocturno el consumo decae por debajo del caudal medio. Siendo necesario conocer las variaciones en el consumo, para determinar mínimos y máximos de las variaciones horarias y así determinar el consumo máximo horario.

El fin principal que persigue esta sección, es determinar las variaciones de consumo, tanto diarias como horarias para llegar a establecer los factores de día máximo y hora máxima, que son indispensables para el diseño del sistema de abastecimiento de agua.

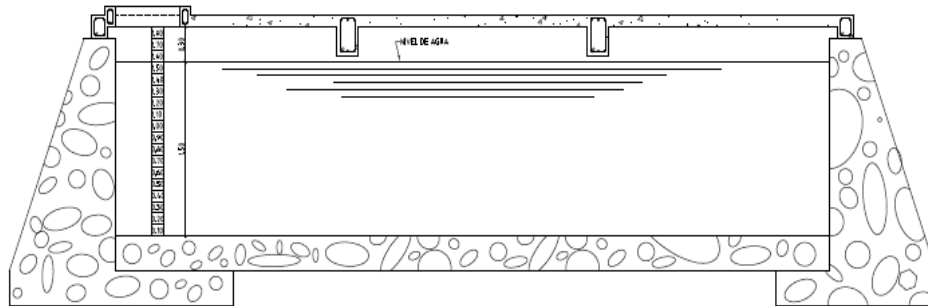
3.3.1. Medición de las variaciones diarias y horarias en el consumo

Para determinar los consumos de agua y sus variaciones, que ocurren en las poblaciones analizadas, se instaló en el interior del tanque de almacenamiento una regla metálica, de la altura igual a la interna del tanque, graduada en el sistema métrico decimal, con una aproximación de un centímetro.

Para efectuar la prueba, se empleó el método volumétrico, el cual consiste en conocer la variación del volumen en un determinado tiempo.

Siendo las medidas de largo y ancho del tanque constantes, la única variable que existe en el transcurso del tiempo es la altura del nivel de agua dentro de éste.

Figura 5. **Esquema de la medición entre el tanque de distribución**



Fuente: elaboración propia.

Para lograr que la información fuera lo más precisa, se efectuaron mediciones cada hora, de las variaciones del nivel de agua dentro del tanque de almacenamiento. Luego se calculó el volumen de almacenamiento para cada una de las alturas medidas.

Para determinar el consumo entre cada medición; se determinó la diferencia de volumen de almacenamiento entre una medición y otra, a fin de obtener la cantidad de metros cúbicos en el lapso de una hora, valor que se debe convertir a litros por segundo.

A estos valores se agrega el caudal de entrada al tanque, que es constante las 24 horas del día, determinando con la suma, los consumos entre cada medición efectuada.

La presente investigación, se ha realizado durante un período relativamente corto, treinta días para cada una de las comunidades y es por eso que los resultados obtenidos no reflejan la realidad con toda exactitud, ya que para determinar valores de consumo diarios y horarios verdaderamente representativos, es necesario que las lecturas se hagan durante períodos más largos, preferentemente durante un año.

De todas maneras, este estudio proporciona información sobre los consumos, que puede ser de mucha utilidad a los diseñadores de abastecimiento de agua potable.

A continuación se presentan las tablas con los valores en las variaciones de las alturas del nivel de agua, en el tanque de distribución, en cada período de medición, en las comunidades del estudio.

3.3.1.1. Caserío Chingonzales

Para poder determinar la variación en el volumen del tanque de almacenamiento del caserío Chingonzales, se efectuó la medición de la variable que existe en un determinado tiempo. Para lo cual se efectuaron mediciones de la altura del tanque, en intervalos de 1 hora, del 11 de enero al 8 de febrero del 2011.

Tabla X. **Alturas en tanque de distribución del 11 al 24 de enero de 2011**

| Día | 10-Ene | 11-Ene | 12-Ene | 13-Ene | 14-Ene | 15-Ene | 16-Ene | 17-Ene | 18-Ene | 19-Ene | 20-Ene | 21-Ene | 22-Ene | 23-Ene | 24-Ene |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hora | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 1,80 | 1,86 | 1,34 | 1,72 | 1,63 | 1,36 | 1,32 | 1,76 | 1,64 | 1,67 | 1,23 | 1,43 | 1,81 | 1,78 | 1,36 |
| 01:00 | 2,04 | 2,10 | 1,58 | 1,95 | 1,87 | 1,60 | 1,56 | 2,00 | 1,88 | 1,91 | 1,47 | 1,67 | 2,05 | 2,02 | 1,60 |
| 02:00 | 2,28 | 2,34 | 1,82 | 2,19 | 1,68 | 1,72 | 1,80 | 2,25 | 2,12 | 1,92 | 1,71 | 1,91 | 2,19 | 2,00 | 1,84 |
| 03:00 | 2,05 | 2,21 | 1,78 | 2,40 | 1,65 | 1,75 | 1,45 | 2,48 | 2,36 | 1,95 | 1,70 | 1,88 | 1,85 | 1,71 | 1,83 |
| 04:00 | 1,41 | 2,15 | 1,32 | 1,98 | 1,23 | 1,55 | 1,05 | 1,96 | 1,98 | 2,15 | 1,65 | 1,54 | 1,32 | 1,50 | 1,42 |
| 05:00 | 0,90 | 2,07 | 0,90 | 1,54 | 1,15 | 1,40 | 0,70 | 1,42 | 1,36 | 2,18 | 1,50 | 1,07 | 0,75 | 1,35 | 1,02 |
| 06:00 | 0,70 | 2,20 | 0,80 | 1,00 | 1,13 | 1,30 | 0,66 | 0,75 | 1,05 | 2,25 | 1,40 | 0,75 | 0,71 | 1,25 | 0,68 |
| 07:00 | 0,60 | 2,12 | 0,85 | 0,95 | 1,09 | 1,25 | 0,50 | 0,80 | 1,00 | 2,17 | 1,35 | 0,55 | 0,55 | 1,20 | 0,62 |
| 08:00 | 0,50 | 2,06 | 0,70 | 0,90 | 0,95 | 1,05 | 0,40 | 0,75 | 0,95 | 2,11 | 1,15 | 0,45 | 0,45 | 1,00 | 0,58 |
| 09:00 | 0,40 | 1,87 | 0,60 | 0,81 | 0,80 | 0,98 | 0,25 | 0,55 | 0,86 | 1,92 | 1,08 | 0,35 | 0,30 | 0,93 | 0,46 |
| 10:00 | 0,20 | 1,76 | 0,52 | 0,70 | 0,65 | 0,89 | 0,15 | 0,47 | 0,75 | 1,81 | 0,99 | 0,22 | 0,20 | 0,84 | 0,32 |
| 11:00 | 0,20 | 1,61 | 0,40 | 0,49 | 0,49 | 0,80 | 0,13 | 0,35 | 0,54 | 1,66 | 0,90 | 0,17 | 0,18 | 0,75 | 0,30 |
| 12:00 | 0,20 | 1,46 | 0,57 | 0,40 | 0,33 | 0,69 | 0,16 | 0,52 | 0,45 | 1,51 | 0,79 | 0,15 | 0,21 | 0,64 | 0,20 |
| 13:00 | 0,25 | 1,28 | 0,60 | 0,28 | 0,23 | 0,54 | 0,20 | 0,55 | 0,33 | 1,33 | 0,64 | 0,20 | 0,25 | 0,50 | 0,25 |
| 14:00 | 0,25 | 1,22 | 0,70 | 0,17 | 0,13 | 0,44 | 0,29 | 0,65 | 0,22 | 1,27 | 0,54 | 0,20 | 0,34 | 0,45 | 0,18 |
| 15:00 | 0,30 | 1,17 | 0,80 | 0,14 | 0,14 | 0,33 | 0,39 | 0,75 | 0,19 | 1,22 | 0,43 | 0,25 | 0,34 | 0,38 | 0,32 |
| 16:00 | 0,50 | 1,02 | 0,80 | 0,25 | 0,11 | 0,23 | 0,45 | 0,75 | 0,30 | 1,07 | 0,33 | 0,45 | 0,48 | 0,28 | 0,48 |
| 17:00 | 0,60 | 0,90 | 0,80 | 0,35 | 0,18 | 0,12 | 0,56 | 0,75 | 0,40 | 0,95 | 0,22 | 0,55 | 0,57 | 0,19 | 0,58 |
| 18:00 | 0,65 | 0,81 | 0,93 | 0,50 | 0,20 | 0,18 | 0,60 | 0,88 | 0,55 | 0,86 | 0,28 | 0,60 | 0,65 | 0,23 | 0,70 |
| 19:00 | 0,80 | 0,75 | 0,95 | 0,70 | 0,30 | 0,25 | 0,70 | 0,88 | 0,75 | 0,80 | 0,35 | 0,75 | 0,77 | 0,30 | 0,79 |
| 20:00 | 0,90 | 0,70 | 0,95 | 0,82 | 0,40 | 0,36 | 0,80 | 0,90 | 0,87 | 0,75 | 0,46 | 0,85 | 0,82 | 0,40 | 0,85 |
| 21:00 | 1,14 | 0,62 | 1,00 | 0,90 | 0,64 | 0,60 | 1,04 | 0,92 | 0,95 | 0,67 | 0,71 | 1,09 | 1,06 | 0,64 | 1,09 |
| 22:00 | 1,38 | 0,86 | 1,24 | 1,15 | 0,88 | 0,84 | 1,28 | 1,16 | 1,20 | 0,75 | 0,95 | 1,33 | 1,30 | 0,88 | 1,33 |
| 23:00 | 1,62 | 1,10 | 1,48 | 1,39 | 1,12 | 1,08 | 1,52 | 1,40 | 1,43 | 0,99 | 1,19 | 1,57 | 1,54 | 1,12 | 1,57 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Alturas en tanque de distribución del 25 de enero al 8 de febrero de 2011**

| DIA | 25-Ene | 26-Ene | 27-Ene | 28-Ene | 29-Ene | 30-Ene | 31-Ene | 01-Feb | 02-Feb | 03-Feb | 04-Feb | 05-Feb | 06-Feb | 07-Feb | 08-Feb |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 1,81 | 1,42 | 1,77 | 1,62 | 2,16 | 1,4 | 1,74 | 1,97 | 2,11 | 1,67 | 2,29 | 1,85 | 2,14 | 1,70 | 1,90 |
| 01:00 | 2,05 | 1,66 | 2,01 | 1,86 | 2,40 | 1,64 | 1,98 | 2,21 | 2,35 | 1,91 | 2,53 | 2,09 | 2,38 | 1,94 | 2,14 |
| 02:00 | 2,29 | 1,90 | 2,25 | 2,10 | 2,31 | 1,88 | 2,22 | 2,45 | 2,00 | 1,76 | 1,91 | 2,33 | 2,15 | 2,18 | 2,38 |
| 03:00 | 2,32 | 1,74 | 2,31 | 2,34 | 1,87 | 1,35 | 2,18 | 2,36 | 1,94 | 1,70 | 1,88 | 1,85 | 1,79 | 1,97 | 2,10 |
| 04:00 | 2,28 | 1,55 | 2,30 | 1,86 | 1,53 | 0,86 | 2,08 | 2,05 | 2,05 | 1,64 | 1,75 | 1,65 | 1,65 | 1,52 | 2,14 |
| 05:00 | 2,40 | 0,96 | 1,85 | 1,31 | 1,38 | 0,65 | 1,95 | 1,45 | 2,04 | 1,52 | 1,66 | 1,25 | 1,35 | 1,15 | 2,21 |
| 06:00 | 2,23 | 0,78 | 1,45 | 0,96 | 1,27 | 0,62 | 1,70 | 1,15 | 1,98 | 1,44 | 1,45 | 1,05 | 1,18 | 0,93 | 2,26 |
| 07:00 | 2,18 | 0,60 | 1,15 | 0,88 | 1,23 | 0,48 | 1,32 | 1,07 | 1,89 | 1,37 | 1,28 | 0,76 | 1,14 | 0,78 | 2,14 |
| 08:00 | 2,09 | 0,57 | 0,88 | 0,85 | 1,02 | 0,37 | 1,07 | 0,95 | 1,81 | 1,29 | 0,96 | 0,58 | 1,00 | 0,68 | 2,03 |
| 09:00 | 2,00 | 0,53 | 0,79 | 0,70 | 0,96 | 0,26 | 0,83 | 0,89 | 1,75 | 1,18 | 0,78 | 0,33 | 0,92 | 0,72 | 1,87 |
| 10:00 | 1,90 | 0,49 | 0,70 | 0,55 | 0,87 | 0,18 | 0,69 | 0,81 | 1,68 | 1,11 | 0,67 | 0,21 | 0,86 | 0,64 | 1,73 |
| 11:00 | 1,79 | 0,40 | 0,52 | 0,39 | 0,75 | 0,15 | 0,35 | 0,69 | 1,66 | 1,03 | 0,42 | 0,18 | 0,77 | 0,59 | 1,62 |
| 12:00 | 1,68 | 0,56 | 0,41 | 0,23 | 0,64 | 0,19 | 0,52 | 0,52 | 1,53 | 0,94 | 0,55 | 0,21 | 0,63 | 0,35 | 1,47 |
| 13:00 | 1,47 | 0,61 | 0,31 | 0,13 | 0,53 | 0,21 | 0,55 | 0,47 | 1,37 | 0,87 | 0,61 | 0,25 | 0,52 | 0,42 | 1,29 |
| 14:00 | 1,21 | 0,72 | 0,17 | 0,16 | 0,41 | 0,32 | 0,65 | 0,58 | 1,28 | 0,76 | 0,58 | 0,33 | 0,46 | 0,47 | 1,23 |
| 15:00 | 1,18 | 0,81 | 0,13 | 0,30 | 0,30 | 0,42 | 0,75 | 0,66 | 1,24 | 0,95 | 0,47 | 0,41 | 0,42 | 0,49 | 1,18 |
| 16:00 | 1,01 | 0,88 | 0,24 | 0,48 | 0,19 | 0,43 | 0,81 | 0,72 | 1,09 | 0,99 | 0,44 | 0,48 | 0,31 | 0,53 | 1,03 |
| 17:00 | 0,96 | 0,90 | 0,34 | 0,66 | 0,11 | 0,54 | 0,87 | 0,80 | 0,95 | 1,05 | 0,53 | 0,55 | 0,23 | 0,60 | 0,91 |
| 18:00 | 0,77 | 0,95 | 0,49 | 0,86 | 0,15 | 0,58 | 0,93 | 0,92 | 0,85 | 1,15 | 0,59 | 0,72 | 0,34 | 0,61 | 0,75 |
| 19:00 | 0,72 | 1,00 | 0,69 | 0,96 | 0,24 | 0,69 | 0,97 | 1,08 | 0,80 | 1,18 | 0,73 | 0,95 | 0,54 | 0,80 | 0,91 |
| 20:00 | 0,65 | 0,95 | 0,81 | 1,20 | 0,44 | 0,78 | 1,01 | 1,15 | 0,88 | 1,33 | 0,89 | 1,18 | 0,74 | 0,94 | 1,02 |
| 21:00 | 0,70 | 1,05 | 0,90 | 1,44 | 0,68 | 1,02 | 1,25 | 1,39 | 0,95 | 1,57 | 1,13 | 1,42 | 0,98 | 1,18 | 1,25 |
| 22:00 | 0,94 | 1,29 | 1,14 | 1,68 | 0,92 | 1,26 | 1,49 | 1,63 | 1,19 | 1,81 | 1,37 | 1,66 | 1,22 | 1,42 | 1,49 |
| 23:00 | 1,18 | 1,53 | 1,38 | 1,92 | 1,16 | 1,50 | 1,73 | 1,87 | 1,43 | 2,05 | 1,61 | 1,90 | 1,46 | 1,66 | 1,73 |

Fuente: elaboración propia.

3.3.1.2. Aldea Pacacay

Para poder determinar la variación en el volumen del tanque de almacenamiento de la aldea Pacacay, se efectuó la medición de la variable que existe en un determinado tiempo. Para lo cual se efectuaron mediciones de la altura del tanque, en intervalos de 1 hora, del 14 de febrero al 14 de marzo del 2011.

Tabla XII. **Alturas en tanque de distribución del 14 al 28 de febrero de 2011**

| DIA | 14-Feb | 15-Feb | 16-Feb | 17-Feb | 18-Feb | 19-Feb | 20-Feb | 21-Feb | 22-Feb | 23-Feb | 24-Feb | 25-Feb | 26-Feb | 27-Feb | 28-Feb |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |
| 01:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |
| 02:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |
| 03:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,76 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |
| 04:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,76 | 1,74 | 1,80 | 1,78 | 1,72 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |
| 05:00 | 1,80 | 1,68 | 1,70 | 1,80 | 1,75 | 1,80 | 1,80 | 1,70 | 1,68 | 1,75 | 1,74 | 1,65 | 1,80 | 1,78 | 1,74 |
| 06:00 | 1,71 | 1,67 | 1,59 | 1,75 | 1,64 | 1,75 | 1,75 | 1,66 | 1,65 | 1,6 | 1,65 | 1,61 | 1,77 | 1,74 | 1,70 |
| 07:00 | 1,65 | 1,50 | 1,61 | 1,64 | 1,58 | 1,72 | 1,69 | 1,64 | 1,50 | 1,61 | 1,59 | 1,56 | 1,71 | 1,68 | 1,64 |
| 08:00 | 1,51 | 1,49 | 1,45 | 1,47 | 1,30 | 1,70 | 1,50 | 1,45 | 1,48 | 1,46 | 1,35 | 1,48 | 1,69 | 1,45 | 1,50 |
| 09:00 | 1,34 | 1,40 | 1,34 | 1,36 | 1,25 | 1,66 | 1,36 | 1,36 | 1,40 | 1,33 | 1,25 | 1,35 | 1,65 | 1,34 | 1,35 |
| 10:00 | 1,28 | 1,33 | 1,23 | 1,30 | 1,26 | 1,65 | 1,14 | 1,32 | 1,32 | 1,22 | 1,26 | 1,28 | 1,63 | 1,19 | 1,28 |
| 11:00 | 1,23 | 1,23 | 1,18 | 1,33 | 1,24 | 1,64 | 1,02 | 1,35 | 1,23 | 1,18 | 1,19 | 1,20 | 1,58 | 1,07 | 1,22 |
| 12:00 | 1,17 | 1,16 | 1,30 | 1,40 | 1,30 | 1,55 | 0,96 | 1,42 | 1,14 | 1,30 | 1,30 | 1,18 | 1,56 | 0,99 | 1,18 |
| 13:00 | 1,12 | 1,13 | 1,45 | 1,35 | 1,35 | 1,49 | 0,99 | 1,36 | 1,13 | 1,44 | 1,35 | 1,25 | 1,48 | 0,95 | 1,12 |
| 14:00 | 1,08 | 1,10 | 1,45 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,02 | 1,43 | 1,08 | 1,45 | 1,35 | 1,34 | 1,41 | 1,00 | 1,08 |
| 15:00 | 1,05 | 1,15 | 1,47 | 1,45 | 1,50 | 1,55 | 1,10 | 1,48 | 1,15 | 1,47 | 1,50 | 1,45 | 1,54 | 1,07 | 1,06 |
| 16:00 | 1,04 | 1,20 | 1,41 | 1,46 | 1,60 | 1,49 | 1,15 | 1,49 | 1,19 | 1,50 | 1,60 | 1,47 | 1,50 | 1,13 | 1,05 |
| 17:00 | 1,05 | 1,24 | 1,40 | 1,35 | 1,70 | 1,40 | 1,20 | 1,53 | 1,24 | 1,53 | 1,65 | 1,52 | 1,39 | 1,21 | 1,04 |
| 18:00 | 1,01 | 1,30 | 1,46 | 1,30 | 1,72 | 1,52 | 1,30 | 1,59 | 1,29 | 1,56 | 1,72 | 1,61 | 1,45 | 1,32 | 0,99 |
| 19:00 | 1,03 | 1,42 | 1,52 | 1,37 | 1,78 | 1,59 | 1,42 | 1,63 | 1,38 | 1,65 | 1,78 | 1,67 | 1,58 | 1,40 | 1,07 |
| 20:00 | 1,10 | 1,63 | 1,68 | 1,52 | 1,80 | 1,63 | 1,55 | 1,65 | 1,64 | 1,68 | 1,75 | 1,72 | 1,68 | 1,54 | 1,14 |
| 21:00 | 1,40 | 1,80 | 1,75 | 1,66 | 1,80 | 1,73 | 1,75 | 1,70 | 1,75 | 1,74 | 1,78 | 1,80 | 1,71 | 1,72 | 1,41 |
| 22:00 | 1,70 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,70 |
| 23:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,08 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Alturas en tanque de distribución del 29 de febrero al 14 de marzo de 2011**

| DIA | 29-Feb | 01-Mar | 02-Mar | 03-Mar | 04-Mar | 05-Mar | 06-Mar | 07-Mar | 08-Mar | 09-Mar | 10-Mar | 11-Mar | 12-Mar | 13-Mar | 14-Mar |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |
| 01:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |
| 02:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |
| 03:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,76 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |
| 04:00 | 1,78 | 1,80 | 1,74 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,73 | 1,74 | 1,80 | 1,74 | 1,72 | 1,75 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |
| 05:00 | 1,67 | 1,73 | 1,71 | 1,77 | 1,80 | 1,80 | 1,68 | 1,68 | 1,76 | 1,73 | 1,65 | 1,68 | 1,77 | 1,80 | 1,70 |
| 06:00 | 1,63 | 1,60 | 1,68 | 1,64 | 1,58 | 1,75 | 1,64 | 1,65 | 1,59 | 1,68 | 1,61 | 1,64 | 1,69 | 1,71 | 1,69 |
| 07:00 | 1,51 | 1,58 | 1,64 | 1,56 | 1,55 | 1,69 | 1,62 | 1,50 | 1,61 | 1,58 | 1,56 | 1,63 | 1,53 | 1,66 | 1,52 |
| 08:00 | 1,49 | 1,44 | 1,48 | 1,30 | 1,60 | 1,50 | 1,43 | 1,48 | 1,44 | 1,40 | 1,48 | 1,69 | 1,45 | 1,52 | 1,51 |
| 09:00 | 1,39 | 1,34 | 1,37 | 1,22 | 1,63 | 1,36 | 1,34 | 1,40 | 1,35 | 1,27 | 1,35 | 1,65 | 1,33 | 1,35 | 1,42 |
| 10:00 | 1,32 | 1,24 | 1,31 | 1,28 | 1,64 | 1,14 | 1,30 | 1,32 | 1,20 | 1,24 | 1,28 | 1,60 | 1,21 | 1,29 | 1,35 |
| 11:00 | 1,21 | 1,17 | 1,34 | 1,25 | 1,61 | 1,02 | 1,37 | 1,23 | 1,16 | 1,15 | 1,20 | 1,58 | 1,09 | 1,24 | 1,25 |
| 12:00 | 1,15 | 1,31 | 1,42 | 1,29 | 1,57 | 0,96 | 1,44 | 1,14 | 1,29 | 1,20 | 1,18 | 1,54 | 1,03 | 1,18 | 1,20 |
| 13:00 | 1,12 | 1,45 | 1,36 | 1,34 | 1,51 | 0,99 | 1,38 | 1,13 | 1,46 | 1,36 | 1,25 | 1,46 | 0,98 | 1,13 | 1,15 |
| 14:00 | 1,10 | 1,47 | 1,42 | 1,41 | 1,45 | 1,02 | 1,45 | 1,08 | 1,48 | 1,40 | 1,34 | 1,40 | 1,05 | 1,09 | 1,13 |
| 15:00 | 1,17 | 1,49 | 1,45 | 1,51 | 1,60 | 1,10 | 1,50 | 1,15 | 1,49 | 1,54 | 1,45 | 1,51 | 1,09 | 1,06 | 1,17 |
| 16:00 | 1,25 | 1,38 | 1,47 | 1,59 | 1,62 | 1,15 | 1,51 | 1,19 | 1,50 | 1,66 | 1,47 | 1,50 | 1,14 | 1,05 | 1,22 |
| 17:00 | 1,26 | 1,40 | 1,36 | 1,68 | 1,45 | 1,20 | 1,55 | 1,24 | 1,45 | 1,65 | 1,52 | 1,36 | 1,25 | 1,06 | 1,26 |
| 18:00 | 1,31 | 1,51 | 1,40 | 1,73 | 1,55 | 1,30 | 1,61 | 1,29 | 1,49 | 1,68 | 1,61 | 1,39 | 1,27 | 1,02 | 1,32 |
| 19:00 | 1,42 | 1,51 | 1,37 | 1,80 | 1,64 | 1,42 | 1,62 | 1,38 | 1,68 | 1,75 | 1,67 | 1,49 | 1,32 | 1,04 | 1,44 |
| 20:00 | 1,65 | 1,63 | 1,52 | 1,80 | 1,70 | 1,55 | 1,66 | 1,64 | 1,72 | 1,76 | 1,72 | 1,57 | 1,58 | 1,11 | 1,65 |
| 21:00 | 1,80 | 1,74 | 1,67 | 1,80 | 1,77 | 1,75 | 1,79 | 1,75 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,63 | 1,69 | 1,41 | 1,80 |
| 22:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,71 | 1,80 |
| 23:00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,08 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 |

Fuente: elaboración propia.

3.3.1.3. Aldea Paraxquín

Para poder determinar la variación en el volumen del tanque de almacenamiento de la aldea Paraxquín, se efectuó la medición de la variable que existe en un determinado tiempo. Para lo cual se efectuaron mediciones de la altura del tanque, en intervalos de 1 hora, del 21 de marzo al 19 de abril del 2011.

Tabla XIV. **Alturas en tanque de distribución del 21 de marzo al 4 de abril de 2011**

| Día | 21-Mar | 22-Mar | 23-Mar | 24-Mar | 25-Mar | 26-Mar | 27-Mar | 28-Mar | 29-Mar | 30-Mar | 31-Mar | 01-Abr | 02-Abr | 03-Abr | 04-Abr |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hora | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 01:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 02:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 03:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 04:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 05:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 06:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 07:00 | 1,90 | 1,90 | 1,84 | 1,80 | 1,83 | 1,83 | 1,83 | 1,81 | 1,76 | 1,84 | 1,69 | 1,76 | 1,89 | 1,88 | 1,68 |
| 08:00 | 1,82 | 1,86 | 1,82 | 1,82 | 1,81 | 1,82 | 1,82 | 1,82 | 1,75 | 1,76 | 1,45 | 1,68 | 1,87 | 1,77 | 1,65 |
| 09:00 | 1,79 | 1,83 | 1,80 | 1,80 | 1,79 | 1,81 | 1,80 | 1,80 | 1,73 | 1,73 | 1,35 | 1,55 | 1,78 | 1,64 | 1,64 |
| 10:00 | 1,60 | 1,80 | 1,76 | 1,76 | 1,76 | 1,80 | 1,76 | 1,76 | 1,66 | 1,54 | 1,36 | 1,48 | 1,65 | 1,61 | 1,58 |
| 11:00 | 1,59 | 1,75 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,79 | 1,74 | 1,58 | 1,67 | 1,53 | 1,29 | 1,40 | 1,59 | 1,65 | 1,46 |
| 12:00 | 1,71 | 1,75 | 1,73 | 1,73 | 1,71 | 1,79 | 1,74 | 1,63 | 1,67 | 1,65 | 1,40 | 1,38 | 1,63 | 1,69 | 1,45 |
| 13:00 | 1,60 | 1,79 | 1,76 | 1,76 | 1,79 | 1,76 | 1,79 | 1,72 | 1,72 | 1,55 | 1,45 | 1,45 | 1,66 | 1,74 | 1,40 |
| 14:00 | 1,55 | 1,77 | 1,74 | 1,74 | 1,80 | 1,76 | 1,80 | 1,73 | 1,73 | 1,58 | 1,48 | 1,54 | 1,70 | 1,77 | 1,38 |
| 15:00 | 1,55 | 1,79 | 1,82 | 1,80 | 1,81 | 1,70 | 1,81 | 1,76 | 1,74 | 1,63 | 1,62 | 1,65 | 1,78 | 1,81 | 1,45 |
| 16:00 | 1,50 | 1,80 | 1,85 | 1,85 | 1,79 | 1,79 | 1,83 | 1,83 | 1,78 | 1,70 | 1,74 | 1,67 | 1,86 | 1,84 | 1,47 |
| 17:00 | 1,52 | 1,82 | 1,88 | 1,88 | 1,82 | 1,83 | 1,85 | 1,86 | 1,82 | 1,75 | 1,78 | 1,73 | 1,90 | 1,88 | 1,53 |
| 18:00 | 1,65 | 1,85 | 1,90 | 1,90 | 1,84 | 1,88 | 1,90 | 1,90 | 1,85 | 1,79 | 1,83 | 1,77 | 1,90 | 1,90 | 1,60 |
| 19:00 | 1,79 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,87 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,88 | 1,84 | 1,87 | 1,85 | 1,90 | 1,90 | 1,65 |
| 20:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 21:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 22:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 23:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Alturasen tanque de distribución del 5 al 19 de abril de 2011**

| DÍA | 05-Abr | 06-Abr | 07-Abr | 08-Abr | 09-Abr | 10-Abr | 11-Abr | 12-Abr | 13-Abr | 14-Abr | 15-Abr | 16-Abr | 17-Abr | 18-Abr | 19-Abr |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 01:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 02:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 03:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 04:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 05:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 06:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 07:00 | 1,90 | 1,84 | 1,80 | 1,81 | 1,85 | 1,83 | 1,81 | 1,78 | 1,79 | 1,67 | 1,75 | 1,88 | 1,87 | 1,84 | 1,82 |
| 08:00 | 1,85 | 1,82 | 1,82 | 1,81 | 1,82 | 1,82 | 1,82 | 1,74 | 1,75 | 1,45 | 1,67 | 1,86 | 1,76 | 1,81 | 1,84 |
| 09:00 | 1,83 | 1,79 | 1,79 | 1,78 | 1,81 | 1,80 | 1,77 | 1,72 | 1,72 | 1,33 | 1,54 | 1,77 | 1,63 | 1,80 | 1,82 |
| 10:00 | 1,80 | 1,76 | 1,76 | 1,76 | 1,80 | 1,77 | 1,76 | 1,65 | 1,66 | 1,67 | 1,47 | 1,64 | 1,60 | 1,80 | 1,76 |
| 11:00 | 1,75 | 1,74 | 1,74 | 1,75 | 1,77 | 1,73 | 1,59 | 1,66 | 1,54 | 1,31 | 1,39 | 1,58 | 1,64 | 1,78 | 1,75 |
| 12:00 | 1,75 | 1,73 | 1,72 | 1,73 | 1,79 | 1,75 | 1,61 | 1,66 | 1,64 | 1,42 | 1,37 | 1,62 | 1,70 | 1,78 | 1,75 |
| 13:00 | 1,79 | 1,76 | 1,76 | 1,79 | 1,76 | 1,79 | 1,72 | 1,71 | 1,55 | 1,44 | 1,44 | 1,65 | 1,75 | 1,77 | 1,77 |
| 14:00 | 1,77 | 1,77 | 1,75 | 1,80 | 1,74 | 1,80 | 1,75 | 1,72 | 1,59 | 1,46 | 1,53 | 1,71 | 1,76 | 1,77 | 1,79 |
| 15:00 | 1,79 | 1,83 | 1,80 | 1,81 | 1,70 | 1,81 | 1,80 | 1,77 | 1,63 | 1,61 | 1,64 | 1,77 | 1,80 | 1,71 | 1,80 |
| 16:00 | 1,80 | 1,85 | 1,85 | 1,79 | 1,81 | 1,83 | 1,81 | 1,84 | 1,66 | 1,74 | 1,66 | 1,85 | 1,83 | 1,79 | 1,83 |
| 17:00 | 1,82 | 1,86 | 1,88 | 1,82 | 1,83 | 1,84 | 1,86 | 1,86 | 1,70 | 1,76 | 1,74 | 1,89 | 1,87 | 1,81 | 1,86 |
| 18:00 | 1,84 | 1,90 | 1,90 | 1,84 | 1,88 | 1,90 | 1,90 | 1,86 | 1,78 | 1,83 | 1,78 | 1,90 | 1,90 | 1,88 | 1,90 |
| 19:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,87 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,87 | 1,83 | 1,85 | 1,83 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 20:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 21:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 22:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 23:00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |

Fuente: elaboración propia.

3.3.1.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Para poder determinar la variación en el volumen del tanque de almacenamiento del sector sur de la aldea Cojoljuyú, se efectuó la medición de la variable que existe en un determinado tiempo. Para lo cual se efectuaron mediciones de la altura del tanque, en intervalos de 1 hora, del 25 de abril al 19 de abril del 2011.

Tabla XVI. **Alturas en tanque de distribución del 25 de abril al 24 de mayo de 2011**

| Día | 25-Abr | 26-Abr | 27-Abr | 28-Abr | 29-Abr | 30-Abr | 01-May | 02-May | 03-May | 04-May | 05-May | 06-May | 07-May | 08-May | 09-May |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hora | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 1,01 | 1,00 | 0,80 | 0,93 | 0,91 | 1,12 | 1,60 | 1,00 | 0,92 | 1,14 | 0,89 | 1,32 | 0,77 | 1,19 | 1,05 |
| 01:00 | 1,12 | 1,11 | 0,91 | 1,04 | 1,02 | 1,23 | 1,60 | 1,11 | 1,03 | 1,25 | 1,00 | 1,43 | 0,88 | 1,30 | 1,16 |
| 02:00 | 1,23 | 1,22 | 1,02 | 1,15 | 1,13 | 1,34 | 1,60 | 1,22 | 1,14 | 1,36 | 1,11 | 1,37 | 0,99 | 1,41 | 1,27 |
| 03:00 | 1,34 | 1,33 | 1,13 | 1,26 | 1,24 | 1,35 | 1,60 | 1,33 | 1,25 | 1,47 | 1,22 | 1,28 | 1,10 | 1,52 | 1,38 |
| 04:00 | 1,28 | 1,44 | 1,03 | 1,18 | 1,20 | 1,25 | 1,38 | 1,24 | 1,36 | 1,32 | 1,20 | 0,98 | 1,21 | 1,42 | 1,33 |
| 05:00 | 1,26 | 1,30 | 0,81 | 0,90 | 1,10 | 0,95 | 1,15 | 0,90 | 1,12 | 0,98 | 0,90 | 0,70 | 1,11 | 1,20 | 1,08 |
| 06:00 | 0,95 | 1,20 | 0,52 | 0,80 | 1,05 | 1,00 | 1,10 | 0,82 | 1,05 | 0,92 | 0,94 | 0,40 | 0,99 | 1,15 | 1,01 |
| 07:00 | 0,90 | 1,10 | 0,40 | 0,70 | 1,03 | 1,10 | 1,06 | 0,70 | 1,02 | 0,87 | 0,98 | 0,38 | 1,10 | 1,01 | 0,98 |
| 08:00 | 1,00 | 0,90 | 0,30 | 0,70 | 0,90 | 1,20 | 0,96 | 0,68 | 0,94 | 0,95 | 0,71 | 0,27 | 0,81 | 0,91 | 0,90 |
| 09:00 | 0,95 | 0,90 | 0,35 | 0,60 | 0,81 | 1,25 | 0,90 | 0,60 | 0,80 | 0,90 | 0,40 | 0,33 | 0,58 | 0,85 | 0,76 |
| 10:00 | 0,90 | 0,85 | 0,20 | 0,50 | 0,76 | 1,30 | 0,80 | 0,57 | 0,80 | 0,85 | 0,36 | 0,22 | 0,39 | 0,75 | 0,76 |
| 11:00 | 0,8 | 0,70 | 0,20 | 0,55 | 0,70 | 1,25 | 0,71 | 0,51 | 0,70 | 0,78 | 0,30 | 0,20 | 0,25 | 0,66 | 0,66 |
| 12:00 | 0,70 | 0,70 | 0,20 | 0,40 | 0,60 | 1,20 | 0,63 | 0,43 | 0,65 | 0,70 | 0,25 | 0,25 | 0,23 | 0,58 | 0,61 |
| 13:00 | 0,60 | 0,60 | 0,25 | 0,45 | 0,50 | 1,15 | 0,50 | 0,40 | 0,58 | 0,62 | 0,28 | 0,29 | 0,20 | 0,55 | 0,54 |
| 14:00 | 0,50 | 0,50 | 0,30 | 0,45 | 0,40 | 1,10 | 0,40 | 0,43 | 0,40 | 0,53 | 0,35 | 0,30 | 0,31 | 0,45 | 0,36 |
| 15:00 | 0,30 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,44 | 1,13 | 0,33 | 0,50 | 0,45 | 0,35 | 0,45 | 0,41 | 0,40 | 0,38 | 0,41 |
| 16:00 | 0,25 | 0,35 | 0,50 | 0,30 | 0,46 | 1,15 | 0,35 | 0,36 | 0,45 | 0,25 | 0,56 | 0,52 | 0,45 | 0,40 | 0,41 |
| 17:00 | 0,30 | 0,25 | 0,50 | 0,35 | 0,50 | 1,20 | 0,29 | 0,36 | 0,51 | 0,31 | 0,64 | 0,54 | 0,53 | 0,34 | 0,51 |
| 18:00 | 0,40 | 0,20 | 0,45 | 0,40 | 0,53 | 1,20 | 0,39 | 0,40 | 0,50 | 0,39 | 0,72 | 0,44 | 0,64 | 0,44 | 0,57 |
| 19:00 | 0,45 | 0,25 | 0,40 | 0,45 | 0,61 | 1,20 | 0,48 | 0,44 | 0,60 | 0,40 | 0,80 | 0,40 | 0,68 | 0,53 | 0,60 |
| 20:00 | 0,56 | 0,36 | 0,49 | 0,47 | 0,68 | 1,20 | 0,56 | 0,48 | 0,70 | 0,45 | 0,88 | 0,33 | 0,75 | 0,61 | 0,68 |
| 21:00 | 0,67 | 0,47 | 0,60 | 0,58 | 0,79 | 1,31 | 0,67 | 0,59 | 0,81 | 0,56 | 0,99 | 0,44 | 0,86 | 0,72 | 0,79 |
| 22:00 | 0,78 | 0,58 | 0,71 | 0,69 | 0,90 | 1,42 | 0,78 | 0,70 | 0,92 | 0,67 | 1,10 | 0,55 | 0,97 | 0,83 | 0,90 |
| 23:00 | 0,89 | 0,69 | 0,82 | 0,80 | 1,01 | 1,53 | 0,89 | 0,81 | 1,03 | 0,78 | 1,21 | 0,66 | 1,08 | 0,94 | 1,01 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Alturas en tanque de distribución del 10 al 24 de mayo de 2011**

| Día | 10-May | 11-May | 12-May | 13-May | 14-May | 15-May | 16-May | 17-May | 18-May | 19-May | 20-May | 21-May | 22-May | 23-May | 24-May |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hora | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 1,12 | 1,18 | 1,60 | 0,76 | 1,05 | 0,9 | 0,9 | 0,84 | 0,77 | 0,80 | 1,00 | 0,91 | 1,13 | 1,12 | 0,82 |
| 01:00 | 1,23 | 1,29 | 1,60 | 0,87 | 1,16 | 1,01 | 1,01 | 0,95 | 0,88 | 0,91 | 1,11 | 1,02 | 1,24 | 1,23 | 0,93 |
| 02:00 | 1,34 | 1,40 | 1,60 | 0,98 | 1,27 | 1,12 | 1,12 | 1,06 | 0,99 | 1,02 | 1,22 | 1,13 | 1,35 | 1,34 | 1,04 |
| 03:00 | 1,45 | 1,48 | 1,35 | 1,09 | 1,30 | 1,23 | 1,23 | 1,17 | 1,10 | 1,13 | 1,33 | 1,24 | 1,38 | 1,39 | 1,15 |
| 04:00 | 1,40 | 1,32 | 1,11 | 1,20 | 0,98 | 1,29 | 1,33 | 1,03 | 1,21 | 1,20 | 1,25 | 1,20 | 1,29 | 1,31 | 1,15 |
| 05:00 | 1,15 | 1,05 | 0,83 | 1,18 | 0,69 | 0,97 | 1,30 | 0,85 | 1,18 | 1,11 | 0,92 | 0,90 | 1,06 | 1,01 | 1,10 |
| 06:00 | 0,97 | 0,99 | 0,56 | 1,15 | 0,52 | 0,91 | 1,02 | 0,61 | 1,14 | 1,06 | 0,79 | 0,95 | 0,95 | 0,89 | 1,04 |
| 07:00 | 1,05 | 0,93 | 0,41 | 1,05 | 0,41 | 0,86 | 0,95 | 0,55 | 1,07 | 1,02 | 0,72 | 0,98 | 0,85 | 0,70 | 1,02 |
| 08:00 | 0,82 | 0,87 | 0,31 | 0,93 | 0,29 | 0,94 | 0,98 | 0,41 | 1,00 | 0,92 | 0,70 | 0,69 | 0,91 | 0,62 | 1,12 |
| 09:00 | 0,60 | 0,92 | 0,36 | 0,87 | 0,36 | 0,89 | 0,94 | 0,36 | 0,96 | 0,86 | 0,62 | 0,45 | 0,79 | 0,60 | 1,17 |
| 10:00 | 0,41 | 1,03 | 0,19 | 0,77 | 0,19 | 0,84 | 0,90 | 0,29 | 0,87 | 0,76 | 0,52 | 0,37 | 0,76 | 0,54 | 1,22 |
| 11:00 | 0,26 | 0,85 | 0,18 | 0,69 | 0,18 | 0,77 | 0,85 | 0,25 | 0,81 | 0,67 | 0,55 | 0,31 | 0,67 | 0,50 | 1,17 |
| 12:00 | 0,22 | 0,78 | 0,20 | 0,60 | 0,20 | 0,69 | 0,76 | 0,28 | 0,74 | 0,59 | 0,42 | 0,24 | 0,58 | 0,44 | 1,12 |
| 13:00 | 0,19 | 0,83 | 0,24 | 0,57 | 0,24 | 0,61 | 0,61 | 0,29 | 0,72 | 0,46 | 0,45 | 0,27 | 0,50 | 0,41 | 1,07 |
| 14:00 | 0,30 | 0,89 | 0,31 | 0,46 | 0,29 | 0,52 | 0,52 | 0,30 | 0,66 | 0,36 | 0,47 | 0,33 | 0,42 | 0,44 | 1,02 |
| 15:00 | 0,38 | 0,96 | 0,39 | 0,40 | 0,36 | 0,34 | 0,31 | 0,32 | 0,61 | 0,29 | 0,38 | 0,44 | 0,45 | 0,49 | 1,05 |
| 16:00 | 0,47 | 1,04 | 0,50 | 0,42 | 0,46 | 0,24 | 0,26 | 0,35 | 0,52 | 0,31 | 0,32 | 0,53 | 0,46 | 0,37 | 1,08 |
| 17:00 | 0,56 | 1,15 | 0,55 | 0,36 | 0,52 | 0,30 | 0,29 | 0,41 | 0,48 | 0,42 | 0,37 | 0,48 | 0,53 | 0,32 | 1,12 |
| 18:00 | 0,63 | 1,19 | 0,48 | 0,46 | 0,48 | 0,41 | 0,39 | 0,47 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,59 | 0,48 | 0,39 | 1,07 |
| 19:00 | 0,67 | 1,20 | 0,27 | 0,55 | 0,47 | 0,43 | 0,34 | 0,42 | 0,34 | 0,48 | 0,44 | 0,70 | 0,57 | 0,45 | 1,15 |
| 20:00 | 0,76 | 1,25 | 0,32 | 0,62 | 0,46 | 0,46 | 0,41 | 0,41 | 0,36 | 0,56 | 0,47 | 0,75 | 0,68 | 0,49 | 1,20 |
| 21:00 | 0,85 | 1,31 | 0,43 | 0,72 | 0,57 | 0,57 | 0,51 | 0,44 | 0,47 | 0,67 | 0,58 | 0,8 | 0,79 | 0,59 | 1,31 |
| 22:00 | 0,96 | 1,42 | 0,54 | 0,83 | 0,68 | 0,68 | 0,62 | 0,55 | 0,58 | 0,78 | 0,69 | 0,91 | 0,90 | 0,60 | 1,42 |
| 23:00 | 1,07 | 1,53 | 0,65 | 0,94 | 0,79 | 0,79 | 0,73 | 0,66 | 0,69 | 0,89 | 0,80 | 1,02 | 1,01 | 0,71 | 1,53 |

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Determinación del volumen de los tanques de distribución

No está de más recordar que, entre otras funciones de los tanques de distribución, está la de almacenar agua, para mantener reserva prudencial que supla las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución, así como mantener reserva en caso de interrupciones, por reparaciones en la línea o fuentes de abastecimiento y también para utilizarlos en caso de incendios.

Es pues de esperarse que la cantidad total de almacenamiento, sea igual a la suma de los requerimientos anteriores.

En este trabajo se investiga únicamente el almacenamiento para compensar las variaciones horarias en el consumo.

Para el cálculo del volumen de almacenamiento, para compensar las variaciones horarias en el consumo, se utiliza el método gráfico, por su sencillez y rapidez, para lo cual se elaboró un cuadro resumen, que contiene la siguiente información:

- Períodos horarios durante 24 horas
- Consumos promedios en litros
- Consumos promedios acumulados en litros
- Consumo acumulado en porcentaje, respecto al consumo promedio general diario.

Los consumos promedios de cada período, se determinaron con la suma de los consumos horarios de cada día, dividiendo el total de la suma entre el número de días estudiados. Los consumos acumulados no es más que la suma de los consumos promedios. El consumo acumulado en porcentaje, resulta de la división del consumo acumulado entre el consumo promedio general diario, situación que se aplicó en las comunidades seleccionadas en este estudio.

A continuación se presenta la descripción de tablas, cálculos y gráficas del cálculo del volumen de almacenamiento, para cada una de las comunidades analizadas.

3.3.2.1. Caserío Chigonzales

Para el caserío Chigonzales se plotearon, los valores de la tabla XVIII, en una gráfica los consumos acumulados, en porcentaje, respecto al promedio general diario de 1,213 litros por segundo, en el eje de las ordenadas y en el eje de las abscisas las horas del día en las cuales existe consumo, entonces se traza la curva de consumo acumulado (ver figura 7, en anexo).

Tabla XVIII. **Consumos acumulados en porcentajes respecto al consumo promedio general diario Chigonzales**

| Horas del día | | Consumo promedio en litros | Consumo acumulado en litros | Consumo acumulado en % respecto al CPGD | Suministro acumulado en % respecto al CITH | Diferencia entre el consumo y suministro |
|---------------|-------|----------------------------|-----------------------------|---|--|--|
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,17 | -4,17 |
| 01:00 | 02:00 | 2 333,34 | 2 333,34 | 2,11 | 8,33 | -6,22 |
| 02:00 | 03:00 | 6 486,00 | 8 819,34 | 7,98 | 12,50 | -4,52 |
| 03:00 | 04:00 | 9 398,64 | 18 217,98 | 16,48 | 16,67 | -0,19 |
| 04:00 | 05:00 | 10 192,04 | 28 410,01 | 25,70 | 20,83 | 4,86 |
| 05:00 | 06:00 | 8 102,5 | 36 512,51 | 33,02 | 25,00 | 8,03 |
| 06:00 | 07:00 | 6 750,95 | 43 263,46 | 39,13 | 29,17 | 9,96 |
| 07:00 | 08:00 | 7 021,62 | 50 285,08 | 45,48 | 33,33 | 12,15 |
| 08:00 | 09:00 | 6 860,24 | 57 145,32 | 51,69 | 37,50 | 14,19 |
| 09:00 | 10:00 | 6 725,76 | 63 871,08 | 57,77 | 41,66 | 16,10 |
| 10:00 | 11:00 | 6 774,51 | 70 645,59 | 63,90 | 45,83 | 18,06 |
| 11:00 | 12:00 | 5 770,93 | 76 416,52 | 69,12 | 50,00 | 19,12 |
| 12:00 | 13:00 | 5 849,95 | 82 266,47 | 74,41 | 54,16 | 20,24 |
| 13:00 | 14:00 | 4 901,85 | 87 168,32 | 78,84 | 58,33 | 20,51 |
| 14:00 | 15:00 | 4 168,92 | 91 337,25 | 82,61 | 62,50 | 20,11 |
| 15:00 | 16:00 | 4 374,00 | 95 711,25 | 86,57 | 66,66 | 19,90 |
| 16:00 | 17:00 | 4 133,62 | 99 844,87 | 90,31 | 70,83 | 19,48 |
| 17:00 | 18:00 | 3 642,75 | 103 487,62 | 93,60 | 75,00 | 18,60 |
| 18:00 | 19:00 | 2 822,41 | 106 310,03 | 96,15 | 79,16 | 16,99 |
| 19:00 | 20:00 | 2 884,94 | 109 194,97 | 98,76 | 83,33 | 15,43 |
| 20:00 | 21:00 | 1 259,55 | 110 454,52 | 99,90 | 87,50 | 12,41 |
| 21:00 | 22:00 | 108,94 | 110 563,46 | 100,00 | 91,66 | 8,34 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 110 563,46 | 100,00 | 95,83 | 4,17 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 110 563,46 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Fuente: elaboración propia.

Trazando paralelas a la línea de abastecimiento (línea recta) y donde la curva de consumo acumulado sea tangente a las paralelas, se podrá leer en las ordenadas, el porcentaje de almacenamiento para compensar las demandas horarias, que será la suma de las ordenas máximas contiguas entre la línea de consumo y la línea de abastecimiento.

El porcentaje para el cálculo del volumen del tanque para almacenar las variaciones horarias en el consumo, se determina de la siguiente forma:

$$\% \text{ de volumen} = P1 + P2 = 6,22 + 20,51 = 26,73\%$$

Donde los valores de P1 y P2 corresponden a los valores de la tabla XVIII. Consumos acumulados en por ciento respecto al consumo promedio general diario del caserío Chingonzales, en la columna titulada diferencia entre el consumo y suministro.

3.3.2.2. Aldea Pacacay

Para la aldea Pacacay se plotearon, los valores de la tabla XIX, en una gráfica los consumos acumulados, en porcentaje respecto al promedio general diario de 1,115 litros por segundo, en el eje de las ordenadas y en el eje de las abscisas las horas del día en las cuales existe consumo, entonces se traza la curva de consumo acumulado (ver figura 8, en anexo).

Tabla XIX. **Consumos acumulados en porcentajes respecto al consumo promedio general diario Pacacay**

| Horas del día | | Consumo promedio en litros | Consumo acumulado en litros | Consumo acumulado en % respecto al CPGD | Suministro acumulado en % respecto al CITH | Diferencia entre el consumo y suministro |
|---------------|-------|----------------------------|-----------------------------|---|--|--|
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,17 | -4,17 |
| 01:00 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,33 | -8,33 |
| 02:00 | 03:00 | 206,67 | 206,67 | 0,21 | 12,50 | -12,28 |
| 03:00 | 04:00 | 826,67 | 1 033,33 | 1,07 | 16,67 | -15,59 |
| 04:00 | 05:00 | 5 205,47 | 6 238,80 | 6,48 | 20,83 | -14,35 |
| 05:00 | 06:00 | 6 786,67 | 13 025,47 | 13,52 | 25,00 | -11,47 |
| 06:00 | 07:00 | 6 706,67 | 19 732,13 | 20,49 | 29,17 | -8,68 |
| 07:00 | 08:00 | 7 780,00 | 27 512,13 | 28,56 | 33,33 | -4,77 |
| 08:00 | 09:00 | 7 386,67 | 34 898,80 | 36,23 | 37,50 | -1,26 |
| 09:00 | 10:00 | 6 800,00 | 41 698,80 | 43,29 | 41,66 | 1,63 |
| 10:00 | 11:00 | 6 500,00 | 48 198,80 | 50,04 | 45,83 | 4,21 |
| 11:00 | 12:00 | 5 366,67 | 53 565,47 | 55,61 | 50,00 | 5,62 |
| 12:00 | 13:00 | 5 253,33 | 58 818,80 | 61,07 | 54,16 | 6,90 |
| 13:00 | 14:00 | 5 233,33 | 64 052,13 | 66,50 | 58,33 | 8,17 |
| 14:00 | 15:00 | 4 073,33 | 68 125,47 | 70,73 | 62,50 | 8,23 |
| 15:00 | 16:00 | 4 926,67 | 73 052,13 | 75,85 | 66,66 | 9,18 |
| 16:00 | 17:00 | 5 293,33 | 78 345,47 | 81,34 | 70,83 | 10,51 |
| 17:00 | 18:00 | 4 413,33 | 82 758,80 | 85,92 | 75,00 | 10,93 |
| 18:00 | 19:00 | 3 920,00 | 86 678,80 | 89,99 | 79,16 | 10,83 |
| 19:00 | 20:00 | 3 313,33 | 89 992,13 | 93,43 | 83,33 | 10,10 |
| 20:00 | 21:00 | 3 049,47 | 93 041,60 | 96,60 | 87,50 | 9,10 |
| 21:00 | 22:00 | 3 274,4 | 96 316,00 | 100,00 | 91,66 | 8,34 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 96 316,00 | 100,00 | 95,83 | 4,17 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 96 316,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 |

Fuente: elaboración propia.

Por lo que el porcentaje del volumen del tanque, para compensar las variaciones horarias en el consumo, para la aldea Pacacay, es igual a la suma de las crestas de las curvas efectuadas en la gráfica, siendo de la siguiente forma.

$$\% \text{ de volumen} = P1 + P2 = 15,57 + 11,04 = 26,61\%$$

Donde los valores de P1 y P2 corresponden a los valores de la tabla XIX. Consumos acumulados en porcentaje respecto al consumo promedio general diario de la aldea Pacacay, en la columna titulada diferencia entre el consumo y suministro.

3.3.2.3. Aldea Paraxquín

Para la aldea Paraxquín, se plotearon los valores de la tabla XX, en una gráfica los consumos acumulados, en porcentaje respecto al promedio general diario de 3,591 litros por segundo, en el eje de las ordenadas y en el eje de las abscisas las horas del día en las cuales existe consumo, entonces se traza la curva de consumo acumulado (ver figura 9, en anexo).

En el caso de esta comunidad a pesar de que el sistema es por gravedad y cuenta con un suministro las 24 horas, se trazará una recta entre las 0:00 horas igual al cero por ciento de abastecimiento y a las 24:00 horas igual al 100 por ciento de abastecimiento.

Por lo que el porcentaje del volumen del tanque para compensar las variaciones horarias en el consumo, para la aldea Paraxquín es igual a la suma de las crestas de las curvas efectuadas en la gráfica, siendo de la siguiente forma.

$$\% \text{ de volumen} = P1 + P2 = 22,77 + 12,10 = 34,87 \%$$

Donde los valores de P1 y P2 corresponden a los valores de la tabla XX, consumos acumulados en porcentaje respecto al consumo promedio general diario de la aldea Paraxquín, en la columna titulada diferencia entre el consumo y suministro.

Tabla XX. **Consumos acumulados en porcentaje respecto al consumo promedio general diario Paraxquín**

| Horas del día | | Consumo promedio en litros | Consumo acumulado en litros | Consumo acumulado en % respecto al CPGD | Suministro acumulado en % respecto al CITH | Diferencia entre el consumo y suministro |
|---------------|-------|----------------------------|-----------------------------|---|--|--|
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,17 | -4,17 |
| 01:00 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,33 | -8,33 |
| 02:00 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,5 | -12,5 |
| 03:00 | 04:00 | 615,07 | 615,07 | 0,20 | 16,67 | -16,47 |
| 04:00 | 05:00 | 2 153,07 | 2 768,13 | 0,89 | 20,83 | -19,94 |
| 05:00 | 06:00 | 5 563,20 | 8 331,33 | 2,68 | 25,00 | -22,32 |
| 06:00 | 07:00 | 11 546,40 | 19 877,73 | 6,40 | 29,17 | -22,77 |
| 07:00 | 08:00 | 23 744,93 | 43 622,67 | 14,04 | 33,33 | -19,29 |
| 08:00 | 09:00 | 23 768,27 | 67 390,93 | 21,70 | 37,50 | -15,80 |
| 09:00 | 10:00 | 23 516,00 | 90 906,93 | 29,27 | 41,66 | -12,40 |
| 10:00 | 11:00 | 23 928,80 | 114 835,73 | 36,97 | 45,83 | -8,86 |
| 11:00 | 12:00 | 21 337,33 | 136 173,07 | 43,84 | 50,00 | -6,16 |
| 12:00 | 13:00 | 21 325,87 | 157 498,93 | 50,71 | 54,16 | -3,46 |
| 13:00 | 14:00 | 21 692,80 | 179 191,73 | 57,69 | 58,33 | -0,64 |
| 14:00 | 15:00 | 20 752,53 | 199 944,27 | 64,37 | 62,5 | 1,87 |
| 15:00 | 16:00 | 20 706,67 | 220 650,93 | 71,04 | 66,66 | 4,37 |
| 16:00 | 17:00 | 20 981,87 | 241 632,80 | 77,79 | 70,83 | 6,96 |
| 17:00 | 18:00 | 20 764,00 | 262 396,80 | 84,48 | 75,00 | 9,48 |
| 18:00 | 19:00 | 19 220,93 | 281 617,73 | 90,66 | 79,16 | 11,50 |
| 19:00 | 20:00 | 14 788,67 | 296 406,40 | 95,43 | 83,33 | 12,10 |
| 20:00 | 21:00 | 9 763,20 | 306 69,60 | 98,57 | 87,5 | 11,07 |
| 21:00 | 22:00 | 4 447,20 | 310 616,80 | 100,00 | 91,66 | 8,34 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 310 616,80 | 100,00 | 95,83 | 4,17 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 310 616,80 | 100,00 | 100,00 | 0,00 |

Fuente: elaboración propia.

3.3.2.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Para el sector sur de la aldea, se plotearon los valores de la tabla XXI, en una gráfica los consumos acumulados, en porcentaje respecto al promedio general diario de 0,264 litros por segundo, en el eje de las ordenadas y en el eje de las abscisas las horas del día en las cuales existe consumo, entonces se traza la curva de consumo acumulado (ver figura 10, en anexo).

Tabla XXI. **Consumos acumulados en porcentaje respecto al consumo promedio general diario Cojoljuyú**

| Horas del día | | Consumo promedio en litros | Consumo acumulado en litros | Consumo acumulado en % respecto al CPGD | Suministro acumulado en % respecto al CITH | Diferencia entre el consumo y suministro |
|---------------|-------|----------------------------|-----------------------------|---|--|--|
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,17 | -4,17 |
| 01:00 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,33 | -8,33 |
| 02:00 | 03:00 | 186,20 | 186,20 | 1,15 | 12,50 | -11,35 |
| 03:00 | 04:00 | 1 045,64 | 1 231,84 | 7,62 | 16,67 | -9,05 |
| 04:00 | 05:00 | 2 002,70 | 3 234,54 | 20,01 | 20,83 | -0,83 |
| 05:00 | 06:00 | 1 372,45 | 4 606,99 | 28,50 | 25,00 | 3,50 |
| 06:00 | 07:00 | 1 006,92 | 5 613,90 | 34,72 | 29,17 | 5,56 |
| 07:00 | 08:00 | 1 154,83 | 6 768,74 | 41,87 | 33,33 | 8,53 |
| 08:00 | 09:00 | 1 082,09 | 7 850,82 | 48,56 | 37,50 | 11,06 |
| 09:00 | 10:00 | 1 113,00 | 8 963,82 | 55,44 | 41,66 | 13,78 |
| 10:00 | 11:00 | 1 098,58 | 10 062,40 | 62,24 | 45,83 | 16,41 |
| 11:00 | 12:00 | 1 036,08 | 11 098,49 | 68,65 | 50,00 | 18,65 |
| 12:00 | 13:00 | 896,50 | 11 994,99 | 74,19 | 54,16 | 20,03 |
| 13:00 | 14:00 | 871,50 | 12 866,49 | 79,58 | 58,33 | 21,25 |
| 14:00 | 15:00 | 715,25 | 13 581,74 | 84,01 | 62,50 | 21,51 |
| 15:00 | 16:00 | 648,58 | 14 230,32 | 88,02 | 66,66 | 21,35 |
| 16:00 | 17:00 | 496,50 | 14 726,82 | 91,09 | 70,83 | 20,26 |
| 17:00 | 18:00 | 498,58 | 15 225,40 | 94,17 | 75,00 | 19,18 |
| 18:00 | 19:00 | 498,58 | 15 723,99 | 97,26 | 79,16 | 18,09 |
| 19:00 | 20:00 | 344,42 | 16 068,40 | 99,39 | 83,33 | 16,06 |
| 20:00 | 21:00 | 46,50 | 16 114,90 | 99,67 | 87,50 | 12,18 |
| 21:00 | 22:00 | 17,33 | 16 132,24 | 99,78 | 91,66 | 8,12 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 16 132,24 | 99,78 | 95,83 | 3,95 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 16 132,24 | 99,78 | 100,00 | -0,21 |

Fuente: elaboración propia.

Y trazando paralelas a esta recta y donde la curva de consumo acumulado sea tangente a las paralelas, se podrá leer en ordenadas, el porcentaje de almacenamiento para compensar las demandas horarias, que será la suma de las ordenadas máximas contiguas entre la línea de consumo (línea recta) y la línea de abastecimiento (línea curva).

Por lo que el porcentaje del volumen del tanque para compensar las variaciones horarias en el consumo, para el sector sur de la aldea de Cojoljuyú, es igual a la suma de las crestas de las curvas efectuadas en la gráfica, siendo de la siguiente forma.

$$\% \text{ de volumen} = P1 + P2 = 11,35 + 21,51 = 32,86\%$$

Donde los valores de P1 y P2 corresponden a los valores de la tabla XXI. Consumos acumulados en porcentaje respecto al consumo promedio general diario del sector sur de la aldea Cojoljuyú, en la columna titulada diferencia entre el consumo y suministro.

3.4. Análisis físico - químico y bacteriológico del agua

La necesidad de determinar que el agua que abastece a una comunidad sea potable, provoca el obtener muestras de las fuentes de abastecimiento, y así analizarlas en laboratorio. Para que el agua sea potable debe estar libre de microorganismos patógenos, de minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos a la salud.

Los análisis fueron efectuados en el Laboratorio de Agua, del Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Los resultados obtenidos se detallan a continuación, para cada comunidad:

3.4.1. Caserío Chigonzales

Con el objeto de determinar la calidad y potabilidad del agua de las fuentes y en viviendas de las comunidades analizadas, se tomaron muestras de las mismas y se les practicó un análisis fisicoquímico y un examen bacteriológico.

Tabla XXII. **Resultados de las pruebas fisicoquímicas Chigonzales**

| Item | Parametros fisicoquímicos | Unidades | LMA | LMP | Nacimiento | Acometida domiciliar |
|------|-----------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| 1 | Color aparente | Unidades Pt-Co | 50 | 35,0 | 2,1 | 1,6 |
| 2 | Hierro Total | Mg/L fe | 0,100 | 1,000 | 0,1 | 0,1 |
| 3 | Manganeso Total | Mg/L Mn | 0,050 | 0,500 | <0,3 | <0,3 |
| 4 | Nitrato | Mg/L NO | NCS | 10 | <4,0 | <4,0 |
| 5 | Nitrito | Mg/L NO | NCS | 1 | <0,01 | <0,01 |
| 6 | Sulfato | Mg/L SO | 100,000 | 250,000 | <5,0 | <5,0 |
| 7 | Turbiedad | UNT | 5,0 | 15,0 | 1,8 | 1,2 |
| 8 | Cloruro | Mg/L Cl | 100,000 | 250,000 | <10 | <10 |
| 9 | Dureza Total | Mg/L CaCO | 100,000 | 500,000 | 40 | 40 |
| 10 | Calcio | Mg/L CaCO | 75,000 | 150,000 | 11 | 12 |
| 11 | Maganasio | Mg/L Mg | 50,000 | 100,000 | 3,4 | 2,7 |
| 12 | Conductividad | µS/cm | 100 | 750 | 100 | 90 |
| 13 | pH | unidades pH | 7,0 - 7,5 | 6,5 - 8,5 | 6,5 | 6,5 |
| 14 | Temperatura | °C | 15,0 - 25,0 | 34 | 21 | 21 |
| 15 | Olor a temperatura ambiente | Organoléptico | No rechazable | No rechazable | No rechazable | No rechazable |

LMA= Limite máximo aceptable **LMP=** Limite máximo permisible

Fuente: Laboratorio INFOM.

Los resultados de los análisis bacteriológicos indican que el sistema de desinfección está colapsado totalmente.

Tabla XXIII. **Resultados de las pruebas bacteriológicas Chigonzales**

| Item | Parametros bacteriologicos | Unidades | Nacimiento | Acometida domiciliar |
|------|-------------------------------|-----------|------------|----------------------|
| 1 | Escherichi coli | NMP/100ml | 300 | 230 |
| 2 | Grupo coliformes Total | NMP/100ml | 300 | 300 |
| 3 | Conteo Heterotrófico en placa | UFC/ml | 400 | 300 |

Fuente: Laboratorio INFOM.

Los resultados de los análisis bacteriológicos indican que no existe ningún sistema de desinfección.

3.4.2. Aldea Pacacay

Con el objeto de determinar la calidad y potabilidad del agua de las fuentes y en viviendas de las comunidades analizadas, se tomaron muestras de las mismas y se les practicó un análisis fisicoquímico y un examen bacteriológico.

Tabla XXIV. Resultados de las pruebas fisicoquímicas Pacacay

| Item | Parametros fisicoquímicos | Unidades | LMA | LMP | Nacimiento | Acometida domiciliar |
|------|-----------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| 1 | Color aparente | Unidades Pt-Co | 50 | 35,0 | 13 | 30 |
| 2 | Hierro Total | Mg/L fe | 0,100 | 1,000 | 0,2 | 0,3 |
| 3 | Manganeso Total | Mg/L Mn | 0,050 | 0,500 | 0,3 | <0,3 |
| 4 | Nitrato | Mg/L NO | NCS | 10 | 6,2 | 8,4 |
| 5 | Nitrito | Mg/L NO | NCS | 1 | <0,01 | 0,01 |
| 6 | Sulfato | Mg/L SO | 100,000 | 250,000 | 30 | <5,0 |
| 7 | Turbiedad | UNT | 5,0 | 15,0 | 2,6 | 5,5 |
| 8 | Cloruro | Mg/L Cl | 100,000 | 250,000 | <10 | <10 |
| 9 | Dureza Total | Mg/L CaCO | 100,000 | 500,000 | 35 | 44 |
| 10 | Calcio | Mg/L CaCO | 75,000 | 150,000 | 8,3 | 11 |
| 11 | Maganesio | Mg/L Mg | 50,000 | 100,000 | 3,5 | 3,9 |
| 12 | Conductividad | µS/cm | 100 | 750 | 98 | 95 |
| 13 | pH | unidades pH | 7,0 - 7,5 | 6,5 - 8,5 | 6,7 | 6,9 |
| 14 | Temperatura | °C | 15,0 - 25,0 | 34 | 20 | 20 |
| 15 | Olor a temperatura ambiente | Organoléptico | No rechazable | No rechazable | No rechazable | No rechazable |

LMA= Limite máximo aceptable **LMP=** Limite máximo permisible

Fuente: Laboratorio INFOM.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos indican, que a lo largo del recorrido, existe alteración a las características físicas, las cuales en buena parte se deben al poco mantenimiento al tanque de almacenamiento.

Tabla XXV. **Resultados de las pruebas bacteriológicas Pacacay**

| Item | Parametros bacteriológicos | Unidades | Nacimiento | Acometida domiciliar |
|-------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | Escherichi coli | NMP/100ml | 300 | 500 |
| 2 | Grupo coliformes Total | NMP/100ml | 2 400 | 500 |
| 3 | Conteo Heterotrófico en placa | UFC/ml | 60 | 210 |

Fuente: Laboratorio INFOM.

Los resultados de los análisis bacteriológicos indican que el sistema de desinfección no es el suficiente para la desinfección.

3.4.3. Aldea Paraxquín

Con el objeto de determinar la calidad y potabilidad del agua de las fuentes y en viviendas de las comunidades analizadas, se tomaron muestras de las mismas y se les practicó un análisis fisicoquímico y un examen bacteriológico.

Tabla XXVI. **Resultados de las pruebas fisicoquímicas Paraxquín**

| Item | Parametros fisicoquímicos | Unidades | LMA | LMP | Nacimiento | Acometida domiciliar |
|------|-----------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| 1 | Color aparente | Unidades Pt-Co | 50 | 35,0 | <1,0 | 1,9 |
| 2 | Hierro Total | Mg/L fe | 0,100 | 1,000 | <0,05 | 0,07 |
| 3 | Manganeso Total | Mg/L Mn | 0,050 | 0,500 | <0,3 | <0,3 |
| 4 | Nitrato | Mg/L NO | NCS | 10 | 4,5 | <4 |
| 5 | Nitrito | Mg/L NO | NCS | 1 | <0,01 | 0,01 |
| 6 | Sulfato | Mg/L SO | 100,000 | 250,000 | <5,0 | <5,0 |
| 7 | Turbiedad | UNT | 5,0 | 15,0 | 0,8 | 1,9 |
| 8 | Cloruro | Mg/L Cl | 100,000 | 250,000 | <10 | <10 |
| 9 | Dureza Total | Mg/L CaCO | 100,000 | 500,000 | 24 | 30 |
| 10 | Calcio | Mg/L CaCO | 75,000 | 150,000 | 4,8 | 4,8 |
| 11 | Maganesio | Mg/L Mg | 50,000 | 100,000 | 2,9 | 4,4 |
| 12 | Conductividad | µS/cm | 100 | 750 | 70 | 70 |
| 13 | pH | unidades pH | 7,0 - 7,5 | 6,5 - 8,5 | 6,5 | 6,5 |
| 14 | Temperatura | °C | 15,0 - 25,0 | 34 | 22 | 22 |
| 15 | Olor a temperatura ambiente | Organoléptico | No rechazable | No rechazable | No rechazable | No rechazable |

LMA= Limite máximo aceptable **LMP=** Limite máximo permisible

Fuente: Laboratorio INFOM.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos indican, que a lo largo del recorrido existe alteración a las características físicas, las cuales en buena parte se deben al poco mantenimiento al tanque de almacenamiento.

Tabla XXVII. **Resultados de las pruebas bacteriológicos Paraxquín**

| Item | Parametros bacteriológicos | Unidades | Nacimiento | Acometida domiciliar |
|------|-------------------------------|-----------|------------|-----------------------|
| 1 | Escherichi coli | NMP/100ml | 800 | 16 X 10 ³ |
| 2 | Grupo coliformes Total | NMP/100ml | 800 | 16 X 10 ³ |
| 3 | Conteo Heterotrófico en placa | UFC/ml | 1 400 | >65 X 10 ³ |

Fuente: Laboratorio INFOM.

Los resultados de los análisis bacteriológicos indican el grado de contaminación que existe en este proyecto, por no contar con un sistema de desinfección.

3.4.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Con el objeto de determinar la calidad y potabilidad del agua de las fuentes y en viviendas de las comunidades analizadas, se tomaron muestras de las mismas y se les practicó un análisis fisicoquímico y un examen bacteriológico.

Tabla XXVIII. Resultados de las pruebas fisicoquímicas Cojoljuyú

| Item | Parametros fisicoquímicos | Unidades | LMA | LMP | Nacimiento | Acometida domiciliar |
|------|-----------------------------|----------------|---------------|---------------|-------------------|----------------------|
| 1 | Color aparente | Unidades Pt-Co | 50 | 35,0 | 64 | 28 |
| 2 | Hierro Total | Mg/L fe | 0,100 | 1,000 | 0,5 | 0,09 |
| 3 | Manganeso Total | Mg/L Mn | 0,050 | 0,500 | <0,3 | 8,4 |
| 4 | Nitrato | Mg/L NO | NCS | 10 | 18 | 9,2 |
| 5 | Nitrito | Mg/L NO | NCS | 1 | 0,01 | 0,03 |
| 6 | Sulfato | Mg/L SO | 100,000 | 250,000 | 10 | <5,0 |
| 7 | Turbiedad | UNT | 5,0 | 15,0 | 8,8 | 3,2 |
| 8 | Cloruro | Mg/L Cl | 100,000 | 250,000 | <10 | <10 |
| 9 | Dureza Total | Mg/L CaCO | 100,000 | 500,000 | 20 | 26 |
| 10 | Calcio | Mg/L CaCO | 75,000 | 150,000 | 5,3 | 6,7 |
| 11 | Maganesio | Mg/L Mg | 50,000 | 100,000 | 1,6 | 2,3 |
| 12 | Conductividad | µS/cm | 100 | 750 | 120 | 120 |
| 13 | pH | unidades pH | 7,0 - 7,5 | 6,5 - 8,5 | 5,9 | 5,6 |
| 14 | Temperatura | °C | 15,0 - 25,0 | 34 | 19 | 18 |
| 15 | Olor a temperatura ambiente | Organoléptico | No rechazable | No rechazable | Rechazable | Rechazable |

LMA= Limite máximo aceptable **LMP=** Limite máximo permisible

Fuente: Laboratorio INFOM.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos indican, que a lo largo del recorrido no existe alteración de las características físicas, ya que existe un buen mantenimiento al tanque de almacenamiento.

Tabla XXIX. **Resultados de las pruebas bacteriológicas Cojoljuyú**

| Item | Parametros bacteriológicos | Unidades | Nacimiento | Acometida domiciliar |
|-------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | Escherichi coli | NMP/100ml | 9 000 | 1 |
| 2 | Grupo coliformes Total | NMP/100ml | 9 000 | 13 |
| 3 | Conteo Heterotrófico en placa | UFC/ml | 170 | 80 |

Fuente: Laboratorio INFOM.

Los resultados de los análisis bacteriológicos indican, que con la desinfección del agua, el grado de contaminación en la red es bastante bajo.

4. ANÁLISIS DE MEDICIONES REALIZADAS

4.1. Comparación del crecimiento pronosticado contra el crecimiento real en las comunidades estudiadas

El crecimiento de una población varía por natalidad, mortalidad, emigración e inmigración.

Para el diseño de un abastecimiento de agua, es necesario hacer estimaciones de población futura al final del período de diseño, ya que la determinación de la población futura, es uno de los parámetros más importantes del diseño.

En esta sección se indicará el método utilizado por los diseñadores de los proyectos construidos en las comunidades analizadas, y se presentará el valor determinado en el diseño, para compararlo con el valor actual de habitantes en la comunidad.

En la estimación de la población futura, por lo regular se emplean 2 métodos, los cuales son; el de crecimiento aritmético y el de crecimiento geométrico. Los procedimientos consisten en la aplicación de fórmulas que son modelos matemáticos, basados en cierta información verificada, como son los censos nacionales de población, datos que son proporcionados por el INE.

Como se pudo verificar en el diseño de los proyectos de abastecimiento de agua potable para las comunidades analizadas, se utilizó únicamente el método de crecimiento geométrico.

Para la utilización de este método, se empleó la siguiente fórmula:

$$R = \left(\frac{Pa}{Pe} \right)^{\frac{1}{(Ta-Te)-1}}$$

$$P \text{ de diseño} = Pa \times (1 + R)^T$$

Donde: R = tasa de incremento
T = período de diseño
Pe = Población censo anterior
Pa = Población censo posterior
Te = Fecha del censo anterior
Ta = Fecha del censo posterior

4.1.1. Caserío Chigonzales

En el caserío Chingonzales, para determinar la población actual según la proyección del diseñador, se utilizó el valor de tasa de incremento igual al 1 por ciento, que fue la propuesta para el diseño del proyecto; una vez determinada la población actual, se comparará con el censo efectuado en este estudio.

Por lo tanto, los valores para el cálculo de la población son:

Tasa de crecimiento = 1 por ciento

Período de diseño = 10 años

Población (2001) = 875 hab.

P (2011) = $875 \times (1+1/100)^{10}$

P (2011) = 967 habitantes

El valor que se obtuvo del censo, es de 1134 habitantes, mayor a la proyección del diseñador para este año, el cual es de 967 habitantes.

Con el valor de la población inicial y actual se calcula la tasa de crecimiento, utilizando la fórmula de crecimiento geométrico, obteniendo el siguiente resultado:

Tasa de crecimiento geométrico real = 2,63%

4.1.2. Aldea Pacacay

Según el estudio efectuado, para la aldea de Pacacay, el proyectista obtuvo de la Dirección General de Estadística, hoy Instituto Nacional de Estadística INE, los registros de población siguientes:

Año 1973: 424 habitantes

Año 1981: 330 habitantes

Para determinar la tasa de incremento, el diseñador recabó datos de los censos anteriores al diseño, encontrando mucha discordancia entre los valores, por lo que adoptó un porcentaje de crecimiento poblacional de 2,90 por ciento, recomendado por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), para el departamento, con lo que obtuvo un valor de población futura de 1 132 habitantes, para el 2008.

Para poder comparar el número de habitantes determinados en el censo efectuado para este estudio, se efectuó el cálculo de la población para el 2011, con la tasa y el método utilizado por el diseñador, se obtiene el siguiente resultado:

| | |
|---------------------|----------------------------------|
| Tasa de crecimiento | = 2,90% |
| Período de diseño | = 23 años |
| Población (1988) | = 464 hab.(SECTOR PATUP) |
| P (2011) | = $464 \times (1+2,90/100)^{23}$ |
| P (2011) | = 896 habitantes. (SECTOR PATUP) |

Este valor se compara con el número de habitantes que actualmente residen en la comunidad, cuyo número asciende a 1 594 habitantes. Esto evidencia que la tasa empleada en los parámetros de diseño del proyecto, posee un valor por debajo del real, situación que se da por no investigar de una forma más profunda el crecimiento poblacional de las comunidades, provocando con esto, reducir el período de diseño del proyecto. La población actual por cada uno de los sectores es: de PATUP 1 323 habitantes y PALEY 271 habitantes.

Con el valor de la población inicial y actual, se calcula la tasa de crecimiento, utilizando la fórmula de crecimiento geométrico, obteniendo el siguiente resultado:

Tasa de crecimiento geométrico real = 4,57%

4.1.3. Aldea Paraxquín

Para la aldea Paraxquín, el diseñador efectuó el cálculo según los datos existentes en su momento, para los años 1973 y 1981 se reportaron 510 y 700 habitantes respectivamente conforme a los censos levantados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), obtuvo una tasa de crecimiento de 4,04 por ciento anual.

Por otro lado, obtuvo los datos censales del municipio de Tecpán Guatemala, de acuerdo a la información del INE, siendo éstos los siguientes:

| | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------|
| Año 1964: | población rural 14697 | |
| Año 1973: | población rural 18338 | razón 2,49 por ciento |
| Año 1981: | población rural 23587 | razón 3,20 por ciento |

Con la información anterior, calculó la tasa de crecimiento poblacional, que para el área rural del municipio de Tecpán Guatemala, obtuvo un valor de 2,85 por ciento, por lo que el diseñador para efectos de cálculo de la población futura, adoptó el valor de tasa de 2,85 por ciento, de tal forma que utilizando este valor para el cálculo de la población para el 2011 y así compararlo con el censo obtenido en este estudio, se obtiene lo siguiente:

$$P(2011) = 1\ 071 \times (1 + 2,85/100)^{22}$$

$$P(2011) = 1\ 987 \text{ habitantes}$$

Según el censo efectuado en este estudio, el número de habitantes en el 2011 es igual a 3 006 habitantes, lo que indica que el criterio del uso del valor de la tasa de crecimiento no fue correcto, sin embargo, si el proyectista hubiera utilizado el valor de la tasa de 4,04 por ciento anual, la diferencia hubiese sido menor.

Con el valor de la población inicial y actual, se calcula la tasa de crecimiento, utilizando la fórmula de crecimiento geométrico, obteniendo el siguiente resultado:

$$\text{Tasa de crecimiento geométrico real} = 4,80\%$$

4.1.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

En este sector de la aldea de Cojoljuyú, para determinar la población futura el diseñador utilizó el valor de tasa de incremento igual al 2,92 por ciento; para efectuar la comparación que se necesita en este estudio, se calculará con ese valor al año en que se hace este estudio y comparar con el valor del censo obtenido en el mismo.

Por lo tanto los valores para el cálculo de la población son:

| | |
|---------------------|----------------------------------|
| Tasa de crecimiento | = 2,92% |
| Período de diseño | = 10 años |
| Población (2001) | = 125 hab. |
| P (2011) | = $125 \times (1+2,92/100) ^ 10$ |
| P (2011) | = 166 habitantes |

El valor que se obtuvo del censo, es de 182 habitantes, mayor a la proyección del diseñador para este año, el cual es de 166 habitantes.

Con el valor de la población inicial y actual, se calcula la tasa de crecimiento, utilizando la fórmula de crecimiento geométrico, obteniendo el siguiente resultado:

Tasa de crecimiento geométrico real = 3,83%

Se puede observar la importancia de hacer un análisis apegado a la realidad y en el cual se deben considerar todos los factores que inciden en el incremento o decremento de la población de diseño. Uno de los factores que no se consideran en el momento de efectuar la estimación de la población futura, es el considerar el incremento del número de viviendas luego de que el proyecto ha sido construido.

4.2. Análisis de caudales de conducción

Los caudales de conducción, es la cantidad de agua que se transporta desde donde se encuentra en estado natural, hasta un punto que puede ser un tanque de almacenamiento, un reservorio o una planta potabilizadora, mediante un conjunto de ductos y accesorios.

4.2.1. Caudal medio

El caudal medio no es más que el promedio de los consumos diario registrados durante un período de tiempo determinado, pero cuando no se cuenta con esos valores, el consumo medio diario se calcula multiplicando la dotación adoptada, por el número de habitantes que se ha estimado, como población futura, para el final del período de diseño, siendo la fórmula de la siguiente forma:

$$Q_m = (\text{población futura} \times \text{dotación (lts/hab/día)}) / 86\,400 \text{ s/día}$$

En este estudio se determinó el caudal medio, mediante la obtención de valores de los registros obtenidos de consumos diarios y horarios, en la que se sumaron todos los registros calculados de consumos, dividiéndolos dentro del número total de mediciones.

Comparando este valor con el propuesto por el diseñador, valor que depende de la cantidad de habitantes, y para cada uno de los proyectos, se calculó la población al año del estudio, la cual a multiplicarla por la dotación propuesta en el diseño original proporciona un valor actualizado y comparable a la fecha del presente estudio.

La fórmula para determinar el caudal medio a partir de las mediciones efectuadas, se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Caudal medio} = \sum \text{consumos determinados} \div \text{número total de registros}$$

Los resultados de los cálculos efectuados, para determinar los consumos horarios, en las comunidades de Chigonzales, Pacacay, Paraxquín y Chigonzales, se presentan tabulados por cada día en el que se efectuaron las mediciones del caso, en períodos de una hora, datos que se presentan, a continuación:

4.2.1.1. Caserío Chigonzales

Para el caserío Chigonzales se obtuvo según la investigación, un valor de caudal medio de 1,213 litros por segundo y el valor calculado con los parámetros propuestos por el diseñador fue de 0,78 litros por segundo, al año en que se hizo la evaluación.

Tabla XXX. **Consumos diarios y horarios del 10 al 24 de enero del 2011**

| DIA | | 10-Ene | 11-Ene | 12-Ene | 13-Ene | 14-Ene | 15-Ene | 16-Ene | 17-Ene | 18-Ene | 19-Ene | 20-Ene | 21-Ene | 22-Ene | 23-Ene | 24-Ene |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 01:00 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,32 | 0,00 |
| 02:00 | 03:00 | 2,38 | 1,88 | 1,42 | 0,16 | 2,18 | 1,07 | 2,98 | 0,06 | 0,00 | 1,07 | 1,27 | 1,37 | 2,93 | 2,68 | 1,27 |
| 03:00 | 04:00 | 4,45 | 1,52 | 3,54 | 3,34 | 3,34 | 2,23 | 3,24 | 3,84 | 3,14 | 0,21 | 1,47 | 2,93 | 3,89 | 2,28 | 3,29 |
| 04:00 | 05:00 | 3,79 | 1,62 | 3,34 | 3,44 | 1,62 | 1,98 | 2,98 | 3,94 | 4,35 | 1,07 | 1,98 | 3,59 | 4,09 | 1,98 | 3,24 |
| 05:00 | 06:00 | 2,23 | 0,56 | 1,72 | 3,94 | 1,32 | 1,72 | 1,42 | 4,6 | 2,78 | 0,87 | 1,72 | 2,83 | 1,42 | 1,72 | 2,93 |
| 06:00 | 07:00 | 1,72 | 1,62 | 0,97 | 1,47 | 1,42 | 1,47 | 2,03 | 0,97 | 1,47 | 1,62 | 1,47 | 2,23 | 2,03 | 1,47 | 1,52 |
| 07:00 | 08:00 | 1,72 | 1,52 | 1,98 | 1,47 | 1,93 | 2,23 | 1,72 | 1,47 | 1,47 | 1,52 | 2,23 | 1,72 | 1,72 | 2,23 | 1,42 |
| 08:00 | 09:00 | 1,72 | 2,18 | 1,72 | 1,67 | 1,98 | 1,57 | 1,98 | 2,23 | 1,67 | 2,18 | 1,57 | 1,72 | 1,98 | 1,57 | 1,82 |
| 09:00 | 10:00 | 2,23 | 1,77 | 1,62 | 1,77 | 1,98 | 1,67 | 1,72 | 1,62 | 1,77 | 1,77 | 1,67 | 1,88 | 1,72 | 1,67 | 1,93 |
| 10:00 | 11:00 | 1,22 | 1,98 | 1,82 | 2,28 | 2,03 | 1,67 | 1,32 | 1,82 | 2,28 | 1,98 | 1,67 | 1,47 | 1,32 | 1,67 | 1,32 |
| 11:00 | 12:00 | 1,22 | 1,98 | 0,36 | 1,67 | 2,03 | 1,77 | 1,07 | 0,36 | 1,67 | 1,98 | 1,77 | 1,32 | 1,07 | 1,77 | 1,72 |
| 12:00 | 13:00 | 0,97 | 2,13 | 1,07 | 1,82 | 1,72 | 1,98 | 1,02 | 1,07 | 1,82 | 2,13 | 3,44 | 0,97 | 1,02 | 1,93 | 0,97 |
| 13:00 | 14:00 | 1,22 | 1,52 | 0,72 | 1,77 | 1,72 | 1,72 | 0,77 | 0,72 | 1,77 | 1,52 | 1,02 | 1,22 | 0,77 | 1,47 | 1,57 |
| 14:00 | 15:00 | 0,97 | 1,47 | 0,72 | 1,37 | 1,17 | 1,77 | 0,72 | 0,72 | 1,37 | 1,47 | 1,02 | 0,97 | 1,22 | 1,57 | 0,51 |
| 15:00 | 16:00 | 0,21 | 1,98 | 1,22 | 0,67 | 1,37 | 1,72 | 0,92 | 1,22 | 0,67 | 1,98 | 1,72 | 0,21 | 0,51 | 1,72 | 0,41 |
| 16:00 | 17:00 | 0,72 | 1,82 | 1,22 | 0,72 | 0,87 | 1,77 | 0,67 | 1,22 | 0,72 | 1,82 | 1,77 | 0,72 | 0,77 | 1,67 | 0,72 |
| 17:00 | 18:00 | 0,97 | 1,67 | 0,56 | 0,46 | 1,12 | 0,92 | 1,02 | 0,56 | 0,46 | 1,67 | 0,92 | 0,97 | 0,82 | 1,02 | 0,62 |
| 18:00 | 19:00 | 0,46 | 1,52 | 1,12 | 0,21 | 0,72 | 0,87 | 0,72 | 1,22 | 0,21 | 1,52 | 0,87 | 0,46 | 0,62 | 0,87 | 0,77 |
| 19:00 | 20:00 | 0,72 | 1,47 | 1,22 | 0,62 | 0,72 | 0,67 | 0,72 | 1,12 | 0,62 | 1,47 | 0,67 | 0,72 | 0,97 | 0,72 | 0,92 |
| 20:00 | 21:00 | 0,00 | 1,62 | 0,97 | 0,82 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,12 | 0,82 | 1,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 21:00 | 22:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,82 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Consumos diarios y horarios del 25 de enero al 8 de febrero del 2011**

| DIA | | 25-Ene | 26-Ene | 27-Ene | 28-Ene | 29-Ene | 30-Ene | 31-Ene | 01-Feb | 02-Feb | 03-Feb | 04-Feb | 05-Feb | 06-Feb | 07-Feb | 08-Feb |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 01:00 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,27 | 1,98 | 1,37 | 0,00 | 1,37 | 0,00 | 0,00 |
| 02:00 | 03:00 | 1,07 | 2,03 | 0,92 | 0,01 | 3,79 | 3,89 | 1,42 | 0,00 | 1,57 | 1,52 | 2,33 | 3,64 | 2,03 | 2,28 | 2,63 |
| 03:00 | 04:00 | 1,42 | 2,18 | 1,27 | 3,64 | 2,93 | 3,69 | 1,72 | 2,78 | 2,33 | 1,52 | 3,89 | 2,23 | 3,94 | 3,49 | 1,02 |
| 04:00 | 05:00 | 0,62 | 4,19 | 3,49 | 3,99 | 1,98 | 2,28 | 1,88 | 4,24 | 1,27 | 1,82 | 1,67 | 3,24 | 2,73 | 3,09 | 0,87 |
| 05:00 | 06:00 | 2,08 | 2,13 | 3,24 | 2,98 | 1,77 | 1,37 | 2,48 | 2,73 | 1,52 | 1,62 | 2,28 | 2,23 | 2,08 | 2,33 | 0,97 |
| 06:00 | 07:00 | 1,47 | 2,13 | 2,73 | 1,62 | 1,42 | 1,93 | 3,14 | 1,62 | 1,67 | 1,57 | 2,08 | 2,68 | 1,42 | 1,98 | 1,82 |
| 07:00 | 08:00 | 1,67 | 1,37 | 2,58 | 1,37 | 2,28 | 1,77 | 2,48 | 1,82 | 1,62 | 1,62 | 2,83 | 2,13 | 1,93 | 1,72 | 1,77 |
| 08:00 | 09:00 | 1,67 | 1,42 | 1,67 | 1,98 | 1,52 | 1,77 | 2,43 | 1,52 | 1,52 | 1,77 | 2,13 | 2,48 | 1,62 | 1,02 | 2,03 |
| 09:00 | 10:00 | 1,72 | 1,42 | 2,58 | 1,98 | 1,67 | 1,62 | 1,93 | 1,62 | 1,57 | 1,57 | 1,77 | 1,82 | 1,52 | 1,62 | 1,93 |
| 10:00 | 11:00 | 1,77 | 1,67 | 2,53 | 2,03 | 1,82 | 1,37 | 2,93 | 1,82 | 1,32 | 1,62 | 2,48 | 1,37 | 1,67 | 1,47 | 1,77 |
| 11:00 | 12:00 | 1,77 | 1,62 | 1,57 | 2,03 | 1,77 | 1,02 | 0,36 | 2,08 | 1,88 | 1,67 | 0,56 | 1,07 | 1,93 | 2,43 | 1,98 |
| 12:00 | 13:00 | 2,28 | 1,77 | 0,72 | 1,72 | 1,77 | 1,12 | 1,07 | 1,47 | 2,03 | 1,57 | 0,92 | 1,02 | 1,77 | 0,87 | 2,13 |
| 13:00 | 14:00 | 2,53 | 0,46 | 1,82 | 1,07 | 1,82 | 0,67 | 0,72 | 0,67 | 1,67 | 1,77 | 1,37 | 0,82 | 1,52 | 0,97 | 1,52 |
| 14:00 | 15:00 | 1,37 | 0,46 | 1,42 | 0,51 | 1,77 | 0,72 | 0,72 | 0,82 | 1,42 | 0,26 | 1,77 | 0,82 | 1,42 | 1,12 | 1,47 |
| 15:00 | 16:00 | 2,08 | 0,21 | 0,67 | 0,31 | 1,77 | 1,17 | 0,92 | 0,92 | 1,98 | 1,02 | 1,37 | 0,87 | 1,77 | 1,02 | 1,98 |
| 16:00 | 17:00 | 1,47 | 0,26 | 0,72 | 0,31 | 1,62 | 0,67 | 0,92 | 0,82 | 1,93 | 0,92 | 0,77 | 0,87 | 1,62 | 0,87 | 1,82 |
| 17:00 | 18:00 | 2,18 | 0,97 | 0,46 | 0,21 | 1,02 | 1,02 | 0,92 | 0,62 | 1,72 | 0,72 | 0,92 | 0,36 | 0,67 | 1,17 | 2,03 |
| 18:00 | 19:00 | 1,47 | 0,97 | 0,21 | 0,72 | 0,77 | 0,67 | 1,02 | 0,41 | 1,47 | 1,07 | 0,51 | 0,06 | 0,21 | 0,26 | 0,41 |
| 19:00 | 20:00 | 1,57 | 1,47 | 0,62 | 0,00 | 0,21 | 0,77 | 1,02 | 0,87 | 0,82 | 0,46 | 0,41 | 0,06 | 0,21 | 0,51 | 0,67 |
| 20:00 | 21:00 | 0,97 | 0,72 | 0,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 21:00 | 22:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.2. Aldea Pacacay

Para la aldea Pacacay el valor del caudal medio es, solo del sistema de Patup, que fue el que se analizó en este estudio 1,115 litros por segundo y el valor calculado con los parámetros propuestos por el diseñador fue de 0,86 litros por segundo, al año en que se hizo la evaluación.

Tabla XXXII. **Consumos diarios y horarios del 14 al 28 de febrero del 2011**

| DIA | | 14-Feb | 15-Feb | 16-Feb | 17-Feb | 18-Feb | 19-Feb | 20-Feb | 21-Feb | 22-Feb | 23-Feb | 24-Feb | 25-Feb | 26-Feb | 27-Feb | 28-Feb |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 01:00 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 02:00 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,72 | 0,00 | 0,00 |
| 03:00 | 04:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,72 | 1,83 | 0,00 | 1,61 | 1,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 04:00 | 05:00 | 0,25 | 2,17 | 2,06 | 0,15 | 1,78 | 0,00 | 0,00 | 1,83 | 1,83 | 1,78 | 1,72 | 1,89 | 0,09 | 1,61 | 0,00 |
| 05:00 | 06:00 | 2,00 | 1,56 | 2,11 | 1,78 | 2,11 | 1,78 | 1,78 | 1,72 | 1,67 | 2,33 | 2,00 | 1,72 | 1,67 | 1,72 | 1,72 |
| 06:00 | 07:00 | 1,83 | 2,44 | 1,39 | 2,11 | 1,83 | 1,67 | 1,83 | 1,61 | 2,33 | 1,44 | 1,83 | 1,78 | 1,83 | 1,83 | 1,83 |
| 07:00 | 08:00 | 2,28 | 1,56 | 2,39 | 2,44 | 3,06 | 1,61 | 2,56 | 2,56 | 1,61 | 2,33 | 2,83 | 1,94 | 1,61 | 2,78 | 2,28 |
| 08:00 | 09:00 | 2,44 | 2,00 | 2,11 | 2,11 | 1,78 | 1,72 | 2,28 | 2,00 | 1,94 | 2,22 | 2,06 | 2,22 | 1,72 | 2,11 | 2,33 |
| 09:00 | 10:00 | 1,83 | 1,89 | 2,11 | 1,83 | 1,44 | 1,56 | 2,72 | 1,72 | 1,94 | 2,11 | 1,44 | 1,89 | 1,61 | 2,33 | 1,89 |
| 10:00 | 11:00 | 1,78 | 2,06 | 1,78 | 1,33 | 1,61 | 1,56 | 2,17 | 1,33 | 2,00 | 1,72 | 1,89 | 1,94 | 1,78 | 2,17 | 1,83 |
| 11:00 | 12:00 | 1,83 | 1,89 | 0,83 | 1,11 | 1,17 | 2,00 | 1,83 | 1,11 | 2,00 | 0,83 | 0,89 | 1,61 | 1,61 | 1,94 | 1,72 |
| 12:00 | 13:00 | 1,78 | 1,67 | 0,67 | 1,78 | 1,22 | 1,83 | 1,33 | 1,83 | 1,56 | 0,72 | 1,22 | 1,11 | 1,94 | 1,72 | 1,83 |
| 13:00 | 14:00 | 1,72 | 1,67 | 1,5 | 1,22 | 1,22 | 2,00 | 1,33 | 1,11 | 1,78 | 1,44 | 1,5 | 1,00 | 1,89 | 1,22 | 1,72 |
| 14:00 | 15:00 | 1,67 | 1,22 | 1,39 | 1,22 | 0,94 | 0,67 | 1,06 | 1,22 | 1,11 | 1,39 | 0,67 | 0,89 | 0,78 | 1,11 | 1,61 |
| 15:00 | 16:00 | 1,56 | 1,22 | 1,83 | 1,44 | 0,94 | 1,83 | 1,22 | 1,44 | 1,28 | 1,33 | 0,94 | 1,39 | 1,72 | 1,17 | 1,56 |
| 16:00 | 17:00 | 1,44 | 1,28 | 1,56 | 2,11 | 0,94 | 2,00 | 1,22 | 1,28 | 1,22 | 1,33 | 1,22 | 1,22 | 2,11 | 1,06 | 1,56 |
| 17:00 | 18:00 | 1,72 | 1,17 | 1,17 | 1,78 | 1,39 | 0,83 | 0,94 | 1,17 | 1,22 | 1,33 | 1,11 | 1,00 | 1,17 | 0,89 | 1,78 |
| 18:00 | 19:00 | 1,39 | 0,83 | 1,17 | 1,11 | 1,17 | 1,11 | 0,83 | 1,28 | 1,00 | 1,00 | 1,17 | 1,17 | 0,78 | 1,06 | 1,06 |
| 19:00 | 20:00 | 1,11 | 0,33 | 0,61 | 0,67 | 1,39 | 1,28 | 0,78 | 1,39 | 0,06 | 1,33 | 1,67 | 1,22 | 0,94 | 0,72 | 1,11 |
| 20:00 | 21:00 | 0,45 | 0,56 | 1,11 | 0,72 | 0,69 | 0,94 | 0,39 | 1,22 | 0,89 | 1,17 | 1,33 | 1,06 | 1,33 | 0,5 | 0,95 |
| 21:00 | 22:00 | 0,18 | 0,38 | 1,22 | 0,72 | 0,5 | 1,11 | 1,22 | 0,94 | 1,22 | 1,17 | 1,39 | 0,82 | 1,00 | 1,06 | 0,25 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Consumos diarios y horarios del 29 de febrero al 14 de marzo del 2011**

| DIA | | 29-Feb | 01-Mar | 02-Mar | 03-Mar | 04-Mar | 05-Mar | 06-Mar | 07-Mar | 08-Mar | 09-Mar | 10-Mar | 11-Mar | 12-Mar | 13-Mar | 14-Mar |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 01:00 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 02:00 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 03:00 | 04:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 04:00 | 05:00 | 2,11 | 1,89 | 1,67 | 1,67 | 1,5 | 1,5 | 1,78 | 1,83 | 1,72 | 1,56 | 1,89 | 1,89 | 1,67 | 1,5 | 2,06 |
| 05:00 | 06:00 | 1,72 | 2,22 | 1,67 | 2,22 | 2,72 | 1,78 | 1,72 | 1,67 | 2,44 | 1,78 | 1,72 | 1,72 | 1,94 | 2,00 | 1,56 |
| 06:00 | 07:00 | 2,17 | 1,61 | 1,72 | 1,94 | 1,67 | 1,83 | 1,61 | 2,33 | 1,39 | 2,06 | 1,78 | 1,56 | 2,39 | 1,78 | 2,44 |
| 07:00 | 08:00 | 1,61 | 2,28 | 2,39 | 2,94 | 1,22 | 2,56 | 2,56 | 1,61 | 2,44 | 2,5 | 1,94 | 1,17 | 1,94 | 2,28 | 1,56 |
| 08:00 | 09:00 | 2,06 | 2,06 | 2,11 | 1,94 | 1,33 | 2,28 | 2,00 | 1,94 | 2,00 | 2,22 | 2,22 | 1,72 | 2,17 | 2,44 | 2,00 |
| 09:00 | 10:00 | 1,89 | 2,06 | 1,83 | 1,17 | 1,44 | 2,72 | 1,72 | 1,94 | 2,33 | 1,67 | 1,89 | 1,78 | 2,17 | 1,83 | 1,89 |
| 10:00 | 11:00 | 2,11 | 1,89 | 1,33 | 1,67 | 1,67 | 2,17 | 1,11 | 2,00 | 1,72 | 2,00 | 1,94 | 1,61 | 2,17 | 1,78 | 2,06 |
| 11:00 | 12:00 | 1,83 | 0,72 | 1,06 | 1,28 | 1,72 | 1,83 | 1,11 | 2,00 | 0,78 | 1,22 | 1,61 | 1,72 | 1,83 | 1,83 | 1,78 |
| 12:00 | 13:00 | 1,67 | 0,72 | 1,83 | 1,22 | 1,83 | 1,33 | 1,83 | 1,56 | 0,56 | 0,61 | 1,11 | 1,94 | 1,78 | 1,78 | 1,78 |
| 13:00 | 14:00 | 1,61 | 1,39 | 1,17 | 1,11 | 1,83 | 1,33 | 1,11 | 1,78 | 1,39 | 1,28 | 1,00 | 1,83 | 1,11 | 1,72 | 1,61 |
| 14:00 | 15:00 | 1,11 | 1,39 | 1,33 | 0,94 | 0,67 | 1,06 | 1,22 | 1,11 | 1,44 | 0,72 | 0,89 | 0,89 | 1,28 | 1,67 | 1,28 |
| 15:00 | 16:00 | 1,06 | 2,11 | 1,39 | 1,06 | 1,39 | 1,22 | 1,44 | 1,28 | 1,44 | 0,83 | 1,39 | 1,56 | 1,22 | 1,56 | 1,22 |
| 16:00 | 17:00 | 1,44 | 1,39 | 2,11 | 1,00 | 2,44 | 1,22 | 1,28 | 1,22 | 1,78 | 1,56 | 1,22 | 2,28 | 0,89 | 1,44 | 1,28 |
| 17:00 | 18:00 | 1,22 | 0,89 | 1,28 | 1,22 | 0,94 | 0,94 | 1,17 | 1,22 | 1,28 | 1,33 | 1,00 | 1,33 | 1,39 | 1,72 | 1,17 |
| 18:00 | 19:00 | 0,89 | 1,5 | 1,67 | 1,11 | 1,00 | 0,83 | 1,44 | 1,00 | 0,44 | 1,11 | 1,17 | 0,94 | 1,22 | 1,39 | 0,83 |
| 19:00 | 20:00 | 0,22 | 0,83 | 0,67 | 1,5 | 1,17 | 0,78 | 1,28 | 0,06 | 1,28 | 1,44 | 1,22 | 1,06 | 0,06 | 1,11 | 0,33 |
| 20:00 | 21:00 | 0,67 | 0,89 | 0,67 | 0,35 | 1,11 | 0,39 | 0,78 | 0,89 | 1,06 | 1,28 | 1,06 | 1,17 | 0,89 | 0,25 | 0,67 |
| 21:00 | 22:00 | 1,5 | 1,17 | 0,78 | 0,15 | 1,33 | 1,22 | 1,44 | 1,22 | 1,5 | 1,5 | 0,17 | 0,56 | 0,89 | 0,39 | 0,28 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.3. Aldea Paraxquín

Para el caserío Paraxquín, se obtuvo según la investigación un valor de caudal medio de 3,595 litros por segundo y el valor calculado con los parámetros propuestos por el diseñador fue de 2,30 litros por segundo, al año en que se hizo la evaluación.

Tabla XXXIV. **Consumos diarios y horarios del 21 de marzo al 4 de abril del 2011**

| DÍA | | 21-Mar | 22-Mar | 23-Mar | 24-Mar | 25-Mar | 26-Mar | 27-Mar | 28-Mar | 29-Mar | 30-Mar | 31-Mar | 01-Abr | 02-Abr | 03-Abr | 04-Abr |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 01:00 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 02:00 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 03:00 | 04:00 | 0,25 | 0,1 | 0,03 | 0,57 | 0,12 | 0,26 | 0,28 | 0,18 | 0,07 | 0,16 | 0,06 | 0,14 | 0,23 | 0,16 | 0,22 |
| 04:00 | 05:00 | 0,38 | 0,62 | 0,17 | 1,17 | 0,45 | 0,82 | 0,65 | 0,69 | 0,85 | 0,74 | 0,71 | 0,58 | 0,6 | 0,5 | 0,35 |
| 05:00 | 06:00 | 1,75 | 1,45 | 1,05 | 3,41 | 0,95 | 1,6 | 1,51 | 1,7 | 1,9 | 1,67 | 1,44 | 1,33 | 1,29 | 1,05 | 1,65 |
| 06:00 | 07:00 | 4,1 | 3,69 | 2,05 | 4,62 | 1,95 | 3,75 | 2,9 | 3,25 | 3,5 | 3,31 | 2,75 | 2,85 | 2,94 | 2,45 | 4,09 |
| 07:00 | 08:00 | 7,68 | 6,53 | 6,34 | 5,96 | 6,34 | 6,25 | 6,25 | 6,05 | 6,25 | 6,91 | 8,44 | 6,91 | 6,34 | 7,2 | 6,44 |
| 08:00 | 09:00 | 6,44 | 6,44 | 6,34 | 6,34 | 6,34 | 6,25 | 6,34 | 6,34 | 6,34 | 6,44 | 7,11 | 7,39 | 7,01 | 7,39 | 6,25 |
| 09:00 | 10:00 | 7,97 | 6,44 | 6,53 | 6,53 | 6,44 | 6,25 | 6,53 | 6,53 | 6,82 | 7,97 | 6,05 | 6,82 | 7,39 | 6,44 | 6,72 |
| 10:00 | 11:00 | 6,25 | 6,63 | 6,34 | 6,34 | 6,34 | 6,25 | 6,34 | 7,87 | 6,05 | 6,25 | 6,82 | 6,91 | 6,72 | 5,77 | 7,3 |
| 11:00 | 12:00 | 5,00 | 6,15 | 6,25 | 6,25 | 6,44 | 6,15 | 6,15 | 5,67 | 6,15 | 5,00 | 5,1 | 6,34 | 5,77 | 5,77 | 6,25 |
| 12:00 | 13:00 | 7,2 | 5,77 | 5,86 | 5,86 | 5,39 | 6,44 | 5,67 | 5,29 | 5,67 | 7,11 | 5,67 | 5,48 | 5,86 | 5,67 | 6,63 |
| 13:00 | 14:00 | 6,63 | 6,34 | 6,34 | 6,34 | 6,05 | 6,15 | 6,05 | 6,05 | 6,05 | 5,86 | 5,86 | 5,29 | 5,77 | 5,86 | 6,34 |
| 14:00 | 15:00 | 6,15 | 5,96 | 5,39 | 5,58 | 6,05 | 6,72 | 6,05 | 5,86 | 6,05 | 5,67 | 4,81 | 5,1 | 5,39 | 5,77 | 5,48 |
| 15:00 | 16:00 | 6,63 | 6,05 | 5,86 | 5,67 | 6,34 | 5,29 | 5,96 | 5,48 | 5,77 | 5,48 | 5,00 | 5,96 | 5,39 | 5,86 | 5,96 |
| 16:00 | 17:00 | 5,96 | 5,96 | 5,86 | 5,86 | 5,86 | 5,77 | 5,96 | 5,86 | 5,77 | 5,67 | 5,77 | 5,58 | 5,77 | 5,77 | 5,58 |
| 17:00 | 18:00 | 4,91 | 5,86 | 5,96 | 5,96 | 5,96 | 5,67 | 5,67 | 5,77 | 5,86 | 5,77 | 5,67 | 5,77 | 6,15 | 5,96 | 5,48 |
| 18:00 | 19:00 | 6,15 | 6,15 | 4,92 | 5,07 | 5,67 | 5,21 | 4,5 | 5,03 | 5,96 | 6,15 | 6,15 | 5,86 | 4,75 | 4,32 | 5,28 |
| 19:00 | 20:00 | 3,1 | 4,72 | 3,45 | 3,88 | 4,86 | 4,1 | 3,15 | 2,25 | 5,24 | 5,18 | 6,15 | 5,96 | 3,12 | 2,66 | 3,09 |
| 20:00 | 21:00 | 2,6 | 3,1 | 1,85 | 1,55 | 2,19 | 2,8 | 1,8 | 0,75 | 4,43 | 3,92 | 5,03 | 4,25 | 1,68 | 2,02 | 2,58 |
| 21:00 | 22:00 | 1,2 | 1,75 | 0,92 | 0,75 | 1,35 | 0,95 | 0,6 | 0,32 | 2,51 | 1,71 | 2,35 | 1,42 | 0,36 | 1,29 | 1,18 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Consumos diarios y horarios del 5 al 19 de abril del 2011**

| DIA | | 05-Abr | 06-Abr | 07-Abr | 08-Abr | 09-Abr | 10-Abr | 11-Abr | 12-Abr | 13-Abr | 14-Abr | 15-Abr | 16-Abr | 17-Abr | 18-Abr | 19-Abr |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 01:00 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 02:00 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 03:00 | 04:00 | 0,1 | 0,03 | 0,45 | 0,12 | 0,23 | 0,18 | 0,16 | 0,06 | 0,16 | 0,05 | 0,12 | 0,21 | 0,12 | 0,23 | 0,08 |
| 04:00 | 05:00 | 0,58 | 0,15 | 1,02 | 0,35 | 0,79 | 0,45 | 0,59 | 0,81 | 0,74 | 0,7 | 0,57 | 0,46 | 0,5 | 0,35 | 0,6 |
| 05:00 | 06:00 | 1,43 | 0,98 | 3,35 | 0,9 | 1,58 | 1,35 | 1,68 | 1,85 | 1,65 | 1,33 | 1,28 | 1,16 | 1,05 | 1,62 | 1,4 |
| 06:00 | 07:00 | 3,71 | 2,01 | 4,55 | 2,25 | 3,69 | 3,01 | 3,19 | 3,75 | 3,31 | 2,8 | 2,79 | 3,01 | 2,38 | 3,85 | 3,72 |
| 07:00 | 08:00 | 6,63 | 6,34 | 5,96 | 6,15 | 6,44 | 6,25 | 6,05 | 6,53 | 6,53 | 8,25 | 6,91 | 6,34 | 7,2 | 6,44 | 5,96 |
| 08:00 | 09:00 | 6,34 | 6,44 | 6,44 | 6,44 | 6,25 | 6,34 | 6,63 | 6,34 | 6,44 | 7,3 | 7,39 | 7,01 | 7,39 | 6,25 | 6,34 |
| 09:00 | 10:00 | 6,44 | 6,44 | 6,44 | 6,34 | 6,25 | 6,44 | 6,25 | 6,82 | 6,72 | 2,9 | 6,82 | 7,39 | 6,44 | 6,15 | 6,72 |
| 10:00 | 11:00 | 6,63 | 6,34 | 6,34 | 6,25 | 6,44 | 6,53 | 7,77 | 6,05 | 7,3 | 9,59 | 6,91 | 6,72 | 5,77 | 6,34 | 6,25 |
| 11:00 | 12:00 | 6,15 | 6,25 | 6,34 | 6,34 | 5,96 | 5,96 | 5,96 | 6,15 | 5,19 | 5,1 | 6,34 | 5,77 | 5,58 | 6,15 | 6,15 |
| 12:00 | 13:00 | 5,77 | 5,86 | 5,77 | 5,58 | 6,44 | 5,77 | 5,1 | 5,67 | 7,01 | 5,96 | 5,48 | 5,86 | 5,67 | 6,25 | 5,96 |
| 13:00 | 14:00 | 6,34 | 6,05 | 6,25 | 6,05 | 6,34 | 6,05 | 5,86 | 6,05 | 5,77 | 5,96 | 5,29 | 5,58 | 6,05 | 6,15 | 5,96 |
| 14:00 | 15:00 | 5,96 | 5,58 | 5,67 | 6,05 | 6,53 | 6,05 | 5,67 | 5,67 | 5,77 | 4,72 | 5,1 | 5,58 | 5,77 | 6,72 | 6,05 |
| 15:00 | 16:00 | 6,05 | 5,96 | 5,67 | 6,34 | 5,1 | 5,96 | 6,05 | 5,48 | 5,86 | 4,91 | 5,96 | 5,39 | 5,86 | 5,39 | 5,86 |
| 16:00 | 17:00 | 5,96 | 6,05 | 5,86 | 5,86 | 5,96 | 6,05 | 5,67 | 5,96 | 5,77 | 5,96 | 5,39 | 5,77 | 5,77 | 5,96 | 5,86 |
| 17:00 | 18:00 | 5,96 | 5,77 | 5,96 | 5,96 | 5,67 | 5,58 | 5,77 | 6,15 | 5,39 | 5,48 | 5,77 | 6,05 | 5,86 | 5,48 | 5,77 |
| 18:00 | 19:00 | 5,25 | 5,1 | 4,97 | 5,3 | 4,85 | 4,35 | 4,99 | 5,94 | 6,16 | 6,1 | 5,98 | 4,28 | 4,45 | 5,38 | 5,9 |
| 19:00 | 20:00 | 4,71 | 3,44 | 3,87 | 4,87 | 4,09 | 3,16 | 2,24 | 5,23 | 5,17 | 6,14 | 5,85 | 3,11 | 2,65 | 3,09 | 4,71 |
| 20:00 | 21:00 | 3,08 | 1,83 | 1,54 | 2,17 | 2,78 | 1,78 | 0,73 | 4,41 | 3,91 | 5,01 | 4,23 | 1,66 | 2,01 | 2,59 | 3,08 |
| 21:00 | 22:00 | 1,73 | 0,91 | 0,73 | 1,35 | 0,93 | 0,58 | 0,31 | 2,35 | 1,65 | 2,28 | 1,4 | 0,28 | 1,1 | 1,2 | 1,6 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Para el sector sur de la aldea Cojoljuyú, se obtuvo según la investigación, un valor de caudal medio de 0,187 litros por segundo y el valor calculado con los parámetros propuestos por el diseñador fue de 0,27 litros por segundo, al año en que se hizo la evaluación.

Tabla XXXVI. Consumos diarios y horarios del 25 de abril al 9 de mayo del 2011

| DÍA | | 25-Abr | 26-Abr | 27-Abr | 28-Abr | 29-Abr | 30-Abr | 01-May | 02-May | 03-May | 04-May | 05-May | 06-May | 07-May | 08-May | 09-May |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 01:00 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 |
| 02:00 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 03:00 | 04:00 | 0,29 | 0,00 | 0,36 | 0,33 | 0,26 | 0,36 | 0,58 | 0,35 | 0,00 | 0,45 | 0,22 | 0,71 | 0,00 | 0,36 | 0,28 |
| 04:00 | 05:00 | 0,22 | 0,43 | 0,57 | 0,68 | 0,36 | 0,71 | 0,58 | 0,78 | 0,61 | 0,78 | 0,72 | 0,68 | 0,36 | 0,57 | 0,62 |
| 05:00 | 06:00 | 0,73 | 0,36 | 0,69 | 0,36 | 0,28 | 0,1 | 0,28 | 0,33 | 0,31 | 0,29 | 0,12 | 0,71 | 0,4 | 0,28 | 0,31 |
| 06:00 | 07:00 | 0,28 | 0,36 | 0,4 | 0,36 | 0,22 | 0,02 | 0,26 | 0,4 | 0,24 | 0,28 | 0,12 | 0,22 | 0,00 | 0,43 | 0,24 |
| 07:00 | 08:00 | 0,02 | 0,54 | 0,36 | 0,19 | 0,42 | 0,02 | 0,36 | 0,22 | 0,33 | 0,05 | 0,66 | 0,38 | 0,69 | 0,36 | 0,33 |
| 08:00 | 09:00 | 0,28 | 0,19 | 0,1 | 0,36 | 0,35 | 0,1 | 0,29 | 0,33 | 0,43 | 0,28 | 0,73 | 0,09 | 0,59 | 0,29 | 0,43 |
| 09:00 | 10:00 | 0,28 | 0,28 | 0,45 | 0,36 | 0,28 | 0,1 | 0,36 | 0,24 | 0,19 | 0,28 | 0,26 | 0,38 | 0,52 | 0,36 | 0,19 |
| 10:00 | 11:00 | 0,36 | 0,45 | 0,19 | 0,1 | 0,29 | 0,28 | 0,35 | 0,29 | 0,36 | 0,31 | 0,29 | 0,22 | 0,43 | 0,35 | 0,36 |
| 11:00 | 12:00 | 0,36 | 0,19 | 0,19 | 0,45 | 0,36 | 0,28 | 0,33 | 0,33 | 0,28 | 0,33 | 0,28 | 0,1 | 0,22 | 0,33 | 0,28 |
| 12:00 | 13:00 | 0,36 | 0,36 | 0,1 | 0,1 | 0,36 | 0,28 | 0,42 | 0,24 | 0,31 | 0,33 | 0,14 | 0,12 | 0,24 | 0,24 | 0,31 |
| 13:00 | 14:00 | 0,36 | 0,36 | 0,1 | 0,19 | 0,36 | 0,28 | 0,36 | 0,14 | 0,5 | 0,35 | 0,07 | 0,17 | 0,00 | 0,36 | 0,5 |
| 14:00 | 15:00 | 0,54 | 0,36 | 0,02 | 0,28 | 0,12 | 0,14 | 0,31 | 0,07 | 0,1 | 0,5 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,31 | 0,1 |
| 15:00 | 16:00 | 0,28 | 0,28 | 0,02 | 0,36 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,43 | 0,19 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,1 | 0,16 | 0,19 |
| 16:00 | 17:00 | 0,1 | 0,36 | 0,19 | 0,1 | 0,12 | 0,1 | 0,29 | 0,19 | 0,09 | 0,09 | 0,05 | 0,16 | 0,05 | 0,29 | 0,02 |
| 17:00 | 18:00 | 0,02 | 0,28 | 0,28 | 0,1 | 0,14 | 0,19 | 0,02 | 0,12 | 0,21 | 0,05 | 0,05 | 0,36 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| 18:00 | 19:00 | 0,1 | 0,1 | 0,28 | 0,1 | 0,05 | 0,19 | 0,03 | 0,12 | 0,02 | 0,17 | 0,05 | 0,26 | 0,12 | 0,03 | 0,14 |
| 19:00 | 20:00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,16 | 0,07 | 0,19 | 0,05 | 0,12 | 0,02 | 0,1 | 0,05 | 0,31 | 0,07 | 0,05 | 0,05 |
| 20:00 | 21:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 21:00 | 22:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Consumos diarios y horarios del 10 de mayo al 24 de mayo del 2011**

| DÍA | | 10-May | 11-May | 12-May | 13-May | 14-May | 15-May | 16-May | 17-May | 18-May | 19-May | 20-May | 21-May | 22-May | 23-May | 24-May |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 01:00 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 02:00 | 03:00 | 0,00 | 0,05 | 0,62 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,1 | 0,00 |
| 03:00 | 04:00 | 0,28 | 0,47 | 0,61 | 0,00 | 0,75 | 0,09 | 0,02 | 0,43 | 0,00 | 0,07 | 0,33 | 0,26 | 0,35 | 0,33 | 0,19 |
| 04:00 | 05:00 | 0,62 | 0,66 | 0,68 | 0,22 | 0,69 | 0,75 | 0,24 | 0,5 | 0,24 | 0,35 | 0,76 | 0,72 | 0,59 | 0,71 | 0,28 |
| 05:00 | 06:00 | 0,5 | 0,29 | 0,66 | 0,24 | 0,49 | 0,29 | 0,68 | 0,61 | 0,26 | 0,28 | 0,42 | 0,1 | 0,38 | 0,4 | 0,29 |
| 06:00 | 07:00 | 0,05 | 0,29 | 0,45 | 0,36 | 0,38 | 0,28 | 0,31 | 0,29 | 0,31 | 0,26 | 0,31 | 0,14 | 0,36 | 0,52 | 0,22 |
| 07:00 | 08:00 | 0,59 | 0,29 | 0,36 | 0,4 | 0,4 | 0,05 | 0,14 | 0,43 | 0,31 | 0,36 | 0,22 | 0,69 | 0,09 | 0,33 | 0,02 |
| 08:00 | 09:00 | 0,57 | 0,1 | 0,1 | 0,29 | 0,07 | 0,28 | 0,26 | 0,28 | 0,26 | 0,29 | 0,33 | 0,61 | 0,4 | 0,22 | 0,1 |
| 09:00 | 10:00 | 0,52 | 0,00 | 0,49 | 0,36 | 0,49 | 0,28 | 0,26 | 0,31 | 0,35 | 0,36 | 0,36 | 0,33 | 0,24 | 0,29 | 0,1 |
| 10:00 | 11:00 | 0,45 | 0,5 | 0,21 | 0,33 | 0,21 | 0,31 | 0,28 | 0,26 | 0,29 | 0,35 | 0,14 | 0,29 | 0,35 | 0,26 | 0,28 |
| 11:00 | 12:00 | 0,26 | 0,31 | 0,16 | 0,35 | 0,16 | 0,33 | 0,35 | 0,14 | 0,31 | 0,33 | 0,42 | 0,31 | 0,35 | 0,29 | 0,28 |
| 12:00 | 13:00 | 0,24 | 0,1 | 0,12 | 0,24 | 0,12 | 0,33 | 0,45 | 0,17 | 0,22 | 0,42 | 0,14 | 0,14 | 0,33 | 0,24 | 0,28 |
| 13:00 | 14:00 | 0,00 | 0,09 | 0,07 | 0,38 | 0,1 | 0,35 | 0,35 | 0,17 | 0,29 | 0,36 | 0,16 | 0,09 | 0,33 | 0,14 | 0,28 |
| 14:00 | 15:00 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,29 | 0,07 | 0,5 | 0,55 | 0,16 | 0,28 | 0,31 | 0,35 | 0,00 | 0,14 | 0,1 | 0,14 |
| 15:00 | 16:00 | 0,03 | 0,05 | 0,00 | 0,16 | 0,02 | 0,36 | 0,28 | 0,14 | 0,35 | 0,16 | 0,29 | 0,03 | 0,17 | 0,4 | 0,14 |
| 16:00 | 17:00 | 0,03 | 0,00 | 0,1 | 0,29 | 0,09 | 0,09 | 0,14 | 0,09 | 0,26 | 0,00 | 0,1 | 0,28 | 0,07 | 0,28 | 0,12 |
| 17:00 | 18:00 | 0,07 | 0,12 | 0,31 | 0,02 | 0,26 | 0,00 | 0,02 | 0,09 | 0,33 | 0,24 | 0,17 | 0,00 | 0,28 | 0,07 | 0,28 |
| 18:00 | 19:00 | 0,12 | 0,17 | 0,55 | 0,03 | 0,21 | 0,16 | 0,28 | 0,28 | 0,29 | 0,03 | 0,09 | 0,00 | 0,03 | 0,09 | 0,05 |
| 19:00 | 20:00 | 0,03 | 0,1 | 0,1 | 0,07 | 0,21 | 0,14 | 0,07 | 0,21 | 0,16 | 0,05 | 0,14 | 0,1 | 0,00 | 0,12 | 0,1 |
| 20:00 | 21:00 | 0,03 | 0,09 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 21:00 | 22:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 22:00 | 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 23:00 | 00:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Dotación

Es el consumo diario de agua, que sirve para calcular los caudales de diseño.

El consumo de agua, es función de una serie de factores inherentes a la comunidad que se abastece y puede variar de una a otra, así como podrá variar de un sector de distribución a otro, en una misma comunidad.

Los principales factores que influyen el consumo de agua en una comunidad, pueden ser así resumidos: clima, nivel de vida de la población, costumbres de la población, sistema de abastecimiento, calidad del agua suministrada, costo del agua (tarifa), presión en la red de distribución, existencia de medidores de consumo, consumo para uso comercial, consumo para uso agrícola, pérdidas en el sistema y otros factores.

Es oportuno hacer énfasis en que la forma de abastecimiento de agua ejerce notable influencia en el consumo total de una comunidad, pues en las comunidades donde el consumo es medido por medio de contadores, se constata que el mismo es sensiblemente menor en relación a aquellas comunidades donde no existen contadores para efectuar la medición.

Por tal motivo, es conveniente realizar el análisis correspondiente para determinar la dotación real con que son abastecidas las comunidades en este estudio, para lo cual se utilizará la siguiente fórmula para determinar el caudal medio.

$$\text{Caudal medio} = \text{Dotación} \times \text{Población}$$

En donde:

Caudal medio tiene las dimensionales en litros/segundo

Dotación sus dimensionales son litros/habitantes/día

Por lo que:

$$\text{Dotación} = \text{Caudal medio} / \text{población}$$

4.2.2.1. Caserío Chingonzales

En el diseño del estudio inicial del caserío Chingonzales, se propuso un valor de dotación de 70 litros por habitante por día, el cual será comparado con el valor que se calcula, en base a los valores obtenidos en la presente investigación.

El cálculo de la dotación se realiza con:

- Caudal medio de la investigación = 1,213 l/s
- Población actual(2011) = 1134 hab.

$$\text{Dotación} = ((1,213 \text{ litros/seg}) / (1134 \text{ habitantes})) \times 86\,400 \text{ s} / \text{día}$$

$$\text{Dotación} = 92,42 \text{ litros /habitantes/día}$$

Al comparar los valores, se observa que el consumo por habitante por día, es mayor al propuesto en el diseño efectuado, situación que provocará que la vida útil del proyecto se disminuya, por la costumbre de utilizar mayor cantidad de agua por parte de la comunidad.

4.2.2.2. Aldea Pacacay

En el diseño del estudio inicial de la aldea Pacacay, se propuso un valor de dotación de 90 litros por habitante por día, el cual será comparado con el valor que se calcula, en base a los valores obtenidos en la presente investigación.

El cálculo de la dotación se realiza con:

- Caudal medio de la investigación = 1,115 l/s

- Población actual(2011) = 894 hab.

Del cálculo se obtendrá que la dotación sea de 107,76 litros por habitante por día, la cual es mayor a la propuesta por el diseñador. En este proyecto se puede evidenciar que en estos momentos el consumo es mayor por la población, situación que se da cuando no existe control del consumo por habitante, para lo cual se evidencia la necesidad de usar medidores de consumo.

4.2.2.3. Aldea Paraxquín

En el diseño del estudio inicial de la aldea Paraxquín, se propuso un valor de dotación de 100 litros por habitante por día, el cual será comparado con el valor que se calcula, en base a los valores obtenidos en la presente investigación.

El cálculo de la dotación se realiza con:

- Caudal medio de la investigación = 3,595 l/s
- Población actual (2011) = 3,006 hab

Del cálculo se obtendrá que la dotación sea de 103,33 litros por habitante por día, la cual es ligeramente mayor a la propuesta por el diseñador en el estudio inicial. Por lo tanto esto indica que el consumo por habitante por día es mayor al calculado en el diseño efectuado.

4.2.2.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

En el diseño del estudio inicial del sector sur de la aldea Cojoljuyú, se propuso un valor de dotación de 90 litros por habitante por día, el cual será comparado con el valor que se calcula, en base a los valores obtenidos en la presente investigación.

El cálculo de la dotación se realiza con:

- Caudal medio de la investigación = 0,187l/s
- Población actual (2011) = 182 hab

Del cálculo se obtendrá que la dotación sea de 88,77 litros por habitante por día la cual es ligeramente menor a la propuesta por el diseñador.

4.2.3. El factor de máximo consumo diario

El factor de máximo consumo diario, es el porcentaje que se incrementa el caudal medio, con el fin de proveer los consumos máximos que se dan en el transcurso de un día, y de tal forma se logra incrementar la capacidad de transporte de la tubería, para lograr un abastecimiento seguro en cantidad, de manera que cubra la demanda diaria de la población.

Para fines de este estudio, el factor de máximo consumo diario, se efectuó determinando el máximo consumo promedio en un día, dividiéndolo entre el caudal medio determinado en este estudio, por lo que a continuación se calcula dicho factor para cada una de las comunidades analizadas.

Factor máximo consumo diario = consumo promedio máximo en un día
caudal medio de la investigación

4.2.3.1. Caserío Chingonzales

Para el caserío Chingonzales, el mayor consumo diario promedio que se registró, fue de 1,378 litros por segundo, el 8 de febrero del 2011. Por lo que se procedió a determinar el factor de día máximo, con los siguientes valores:

Caudal medio de la investigación = 1,213 l/s

Caudal máximo diario = 1,378 l/s

Aplicando la fórmula, se obtiene que el factor de día máximo es igual a 1,14, valor que resulta menor al propuesto por el diseñador de 1,2 en su diseño.

4.2.3.2. Aldea Pacacay

Para la aldea Pacacay, el mayor consumo diario promedio que se registró, fue de 1,222 litros por segundo, el 25 de febrero del 2011. Por lo que se procedió a determinar el factor de día máximo, con los siguientes valores:

Caudal medio de la investigación = 1,115 l/s

Caudal máximo diario = 1,222 l/s

Aplicando la fórmula se obtiene que el factor de día máximo es igual a 1,10, valor que resulta menor al propuesto por el diseñador de 1,5 en su diseño.

4.2.3.3. Aldea Paraxquín

Para la aldea Paraxquín, el mayor consumo diario promedio que se registró, fue de 3,798 litros por segundo, el 12 de abril del 2011. Por lo que se procedió a determinar el factor de día máximo, con los siguientes valores:

$$\text{Caudal medio de la investigación} = 3,595 \text{ l/s}$$

$$\text{Caudal máximo diario} = 3,798 \text{ l/s}$$

Aplicando la fórmula se obtiene que el factor de día máximo es igual a 1,06, valor que resulta menor al propuesto por el diseñador de 1,5 en su diseño.

4.2.3.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Para el sector sur de la aldea Cojoljuyú, el mayor consumo diario promedio que se registró, fue de 0,235 litros por segundo, el 12 de mayo de 2011. Por lo que se procedió a determinar el factor de día máximo, con los siguientes valores:

$$\text{Caudal medio de la investigación} = 0,187 \text{ l/s}$$

$$\text{Caudal máximo diario} = 0,235 \text{ l/s}$$

Aplicando la fórmula se obtiene que el factor de día máximo es igual a 1,26, valor que resulta mayor al propuesto por el diseñador de 1,2 en su diseño.

4.3. Análisis de las demandas en la red de distribución

El análisis de las demandas en la red de distribución, tiene como objeto determinar la demanda promedio en la red y el factor de máximo consumo horario.

4.3.1. Demanda promedio en la red de distribución

Es la cantidad de agua que se consume en un territorio por parte de la población para beber, lavarse, cocinar, lavar los utensilios y otros usos domésticos.

Demanda diaria: la comprendida de las 6 horas del día en mención, a las 6 horas del día siguiente.

Demanda diurna: la comprendida de las 6 horas a las 18 horas del día en mención.

Demanda nocturna: la comprendida de las 18 horas del día en mención a las 6 horas del día siguiente.

A continuación, para las comunidades bajo estudio, se presentan los cuadros resumen de las demandas.

4.3.1.1. Caserío Chingonzales

Para determinar las demandas promedio en la red de distribución del caserío Chingonzales, se efectuaron lecturas consecutivas de la variación del volumen de almacenamiento, durante un período determinado.

Con los resultados obtenidos de las lecturas, se determinaron los consumos promedios, para cada uno de los días registrados, dividiendo el volumen de almacenamiento, entre el intervalo de tiempo respectivo.

Los consumos promedios generales, se calcularon sacándole el promedio aritmético a los promedios diarios, diurnos y nocturnos.

| | | |
|--------------------------------------|-----------|-------------------------|
| Consumo promedio general diario..... | 1,213 l/s | equivalente al 100% |
| Consumo promedio diurno..... | 1,469 l/s | equivalente al 121,10% |
| Consumo máximo diurno..... | 3,440 l/s | equivalente al 283,59% |
| Consumo mínimo diurno..... | 0,210 l/s | equivalente al 17,31% |
| Consumo promedio nocturno..... | 0,956 l/s | equivalente al 81,29 % |
| Consumo máximo nocturno..... | 4,600 l/s | equivalente al 379,23 % |
| Consumo mínimo nocturno..... | 0 l/s | equivalente al 0% |

Para los efectos del porcentaje, el promedio general diario constituye el 100 por ciento en todos los casos, salvo que se especifique lo contrario.

4.3.1.2. Aldea Pacacay

Para determinar las demandas promedio en la red de distribución de la aldea Pacacay, se efectuaron lecturas consecutivas de la variación del volumen de almacenamiento, durante un período determinado.

Con los resultados obtenidos de las lecturas, se determinaron los consumos promedios, para cada uno de los días registrados, dividiendo el volumen de almacenamiento, entre el intervalo de tiempo respectivo.

Los consumos promedios generales, se calcularon sacándole el promedio aritmético a los promedios diarios, diurnos y nocturnos.

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Consumo promedio general diario..... | 1,115 l/s equivalente al 100% |
| Consumo promedio diurno..... | 1,614 l/s equivalente al 144,75 % |
| Consumo máximo diurno..... | 3,056 l/s equivalente al 274,08% |
| Consumo mínimo diurno..... | 0,567 l/s equivalente al 50,85% |
| Consumo promedio nocturno..... | 0,615 l/s equivalente al 55,16% |
| Consumo máximo nocturno..... | 2,333 l/s equivalente al 209,24% |
| Consumo mínimo nocturno..... | 0 l/s equivalente al 0 % |

Para los efectos del porcentaje, el promedio general diario constituye el 100 por ciento en todos los casos, salvo que se especifique lo contrario.

4.3.1.3. Aldea Paraxquín

Para determinar las demandas promedio en la red de distribución de la aldea de Paraxquín, se efectuaron lecturas consecutivas de la variación del volumen de almacenamiento, durante un período determinado.

Con los resultados obtenidos de las lecturas, se determinaron los consumos promedios, para cada uno de los días registrados, dividiendo el volumen de almacenamiento, entre el intervalo de tiempo respectivo.

Los consumos promedios generales, se calcularon sacándole el promedio aritmético a los promedios diarios, diurnos y nocturnos.

| | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| Consumo promedio general diario..... | 3,595 l/s equivalente al 100% |
| Consumo promedio diurno..... | 5,881l/s equivalente al 163,59% |
| Consumo máximo diurno..... | 9,590 l/s equivalente al 266,76% |
| Consumo mínimo diurno..... | 1,950 l/s equivalente al 54,24% |
| Consumo promedio nocturno..... | 1,309 l/s equivalente al 36,41% |
| Consumo máximo nocturno..... | 6,150 l/s equivalente al 171,07% |
| Consumo mínimo nocturno..... | 0 l/s equivalente al 0 % |

Para los efectos del porcentaje, el promedio general diario constituye el 100 por ciento en todos los casos, salvo que se especifique lo contrario.

4.3.1.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Para determinar las demandas promedio en la red de distribución del sector sur de la aldea de Cojoljuyú, se efectuaron lecturas consecutivas de la variación del volumen de almacenamiento, durante un período determinado.

Con los resultados obtenidos de las lecturas, se determinaron los consumos promedios, para cada uno de los días registrados, dividiendo el volumen de almacenamiento, entre el intervalo de tiempo respectivo.

Los consumos promedios generales, se calcularon sacándole el promedio aritmético a los promedios diarios, diurnos y nocturnos.

| | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| Consumo promedio general diario..... | 0.187 l/s equivalente al 100% |
| Consumo promedio diurno..... | 0.245l/s equivalente al 131.02% |
| Consumo máximo diurno..... | 0.690 l/s equivalente al 368.98% |
| Consumo mínimo diurno..... | 0.020 l/s equivalente al 10.70% |
| Consumo promedio nocturno..... | 0.128 l/s equivalente al 68.45% |
| Consumo máximo nocturno..... | 0.780 l/s equivalente al 417.11% |
| Consumo mínimo nocturno..... | 0 l/s equivalente al 0 % |

Se hace la observación de que los consumos promedios, así como los máximos y mínimos de las horas diurnas y nocturnas indicadas anteriormente, no tienen ninguna aplicación práctica, sin embargo, sirven para fines comparativos entre las poblaciones estudiadas y otras.

Sin embargo, al comparar los valores de consumo nocturno del caserío Chigonzales con los de las otras comunidades, se evidencia que el consumo es diferente en esta comunidad y es porque en esta población le dan un sentido diferente al proyecto de abastecimiento de agua potable para el consumo humano y el cual es el de riego de sus sembradillos, actividad que realizan en horarios nocturnos, aprovechando el bajo consumo en las viviendas.

Existen consumos nocturnos que sobrepasan el consumo promedio en un buen porcentaje, esto se debe a que la actividad en las comunidades se inicia desde la madrugada.

4.3.2. El factor de máximo consumo horario

Es el porcentaje que se incrementa el caudal medio, en un proyecto de abastecimiento de agua, con el fin de proveer los consumos máximos que se dan en determinada hora, y de tal forma que se incrementan los diámetros de tubería, para evitar el decremento en la cantidad de agua con el que se dota a cada vivienda.

Para fines de este estudio, el factor de máximo consumo horario, se efectuó determinando el máximo consumo promedio en una hora del día, dividiéndolo entre el caudal medio determinado en este estudio, por lo que a continuación se calcula dicho factor parra cada una de las comunidades analizadas.

$$\text{Factor máximo consumo diario} = \frac{\text{consumo promedio máximo en una hora}}{\text{Caudal medio de la investigación}}$$

4.3.2.1. Caserío Chigonzales

En el caserío el mayor consumo horario promedio que se registró fue de 2,692 litros por segundo, por lo que se procedió a determinar el factor de hora máxima, con los siguientes valores:

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Caudal medio de la investigación = | 1,213 l/s |
| Caudal máximo horario promedio= | 2,692 l/s |

Aplicando la fórmula, se obtiene que el factor de hora máximo es igual a 2,22, valor que resulta mayor al propuesto por el diseñador de 1,5 en su diseño.

4.3.2.2. Aldea Pacacay

Para la aldea Pacacay, el mayor consumo horario promedio que se registró fue de 2,161 litros por segundo, por lo que se procedió a determinar el factor de hora máxima, con los siguientes valores:

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Caudal medio de la investigación = | 1,115 l/s |
| Caudal máximo horario promedio= | 2,161 l/s |

Aplicando la fórmula, se obtiene que el factor de hora máximo es igual a 1,94, valor que resulta menor al propuesto por el diseñador que es de 3. Se puede observar que el factor de hora máximo de 3, es un valor que absorbe con un margen adecuado las variaciones horarias que se producen en un sistema de abastecimiento de agua de una población.

4.3.2.3. Aldea Paraxquín

Para la aldea de Paraxquín, el mayor consumo horario promedio, que se registro fue de 6,595 litros por segundo, por lo que se procedió a determinar el factor de hora máximo, con los siguientes valores:

Caudal medio de la investigación = 3,595 l/s

Caudal máximo horario promedio = 6,596 l/s

Aplicando la fórmula, se obtiene que el factor de hora máximo es igual a 1,83, valor que resulta menor al propuesto por el diseñador de 2,5, en su diseño. Aquí se puede observar que con poblaciones mayores, los caudales de consumo debido a sus magnitudes, logran en buena parte absorber las fluctuaciones horarias, que se dan durante el día.

4.3.2.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Para el sector sur de la aldea Cojoljuyú, el mayor consumo horario promedio, que se registró, fue de 0,592 litros por segundo, por lo que se procedió a determinar el factor de hora máximo, con los siguientes valores:

Caudal medio de la investigación = 0,187 l/s

Caudal máximo horario promedio = 0,592 l/s

Aplicando la fórmula, se obtiene que el factor de hora máximo es igual a 3,17, valor que resulta mayor al propuesto por el diseñador que es de 2,5, pero que está cercano al valor máximo de diseño de 3, lo que indica que en poblaciones pequeñas las fluctuaciones horarias son mayores, por lo que los factores a utilizar de igual forma deben ser los mayores.

4.3.3. Gasto instantáneo

Es el valor máximo de consumo que se puede presentar en un instante dado. Para este estudio se midieron las fluctuaciones en las alturas del tanque de almacenamiento, en intervalos de 15 minutos, a partir de las 6:00 a 18:00 horas, por un período de 5 días, con estos valores se calcularon los consumos correspondientes a estos intervalos.

Graficando los valores del día de mayor fluctuación, valores que se relacionaron con el promedio diario, se obtienen los resultados siguientes para cada población analizada:

4.3.3.1. Caserío Chigonzales

Para el caserío Chigonzales, estas mediciones se efectuaron en las fechas del 10 al 15 de enero de 2011, observando los valores de consumo alcanzados, se escogió el día con la variación más alta en cuanto a consumo, los que se muestran a continuación:

Tabla XXXVIII. **Consumos instantáneos de mayor fluctuación
Chigonzales**

| HORA | CONSUMO | PORCENTAJE | HORA | CONSUMO | PORCENTAJE | HORA | CONSUMO | PORCENTAJE |
|--------------|---------|------------|--------------|---------|------------|--------------|---------|------------|
| 06:00 | 0,968 | 80% | 10:15 | 1,4 | 115% | 14:30 | 0,92 | 76% |
| 06:15 | 1,85 | 153% | 10:30 | 1,2 | 99% | 14:45 | 1,35 | 111% |
| 06:30 | 1,63 | 134% | 10:45 | 0,8 | 66% | 15:00 | 1,22 | 101% |
| 06:45 | 2,1 | 173% | 11:00 | 0,363 | 30% | 15:15 | 1,15 | 95% |
| 07:00 | 1,976 | 163% | 11:15 | 0,8 | 66% | 15:30 | 1,07 | 88% |
| 07:15 | 2,354 | 194% | 11:30 | 0,72 | 59% | 15:45 | 1,13 | 93% |
| 07:30 | 1,65 | 136% | 11:45 | 1,48 | 122% | 16:00 | 1,22 | 101% |
| 07:45 | 1,9 | 157% | 12:00 | 1,069 | 88% | 16:15 | 1,01 | 83% |
| 08:00 | 1,724 | 142% | 12:15 | 1,32 | 109% | 16:30 | 1,32 | 109% |
| 08:15 | 2,01 | 166% | 12:30 | 0,9 | 74% | 16:45 | 0,75 | 62% |
| 08:30 | 1,95 | 161% | 12:45 | 1,24 | 102% | 17:00 | 0,565 | 47% |
| 08:45 | 2,15 | 177% | 13:00 | 0,716 | 59% | 17:15 | 0,68 | 56% |
| 09:00 | 1,62 | 134% | 13:15 | 0,92 | 76% | 17:30 | 0,92 | 76% |
| 09:15 | 2,04 | 168% | 13:30 | 1,03 | 85% | 17:45 | 1,24 | 102% |
| 09:30 | 1,75 | 144% | 13:45 | 0,86 | 71% | 18:00 | 1,119 | 92% |
| 09:45 | 1,9 | 157% | 14:00 | 0,716 | 59% | | | |
| 10:00 | 1,825 | 150% | 14:15 | 1,05 | 87% | | | |

Fuente: elaboración propia.

Procediéndose a efectuar la gráfica de estos valores, ver figura 11 en el anexo, se obtiene:

Promedio general diario.....1,213 l/s equivalente al 100%

Promedio diario.....1,138 l/s equivalente al 93,82%

Máximo consumo instantáneo.....2,354 l/s equivalente al 194,06%

Si se calcula el gasto instantáneo, según fórmula se obtiene el siguiente valor:

$$Q_{\text{inst.}} = 0.15 \times \sqrt{N - 1}, \quad \text{fórmula del caudal instantáneo.}$$

Donde:

N = Número de viviendas analizadas = 230 unidades

$$Q \text{ instantáneo} = 2,269 \text{ l/s}$$

Como se puede observar, el valor obtenido por medio de las mediciones, es ligeramente mayor al obtenido por medio de la fórmula de gasto instantáneo, esto indica la importancia de utilizar la fórmula para el cálculo de caudales de uso instantáneo en el diseño de sistemas de agua.

Habiéndose hecho el mismo procedimiento en las tres aldeas, se obtienen los siguientes resultados:

4.3.3.2. Aldea Pacacay

Para el caserío Pacacay, estas mediciones se efectuaron en las fechas del 14 al 19 de febrero de 2011, observando los valores de consumo alcanzados, se escogió el día con la variación más alta en cuanto a consumo, los que se muestran a continuación:

Tabla XXXIX. **Consumos instantáneos de mayor fluctuación
Pacacay**

| HORA | CONSUMO | PORCENTAJE | HORA | CONSUMO | PORCENTAJE | HORA | CONSUMO | PORCENTAJE |
|--------------|---------|------------|--------------|---------|------------|--------------|---------|------------|
| 06:00 | 2,11 | 189% | 10:15 | 1,8 | 161% | 14:30 | 0,75 | 67% |
| 06:15 | 2,05 | 184% | 10:30 | 1,82 | 163% | 14:45 | 1,3 | 117% |
| 06:30 | 1,79 | 161% | 10:45 | 2,01 | 180% | 15:00 | 0,94 | 84% |
| 06:45 | 2,32 | 208% | 11:00 | 1,61 | 144% | 15:15 | 1,39 | 125% |
| 07:00 | 1,83 | 164% | 11:15 | 1,95 | 175% | 15:30 | 1,15 | 103% |
| 07:15 | 1,75 | 157% | 11:30 | 2,04 | 183% | 15:45 | 1,26 | 113% |
| 07:30 | 2,2 | 197% | 11:45 | 2,03 | 182% | 16:00 | 0,94 | 84% |
| 07:45 | 1,75 | 157% | 12:00 | 1,17 | 105% | 16:15 | 1,28 | 115% |
| 08:00 | 3,06 | 274% | 12:15 | 2,92 | 262% | 16:30 | 1,32 | 118% |
| 08:15 | 1,65 | 148% | 12:30 | 2,68 | 240% | 16:45 | 1,3 | 117% |
| 08:30 | 2,35 | 211% | 12:45 | 3,92 | 352% | 17:00 | 0,94 | 84% |
| 08:45 | 2,15 | 193% | 13:00 | 1,22 | 109% | 17:15 | 1,4 | 126% |
| 09:00 | 1,78 | 160% | 13:15 | 2,12 | 190% | 17:30 | 1,12 | 100% |
| 09:15 | 2,09 | 187% | 13:30 | 1,99 | 178% | 17:45 | 1,15 | 103% |
| 09:30 | 1,75 | 157% | 13:45 | 2,2 | 197% | 18:00 | 1,39 | 125% |
| 09:45 | 1,9 | 170% | 14:00 | 1,22 | 109% | | | |
| 10:00 | 1,44 | 129% | 14:15 | 1,75 | 157% | | | |

Fuente: elaboración propia.

Procediéndose a efectuar la gráfica de estos valores, ver figura 12 en el anexo, se obtiene:

Promedio general diario.....1,115 l/s equivalente al 100%

Promedio diario.....1,050 l/s equivalente al 94,17%

Máximo consumo instantáneo.....3,056 l/s equivalente al 274,08%

Si se calcula el gasto instantáneo, según fórmula se obtiene el siguiente valor:

$$Q_{\text{inst.}} = 0.15 \times \sqrt{N - 1} \quad , \text{fórmula del caudal instantáneo.}$$

Donde:

$$N = \text{Número de viviendas} = 263 \text{ unidades}$$

$$Q \text{ instantáneo} = 2,43 \text{ l/s}$$

Como se puede observar, el valor obtenido por medio de las mediciones, es mayor al obtenido por medio de la fórmula de gasto instantáneo.

4.3.3.3. Aldea Paraxquín

Para el caserío Paraxquín, estas mediciones se efectuaron en las fechas del 21 al 26 de marzo del 2011, observando los valores de consumo alcanzados, se escogió el día con la variación más alta en cuanto a consumo, los que se muestran a continuación:

Tabla XXXX,

Consumos instantáneos de mayor fluctuación

| HORA | CONSUMO | PORCENTAJE | HORA | CONSUMO | PORCENTAJE | HORA | CONSUMO | PORCENTAJE |
|--------------|---------|------------|--------------|---------|------------|--------------|---------|------------|
| 06:00 | 1,75 | 49% | 10:15 | 5,45 | 152% | 14:30 | 6,05 | 168% |
| 06:15 | 3,25 | 90% | 10:30 | 5,95 | 166% | 14:45 | 5,85 | 163% |
| 06:30 | 5,1 | 142% | 10:45 | 5,45 | 152% | 15:00 | 6,15 | 171% |
| 06:45 | 4,75 | 132% | 11:00 | 6,246 | 174% | 15:15 | 5,45 | 152% |
| 07:00 | 4,1 | 114% | 11:15 | 6,5 | 181% | 15:30 | 6,05 | 168% |
| 07:15 | 5,25 | 146% | 11:30 | 6,25 | 174% | 15:45 | 6,3 | 175% |
| 07:30 | 4,95 | 138% | 11:45 | 6,05 | 168% | 16:00 | 6,628 | 184% |
| 07:45 | 6,5 | 181% | 12:00 | 5,003 | 139% | 16:15 | 6,9 | 192% |
| 08:00 | 6,914 | 192% | 12:15 | 5,3 | 147% | 16:30 | 6,41 | 178% |
| 08:15 | 7,05 | 196% | 12:30 | 8,75 | 243% | 16:45 | 5,65 | 157% |
| 08:30 | 7,18 | 200% | 12:45 | 7,5 | 209% | 17:00 | 5,955 | 166% |
| 08:45 | 6,8 | 189% | 13:00 | 7,201 | 200% | 17:15 | 5,6 | 156% |
| 09:00 | 6,43 | 179% | 13:15 | 6,6 | 184% | 17:30 | 5,31 | 148% |
| 09:15 | 5,25 | 146% | 13:30 | 7,45 | 207% | 17:45 | 5,12 | 142% |
| 09:30 | 6,69 | 186% | 13:45 | 5,23 | 145% | 18:00 | 4,908 | 137% |
| 09:45 | 7,15 | 199% | 14:00 | 6,628 | 184% | | | |
| 10:00 | 7,966 | 222% | 14:15 | 6,3 | 175% | | | |

Fuente: elaboración propia.

Procediéndose a efectuar la gráfica de estos valores, ver figura 13 en el anexo, se obtiene:

Promedio general diario.....3,595 l/s equivalente al 100%

Promedio diario.....3,764 l/s equivalente al 104,70%

Máximo consumo instantáneo.....8,750 l/s equivalente al 243,39%

Si se calcula el gasto instantáneo, según fórmula se obtiene el siguiente valor:

$$Q_{\text{inst.}} = 0.15 \times \sqrt{N - 1} \quad , \text{ fórmula del caudal instantáneo.}$$

Donde:

N = Numero de viviendas = 500 unidades

Q instantáneo = 3,351 l/s

Como se puede observar, el valor obtenido por medio de las mediciones, es significativamente mayor al obtenido por medio de la fórmula de gasto instantáneo.

4.3.3.4. Sector sur de la aldea Cojoljuyú

Para el sector sur de la aldea Cojoljuyú, estas mediciones se efectuaron en las fechas del 25 al 30 de abril del 2011, observando los valores de consumo alcanzados, se escogió el día con la variación más alta en cuanto a consumo, los que se muestran a continuación:

Tabla XXXXI. Consumos instantáneos de mayor fluctuación

| HORA | CONSUMO | PORCENTAJE | HORA | CONSUMO | PORCENTAJE | HORA | CONSUMO | PORCENTAJE |
|--------------|---------|------------|--------------|---------|------------|--------------|---------|------------|
| 06:00 | 0,359 | 192% | 10:15 | 0,409 | 219% | 14:30 | 0,349 | 187% |
| 06:15 | 0,419 | 224% | 10:30 | 0,498 | 267% | 14:45 | 0,369 | 197% |
| 06:30 | 0,508 | 272% | 10:45 | 0,478 | 256% | 15:00 | 0,359 | 192% |
| 06:45 | 0,319 | 171% | 11:00 | 0,449 | 240% | 15:15 | 0,369 | 197% |
| 07:00 | 0,359 | 192% | 11:15 | 0,389 | 208% | 15:30 | 0,389 | 208% |
| 07:15 | 0,459 | 245% | 11:30 | 0,279 | 149% | 15:45 | 0,379 | 203% |
| 07:30 | 0,708 | 378% | 11:45 | 0,229 | 123% | 16:00 | 0,359 | 192% |
| 07:45 | 0,628 | 336% | 12:00 | 0,189 | 101% | 16:15 | 0,319 | 171% |
| 08:00 | 0,538 | 288% | 12:15 | 0,379 | 203% | 16:30 | 0,339 | 181% |
| 08:15 | 0,469 | 251% | 12:30 | 0,309 | 165% | 16:45 | 0,249 | 133% |
| 08:30 | 0,309 | 165% | 12:45 | 0,429 | 229% | 17:00 | 0,279 | 149% |
| 08:45 | 0,15 | 80% | 13:00 | 0,359 | 192% | 17:15 | 0,199 | 107% |
| 09:00 | 0,189 | 101% | 13:15 | 0,389 | 208% | 17:30 | 0,359 | 192% |
| 09:15 | 0,359 | 192% | 13:30 | 0,329 | 176% | 17:45 | 0,399 | 213% |
| 09:30 | 0,239 | 128% | 13:45 | 0,409 | 219% | 18:00 | 0,359 | 192% |
| 09:45 | 0,329 | 176% | 14:00 | 0,359 | 192% | | | |
| 10:00 | 0,279 | 149% | 14:15 | 0,379 | 203% | | | |

Fuente: elaboración propia.

Procediéndose a efectuar la gráfica de estos valores, ver figura 14 en el anexo, se obtiene:

Promedio general diario.....0,187 l/s equivalente al 100%

Promedio diario.....0,205 l/s equivalente al 181,55%

Máximo consumo instantáneo.....0,708 l/s equivalente al 378,61%

Si se calcula el gasto instantáneo, según fórmula se obtiene el siguiente valor:

$$Q_{\text{inst.}} = 0.15 \times \sqrt{N - 1}, \text{ fórmula del caudal instantáneo.}$$

Donde:

N = Número de viviendas = 30 unidades

Q instantáneo = 0,807 l/s > 0,708 l/s, valor obtenido de la investigación

Como se puede observar, el valor obtenido por medio de las mediciones, es menor al obtenido por medio de la fórmula de gasto.

4.4. Resumen del análisis de las mediciones realizadas

Es de suma importancia poder comparar los parámetros de diseño establecidos por el diseñador en los proyectos de agua potable, con los valores obtenidos por medio del análisis efectuado en la presente investigación, a los proyectos ya construidos. Por tal razón a continuación se presentan los resúmenes correspondientes a las 4 comunidades.

Tabla XXXXII. **Resumen de resultados obtenidos del caserío Chigonzales**

| | VALORES CON PARAMETROS INICIALES A LA FECHA DEL ESTUDIO | VALORES DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS |
|-------------------------------|--|---|
| Población | 967 hab | 1 134 hab |
| Tasa de crecimiento: | 1,00 % | 2,63% |
| Dotación: | 70 litros/ habitante/día | 92,42 litros/ habitante/día |
| Caudal medio: | 0,78 l/s | 1,213 l/s |
| Factor de día máximo: | 1,2 | 1,14 |
| Caudal máximo diario: | 0,94 l/s | 1,378 l/s |
| Factor de hora máximo: | 1,5 | 2,22 |
| Caudal máximo horario: | 1,18 l/s | 2,692 l/s |
| Aforo de la fuente: | 1,078 l/s | 1,22 l/s |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXXIII, **Resumen de resultados obtenidos de la aldea Pacacay**

| | VALORES CON PARAMETROS INICIALES A LA FECHA DEL ESTUDIO | VALORES DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS |
|-------------------------------|--|---|
| Población | 1 100 hab | 1 323 hab |
| Tasa de crecimiento: | 2,9% | 4,57% |
| Dotación: | 90 litros/ habitante/día | 107.76 litros/ habitante/día |
| Caudal medio: | 0,86 litros/seg | 1,115 litros/seg |
| Factor de día máximo: | 1,5 | 1,1 |
| Caudal máximo diario: | 1,30 litros/seg | 1,222 litros/seg |
| Factor de hora máximo: | 3 | 1,94 |
| Caudal máximo horario: | 2,58 litros/seg | 2,161 litros/seg |
| Aforo de la fuente: | 1,36 litros/seg | 1,50 litros/seg |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXXIV, **Resumen de resultados obtenidos de la aldea Paraxquín**

| | VALORES CON PARAMETROS INICIALES A LA FECHA DEL ESTUDIO | VALORES DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS |
|-------------------------------|---|---------------------------------------|
| Población | 1 987 hab | 3 006 hab |
| Tasa de crecimiento: | 2,85% | 4,8% |
| Dotación: | 100 litros/ habitante/día | 103,33 litros/ habitante/día |
| Caudal medio: | 2,30 l/s | 3,595 l/s |
| Factor de día máximo: | 1,5 | 1,06 |
| Caudal máximo diario: | 3,45 l/s | 3,798 l/s |
| Factor de hora máximo: | 2,5 | 1,84 |
| Caudal máximo horario: | 5,75 l/s | 6,602 l/s |
| Aforo de la fuente: | 5,28 l/s | 6,22 l/s |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXXV. **Resumen de resultados obtenidos en el sector sur de la aldea Cojoljuyú**

| | VALORES CON PARAMETROS INICIALES A LA FECHA DEL ESTUDIO | VALORES DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS |
|-------------------------------|---|---------------------------------------|
| Población | 166 hab | 182 hab |
| Tasa de crecimiento: | 2,92% | 3,83% |
| Dotación: | 90 litros/ habitante/día | 88,77 litros/ habitante/día |
| Caudal medio: | 0,27 l/s | 0,187 l/s |
| Factor de día máximo: | 1,5 | 1,26 |
| Caudal máximo diario: | 0,40 l/s | 0,235 l/s |
| Factor de hora máximo: | 2,5 | 3,17 |
| Caudal máximo horario: | 0,67 l/s | 0,592 l/s |
| Aforo de la fuente: | 0,69 l/s | 0,19 l/s |

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. En los estudios de ampliación o mejoramiento de acueductos, es necesaria la evaluación del sistema en uso; ésta indicará la causa de la escasez de agua, pudiendo ser por falta de capacidad o mal estado de los elementos del sistema, por una mala operación y mantenimiento de éste o, por una mala administración.
2. El haber evaluado los acueductos correspondientes a las cuatro comunidades, ha demostrado que se necesita la medición de la oferta y la demanda de agua, después de la construcción de los proyectos, para lograr que las comunidades que obtienen un sistema de abastecimiento de agua logren culminar con el período de diseño con que fueron proyectados.
3. La comparación entre los diseños y la situación de los proyectos una vez construidos, indica que los parámetros con que fueron elaborados los diseños de los proyectos, de abastecimiento de agua potable no se encuentra acorde con la realidad.
4. Al analizar los consumos de agua de la población y sus variaciones diarias y horarias, en estas cuatro comunidades se observa que los factores de día máximo son mayores a los requeridos por la demanda, situación que provocó, en determinado momento, un sobredimensionamiento de las líneas de conducción.

5. Al observar los factores de hora máxima, se observa que las variaciones son afectadas por los consumos que en estas poblaciones se da, situación que está directamente relacionada con el uso del agua en éstas, por lo que para efectuar el diseño de líneas de distribución, debe efectuarse un estudio del uso del agua, a fin de proponer el factor de hora máxima correspondiente a la comunidad.
6. Al conocer los consumos en las poblaciones en estudio, a sabiendas que en estos consumos influyen características de la población, costumbres, clima y otros, esta evaluación indica que la demanda promedio está alrededor de los 90 litros/habitante/día,
7. Al evaluar los sistemas de abastecimiento de agua de estas cuatro comunidades, se pudo observar que no cuentan con mantenimiento de sus instalaciones ni con la operación del sistema de desinfección de las aguas, por lo que el objetivo de proporcionarles agua potable a la comunidad no se cumple.
8. La determinación del crecimiento de la población, a través del censo efectuado, indica que las tasas asumidas, y utilizadas en los diseños de los proyectos de abastecimiento de agua para las comunidades en estudio, no corresponden a las tasas reales de crecimiento.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los profesionales que se encarguen del diseño de un proyecto de ampliación y mejoramiento al acueducto de alguna comunidad, estudiar a fondo el estado actual del sistema técnico-administrativo y las necesidades de la población; ya que con esto se logrará concebir un mejor proyecto como solución.
2. Debido a que las opciones de solución son el producto de conocer las capacidades actuales y las necesidades de capacidad futura de los sistemas, se recomienda estudiar y agotar todas las posibles opciones de solución
3. Todo sistema de acueducto, por grande o pequeño que sea, necesita una adecuada operación y un continuo mantenimiento, así como de una administración adecuada; con esto el acueducto logrará prestar un buen servicio. Por lo que se recomienda a las unidades ejecutoras de estos proyectos se implemente un plan de capacitación en administración, operación y mantenimiento, dirigido a los representantes de la comunidad, posterior a la ejecución del proyecto.
4. Continuar la evaluación de los diferentes parámetros de diseño, con el fin de ir adecuando éstos a la realidad y de esa forma optimizar los recursos económicos, logrando proyectos que cumplan su cometido en el tiempo para el que fueron proyectados.

5. La determinación de la población futura debe basarse en el análisis real del crecimiento poblacional que se ha dado en la comunidad, tomando en cuenta que cuando posteriormente a la construcción de un abastecimiento de agua, el crecimiento de la población será mayor.
6. Ajustar los parámetros de diseño, tomando como valores para comunidades del altiplano y especialmente de Chimaltenango, los siguientes:

Dotación = 100 litros/habitante/día

Tasa de crecimiento poblacional > 4%

Factor de día máximo < = 1,20

7. Es recomendable y deseable que hubiese una dependencia estatal que pudiera realizar los seguimientos a los proyectos desarrollados en otras áreas de la república, similar al presente estudio, a fin de determinar con una base sólida y sustentable, los parámetros más ajustados a la realidad, que permitan aplicarse a los diseños para hacerlos más eficientes, apegados a las costumbres, clima, usos, etc. y así lograr proyectos que permitan satisfacer las demandas para el período preconcebido, con la economía del costo presente que se requiera.

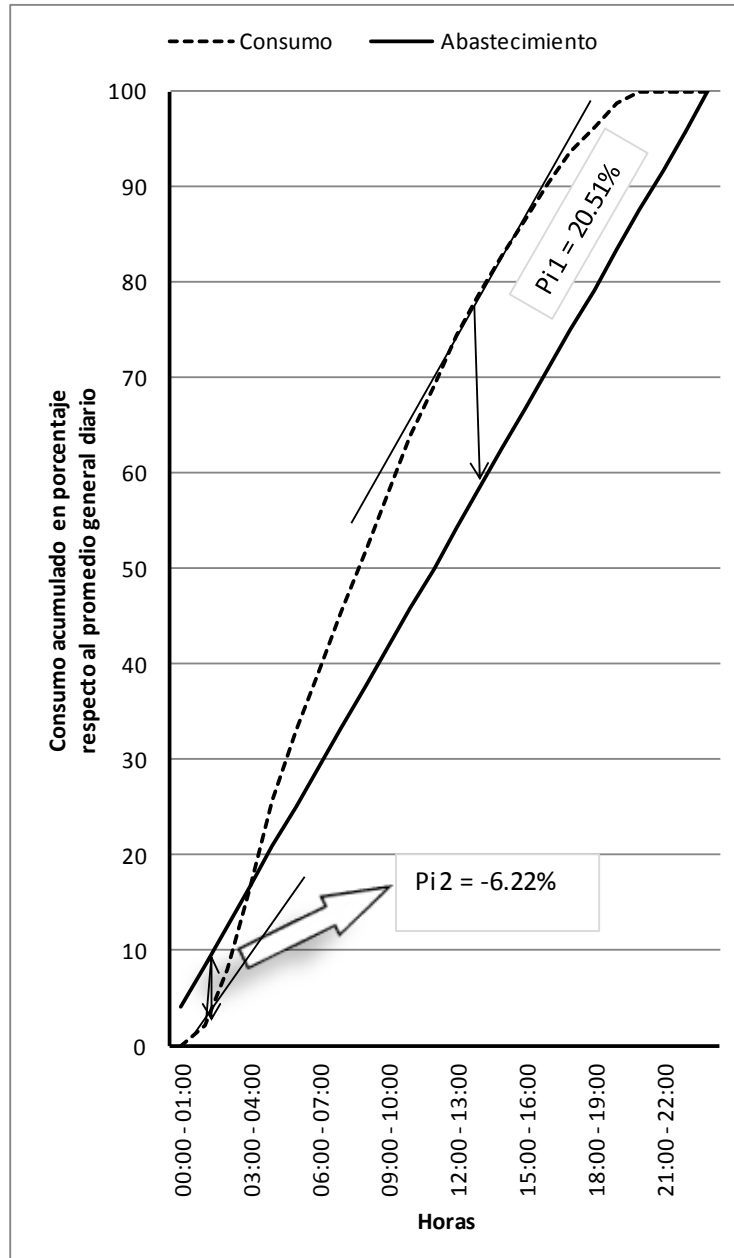
BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Guatemalteca de Normas; (COGUANOR) Ministerio de Economía. *Norma COGUANOR NGO 29 001, Agua Potable Especificaciones*. Publicación en el Diario Oficial, Guatemala 18 de octubre de 1985. p. 14.
2. Instituto de Fomento Municipal; Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM;UNEPAR, 1997. p. 103.
3. INFOM;UNEPAR. *Modelo básico para proyectos de abastecimiento de agua potable, saneamiento básico, educación sanitaria y ambiental a nivel rural*. Guatemala: INFOM;UNEPAR, 2001. p. 55.
4. INFOM;UNEPAR;Kreditanstalt Für Wiederaufbau (KFW); Programa de Agua Potable y Saneamiento Básico Rural IV. *Manual de administración, operación y mantenimiento*. Guatemala: INFOM;UNEPAR, 2004. p. 73.
5. MATHEU ESCOBAR, Estuardo. *Estudios de demandas de agua en las aldeas: Tunillas, municipio de San José Acatempa, del departamento de Jutiapa y los Tecomates, municipio de Palencia, del departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1970. p. 75.

6. RIVERA LOPEZ, Elder. *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de las aldeas: Loma del Viento, Río Arriba, Santa Anita, Lajincó, Tapatá y Trapiche, municipio de Zacapa, 5 años después de haber sido construido*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. p. 139.

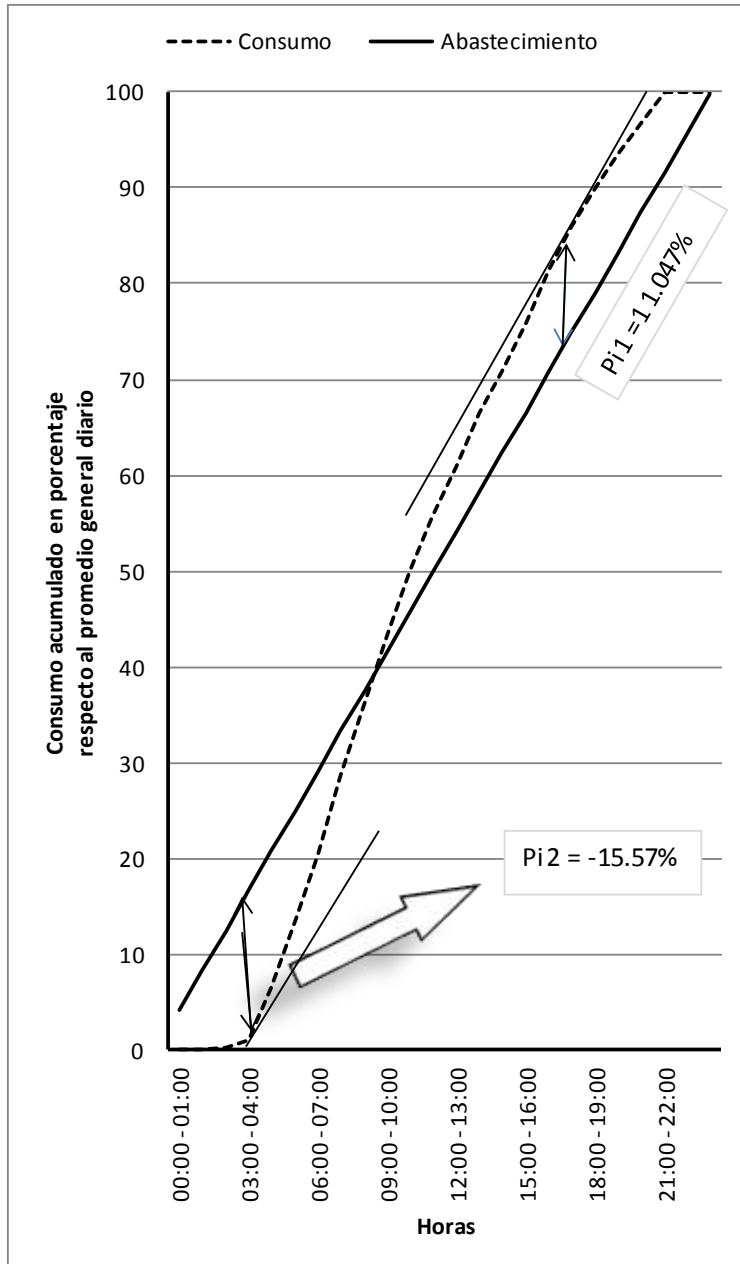
APÉNDICES

Apéndice 1. **Variaciones horarias del consumo de agua, acumulado durante el día, en el cacerío Chigonzales**



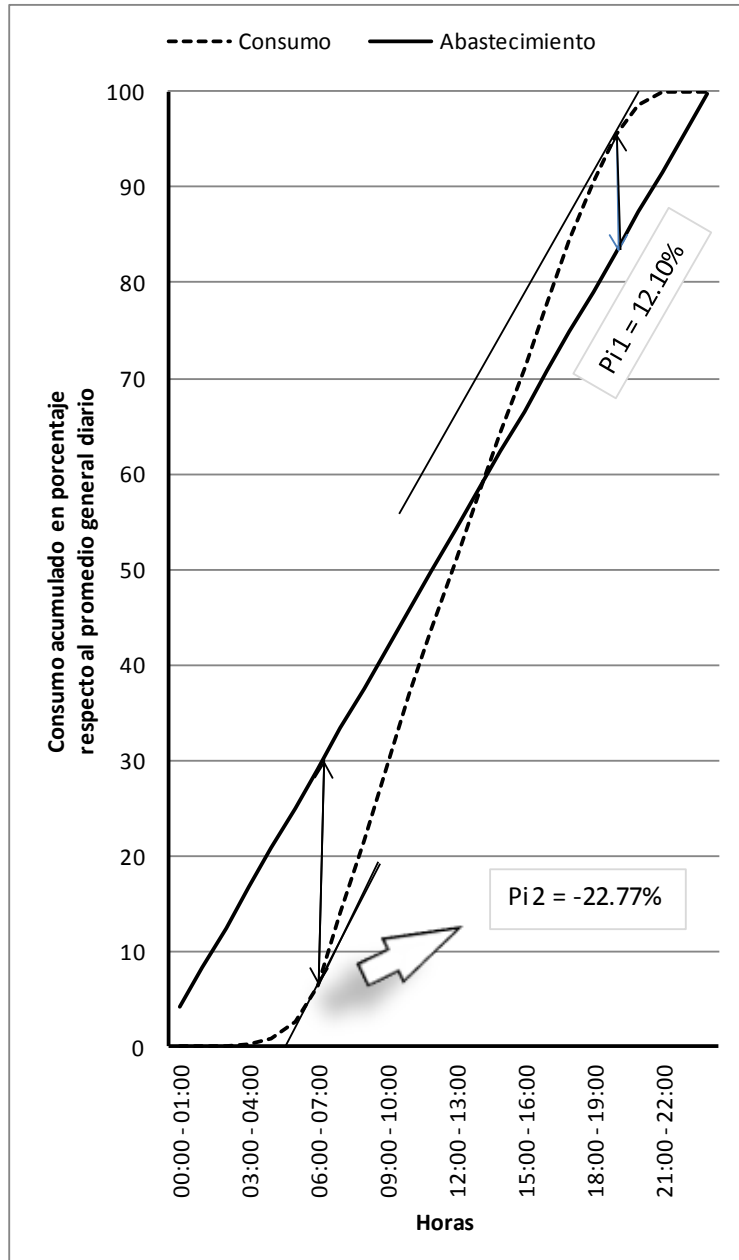
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Variaciones horarias del consumo de agua, acumulado durante el día, de la aldea Pacacay**



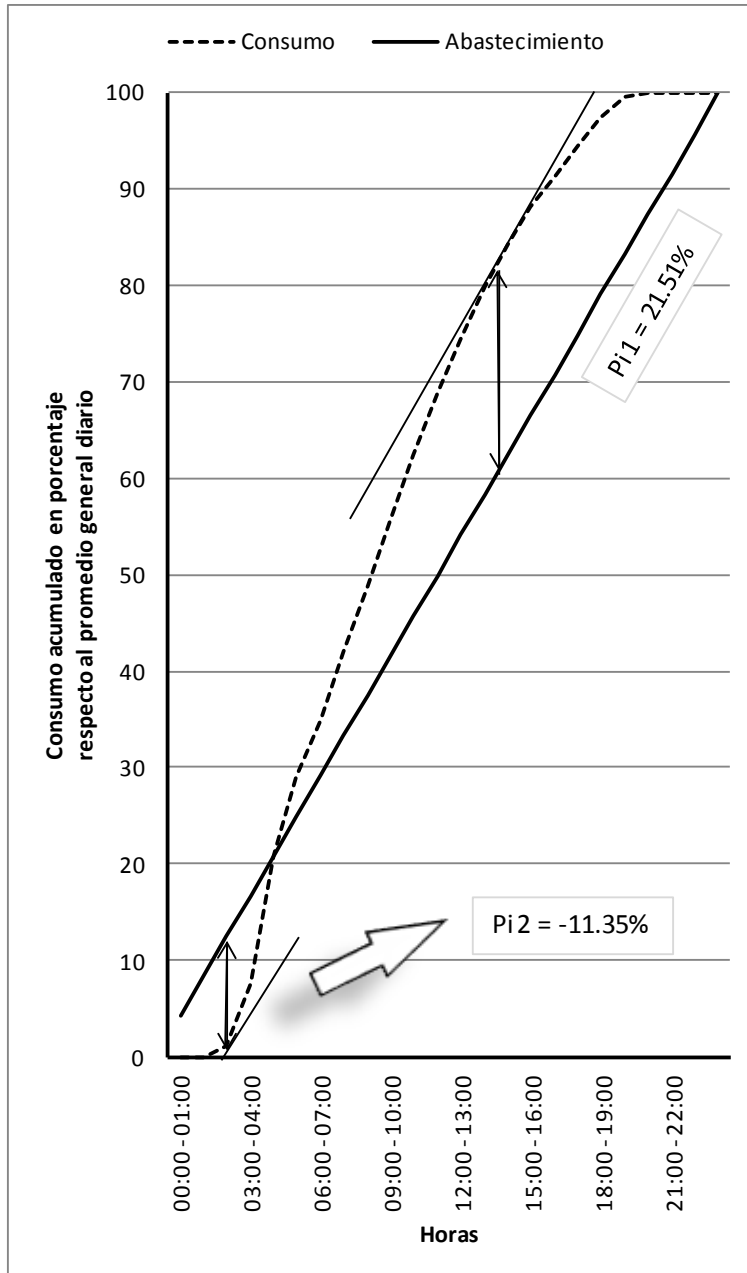
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Variaciones horarias del consumo de agua, acumulado durante el día, de la aldea Paraxquín**



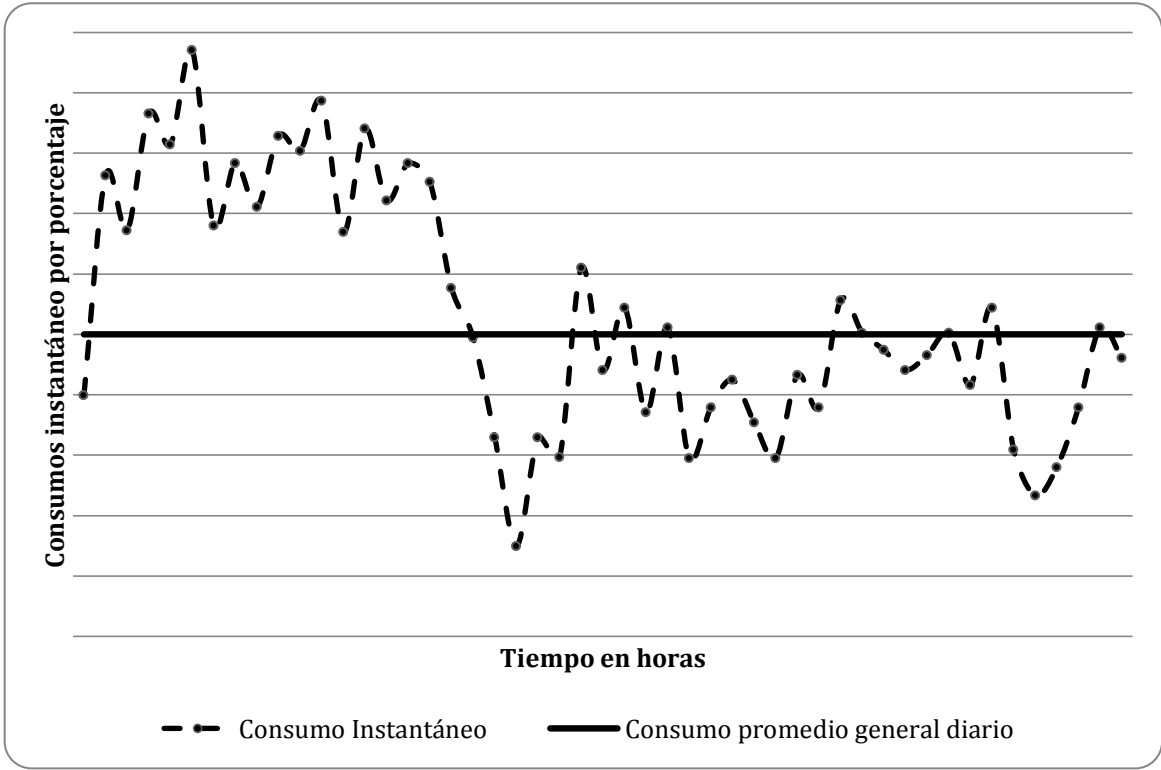
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Variaciones horarias del consumo de agua, acumulado durante el día, de sector sur de la aldea Cojoljuyú**



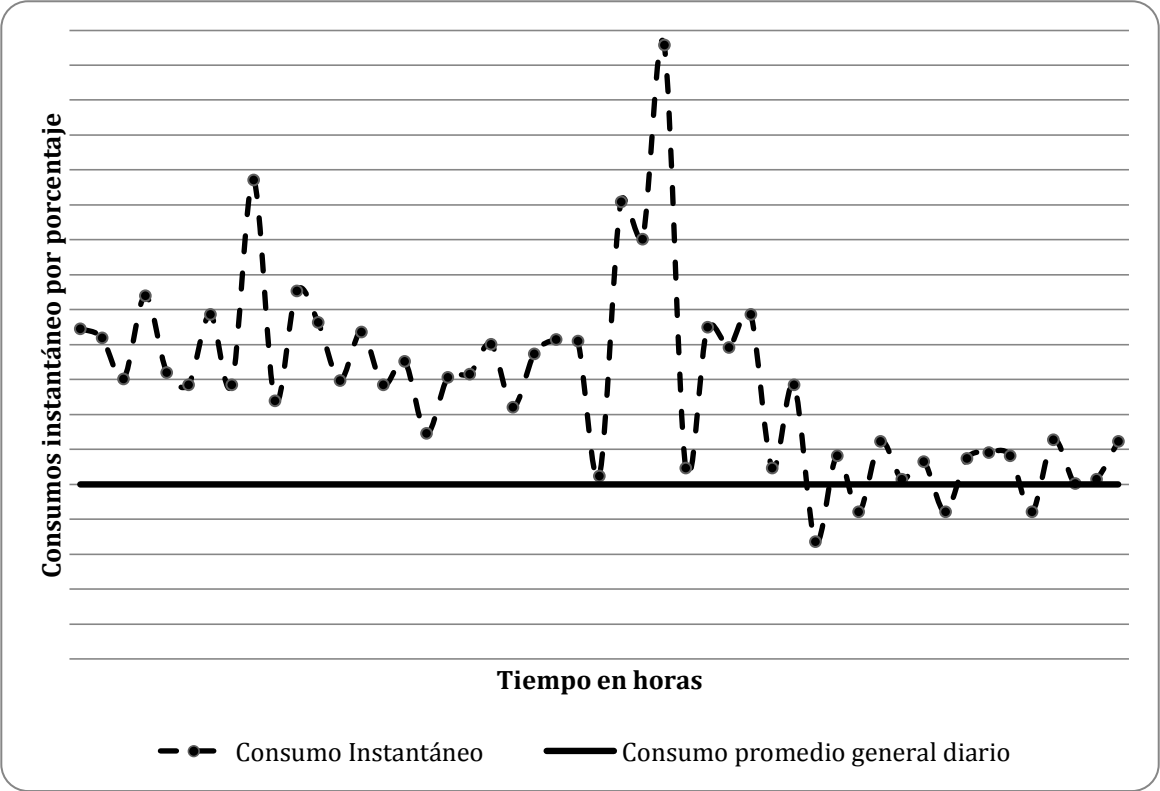
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Consumos instantáneos de mayor fluctuación en el caserío Chigonzales**



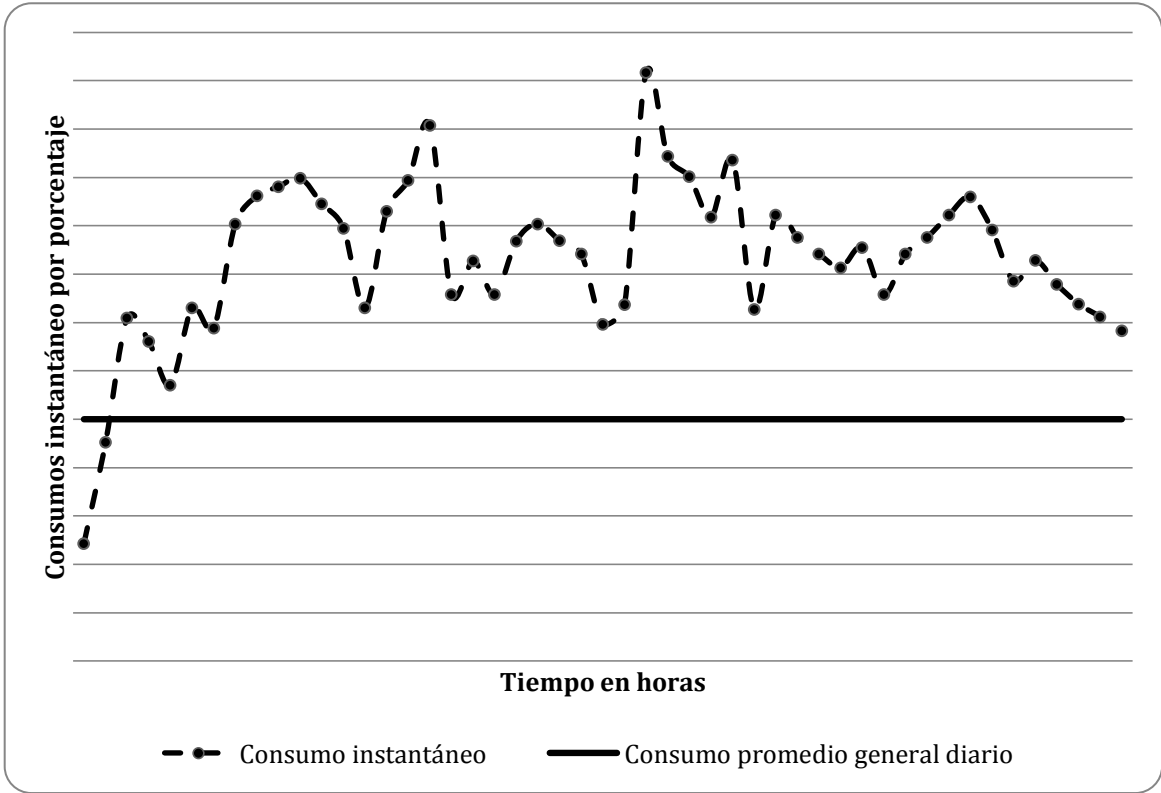
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Consumos instantáneos de mayor fluctuación en la aldea Pacacay**



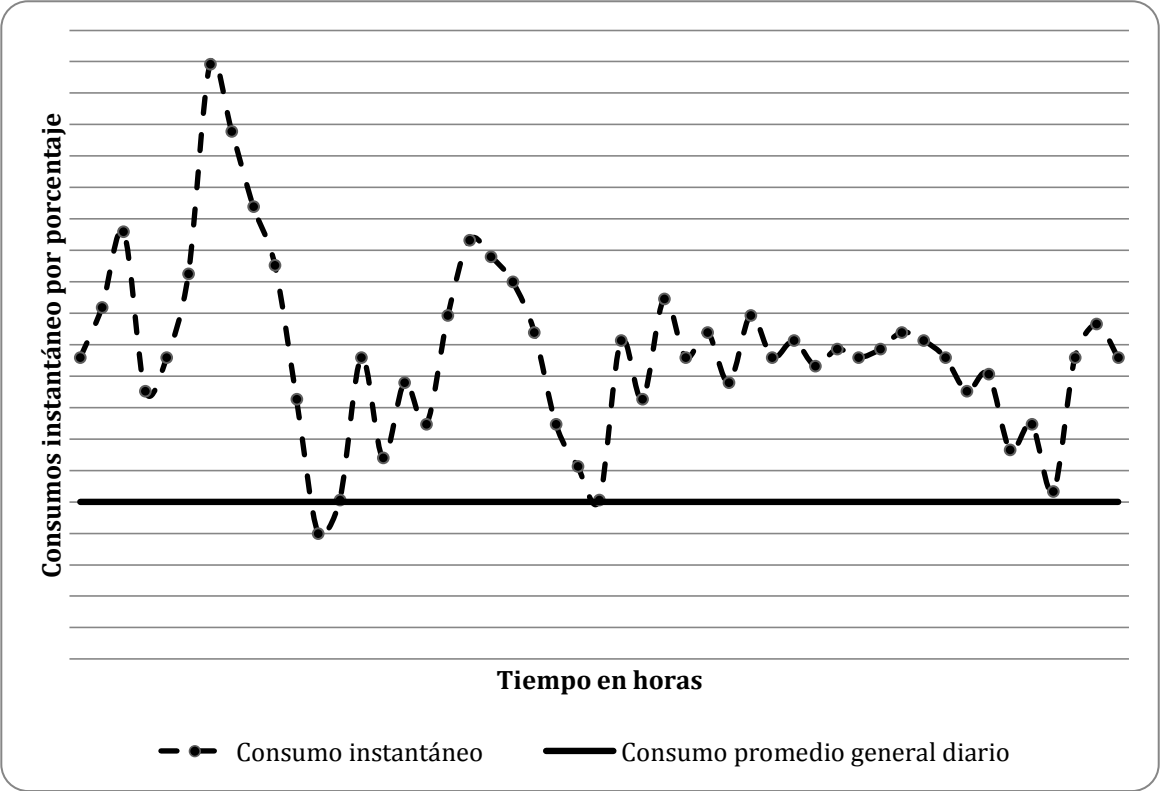
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Consumos instantáneos de mayor fluctuación en la aldea Paraxquín**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Consumos instantáneos de mayor fluctuación en el sector sur de la aldea Cojoljuyú



Fuente: elaboración propia.